

ISSN 1346-7328

国総研資料 第298号

平成18年2月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.298

February 2006

国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告 自然共生型流域圏・都市の再生 資料集 ()

水物質循環モデルを活用した水環境政策評価
～東京湾とその流域を対象として～

藤田光一・伊藤弘之・小路剛志・安間智之

PROJECT RESEARCH REPORT of National Institute for Land and Infrastructure Management

"Watershed / Urban Regeneration in Accord with Nature" Technical Report (I)

A Study on Evaluation of Water Environment policy through Watershed-scale
Hydrological & Material Cycle Simulation Models to Tokyo Bay and its watersheds

Koh-ichi FUJITA, Hiroyuki ITO, Takeshi ORO and Tomoyuki ANMA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告
自然共生型流域圏・都市の再生 資料集 (I)
水物質循環モデルを活用した水環境政策評価～東京湾とその流域を対象として～

藤田 光一・伊藤 弘之・小路 剛志・安間 智之

PROJECT RESEARCH REPORT of
National Institute for Land and Infrastructure Management
"Watershed / Urban Regeneration in Accord with Nature" Technical Report (I)
A Study on Evaluation of Water Environment Policy through Watershed-scale
Hydrological & Material Cycle Simulation Models to Tokyo Bay and its watersheds

Koh-ichi FUJITA, Hiroyuki ITO, Takeshi ORO and Tomoyuki ANMA

概要

本資料はプロジェクト研究「自然共生型流域圏・都市の再生」の一環として、水物質循環モデルを活用して東京湾とその流域圏を再生するための水環境政策について検討内容をとりまとめたものである。

キーワード： 流域圏再生、水物質循環モデル、東京湾、政策検討

Synopsis

As part of the project reasearch "Watershed / Urban Regeneration in Accord with Nature", this report makes a detailed examination of the water environment policy through the watershed-scale hydrological & material cycle simulation model to Tokyo Bay and its watersheds.

Key Words : Watershed Regeneration, Hydrological & Material Cycle Simulation Model,
Tokyo Bay, Policy Examination

目 次

1 .	はじめに.....	1
2 .	東京湾とその流域の概要と水環境に関わる課題.....	3
2 . 1	東京湾およびその流域の概要.....	3
2 . 2	東京湾およびその流域における課題.....	7
3 .	水物質循環モデルの構築.....	33
3 . 1	水物質循環モデルの概要.....	33
3 . 2	水物質循環モデルの開発.....	39
3 . 3	モデルの構造およびインターフェイスの構築.....	98
4 .	東京湾とその流域への水物質循環モデルの適用.....	123
4 . 1	入力データの作成.....	123
4 . 2	東京湾およびその流域における水物質循環の現況再現.....	178
4 . 3	東京湾および流入河川の水量・水質の過去の再現.....	267
5 .	東京湾とその流域における水環境改善シナリオの検討.....	377
5 . 1	東京湾とその流域における水環境改善施策.....	377
5 . 2	水環境改善施策による効果の評価.....	422
5 . 3	東京湾とその流域の再生像.....	481
6 .	まとめと今後の展開.....	491
6 . 1	モデル適用の利点と課題.....	491
6 . 2	施策への適用の観点から見たまとめ.....	492
6 . 3	今後の展開.....	492
7 .	参考資料 操作マニュアル.....	495

1 はじめに

様々な人間活動が引き起こす流域水物質循環システムの変質は、水環境の悪化、生物多様性の低下等となって現れる。これに対応するため様々な政策や事業が実施され、効果を上げてきているが、閉鎖性水域を抱える流域については未だ根本的な解決に至っていないケースが少なくない。一方、住民等による自然環境の保全・再生等のための地域活動が活発になっている他、水環境の一層の改善を図るため、地域住民を含む関係者が参画し、流域水物質循環の再生を目指す試みも始められている^{1), 2)}。

人間活動が高度に進んだ今日においては、流域における水物質循環系と人間とは相互に深く影響し合う関係にある。それゆえに、水物質循環の健全化のためには、人間の側からの幅広い貢献を前提にした総合的取組みが不可欠であるとの認識は、一般論のレベルでは広く共有されつつあるところであろう。しかし、その具体的実行の段になると、解決すべき課題が少なくない。中でも、関係者全員が複雑な水物質循環現象の構造と問題の構図を理解した上で、行政による施策や事業、各主体による活動等の効果・影響を評価し、互いの利害関係を調整し、対策の全体的方向性を探り、総合的な取り組みにつなげていくための手法を見出すことは容易ではない。また、複雑な現象を構成する各パーツについての現象解明や研究開発がそれなりに進む中で、それらの成果を有機的に連携させ、課題解決に役立つよう再統合していく手法をいかに確立・定着させていくかも重要な課題である。

流域の環境問題が生じている構造や因果関係を明らかにする上で、種々の環境状況を水循環、物質循環等のシステムとして捉え、このシステムを物理・化学的な法則から解釈・再現するシミュレーションモデルの活用が有効となる。モデルの活用を通じて、流域における、ひいては流域から閉鎖性水域や沿岸海域にわたる水と物質の流れの健全化を図っていくことは、様々なスケールを持つシステムが階層的に存在する地域の環境再生を統合的に進めていくという難題に対する突破口になると期待される。

本資料は国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告「自然共生型流域圏・都市の再生」の報告書における「3.2.1 流域圏を対象にした水物質循環モデル」における概念モデルとその東京湾流域への適用、および「4.1 東京湾流域を対象にしたケーススタディ」に関する詳細な説明資料としてまとめたものである。

本報で対象とする東京湾流域圏においては、高度経済成長期以降、首都郊外の土地開発が活発に進められ、都市への人口の集積および都市域の拡大により、生物の生息生育環境が大きく変質してきた。水環境については、東京湾の水質悪化が河川と同様に 1950 年代後半から顕著になり、1970 年頃にピークに達した。湾中央部において COD は 1958 年頃まで約 1 mg/L であったが、1970 年代後半には 6~7mg/L に達した。1975 年に水質汚濁防止法が制定され水質は徐々に改善され、1986 年頃から 4mg/L 程度になり、その後ほぼ横ばい状況が続いている。最近では、貧酸素水塊の形成と拡大、そしてその挙動が問題となっている。東京湾に対しては、流域からのインパクトに加えて、干潟の埋め立てを中心とする直接変更のインパクトも作用している。このように、東京湾流域圏には、流域の自然システムに負担をかけながら都市的活動様式を拡大させていくという流域圏に関わる問題の構図が端的に現れており、施策検討に最も適した対象の 1 つである。

以下では、東京湾とその流域を対象として水物質循環モデルの適用を通じて、流域の水環境の再生像の提示を行う。まず、2.では東京湾とその流域に概要と水環境に係わる課題を概説し、3.では水物質循環モデルの概要を紹介する。4.では水物質循環モデルの東京湾に適用するための入力データと過去から現在までのモデルによる水環境の再現を通じて、変遷のプロセスについて考察する。5.では2030年における東京湾とその流域の再生像を描くため、検討の対象とする施策について説明するとともにモデルによる評価を行い、最後に東京湾とその流域の再生イメージを提示する。

なお、本検討については、既存の計画と整合を図ったものではない。また、各施策をモデル上で表現するための条件やパラメータ設定に際しては、既往の文献を極力参考にしたが、明確な根拠を持って与えることが現時点では難しく、割り切って設定しているものもある。また、モデルの実現象再現能力に関しても向上させるべき点を残している。これらの意味で、以下に述べる結果は、種々の環境改善施策に概ね対応するようにパラメータや条件を変えて、モデルの感度分析を行ったものであり、個々の施策の評価に直接資する熟度はまだ有していない。しかし、このような検討を行うことにより、東京湾およびその流域の水質改善やモデルに係わる建設的な議論が促進されることを期待するものである。

参考文献

- 1) 千葉県:印旛沼流域水循環健全化緊急行動計画書 ,印旛沼再生～恵みの沼をふたたび～ , 2004 .
- 2) 国土交通省関東地方整備局京浜工事事務所:鶴見川とその流域の再生 - 流域水マスタープラン策定に向けた提言 - , 2002 .

2 東京湾とその流域の概要と水環境に関わる課題

2.1 東京湾およびその流域の概要

2.1.1 東京湾の圏域

東京湾は、日本一の広さをもつ関東平野を背後にひかえ、東を房総半島、西を三浦半島に囲まれ、南は狭い浦賀水道によって太平洋に連絡している内湾である。

房総半島の富津岬と三浦半島の観音崎を結ぶ線以北の海面を東京内湾とし、南北 50km、東西 10～30km、面積は 960km²である。湾内の水深は平均 15mと比較的浅く、海水の交換が緩やかな閉鎖性の高い海域である。また、後背地は、東京・千葉・神奈川・埼玉・群馬・山梨・茨城の 1 都 6 県にわたり、面積は約 15,500km² に及ぶ(図-2.1.1.1)。人口は 2900 万人、全国の産業活動の 2～3 割が集中している。



図- 2.1.1.1 東京湾とその後背地

2.1.2 流入主要河川の諸元

東京湾の周辺には、東京・横浜・千葉をはじめとする大都市が密集し、湾岸には京浜・京葉臨海工業地帯が形成されている。貿易量の 9 割を港湾経由に頼るわが国において、6 つの港を抱える東京湾は、国内最大規模を誇る港湾である。これらの大都市や工業地帯から排出される様々な物質が東京湾に流れ込み、湾内の水質・底質環境に大きな影響を及ぼし、赤潮や青潮が頻発する原因となっている。

内湾には、表- 2.1.2.1のとおり大小合わせて 36 の河川(放水路も含む)が流入しており、流量の多い河川は湾奥中央部から西部にかけて集中している。

表- 2.1.2.1 流入河川の概況¹⁾

	河川名	流域面積 (km ²)	延長 (km)	計画洪水流量 (m ³ /s)		河川名	流域面積 (km ²)	延長 (km)	計画洪水流量 (m ³ /s)		
	江戸川	200	54.7	7,000	下総 台地 河川	都川	67.5	17.5	310		
	旧江戸川		9.2	0		(印旛湖 放水路)	63.0	18.9	680		
	中川	987	102.8	700		海老川	26.7	7.1	100		
	新中川		7.8	500		菊田川	11.2	2.4	205		
	常川	2,940	169.0	7,700		谷津川	3.1	1.1	56		
	隅田川	390	23.5	2,100		高瀬川	3.6	0.8	48		
	多摩川	1,240	123.3	7,000		真壁川	61.2	12.5	110		
	荒川	239	43.0	1,800							
	上総 丘陵 河川	小糸川	142.0	80.0		700	武地	古川	8.8	4.6	230
		堀沢川	7.2	4.5		75	蔵河	甘澤川	45.8	7.8	330
烏田川		10.9	7.6	150	野川	香川	17.5	14.4	180		
矢部川		36.8	12.0	220	多河 原川 丘陵	帷子川	57.90	17.34	1,025		
小櫃川		267.0	88.0	1,000		大間川	32.80	15.0	610		
浮戸川		24.0	10.0	130		大間川分 水路	13.64	6.07	415		
地津川		17.9	7.1	150							
前川		6.4	4.9	45							
養老川		245.9	75.0	1,800	三壁	宮川	7.98	2.04	150		
下地 総河 台川		村田川	111.9	20.1	470	清河	博徳川	4.40	2.59	50	
	浜野川	7.0	6.9	135	丘川	鷹取川	2.30	2.00	95		

(一般水系については建設省、その他については千葉県・東京都・神奈川県資料より)

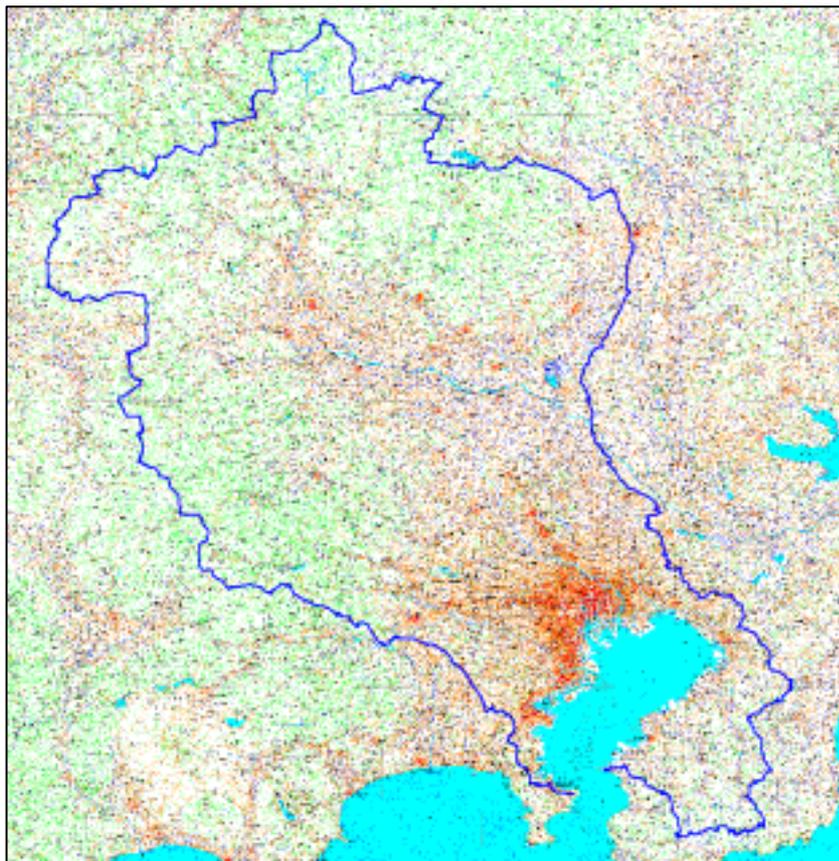


図- 2.1.2.1 東京湾流域
(利根川については関宿分派点より上流も含む)

2.1.3 東京湾の流況と気象

東京湾の容積は 15.0km^3 で、河川からの流入水量は年間 $8 \sim 12 \times 10^9\text{t}$ あり、湾内を滞留する時間は 1.5 ヶ月である。

東京湾の潮汐流は、上げ潮・下げ潮とも、おおむね湾の主軸方向に沿って流れ、湾の奥になるに従って、流れは弱くなる傾向が見られる。富津岬と観音岬の間の浦賀水道では、1.5 ノット（約 $2.8\text{km}/\text{時}$ ）以上の強い流れが出現する（図- 2.1.3.1）。

東京湾における潮位は、 M_2 潮成分の振幅は約 40cm 、 S_2 潮成分の振幅は約 20cm であり、このため、大潮時の振幅は（片振幅）は約 60cm 、小潮時の振幅は約 20cm で大潮時には潮差 120cm 、小潮時には潮差 40cm 程度になる。

圏域内の降雨量は、年間 $1,500\text{mm}$ 程度で、夏期に多く冬期に少ない温帯モンスーン型である。降雨量の年間のピークは台風接近期（9～10月）に現われ、次いで梅雨期（6～7月）である。

図- 2.1.3.1 東京湾の潮流（東京湾の潮流、単位ノット）左：上げ潮、右：下げ潮¹⁾



2.1.4 東京湾の地形

湾内の地形は、観音崎～富津岬を境として、大きく異なる。北部は主に堆積地形で水深も40m以下と比較的浅く、南部の浦賀水道部には、水深数百mに及ぶ大海底が出現する。観音崎～富津岬の間は6kmしかなく、この狭窄部により海水の交換が妨げられ、北部海域の閉鎖性を高める原因となっている。

東京湾岸周辺部は、標高100～200mの房総丘陵、三浦丘陵が海岸までせまり、岩礁海岸を形成している。一方、内湾周辺の沿岸部は、沖積面が分布し、その外側には、標高20～30mの下総台地、武蔵野台地、下末吉台地、多摩丘陵などが分布し、さらにその外側は、丹沢山地、関東山地など1000m級の山々がひかえている（図-2.1.4.1）。



関東南部の地形分類図。立川面(略号Tc)の標高Tc₁, Tc₂, Tc₃はこの順に新しくなり、それぞれ約3万、2万、1.5万年前(貝塚岡千、平野の海岸を読む、岩波書店、1993年)

図-2.1.4.1 東京湾及びその周辺地域の地形¹⁾

2.2 東京湾およびその流域における課題

人間が生活を営む都市は、その都市を含む流域圏における水循環・物質循環系や生態系といった自然のシステムに依存し、これら自然システムから多大な恩恵を受けてきた。しかし、20世紀後半に生じた急激な都市化、経済発展、大量消費型ライフスタイルへの変化などは、水循環・物質循環系や生態系等に対する多大なインパクトとなり、自然のシステムは変調を来し、河川や湖沼等の水環境の悪化、動植物の減少、ヒートアイランド現象など様々な問題が生じている（図-2.2.1）。

以下では、東京湾およびその流域における水環境に関わる課題を、「発生源」、「流下経路」及び「東京湾内（沿岸域を含む）」の観点から整理する。

図-2.2.1 流域圏の課題と現状



2.2.1 発生源にかかわる課題と現況

(1) 人口・産業の集積による汚濁負荷量の増大に伴う富栄養化

東京湾流域の人口は一貫して増えつづけ、鶴見川流域などでは市街化率が 8 割に達している。また、産業出荷額は、幾分鈍化しているものの、毎年の堅調に伸びを示しており、森林、農地などから流出する面源負荷よりも、水質改善をはかるためには、家庭・事務所などから発生する下水に代表される点源負荷をいかに軽減するかが課題といえる。

1) 人口の推移

首都圏の人口の推移を図- 2.2.1.1に示す(国勢調査および国勢調査等に基づく推計人口)。最も古い 1884(明治 17)年の首都圏の総人口は約 600 万人であり、現在(2002)は約 6.5 倍の人口を擁している。戦前は東京を中心として人口が増加しており、昭和 10 年代には首都圏の 40%以上の人々が東京で居住していた。戦争により特に東京で人口が減少したが、戦後復興期の 10 年足らずで戦前のレベルにまで回復し、その後も東京を中心に人口が増加する傾向にあった。しかし、高度成長期後半から東京での人口は頭打ちとなり、それに伴い神奈川、埼玉、千葉の周辺地域での人口増加が顕著となり、人口集中が外延化という形で拡大していったことが分かる。

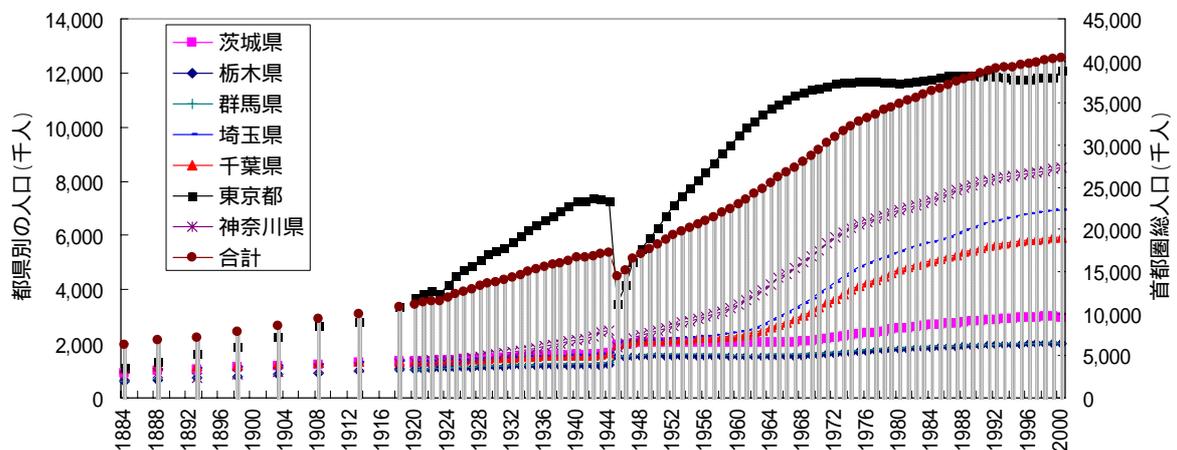


図- 2.2.1.1 首都圏(1都6県)の人口の推移(1884~2000年)

(注: 栃木県と群馬県はほぼ同人口でグラフが重なっている)

2) 工業・農業・生活・畜産の各セクターからの汚濁発生量

湾内への流入負荷は、東京湾流域別下水道整備総合計画では1都3県を44ブロックに分割し、ブロックごとの発生負荷量に、除去率を乗じて発生負荷量を算出し、さらにこれに流達率を乗じて、河川などに排出される負荷量を算定している¹⁾。東京湾へ流入する河川のうち、流量の大きい10河川については河川からの直接流入量として捉え、これらの河川流域外は湾直接流入区域と設定している。さらに10河川については、順流域と感潮域に区分されている。河川別の発生負荷量は、湾直流入域の10の流入河川と直接流入河川ごとに、表-2.2.1.1のとおり整理される。

表-2.2.1.1 東京湾流域の河川別の排出負荷量(t/day) (平成2~4年、年平均)¹⁾

河川名	COD				T-N				T-P			
	感潮域	順流域	合計	割合	感潮域	順流域	合計	割合	感潮域	順流域	合計	割合
鶴見川	12.14	7.77	19.91	3.9%	8.78	4.93	13.71	4.1%	0.97	0.46	1.43	4.9%
多摩川	2.19	47.35	49.54	9.7%	3.16	22.22	25.38	7.5%	0.11	2.13	2.24	7.7%
荒川	33.24	53.48	86.72	17.0%	22.94	22.73	45.67	13.5%	2.09	2.09	4.18	14.3%
新河岸川	53.69	13.46	67.15	13.1%	53.44	6.54	59.98	17.8%	4.42	0.58	5.00	17.1%
中川	11.25	49.39	60.64	11.9%	6.17	19.07	25.24	7.5%	0.72	1.90	2.62	8.9%
綾瀬川	24.15	5.54	29.69	5.8%	6.62	2.86	9.48	2.8%	0.60	0.21	0.81	2.8%
江戸川	22.94	5.70	28.64	5.6%	8.02	2.29	10.31	3.1%	0.80	0.21	1.01	3.4%
養老川		6.63	6.63	1.3%		2.13	2.13	0.6%		0.22	0.22	0.8%
小糸川		4.06	4.06	0.8%		1.31	1.31	0.4%		0.13	0.13	0.4%
小櫃川		7.40	7.40	1.4%		2.31	2.31	0.7%		0.23	0.23	0.8%
湾直接流入	千葉県		75.63	14.8%			48.29	14.3%			4.70	16.1%
	東京都		39.62	7.7%			54.83	16.3%			3.47	11.9%
	神奈川県		35.77	7.0%			38.45	11.4%			3.24	11.1%
	合計		151.02	29.5%			141.57	42.0%			11.41	39.0%
総計	159.60	200.78	511.40	100.0%	109.13	86.39	337.09	100.0%	9.71	8.16	29.28	100.0%

(2) 大量生産・消費・廃棄のライフスタイルの定着に伴う汚濁原単位の増加

日本では古来モノを大切に、何度も使いまわしてごみを出さない風習が根付いていたが、いわゆる高度成長期を通じて大量生産・消費・廃棄のライフスタイルが形成されてきた。特に海外など遠方の地域から石油エネルギーを使用して大量の農産物や工業製品の輸送が可能となったことから、身の周りにモノが急増した。このような大量の物資の流入を基本として、より多くの水とモノを消費することが先進国家への仲間入りを果たすとい価値意識が市民の間に形成されたものと考えられる。結果として一人あたり水の消費量、モノの消費量は増大し、同じ人口規模であっても負荷量はこれに比例して増えてきている。

1) ごみの発生量の推移

大量生産・消費・廃棄型のライフスタイルへの移行は、一人一日あたりのごみ排出量の推移に顕著に表れている。図- 2.2.1.2は排出量の推移であり、昭和 40 年に 693g/人・日であったごみ排出量が、平成 11 年には 1,114 g/人・日に増大している。同様に、ごみの総排出量は昭和 40 年に 16,251 千トン/年が、平成 11 年には 51,446 千トン/年と約 3.2 倍に増大している。

このようなごみの大量発生は、焼却残灰などの最終埋立地（山間、海面、水面、平地）を必要とし、東京湾においてもごみの埋立地として多くの水面が消失した経緯がある。

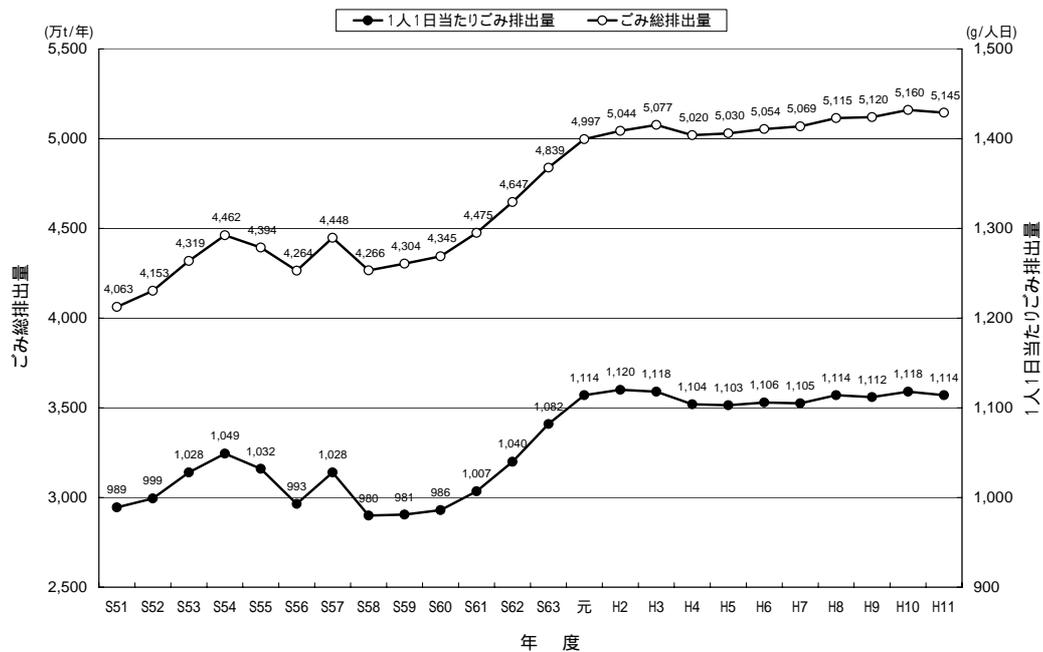


図- 2.2.1.2 ごみ排出量の推移 2)

2) 製品出荷額の増大

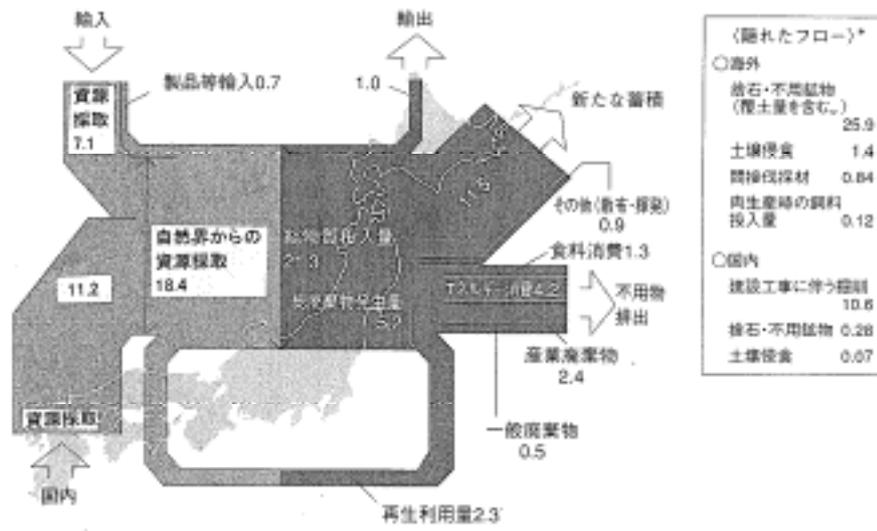
表-2.2.1.2 は昭和 35 年から平成 13 年までの区分ごとの製品出荷額の推移である。このなかで、繊維工業、鉄鋼業など、昭和 35 年当時から減少傾向にある産業もあるが、石油製品、石炭製品では 2.2 倍程度の増加を示している。国内の生産基盤を海外に移転させ、輸入によって製品が日本に流入するという特徴を有していることから、国内での製品出荷額の低下を輸入が補っている構成となっている。図- 2.2.1.3は平成 12 年度の日本の物質収支の全体を示しており、再生利用量が 2.3 億トンに比べて、国内に新たに蓄積される量が 11.5 億トンである。いかに身の回りにモノが増え、同時にごみが増えているかを示している。

表- 2.2.1.2 産業別の生産額(工業統計、単位：百万円)

	1960	1970	1980	1990	2000	2001
	昭和35年	昭和45年	昭和55年	平成2年	平成12年	平成13年
00 製造業計	15,552,723	69,623,484	215,307,002	325,162,717	300,284,900	286,016,289
12 食料品製造業	1,270,859	4,923,997	16,827,875	22,776,576	23,873,722	23,443,853
13 飲料・たばこ・飼料製造業	572,500	2,122,506	5,458,410	10,326,749	10,922,234	10,913,839
14 繊維工業	1,715,744	4,328,545	7,830,150	7,854,026	2,995,195	2,728,813
15 衣服・その他の繊維製品製造業	174,335	943,298	2,914,085	4,545,717	3,464,389	3,000,736
16 木材・木製品製造業	524,626	2,204,740	5,370,450	4,625,423	3,194,232	2,906,938
17 家具・装備品製造業	144,650	966,491	2,869,417	4,078,726	2,705,111	2,528,084
18 パルプ・紙・紙加工品製造業	598,979	2,281,177	6,873,891	8,823,827	7,941,784	7,578,446
19 出版・印刷・同関連産業	391,283	1,983,848	6,833,252	12,640,879	12,777,668	12,527,692
20 化学工業	1,482,495	5,624,469	18,270,643	23,606,820	23,792,798	23,308,210
21 石油製品・石炭製品製造業	372,669	1,807,434	15,494,631	8,389,094	9,486,131	9,612,113
22 プラスチック製品製造業	163,751	1,317,875	5,572,372	10,484,274	10,493,822	9,996,809
23 ゴム製品製造業	236,825	772,858	2,483,998	3,660,091	3,107,156	2,901,967
24 なめし革・同製品・毛皮製造業	70,406	332,849	963,012	1,272,518	677,870	624,878
25 窯業・土石製品製造業	535,181	2,486,933	8,422,090	10,762,213	8,844,741	8,409,859
26 鉄鋼業	1,684,205	6,673,866	18,117,345	18,309,611	11,948,815	11,188,992
27 非鉄金属製造業	679,340	3,097,378	8,255,714	7,840,821	6,218,691	5,854,986
28 金属製品製造業	605,888	3,710,128	10,387,993	18,707,463	15,138,665	14,545,277
29 一般機械器具製造業	1,251,485	7,064,547	18,039,718	34,202,836	30,017,096	28,112,559
30 電気機械器具製造業	1,342,105	7,542,624	22,480,437	54,873,231	59,633,060	52,140,830
31 輸送用機械器具製造業	1,348,435	7,408,285	25,326,356	47,078,861	44,305,474	45,135,371
32 精密機械器具製造業	173,721	908,998	3,462,734	5,176,299	4,066,125	3,999,020
34 その他の製造業	213,240	1,120,638	3,052,430	5,126,661	4,680,122	4,557,017

わが国の物質収支

(平成12年度)(単位:億t)



注) 水分の取り込み(含水)等があるため、産出側の総量は総物質投入量より大きくなる。
産業廃棄物及び一般廃棄物については、再生利用量を除く。
「隠れたフロー」：わが国の経済活動に直接投入される物質(総物質投入量)が、国内外において生産、採掘される際に発生する副産物、廃棄物、建設工事による掘削、鉱滓、粗砂等の土壌侵食などがある。
資料：各種統計より環境省作成

図- 2.2.1.3 わが国の物質収支(平成12年度)(単位:億t)²⁾

(3) 面源負荷（市街地、農地、森林）の増大

下水処理水や工場排水については、ポイントソースの問題として取り扱うことができるが、主に下水道未整備地域の市街地、田・畑・森林・牧場などからの表面流出、河道内の堆積物といった面的な負荷の影響が増大してきている。また、今後の土地利用の変動も予想されるため、つねに土地利用計画の動向を把握しつつ、対策を考えなければならない。

1) 土地利用の推移

人口の増加に対して、圏域における土地利用はどのように変遷したか、ここでは鶴見川流域の土地利用の変遷を図- 2.2.1.4に示す。このように東京湾圏域においては、農地の宅地化が急激に進み、農地面積の急激な減少が進んだ。特に、畑地に関して著しく、文献 3) によると 1920 年代には水田の 1.7 倍存在した畑地が現状においては水田よりも少なくなっている。

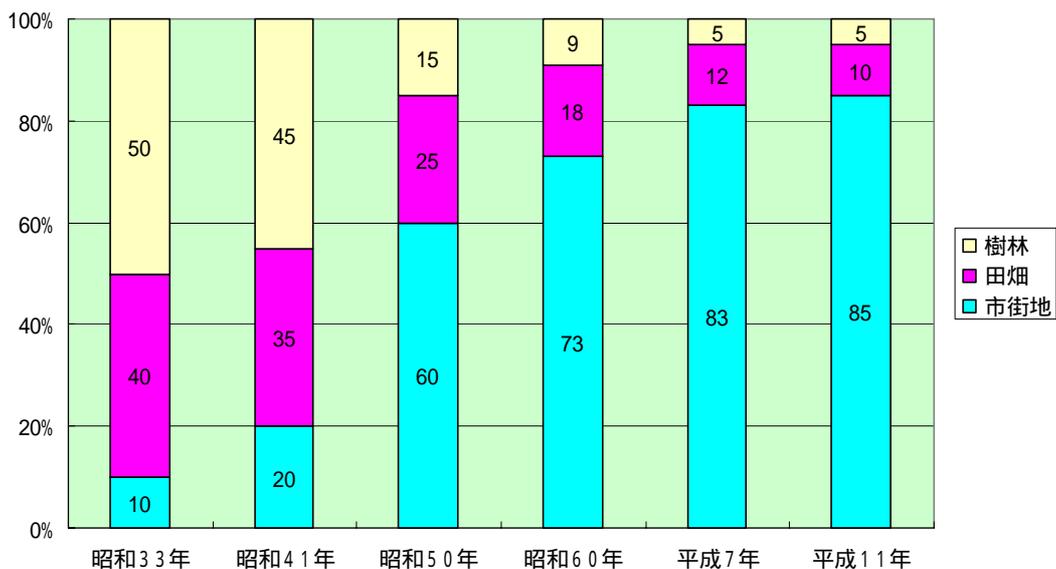


図- 2.2.1.4 鶴見川流域の土地利用の割合の変遷

2) 大気汚染降下物

工場は自動車から排出される二酸化硫黄、二酸化窒素やばいじんなどの有害物質は、降雨にともないフラッシュアウトされ地上に降下し、場合によっては酸性雨として被害を及ぼすことがある。

晴天時には乾性の降下物としてこれらの有害物質が住宅の屋根や道路面に蓄積し、降雨によって流出する。従って、降雨初期の雨水排水は高濃度の BOD などを含んでいる。雨水排水の水質と流出特性に関する研究では、降雨時に屋根から流出する BOD、COD、T-N、

T-P は住宅地の 11-24%、高速道路の 17-25%、NO_x-N は住宅地の 37%、高速道路の 62% に及ぶという調査結果（島津暉之、和波一夫「雨水の地下浸透に関する研究（その 2）」）が出されている。

3) 農薬・化学肥料使用量

江戸時代から戦後の暫くまでは、農地への肥料はし尿や底泥の活用が主流で、これらはほとんどが流域内で調達されるものであり、外部からの新たな物質の流入はなかった。これに対して、農業の生産性を高める方策及び労働力の削減を求めて、大量の肥料と農薬が散布されるようになった。肥料と農薬の大部分は流域外から調達されるものであり、新たな物質が流域内に蓄積され、その多くは降雨とともに流出することになる。表- 2.2.1.3は国別の農薬の使用量であり、日本の耕地面積当たりの農薬使用量が突出していることがわかる。

4) 森林の荒廃

戦後の拡大造林の施策により、国土の 60%を占める森林面積の大部分が人工の針葉樹林に置き換わった。その後、安い外材の大量流入により国内の林業分野における経営基盤が崩壊し、放置された森林が目立つようになった。山間部での過疎化により魅力を失った林業に対する後継者が涸渇してきたことがこれに拍車をかけ、間伐や間引きなどの森林管理がされないまま、細い人工樹が密植し、薄暗く生物の生息の気配のない人工樹林帯が増え続けている。樹林帯がこのようになると風水害には土砂崩れや、土壌表面の硬化により表面流として土壌流出を誘発することになる。

表- 2.2.1.3 国別の農薬の使用量⁴⁾

国名	耕地面積当たり (kg/ha)	収穫量当たり (kg/t)
日本	14.3	4.5
韓国	12.4	3.3
アメリカ	2.0	1.0
カナダ	0.7	0.7
フランス	4.5	1.4
スイス	4.7	1.6
デンマーク	1.6	0.6

2.2.2 流下経路にかかわる課題と現況

(1) 都市化などによる水循環の変化

河川は流域圏水循環の根幹をなすものである。原則として自然の状態では流域圏に降った雨水は、表層や地下水を經由して河川水となって海に注ぎ込むことになる。生活用水、農業用水、工業用水といった人工系の水循環の多くは、河川水を取り込むことで成立している。

流域の不浸透化による地下水の減少、水利用の増加などにより、平常時、低水時の河川流量が減少し、渇水が頻発している。一方、都市部では近年の豪雨頻度の増加と相まって都市型洪水被害が多発している。このため、保水性・浸透性舗装や雨水浸透ますの普及、緑地の整備など、浸透化の促進による地下水の涵養や、治水・利水施設の運用ルールの弾力化、水利権の調整や融通体制の整備による円滑な渇水調整等が求められている。

1) 河川等の平常時水量の減少

流域の保水・貯留・浸透機能の低下に伴う地下水涵養と地下水流出の減少、水使用量の増加等に伴う河川水の高度利用等により、河川等の平常時流量の減少や地下水位の低下、湧水の枯渇等が生じる。平常時水量の減少は、魚類や水生生物の生息環境の悪化、水辺景観・親水機能の低下、水質汚濁の助長、非常時用水の不足等の問題を生じており、地下水位の低下は地下水利用への支障、湧水の枯渇は地域観光資源の喪失や魚類産卵場の消失等生態系への影響を生じている。

2) 都市洪水流量の増加、到達時間の短縮化

都市化の著しい流域における保水・貯留・浸透機能の低下により、降雨の表面流出成分の割合が増加しており、降雨の流出量の増加と流出時間の短縮化による、治水安全度の低下が問題となっている。

3) 流量の平滑化

河川水の高度利用や洪水調節のため、河川流量は平滑化される傾向にある。流況の平滑化については、流量のダイナミズムに依存した生物生息環境の劣化が懸念されている。

(2) 下水道の整備の進展と課題

東京湾流域圏の下水道整備率は着実に高まっており、流域全体の下水道普及率は8割を超えているが、下水道等の整備が進んでいない地域においては、生活排水による汚濁負荷が依然として大きい。さらに近年では、油分や土壤汚染など、都市に起因する微量の物質による影響も懸念されている。このため、合流式下水道の改善や分流式下水道への転換、化学物質の評価・管理手法の確立などが求められている。

1) 下水道整備率の推移

東京湾流域は、生活系の発生汚濁負荷の割合が大きい流域である。今後必要な汚濁負荷の削減量のうち、下水道によるべき割合が過半であり、下水道の整備効果の極めて大きい流域であるといえる(図-2.2.2.1)。

東京湾における下水道普及率は8割に達し[細川、2002,3:東京湾の再生]、他の閉鎖性海域に比べてやや高いといえるが、高度処理の普及率はまだ低い状況にある。また、東京湾流域においては合流式下水道を採用している都市が少なくなく、降雨時には汚水の一部が処理施設を経ずに未処理のまま河川や海域に放流されている。

区部にポンプ所は78カ所、このうち雨水のポンプは54カ所、年間約8000万トンの放流量がある。つまり、東京湾に対する合流式の汚濁負荷だけで年間8000万トンになる(日経エコロジー2002年1月号より)。

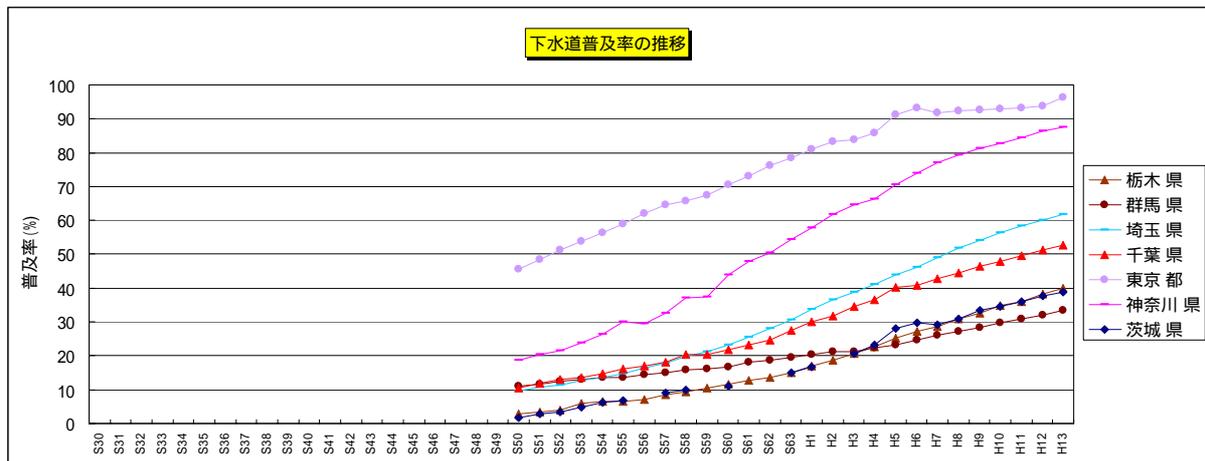


図-2.2.2.1 下水道普及率(下水人口/総人口)の年別推移

(3) 合流式下水道¹の降雨時の汚濁物質の流出

日本の近代下水道は、明治初期のコレラ対策、衛生思想から 1884（明治 17）年に神田下水道で始まった。雨水の排除により浸水を防ぐこと、汚水の排除により生活環境を改善することに主眼がおかれた。そののち、雨水管をつくらず建設費が安いということで、合流式下水道が多用されてきた。標準的な合流式の下水処理場では、晴天時の汚水量の 3 倍まで受け入れ、簡易処理した雨水分を放流し、汚水分を通常の処理にまわす。しかし、雨水によって通常の 3 倍を超える水が集まると、未処理の汚水が河川や海に流入する。このような状況を改善するために、東京都下水道局では平成 16 年に「新・合流改善クイックプラン」が策定されている。

1) 下水道整備区域のうちの合流式下水道の範囲

合流式下水道は、1 系統の管渠で汚水と雨水を同時に排除するために、施工が容易で建設費が安い。昭和 40 年代までに下水道事業を着手した大都市が主流となり、現在東京湾流域で約 37 の都市が採用している（図- 2.2.2.2）。昭和 50 年以降は分流式下水道が主流になっていた。合流式下水道の整備で、大都市では浸水被害の問題に対して、一定の効果を挙げてきた。しかし、近年東京の河川の水質改善や環境意識の高まりから雨水時放流量水の問題が顕在化した。また、1999 年 4 月脂肪酸 80%の白い固形物（オイルボール）が、東京都・港区のお台場海浜公園に漂着し、海上保安庁がこれを回収した。その後下水道の管渠にこびりついた油が降雨時の汚水で一気に押し流されたものであると判明した。これを契機に、2001 年、国土交通省で合流式下水道改善対策委員会が設置され、合流式下水道の改善対策の課題や対策手法の検討、及びその推進に関する考え方が取りまとめられた⁵⁾。

¹日本の下水道設備は、合流式下水道と分流式下水道に分かれていて、合流式下水道は家庭の台所、風呂場から出る雑排水とトイレのし尿などの汚泥が、雨水と同じ管渠で合流して、地域の処理場で適切な水処理がなされるしくみになっている。東京 23 区では、下水道整備率が 100%のうち 8 割型が、この合流下水道である。

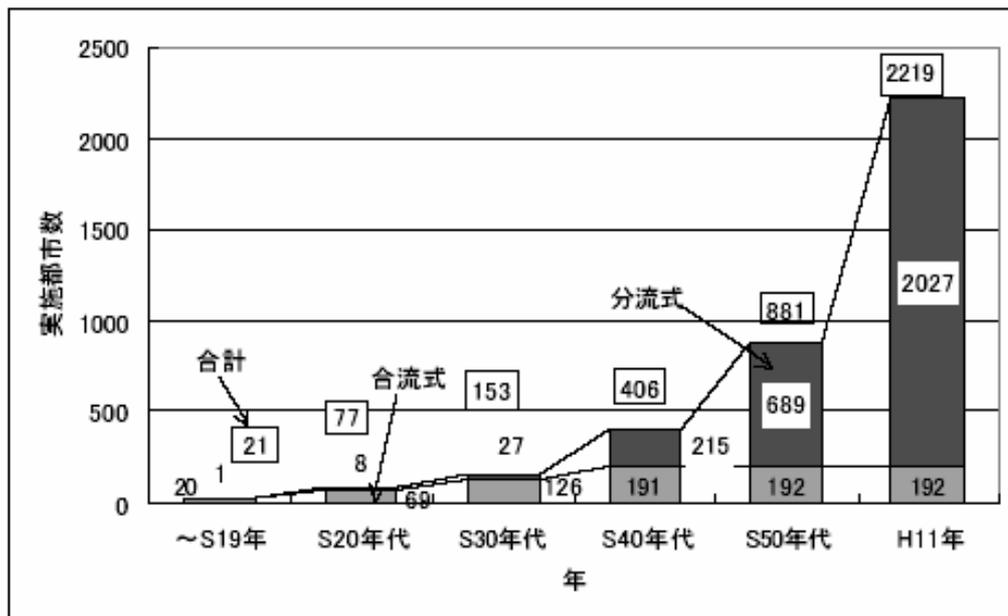


図- 2.2.2.2 下水道着手都市の推移⁵⁾

2.2.3 東京湾内（沿岸域を含む）にかかわる課題と現況

(1) 干潟などの自然海岸が埋め立てられ、浄化機能が低下

1960 年以降、湾岸部の工業地域は京浜工業地帯から京葉工業地域へと広がり、1965 年以降は海運によるコンテナ化がすすんだ。東京湾奥部を中心に大規模な埋立てが行われ、湾周辺の干潟生態系の多くが失われた。その結果、昭和 40 年頃までは東京湾沿岸部に連続した干潟が存在していたが、現在は湾奥部では江戸川・荒川河口前面に三枚洲、江戸川放水路河口前面に三番瀬が残っている程度である。

干潟には、潮汐によって空気中の酸素を海水や土壌に含む作用があるため、内湾や内海に生息する魚類が干潟を産卵、繁殖の場として利用している。

1) 湾内の COD の年平均値の推移

東京湾は、わが国において最も早くから汚濁が進行した海域である。外洋との海水の交換が悪いといった物理的要因および背後に膨大な人口を有する流域を抱えているといった社会的要因が、湾域の人為的な水質汚濁を進行させる結果となった。昭和 40 年代後半から実施された一連の水質汚濁防止施策により、近年は汚濁物質の流入は減少傾向にあり、湾内の水質にも影響が現れてきている。しかしながら、海底に堆積したヘドロからの溶出などの内部生産の影響により、汚濁そのものは依然として高い水準にあり、湾内に指定された水質環境基準の達成状況も満足できるものではない。東京湾の COD は、他の国内主要内湾の COD よりも高く、例えば、大阪湾に比べて約 1.5 倍高い。同様に、全窒素で約 2 倍、全リンでも約 1.5 倍ほどの高い濃度を示している。東京湾上層における夏季の COD は、湾奥部から西岸沿いで高い。

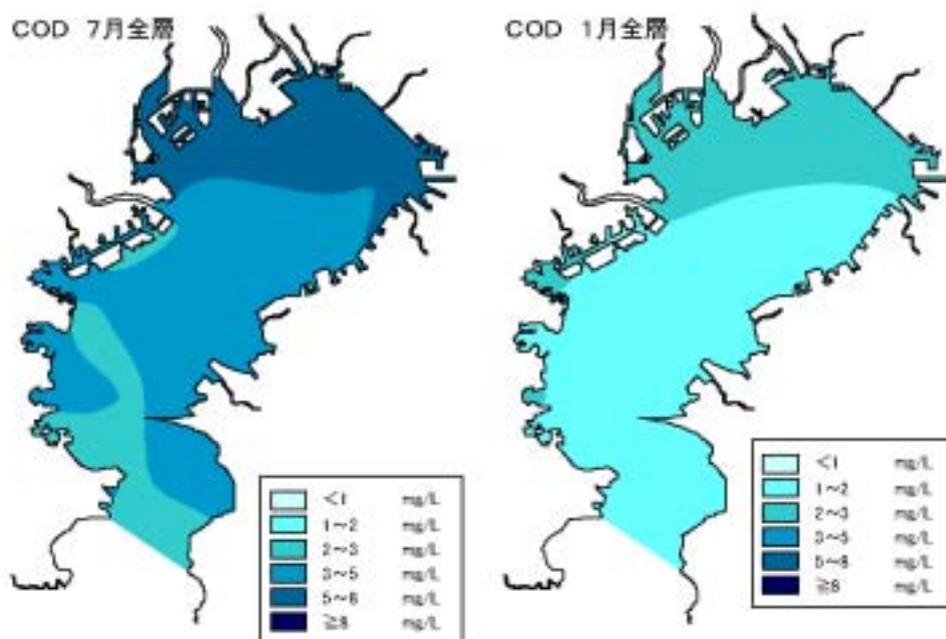


図- 2.2.3.1 COD の水平分布⁶⁾

2) 干潟など面積の減少の経年推移

東京湾本来の海底構造は、開発に伴う埋め立てと浚渫により大きく変貌した。その変貌は海岸部で著しく、河口湿地や干潟ならびに浅瀬のほとんどが、干拓や埋立てにより、もしくは港湾造成のための浚渫により消失し、現存する干潟は 150km²のうち 10 km²である。

千葉県の小櫃川河口の湿地以外に、干潟と浅瀬が自然形態に近い形で残っているのは小櫃川河口を中心とした盤洲ならびに富津洲北部で、一部に干潟を含む浅瀬地形は、東京都の葛西沖三枚洲と千葉県行徳・船橋沖の三番瀬等となった(図- 2.2.3.2)。平場部分も人為的な改変が進んでおり、航路造成と土砂採取で浚渫された。窪地化した部分が海岸沖に連なるように点在している。

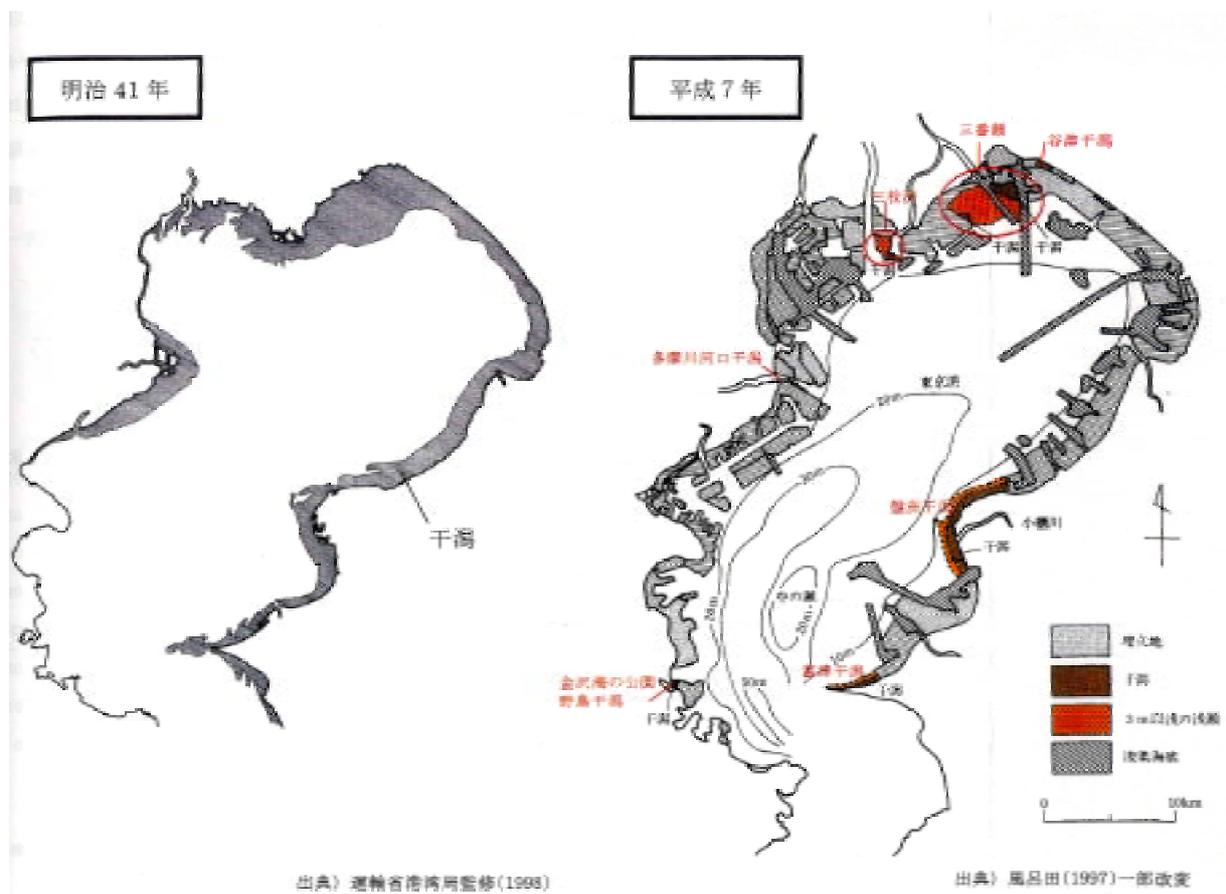


図- 2.2.3.2 東京湾に残る干潟域の変遷 7)

(2) 沿岸域の埋め立てによる海域生物への影響

埋立てはごく浅い海底を生活史初期の生育場として利用する魚種や、産卵場とする種にとって大きな脅威であり、特にアマモ場を生活基盤とする魚類は、アマモ場の消滅とともに個体群が衰退する。

埋立てが資源の減少を招いた例として、魚類以外では、アサリが良く知られている。東京湾では、干潟の残存面積とアサリ漁獲高の減少傾向は驚くほど一致しているが、埋立面積の増加率が鈍化した昨今においてもアサリ生産量は減少傾向にあり、その原因を説明するに至っていないのが現状である。

1) 漁獲高の推移

東京湾の内湾漁業は、全国のほかの海区に比べ優れており、浅海増殖のための最適条件を備えていた。とりわけ、浅草海苔の養殖は、江戸時代から良く知られ、江戸の名産品となり、全国に海苔養殖業を普及発展させていく基礎ともなった。

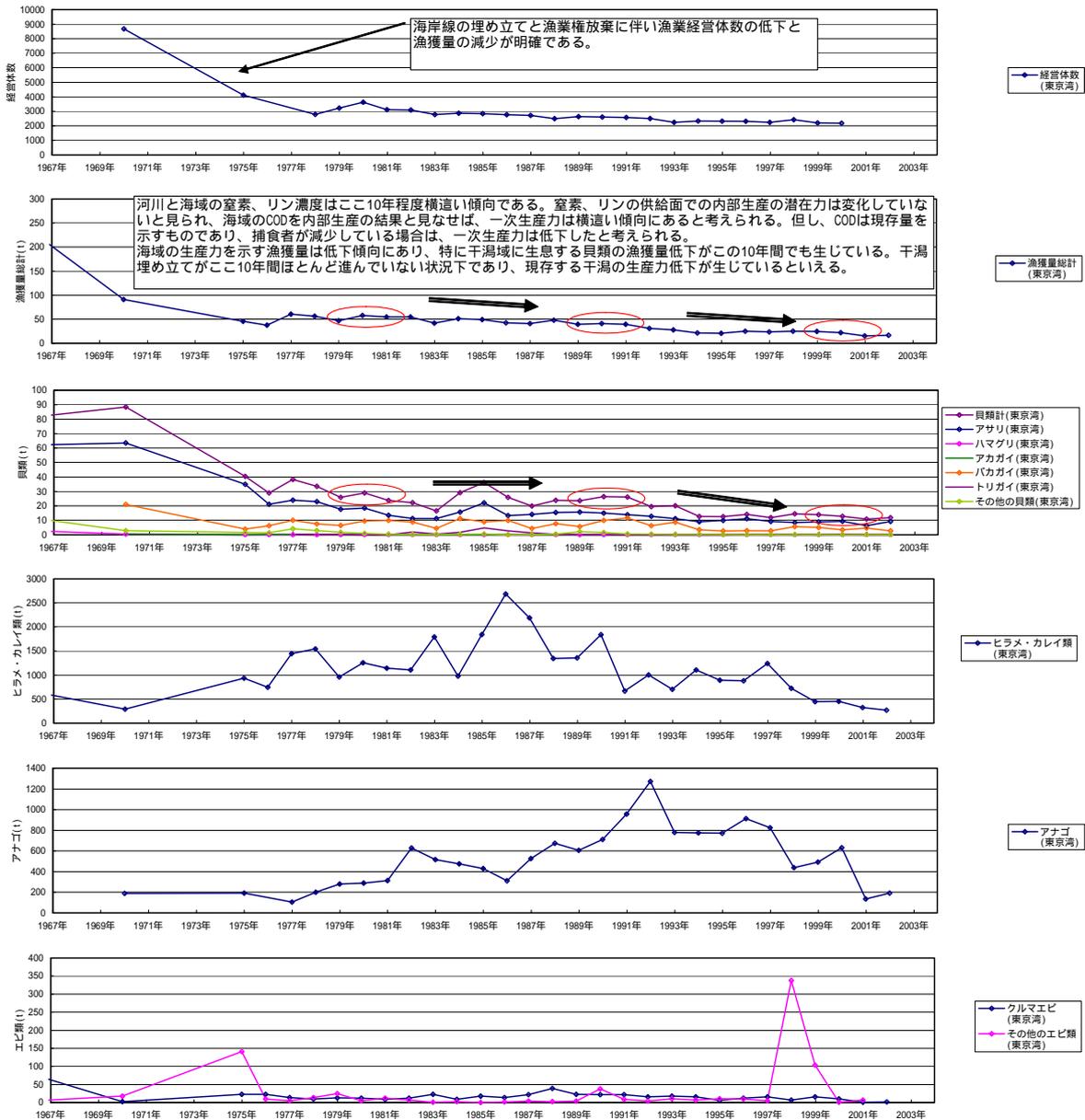
1970年代までに埋立てや水質汚濁が進み、漁業権放棄等により漁獲量が低下したものの、1980年代はアサリ等の採貝、ヒラメ・カレイ類、アナゴの漁獲量は確保されていた。しかしながら、1990年以降、埋立て等、場の変化量は小さくなったにもかかわらず、アサリ等の水産生物についての漁獲量が低下していることが明らかとなっている（表-2.2.3.1）。アサリの餌料である植物プランクトン量の変化は認められず、また、先に述べたとおり、埋立等の場の変化量も小さいことから、アサリ漁獲量の減少は他の要因も絡んだ現象であることが考えられる。

2) 東京湾の開発と埋立て

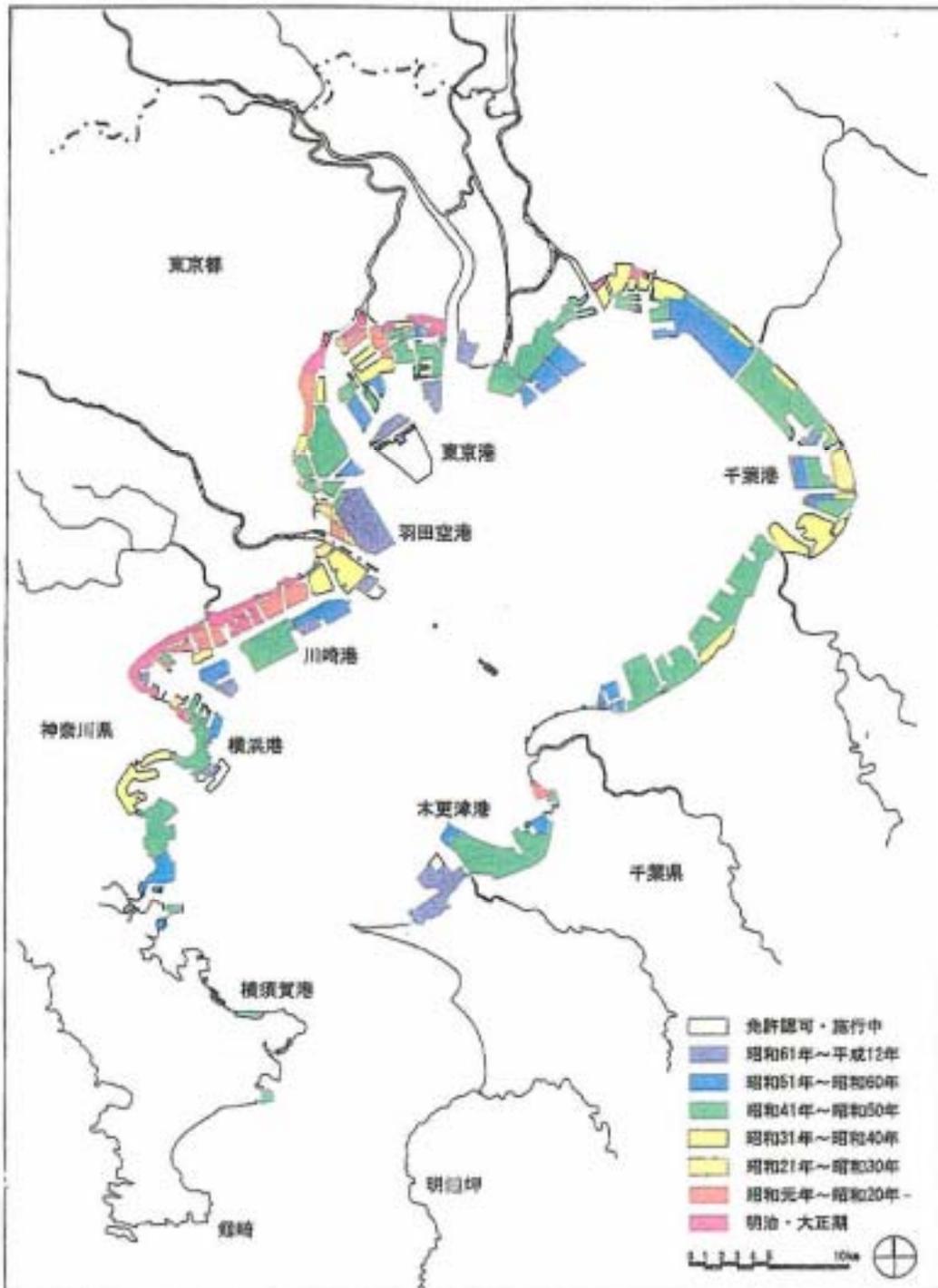
東京湾における埋立てによる土地造成は、江戸期に入り神田川が切り崩され、日比谷入江の埋立てが実施されたことに始まる。城下町形成のための運河の整備と平行して、埋立て事業が活発に行われ、城下町の建設が落ち着きを見せる頃には、大都市江戸の廃棄物処理をかねた埋立てによる土地造成の方向が定着化した。

臨海部埋立ては、1960年以降、京浜工業地帯から京葉工業地帯へと広がり、1965年以降は海運によるコンテナ化により、東京港や横浜港などにおいてコンテナ埠頭の整備に伴い行われた。明治以降、東京湾の水面の面積は約20%減少し、5m以下の水深の浅い場所が集中的に失われた結果、浅場の約8割がこの60年間に失われた（図-2.2.3.3）。埋立地造成による湾形状の改変は、浅場・干潟生態系の消失から東京湾の水質浄化機能を著しく低下させたと言われている。

表- 2.2.3.1 魚類の漁獲高の変遷



(「農林水産統計年報」より作成)



出典：国土交通省編(2001)

図- 2.2.3.3 東京湾の埋立の推移⁸⁾

(3) 生物の多様性の変化（生物相の構成種の変化）

東京湾の浅い海に特徴的な水辺は、砂浜、干潟、瀬、洲、磯などにみられるように、多様な要素によって構成された空間で、東京湾沿岸に点在している。そのような環境条件が、多様な生物をはぐくんできた。

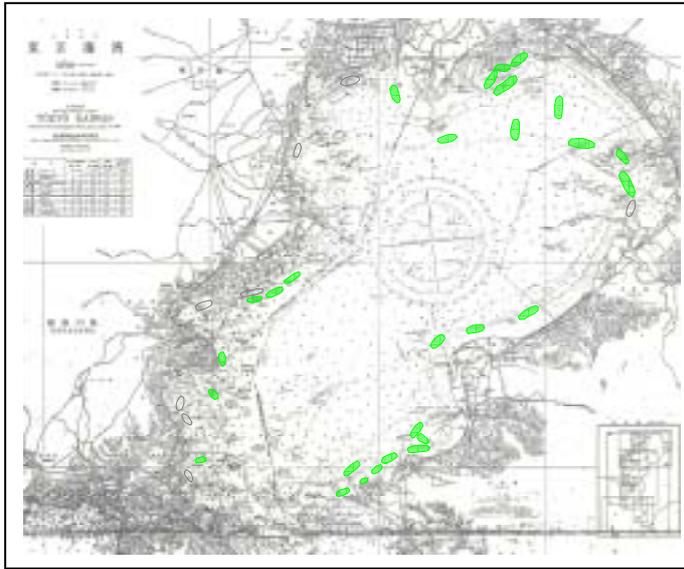
たとえば、海藻・海藻類は植物プランクトン同様、光合成によって窒素、リンを取り込む生産者であり、内湾浅海域での浄化機能として重視される。ただし、葉の生長は1年を単位としていること、死滅時には流れによって近傍水域から流出することが多いことなどが植物プランクトンと大きく異なる。

近年、湾奥部を中心に、埋立地の拡充や河川流出水からの汚濁負荷が増大し、生物の生息空間には適さなくなっているところがある。例えば、沿岸の砂泥底に発達するアマモ場は、干潟等と同様に沿岸開発による生育面積の減少が顕著である。また、コアマモは干潟に生育することから、その変遷は干潟面積の変遷に準ずるものとされており、東京湾の干潟においては河口干潟近傍の干潟においてコアマモが減少していると言われている。

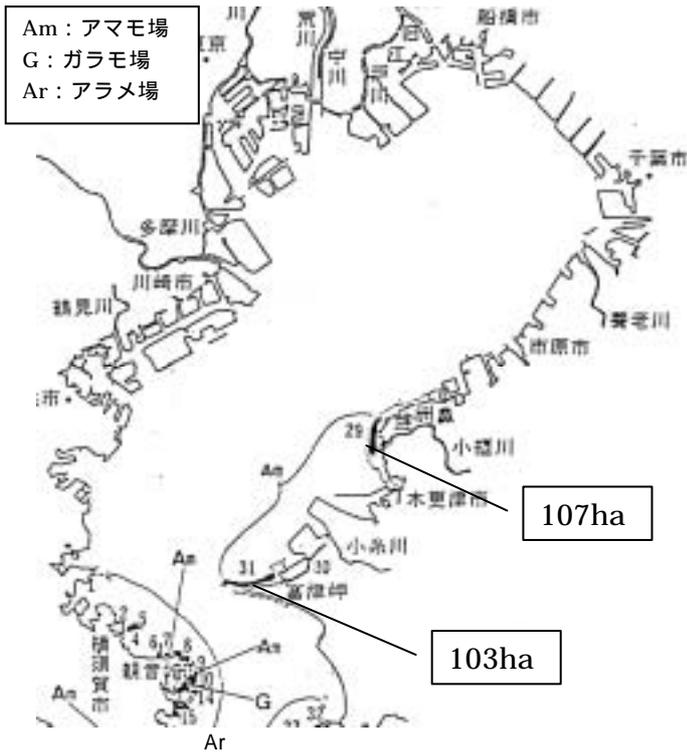
1) 湿地、干潟などの消失

東京湾では、明治の後期まで富津から横浜まで沿岸域に干潟が連続して広がっていた。東京湾の沿岸のほぼ全域が人工海岸となった中で、三番瀬や盤洲干潟といった貴重な自然が残っており、アマモ場が広がっている。これら浅瀬では、アサリ、アオヤギなどの貝類や、マハゼ、ゴカイなどが繁殖している。近年は浅瀬が持つ浄化能力や、生き物の住処としての役割が見直され、湾奥部の葛西人工海浜を始めいくつかの人工海浜が約150ha造成されているが、昭和30年代以降、干潟や浅場を中心に、20,000ha程度の埋立てが進められてきたことを踏まえると、今後の干潟や浅場などの再生への取り組みが湾全体において必要である。

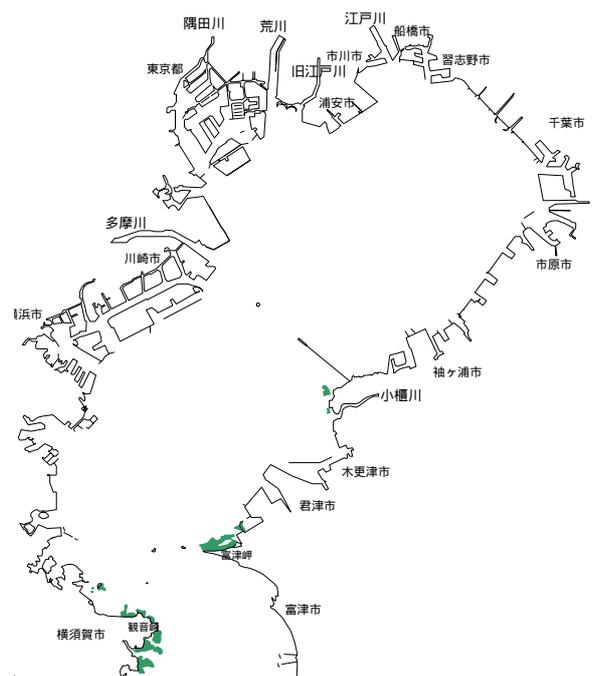
藻場(1955年)



昭和50年代(1978・1979年調査)



現況(千葉県側：1999～2003年調査、
神奈川県側：1990年調査)



出典：昭和30年代：海上保安庁水路部海図 昭和34年

東京湾の漁業と資源 その今と昔 平成16年度 (社)漁業情報サービスセンター より作成

昭和50年代：第2回自然環境保全基礎調査(1980) (1978年～1979年調査実施) より作成

現況：千葉県側・・・庄司泰雅ら(2004)千葉県沿岸海域におけるアマモの分布.千葉水研研報、No.3、77-86. (2003年調査実施)

輪島毅ら(2004)東京湾藻場分布調査 - アマモ場調査のまとめ - . 日本海洋生物研究所年報、31-37. (1999年～2002年調査実施)より作成

神奈川県側・・・第4回自然環境保全基礎調査(1994)、環境省 (1990年調査実施) より作成

図- 2.2.3.4 東京湾の藻場の変化

(4) 沿岸開発による流況や海底地形の変化

東京湾沿岸での埋立て地の出現により、沿岸の海岸線が複雑になり、海水の交換が十分に行われない閉鎖域が出現している。陸域からの流入負荷は、通常でも海水の交換が悪い東京湾にあって、さらに閉鎖性の強い海域に閉じ込められることによって、海域での負荷の増大を招いているものと考えられる。また、埋立て材として用いられる土砂の調達の一部を海底掘削によって実施したことから、現在でも大きな窪地が残り、海水の交換がほとんどない貧酸素塊を形成している。この貧酸素塊が、海上風によって表面近くに貧酸素状態のまま浮上、移流することによって、沿岸生態系に大きな影響を及ぼしている。

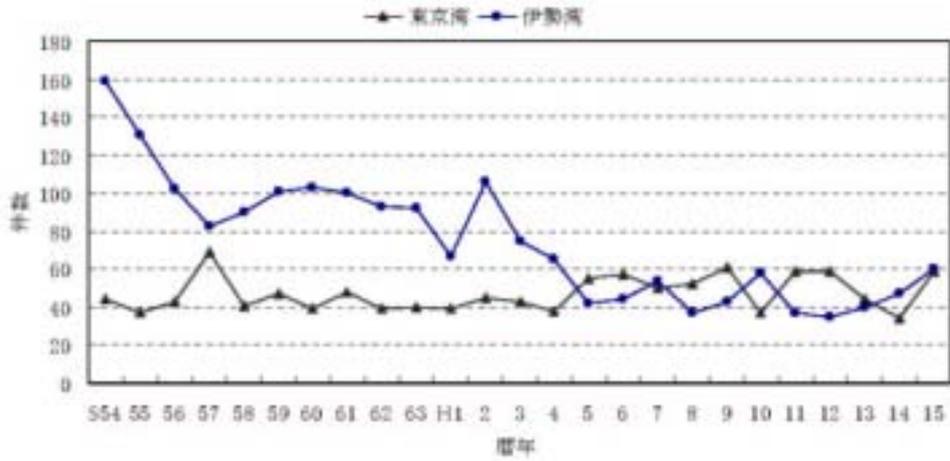
1) 東京湾の底質

東京湾の海底は、神奈川県側の本牧以南では硬い岩盤底が部分的に存在するが、それ以外の湾の大半の海底は泥や砂で、ときにはそのなかに大量の貝殻が混ざる。河川から運ばれた土砂はこうして、海底に降り積もる。土砂のうち粗い砂は、河口部で直ちに沈降堆積し、海岸部には前置層と呼ばれる平坦で遠浅な海岸を形成する。湾岸の湿地や干潟、浅瀬はこの前置層上に形成される（図- 2.2.3.5）。

河口湿地は、河川本流、感潮クリーク、感潮池、河口干潟や湿地干潟、ヨシを中心とした湿性植物群落と地形や環境がきわめて複雑である。そのため、底質も極めて多様で、水の交換性の悪い湿地内部では泥底であるが、河川や感潮クリークの下流などに水流が生じるところでは砂質底となる。

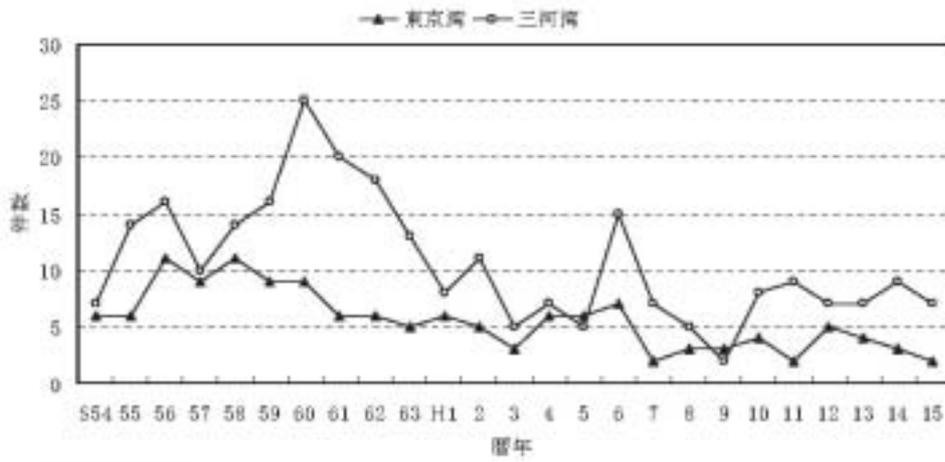
2) 貧酸素水塊の形成と青潮の発生

栄養塩やクロロフィル a など同様な分布を示し、赤潮（2次汚濁）が主に5月から8月にかけて毎年60日前後発生している（図- 2.2.3.6、図- 2.2.3.7）。一方、海底に沈降・堆積した植物プランクトンなどの嫌氣的分解により、特に湾奥部の底質は梅雨期から秋にかけて貧酸素状態になっており、無生物域あるいは貧生物層域を形成し、リンなど栄養塩の溶出が起きている。このような底質環境の中で、強い北東風が数日続くと、上層水が沖に流され、底層の硫黄化合物を含む貧酸素水が湧昇して、表層の酸化的な海水と接触し、いわゆる青潮を形成する。東京湾では地形と風向の関係から、青潮は主に北東岸で毎年8～9月を中心に発生し、アサリなどに被害が出ている。



出典)関係都県調べ

図- 2.2.3.6 東京湾の赤潮発生件数の推移¹⁰⁾



出典)関係都県調べ

図- 2.2.3.7 東京湾の青潮の発生件数の推移¹⁰⁾

(5) 自然とふれあうレクリエーション空間の創出

東京湾周辺では、戦後直後まで豊かであった海水浴場や潮干狩り場が、1975年に急減した(図-2.2.3.8)。近年では、レジャーやレクリエーション施設や海釣り施設などの人工海浜の整備が積極的に進められ、東京湾周辺に住む人々のみならず、その他の地域の人たちに対しても、多彩なレジャー活動を通じて、海に親しむ機会を提供されるようになってきている。こうして、観光客数が増え海で活動する主体が多様化するにつれ、漂着ゴミや廃船放置の問題が生じてきている。

1) 東京湾の海水浴場・潮干狩場の減少

海岸の埋立てが、水深 20mまでの干潟や砂浜を対象として行われた結果、自然の海外線・沿岸海域は減少、湾岸西部は特に汚濁が進行し、多くの場所で海水浴・潮干狩としての利用価値を失った。しかし、依然として日本の全人口の四分の一が首都圏に集中し、都市住民の親水空間を保持することが求められてきた。近年では、人工海浜などが整備されると同時に、埋立て事業が見直しとなった三番瀬を中心に、沿岸環境の再評価が行われるようになってきている。

2) 遊漁者の推移

東京湾は遊漁もさかんで、ほぼ周年さまざまなレジャーフィッシングが営まれている。遊漁者は年々増加し、漁業者の魚場に影響を与えかねず、遊漁者の組織化への指導、漁場をめぐる関係者間の話し合いの促進などが行われて始めている。神奈川県栽培漁業協会の統計では、マダイは昭和 30 年代後半から昭和 40 年代はじめに 100 トン近くの漁獲があったが、その後 20~30 トン台にまで落ち込んだ。その後、放流が開始され 50 トン前後まで漁獲が持ち直したが、同時にマダイ釣りも釣り人の中で評判となり、遊漁の釣獲量が漁業による漁獲量の 1.6 倍(平成 10 年度実績)となっている。そのため、神奈川県海面におけるマダイ資源の維持・増大を図るため、平成 13 年度よりマダイ遊漁者を対象とした協力金制度が設けられ、乗船料とともに 1 人 200 円の協力金が任意で徴収されている。

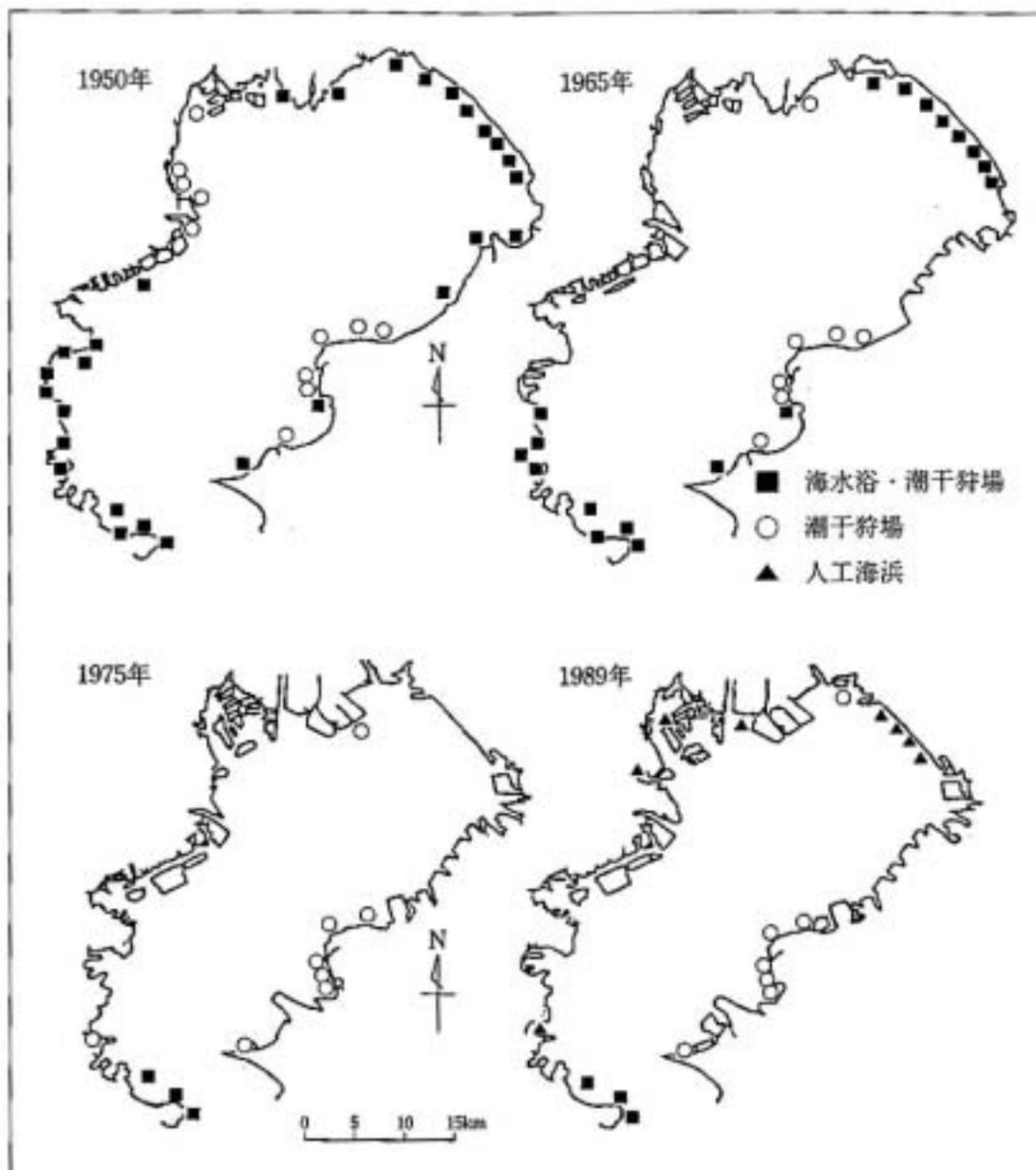


図- 2.2.3.8 東京湾の海水浴場・潮干狩場の推移¹¹⁾

参考文献

- 1) 建設省関東地方整備局, 東京湾流域別下水道整備総合計画検討委員会: 東京湾流域別下水道整備総合計画に関する基本方針策定調査報告書, p4,5,7,12, 1997
- 2) 環境省総合環境政策局編: 平成14年版 環境統計集, 2002.
- 3) 小倉紀雄編: 東京湾, p127, 1993.
- 4) 岐部香織: 世界の農薬使用の概況と日本の特徴, 化学物質と環境, エスケミトリー研究会
- 5) 国土交通省都市・地域整備局下水道部, 財団法人下水道新技術推進機構: 合流式下水道の改善対策に関する調査報告書~合流式下水道改善対策検討委員会報告, -p5, 2002.
- 6) 東京湾岸自治体環境保全会議: 東京湾水質調査報告書(平成13年度), p22, 2003.
- 7) 東京湾河口干潟検討会: 東京湾河口干潟保全再生検討報告書, 2004.
- 8) 運輸省港湾技術研究所, (財)港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所: 平成9年度東京湾の環境管理計画に関する調査-その2-報告書, 1998.
- 9) 水産庁: 昭和56年度漁業改良復旧基礎調査報告書, 1982.
- 10) 中央環境審議会: 第6次水質総量規制の在り方について(答申), 2005.
<http://www.env.go.jp/council/toshin/t097-h1703.html>
- 11) 環境庁水質保全局編: かけがえのない東京湾を次世代に引き継ぐために, 1990.

3 水物質循環モデルの構築

3.1 水物質循環モデルの概要

3.1.1 水物質循環とは

ここで、水物質循環とは、地表における巨視的な水移動のシステムを意味する「水循環」と、この水循環に伴って運ばれる物質の流れのシステムを意味する「物質循環」を合わせたものである。

水循環は、降雨、貯留（窪地、湿地、湖沼等）、表面流出（河川等）、地下浸透（地下水の流れ等）、蒸発散といった自然系の水の循環と人工的に構築された上水道（河川からの導水、地下水の汲み上げ等）や下水道による雨水排水、汚水排水といった人工系の水の循環から構成されている。例えば、自然系と人工系の水循環系をそれぞれ模式化すると図-3.1.1.1、図-3.1.1.2のようになり、水が存在形態と存在場所を変えながら循環していることが分かる。また、この水循環に伴う汚濁負荷等の物質移動は、取水・排水等の人為的な現象と希釈、拡散、移流、沈殿、吸着・脱着、溶解・分解、浸透、掃流、生物による取り込み・排泄等の自然現象から構成されており、物質の移動過程で生物化学的な変化も生じている。

この水物質循環は、河川、湖沼等における水質、水量の問題を考えるに当たっての最も基本的かつ普遍的な工学的システムと言える。

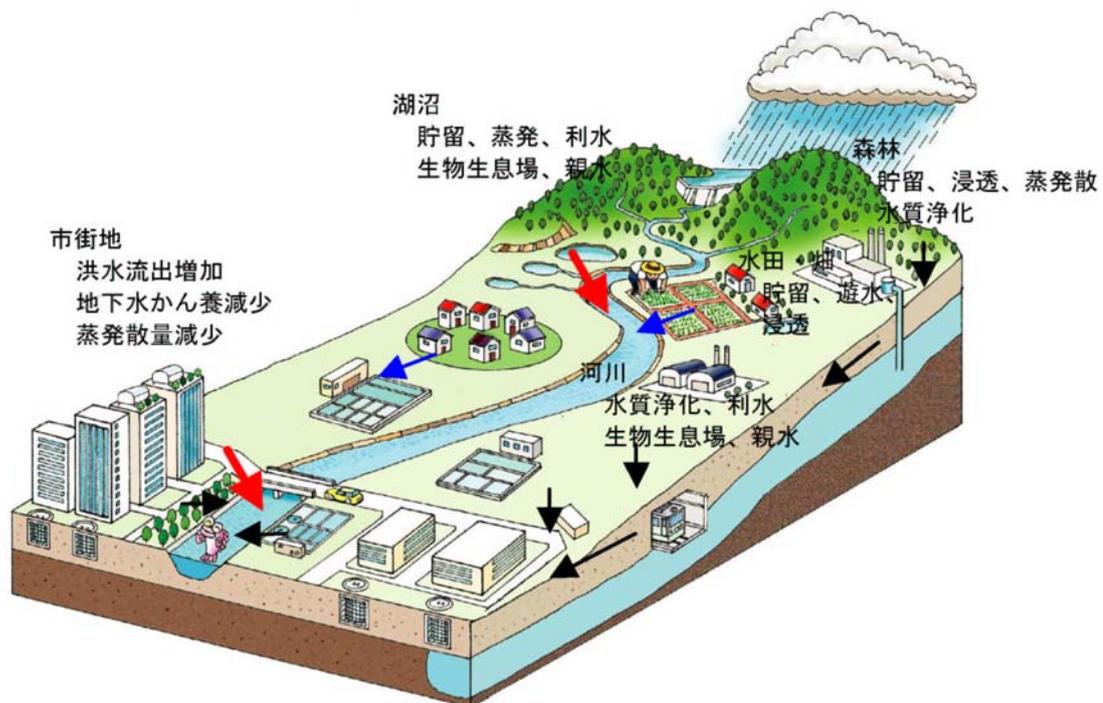


図-3.1.1.1 自然系の水循環系のイメージ¹⁾

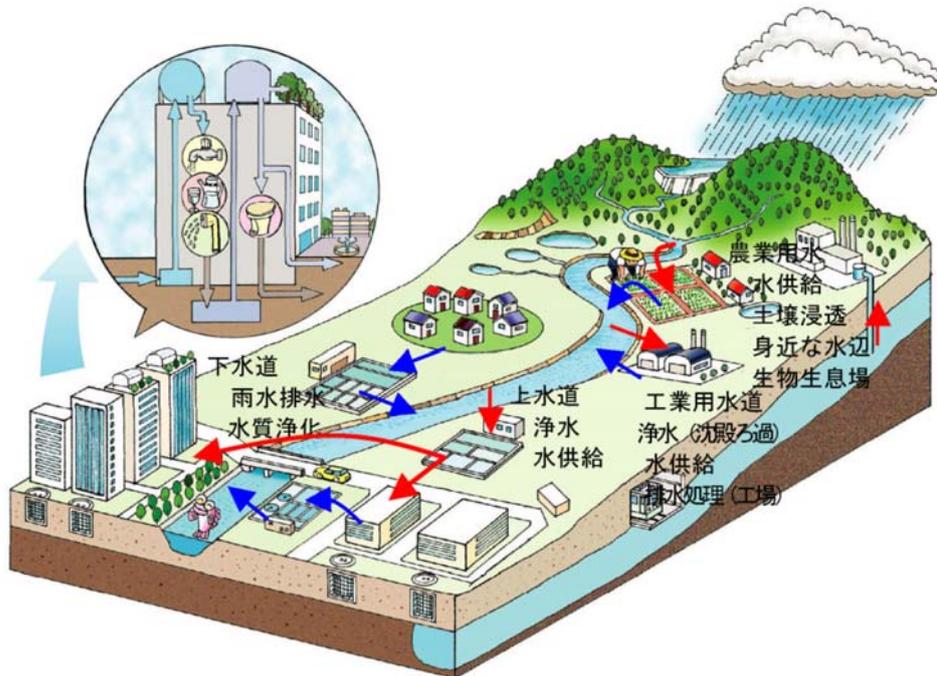


図- 3.1.1.2 人工系の水循環系のイメージ¹⁾

3.1.2 水物質循環モデルとは

流域における水物質循環は、流域の状態を捉え、流域の健全性を診断し、流域再生のあり方を探るための最も基本的な現象である。水物質循環モデルには「水循環モデル」と「物質循環モデル」に分類される。水量を推定する水循環モデルには、表- 3.1.2.1 に示すように年間総量ベースの大まかな四則演算により静的な水収支を定量化する簡便な方法（年間水収支法）から、経路毎の水量の時系列変動を推定できる精度の高いものまで種々の方法がある。

水物質循環におけるシミュレーション・モデルとして、物理的な基礎式に基づいているか否かで、物理モデルと概念モデルに分けられる。概念モデルとしては単位図、タンクモデル、貯留関数法等が挙げられる。概念モデルは複雑な事象を単純化していることから、モデルパラメータの同定は、経験的であったり、試行錯誤的となる。一方、物理モデルは、各種提案されてきており、モデルパラメータは、水循環については基本的には対象流域の物性値で与えることができる。このことは、水循環系の将来予測や施策の効果の評価において、物理モデルのシミュレーション結果に一定の信頼性をおくことができる事を意味する。しかしながら、多くの要素をモデルに組み込み、複雑になるほどパラメータの数が膨大になることから、表- 3.1.2.1 で示されているように、物理モデル構築に必要なデータや費用は莫大なものとなり、実務上の課題となっている。

表- 3.1.2.1 水循環の定量化手法の特徴¹⁾

分類	年間水収支法	概念モデル	物理モデル
概要	降雨量、流量、人工系給排水量などの観測結果と地目別流出率などの経済的な係数により経路毎の循環量を概略推定するもの。計算は貯留量の時間変化を無視するため四則演算で実行される。 計算は極めて容易であるが、計算結果は年間値の目安程度の利用に留まる。	流出の各プロセスをタンクモデル、貯留関数などの概念的なモデルで表現したもの。モデル中のパラメータは観測流量と一致するように設定する。 年間水収支法、物理モデルの中間的な特徴を持つ。	流出の各プロセスを数理モデルで表現したもので、計算上の流向の仮定により1次元モデルから3次元モデルに分かれる。モデル中の定数は計測可能な物性値で設定することを前提とする。 精度の高い予測が期待されるが、演算に要するトータルコストが高い。
入力情報の多少	少	中	多
出力情報の多少	少	中	多
演算の難易度	低	中	高
結果の厳密性	低	中	高
計算時間単位	年	日	秒～時間
計算空間単位	流域一括	流域一括 あるいは小分割流域毎	計算格子点毎
入力条件（計算空間単位毎）			
降雨量	年間値を入力	計算単位で入力	計算単位で入力
蒸発散量	実蒸発散量を入力	実蒸発散量を入力	可能実蒸発散量を入力
土地利用情報	浸透・不浸透の別を入力	浸透・不浸透の別を入力	浸透・不浸透の別、 等価精度係数を入力
人工系給排水量	年間値を入力	計算単位で入力	計算単位で入力
自然系保水特性	考慮せず	タンク孔定数、貯留量関数 等を入力	透水係数、不飽和帯特性 を入力
可動特性	考慮せず	考慮せず	形状、精度係数を入力
算定項目			
経路毎の年循環量	算定可	算定可	算定可
日流量・流況	算定不可	算定可	算定可
高水流量	算定不可	一部のモデルで算定可	算定可
地下水流出量	算定不可	一部のモデルで算定可	算定可
地下水位・かん養量	算定不可	一部のモデルで算定可	算定可

注)入力条件、算定項目は一般的な構成、内容を掲げたものであり、個別のモデルにより多少変化する。

水質を定量化するためのモデルには、流域全体を対象とした発生汚濁負荷量を算定し、水量との関係からこれを水質に変換するモデル、また、湖沼や河川における一定の領域を対象に有機物の内部生産を考慮した水質シミュレーションモデル等がある。前者は河川や湖沼に流出する汚濁物質の発生源を流域全体で把握し、水域の将来水質を予測する際に有効である。後者は河川や湖沼に排出された汚濁の集中や拡散等の状態を一定の領域内で把握する場合に有効である。

なお、水物質循環モデルの概論については、「都市小流域における雨水浸透、流出機構の定量的解明」研究会から出版されている「都市域における水循環系の定量化手法」に詳しく解説されているので参考にされたい²⁾。

3.1.3 水物質循環モデルの開発の意義

流域水物質循環モデルの検討対象としている東京湾とその流域では、流域の高度な土地利用と閉鎖性水域における沿岸域の開発などにより水環境など悪化を招いている。これに対応するため様々な政策や事業が実施されてきているが、閉鎖性水域を抱える流域については未だ根本的な解決に至っていないケースが少なくない。このため、土地利用等流域条件や取排水条件の異なる様々な流域の水物質循環現象の再現が可能な分布型水物質循環モデルである「陸域モデル」と、流域からの外部負荷、底泥溶出等の内部負荷及び植物プランクトンの内部生産による水域の水質形成機構を表現できる「水域モデル」の統合モデルを構築することにより干潟などの自然再生や下水道整備などのインフラ整備をはじめとする様々な環境改善施策に対する検討を行うことが可能となる。また既存の知見の範囲内で過去の人口条件、土地利用状況、気象条件などを設定することにより、過去から現在に至る水環境の変遷を理解することができる。

3.1.4 水物質循環モデルの開発目標

以下の点に留意して水物質循環モデルを構築する。

① 水環境の改善に係わる政策検討を目的とした水物質循環モデル

水問題の中でも特に平常時の水質・水量に係わる水環境問題の解決に資する「水物質循環モデル」を構築する。このため、流域の流出については、日平均流量のレベルで高水及び低水の再現を図るとともに、物質に関しては COD、N、P の汚濁負荷を対象の基本とする。

② 汎用型の水物質循環モデル

検討対象とする東京湾流域のみならず、全国各地域・水域の水物質循環現象の再現や水環境問題への適用が可能な汎用型モデルとする。このため、土地利用等流域条件や取排水条件の異なる様々な流域の水物質循環現象の再現が可能な分布型水物質循環モデルである「陸域モデル」と、流域からの外部負荷、底泥溶出等の内部負荷及び植物プランクトンの内部生産による水域の水質形成機構を表現できる「水域モデル」を構築する。

③ 操作性の高い水物質循環モデル

開発する水物質循環モデルについては、今後普及し、全国の水環境問題の解決に資することを開発目的としており、このためには、シミュレーション・モデルについて特別の知識を有しない現場管理者のレベルで、容易に使いこなせることが重要と考えている。このため、図-3.1.4.1に示すように GIS をベースとしたユーザーインターフェイスを整備し、土地利用の改変等流域条件の変化や水環境に係わる様々な施策の入力や計算結果の出力を容易にする。

④ 理論構造や計算内容が分かりやすい水物質循環モデル

開発対象とする水物質循環モデルについては、当該流域の水物質循環現象を限りなく精緻に再現するというよりも、関係者による現象や課題の共通理解、合意形成等を支援することを目的としており、政策議論に必要な精度・信頼性は確保しつつも、モデルの構造や計算の内容が分かりやすいモデルとすることとし、水物質循環の基本的現象に対応するモ

デルとする。なお、適用する流域や現象の特殊性により、本モデルの原理だけで対応できない場合に対して、その特殊性に対応する個別的・部分的モデルを作成し、本モデルに連結することによる適用性を確保する。

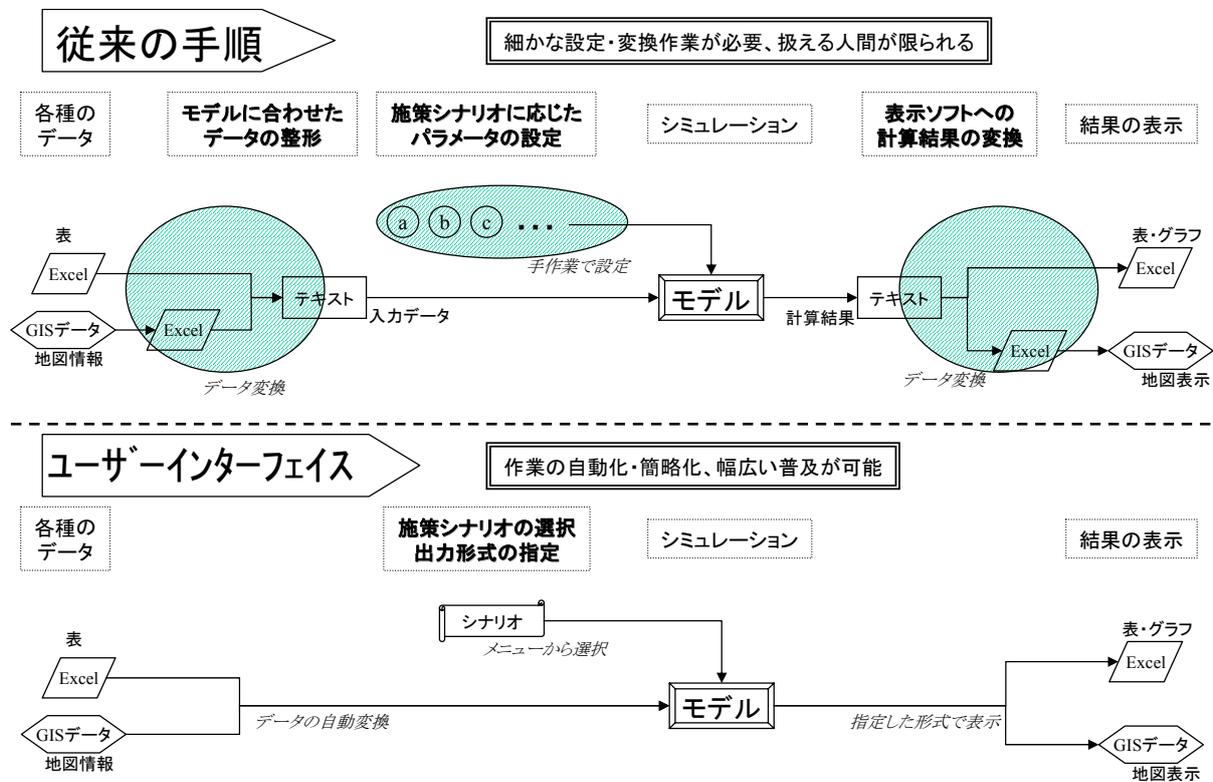


図- 3.1.4.1 ユーザーインターフェイスの意義

3.1.5 本研究における水物質循環モデルの特徴

本モデルの特徴としては、以下のことが挙げられる。

- ① 分布型モデル：流域をメッシュに分割し、メッシュ単位で解析を行うことから、任意地点（メッシュ）での水・物質の挙動の解析・出力が可能
- ② 非定常モデル：平常時、降雨時を含めた任意時間での解析が可能
- ③ 水量・物質連成解析モデル：水の挙動および物質の挙動の同時解析が可能
- ④ 統合型モデル：流域内の諸現象（蒸発散・地下水・地表流・河道流・水域）に応じて、各モデルにより解析し、それらを連成することによって流域全体の現象を解析
- ⑤ GIS連成型モデル：GISを介しての流域データのモデルへのインプットデータ作成、解析結果の格納、可視化
- ⑥ 施策指向型モデル：雨水浸透柵設置や生活排水対策等、様々な水循環健全化施策による改善効果を解析することが可能

参考文献

1) 健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議：健全な水循環系構築のための計画づくりに向けて， pp37-45， 2003.

<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/junkan/keikakudukuri.html>

2) 「都市小流域における雨水浸透、流出機構の定量的解明」研究会：都市域における水循環系の定量化手法-水循環系の再生に向けて-， pp.44-82， ， 2000.

3.2 水物質循環モデルの開発

本研究で構築した水物質循環モデルは流域モデル及び水域モデル（湾モデル）から構成される。以下、3.2.1では流域モデルの概要を3.2.2では水域モデルの概要を説明する。

3.2.1 流域モデルの概要

流域モデルは、流域全体の水物質循環を表現する“流域水循環モデル”と、流域内における汚濁物質流動を表現する“流域物質循環モデル”により構成される。

“流域水循環モデル”は、図-3.2.1.1に示すように、降雨、蒸発散等の自然系水循環を領域とするモデルと、農業用水・上水等の人工系水循環を領域とするモデルとからなり、両者をあわせることにより流域内の水循環を表現するものである。

また、“流域物質循環モデル”は、降雨や大気由来、及び人為的に地表面に散布される等の汚濁源を特定されない面源負荷（ノンポイントソース）を対象とするモデルと、下水処理場などの生活系や工業系由来などの汚濁源の特定される点源負荷（ポイントソース）を対象とするモデルとからなり、両者にあわせることにより流域内における物質流動を表現するものである。ここで、これら汚濁源の流出は、上述の“流域水循環モデル”により導出される“水の流れ”に規定され、地表面に堆積する物質は掃流され、また水域内に建濁している物質は流達することになる。

以上より、両モデルの関係を示せば「流域水物質循環モデル＝流域水循環モデル＋流域物質循環モデル」と表すことができる。実流域に流域水物質循環モデルを適用する場合は、①水循環ならびに汚濁物質流動を表現するためのモデルを構築し、②流域水循環モデルによって流域内水理量を解き、③流域内水理量をもとに汚濁物質流動を解く、という手続を踏むことになる。

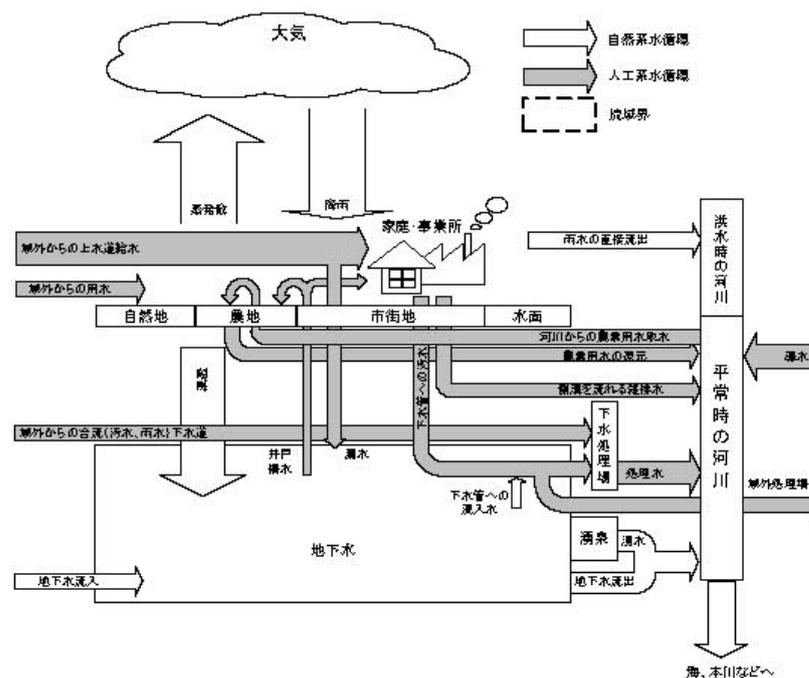


図- 3.2.1.1 流域水循環モデルの定量化項目のイメージ¹⁾

本検討での流域モデルは、タンクモデルを対象としその概念図を図- 3.2.1.2、図- 3.2.1.3に示す。

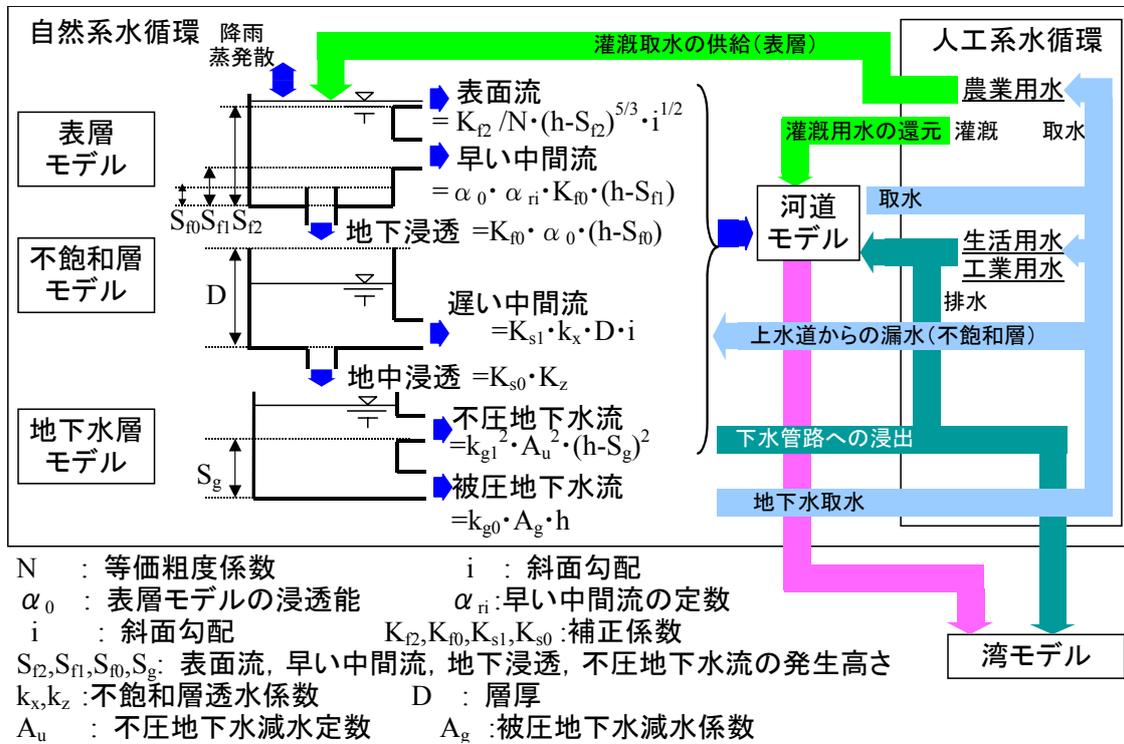


図- 3.2.1.2 流域水循環モデルの概念図

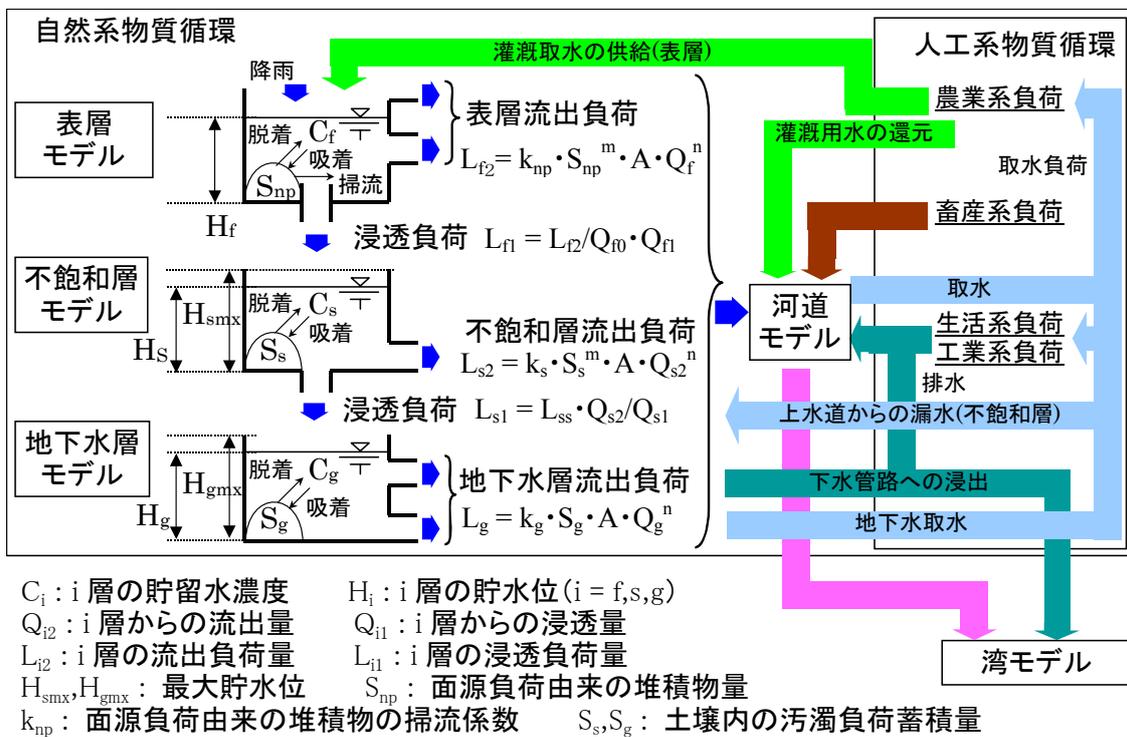


図- 3.2.1.3 流域物質循環モデルの概念図

(1) 流域水循環モデルの概要

分布型の自然系水循環モデルは流域をメッシュ分割して、メッシュ毎で降雨－流出－地下浸透などの計算を行い、表面流・地中流をメッシュ間の移動として計算するものである。

図-3.2.1.4 に、自然系水循環モデルのメッシュ単位での計算概念図を示し、各タンクでの解析方法を次ページ以降に説明する。

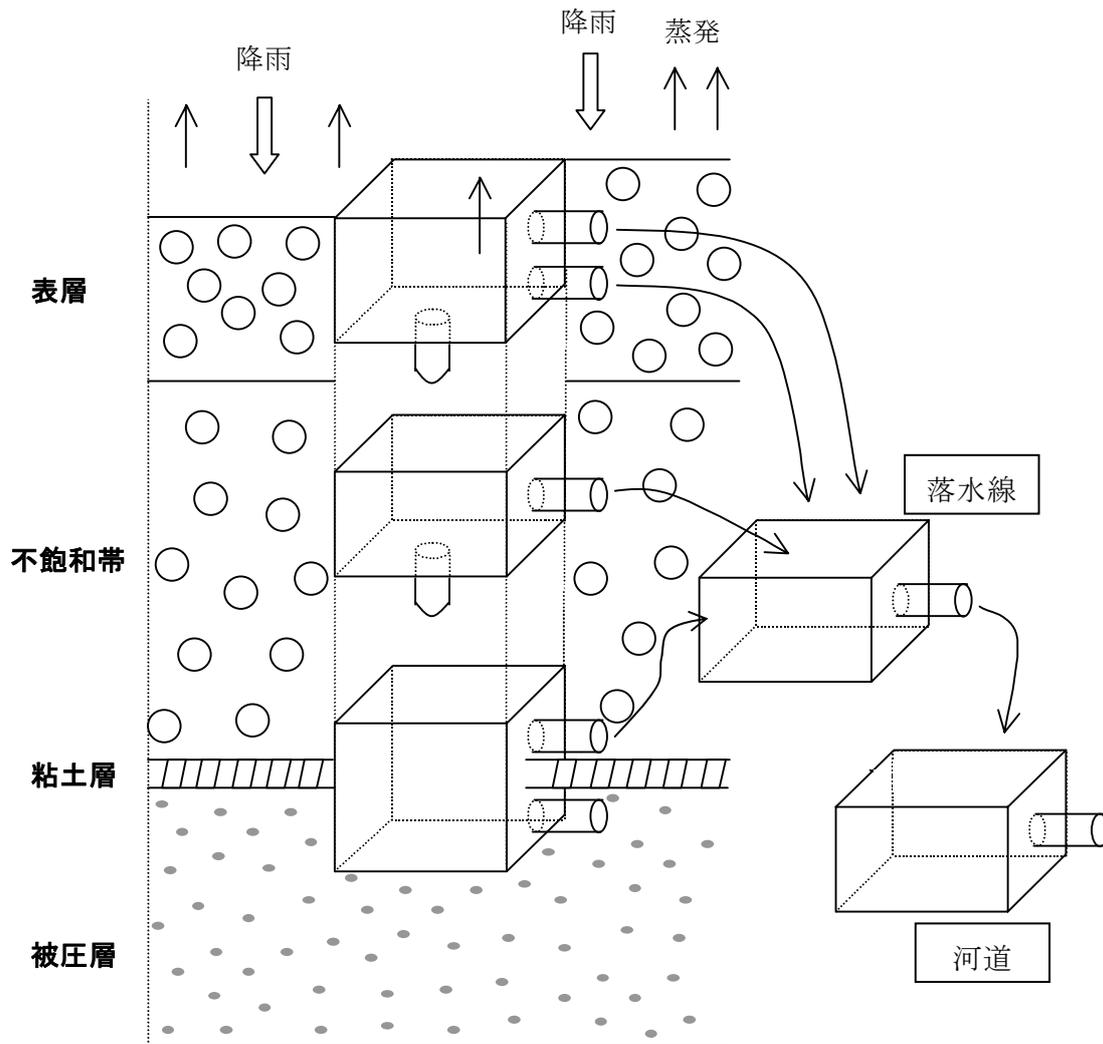


図- 3.2.1.4 自然系水循環モデルのメッシュ単位での計算概念図

1) 表層モデル

表層モデルの構造は右図のとおりである。雨量を表面流、早い中間流、地下浸透流に分離するモデルである。上から1番目の穴が表面流の穴で、2番目の穴が早い中間流の穴で、下の穴が地下浸透の穴である。

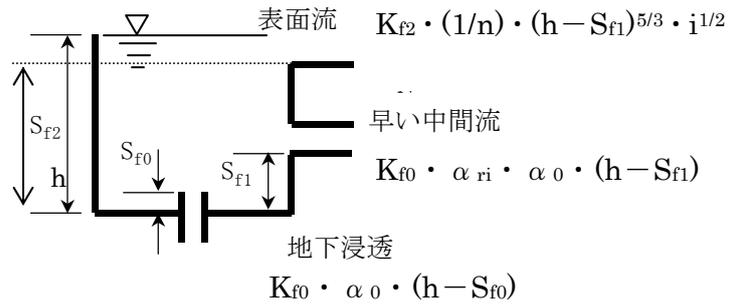


図- 3.2.1.5 表層モデルの概念図

S_{f2} : 表面流の発生する高さ(m)

S_{f1} : 早い中間流の発生する高さ(m)

S_{f0} : 地下浸透の発生する高さ(m)

h : タンク内水位(m)

L : メッシュ長(m)

N : 等価粗度係数($m^{-1/3} \cdot s$)

i : 斜面勾配 (落水線方向の勾配: メッシュ内は一様に傾いていると仮定)

α_{ri} : 早い中間流の定数 (地下浸透量に対する比率)

α_0 : 表面タンクの浸透能(cm/s/m)

K_{f2}, K_{f0} : 補正係数

① 表面流

表面流はManning則が成り立つものとして基礎式を決定している。

- ・ Manning平均流速公式

$$V = (1/n)R^{2/3}i^{1/2} \quad V: \text{平均流速(m/s)}, n: \text{粗度係数(m}^{-1/3} \cdot \text{s)}, R: \text{径深 (m)}, i: \text{勾配 (流れは等流と仮定し勾配を水路の河床勾配と同一とする)}$$

上式を表面タンクの構造に当てはめ、他のタンクからの流出量とのバランスをとるための補正係数を考慮して、

$$q_{f2} = K_{f2} \times (1/N) \times (h - S_{f2})^{5/3} \times i^{1/2}$$

K_{f2} : 補正係数 (= $1/L$ (L : メッシュ長(m)) で取り扱っている)

となる。

② 早い中間流出量、地下浸透量

早い中間流出量、地下浸透量は浸透能に比例するものとする。

地下浸透量は浸透能から決定されるものとし、算定式を以下としている。

$$q_{f0} = K_{f0} \cdot f$$

q_{f0} : 地下浸透量高(m/s)、 K_{f0} : 補正係数、 f : 浸透能(m/s)

ここで、表面タンクの浸透能はタンク水位が表面流を発生するときの高さ $h = S_{f2}$ の時の値が最終浸透能と等しくなり、 $h = S_{f0}$ の時ゼロとなることとした。

(浸透能は降雨強度により異なり、降雨開始直後にきわめて大きな値を示し、急激に減

少し、最終的に一定値（最終浸透能）に近づくように変化する。最終浸透能は土壌の性質により異なり、降雨強度が浸透能を超えると地表流が発生することとなる。）

従って、浸透能 f はタンクの水深（ $h - S_{f0}$ ）に比例して最終浸透能 f_0 を配分して与えるものとした。

$$f = \alpha_0 \times (h - S_{f0}) \quad : \quad \alpha_0 = f_0 / (S_{f2} - S_{f0}) \quad f_0 : \text{最終浸透能(m/s)}$$

従って、地下浸透量は以下の式で表現される。

$$\mathbf{q_{f0} = K_{f0} \times \alpha_0 \times (h - S_{f0})}$$

一方、早い中間流出量は浸透量の一部が地下に浸透する能力を上回る強度で供給された場合に表層タンクの底部から横方向に移動する量として与えられるものとし、 $h - S_{f1}$ に比例する値により得られるものとして算定する。その比例定数を α_{f1} として、以下のように記述される。

$$\mathbf{q_{f1} = \alpha_{f1} \times K_{f0} \times \alpha_0 \times (h - S_{f1})}$$

表面タンクの連続式は以下のとおりである。

① $h \geq S_{f2}$ の場合

$$\frac{\partial h}{\partial t} = R - E_{ps} - q_{f0t} - q_{f1t} - q_{f2t} \quad (\text{式- 3.2.1.1})$$

② $S_{f1} \leq h < S_{f2}$ の場合

$$\frac{\partial h}{\partial t} = R - E_{ps} / S_{f2} \cdot h - q_{f0t} - q_{f1t} \quad (\text{式- 3.2.1.2})$$

③ $S_{f0} \leq h < S_{f1}$ の場合

$$\frac{\partial h}{\partial t} = R - E_{ps} / S_{f2} \cdot h - q_{f0t} \quad (\text{式- 3.2.1.3})$$

④ $h < S_{f0}$ の場合

$$\frac{\partial h}{\partial t} = R - E_{ps} / S_{f2} \cdot h \quad (\text{式- 3.2.1.4})$$

ここに、 R : 雨量(m)

q_{f0t} : 地下浸透量高(m)

E_{ps} : 蒸発量(m) : 5)で詳述

q_{f2t} : 表面流出量高(m)

S_{f2} : 表面流の発生する高さ(m)

q_{f1t} : 早い中間流出量高(m)

S_{f1} : 早い中間流の発生する高さ(m)

h : タンク内水位(m)

S_{f0} : 地下浸透の発生する高さ(m)

2) 不飽和帯モデル

不飽和帯モデルは不飽和帯の水分移動を考えたモデルである(タンク内の水分を層厚に対する水分量(比)で取り扱う)。モデルの構造は右図のとおりである。遅い中間流は不飽和透水係数に比例し動水勾配が近似的に地形勾配に等しいとして流出量を計算する。地中浸透量は不飽和透水係数に比例し、動水勾配を1として計算する。

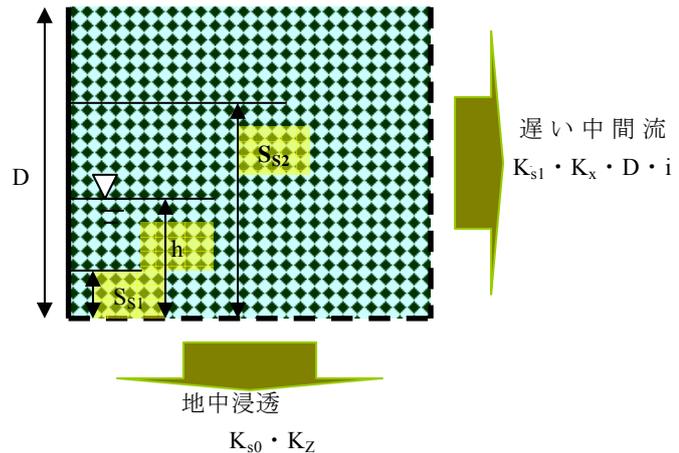


図- 3.2.1.6 不飽和帯モデルの概念図

(透水係数について：透水係数は多孔質体中の水の流速の大きさを示す指標で、飽和時の透水係数を飽和透水係数、不飽和時は不飽和透水係数といい、不飽和透水係数は飽和透水係数に較べかなり小さい値となる。また、地下水の流れはダルシーの法則により得られるとし、これはフランスの水道技師Henry Darcy (1856)が、砂ろ過の実験から明らかにした地下水流動に関する法則である。地下水の流速は透水係数と動水勾配の積で表わされるとするものである。)

S_{s2} : 飽和水分量相当高 S_{s1} : 最小水分量相当高 h : タンク内水分量相当高 D : 層厚(m) K_x : 水平方向の不飽和透水係数(m/s) K_z : 鉛直方向の不飽和透水係数(m/s) i : 斜面勾配 (落水線方向の勾配：メッシュ内は一樣に傾いていると仮定) K_{s1}, K_{s0} : 補正係数	}	不飽和モデルは水分量で水の移動を考えるため、 これらは概念的な諸量である。
---	---	--

① 遅い中間流出

遅い中間流はDarcy則に従うものとし、タンク内の水分量により透水係数が変化するものとする。つまり、不飽和透水係数を水分量に応じて推定して算定することとする。

・ Darcy則

$$q = k \times i \quad q : \text{流出高 (m/s)}, k : \text{透水係数(m/s)}, i : \text{動水勾配}$$

動水勾配が近似的に斜面勾配に等しいと仮定し、上式を不飽和タンクの構造に当てはめ、補正係数を考慮し、以下のとおりとなる。

$$\underline{q_{s1} = K_{s1} \times K_x \times D \times i} \quad q_{s1} : \text{流出高(m/s)}, K_{s1} : \text{補正係数 (=1/Lで取り扱っている)}, K_x : \text{水平方向の不飽和透水係数(m/s)}, D : \text{層厚(m)}, i : \text{動水勾配}$$

ここで、不飽和透水係数は水分量に比例するものとし、 $h = S_{s2}$ で飽和透水係数と等しくなり、 $h = S_{s1}$ で0となるよう、次式により推定する。

$$K_x = K_{sx} / 100 \cdot \frac{\exp(b \cdot \theta) - \exp(b \cdot \theta_w)}{\exp(b \cdot \theta_s) - \exp(b \cdot \theta_w)}$$

K_x : 水平方向の不飽和透水係数(m/s),

K_{sx} : 水平方向の飽和透水係数 (cm/s,定数として与える),

b : 定数, θ : 水分量 (h/D),

θ_s : 飽和水分量 (S_{S2}/D) (定数として与える),

θ_w : 最小水分量 (S_{S1}/D) (定数として与える),

S_{S2} : 飽和水分量に相当する貯留高,

S_{S1} : 最小水分量に相当する貯留高

② 地中浸透

地中浸透もDarcy則に従うものとし、タンク内の水分量により透水係数が変化するものとする。

・ Darcy則

$$q = k \times i \quad q : \text{流出高(m/s)}, k : \text{鉛直方向不飽和透水係数(m/s)}, i : \text{動水勾配}$$

上式を不飽和タンクの構造に当てはめ、補正係数を考慮すると、以下のとおりとなる。

$$q_{s0} = K_{s0} \times k_z \times i$$

ここで、不飽和透水係数は水分量に比例するとして、次式のとおりとする。

$$k_z = k_{sz} \cdot \frac{\exp(b \cdot \theta) - \exp(b \cdot \theta_w)}{\exp(b \cdot \theta_s) - \exp(b \cdot \theta_w)}$$

k_z : 垂直方向の不飽和透水係数(m/s),

k_{sz} : 垂直方向の飽和透水係数 (m/s,定数として与える),

b : 定数, θ : 水分量 (h/D),

θ_s : 飽和水分量 (S_{S2}/D) (定数として与える),

θ_w : 最小水分量 (S_{S1}/D) (定数として与える),

S_{S2} : 飽和水分量に相当する貯留高,

S_{S1} : 最小水分量に相当する貯留高

- ※ 不飽和透水係数は土壌内の水分量との関係は基本的に実験や回帰によって得られるものであるが、計算を簡便化するために用いた関係式である。水理公式集ではBrooks and Coreyによって提案された下記の不飽和透水係数と飽和透水係数との関係式を紹介している。

$$k_z = k_{sz} \cdot \left(\frac{\theta - \theta_w}{\theta_s - \theta_w} \right)^{3+2/\lambda}$$

λ : 土壌の特性による経験的パラメータ・0.1~10程度の範囲で変化する。

- ※ 次ページに定数**b**を変化させたときの飽和透水係数にかかる比率とBrooks and Corey式のパラメータ**λ**を変化させたときの飽和透水係数にかかる比率との比較図を示した。これより本モデルの定数**b**を15とした場合の比率がBrooks and Corey式のパラメータ**λ**の一般値上限である10以下の場合と整合がよいため、定数**b**=15とした。

飽和水分量 θ_s	0.6			
最小水分量 θ_w	0.3			
定数b	1	10	15	100
タンク内水分量 θ	0.30	0.000	0.000	0.000
	0.32	0.058	0.012	0.004
	0.34	0.117	0.026	0.009
	0.36	0.177	0.043	0.016
	0.38	0.238	0.064	0.026
	0.40	0.301	0.090	0.039
	0.42	0.364	0.122	0.057
	0.44	0.430	0.160	0.081
	0.46	0.496	0.207	0.113
	0.48	0.564	0.265	0.156
	0.50	0.633	0.335	0.214
	0.52	0.703	0.420	0.293
	0.54	0.775	0.525	0.400
	0.56	0.849	0.653	0.544
	0.58	0.924	0.809	0.738
	0.60	1.000	1.000	1.000

不飽和透水係数算出のさいの飽和透水係数にかかる比率

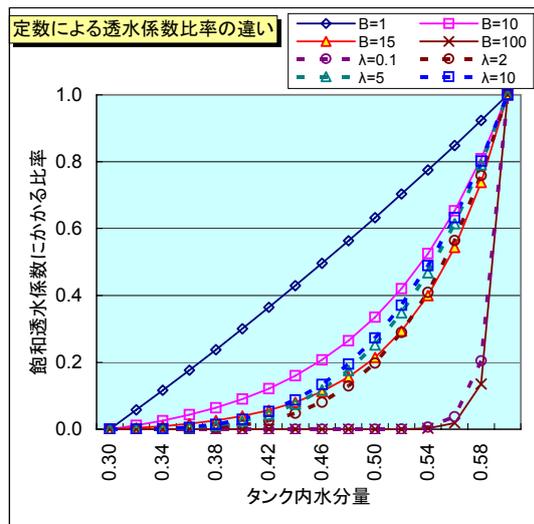


図- 3.2.1.7 不飽和帯モデルの係数と透水係数の関係

不飽和タンク層から地中への浸透は不飽和層での地下水流動の鉛直方向移動量として把握されるべき量として見積もられ、ここでは近似的に動水勾配を1.0とし、不飽和透水係数に比例して地下浸透量が発生するものとして取り扱う。

$$q_{s0} = K_{s0} \times K_z$$

不飽和タンクの連続式は以下のとおりである。

① $h \geq S_{s2}$ の場合

飽和状態であるため上段の表面タンクから不飽和タンクへは浸透しないと考える。両タンク間の動的な結合は計算を複雑にすることから、不飽和タンク水分量相当高が S_{s2} を越える場合は表面タンクからの浸透量を落水線下流の表面タンクに流入させる。

② $S_{s2} > h \geq S_{s1}$ の場合

$$\theta_s \frac{\partial h}{\partial t} = q_{int} - E_{ps} - q_{s0t} - q_{s1t} \quad (\text{式- 3.2.1.5})$$

③ $h < S_{s1}$ の場合

$$\theta_s \frac{\delta h}{\delta t} = q_{in} - E_{ps} / S_{s1} \cdot h \quad (\text{式- 3.2.1.6})$$

※タンク内の水分量が最小水分量より小さいときは遅い中間流も地中浸透も発生しない

ここに、 S_{s2} : 飽和状態の貯留高(m)

q_{s0t} : 地中浸透量高(m)

S_{s1} : 最小水分量に相当する貯留高(m)

q_{s1t} : 遅い中間流出量高(m)

q_{int} : 表面モデルからの流入量高(m)

θ_s : 飽和水分量

E_{ps} : 蒸発量(m)

h : 不飽和モデルの貯留高(m)

3) 地下水モデル

地下水モデルの構造は右図のとおりである。横の穴の上から1番目は不圧地下水の穴で、2番目が被圧地下水の穴である。地下水の流出は被圧地下水が h に比例し、不圧地下水が $(h - S_g)^2$ に比例すると考える。

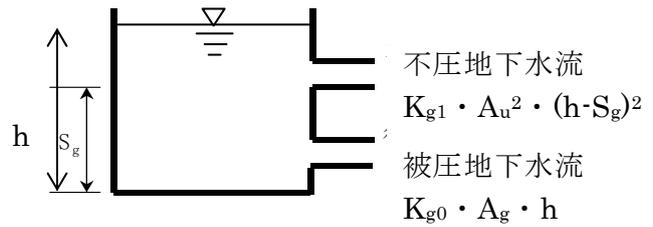


図- 3.2.1.8 地下水モデルの概念図

- h : タンク水位(m)
- S_g : 不圧地下水発生高(m)
- A_u : 不圧地下水減水定数($\text{mm}^{-1/2} \cdot \text{day}^{-1/2}$)
- A_g : 被圧地下水減水定数(1/day)
- K_{g1}, K_{g0} : 補正係数

不圧地下水の貯留量と流出量の対応関係は貯留関数としてCoutagneとDingにより次式のように示されている²⁾。

$$Q_g = K^2 S_g^2 \quad (\text{ここで、} K : \text{定数、} S_g : \text{地下水貯留量})$$

また被圧地下水の流出量は同じく地下水貯留量と線形関係で得られることが同様に示されていることから、本検討での不圧地下水と被圧地下水の流出量は次式に示す通りとした。

$$q_{g1} = K_{g1} \times A_u^2 (h - S_g)^2 \quad (\text{式- 3.2.1.7})$$

$$q_{g2} = K_{g0} \times A_g h \quad (\text{式- 3.2.1.8})$$

q_{g1} : 不圧地下水流出高 (m/s)、 q_{g2} : 被圧地下水流出高 (m/s)

地下水タンクの連続式は次のとおりである。

① $h \geq S_g$ の場合

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{\text{int}} - q_{g1t} - q_{g2t} \quad (\text{式- 3.2.1.9})$$

② $h < S_g$ の場合

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{\text{int}} - q_{g2t} \quad (\text{式- 3.2.1.10})$$

ここに、 q_{int} : 地中浸透量高(m)

q_{g1t} : 不圧地下水流出量高(m)

q_{g2t} : 被圧地下水流出量高(m)

h : 地下水モデルの貯留高(m)

S_g : 不圧地下水流出が発生する高さ(m)

4) 河道モデル

河道モデルの構造は図- 3.2.1.9のとおりである。流出はManningの式に従うものとする。基礎式は式-3.2. 1.11のとおりである。

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{in} - q_r \quad (\text{式- 3.2.1.11})$$

ここに、 q_{in} : 表層・不飽和帯・地下水モデル
及び上流河道モデルからの
流入量高(m)

q_r : 河道流出量(m³/s)

n : 粗度係数(m^{-1/3}・s)

h : 河道水位(m)

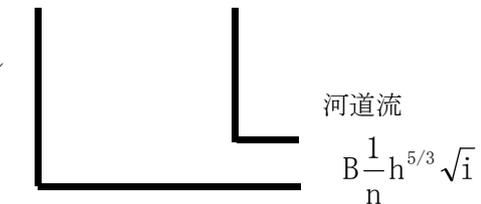


図- 3.2.1.9 河道モデルの概念図

河道の流れはマニングの等流公式が成り立つとすると次のとおりである。

$$q_r = (1/n)h^{5/3}i^{1/2} \quad (\text{式- 3.2.1.12})$$

ここに、 i : 河道（河床）勾配

※河道勾配 i が1/10万以下となる場合は一律勾配を1/10万としている。

河道流出量高から河道流出量を算出する際には、河道長 L (m)および河道幅 B (m)を考慮する。河道幅 B は対象とする河道の測量結果が得られれば、そのまま用いるが、測量結果が得られない場合は、レジューム則より河道幅を設定するものとした。

$$B = cA^s \quad (\text{式- 3.2.1.13})$$

ここに、 c , s : 定数 (s は一般に1以下である。)

A : 流域面積(m²)

河道長 L (m)は落水線の方角により下記のように設定するものとした

落水線の方角	河道長設定
縦および横（下図 2, 4, 6, 8）	メッシュ長
斜め（下図 1, 3, 7, 9）	メッシュ長× $\sqrt{2}$

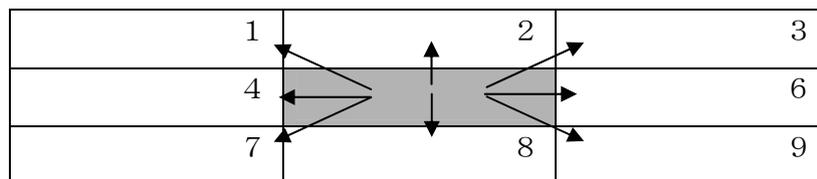


図- 3.2.1.10 モデル上の河道の設定方法

5) 蒸発モデル

蒸発量は、可能蒸発散量に係数を乗じる方法とする。

$$E_{ac} = fE_p \quad (\text{式- 3.2.1.14})$$

ここに E_{ac} : 実蒸発散量
 E_p : 可能蒸発散量
 f : 係数

係数 f は日毎の可能最大日照時間と実際の日照時間との比率により設定する。
 また、本モデルでは可能蒸発散量を推定するモデルとして、Penman の式を採用している。

【Penman の式】

a. 可能蒸発散量の推定

$$E_p = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (Q_a / L) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f(u)(e_{sa} - e_a) \quad (\text{式- 3.2.1.15})$$

$$f(u) = 0.026(0.5 + 0.54u_2) \quad (\text{式- 3.2.1.16})$$

ここに E_p : 可能蒸発散量 (cm/day)
 Q_a : 正味放射量 (cal/day)
 Δ : 飽和水蒸気曲線の温度に対する勾配 (hpa/°C)
 L : 水の気化熱 (=597.31 - 0.563T) (T : 気温 ; °C)
 γ : 乾湿計定数
 e_{sa} : 飽和水蒸気圧 (hpa)
 e_a : 実水蒸気圧 (hpa)
 $f(u)$: 風速関数
 u_2 : 地表面から 2m の高さの風速 (m/s)

b. 正味放射量

$$Q_a = (1 - \alpha)R_{sc}(a + b \cdot n/N) - \sigma T_a^4(a' - b'\sqrt{e_a})(a'' - b'' \cdot n/N) \quad (\text{式- 3.2.1.17})$$

ここに α : アルベド (土地利用・季別で設定、表- 3.2.1.1参照)
 R_{sc} : 1 日の大気外太陽放射量 (cal/day)
 n/N : 日照率 (n : 日照時間, N : 可照時間)
 σ : Stefan - Boltzman 定数 (=8.132×10⁻¹¹ cal/min/k⁻⁴)

T_a : 絶対温度 (k) ($=273.15+T$) (T : 温度 ; $^{\circ}C$)

a, b, a', b', a'', b'' : 経験的に決まる定数 (下表)

a	b	a'	b'	a''	b''
0.18	0.55	0.56	0.080	0.1	0.9

$$R_{sc} = R_o (r_m / r)^2 \cdot I \quad (\text{式- 3.2.1.18})$$

$$I = 1/\pi (\varpi_o \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \sin \varpi_o) \quad (\text{式- 3.2.1.19})$$

- ここに
- R_o : 太陽定数 (1.98 cal/min = 2851.2 cal/day)
 - r : 太陽と地球との距離
 - r_m : 太陽と地球との平均距離
 - I : 緯度, 太陽の傾き, 地形勾配を考慮した係数
 - ϕ : 緯度
 - δ : 太陽の傾き (赤道上が 0, 北半球が正)
 - ϖ_o : $\cos^{-1}(\tan \phi \tan \delta)$

土地利用別の月毎のアルベドを表-3.2.1.1 に示す。

表- 3.2.1.1 アルベド設定値

季別(月)	山地	水田	畑	市街地	水域
1	0.095	0.160	0.190	0.290	0.100
2	0.100	0.150	0.190	0.290	0.090
3	0.100	0.100	0.188	0.275	0.080
4	0.100	0.080	0.188	0.275	0.070
5	0.120	0.080	0.185	0.260	0.060
6	0.135	0.100	0.188	0.250	0.060
7	0.135	0.130	0.193	0.265	0.060
8	0.135	0.220	0.193	0.275	0.060
9	0.135	0.180	0.190	0.275	0.070
10	0.125	0.150	0.185	0.275	0.080
11	0.120	0.150	0.190	0.275	0.100
12	0.100	0.150	0.190	0.285	0.110

c. 乾湿計定数 (γ)

$$\gamma = C_p \cdot P / 0.622 / L \quad (\text{式- 3.2.1.20})$$

$$C_p = C_{pd}(1 + 0.846q) \quad (\text{式- 3.2.1.21})$$

$$q = 0.622e_a / P \quad (\text{式- 3.2.1.22})$$

ここに C_p : 水蒸気圧を考慮した定圧比熱

C_{pd} : 完全乾燥時の定圧比熱 (0.240cal/g/°C)

q : 比湿

p : 大気圧 (hpa)

d. 飽和水蒸気圧 (e_{sa})

飽和水蒸気圧と温度の関係は次の Tetens(1930)の式により算定した。

$$e_{sa} = 6.11 \times 10^{aT/(b+T)} \quad (\text{式- 3.2.1.23})$$

水面上 (気温 $T > 0$) $a=7.5$ $b=237.3$

氷面上 (気温 $T \leq 0$) $a=9.5$ $b=265.3$

e. 飽和水蒸気圧の勾配 (Δ)

Tetens(1930)の式では、

$$\Delta = m \cdot ab / (b+T)^2 e_{sa} \quad (\text{hpa} / ^\circ\text{C}) \quad (\text{式- 3.2.1.24})$$

ここに $m = \ln 10$

f. 実水蒸気圧 (e_a)

$$e_a = C_{rh} \cdot e_{sa} \quad (\text{式- 3.2.1.25})$$

ここに C_{rh} : 相対湿度

6) 融雪モデル

入力条件として与えた日雨量が雨か雪かを判断する基準に日最低気温を用いている。日最低気温が 0°C を下回る場合は降雪と見なし、融雪モデルによる計算を実施する。

融雪のモデルは、熱収支法を採用するものとし、顕熱交換量・潜熱交換量の式は、吉田 (1962) の式を用いる。

a. 基礎式

$$Q_M = Q_R + Q_A + Q_E + Q_P \quad (\text{式- 3.2.1.26})$$

ここに Q_M : 融雪熱量
 Q_R : 放射収支量
 Q_A : 大気と雪面の温度差に基づく顕熱交換量
 Q_E : 雪の蒸発または大気中の水蒸気の雪面への凝結による潜熱交換量
 Q_P : 雨または雪が与える熱量

b. 融雪熱量

$$Q_M = Lm \cdot q \quad (\text{式- 3.2.1.27})$$

ここに Lm : 氷の融解潜熱 (79.7cal/g)
 q : 融雪量 (g/cm²/hr=10mm/hr : 時間単位の場合)

式-3.2.1.26 から融雪熱量を算出し、式-3.2.1.27 より融雪量を求め、この融雪量が表層モデルへ流入するものとする。

c. 放射収支量

放射収支は短波放射収支 (第 1 項) と長波放射収支 (第 2 項) からなる。長波放射収支は Brunt の実験による。

$$Q_R = k(z)I(1 - \alpha) + \left\{ \sigma T_s^4 - \sigma T^4 (0.51 - 0.0066\sqrt{e}) \right\} (1 - n \cdot k) \quad (\text{式- 3.2.1.28})$$

ここに $k(z)$: 雪に吸収される短波放射量の割合で積雪深(z)の関係
 [雪の中の日射の衰弱係数を a とすると $k(z)=1-esp(az)$]

σ : Stefan-Boltzman 係数 ($4.986 \times 10^{-9} \text{cm/cm}^2/\text{hr/k}^4$)

l : 緯度, 太陽の傾き, 地形勾配を考慮した係数

α : アルベド

T_s : 雪の表面の温度 (k)

T : 表層付近の温度 (k)

e : 地表付近の水蒸気圧 (hpa)

k : 雲の種類により決まる定数

(下層雲 : 0.86 中層雲 : 0.77 上層雲 : 0.21、本モデルでは 0.86 を採用)

n : 雲量

d. 顕熱交換量

経験的に次の式で表される。

$$Q_A = f_A(u) \cdot T \quad (\text{式- 3.2.1.29})$$

ここに $f_A(u)$: 風速関数で風速の一次式
 経験式としては吉田の式等がある。

e. 潜熱交換量

経験的に次の式で表される。

$$Q_E = L \cdot E \quad (\text{式- 3.2.1.30})$$

$$E = f_E(u) \cdot \Delta e \quad (\text{式- 3.2.1.31})$$

ここに E : 蒸発量 ($\text{g/cm}^2/\text{hr} = 10\text{mm/hr}$)

$f_E(u)$: 風速関数で風速の一次式

L : 氷の融解潜熱と水の気化熱 (667cal/g)

Δe : 雪の表面と表層付近の水蒸気圧の差

経験式としては吉田の式等がある。

f. 吉田の式

$$Q_A = 0.306 \{1 + 2.03(2 - u_\tau)^3\} (T_{1.2} - T_0) \quad (\text{式- 3.2.1.32})$$

$$0.5 < u_\tau < 2.0 \quad (\text{m/s})$$

$$Q_A = 0.306 u_\tau (T_{1.2} - T_0) \quad (\text{式- 3.2.1.33})$$

$$u_\tau \geq 2.0 \quad (\text{m/s})$$

ここに Q_A : 顕熱交換量 ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{hr}^{-1}$)

T_a : 雪面上 a m の高さの気温 (°C) ($T_{1.2}$ はメッシュ平均気温、 T_0 は 0°C とした)
 u_τ : 風速

$$E = 0.844 \times 10^{-3} \{1 - 2.03(2 - u_\tau)^3\} (e_{1.2} - e_0) \quad (\text{式- 3.2.1.34})$$

$$0.5 < u_\tau < 2.0 \quad (\text{m/s})$$

$$E = 0.844 \times 10^{-3} u_\tau (e_{1.2} - e_0) \quad (\text{式- 3.2.1.35})$$

$$u_\tau \geq 2.0 \quad (\text{m/s})$$

ここに E : 蒸発量 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$)

e_a : 雪面上 a m の高さの水蒸気圧 (hpa) (Tetens の式-3.2.1.25 より算出)

g. 雨または雪が与える熱量

$$Q_p = C \cdot R \cdot T / 10 \quad (\text{式- 3.2.1.36})$$

ここに C : 雨または雪の比熱 (cal/g)

R : 雨または雪の強度 (mm/hr)

T : 雨または雪の温度 (°C)

7) ダムモデル

ダム地点のメッシュを特定し、下記3種の設定を行うことが可能である。

設定1 : ダム無し (流入量 = 放流量)

設定2 : ダム放流量入力 (ファイルで放流量データを与え、当該メッシュ流出量とする)

設定3 : ダム調節量入力 (ファイルで調節量データを与え、当該メッシュ流入量 + 調節量を当該メッシュ流出量とする)

本モデルでは上記の内、設定2を採用した。考慮したダムは利根川流域で7ダム、荒川流域で2ダム、多摩川流域で1ダムである。

[モデルに組み込んだダム]

○利根川流域

- ・奈良俣ダム
- ・矢木沢ダム
- ・藤原ダム
- ・相俣ダム
- ・菌原ダム
- ・草木ダム
- ・下久保ダム

○荒川流域

- ・二瀬ダム
- ・滝沢ダム

○多摩川流域

- ・小河内ダム

(2) 人工系水循環モデルの概要

水循環モデルに取り込む人工系水循環は、以下に示す 3 種類の系統とした。

- a) 農業用水
- b) 上水道・工業用水道
- c) 下水道排水

これらのモデル化方法は、以降に示すとおりである。

1) 人工系水循環のモデル化

a) 農業用水

農業用水として対象となるのは、水田かんがい、畑地かんがい、その他用水等があげられる。この中でも年間を通じた大部分が水田かんがい用水である事から、水田かんがい用水を対象にモデル化する。

水田かんがい用水は、表流水（河川水）を取水し、農業用排水路を経由して各水田で利用する方法と、ポンプにより揚水し注水する方法とがある。ここでは、この両方法をモデル化し取り扱う。水田は、季節により表面の状態が変化するとともに、水が貯まるという特徴がある。

地点別の取水量は、水利権量による取水パターンを設定して、その量を対象となるかんがい区域内の各タンクに面積割合に応じて配分するものとする。

なお、取水後の還元水が河川に戻る地点が特定できないため、取水地点で還元量分を割り引いて取水するものとした。

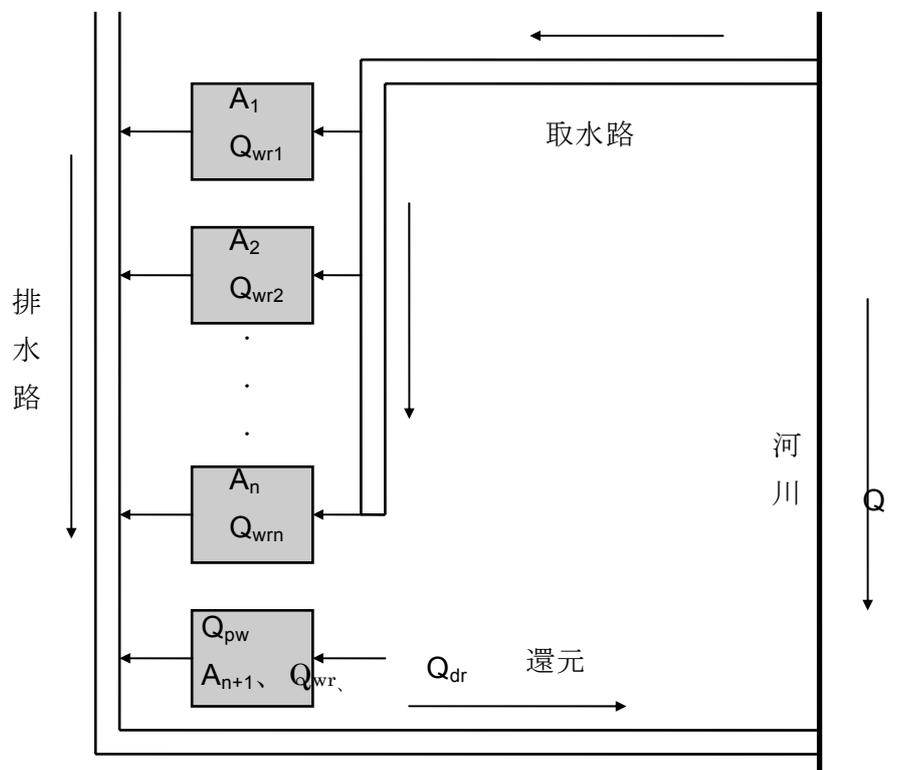


図- 3.2.1.11 農業用水モデル化の概念図

○かんがい取水量・揚水量・還元水量

$$Q_{wri} = \frac{A_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} Q_{wr}$$

$$Q_{wr} = (1 - \alpha_n) \cdot Q_{tn}$$

$$Q_{dr} = \beta_n \cdot Q_{wr}$$

ここに

- A_i : 第 i-th メッシュ面積(m²)
- Q_{wri} : 第 i-th メッシュかんがい流量(m³/day)
- Q_{tn} : 河川からのかんがい取水量(m³/day)
- Q_{wr} : かんがい用水量(m³/day)
- Q_{pw} : ポンプによる揚水量(m³/day)
- Q_{dr} : かんがい還元水量(m³/day)
- α_n : かんがい取水路漏水率
- β_n : かんがい用水還元率

○還元率

$$\beta_n = \frac{Q_{dr1}}{Q_{wr1}} = \frac{Q_{dr2}}{Q_{wr2}} = \dots = \frac{Q_{dri}}{Q_{wri}} = \frac{Q_{dr}}{Q_{wr}}$$

ここに、

h : モデルの貯留高(mm)

R : 雨量(mm)

E_{ps} : 蒸発量(mm)

S_{f2} : 表面流の発生する高さ(mm)

q_0 : 浸透モデルへの浸透量高(mm)

q_{sf} : 表面流出高(mm)

q_{ri} : 早い中間流出高(mm)

q_{in} : 浸透モデルからの流入高(mm)

q_{g1} : 不圧地下水流出高(mm)

q_{g2} : 被圧地下水流出高(mm)

S_g : 不圧地下水流出が発生する高さ

(m³/day)

q_{rin} : 上流河道からの流入高(mm)

○かんがい水深

$$h_{wri} = 1000 \cdot \left\{ \frac{(1 - \beta_n) Q_{wri}}{A_i} + \frac{\alpha_n Q_{in}}{A_i} \right\} \quad (mm)$$

○表層タンク水位変動量 ($h \geq S_{f2}$)

$$\frac{\partial h}{\partial t} = R + h_{wri} - E_{ps} - q_0 - q_{sf} - q_{ri}$$

○地下水タンク水位変動量 ($h \geq S_g$)

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{in} - q_{g1} - q_{g2} - Q_{pw} / A_i$$

○河道タンク河道貯留変動量

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{rin} + (Q_{dr} - Q_{tn}) / A_i - q_r$$

b) 上水道・工業用水道

都市生活用水量は、地点別の取水実績データもしくは、これらのデータから予測される取水量を用いる。同じく工業用水量は、取水点の実績データもしくはこのデータから予測される取水量を用い、給水区域で消費されるものとしている。

(利根大堰→秋ヶ瀬といった河川間の導水等についても取水地点と排水地点をつなぐことによりモデル化している)

○不飽和・地下水の減水深

$$\Delta h_{ss} = \alpha_k q_{tk} + \alpha_c q_{tc} \quad : \text{不飽和タンク減水深}$$

$$\Delta h_{sg} = -q_{pk} - q_{pc} \quad : \text{地下水タンク減水深}$$

○不飽和タンク水位変動量 ($S_{s1} = h < S_{s2}$)

$$\theta_s \frac{\partial h}{\partial t} = q_{in} - E_{ps} - q_{s0} - q_{s1} + \Delta h_{ss}$$

○地下水タンク水位変動量 ($h \geq S_g$)

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{in} - q_{g1} - q_{g2} + \Delta h_{sg}$$

ここに、

α_k :工業用水取水管の漏水率

α_c :都市生活用水取水管の漏水率

q_{tk} :工業用水取水量高(mm)

q_{tc} :都市生活用水取水量高(mm)

q_{pk} :地下水からポンプによる工業用水揚水量高(mm)

q_{pc} :地下水からポンプによる生活用水揚水量高(mm)

○河道タンク河道貯留変動量

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{rin} - q_r - q_{tk} - q_{tc}$$

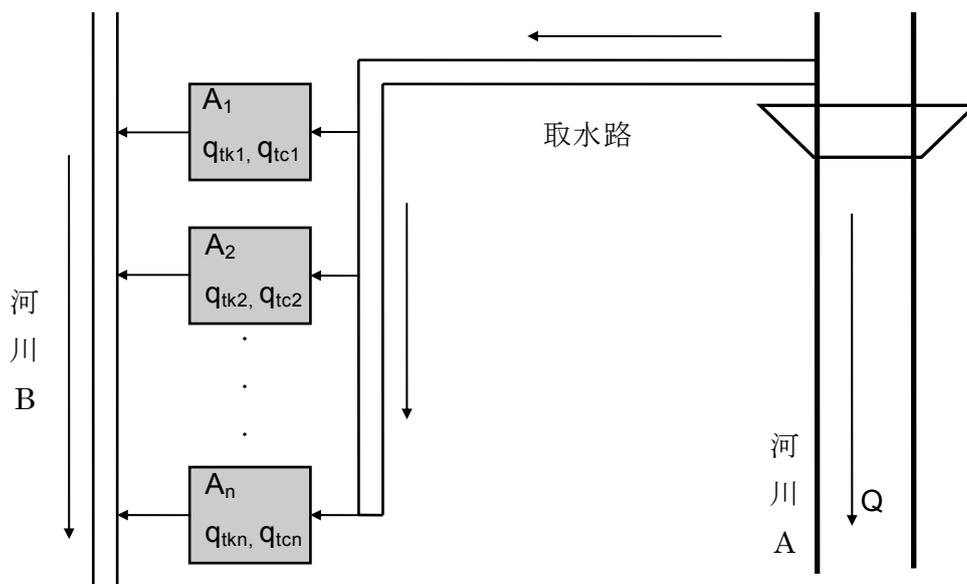


図- 3.2.1.12 上水道・工業用水道のモデル化の概念図

c) 下水道排水

下水管に地下水が浸出していることは、晴天日における汚水発生量と下水処理量に差があるため、この点を地下水タンク・河道タンクへ反映する。

○地下水の減水深

$$\Delta h_c = \beta_c q_{dc}$$

○地下水タンク水位変動量 ($h \geq S_g$)

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{in} - q_{g1} - q_{g2} + \Delta h_c$$

○河道タンク河道貯留変動量

$$\frac{\partial h}{\partial t} = q_{rin} - q_r + Q_{dc} / A$$

ここに、

β_c : 下水管への地下水の浸出率
(0.13)

Q_{dc} : 処理場生活污水排水量(m^3/s)

A : 処理場集水面積(m^2)

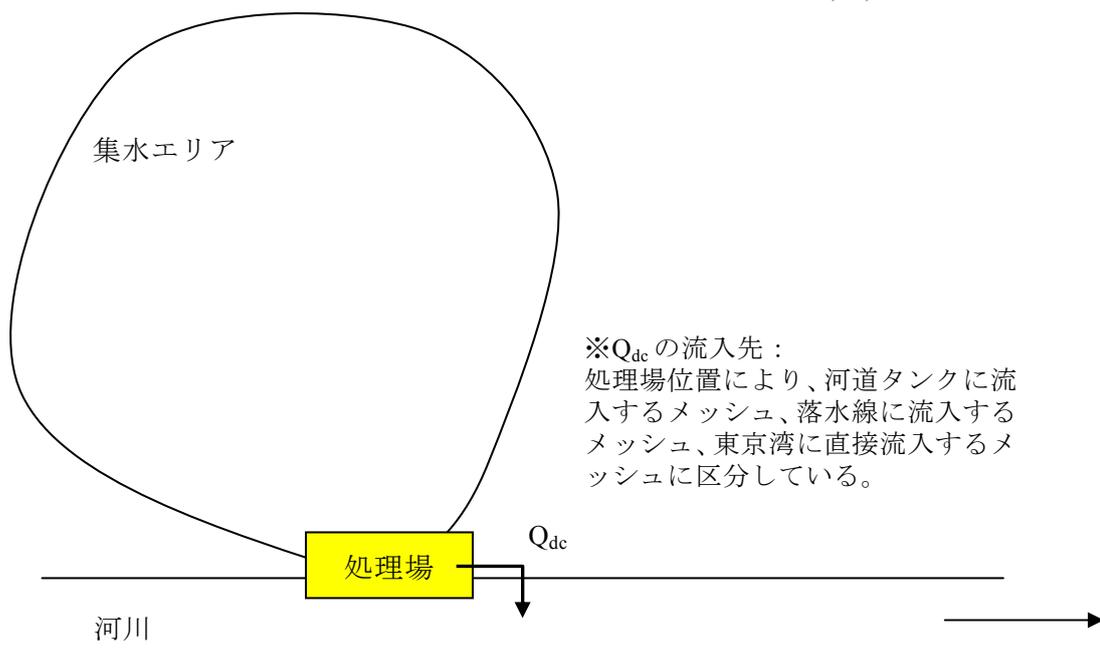


図- 3.2.1.13 下水道排水のモデル化の概念図

d) 人工系水循環モデルの組み込み

人工系の水循環を自然系水循環モデルに考慮する方法として、以下①～③のゾーンを想定する。

- ① 表層タンクに位置し、供給された水量は早い中間流と不飽和帯への供給源となる。
- ② 不飽和帯タンクに位置し、供給された水量は遅い中間流及び不圧地下水の供給源となる。
- ③ 地下水タンクに位置し、供給された水量は不圧地下水の供給源となる。

これらの仮定をもとに、各人工系の諸量を、表- 3.2.1.2の通り取り扱うものとする。

表- 3.2.1.2 人工系諸量の取り扱い

カテゴリ	取り扱い
農業用水	①に適用する。表面流としての流出はないが、中間流の一部及び地下浸透の源と仮定する。
上水道用水	漏水量が対象となり、②に適用する。
工業用水	同上。
下水道用水	③に適用する。下水道は基本的に地下水面より低い位置に埋設される事を考慮する。
ポンプ揚水	③に適用する。

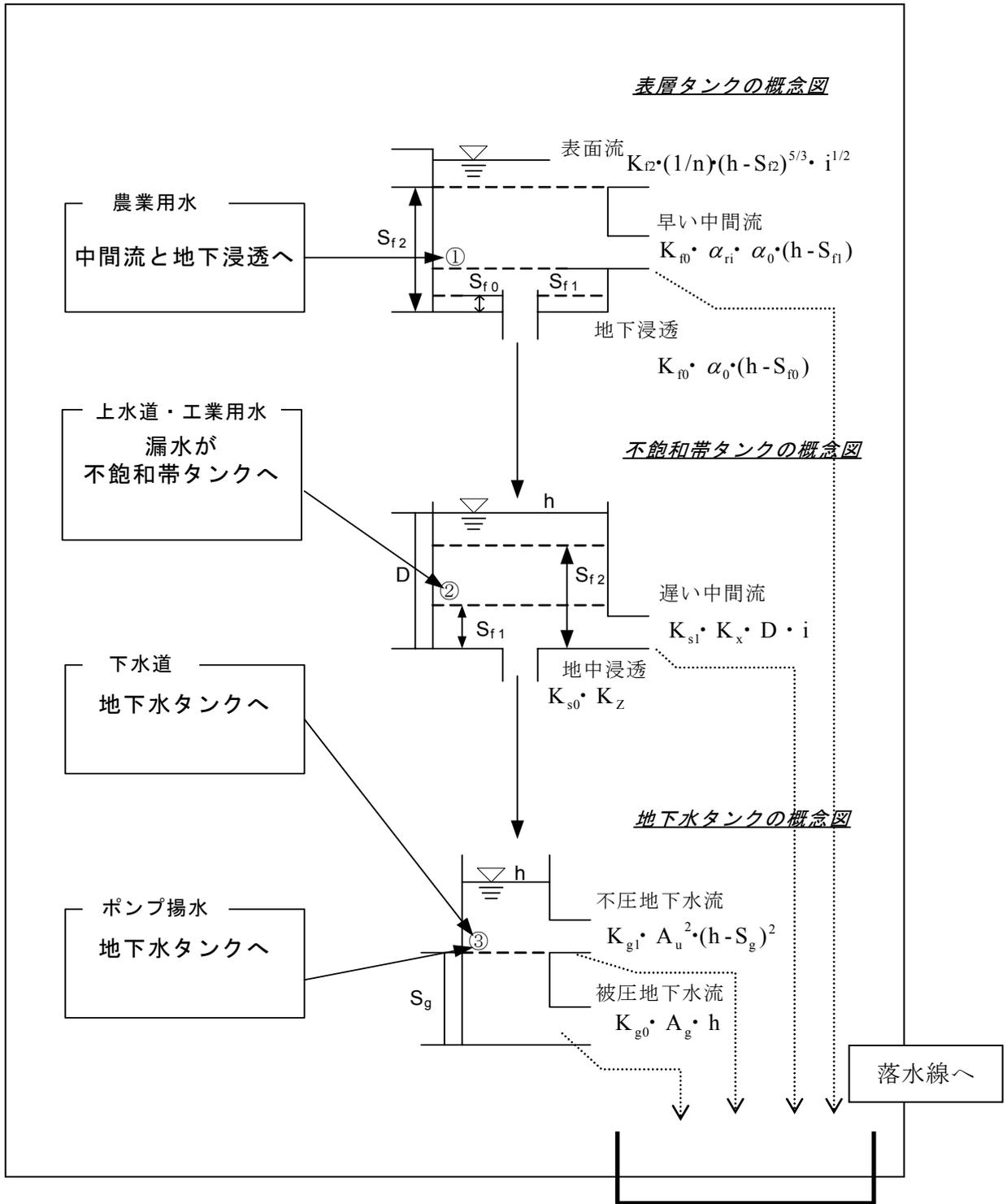


図- 3.2.1.14 人工系水循環モデルの組み込み概念図

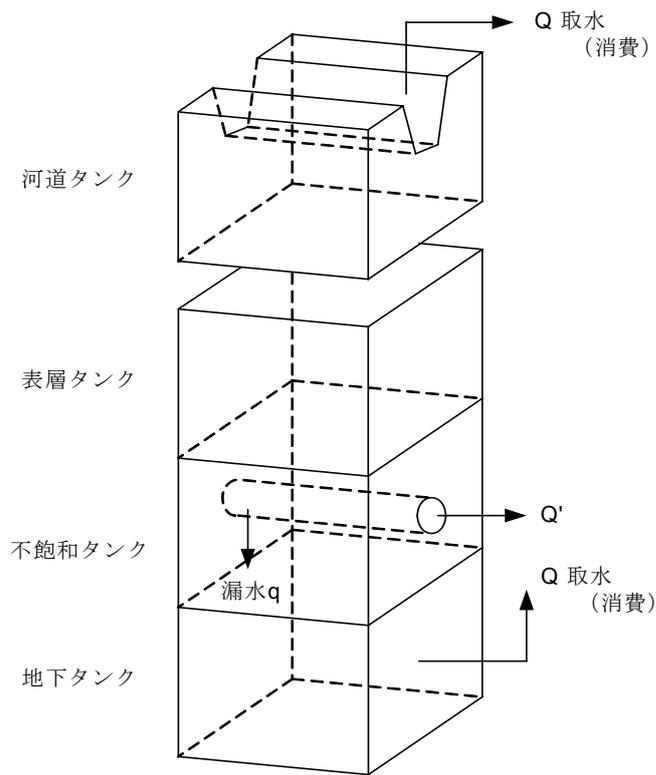


図- 3.2.1.15 上水道用水のモデル化概念図

(1) 取水量の推定 (Q' $m^3/日$)

各計算ブロックについて、漏水量 (q $m^3/日$) を推定するために日取水量を推定し、日取水量に漏水率を乗じて漏水量を算出し、シミュレーションの入力データとした。

$$\text{漏水量} (q \text{ } m^3/日) = \text{日取水量} (m^3/日) \times \text{漏水率}$$

日取水量は、月別取水量 (A $m^3/日$) をもとにし、市町村人口 (B 人) 割合で市町村別日取水量 (C $m^3/日$) を求め、この値を市町村面積 (D km^2) を用い、1 格子面積 (1 km^2) に分け、各格子の平均の取水量 (E $m^3/月$) とした。さらに、この取水量を月間日数で除して日取水量 (Q' $m^3/日$) を求めた。

(2) 漏水率

漏水率は、年間給水量の合計と無効水量の合計の比較より 0.7% とした。

ここで各種資料の出典は、以下の通りである。

- 月別取水量 $A(m^3/日)$ 水道統計
- 市町村人口 $B(人)$ 都県勢要覧
- 市町村面積 $D(km^2)$ 都県統計年鑑
- 年間取水量合計 水道統計

H13	年間給水量(千 m^3)	年間無効水量(千 m^3)	漏水率
茨城	306,910,000	26,002	0.8%
栃木	243,639,000	33,258	1.4%
群馬	315,563,000	37,149	1.2%
埼玉	898,498,000	62,764	0.7%
千葉	658,541,000	39,882	0.6%
東京	1,704,373,000	116,392	0.7%
神奈川	1,164,913,000	77,318	0.7%
合計	5,292,437,000	392,765	0.7%

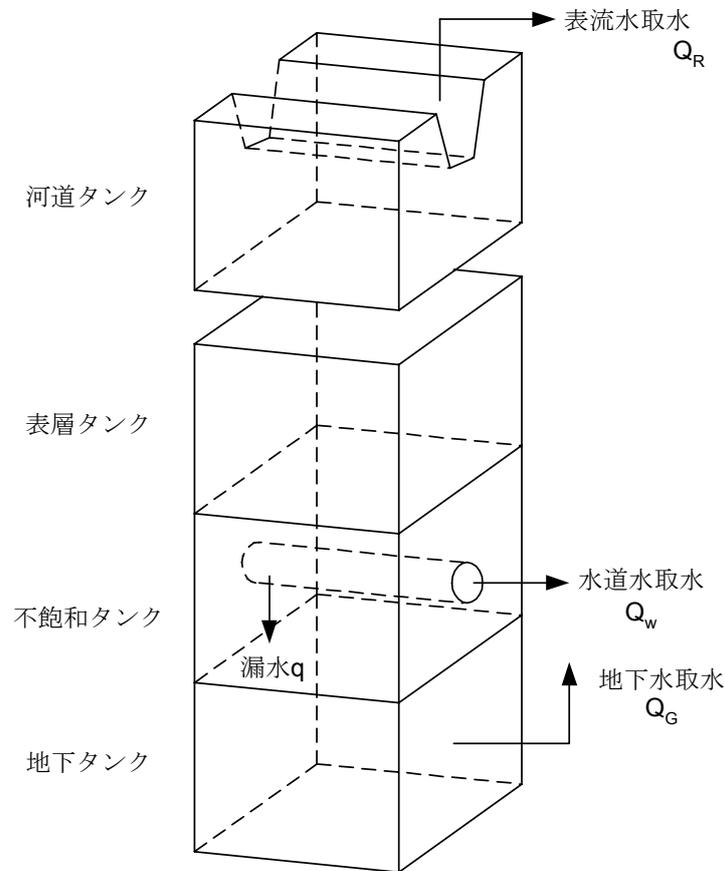


図- 3.2.1.16 工業用水のモデル化概念図

工業用水道として利用される水量の取水内訳は、河川水（地表水）、水道水及び地下水に区分される。

$$\text{工業用水}(Q_M) = \text{地表水}(Q_R) + \text{水道水}(Q_W) + \text{地下水}(Q_G)$$

工業統計表では、県別の年間の水源別用水量（ Q_R 、 Q_W 、 Q_G ）が取りまとめられていることより、これらの諸量を市町村別に、工業出荷額の規模に比例させて配分する。

次に各市町村毎の水源別工業用水を市町村面積で除して 1km^2 当りの用水量を求め、その値を各ブロックの用水量とした。さらに各ブロックの水源別用水量を年間日数で除して日量に換算し、シミュレーションの入力データとした。

水源別の取水方法、漏水量の取り扱いは①上水道用と同一と仮定する。ここで漏水率は、0.7%とした。

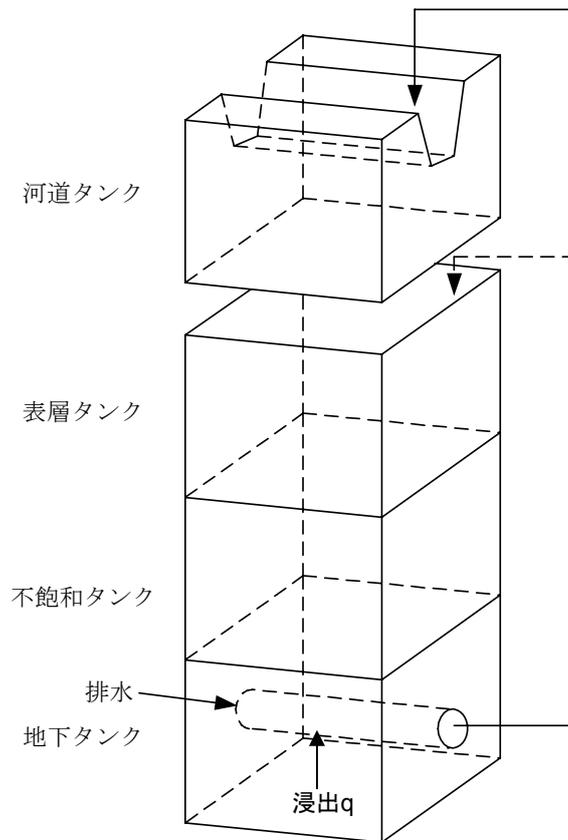


図- 3.2.1.17 下水道のモデル化概念図

(1) 汚水処理量

下水道統計より、県別の年間汚水処理量 (Q_M m³/年) が集計されている。この値をもとに、各市町村の人口比で市町村別汚水処理量を算出した。さらに、市町村別汚水処理量を市町村面積で除し、市町村別にブロック 1 km² あたりの年間汚水処理量を求め、この値を年間日数で除して日平均の処理水量とした。

(2) 浸出量

地下水の下水管路への浸出量は、下水道統計を用い、年間の汚水処理量と総有収水量の差から求めた。

$$\text{地下水浸出量(m}^3\text{/年)} = \text{年間総汚水処理量(m}^3\text{/年)} - \text{総有収水量(m}^3\text{/年)}$$

得られた地下水浸出量を市町村人口比で各市町村に配分し、さらに市町村面積及び年間日数で除して各市町村の 1 ブロック当りの地下水浸出量とした。

H13	年間汚水処理量(百万 m ³)	年間総有収水量(百万 m ³)	漏水量(百万 m ³)	漏水率
茨城	231,709	200,059	31,650	14%
栃木	146,304	104,522	41,782	29%
群馬	125,401	102,704	22,697	18%
埼玉	602,699	570,116	32,583	5%
千葉	452,956	377,024	75,932	17%
東京	1,789,244	1,646,602	142,642	8%
神奈川	1,155,183	917,010	238,173	21%
合計	4,503,496	3,918,037	585,459	13%

合計の漏水率 13%を浸出率とした。

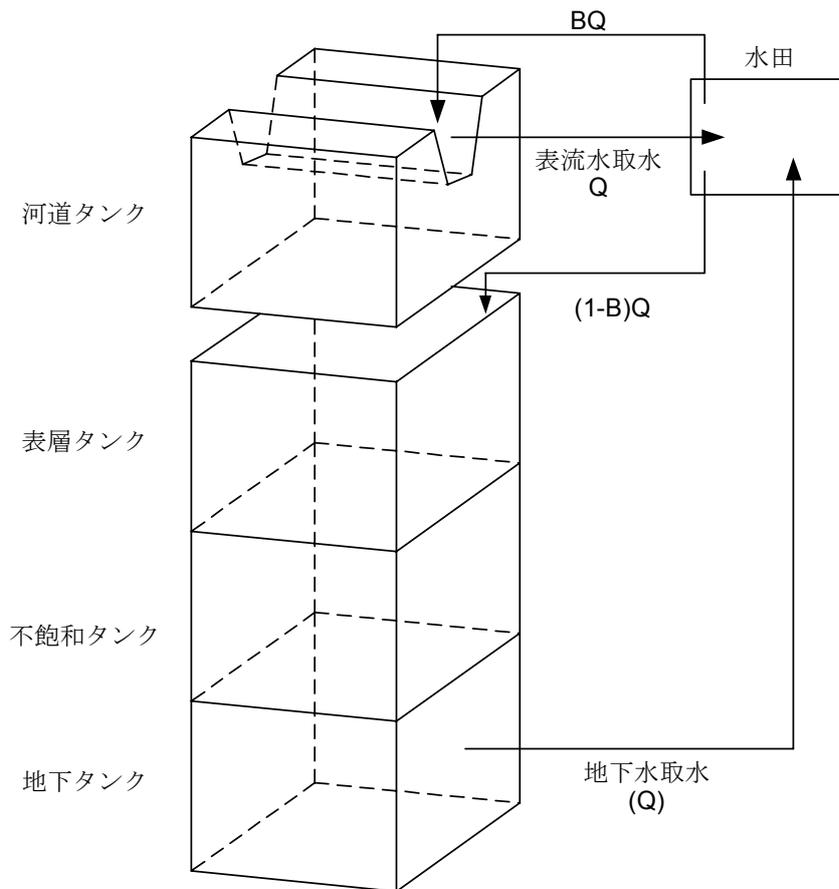


図- 3.2.1.18 農業用水のモデル化概念図

- (1) 農業用水取水量
 $\text{農業用水取水量}(\text{m}^3/\text{日}) = \text{かんがい面積}(\text{km}^2) \times \text{期別減水深}(\text{mm}/\text{日}) \times 1000 / (1 - \text{水路損失率})$
- (2) 期別減水深
 農業土木ハンドブックより、標準的な値として次頁(表-3.2.1.3)の数値を用いる。
- (3) かんがい面積
 都県農林水産統計年報より、各年の市区町村別水田面積および畑地面積を用いる。
- (4) 水路損失
 15%を見込んだ。
- (5) 農業用水取水量
 これらの値をもとに、市町村の農業用水取水量を算定し、市町村面積をもとに、シミュレーションブロック 1km^2 あたりの水量を算出し、農業用取水量として、設定した。
 取水水源は地表水（河川水）と地下水（ポンプ取水）に区分される。その振り分けは、平成15年度水資源白書の地域別用途別地下水依存率から「地表：地下=81：19」とした。さらに、取水量に対して還元率 B を考慮し、田面からの蒸発及び地下浸透で消費される分は、 $(1-B) \times Q$ となり、 $B \times Q$ は直接河川に還元されるものとした。

表- 3.2.1.3 期別減水深一覧

[水田]

期 別	早期栽培 (mm/日)	普通期栽培 (mm/日)
4/21~30	代かき (150)	
5/01~10	25	
5/11~20	26	
5/21~30	27	
5/31~6/09	28	
6/10~6/19	28	代かき (150)
6/20~6/29	27	26
6/30~7/09	28	28
7/10~7/19	27	28
7/20~7/29	29	29
7/30~8/08	27	28
8/09~8/18	26	28
8/19~8/28		27
8/29~9/07		27
9/08~9/17		28
9/18~9/27		26
9/28~10/07		25
上記以外	9.6	9.6

早期・普通期栽培の面積割合は、それぞれ 50%ずつとした。

[畑地]

期 別	減水深 (mm/日)
4/1~9/30	4
上記以外	0

2) 合流式下水道の取扱い

a) 合流改善に関する評価

合流改善事業は、合流式下水道において降雨の初期段階における汚濁濃度の高い汚水を公共水域へ放流することを極力抑えることを目的としている(貯留施設による対応やポンプ所などの施設運用による対応など)。東京都においては、晴天時汚水の流量(1Q)に対してある程度までの初期雨水を貯留するものとしている。合流改善事業の概要について以下に整理した。

- 東京都の基本対策：下水道は 3Q 以上（総雨量 5mm 程度）で雨水流出となる。（雨水ポンプにて排水を開始する）
 - 現状では 5mm 程度までは放流が行われない（3Q 対応の場合、処理場で処理されて廃水される）が、それを超えると直接雨水が河川に排水され、生活排水も含まれることとなる。
 - 降雨開始から累加雨量 5mm までは現状の処理場での処理を経由して排水され、ポンプ運転による初期雨水の排水は行わない。
 - 累加雨量が 5mm を超過した場合には初期汚濁を含めてポンプにて直接河川に排水される。
 - 合流改善事業では初期雨水の 8mm までは流域貯留を対策案として用いる。また、リアルタイムコントロール(RTC)による対策を推進中。
 - 東京都の下水道区域は 82%が合流式、79 ポンプ所で 100,000m³/分（1,670 m³/s）を排水。
 - 合流改善事業で、低平地での事例では、年間約 75 回の降雨に対し、ポンプ運転が 55 回行われており、雨量が 5mm を超過した段階で排水が始まる。つまり、5mm を超過する降雨回数が 55 回見込まれる（江東区での事例流域での実績値）。
- （例えば H13 の東京（大手町）では 1mm 以上が 97 日、5mm 以上が 63 日、20mm 以上が 25 日、最大で 186mm が観測されている。）

b) モデルでの表現方法

合流式下水道が流入する下水処理場について、ある一定以上の降雨があった場合に、汚水が処理場を経由されず直接公共水域へ排水されるという現象をモデルへ反映させる。

したがって、日雨量に対する判断基準値を設定し、基準値を超える際には処理場からの放流負荷濃度を変化させるという方針で合流改善の施策をモデルに反映させることとした。反映方法を以下に整理した。

- 下水道区域について、日降雨量 5mm 以下については現状のモデルでの処理場からの処理後の負荷量排出のみとする。排水量も処理場からの排水量で表現する。
- 日雨量で 5mm を超過する日の当該日負荷量は 5mm 超過分について未処理相当水質分が各メッシュからポンプ場に集計され、ポンプ場から排水される。(処理水と未処理水の比率に応じ、排水水質を決定する)
- 雨水排水と汚水排水は異なる場所で行われるケースも多いが、ここでは同一地点で排水されるものとする。
- 合流式下水道雨天時越流水(CSO)対策は東京都を例として、5mm 対策（3Q）であったものをクイックプラン対応の 8mm に引き延ばす対策を第一とし、次いで、RTC 制御などの導入で 25mm 対応までの対策を適用する。

降雨規模（日雨量）毎の晴天時流量に対する雨水流量の比率、処理水と未処理水の割合を図- 3.2.1.19に示した。この処理水と未処理水の割合に応じて下水処理場からの排水水質を変化させるものとした。

$$\text{降雨時負荷量} = \text{通常時負荷量} + \text{通常時負荷量} \times \text{比率A} \times \text{比率B}$$

比率A: 処理水質と未処理水質の比率(未処理水質/処理水質)

比率B: 下記で算定される、降雨規模別の処理水量と未処理水量の比率(未処理水質/処理水質)

ケース①現状: 5mm・3Qまでは全て処理し、3Qを超える流量が未処理で排出されると想定。

ケース②クイックプラン対応: 8mm・4.2Qまでは全て処理し、4.2Qを超える流量が未処理で排出されると想定。

ケース③RTC制御対応: 25mm・11Qまでは全て処理し、11Qを超える流量が未処理で排出されると想定。

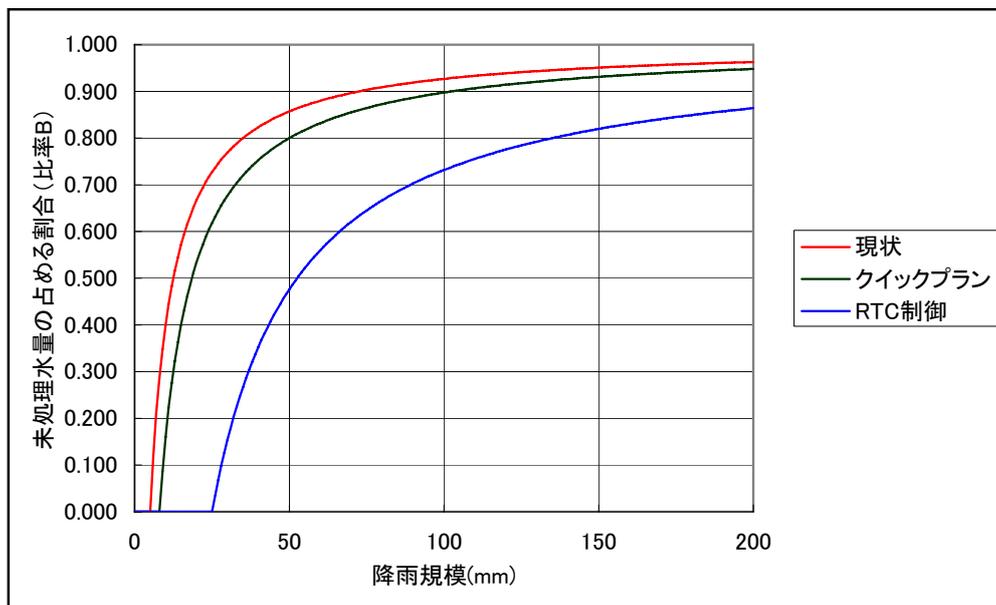


図- 3.2.1.19 合流式下水道の処理場からの排水負荷量算定方法

(3) 流域物質循環モデルの概要

1) 物質循環モデルの基礎式

物質流動モデルの基礎式を以下に示す。

a) 表層物質流動モデル

降雨負荷、面源負荷の地表面堆積・掃流、堆積物への吸脱着等を下記のモデルにより表現する。表層に堆積・吸着する汚濁負荷は表層流（表面流＋早い中間流）の掃流力によって流出するものとする。堆積物の流出負荷量は流量のべき乗に比例するものとした。また、流出負荷量と同じ水質で地中浸透するものとした。

①運動式

$$L_{f2} = k_{np} \cdot S_{np}^m \cdot A \cdot Q_{f2}^n \quad (\text{式- 3.2.1.37})$$

$$L_{f1} = L_{f2} / Q_{f2} \cdot Q_{f1} \quad (\text{式- 3.2.1.38})$$

②連続式

$$A \cdot \frac{dS_{np}}{dt} = S_u \cdot (1 - e^{-Ks \cdot T}) + C_r \cdot R \cdot A - k_{np} \cdot S_{np}^m \cdot A \cdot Q_{f2}^n - L_{f2} / Q_{f2} \cdot Q_{f1} \quad (\text{式- 3.2.1.39})$$

- ここに、
- L_{f2} : 表層モデルの流出負荷量 (g/d)
 - L_{f1} : 表層モデルから不飽和タンクへの浸透負荷量 (g/d)
 - Q_{f1} : 表層モデルの流出量 (m³/d)
 - Q_{f2} : 表層モデルから不飽和タンクへの浸透量 (m³/d)
 - k_{np} : 面源由来堆積物の掃流係数 (d/m⁶)
 - S_{np} : 面源由来堆積物量 (g/m²)
 - S_u : 極限堆積物量 (g)
 - Ks : 堆積速度係数(1/d)
 - T : 堆積 0 からの経過日数(d)
 - C_r : 降雨濃度 (g/m³)
 - R : 降雨量 (m/d)
 - A : 面積 (m²)
 - m, n : 定数

b) 不飽和層物質流動モデル

表層モデルより地中浸透した汚濁負荷は土壤内に蓄積し、蓄積物に吸脱着する過程を下式により表現する。蓄積物から溶脱した汚濁負荷は中間流によって流出する。また、流出負荷量と同じ水質で地中浸透するものとした。

①運動式

$$L_{s2} = k_s \cdot S_s^m \cdot A \cdot Q_{s2}^n \quad (\text{式- 3.2.1.40})$$

$$L_{s1} = L_{s2} / Q_{s2} \cdot Q_{s1} \quad (\text{式- 3.2.1.41})$$

②連続式

$$A \cdot \frac{dS_s}{dt} = S_{su} \cdot (1 - e^{-K_{ss}T}) - k_s \cdot S_s^m \cdot A \cdot Q_{s2}^n - L_{s2} / Q_{s2} \cdot Q_{s1} + L_{f2} / Q_{f2} \cdot Q_{f1} \quad (\text{式- 3.2.1.42})$$

- ここに、 L_{s2} : 不飽和層モデルの流出負荷量 (g/d)
 L_{s1} : 不飽和層モデルから地下水モデルへの浸透負荷量 (g/d)
 Q_{s2} : 不飽和層モデルの流出量 (m³/d)
 Q_{s1} : 不飽和層モデルから地下水モデルへの浸透量 (m³/d)
 k_s : 不飽和層モデルの吸脱着速度係数 (1/d)
 A : 面積 (m²)
 S_s : 不飽和層モデルの汚濁負荷の土壤内蓄積量 (g/m²)
 S_{su} : 極限溶脱物量 (g)
 K_{ss} : 溶脱速度係数(1/d)
 T : 溶脱 0 からの経過日数(d)
 m, n : 定数

c) 地下水層物質流動モデル

不飽和層モデルより地下浸透した汚濁負荷は土壤内に蓄積し、蓄積物に吸脱着する過程を下式により表現する。蓄積物から溶脱した汚濁負荷は基底流によって流出する。

①運動式

$$L_g = k_g \cdot S_g^m \cdot A \cdot Q_g^n \quad (\text{式- 3.2.1.43})$$

②連続式

$$A \cdot \frac{dS_g}{dt} = S_{gu} \cdot (1 - e^{-Kgs \cdot T}) - k_g \cdot S_g^m \cdot A \cdot Q_g^n + L_{s2} / Q_{s2} \cdot Q_{s1} \quad (\text{式- 3.2.1.44})$$

- ここに、 L_g : 地下水層モデルの流出負荷量 (g/d)
 Q_g : 地下水層モデルの流出量 (m³/d)
 k_g : 地下水層モデルの吸脱着速度係数 (1/d)
 A : 面積 (m²)
 S_g : 地下水層モデルの汚濁負荷の土壤内蓄積量 (g/m²)
 S_{gu} : 極限溶脱物量 (g)
 Kgs : 溶脱速度係数(1/d)
 T : 溶脱 0 からの経過日数(d)
 m, n : 定数

d) 河道物質流動モデル

各層のタンクからの流出負荷の自浄作用による河床への吸着等を含む河床堆積物が流量に比例して次メッシュへ流出するものとする。また、点源負荷は河道に直接排出され（河道タンクがないメッシュについては落水線に排出され）、各層からの流出負荷と共に流量に応じて次メッシュへ流出するものとする。

①運動式

$$L_{RO1} = C_R \cdot Q_{RO} \quad (\text{式- 3.2.1.45})$$

②連続式

$$C_R = (L_{RI1} + L_{I1} + L_p) / Q_{RI} \cdot e^{-(k1+k2) \cdot xt / uu} + C_{ka} \cdot (1 - e^{-(k1+k2) \cdot xt / uu}) / (k1 + k2) \quad (\text{式- 3.2.1.46})$$

- ここに、
- L_{RO1} : 次メッシュへ流出負荷量 (g/d)
 - C_R : 河道モデルの流出水濃度 (g/m³)
 - Q_{RO} : 河道モデルの流出量 (m³/d)
 - $k1$: 脱酸素係数 (1/d)
 - $k2$: 沈降・吸着による除去速度係数 (1/d)
 - Q_{RI} : 河道モデルへの流入量 (m³/d)
 - xt : 再懸濁による負荷速度定数 (1/d)
 - C_{ka} : 河道内汚濁負荷濃度 (g/m³)
 - uu : 河道水位 (m) $Q_{RO} / B / L$ (B :河道幅, L :河道長)
 - L_{RI1} : 前メッシュからの流入負荷量 (g/d)
 - L_{I1} : 流域（各層モデル）からの流入負荷量 (g/d)
 - L_p : 点源（生活系・工業系・畜産系）排出負荷量 (g/d)

2) 人工系物質循環モデルの概要

家庭排水による負荷量は、生活者の生活習慣・食習慣などを反映するので、地域（たとえば都市と農村）によって必ずしも同じではない。家庭排水は、し尿とその他の雑排水に分けられるが、下水道整備地域では両方とも下水処理場から排出される。しかし、未整備地域では雑排水は発生源で排出されるが、し尿は処理方式によって排出量・排出点が異なる。汲取り処分地域では、し尿は処理場から排出されることになり、処理場の位置によっては他流域へ持ち出されることもある。農地還元されている場合は、農地からの流出としてカウントされなければならない。し尿単独処理浄化槽で水洗化されている家庭では、一部浄化されて発生源で排出される。合併処理浄化槽によって雑排水とし尿が処理されている場合（集中浄化槽・コミュニティプラント・農村下水道など）は、両方とも処理されて発生源の近くから排出される。さらに、都市域では昼間人口の評価、観光地では入込み人口の評価などが必要になる（図- 3.2.1.20参照）。

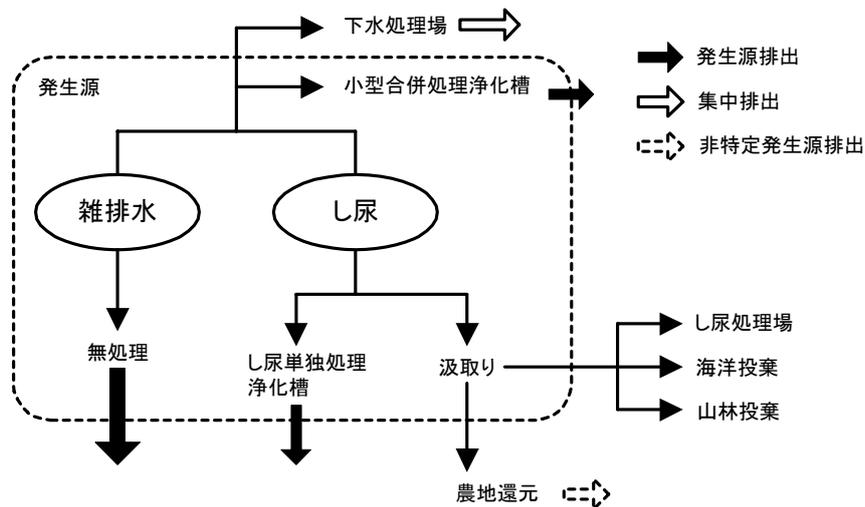


図- 3.2.1.20 家庭排水の発生形態

ここでは、生活系排水、事業所系排水、工場系排水及び畜産系排水の汚染源別に、それぞれ点源負荷系汚濁物質流動モデルを構築する。人工系物質循環モデルの設定方法を以下に示す。

a) 生活系排水モデル

生活系排水の汚濁負荷でモデルに取り込む必要のある汚濁負荷源は、下記に示す通りである。

- ① 下水処理場
- ② 農業集落排水処理場
- ③ 合併浄化槽
- ④ し尿処理場
- ⑤ 単独浄化槽
- ⑥ 自家処理
- ⑦ 雑排水処理

これらの負荷は、年間を通じて大きな変動のないものと考えられるため、時間的に一定の負荷量が近傍の落水線に流出するものとして、物質循環モデルを構築する。

① 下水処理場

下水処理場のモデル化は、処理場の位置、処理人口実績及び1人当たりの負荷量原単位をもとにしてモデルに組み込むものとする。モデル上では、下水処理場の排水口が位置しているメッシュの河道（河道タンクがないメッシュでは落水線）に汚濁負荷が流出するものとする。

② 農業集落排水処理場

処理人口実績及び1人当たりの負荷量原単位をもとにして、モデルに組み込むものとする。モデル上では、それぞれの市町村を構成する全メッシュに平均的に汚濁負荷を与え、近傍の落水線に汚濁負荷が直接流出するものとする。

③ 合併浄化槽

各合併浄化槽について、市町村毎の処理人口実績および1人当たりの負荷量原単位をもとに、モデル化を行う。モデル上の設定方法は②と同様とする。

④ し尿処理場

処理場の位置、稼働実績および市町村毎の処理人口実績をもとにモデルに組み込むものとする。モデル上の設定方法は②と同様とする。

⑤ 単独浄化槽

各単独浄化槽の市町村毎の処理人口実績、および1人当たりの負荷量原単位をもとにモデルに組み込むものとする。モデル上の設定方法は②と同様とする。

⑥ 自家処理

市町村毎の自家処理人口実績、および1人当たりの負荷量原単位をもとにモデルに組み込むものとする。モデル上の設定方法は②と同様とする。

⑦ 雑排水処理

流域で実施されている市町村毎の雑排水処理人口実績および1人当たりの負荷量原単位をもとに、モデルに組み込むものとする。モデル上の設定方法は②と同様とする。

なお、し尿処理場、単独浄化槽及び自家処理は、し尿のみを対象としているため、別途家庭排水を対象に雑排水処理を行うこととなる。したがって、市町村毎のし尿処理場対象人口、単独浄化槽処理人口及び自家処理人口の和は、雑排水処理人口に等しくなる。

b) 事業所系排水モデル

事業所系排水の汚濁物負荷についても生活系排水と同様の方法で物質循環モデルを構築する。データとしては、市町村別に排水量や汚濁負荷濃度が存在するので、それぞれの市町村を構成する全メッシュに平均的にこれらの負荷量を入力し、近傍の落水線に汚濁負荷が直接流出するものとする。

c) 工業系排水モデル

工場系排水の汚濁負荷についても生活系排水と同様の方法で物質循環モデルを構築する。データとしては、市町村別、業種別に排水量や汚濁負荷濃度が存在するので、それぞれの市町村を構成する全メッシュに平均的にこれらの負荷量を入力し、近傍の落水線に汚濁負荷が直接流出するものとする。

d) 畜産系排水モデル

畜産系排水の汚濁物負荷については、生活系排水と同様の方法で物質循環モデルを構築する。データとしては、市町村別、家畜別に汚濁負荷量が存在するので、それぞれの市町村を構成する全メッシュに平均的にこれらの負荷量を入力し、近傍の落水線に汚濁負荷が直接流出するものとする。

3.2.2 水域モデル（流動・水質モデル）の概要

(1) 流域モデルと水域モデル接続の目的

1) 対象とする時空間スケールについて

東京湾のような閉鎖性水域の水環境の再生について検討する場合、また、そのための流動・水質モデルを選定する場合、取り扱う現象やその時空間スケールを明らかにする必要がある。

例えば、河口沿岸域や汽水域の干潟、藻場等の水質（濁り、貧酸素化）や底質（粒径、Eh、IL 等）の改善を議論する場合には、塩淡水層、河口流出流、波浪変形等による物質移動を把握する事が望ましい。

一方、東京湾の広域的な水質レベルの改善を議論する場合には、湾内の富栄養化現象を扱うことが重要である。

前者では、数 m～数十 m の空間スケールで数時間～数日間の時間スケールを扱うモデルが必要であり、後者は、数百 m～数 km の空間スケールで数ヶ月間の時間を扱うモデルが必要である。今回の検討では東京湾全体の流動や水質の評価と通年を通じて検討を行うことを念頭にモデルの構築を行った。

表- 3.2.2.1 エスチャリーにおける水質変動に関わる現象の時間スケール²⁾

時間 スケール	自然現象				人為現象
	流体運動	気象・地象	生物的变化	化学的变化	
10 ⁰	渦、乱流			懸濁物質による吸脱着 酸化・還元	
10 ¹	底泥巻上げ 風波 うねり				
1分					
10 ²	懸濁物質の沈降 静振		BOD菌の増殖 脱窒菌の増殖	酸素の溶解	
10 ³					
1時間		気温変化 日射量変化 水温変動			
10 ⁴	潮位変化	風 降雨 河川水量変化	硝化菌の増殖 植物プランクトンの上下動 植物プランクトンの増殖 魚群の衆参		生活排水による負荷
1日					
10 ⁵					
1周					
10 ⁶	大潮・小潮	温度躍層の季節変化			肥料流亡 農業利水
1月					
10 ⁷	大大潮・小小潮				
1年					
10 ⁸		気象長期変動 地盤変動	生物資源の長期変化		土地利用変化
突発的		台風			汚濁物質の排出

↑ 貧酸素化

↓ 広域的
水質レベル

2) 水域モデルにおいて求められる要件

閉鎖性水域の水物質循環に関わる施策（流域負荷削減、干潟再生など）による湾内の水質改善効果を評価するには、次の要件を満たす必要があると考えられる。

a) 流域水物質循環に係わる施策の評価

水質季節変化を表現できるモデルである必要がある。

b) 干潟の再生等の施策の評価

底泥の溶出や浅場の浄化機能を表現する項目が必要である。

c) 今後、下水道の合流改善等に関わる施策にも使える

大腸菌群数の移流拡散計算が可能なモデルである必要がある。

d) 水質改善効果をわかりやすい指標で表現

水質改善効果を透明度で表現する。

(2) 流動モデルの構造

1) 流れの基礎方程式

a) 連続方程式

空間的に密度が変化する水域における連続方程式は、均質流体の質量保存式

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho \operatorname{div}U = 0 \quad (\text{式- 3.2.2.1})$$

に対して、溶質の拡散を考慮した以下の式が成立する。

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho \operatorname{div}U = K\nabla^2 C \quad (\text{式- 3.2.2.2})$$

また、濃度 C の保存式は以下のようなになる。

$$\frac{DC}{Dt} + C \operatorname{div}U = K\nabla^2 C \quad (\text{式- 3.2.2.3})$$

ただし、記号はそれぞれ以下に示すとおりである。

$$\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z}$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

$$\operatorname{div} = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}$$

t : 時間

x, y, z : 空間座標（直交座標系）

ρ : 密度

U : 速度ベクトル

u, v, w : 速度ベクトルの x, y, z 方向成分

K : 拡散係数

C : 溶質濃度

ここで、密度変化の原因となる温度及び濃度の変化がそれほど大きくなく、かつ水は非圧縮性を仮定し、圧力による変化を無視すると、式-3.2.2.2 と式-3.2.2.3 から式-3.2.2.4 が導かれる。

$$\operatorname{div}U = 0 \quad (\text{式- 3.2.2.4})$$

したがって、密度差が存在する流れの場合においても密度が一様な非圧縮性流体と同様の連続式が適応可能となる。

b) 運動方程式

x , y 軸を水平方向、 z 軸を鉛直方向に設定し、鉛直方向には速度変化及び加速度が小さく、静力学平衡が成り立つと仮定すると、 x , y 方向の運動方程式 (flux form) は以下のようになる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(u^2) - \frac{\partial}{\partial y}(uv) - \frac{\partial}{\partial z}(uw) + f_0 v - g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{g}{\rho} \int_z^0 \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p_0}{\partial x} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.5})$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(uv) - \frac{\partial}{\partial y}(v^2) - \frac{\partial}{\partial z}(vw) - f_0 u - g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{g}{\rho} \int_z^0 \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p_0}{\partial y} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial v}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.6})$$

ここで、

- f_0 : コリオリパラメータ
- ζ : 平均水面から自由水面までの高さ
- g : 重力加速度
- p_0 : 大気圧
- N_x, N_y, N_z : x, y, z 方向の渦動粘性係数

c) 熱収支の式

熱についての移流拡散方程式を用いる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(uT) - \frac{\partial}{\partial y}(vT) - \frac{\partial}{\partial z}(wT) \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.7})$$

ここで、

- T : 水温
- k_x, k_y, k_z : x, y, z 方向の熱に関する乱流拡散係数

d) 塩素量収支の式

塩素量についての移流拡散方程式を用いる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial Cl}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(uCl) - \frac{\partial}{\partial y}(vCl) - \frac{\partial}{\partial z}(wCl) \\ & + \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x \frac{\partial Cl}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y \frac{\partial Cl}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(K_z \frac{\partial Cl}{\partial z}\right) \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.8})$$

ここで、

Cl : 塩素量

K_x, K_y, K_z : x, y, z 方向の塩素量に関する乱流拡散係数

e) 状態方程式

塩素量と水温から密度を計算するための状態方程式として Knudsen の式を用いる。

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\sigma_t}{1000} + 1 \\ \sigma_t &= \Sigma_t + (\sigma_0 + 0.1324)\{1 - A_t + B_t(\sigma_0 - 0.1324)\} \\ \sigma_0 &= -0.069 + 1.4708Cl - 0.001570Cl^2 + 0.0000398Cl^3 \\ \Sigma_t &= -\frac{(T - 3.98)^2}{503.570} \cdot \frac{T + 28.30}{T + 67.26} \\ A_t &= T(4.7867 - 0.098185T + 0.0010843T^2) \times 10^{-3} \\ B_t &= T(18.030 - 0.8164T + 0.01667T^2) \times 10^{-6} \end{aligned}$$

2) マルチレベルモデル密度流モデル

基礎方程式、式-3.2.2.5～式-3.2.2.8 をセル内で Z 方向に積分すると、以下のようなマルチレベルモデルの基礎式が得られる。

a) 運動方程式

$$\begin{aligned} \frac{\partial M_k}{\partial t} \cong & -\frac{\partial}{\partial x}(M_k v_k) - \frac{\partial}{\partial y}(M_k v_k) - (uw) \Big|_{z=-H_{k-1}} + (uw) \Big|_{z=-H_k} + f_0 N_k \\ & + \frac{h_k}{\rho_k} \left\{ [\tilde{P}_x]_k - \frac{1}{2} g h_k \frac{\partial \rho_k}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial M_k}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial M_k}{\partial y} \right) \\ & + \frac{1}{\rho} \tau_x^{k-1,k} - \frac{1}{\rho} \tau_x^{k,k+1} \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.9})$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial N_k}{\partial t} \cong & -\frac{\partial}{\partial x}(N_k v_k) - \frac{\partial}{\partial y}(N_k v_k) - (uw) \Big|_{z=-H_{k-1}} + (uw) \Big|_{z=-H_k} - f_0 M_k \\ & + \frac{h_k}{\rho_k} \left\{ [\tilde{P}_y]_k - \frac{1}{2} g h_k \frac{\partial \rho_k}{\partial y} \right\} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial N_k}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial N_k}{\partial y} \right) \\ & + \frac{1}{\rho} \tau_y^{k-1,k} - \frac{1}{\rho} \tau_y^{k+1,k} \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.10})$$

b) 連続方程式

$$w_k = 0 \quad (k = K) \quad (\text{式- 3.2.2.11})$$

$$w_{k+1} = w_k - \frac{\partial M_k}{\partial x} - \frac{\partial N_k}{\partial y} \quad (k = 2, 3, \dots, K) \quad (\text{式- 3.2.2.12})$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = w_1 - \frac{\partial M_1}{\partial x} - \frac{\partial N_1}{\partial x} \quad (\text{式- 3.2.2.13})$$

c) 熱収支の式

(top-レベル)

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(h_1 T_1) = & -\frac{\partial}{\partial x}(M_1 T_1) - \frac{\partial}{\partial y}(N_1 T_1) + (wT) \Big|_{z=-H_1} \\ & + \frac{\partial}{\partial x}\left(h_1 k_x \frac{\partial T_1}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h_1 k_y \frac{\partial T_1}{\partial y}\right) - \frac{Q_s}{c_v \rho} - \left(k_z \frac{\partial T}{\partial z}\right) \Big|_{z=-H_1} \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.14})$$

(他のレベル)

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(h_k T_k) = & -\frac{\partial}{\partial x}(M_k T_k) - \frac{\partial}{\partial y}(N_k T_k) - (wT) \Big|_{z=-H_{k-1}} + (wT) \Big|_{z=-H_k} \\ & + \frac{\partial}{\partial x}\left(h_k k_x \frac{\partial T_k}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h_k k_y \frac{\partial T_k}{\partial y}\right) \\ & + \left(k_z \frac{\partial T}{\partial z}\right) \Big|_{z=-H_{k-1}} - \left(k_z \frac{\partial T}{\partial z}\right) \Big|_{z=-H_k} \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.15})$$

d) 塩素量収支の式

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(h_k Cl_k) = & -\frac{\partial}{\partial x}(M_k Cl_k) - \frac{\partial}{\partial y}(N_k Cl_k) \\ & - (wCl) \Big|_{z=-H_{k-1}} + (wCl) \Big|_{z=-H_k} \\ & + \frac{\partial}{\partial x}\left(h_k K_x \frac{\partial Cl_k}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h_k K_y \frac{\partial Cl_k}{\partial y}\right) \\ & + \left(K_z \frac{\partial Cl}{\partial z}\right) \Big|_{z=-H_{k-1}} - \left(K_z \frac{\partial Cl}{\partial z}\right) \Big|_{z=-H_k} \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.16})$$

ここで変数の添え字 k は、第 k 番目のセルの値を意味する。またセル内の線流量 M , N を以下のように定義する。

$$\begin{aligned} M_k & \equiv \int_{-H_k}^{-H_{k-1}} u dz \quad , \quad N_k \equiv \int_{-H_k}^{-H_{k-1}} v dz \\ [\tilde{P}_x]_k & : \\ [\tilde{P}_x] & = -\frac{\partial p_0}{\partial x} - \rho_1 g \frac{\partial \zeta}{\partial x} \\ [\tilde{P}_x]_k & = [\tilde{P}_x]_{k-1} - g h_{k-1} \frac{\partial \rho_{k-1}}{\partial x} \quad (k \geq 2) \end{aligned}$$

y 方向も同様

h_k : 第 k 番目のセルの高さ ($= H_k - H_{k-1}$)

$\tau_x^{k-1,k}, \tau_y^{k-1,k}$: 第 1 番目セルと第 k 番目セルの間に働く

x, y 方向の剪断力

7) 自由水面上に働く剪断力 (風による粘性応力)

$$\begin{aligned} \tau_x^{0,1} & = \rho_a \gamma_a^2 W_x \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \\ \tau_y^{0,1} & = \rho_a \gamma_a^2 W_y \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \end{aligned}$$

ρ_a : 空気密度

γ_a^2 : 海面摩擦係数

W_x, W_y : 風速ベクトルの x, y 方向成分

イ) 海底面に働く剪断力

$$\tau_x^{K,K+1} = \rho \gamma_b^2 u_K \sqrt{u_K^2 + v_K^2}$$

$$\tau_y^{K,K+1} = \rho \gamma_b^2 v_K \sqrt{u_K^2 + v_K^2}$$

γ_b^2 : 底面摩擦係数

ウ) レベル間に働く剪断力

$$\tau_x^{k-1,k} = \rho \gamma_i^2 (u_{k-1} - u_k) \cdot \sqrt{(u_{k-1} - u_k)^2 + (v_{k-1} - v_k)^2}$$

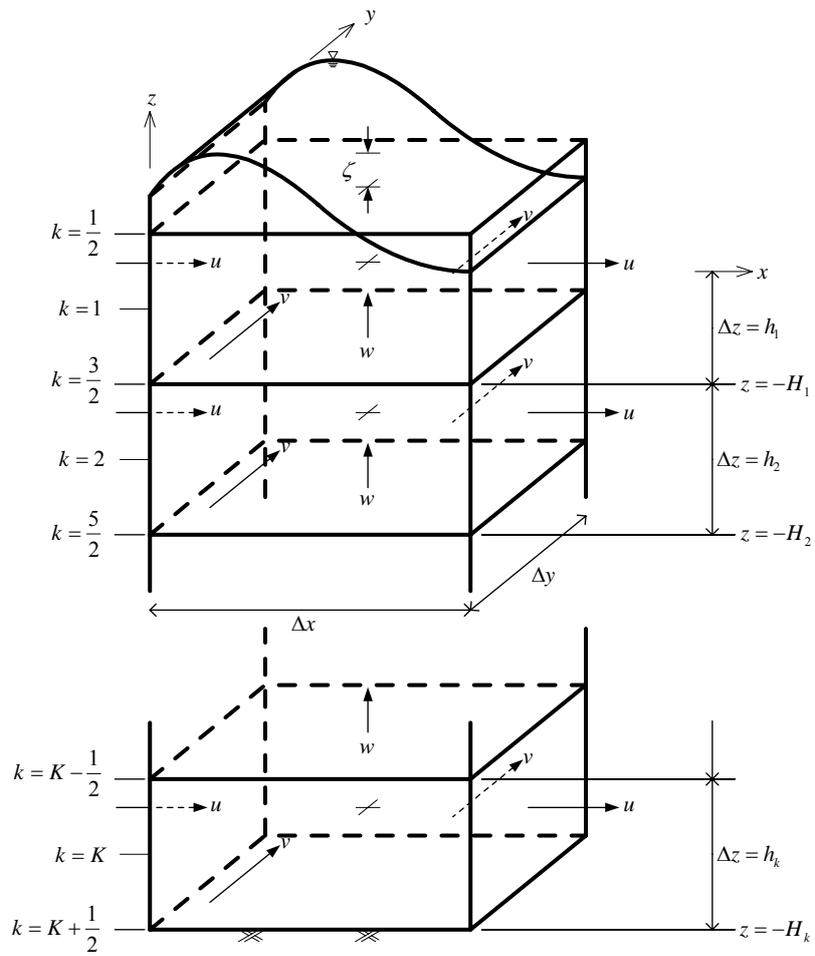
$$\tau_y^{k-1,k} = \rho \gamma_i^2 (v_{k-1} - v_k) \cdot \sqrt{(u_{k-1} - u_k)^2 + (v_{k-1} - v_k)^2}$$

$(k = 2, 3, \dots, K)$

γ_i^2 : 内部摩擦係数

Q_s : 大気への放熱係数

C_v : 比熱



図・3.2.2.1 マルチレベルモデルの座標系と変数の配置

3) 拡散の基礎方程式

3次元の物質拡散の基礎方程式は、

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z} \\ = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_{hx} \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_{hy} \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial c}{\partial z} \right) + S_c \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.17})$$

である。ここで、

S_c : 内部変化項 ※大腸菌群数の計算ではゼロとする

c : 物質濃度 (g/m³)

h : 水深 (m)

u, v, w : x, y, z 方向の平均流速成分 (m/s)

D_h, D_v : 水平、鉛直渦動拡散係数 (m²/s)

t : 時間 (s)

・境界条件は

水底 ($z = -h$) で、

$$-D_v \frac{\partial c}{\partial z} = R_b \quad (\text{式- 3.2.2.18})$$

ここで、 R_b : 底面からの溶出量 (g/m²/s)

境界層 ($z = -h_i$) で、

$$D_v \frac{\partial c}{\partial z} \Big|_{z=-h_i} = D_v \frac{c_i - c_{i+1}}{h_i} \quad (\text{式- 3.2.2.19})$$

水面 ($z = \zeta$) で、

$$D_v \frac{\partial c}{\partial z} = 0 \quad (\text{式- 3.2.2.20})$$

式-3.2.2.17 をセル内で Z 方向に積分すると次式になる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (h_k C_k) = & -\frac{\partial}{\partial x} (M_k C_k) - \frac{\partial}{\partial y} (N_k C_k) \\ & - (wC) \Big|_{z=-H_{k+1}} + (wC) \Big|_{z=-H_k} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_k K_x \frac{\partial C_k}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_k K_y \frac{\partial C_k}{\partial y} \right) \\ & + \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_{k+1}} - \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_k} + S_c \cdot h_k \end{aligned} \quad (\text{式- 3.2.2.21})$$

(3) 生態系（富栄養化）モデルの考え方

本モデルで取り扱う水質項目は表- 3.2.2.2 に示す 8 項目である。生態系モデルの概念図は、図- 3.2.2.2 のとおりである。

表- 3.2.2.2 水質項目及びその主成分、単位

項 目	主 成 分	変 数 名	単 位
植物プランクトン (Phytoplankton)	クロロフィル a (Chlorophyll-a)	P	$\mu\text{g} - \text{chl}a / l$
動物プランクトン (Zooplankton)	動物炭素量— Zooplankton Carbon	Z	$\text{mg}C / l$
無機態窒素 (IN —Inorganic Nitrogen)	Ammonia Nitrogen、 Nitrite Nitrogen、 Nitrate Nitrogen	C_{IN}	$\text{mg}N / l$
有機態窒素 (ON —Organic Nitrogen)	非生物（命）体 Organic Nitrogen	C_{ON}	$\text{mg}N / l$
無機態リン (IP — Inorganic Phosphorus)	リン酸態リン— Orthophosphate	C_{IP}	$\text{mg}P / l$
有機態リン (OP — Organic Phosphorus)	非生物（命）体 Organic Phosphorus	C_{OP}	$\text{mg}P / l$
化学的酸素要求量 (COD)	非生物（命）体有機物 Chemical Oxygen Demand	C_{COD}	$\text{mg}O_2 / l$
溶存酸素 (DO)	Dissolved Oxygen	C_{DO}	$\text{mg}O_2 / l$

有機態の窒素及びリンの定式化には、生物（命）体を含める場合と含めない場合があるが、本モデルでは、プランクトンの死骸や排泄物などを非生物体の有機物とし、生物体の植物プランクトン・動物プランクトンと分離して計算する方法をとる。すなわち本モデルにおける有機態窒素、有機態リン及び COD の算出は、まず河川などから流入するのが非生物体であるとして、デトリタスなどによって生産される非生物体物質を微分方程式によって計算する。次に全有機態窒素、全有機態リン及び全 COD は、この非生物体と別途計算される植物プランクトン、動物プランクトンによって生産される生物体との合計で構成されるものとする。このようなモデル化により、有機態窒素、有機態リン及び有機物 COD が生物体と非生物体の両方を含むことによる物質生産を、合理的に計算することが可能である。何が有機物の生産や分解に関与するかが明確になる。

したがって、全有機態窒素 TON (Total Organic Nitrogen) は植物プランクトン及び動物プランクトンの生物体有機態窒素と非生物体有機態窒素との加算となり、全有機態窒素 TON と無機態窒素との累加は全窒素 TN (Total Nitrogen) となる。同じく、全有機態リン TOP (Total Organic Phosphorus) は植物プランクトン及び動物プランクトンの生物体有機態リンと非

生物体有機態リンとを加算したものとなり、全有機態リン TOP と無機態リンとの累加は全リン TP (Total Phosphorus) となる。また、全 COD ($TCOD$ —Total Chemical Oxygen Demand) は植物プランクトン及び動物プランクトンの生物体 COD と非生物体の有機物 COD との累加となる。

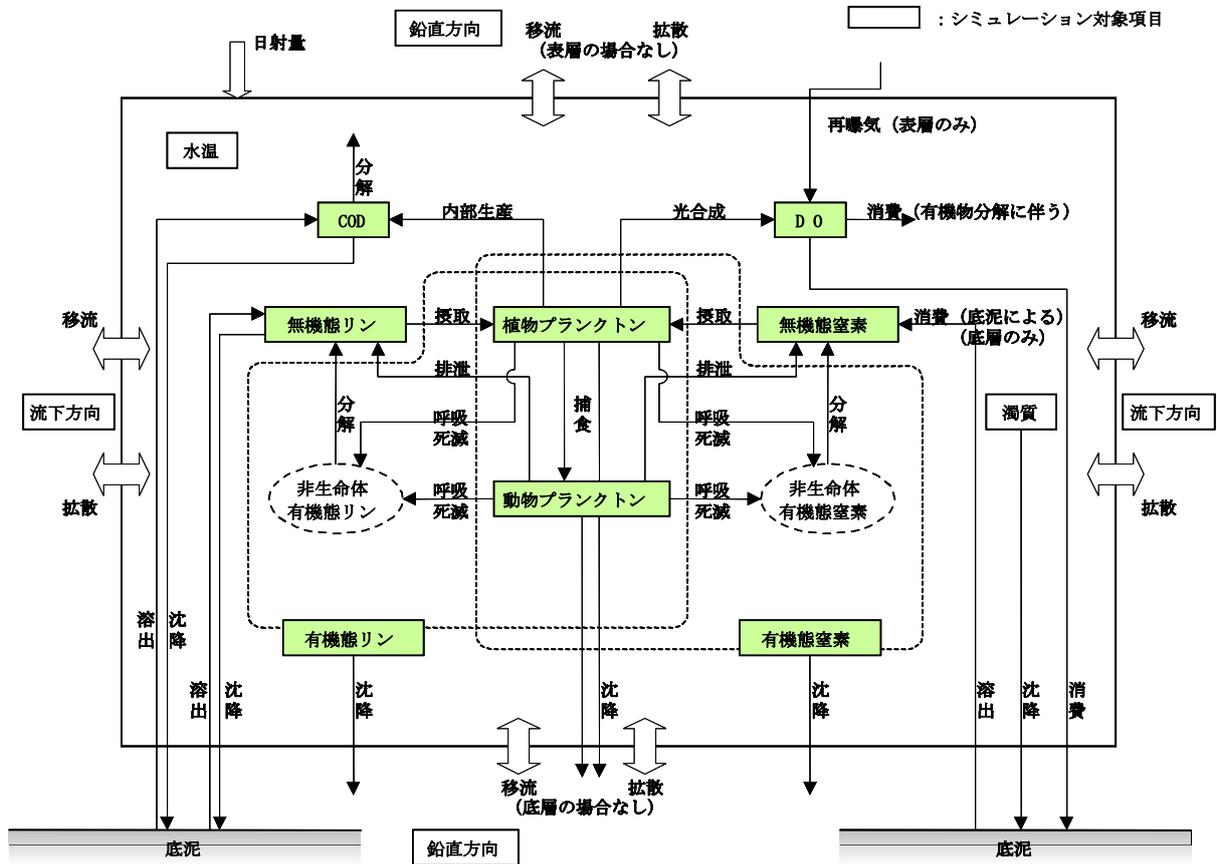


図- 3.2.2.2 生態系モデルの概念図

生態系モデルによる内部領域における各水質の発生及び消滅濃度率は、濃度収支式 (式-3.2.2.17) の右辺 S_i 項となる。以下、図- 3.2.2.2で示したモデルの概念図に基づき、各水質項目ごとの発生及び消滅濃度率の算定法を示す。

1) 植物プランクトン (Phytoplankton)

植物プランクトンはクロロフィル a で表示される。これは、植物プランクトン個体数を計算する方法に比べ測定者による誤差が少なく、また、有機物生産などを考える場合には光合成の直接の担い手であるクロロフィル a がよい指標となりうるからである。

細胞が無限に増殖しない理由は多く存在するが、一般の環境では、基質や栄養塩の枯渇によるものである。ダム湖、湖沼や湾のように閉鎖性が強く、水が長期に滞留する水域では、植物プランクトンが、律速栄養塩として窒素やリンなどを摂取して、光合成により水中の無機炭素より有機物を合成し増殖する。水域で窒素及びリンの濃度が高くなり植物プランクトンが異常増殖し、これに伴って種々の水質障害が生じる現象は富栄養化とよばれ、水質保全上の重要な問題となっている。

植物プランクトンの細胞（又は濃度）の増加速度 dP/dt は、単位濃度当たりの増殖速度である比増殖速度 μ_p を用いて表示される。

$$\frac{dP}{dt} = \mu_p P$$

ここで、 μ_p は植物プランクトンの比増殖速度、 P は植物プランクトン濃度 ($\mu\text{g-chla}/\ell$) である。植物プランクトンの比増殖速度に影響する因子としては、日照強度、水温、無機態窒素濃度、無機態リン濃度及びスペース効果を考慮する。

$$\mu_p = \mu_{p_{\max}} \cdot F_I \cdot F_N \cdot F_T$$

ここで、 $\mu_{p_{\max}}$ はその最大比増殖速度、 F_I 、 F_N 、 F_T はそれぞれ日照強度、栄養塩濃度及び温度に関する影響関数である。

光の影響関数 F_I としては照度（あるいは日射量） I に関して直線、飽和型又は指数型の近似法のいずれかがよく用いられる。ここで、日照強度効果は植物プランクトン増殖に対する強光阻害を考え、Dituro らの考えをもとに以下の式（強光阻害も連続表示）で与える。

$$F_I = \frac{I_z}{I_s} \exp\left(1 - \frac{I_z}{I_s}\right)$$

ここで、 F_I は日照強度とスペース効果による影響の修正係数、 I_s は最大増殖速度を与える最適照度 (lux 、あるいは最適日射量)、 I_z は水深 z 位置における照度 (lux 、あるいは日射量) である。最適照度あるいは最適日射量 I_s は種によって異なるが、 $2000 \sim 20000 \text{ lux}$ あるいは $300 \sim 350 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{day})$ 程度の値が日本ではよく用いられる。

光は水中で Lambert-Beer (ランベルト - ベール) の法則に従って減衰する。したがって、水深 z 位置における照度 I_z は

$$I_z = I_0 \exp(-\lambda(\zeta - z))$$
$$\lambda = \lambda_g P + \lambda_h$$

ここで、 I_0 は水面における照度 (lux 、あるいは日射量)、 ζ は水位、 λ は光の減衰係数であり、植物プランクトンによるもの (係数 λ_g) と、その他のもの (λ_h) とに分ける必要がある。

栄養塩類濃度による影響 F_N は律速栄養塩である無機態窒素及び無機態リンの濃度 C_{IN} 及び C_{IP} に関する Michaelis-Menten 型の式で近似する。

生物の生育収量は、必須栄養分の中で不足する養分量に支配されるため、最小値が選ばれて

$$F_N = \text{MIN}\left(\frac{C_{IN}}{K_{IN} + C_{IN}}, \frac{C_{IP}}{K_{IP} + C_{IP}}\right), \quad (\text{式- 3.2.2.22})$$

又は複数乗じられて
$$F_N = \frac{C_{IN}}{K_{IN} + C_{IN}} \frac{C_{IP}}{K_{IP} + C_{IP}} \quad (\text{式- 3.2.2.23})$$

の二つの計算法がある。ここで、 K_{IN} 及び K_{IP} は半飽和定数である。

本モデルでは式-3.2.2.22 を採用する。

したがって、

$$\mu_P = \mu_{P\max} \cdot F_T \cdot F_I \cdot \text{MIN}\left(\frac{C_{IN}}{K_{IN} + C_{IN}}, \frac{C_{IP}}{K_{IP} + C_{IP}}\right), \quad (\text{式- 3.2.2.24})$$

又は
$$\mu_P = \mu_{P\max} \cdot F_T \cdot F_I \cdot \frac{C_{IN}}{K_{IN} + C_{IN}} \frac{C_{IP}}{K_{IP} + C_{IP}} \quad (\text{式- 3.2.2.25})$$

がある。本モデルでは式-3.2.2.24 を採用する。

温度条件は微生物増殖・分解や物質変換経路にとって重要である。微生物による変換反応に関与する酵素は蛋白質であり、温度が高いほどその活性は高い一方で蛋白質の変質が生じるため温度の上限があり、最適温度範囲が存在する。水温による影響 F_T は以下の式を適用する。

$$F_T = \frac{T}{T_s} \exp\left(1 - \frac{T}{T_s}\right) \quad (\text{式- 3.2.2.26})$$

ここで、 θ ($=1.02 \sim 1.06$) : 定数、 T : 水温、 T_s : 最適温度、 T_s : $\mu_{P\max}$ を決定したときの基準温度、一般的には $T_s = 20^\circ\text{C}$ 。

ここに、

- T : 水温 ($^\circ\text{C}$)
- μ_P : 植物プランクトン増殖速度 (1/day) ;
- $\mu_{P\max}$: 20 $^\circ\text{C}$ における植物プランクトン最大増殖速度 (1/day) ;
- C_{IN} : 無機態窒素濃度 (mgN/l) ;
- C_{IP} : 無機態リン濃度 (mgP/l) ;
- K_{IN} : 無機態窒素のMichaelis定数 (mgN/l) ;
- K_{IP} : 無機態リンのMichaelis定数 (mgP/l) ;
- F_T : 水温による影響の修正項 ;
- T_s : 最適水温 ($^\circ\text{C}$) ;

である。

植物プランクトンの変化速度は増殖速度と死滅速度とを加算した形で示される。したがって、植物プランクトンの増殖活動は一次反応型として次式で表される。

$$S_p = \mu_p P - D_p$$

ここで、 D_p は植物プランクトンの減少である。植物プランクトンの減少項としては、自己分解項、動物プランクトンによる捕食項及び沈降項を考慮する。動物プランクトンはフィルターフィーダーであり、捕食速度については、動物プランクトン濃度と捕食率（濾水速度 C_g ）に比例するものとし、飽食効果を併せて考慮した。沈降項については現存量に比例して沈殿するものと考えた。

$$D_p = (R_p \theta_p^{T-20} + C_g Z) P - \omega_p \frac{\partial P}{\partial z} \quad (\text{式- 3.2.2.27})$$

$$S_p = \mu_p P - (R_p \theta_p^{T-20} + C_g Z) P + \omega_p \frac{\partial P}{\partial z} \quad (\text{式- 3.2.2.28})$$

動物プランクトンの濾水速度 C_g は温度が上昇するとともに大きくなり、また植物プランクトン濃度が高くなるにつれて減少する。したがって、

$$C_g = C_{g \max} \theta_{Pg}^{T-20} \frac{K_{Pg}}{K_{Pg} + P} \quad (\text{式- 3.2.2.29})$$

ここで、

- D_p : 植物プランクトン減少速度 (1/day) ;
- R_p : 20°Cにおける植物プランクトン死滅率 (1/day) ;
- θ_p : 植物プランクトン死滅率の温度補正係数 ;
- C_g : 動物プランクトンの濾過（捕食）率 ($\ell / mgC.day$) ;
- $C_{g \max}$: 20°Cにおける最大濾過率 ;
- θ_{Pg} : 動物プランクトンの濾過率の温度補正係数 ;
- Z : 動物プランクトン濃度 (mgC/l) ;
- K_{Pg} : 飽食効果に対するMichaelis定数 ($\mu g - chla / \ell$)、動物プランクトンによる植物プランクトンの捕食の半飽和定数 ;
- ω_p : 動物プランクトンの沈降速度 (m/day)

である。

2) 動物プランクトン (Zooplankton)

動物プランクトン（濃度 Z ）は動物炭素量で表示する。増殖項 μ_z については、植物プランクトン捕食によるもののみを考える。捕食では前述のとおり、捕食速度が動物プランクトン濃度と濾水速度に比例するものとして、飽食効果も考慮する。減少項としては自己分解項及び自然死滅を考慮し、大型動物による摂取は考慮していない。また、自泳性を有することから沈降項も考慮しない。

したがって、動物プランクトンの変化速度は次式で表される。

$$S_z = (\mu_z - R_z \theta_z^{T-20} - D_z)Z \quad (\text{式- 3.2.2.30})$$

$$\mu_z = \gamma_{PZ} a_z C_g P \quad (\text{式- 3.2.2.31})$$

ここで、

- μ_z : 動物プランクトン生成速度 (1/day) ;
- γ_{PZ} : $C/chla$ 比 ($mgC/\mu g - chla$)、植物プランクトン量からの動物プランクトン炭素量への換算係数 ;
- a_z : 植物プランクトン同化率 (摂食効率、0.40~0.85) ;
- R_z : 動物プランクトンの呼吸による分解速度定数 (1/day) ;
- θ_z : 動物プランクトンの呼吸による分解速度の温度補正係数
- D_z : 動物プランクトンの自然死滅速度 (1/day) ;

である。

3) 無機態窒素 (IN : Inorganic Nitrogen)

無機態窒素濃度は河川などからの流入量その他、増加項として有機窒素の分解による増加、底泥からの溶出（最下層コントロールボリュームのみ）による増加、さらに植物プランクトンの自己分解による回帰、動物プランクトンの自己分解による回帰があると考えられる。

減少項としては、植物プランクトン増殖に伴う摂取、吸収による減少を考慮する。したがって、無機態窒素の変化速度は次式で表される。

$$\begin{aligned}
 S_{IN} = & - (\text{植物プランクトンによる摂取}) + (\text{植物プランクトンの自己分解による回帰}) + (\text{動物プランクトンの自己分解による回帰}) + (\text{非生物体有機態窒素のバクテリアによる分解}) + (\text{底泥からの溶出}) \\
 = & \gamma_{PN}(-\mu_P + a_{PI}R_P\theta_P^{T-20})P + \gamma_{ZN}a_{ZI}R_Z\theta_Z^{T-20}Z \\
 & + k_N\theta_{ON}^{T-20}C_{ON} + W_{IN}\theta_{IN}^{T-20}\frac{A}{V}
 \end{aligned}
 \tag{式- 3.2.2.32}$$

ここで、

- C_{IN} : 無機態窒素濃度 (mgN/ℓ) ;
- C_{ON} : 非生物体有機態窒素濃度 (mgN/ℓ) ;
- γ_{PN} : 植物プランクトン中の窒素クロロフィルa ($N/chla$) 比 ($mgN/\mu g - chla$)、植物プランクトン量からの窒素量への換算係数 ;
- a_{PI} : 植物プランクトンの回帰率 (≈ 0.5) ;
- k_N : 有機態窒素の無機化分解速度 ($1/day$) ;
- θ_{ON} : 窒素分解速度の温度補正係数 ;
- γ_{ZN} : 動物プランクトン中の窒素炭素量 (N/C) 比 (mgN/mgC) ;
- a_{ZI} : 動物プランクトンの回帰率 (≈ 0.5) ;
- W_{IN} : 底泥からの無機態窒素溶出速度 ($gN/m^2 \cdot day$) ;
- θ_{IN} : 底泥からの無機態窒素溶出速度の温度補正係数 ;
- A : 最下層コントロールボリュームに対する底面積 (m^2) ;
- V : 最下層コントロールボリューム (m^3)

である。

4) 有機態窒素 (ON : Organic Nitrogen)

本モデルでは、非生物体有機態窒素を取り扱う。非生物体有機態窒素濃度の変化は流入量及び放流量などからの影響のほかに、増加項として植物プランクトン及び動物プランクトンの自己分解による回帰、動物プランクトンからの排泄、動物プランクトンの自然死滅であり、減少量としては、バクテリアによる無機態窒素への交換、非溶存態の非生物体有機態窒素の沈殿であると考えられる。なお、底泥からの溶出については有機態窒素としての溶出はないものとする。したがって、有機態窒素の変化速度は次式で表される。

$$\begin{aligned}
 S_{ON} = & \text{(植物プランクトンの自己分解による回帰)} + \text{(動物プランクトンからの排} \\
 & \text{泄)} + \text{(動物プランクトンの自己分解による回帰)} + \text{(動物プランクトンの} \\
 & \text{自然死滅)} - \text{(非生物体有機態窒素のバクテリアによる分解)} + \text{(沈降)} \\
 = & \gamma_{PN}((1-a_{PI})R_P\theta_P^{T-20} + (1-a_z)C_g Z)P \\
 & + \gamma_{ZN}((1-a_{ZI})R_Z\theta_Z^{T-20} + D_Z)Z - k_N\theta_{ON}^{T-20}C_{ON} \\
 & + (1-f_{ON})\omega_{ON}\frac{\partial C_{ON}}{\partial z}
 \end{aligned} \tag{式- 3.2.2.33}$$

ここで、 ω_{ON} は有機態窒素沈降速度 (m/day)、 f_{ON} は溶存態非生物体の有機態窒素成分である。

以上から、全有機態窒素および全窒素の濃度は下式により与えられる。

全有機態窒素：

$$\begin{aligned}
 TON = & \text{(植物プランクトン態窒素)} + \text{(動物プランクトン態窒素)} + \text{(非} \\
 & \text{生物体有機態窒素)} \\
 = & \gamma_{PN}P + \gamma_{ZN}Z + C_{ON}
 \end{aligned}$$

全窒素：

$$\begin{aligned}
 TN = & \text{(植物プランクトン態窒素)} + \text{(動物プランクトン態窒素)} + \text{(非} \\
 & \text{生物体有機態窒素)} + \text{(無機態窒素)} \\
 = & \gamma_{PN}P + \gamma_{ZN}Z + C_{ON} + C_{IN}
 \end{aligned}$$

5) 無機態リン (IP : Inorganic Phosphorus)

無機態リン濃度変化については河川からの流入量及び堰から放流量などの影響のほか、有機態リンの細菌による無機態リンへの変換量、底泥からの溶出量、さらに動物プランクトンからの排泄などにより増加する。また減少量については、植物プランクトンの摂取及び、懸濁物に吸着され、沈殿による減少を考える。したがって、無機態リンの変化速度は次式で表される。

$$\begin{aligned}
 S_{IP} &= - (\text{植物プランクトンによる摂取}) + (\text{植物プランクトンの自己分解による回帰}) + (\text{動物プランクトンの自己分解による回帰}) + (\text{非生物体有機態リンの細菌による分解}) + (\text{底泥からの溶出}) + (\text{沈降}) \\
 &= \gamma_{PP}(-\mu_P + a_{PI}R_P\theta_P^{T-20})P + \gamma_{ZP}a_{ZI}R_Z\theta_Z^{T-20}Z \\
 &\quad + k_P\theta_{OP}^{T-20}C_{OP} + W_{IP}\theta_{IP}^{T-20}\frac{A}{V} + (1-f_{IP})\omega_{IP}\frac{\partial C_{IP}}{\partial z}
 \end{aligned}
 \tag{式- 3.2.2.34}$$

ここで、

- C_{IP} : 無機態リン濃度 (mgP/l) ;
- C_{OP} : 有機態リン濃度 (mgP/l) ;
- k_P : 有機態リンの無機化分解速度 ($20^\circ C$) ($1/day$) ;
- θ_{OP} : 有機態リンの無機化速度の温度補正係数 ;
- W_{IP} : 底泥からの無機態リン溶出速度 ($gP/m^2 \cdot day$) ;
- θ_{IP} : 底泥からの無機態リン溶出速度の温度補正係数 ;
- ω_{IP} : 無機態リンの沈降速度 (m/day)
- f_{IP} : 溶存態又は吸着されない無機態リン成分

である。

無機態リンが懸濁物に吸着されやすいため、本モデルでは吸着沈殿過程による無機態リンの減少も考慮する。

6) 有機態リン (OP : Organic Phosphorus)

本モデルでは、非生物体有機態リンを取り扱う。非生物体の有機態リン濃度の変化については河川からの流入・堰及び水門からの放流などの影響のほか、増加項として植物プランクトン及び動物プランクトンの自己分解による回帰、動物プランクトンからの排泄、動物プランクトンの自然死滅であると考えられる。減少項については、有機態窒素と同様にバクテリアによる無機態リンへの変換量、非溶存態の非生物体有機態リンの沈殿を考慮する。なお、底泥からの溶出については有機態リンとしての溶出はないものとする。したがって、有機態リンの変化速度は次式で表される。

$$\begin{aligned}
 S_{OP} &= (\text{植物プランクトンの自己分解による回帰}) + (\text{動物プランクトンからの排} \\
 &\quad \text{泄}) + (\text{動物プランクトンの自己分解による回帰}) + (\text{動物プランクトンの} \\
 &\quad \text{自然死滅}) - (\text{非生物体有機態リンのバクテリアによる分解}) + (\text{沈降}) \\
 &= \gamma_{PP}((1-a_{PI})R_P\theta_P^{T-20} + (1-a_z)C_g Z)P \\
 &\quad + \gamma_{ZP}((1-a_{ZI})R_Z\theta_Z^{T-20} + D_Z)Z - k_P\theta_{OP}^{T-20}C_{OP} \\
 &\quad + (1-f_{OP})\omega_{OP}\frac{\partial C_{OP}}{\partial z}
 \end{aligned}
 \tag{式- 3.2.2.35}$$

ここで、 ω_{OP} は有機態リン沈降速度 (m/day)、 f_{OP} は溶存態非生物体有機態リン成分である。

以上から、全有機態リンおよび全リンの濃度は下式により与えられる。

全有機態リン：

$$\begin{aligned}
 TOP &= (\text{植物プランクトン態リン}) + (\text{動物プランクトン態リン}) + (\text{非} \\
 &\quad \text{生物体有機態リン}) \\
 &= \gamma_{PP}P + \gamma_{ZP}Z + C_{OP}
 \end{aligned}$$

全リン：

$$\begin{aligned}
 TP &= (\text{植物プランクトン態リン}) + (\text{動物プランクトン態リン}) + (\text{非生} \\
 &\quad \text{物体有機態リン}) + (\text{無機態リン}) \\
 &= \gamma_{PP}P + \gamma_{ZP}Z + C_{OP} + C_{IP}
 \end{aligned}$$

7) 化学的酸素要求量 (COD : Chemical Oxygen Demand)

有機物の化学的酸素要求量 COD は水中の易分解性有機物の存在量を示す指標であり、生物では植物、動物のプランクトン、非生物では懸濁態有機物や溶存態有機物のコンパートメントの挙動を知れば COD の時間変化を知ることができる。ここでは非生物体有機物の COD の変化速度を次式で表す。

$$\begin{aligned}
 S_{COD} = & \text{(植物プランクトンの自己分解による回帰)} + \text{(動物プランクトンからの排泄)} \\
 & + \text{(動物プランクトンの自己分解による回帰)} + \text{(動物プランクトンの自然死滅)} \\
 & - \text{(非生物体有機物のバクテリアによる分解)} + \text{(底泥からの溶出)} + \text{(沈降)} \\
 = & \gamma_{PC} ((1 - a_{PI}) R_P \theta_P^{T-20} + (1 - a_z) C_g Z) P \\
 & + \gamma_{ZC} ((1 - a_{ZI}) R_Z \theta_Z^{T-20} + D_Z) Z - k_C \theta_C^{T-20} C_{COD} + W_{COD} \theta_{COD}^{T-20} \frac{A}{V} \quad (\text{式- 3.2.2.36}) \\
 & + \omega_C \frac{\partial C_{COD}}{\partial z}
 \end{aligned}$$

ここで、

- C_{COD} : 化学的酸素要求量 (mgO_2 / ℓ) ;
- γ_{PC} : 植物プランクトンの COD への換算係数 ($mgO_2 / \mu g - chla$) ;
- γ_{ZC} : 動物プランクトンの COD への換算係数 (mgO_2 / mgC) ;
- k_C : 有機物分解速度定数 ($1 / day$) ;
- θ_C : 有機物分解速度定数の温度補正係数 ;
- W_{COD} : 底泥からの COD 溶出速度 ($gO_2 / m^2 \cdot day$) ;
- θ_{COD} : 底泥からの COD 溶出速度の温度補正係数 ;
- ω_{COD} : COD の沈降速度 (m / day)

である。

以上から、全 COD の濃度は下式により与えられる。

$$\begin{aligned}
 \text{全 } COD : \\
 T_{COD} = & \text{(植物プランクトン態 } COD) + \text{(動物プランクトン態 } COD) + \\
 & \text{(非生物体有機物 } COD) \\
 = & \gamma_{PC} P + \gamma_{ZC} Z + C_{COD}
 \end{aligned}$$

8) 溶存酸素 (DO : Dissolved Oxygen)

溶存酸素 DO の変化は、水塊にすでに含まれている溶存酸素と飽和酸素との差を推進力とする水面からの再曝気、植物プランクトンの光合成作用に伴う溶存酸素の生成、また、有機物分解に伴う消費、底泥における消費などより表すことができる。

植物プランクトンによる光合成作用が活発な場合には、過飽和となる状況がみられ、また、水塊中に有機物が多量に含まれている場合には、低濃度となる富栄養化の影響側面を考える上で重要な水質項目である。 DO の変化速度は下式により与えられる。

$$\begin{aligned}
 S_{DO} &= (\text{植物プランクトンによる生産}) - (\text{植物プランクトン呼吸}) - (\text{動物プランクトン呼吸}) - (\text{非生物体有機物のバクテリアによる分解}) + (\text{再曝気}) \\
 &\quad - (\text{底泥による消費}) \\
 &= \gamma_{PO}(\mu_P - R_P\theta_P^{T-20})P - \gamma_{ZO}R_Z\theta_Z^{T-20}Z - k_C\theta_C^{T-20}C_{COD} \\
 &\quad + k_{Os}\theta_{Os}^{T-20}(C_{DOs} - C_{DO})\frac{A_s}{V_s} - SOD\theta_{SOD}^{T-20}\frac{A_b}{V_b}
 \end{aligned}
 \tag{式- 3.2.2.37}$$

ここで、

- C_{DO} : 溶存酸素濃度 (mgO_2 / ℓ) ;
- γ_{PO} : 光合成による溶存酸素生産速度又は植物プランクトンの DO への換算係数 ($mgO_2 / \mu g - chla$) ;
- γ_{ZO} : 動物プランクトンの DO への換算係数 (mgO_2 / mgC) ;
- SOD : Sediment Oxygen Demand—底泥による溶存酸素消費速度 ($gO_2 / m^2 \cdot day$) ; 底面のみ
- θ_{SOD} : 底泥による溶存酸素消費速度温度補正係数 ;
- k_{Os} : 再曝気係数 (m/day) ; 水面のみ
- θ_{Os} : 再曝気係数温度補正係数 ;
- C_{DOs} : 飽和溶存酸素濃度 (mgO_2 / ℓ) ;
- $C_{DOs} = (10.291 - 0.2809T + 0.006009T^2 - 0.000063T^3) \times 32.0 / 22.4$
- A_s, V_s : 表層elementの表面積・体積 ;
- A_b, V_b : 底層elementの表面積・体積 ;

である。

(4) 干潟の浄化機能について

1) 干潟・浅場の機能

干潟の機能として、生息生育基盤としての機能、水質浄化機能および親水機能等があげられる。この内、水質浄化機能には次のものがあり、これらの機能による沿岸域の水質浄化効果を評価することが一般的な技術的課題となっている。

- 海水中の懸濁物質の濾過（物理的作用）
- 曝気作用（物理的作用）
- 底生動物等による栄養塩、有機物の摂取（生物的作用）
- 底生動物→魚類・鳥類の捕食→系外への移動（生物的作用）
- 微生物による分解、無機化、脱窒（生物的作用）

2) モデルの要件

海水中の懸濁物質の濾過（物理的作用）

干潟（潮間帯）の微地形や潮位変化に伴う干出域の変化を表現するような空間分解能が必要である。干出⇔冠水の変化の計算技術も必要である。

曝気作用（物理的作用）

干潟、浅場の流れ場と波浪場を表現するモデルが必要である。また、貧酸素水の湧昇に対する曝気効果を評価するには密度成層を表現するような鉛直方向の空間分解能や計算技術（ $k-\epsilon$ 、CIP等）を導入する必要がある。

底生動物等による栄養塩等の摂取（生物的作用）

モデル構造としては、海底に単位面積当たりの摂取量（ mg/day/m^2 ）を与えれば、水中の栄養塩・有機物の収支は計算できる。（事例はあるものの摂取量に関する知見は少ない。）

底生動物→魚類、鳥類の捕食→系外への移動（生物的作用）

基本的に食物連鎖による物質収支を表現するモデルが必要であると考えられるが、その計算手法は確立されていない。

微生物による分解、無機化、脱窒（生物的作用）

分解、無機化及び脱窒は水温関数で与えるのが通常の方法であるが、干潟の評価のためには、干潟・浅場と沖合での異なる分解・無機化・脱窒速度を与える必要がある。干潟と沖合で異なる速度を与えた事例は少ない。

以上のような作用の定量的評価法については、現時点では未だ研究途上にあるが、三番瀬について一定の評価事例³⁾があるため、これを参考に、(3)の生態系モデルにより浄化効果を組み込んだ。

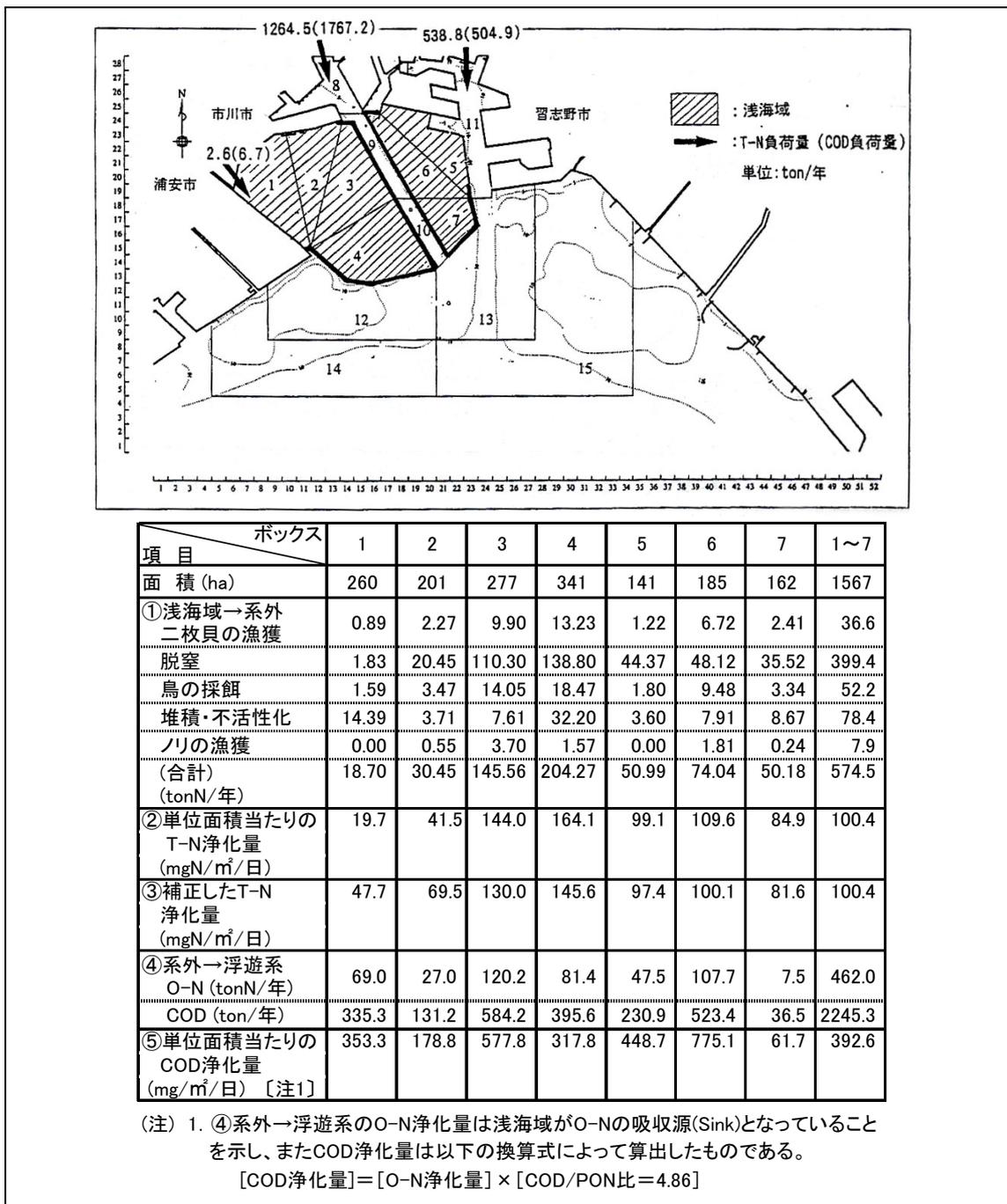


図- 3.2.2.3 干潟の浄化機能に関する文献³⁾

参考文献

- 1) 都市水文研究会: 多摩ニュータウン流出試験地調査報告, p333, 1986
- 2) 楠田哲也: 感潮河川における物質輸送と変換, (財) 河川環境管理財団 河川水質勉強会資料, p36, 2000
- 3) 環境庁水質保全局: 平成10年度 藻場・干潟等の環境保全機能定量評価基礎調査 報告書, 1999

3.3 モデルの構造およびインターフェイスの構築

3.3.1 システム構築の基本方針

既存の水物質循環モデルのプログラムは、データを入力しシミュレートする一連作業に手間と経験を要する等の問題が存在する。この状況を鑑み、一般のユーザーが容易に操作できるように、ユーザーインターフェース（システム）を作成する。

ここでシステム作成にあたっての基本方針は、以下によるものとする。

シミュレーションシステム構築方針

- ① 開発は、Esri 社が販売する ArcGIS9.0 を利用する。
- ② 動作環境は、PC を考える。また OS は、WindowsXP を考える。
- ③ システムには、以下に示す機能を持たせる。
 - ・ 入力データ（タンク情報、落水線網、気象関係データなど）は、既存ファイルの選択と外部アプリケーション（テキストエディタ）による修正を可能とする。
 - ・ 計算結果を左右する基礎パラメータについては、システム上からの入力を可能とする。
 - ・ 計算の実行は、システム上から操作可能とする。
 - ・ 計算に入力するデータセットを識別し、既往計算の再現が可能とする。
 - ・ 計算結果の表示は、グラフ表示及び数値表表示を可能とする。

モデルを実行するにあたり必要なソフト・作業環境は下記の通りである。

ArcView9.0、VB ランタイム

(ArcView9.0 をインストールするために、以下動作環境が必要)

基本ソフトウェア

Windows 2000 Professional、Windows NT 4.0、Windows XP Home Edition、Windows XP Professional Edition、Windows 2000 Advanced Server、Windows Server 2003

サービスパック／パッチ

Windows 2000 : SP1、SP2、SP3、SP4 (オプション)

Windows NT 4.0 : SP 6a

Windows XP : SP1、SP2 (制限付きサポート*)

プロセッサ Intel Pentium または Intel Xeon プロセッサ (32 bit)

CPU の速度 800 MHz (必須) 1.0 GHz (推奨)

メモリ/RAM 256 MB (必須) 512 MB 以上 (推奨)

ディスク容量 605MB NTFS 695MB FAT32

3.3.2 システム構成

本システムは、以下の図- 3.3.2.1に示す構成を考える。ユーザー側の操作は、計算に使用する基礎データの選択と、モデル定数の設定、及び計算結果の表示とし、残りの作業はすべてシステム側に持たせるものとする。

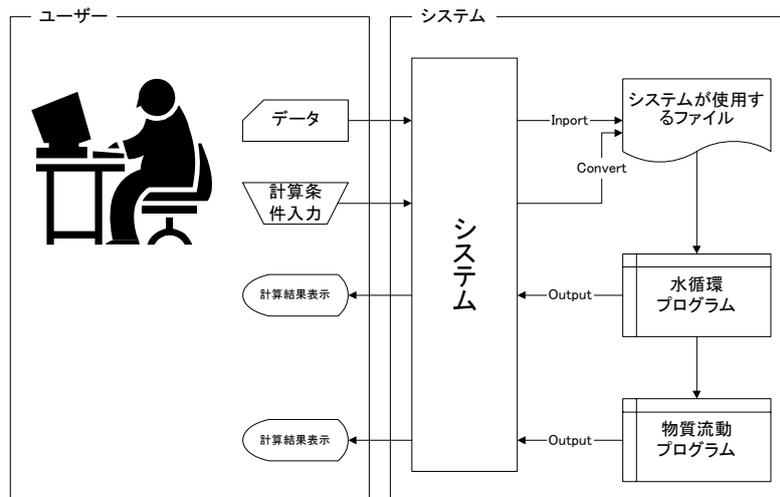


図- 3.3.2.1 システムを使用した操作状況図

3.3.3 機能概要

今回構築するシミュレーションシステムは、以下の機能を有するものである。

- ・ 施策設定

人口や土地利用などのフレーム設定および流域での対策による境界条件データの設定を行う。以前の計算において作成した施策の境界条件については、政策を選択することにより条件設定できるものとする。フレーム設定の変更があった場合には、境界条件の平面分布を ArcView 上で表示する。

- ・ 計算パラメータの設定

計算に用いる水文データ、計算モデルの自然流出系パラメータおよび湾内モデルのパラメータを画面に表示し、変更可能な機能を持たせる。

- ・ 陸域モデル、湾内モデルの実行

入力データおよびパラメータの設定後、計算実行ボタン等により、自動的に陸域・湾内の水・物質流動計算を行う。計算終了後、結果の保存ができる機能も持たせる。

- ・ 計算結果の表示

下記の形態で計算結果を表示する。

- A) 陸域特定地点時系列グラフ（流量・濃度）表示
- B) 陸域の河道メッシュ年平均濃度の面表示
- C) 湾内特定地点時系列グラフ(濃度・透明度)表示
- D) 湾内指定日の面表示（濃度）

3.3.4 システムのフォルダ構成

本シミュレーションシステムは、データセット毎のファイル管理を容易にするため、下記に示すディレクトリ構成で構築するものとする。

(1) フォルダ全体構成

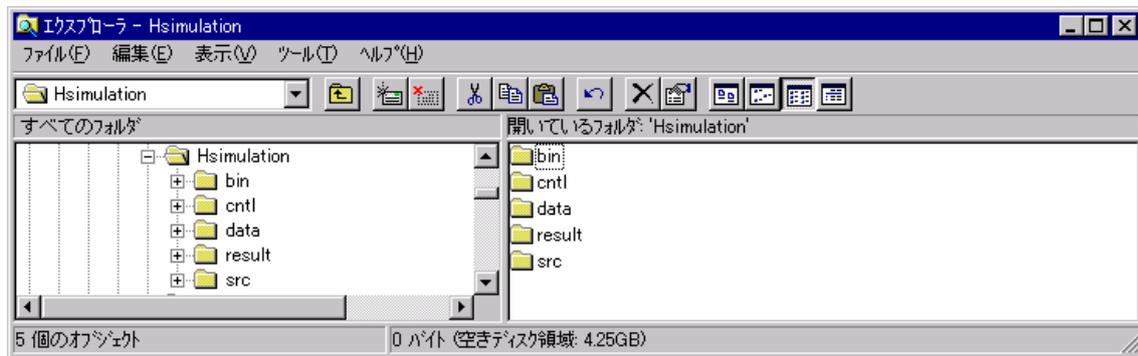
フォルダ構成		ファイル・フォルダ内容の概要
%Home%	¥東京湾.mxd	シミュレーションシステムの実行ファイル
	¥CaseDir.txt	計算時の参照・格納フォルダを規定するファイル
	¥BASEDATA 変更	メッシュ基本情報などを格納するフォルダ
	¥dataedit	施策変更結果変換プログラムを格納するフォルダ
	¥System	ArcView 関連のファイルを格納するフォルダ
	¥ORG	フレームや施策変更前のオリジナルセット
	¥Folder01	ユーザが指定する計算ケースフォルダ
	¥Folder02	ユーザが指定する計算ケースフォルダ
	¥Folder03	ユーザが指定する計算ケースフォルダ
	

(2) ¥ORG や¥Folder**以下のフォルダ構成

フォルダ構成		ファイル・フォルダ内容の概要
¥Folder**	¥Hsimulation	陸域モデル水循環計算
	¥bin	実行形式(***.exe, ***.bat)
	¥cntl	計算条件ファイル
	¥data	気象データ・人工系データ
	¥result	計算結果データ
	¥src	ソースプログラム
	¥Psimulation	陸域モデル物質循環計算
	¥bin	実行形式(***.exe, ***.bat)
	¥cntl	計算条件ファイル
	¥data	人工系データ
	¥result	計算結果データ
	¥src	ソースプログラム
	¥Tokyo_bay	湾内モデル計算
	¥bin	実行形式(***.exe, ***.bat)
	¥cntl	計算条件ファイル
	¥data	陸域モデル計算結果・境界データ
	¥result	計算結果データ
	¥src	ソースプログラム
	¥BASEDATA	計算ケース毎のメッシュ基本情報などを格納するフォルダ
	¥Flame	計算ケース毎のフレームデータを格納するフォルダ
¥気象データ	計算ケース毎の気象データを格納するフォルダ	

(3) 陸域水循環モデルのフォルダ構成およびファイル構造など

① フォルダ構成



- Bin : プログラム実行形式、バッチファイルを格納
- Cntl : 計算条件ファイルを格納
- Data : 計算元データファイルを格納
- Result : 計算結果ファイルを格納
- Src : 計算プログラムを格納

② 使用ファイルの一覧

Unit No.	File Name*	File I/O		ファイル格納 フォルダ	フ ァ イ ル 説 明
		Read	Write		
99	hfilelist.dat	○		CNTL	入出力ファイルリスト
1	tran.dat	○		CNTL	タンク構成情報を記述したファイル
2	tnlake.dat	○		CNTL	湖沼周辺メッシュと計算メッシュとの対応をとるファイル
3	contrlf.dat	○		CNTL	シミュレーションを制御するコントロールデータ
5	tntank.dat	○		CNTL	シミュレーションの基礎定数データファイル
41	precip.dat	○		DATA	降水量データファイル
42	tmmean.dat	○		DATA	平均気温データファイル
43	tmmn.dat	○		DATA	最低気温データファイル
44	humity.dat	○		DATA	湿度データファイル
45	suntim.dat	○		DATA	日射量データファイル
46	windsp.dat	○		DATA	風速データファイル
47	daminf.dat	○		DATA	ダム流入量データファイル
48	hamon.dat	○		DATA	HAMONモデル定数を指定するファイル
51	manwat.dat	○		DATA	人工系水循環シミュレーション基本定数
52	supwat.dat	○		DATA	人工系取水量
53	supcod.dat	○		DATA	人工系水循環用水番号
60	INTAKE.dat	○		DATA	農業用水取水水量データ
61	WATER.dat	○		DATA	都市用水取水水量データ
62	SUWAGE.dat	○		DATA	下水排水量データ
65	FORT_MESHDATA.dat	○		DATA	メッシュ番号毎属性データ
66	FORT_CITYDATA.dat	○		DATA	生活用水データ
67	FORT_PREFDATA.dat	○		DATA	県別データ
68	FORT_IRRIDATA.dat	○		DATA	農業用水データ
71	tnline.dat	○		CNTL	流域メッシュの落水線番号とモデル領域X,Y座標を記述したファイル
72	tnflow.dat	○		CNTL	河道タンクがあるメッシュ番号とモデル領域X,Y座標を記述したファイル
7	tnkflow.dat		○	RESULT	タンクからの流出量データ(物質流動モデルへとインプットされる)
11	hypre.dat		○	RESULT	シミュレーションに使用された降水量のリスト
12	hytma.dat		○	RESULT	シミュレーションに使用された最低気温のリスト
13	hytmm.dat		○	RESULT	シミュレーションに使用された平均気温のリスト
14	hyhum.dat		○	RESULT	シミュレーションに使用された湿度のリスト
15	hysun.dat		○	RESULT	シミュレーションに使用された日射量のリスト
16	hywin.dat		○	RESULT	シミュレーションに使用された風速のリスト
17	hyflw.dat		○	RESULT	シミュレーションに使用されたダム流入量のリスト
18	hyevp.dat		○	RESULT	シミュレーションに使用された蒸発散量データ(時間計算のみ)
21	level1.dat		○	RESULT	指定メッシュ1・日付の水位(表層・不飽和・地下・川・融雪・融雪+雨)
22	level2.dat		○	RESULT	指定メッシュ2・日付の水位(表層・不飽和・地下・川・融雪・融雪+雨)
23	rivflw.dat		○	RESULT	指定メッシュ河道流量
24	flwtot.dat		○	RESULT	指定メッシュ成分流量
25	flw804.dat		○	RESULT	指定メッシュ(804)からの流出量(使用していない)
26	flw614.dat		○	RESULT	指定メッシュ(614)からの流出量(使用していない)
27	flw698.dat		○	RESULT	指定メッシュ(698)からの流出量(使用していない)
28	rivstr.dat		○	RESULT	指定メッシュ河道貯留量
31	parain.dat		○	RESULT	計算対象モデルの基礎情報リスト
32	parout.dat		○	RESULT	タンクのパラメータ出力リスト
33	liscon.dat		○	RESULT	流出計算結果の出力リスト
34	listres.dat		○	RESULT	流出計算結果の出力リスト
35	nenpyq.dat		○	RESULT	タンクの流量リスト(タンク毎に時系列出力)
36	riverq.dat		○	RESULT	河道タンクの流出量
37	netflw.dat		○	RESULT	(使用していない)
38	tnstor.dat		○	RESULT	表層・不飽和帯・地下水タンクの貯留高
39	lakflw.dat		○	RESULT	湖沼メッシュへの流出量
75	tnline.dat		○	RESULT	指定タンクからの流出量
76	tnflow.dat		○	RESULT	指定タンクからの流出量(詳細出力)
80	tmp.dat		○	RESULT	テンポラリ
85	sum.dat		○	RESULT	(使用していない)
90	tmp1.dat		○	RESULT	テンポラリ
86	X_Y_No.prn	○		DATA	メッシュのXY座標とメッシュ番号対応
87	Z_Agr_Area.prn	○		DATA	大口農業取水の受益エリア
88	Z_Cit_Area.prn	○		DATA	大口生活取水の受益エリア

※必要に応じてファイル名に流域番号を付けている

③ 入力ファイルフォーマット

FILE-1 : TRAN. DAT (機番 1)

【1行目】

NTANK - タンクの数 (流域内メッシュの格子点の数) (I₅)
NSTORE - 流出計算結果を記憶させておく領域の大きさ(表層・不飽和・地下・河道) (4I₅)
NLTANK - 流域モデルの数=タンクの数-ダム湖のタンク数 (I₅)

【2行目以降】 (1行が1メッシュに関する情報)

(読み取りなし) - 計算順序 (I₅)

ITANK - タンクの番号 (I₅)

IRSW - フラグ: =0, 河道のないモデル

=1, 表層タンクと不飽和帯タンクの流出量が河道に流入する。

=2, 表層タンクと不飽和帯タンクと地下水タンクの流出量が河道に流入する。

=3, 2と同じ流出量が河道に流入し特性曲線法により洪水追跡をする。

=4, ダム湖の計算

IN1 - 表層タンクへの流入量の番地 (I₃)

IN2 - 不飽和帯タンクへの流入量の番地 (I₃)

IN3 - 地下水タンクへの流入量の番地 (I₃)

IN4 - 河道タンクへの流入量の番地 (I₃)

I01 - 表層タンクの流出量の番地 (I₃)

I02 - 不飽和帯タンクの流出量の番地 (I₃)

I03 - 地下水タンクの流出量の番地 (I₃)

I04 - 河道タンクの流出量の番地 (I₃)

IA - 流域面積=数値×メッシュ面積/8 (I₇)

IPRC - 雨量観測所番号 (I₃)

ITMP - 気温の観測所番号 (I₃)

IHUM - 湿度の観測所番号 (I₃)

ISSD - 日照時間の観測所番号 (I₃)

IWS - 風速の観測所番号 (I₃)

MDF - 表層タンクの識別番号 (I₂)

MDS - 不飽和帯タンクの識別番号 (I₂)

MDG - 地下水タンクの識別番号 (I₂)

MDR - 河道タンクの識別番号 (I₂)

MSE - (使用していない) (I₂)

IDAMC - ダムの番号 (I₂)

RSLOP - 河道勾配 (F_{10.6})

SSLOP - 斜面勾配 (F_{10.6})

ALPHA - 係数, 係数×メッシュの面積=タンクの面積 (F_{10.6})

ALTIT - 標高 (F_{10.6})

WDTH - 河道幅 (F_{10.6})

IWET - 降雨割増係数の識別番号 (I₂)

FILE-2 : TNLAKE. DAT (機番 2)

内容 : 湖の周辺のメッシュに対応する計算区間の番号 (東京湾では使用していない)

FILE-3 : CONTRL. DAT (機番 3)

- 【1 行目】 IDE - 蒸発散モデル識別番号(I₅)
 =1, Penman モデル
 =2, Hamon モデル
 =3, Morton モデル
 =4, Brutsaert-Stricker モデル
- 【2 行目】 IMW - 人工系水循環シミュレーションフラグ(I₅)
 =0, 人工系水循環シミュレーションしない
 ≠0, 人工系水循環シミュレーション
- 【3 行目】 JMW - 人工系水循環取水地点の最大数(I₅)
- 【4 行目】 IGWAT - 地下水タンクコントロール変量(I₅)
- 【5 行目】 KINEM - 特性曲線法コントロール変量(I₅)
 DTK - 標準計算時間、単位は分(I₅)
 NTK1 - 時間分割数(I₅)
 NTK2 - 解の安定のための時間分割数(I₅)
- 【6 行目】 ITDEL - 日計算及び時間計算を指定するフラグ (0:日計算, 1:時間計算)

FILE-4 : TNTANK. DAT (機番 5)

【1 行目】

- NENS - 計算開始年 (西暦) (I₅)
MONS - 計算開始月 (I₅)
NDYS - 計算開始日 (I₅)
NENE - 計算終了年 (西暦) (I₅)
MONE - 計算終了月 (I₅)
NDYE - 計算終了日 (I₅)
NENDS - 雨量・気象データの開始の年 (I₅)
MONDS - 雨量・気象データの開始月 (I₅)
NDYDS - 雨量・気象データの開始日 (I₅)
NENDE - 雨量・気象データの最後の年 (I₅)
MONDE - 雨量・気象データの最後の月 (I₅)
NDYDE - 雨量・気象データの最後の日 (I₅)

【2 行目】

- NDAM - ダムの数 (I₅)
MAXS - 不飽和帯のタンクの鉛直方向の最大個数 (I₅)
LDPRINT-フラグ(I₅): =0, 雨量・気象データを出力しない。
 =1, 雨量・気象データを出力する。
ISWINP -フラグ(I₅): =0, 初期水位を仮定値で与える。
 =1, 初期水位を入力する。
ISWOUT -フラグ(I₅): =0, ある月日の水位を DISK に出力しない。
 =1, ある月日の水位を DISK に出力するが、PRINTER には出力しな

い。

=2, ある月日の水位を DISK に出力し、さらに PRINTER に出力する。

ISWICK -フラグ(I₅): =0, 計算の進行状況を出力しない。

=1, 計算の進行状況を出力する。

ISPDAM -フラグ(I₅): =0, ダム調節計算の結果を出力しない。

=1, ダム調節計算の結果を出力する。

【3行目】

NPRC -雨量のデータの数 (I₅)

NTMP -気温のデータの数 (I₅)

NHUM -湿度のデータ数 (I₅)

NSSD -日照時間のデータの数 (I₅)

NWS -風速のデータの数 (I₅)

NIF -流入量のデータの数 (I₅)

【4行目】

IBAS -フラグ (I₅)

【5行目】

NMDF -表層タンクの定数の種類 (I₅)

【6行目】

SKF -表層タンクの定数: 最終浸透能(cm/s) (F_{10.0})

HFMXD -表層タンクの定数: 表面の最大貯留高(m) (F_{10.0})

HFMND -表層タンクの定数: 早い流出が発生する高さ(m) (F_{10.0})

HFOD -表層タンクの定数: 地下浸透が発生する高さ(m) (F_{10.0})

SNF -表層タンクの定数: 地表面の粗度係数 (m^{-1/3}s⁻¹) (F_{10.0})

FALFX -表層タンクの定数: 早い中間流の流出量を規定する係数 (F_{10.0})

HIFD -表層タンクの定数: 計算のための初期値(mm) (F_{10.0})

【6+NMDF行目】

NMDS -不飽和帯タンクの定数の種類 (I₅)

【7+NMDF行目】

NSTAND -不飽和帯タンクの段数 (I₅)

【8+NMDF行目】

SKD -不飽和帯タンクの定数: 鉛直方向の透水係数(cm/s) (F_{10.0})

【9+NMDF行目】

SKX -不飽和帯タンクの定数: 水平方向の透水係数(cm/s) (F_{10.0})

【10+NMDF行目】

HMXSD -不飽和帯タンクの定数: 層厚(m) (F_{10.0})

【11+NMDF行目】

STS -不飽和帯タンクの定数: 飽和水分量を想定する (F_{10.0})

【12+NMDF行目】

STW -不飽和帯タンクの定数: 最小水分量を想定する (F_{10.0})

【13+NMDF行目】

SBD -不飽和帯タンクの定数: $\phi \sim \theta$ 関係を設定する定数 (F_{10.0})

【14+NMDF行目】

HISD -不飽和帯タンクの定数: 計算のための初期値 (水分量で与える) (F_{10.0})

【7+NMDF+NMDS×8行目】

NMDG -地下水タンクの定数の種類 (I₅)

【8+NMDF+NMDS×8 行目】

- AUD ー不圧地下水の流出係数(1/mm/day) (F_{10.0})
AGO ー被圧地下水の流出係数(1/day) (F_{10.0})
HCGD ー不圧地下水の流出する貯留高(mm) (F_{10.0})
HIGD ー計算のための初期値(mm) (F_{10.0})

【8+NMDF+NMDS×8+NMDG 行目】

- NMDR ー河道タンクの定数の種類 (I₅)

【9+NMDF+NMDS×8+NMDG 行目】

- RBW ー係数、実際の川幅から設定する (F_{10.0})
RBS ー係数、0.3~0.5 程度である。(F_{10.0})
RNS ーManning の粗度係数 (m^{-1/3}s⁻¹) (F_{10.0})
RRID ー計算のための初期値(m) (F_{10.0})

【10+NMDF+NMDS×8+NMDG 行目】

使用しない

【9+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2 行目】

- ISDAM1 ーダム機能の番号 (I₅)
ISDAM2 ーダム機能の番号 (I₅)
DAMNAM ーダム名 (A₂₀)

【9+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM 行目】

- DAA ーメッシュの面積(m²) (F_{10.0})

【10+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM 行目】

- RRAT ー雨の割増係数 (F_{10.0})
TEMPGR ー気温の増加量(℃) (F_{10.0})
TDCOF ー気温の減率 (℃/m) (F_{10.0})
EVC1 }
EVC2 } EVC=EVC1+EVC2 Sin $\left[\frac{2\pi}{365.25}(T-EVC3)\right]$
EVC3 } ー計算する蒸発量の補正係数 (F_{10.0})

【11+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM 行目】

- NWET ー降雪の割増係数の個数 (I₅)

【12+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM 行目】

- TICOF ー降雪の割増係数 (F_{10.0})
COMELT ー降雪のおくれ係数 (F_{10.0})

【12+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

NPOINT ー計算結果の詳細リストを出力するタンクの個数

【13+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

- LP ー出力するタンクの番号 (NPOINT 分) (6I₅)

【14+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

NPOINT－河道タンクの流出量を年表で出力するタンクの個数

【15+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

LP －出力する河道タンクの番号（NPOINT分）（6I₅）

【16+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

HOSEI2－年表形式の出力データにかかる係数。HOSEI2 倍のデータが出力される。（6F_{10.0}）

【17+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

NPOINT－河道タンクの流出量を DISK に出力するタンクの個数

【18+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

LP －出力する河道タンクの番号を入力する。（NPOINT分）（6I₅）

【19+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

HOSEI3－ DISK 出力データにかかる係数。HOSEI3 倍にデータが出力される。（6F_{10.0}）

【20+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

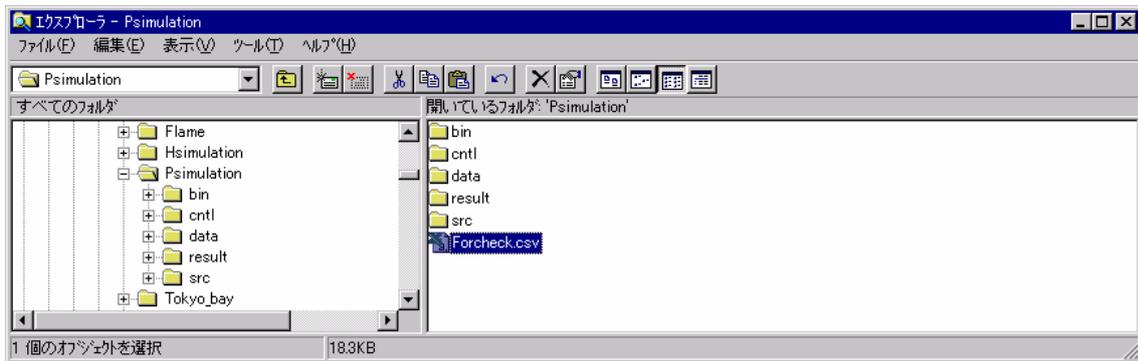
NPOINT－タンクの定数を出力するタンクの個数

【21+NMDF+NMDS×8+NMDG+NMDR×2+NDAM+NWET 行目】

LP －タンクの定数を出力するタンクの番号を入力する。（NPOINT分）（6I₅）

(4) 陸域物質循環モデルのフォルダ構成およびファイル構造など

① フォルダ構成



- Bin : プログラム実行形式、バッチファイルを格納
- Cntl : 計算条件ファイルを格納
- Data : 計算元データファイルを格納
- Result : 計算結果ファイルを格納
- Src : 計算プログラムを格納

② 使用ファイルの一覧

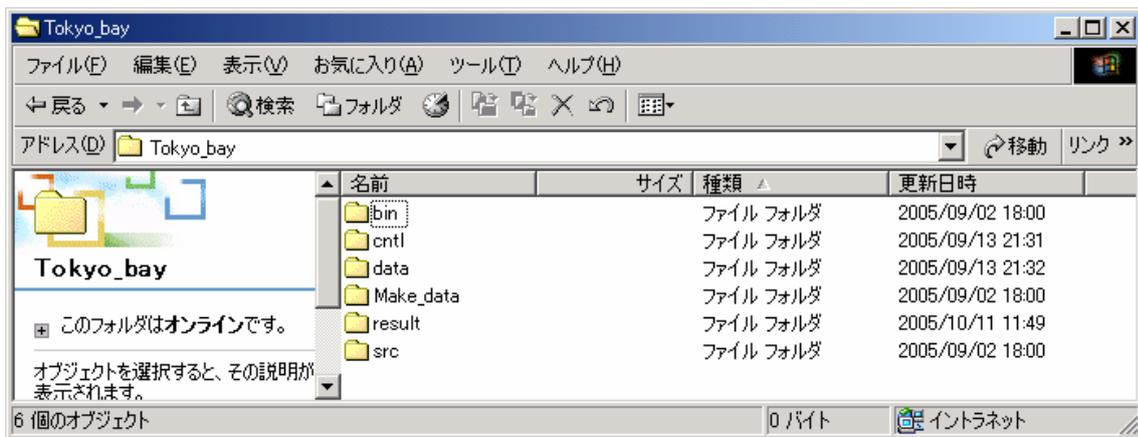
Unit No.	File Name	File I/O		入出力箇所	ファイル説明
		Read	Write		
99	Pfilelist.dat	○		CNTL	入出力ファイルリスト
1	TRAN.DAT	○		CNTL(水)	タンク構成情報を記述したファイル
2	LOADCOD.DAT	○		DATA	人工系物質循環データ番号
3	TNKFLOW.DAT	○		RESULT(水)	シミュレーションの基礎定数データファイル
4	PARAMET.DAT	○		CNTL	ノンポイントソース系物質循環モデル定数
5	TNTANK.DAT	○		CNTL(水)	構築プログラムの出力ファイル
23	SUWAGE.DAT	○		DATA	下水排水量データ
31	FORT_MESHDATA.DAT	○		DATA	メッシュ番号毎属性データ
32	FORT_CITYDATA.DAT	○		DATA	生活用水データ
33	FORT_PREFDATA.DAT	○		DATA	県別データ
34	FORT_LOADDATA.DAT	○		DATA	人工系汚濁濃度データ
51	PARAIN.DAT		○	RESULT	入力した水循環モデルの定数
52	PAROUT.DAT		○	RESULT	入力した物質循環モデルの定数
53	FLOWLS.DAT		○	RESULT	流出計算結果
54	LOADLS.DAT		○	RESULT	負荷量計算結果
55	TABLEP.DAT		○	RESULT	年表形式で負荷量計算結果
56	OutDiskp00.dat		○	RESULT	DISKに出力した負荷量
60	PLTOT.DAT		○	RESULT	流域出口においてタンクの成分出力
80	tmp.dat		○	RESULT	テンポラリ
90	tmp1.dat		○	RESULT	テンポラリ
61	A_Seibun.dat		○	RESULT	土地利用別流出負荷量出力ファイル
43	湾直接.csv	○		DATA	湾直接放流下水処理場判別ファイル
91	Syori2bay.dat		○	RESULT	湾モデル計算のための中間ファイル
62	paverage.dat		○	RESULT	メッシュ毎年平均水質データ

モデル計算後湾モデル計算の為のプログラムで使用されるファイル

	Temp_tokyo.txt	○		CNTL	東京(大手町)日平均気温
	To-Baymodel.cnt	○		CNTL	湾計算境界データ作成時の設定ファイル
	E_kasen_hokan.dat	○		CNTL	湾計算境界データ時刻内挿時の中間ファイル
	CHECK.csv		○	RESULT	テンポラリ
	v_kasen2001_day-c1.prn		○	RESULT	湾モデル計算境界条件(河川流量)中間ファイル
	e_kasen2001_day_**.prn		○	RESULT	湾モデル計算境界条件(河川水質)中間ファイル

(5) 東京湾モデルのフォルダ構成およびファイル構造など

① フォルダ構成



- Bin : プログラム実行形式、バッチファイルを格納
- Cntl : 計算条件ファイルを格納
- Data : 計算元データファイルを格納
- Result : 計算結果ファイルを格納
- Src : 計算プログラムを格納

② 使用ファイルの一覧

入力データ 1 (¥cntl)

ファイル名	内 容	Unit 番号
1-1	coefficient.txt	水質モデルのパラメータ (16)
1-2	coefficient_area.dep	・水深データ形式の海底面の境界条件設定ファイル ・各計算格子毎に coefficient_area.txt で定義されるどの番号の値を設定するか定義されている。 (51)
1-3	coefficient_area.txt	溶出速度、DO 消費速度の設定値(単位 : g/m ² /day) (16)
1-4	ml3eco.dep	河川の流入位置、水深値等定義 (1)
1-5	ml3eco.drw	モニターする点の指定 (5)
1-6	ml3eco.jcl	入力データや出力ファイルの指定 (4)

入力データ 2 (¥data)

	ファイル名	内 容	Unit 番号
2-1	v_kasen2001_mit.txt	各河川の流量 (72)	
2-2	e_kasen2001_mit.txt	各河川の水質・水温 (73)	
2-3	e_kyokai2001_mit.txt	境界の水温、塩分、水質 (2)	
2-4	TIDE2001_mit.txt	推算潮位データ (3)	
2-5	k_kyokai2001_mit.txt	海域の気象条件(気温・北方, 東方風速, 日射量) (2)	

出力データ(¥result)

	ファイル名	内 容	Unit 番号
3-1	choryu.cc1	メッシュ毎植物プランクトン濃度計算結果(バイナリ)	(21)
3-2	choryu.cc2	メッシュ毎動物プランクトン濃度計算結果(バイナリ)	(22)
3-3	choryu.cc3	メッシュ毎 I-N 濃度計算結果(バイナリ)	(23)
3-4	choryu.cc4	メッシュ毎 O-N 計算結果(バイナリ)	(24)
3-5	choryu.cc5	メッシュ毎 I-P 濃度計算結果(バイナリ)	(25)
3-6	choryu.cc6	メッシュ毎 O-P 計算結果(バイナリ)	(26)
3-7	choryu.cc7	メッシュ毎 COD 濃度計算結果(バイナリ)	(27)
3-8	choryu.cc8	メッシュ毎 DO 計算結果(バイナリ)	(28)
3-9	choryu.cc9	メッシュ毎 T-N 濃度計算結果(バイナリ)	(29)
3-10	choryu.cc0	メッシュ毎 T-P 計算結果(バイナリ)	(30)
3-11	choryu.den	メッシュ毎密度計算結果(バイナリ)	(14)
3-12	choryu.flw	メッシュ毎潮流計算結果(バイナリ)	(11)
3-13	choryu.prt	計算結果リスト(テキスト)	(7)
3-14	choryu.sal	メッシュ毎塩分濃度計算結果(バイナリ)	(13)
3-15	choryu.temp	メッシュ毎水温計算結果(バイナリ)	(12)
3-16	choryu_cc1.csv	メッシュ毎植物プランクトン濃度計算結果(CSV)	(41)
3-17	choryu_cc2.csv	メッシュ毎動物プランクトン濃度計算結果(CSV)	(42)
3-18	choryu_cc3.csv	メッシュ毎 I-N 濃度計算結果(CSV)	(43)
3-19	choryu_cc4.csv	メッシュ毎 O-N 計算結果(CSV)	(44)
3-20	choryu_cc5.csv	メッシュ毎 I-P 濃度計算結果(CSV)	(45)
3-21	choryu_cc6.csv	メッシュ毎 O-P 計算結果(CSV)	(46)
3-22	choryu_cc7.csv	メッシュ毎 COD 濃度計算結果(CSV)	(47)
3-23	choryu_cc8.csv	メッシュ毎 DO 計算結果(CSV)	(48)
3-24	choryu_cc9.csv	メッシュ毎 T-N 濃度計算結果(CSV)	(49)
3-25	choryu_cc0.csv	メッシュ毎 T-P 計算結果(CSV)	(50)
3-26	choryu_flw.csv	メッシュ毎潮流計算結果(CSV)	(31)
3-27	choryuv_sal.csv	メッシュ毎塩分濃度計算結果(CSV)	(33)
3-28	choryuv_temp.csv	メッシュ毎水温計算結果(CSV)	(32)
3-29	monitor.csv	特定地点計算結果リスト(CSV)	(35)

③ 入力ファイルフォーマット

【1-4 ml3eco.dep】

1行目

カラム	1～	11～	21～	31～
変数名	DT	DTD	DX	TINR
FORMAT	F10.0	←	←	←
単位	秒	秒	m	秒
内容	潮流計算のタイムステップ	拡散計算(内部生産)のタイムステップ	格子間隔	移流項のタイムステップ

*1 DT、DTD は以下の C.F.L(Courant-Friedrichs-Lewy) 条件を満足しなければならない。

$$DT < \frac{DX}{\sqrt{2gH_{\max}}}$$

$$DTD < \frac{(DX)^2}{2K}$$

g : 重力加速度

Hmax : 領域の最大水深

K : 水温・塩分の拡散係数

(K は次頁の THD・SHD のうち大きい値を用いる。)

*2 移流項は他の圧力項・粘性項等に較べてオーダーが低いため毎タイムステップ計算しない。

2行目

カラム	1～	11～	21～	31～	41～	51～
変数名	START	ENDD	FMAP	TMAP	FFLO	TFLO
FORMAT	F10.0	←	←	←	←	←
単位	時	時	時	秒	時	秒
内容	計算開始時刻	計算終了時刻	リスト出力開始時刻	リスト出力間隔	図化ファイル出力開始時刻	図化ファイル出力間隔

3行目

カラム	1～	21～	31～
変数名	STARTD	FDIF(未使用)	TDIF(未使用)
FORMAT	F10.0	←	←
単位	時	時	秒
内容	水温・塩分の拡散計算開始時刻	拡散プログラム(DIF3D)用ファイル出力開始時刻	拡散プログラム(DIF3D)用ファイル出力間隔

*1 拡散計算用ファイルの出力間隔は、拡散計算に用いる拡散係数から C.F.L.を用いて決定する。

4行目

カラム	1～	11～	21～
変数名	GAV	COR	GAM
FORMAT	F10.0	←	←
単位	cm/S ²	度	無次元
内容	重力加速度	緯度	海底摩擦係数

5行目

カラム	1～	11～
変数名	HVS	VVS
FORMAT	F10.0	F10.0
単位	cm ² /S	cm ² /S
内容	水平渦動粘性係数	鉛直摩擦係数

*1 拡散計算用ファイルの出力間隔は、拡散計算に用いる拡散係数から C.F.L.を用いて決定する。

6行目

カラム	1～	11～
変数名	THD	TVD
FORMAT	F10.0	F10.0
単位	cm ² /S	cm ² /S
内容	水温の水平拡散係数	水温の鉛直拡散係数

7行目

カラム	1～	11～
変数名	SHD	SVD
FORMAT	F10.0	F10.0
単位	cm ² /S	cm ² /S
内容	塩分の水平拡散係数	塩分の鉛直拡散係数

8行目

カラム	1～
変数名	KV
FORMAT	I5
単位	
内容	層数

9行目

カラム	1～	11～	21～	31～			101～
変数名	HH(1)	HH(2)	HH(3)	HH(4)			HH(10)
FORMAT	10F10.0	←	←	←	←		←
単位	cm	←	←	←	←		←
内容	層厚(1層)	層厚(2層)	層厚(3層)	層厚(4層)			*1

10行目

カラム	1～	11～	21～	31～			101～
変数名	TINT(1)	TINT(2)	TINT(3)	TINT(4)			TINT(10)
FORMAT	10F10.0	←	←	←	←		←
単位	℃	←	←	←	←		←
内容	初期水温(1層)						*1

11行目

カラム	1～	11～	21～	31～			101～
変数名	SINT(1)	SINT(2)	SINT(3)	SINT(4)			SINT(10)
FORMAT	10F10.0	←	←	←	←		←
単位	PSU	←	←	←	←		←
内容	初期塩分(1層)						*1

12～19行目(8行分)

カラム	1～	11～	21～	31～			71～
変数名	C?INT(1)	C?INT(2)	C?INT(3)	C?INT(4)			C?INT(10)
FORMAT	10F10.0	←	←	←	←		←
単位	PSU	←	←	←	←		←
内容	初期水質濃度 (1層)						*1

*1 C1INT～C8INT は植物プランクトン,動物プランクトン, 無機態窒素, 有機態窒素, 無機態リン, 有機態リン, COD, DO の順

*2 KV層分定義する。(KV=1(単層)の場合は最大水深より大きい値を入力する。)

上層から1、2、3、・・・KV層と数える。

▽

HH(1)	k=1
HH(2)	k=2
HH(3)	k=3
HH()	
HH(KV)	k=KV

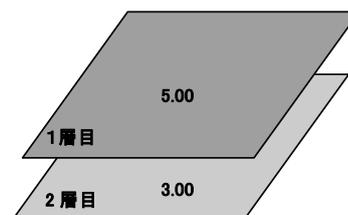


図- 3.3.4.1 初期濃度の設定

20行目

カラム	1～
変数名	KAS
FORMAT	I10
内容	開境界数

21行目

カラム	1～	6～	11～	16～
変数名	IAS	JAS	IBS	JBS
FORMAT	I5	←	←	←
内容	始点開境界の X 座標	始点開境界の Y 座標	終点境界の X 座標	終点開境界の Y 座標

*1 次ページのデータを入力する。(KAS=0 の場合は不用)

*2 通常潮位境界と同じ位置となる。(17/22 参照)

層数分の行

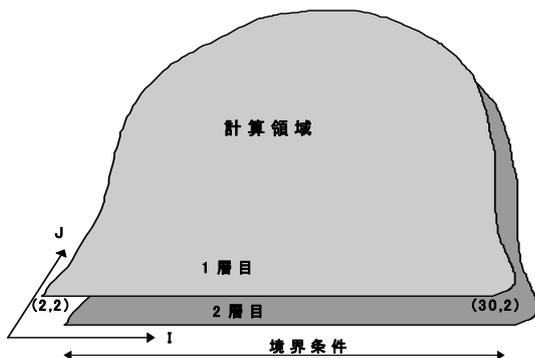
カラム	1～	11～	21～	31～
変数名	TKS(1)	SKS(1)	TKB(1)	SKB(1)
FORMA T	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0
単位	℃	PSU	℃	PSU
内容	始点境界水温	始点境界塩分	終点境界水温	終点境界塩分

1* 計算層の数必要,計算全域に設定した層数を持たない境界も定義(0.0を)する.

層数分の行×8

カラム	1～	11～
変数名	C?KS(1)	C?KB(1)
FORMA T	F10.0	F10.0
単位	℃	PSU
内容	始点境界水質	終点境界水質

.....KV 層分×8 項目分 必要



1層目

水温	20.0	21.0
塩分	32.0	32.0

2層目

水温	19.0	19.0
塩分	33.0	33.0

図- 3.3.4.2 開境界条件の設定

21 + (KV*9) + 1行目

カラム	1～
変数名	UNH
FORMAT	F10.0
内容	水深の出力パラメータ

21 + (KV*9) + 2行目

カラム	1～	11～	21～
変数名	UNZ	UNUV	UNW
FORMAT	F10.0	←	←
内容	水位の出力 パラメータ	水平流速の出 力パラメータ	鉛直流速の出 力パラメータ

21 + (KV*9) + 3行目

カラム	1～	11～	21～
変数名	UNSA	UNTMP	UNDEN
FORMAT	F10.0	←	←
内容	塩分の出力 パラメータ	水温の出力パ ラメータ	密度の出力パ ラメータ

21 + (KV*9) + 4行目

カラム	1～	11～	21～
変数名	WDEN	TAWX	TAWY
FORMAT	F10.0	←	←
単位		cm/S	cm/S
内容	空気の密度	X方向の風速成分	Y方向の風速成分

- *1 風は吹き去る方向で扱うことに注意
- *2 北方向とメッシュを分割方向にも注意

北西の風 3 m/秒の場合

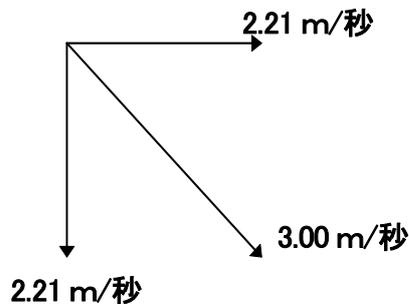


図- 3.3.4.3 風速成分の設定方法

21 + (KV*9) + 5行目 (未使用)

カラム	1～
変数名	OMG (未使用)
FORMAT	F10.0
単位	時
内容	境界潮汐の周期

半日周潮の場合は 12.5 時間 (45000 秒)

21 + (KV*9) + 6行目 (未使用)

カラム	1～
変数名	KAK (未使用)
FORMAT	I10
単位	
内容	開境界のライン数

*1 KAK は1にする事、境界のラインは今のところ1つしか設定できない。

21 + (KV*9) + 7行目 (未使用)

カラム	1～	6～	11～	16～	21～	26～	31～	36～	41～	46～
変数名	IA	JA	APA	PHA	SCA	IB	JB	APB	PHB	SCB
FORMAT	I5	I5	F5.0	←	←	I5	I5	F5.0	←	←
単位			cm	度	cm			cm	度	cm
内容	始点開境界の X 座標	始点開境界の Y 座標	(IA,JA) の潮汐振幅	(IA,JA) の遅角	(IA,SCA) の平均水面	終点開境界の X 座標	終点開境界の Y 座標	(IB,JB) の潮汐振幅	(IB,PHB) の遅角	(IB,SCB) の平均水面

*1 IA,JA,IB,JB 以外は使用しない。境界の潮位は別のファイルでステップ毎のデータが入力される。



図- 3.3.4.4 開境界での潮位振幅の定義方法

21 + (KV*9) + 8行目

カラム	1～	6～
変数名	NX	FLOWN
FORMAT	I5	F10.0
単位		時
内容	X方向に流入河川数	河川流量の増加時間

*1 河川流入量が大きい場合、急激にその値を境界に与えると計算が発散することがある。

そのために徐々に流入量を増加させる。(未定義の場合は1時間とする)

21 + (KV*9) + 9行目～

カラム	1～	6～	11～	16～	21～	26～	31～
変数名	ILNF	IINF	IJNF	IKNF	IXFUGO	IXCH	UTR(未使用)
FORMAT	I5	←	←	←	←	←	F10.0
単位							m ³ /秒
内容	海 域 段階	流入地点 の X 座標	流入地点 の Y 座標	流 入 地 点の K 層	流入方向	流 入 量 の 番号	流入量

21 + (KV*9) + 9行目～のつづき

カラム	41～	51～
変数名	UTB(未使用)	USB(未使用)
FORMAT	F10.0	←
単位	℃	PSU
内容	水温	塩分

.....NX 回分必要

- *1 流量の符号(IXFUGO)は流入・流出でなく座標系に対しての方向であることに注意
- *2 IXCH は河川流入のファイルのケース番号を指定する。
- *3 UTR, UTB, USB はステップ毎のデータが与えられる。(ここでの設定は必要ない)

21 + (KV*9) + 9 + NX + 1行目

カラム	1～
変数名	NY
FORMAT	I10
内容	Y方向に流入河川数

21 + (KV*9) + 9 + NX + 2行目～

カラム	1～	6～	11～	16～	21～	26～	31～
変数名	JLNF	JINF	JJNF	JKNF	JYFUGO	JYCH	VTR(未使用)
FORMAT	I5	←	←	←	←	←	F10.0
単位							m ³ /秒
内容	海域段階	流入地点の X 座標	流入地点の Y 座標	流入地点の K 層	流入方向	流入量の番号	流入量

21 + (KV*9) + 9 + NX + 2行目～のつづき

カラム	41～	51～	
変数名	VTB(未使用)	VSB(未使用)	
FORMAT	F10.0	←	
単位	℃	PSUNY 回分必要
内容	水温	塩分	

- *1 流量の符号(JYFUGO)は流入・流出でなく座標系に対しての方向であることに注意
- *2 JYCH は河川流入のファイルのケース番号を指定する。
- *3 VTR, VTB, VSB はステップ毎のデータが与えられる。(ここでの設定は必要ない)

21 + (KV*9) + 10 + NX + NY + 1行目

カラム	1～
変数名	MBAR
FORMAT	I5
内容	線境界の X 座標

21 + (KV*9) + 10 + NX + NY + 2行目～

カラム	1～	6～	11～	16～	21～	
変数名	MBL	MBX	MBY	MBZ	MBT	
FORMAT	I5	←	←	←	←	••MBAR 回分必要
内容	海域段階	X 座標	Y 座標	Z 座標	タイプ	

21 + (KV*9) + 11 + NX + NY + MBAR + 1行目

カラム	1～
変数名	MARK
FORMAT	A3
内容	データ区切り 'END'

21 + (KV*9) + 11 + NX + NY + MBAR + 2行目

カラム	1～	6～	11～	16～
変数名	IAREA	IBUN	UNBR	AMSL
FORMAT	I5	I5	F10.0	F10.0
単位				cm
内容	海域数	分割数	水深変換係数	加算水深

*1 入力する水深値を cm 単位に変換するパラメータ, ここで入力した値を計算結果に乗じて出力する。

例	入力値	UNBR	変換後(cm)
	1.0	1	1
	1.0	10	10
	1.0	100	100

*2 一般的に水深値の読取りは海図を用いて行なうが、海図の基準面は基本水準面となっているため、平均水面に補正する値。

21 + (KV*9) + 11 + NX + NY + MBAR + 3行目

カラム	1～	6	11～	16～
変数名	MMX	MMY	IMOX	IMOY
FORMAT	I5	←	←	←
内容	X軸のメッシュ数	Y軸のメッシュ数	大海域上のX原点	大海域上のY原点

21 + (KV*9) + 11 + NX + NY + MBAR + 4行目

カラム	1～
変数名	FMT
FORMAT	A50
内容	データ読み込み FORMAT

21 + (KV*9) + 11 + NX + NY + MBAR + 5行目

カラム	1～	6～			61～	66～
変数名	H(1)	H(2)			H(13)	H(14)
FORMA T	前レコー ドに従う					
内容	水深					水深

カラム	1～
変数名	MARK
FORMAT	A3
内容	データ区切り 'END'

【1-5 ml3eco.drw】

上3行はダミーである。(作図用のヘッダー)

行	...	1	...	2	...	3	...	4	...	5	...	6	...	7
1		60												
2		3.0												
3		0.5												
4		11												
5		28	71	東京都	(st-5	隅田川河口)								
6	分													
7		42	70	東京都	(st-8	荒川河口)								
8		68	78	千葉県	(東京湾 3	三番瀬沖)								
9		81	68	千葉県	(東京湾 5	いなげの浜沖)								
10		53	57	千葉県	(東京湾 8	湾中央)								
11		73	54	千葉県	(東京湾 9	五井沖)								
12		46	23	千葉県	(東京湾 15	木更津沿岸)								
13		35	46	神奈川県	(浮島沖)									
14		24	36	神奈川県	(扇島沖)									
15		15	27	神奈川県	(本牧沖)									
		26	2	神奈川県	(第三海保東)									

3.3.5 システム利用時の流れ

改良システム利用時に必要なユーザーの操作は、入力条件変更(変更が必要なときのみ)、計算ケース(施策別)の指定、パラメータ設定、計算の実施、計算結果表示である。その他の手続きは、システム側で実行されることになる。

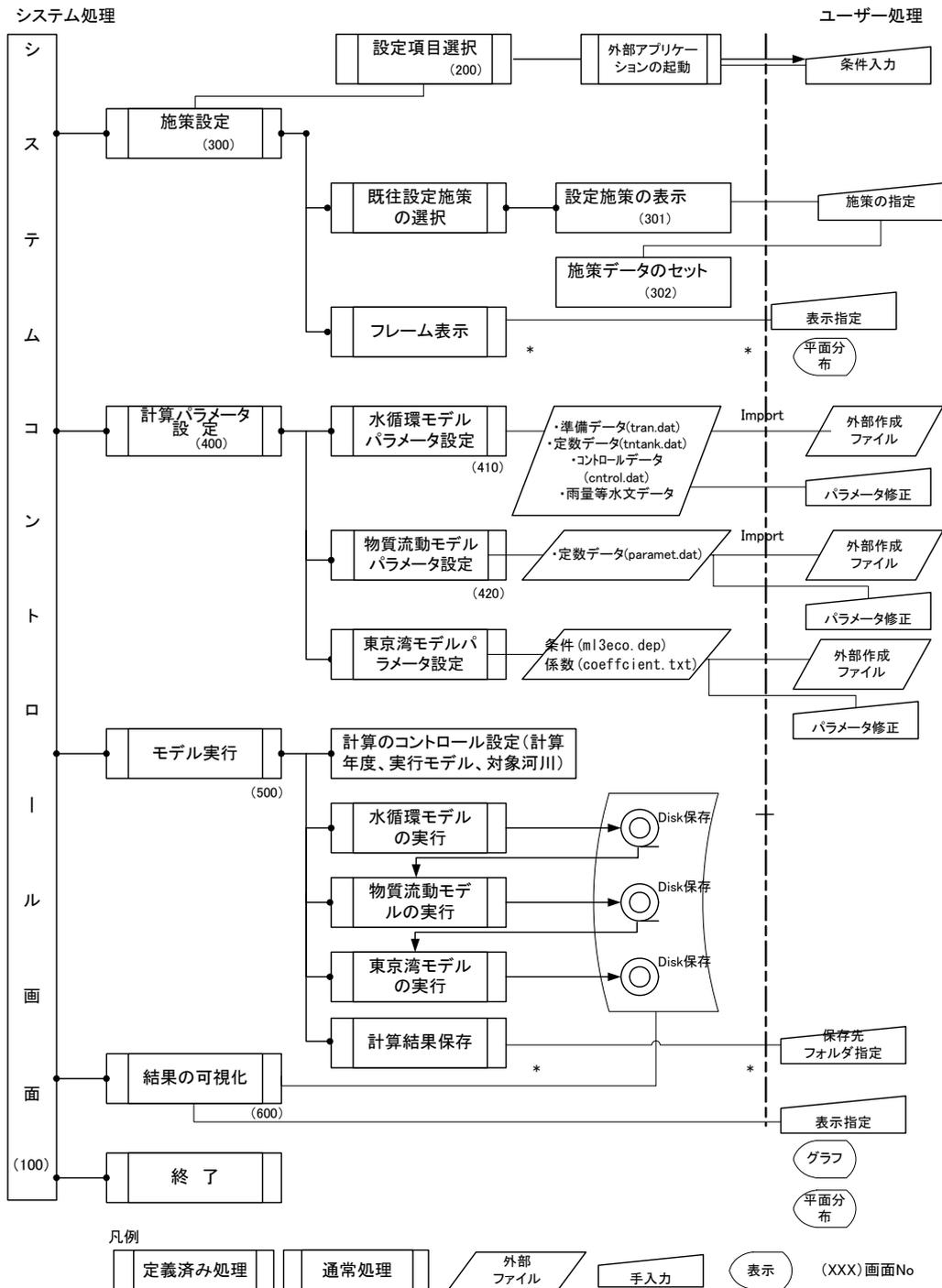


図- 3.3.5.1 システムフロー図

なお、操作マニュアルを巻末に参考資料として整理した。

4 東京湾とその流域への水物質循環モデルの適用

4.1 入力データの作成

4.1.1 収集対象となる基礎資料

水物質循環モデルの東京湾への適用に必要となる、雨量水位などの水文データ、人口、土地利用、取排水量などの各種統計資料を関連各都県、国土交通省河川事務所などから収集し整理した。

対象とする都県は以下のとおりである。

- 東京都、神奈川県、群馬県、栃木県、埼玉県、茨城県、千葉県、山梨県
(山梨県に含まれる流域圏は殆どが森林のため、人工系データの収集の対象外とする)

以下、検討モデルの構成に準じて、以下の観点からデータの収集を進めた。

- モデル構築に使用するデータ
- 水循環モデルに使用するデータ
- 物質循環モデルに使用するデータ

表- 4.1.1.1 自然系データに関する収集資料一覧

作成データ	収集資料	出典
標高データ	50メートルメッシュ標高	数値地図
土地利用データ	土地利用メッシュ S51、S62、H3、H9	国土数値情報
土壌データ	自然地形メッシュ(土壌)S56	国土数値情報
表層地質データ	自然地形メッシュ(表層地質)S56	国土数値情報
気象データ	日雨量・日平均気温・日最低気温・日合計日照時間・日平均風速 S51～H14	アメダス観測年報
湿度データ	日平均湿度 S51～H14	地上気象観測時に日別データ、気象庁年報
行政区域の分割	土地利用メッシュ H9 の3次メッシュに対する行政番号	国土数値情報
流域分割	3次メッシュ標高データより作成	数値地図 50mメッシュ

表- 4.1.1.2 人工系データに関する収集資料一覧

作成データ	収集資料	出典
農業用水取水データ	土地利用メッシュ H9 田 期別減水深 畑 期別減水深 県別作付面積 地表水、地下水利用割合 対象流域内水利権 灌漑用水受益地区範囲	国土数値情報 農業ハンドブック 新版農業水利学石橋豊 他 農林水産統計 H13 水資源白書 H15 関東地建水利権一覧 関東地建 H8 灌漑用水地域現況図 関東地建 S48、利水現況図 国土庁 S56
工業用水取水データ	県別 水源別用水量 製造品出荷額	工業統計表 H13 工業統計メッシュデータ H12
水道用水取水データ	県別水源別年間取水量 県別年間給水量 県別給水人口 メッシュ内人口 対象流域内水利権 水道用水給水区域	水道統計表 H13 水道統計表 H13 水道統計表 H13 国勢調査 H12 関東地建水利権一覧 関東地建 H8 各水道局 HP より
生活系排水データ	発生汚濁負荷原単位 除去率 県別処理形態別人口	東京湾流総 H9 ¹⁾ 流総指針 H11 ²⁾ H14 環境統計集
工場系排水データ	排水量原単位 排水水質原単位 製造品出荷額	流総指針 H11 ²⁾ 流総指針 H11 ²⁾ 工業メッシュ統計 H12
畜産系排水データ	市町村別の家畜頭数 汚濁負荷原単位	H14 農林水産統計 流総指針 H11 ²⁾

4.1.2 検討対象流域

東京湾水物質循環モデルの構築に当たって、まず、対象流域を定めた。東京湾に流入する流域すべてを対象とすることとし、検討範囲は、「東京湾流域別下水道整備総合計画」(平成9年)に準じた流域、および利根川上流域(関宿分派地点まで)とし、計算グリッドは約1 km 四方(3次メッシュ単位)とした。流域全体でのグリッド数は 15,558 となる。

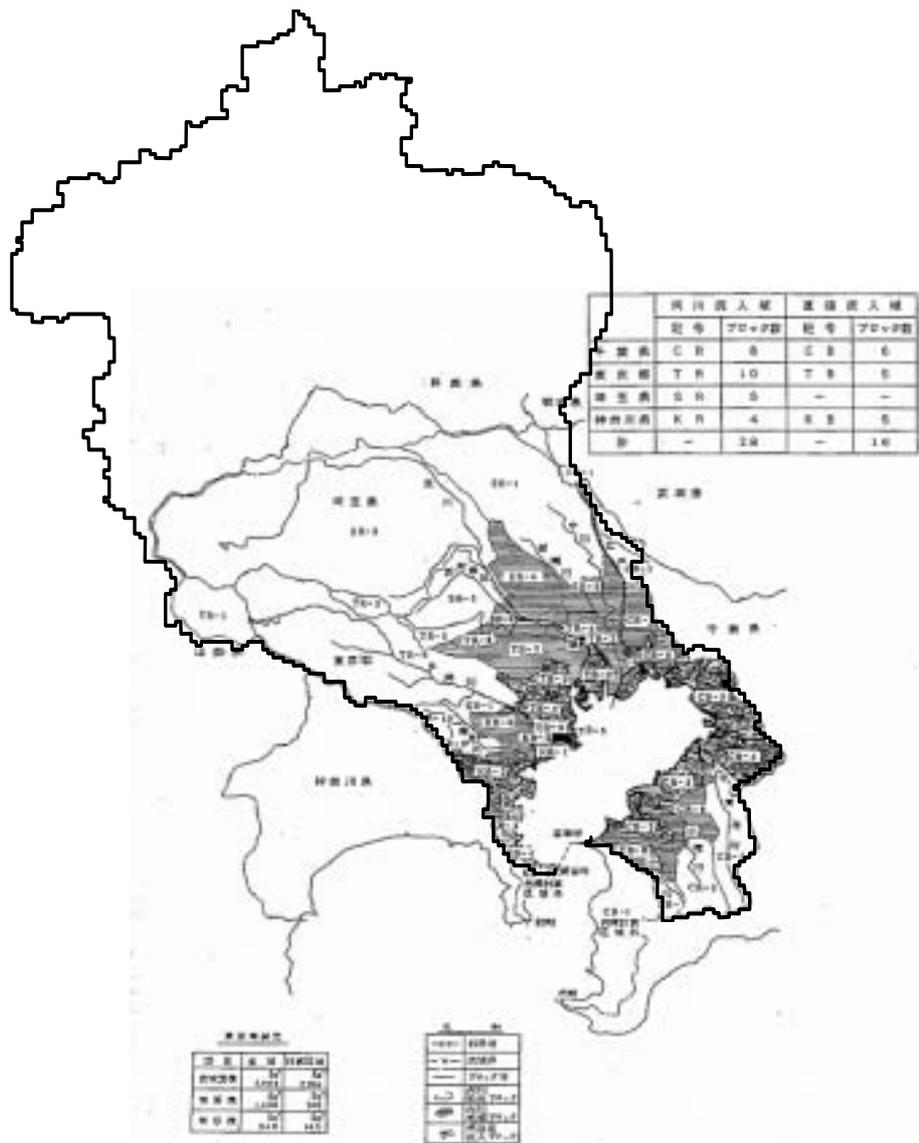


図- 4.1.2.1 東京湾流域別下水道整備総合計画による東京湾流域ブロック図¹⁾、およびモデル対象流域

4.1.3 モデル構築に使用するデータの収集整理

(1) 標高データの作成

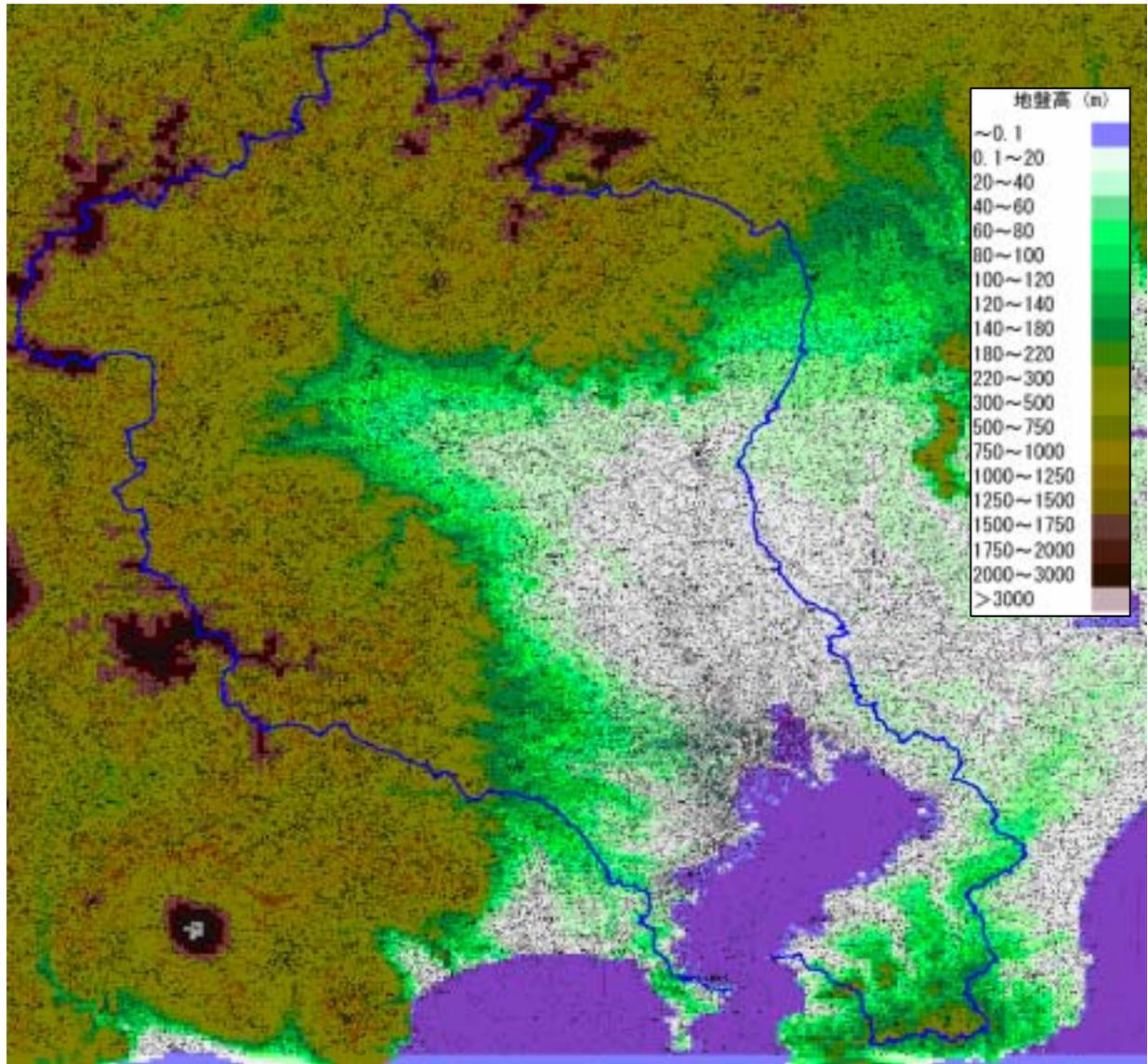


図- 4.1.3.1 東京湾流域及び地盤高

【収集データ】

50メートルメッシュ標高 (数値地図)

【メッシュデータへの整備方法】

標高データは、50mメッシュ標高データを用いて、3次メッシュ内で単純平均化することにより求めた。

(2) 土地利用データの作成

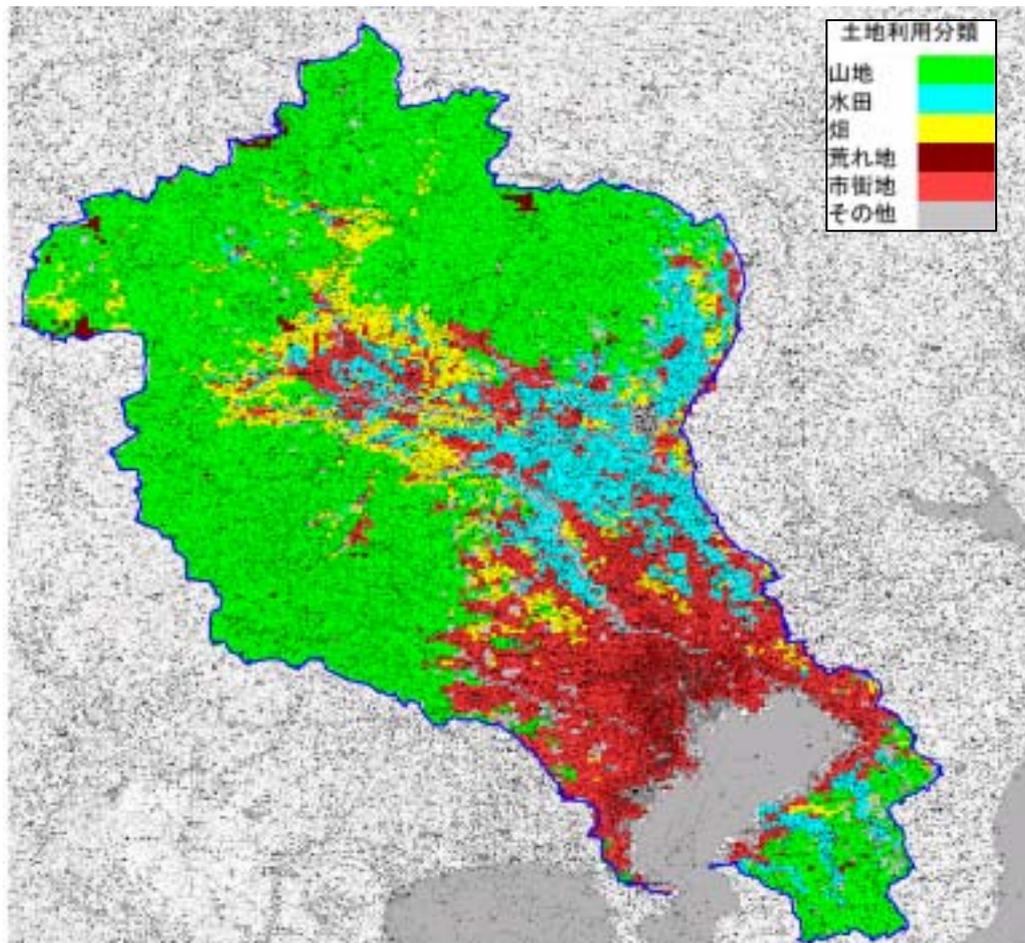


図- 4.1.3.2 土地利用区分(国土数値情報H9)

【収集データ】

土地利用メッシュ S51,S62,H3,H9 (国土数値情報)

【メッシュデータへの整備およびモデルへの適用】

土地利用分類との対応は以下のとおり6区分とした。3次メッシュの土地利用分類別面積を抽出し、以下区分で合計値を算出し、もっとも割合が高い区分をその3次メッシュの土地利用とする。

水循環モデルにおいて、表層タンクの浸透能等のパラメータ分類に適用する。

表- 4.1.3.1 本モデルと国土数値情報との土地利用の対応表

モデル区分	山地	水田	畑	荒地	市街地	その他
国土数値情報 の土地利用 分類	森林	田	その他農用地	荒地	建物用地	その他の用地
			ゴルフ場		幹線交通用地	河川地及び湖沼
						海浜
						海水域

(3) 土壌データの作成

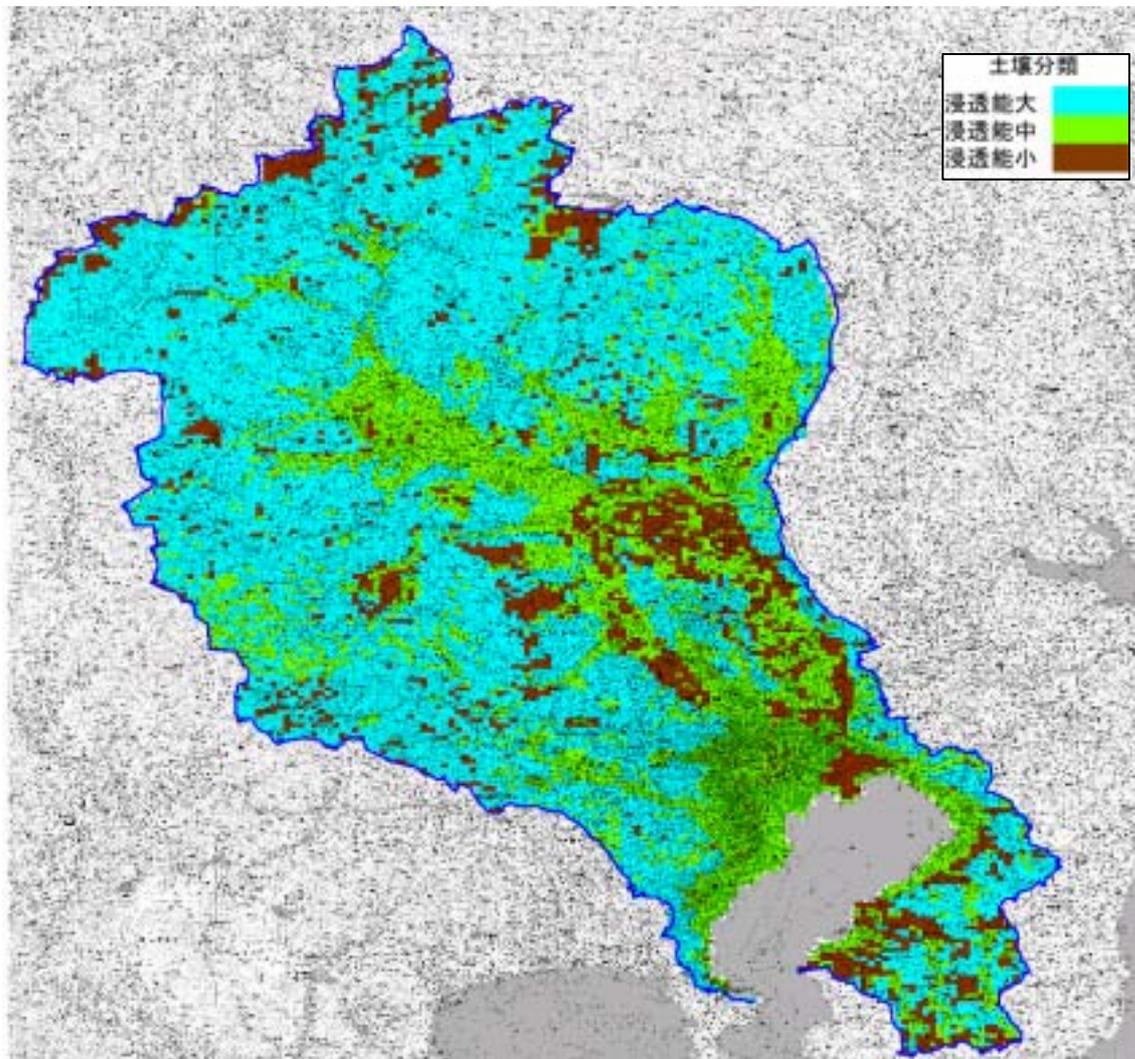


図- 4.1.3.3 土壌分類

【収集データ】

自然地形メッシュ(土壌) S56 (国土数値情報)

元データのメッシュ単位は約 1km 四方である。当該メッシュの土壌分類から次ページに示す表- 4.1.3.2 により大中小の浸透能に分けた。

【メッシュデータへの整備およびモデルへの適用】

水循環モデルにおいて、不飽和タンクの透水係数等のパラメータ分類に適用する。浸透能の違いにより、3分類に整理した。土壌分類との対応を次ページに示す。

表- 4.1.3.2 都県別土壌分類基準

コード	茨城	栃木	群馬	埼玉県	東京都	千葉県	神奈川県	山梨県	浸透能
1		岩石地	岩石地	岩石地	岩石地	岩石地	岩石地	岩石地	小
2			高山岩屑性土壌					高山岩屑性土壌	小
3		岩屑性土壌	岩屑性土壌				岩屑性土壌	岩屑性土壌(1) 岩屑性土壌(2)	小
5				残積性未熟土壌		残積性未熟土壌			小
6						粗粒残積性未熟土壌			中
7	砂丘未熟土壌			砂丘未熟土壌	砂丘未熟土壌	砂丘未熟土壌	砂丘未熟土壌		中
8			火山放出物未熟土壌						大
9			粗粒火山放出物未熟土壌		粗粒火山放出物未熟土壌			粗粒火山放出物未熟土壌	大
10					風化火山放出物未熟土壌				大
12	厚層黒ボク土壌	厚層黒ボク土壌	厚層黒ボク土壌	厚層黒ボク土壌	厚層黒ボク土壌	厚層黒ボク土壌	厚層黒ボク土壌	厚層黒ボク土壌	大
13	黒ボク土壌	黒ボク土壌	黒ボク土壌	黒ボク土壌	黒ボク土壌	黒ボク土壌	黒ボク土壌	黒ボク土壌	大
14									中
15		粗粒黒ボク土壌	粗粒黒ボク土壌		粗粒黒ボク土壌			粗粒黒ボク土壌	大
16	多湿黒ボク土壌	多湿黒ボク土壌					多湿黒ボク土壌	多湿黒ボク土壌	中
18	黒ボクグライ土壌	黒ボクグライ土壌		黒ボクグライ土壌	黒ボクグライ土壌	黒ボクグライ土壌	黒ボクグライ土壌	黒ボクグライ土壌	中
19	淡色黒ボク土壌	淡色黒ボク土壌	淡色黒ボク土壌	淡色黒ボク土壌	淡色黒ボク土壌	淡色黒ボク土壌	淡色黒ボク土壌	淡色黒ボク土壌	大
20			粗粒淡色黒ボク土壌						大
21	乾性褐色森林土壌	乾性褐色森林土壌	乾性褐色森林土壌	乾性褐色森林土壌	乾性褐色森林土壌	乾性褐色森林土壌	乾性褐色森林土壌	乾性褐色森林土壌	小
22	乾性褐色森林土壌(黄褐色系)								小
23	乾性褐色森林土壌(赤褐色系)								小
25	褐色森林土壌(1) 褐色森林土壌(2)	褐色森林土壌	褐色森林土壌	褐色森林土壌	褐色森林土壌	褐色森林土壌() 褐色森林土壌()	褐色森林土壌B (滴潤型) 褐色森林土壌B (やや乾燥型) 褐色森林土壌B (下層砂礫層)	褐色森林土壌	大
26	褐色森林土壌(黄褐色系)			褐色森林土壌(黄褐色系)	褐色森林土壌(黄褐色系)				中
28					褐色森林土壌(暗色系)		褐色森林土壌(暗色系)	褐色森林土壌(暗色系)	大
30	湿性褐色森林土壌	湿性褐色森林土壌	湿性褐色森林土壌	湿性褐色森林土壌		湿性褐色森林土壌	湿性褐色森林土壌		中
32		乾性ボソドル化土壌	乾性ボソドル化土壌	乾性ボソドル化土壌	乾性ボソドル化土壌			乾性ボソドル化土壌	中
33		湿性ボソドル化土壌	湿性ボソドル化土壌	湿性ボソドル化土壌				湿性ボソドル化土壌	小
38	褐色低地土壌	褐色低地土壌	褐色低地土壌	褐色低地土壌	褐色低地土壌	褐色低地土壌	褐色低地土壌	褐色低地土壌	中
39	粗粒褐色低地土壌	粗粒褐色低地土壌		粗粒褐色低地土壌		粗粒褐色低地土壌	粗粒褐色低地土壌		中
40		細粒灰色低地土壌	細粒灰色低地土壌	細粒灰色低地土壌		細粒灰色低地土壌	細粒灰色低地土壌	細粒灰色低地土壌	中
41	灰色低地土壌	灰色低地土壌	灰色低地土壌	灰色低地土壌	灰色低地土壌	灰色低地土壌	灰色低地土壌	灰色低地土壌	中
42		粗粒灰色低地土壌	粗粒灰色低地土壌	粗粒灰色低地土壌	粗粒灰色低地土壌	粗粒灰色低地土壌	粗粒灰色低地土壌	粗粒灰色低地土壌	中
43		細粒グライ土壌	細粒グライ土壌	細粒グライ土壌	細粒グライ土壌	細粒グライ土壌	細粒グライ土壌	細粒グライ土壌	小
44	グライ土壌		グライ土壌			グライ土壌	グライ土壌	グライ土壌	小
45						粗粒グライ土壌	粗粒グライ土壌	粗粒グライ土壌	小
47	泥炭土壌		低位泥炭土壌	低位泥炭土壌		低位泥炭土壌	低位泥炭土壌		中
48	黒泥土壌		黒泥土壌	黒泥土壌		黒泥土壌	黒泥土壌		中
99	その他 (市街地および公共用地)	その他(市街地等)	その他(市街地等)	その他(市街地等)	鉢石採取地 宅地等造成地 墓地 未区分地 その他(市街地等)	その他(市街地等)	その他(市街地等)	その他(市街地等)	中

浸透能分類は「中野秀章(1976)：森林水文学」による。不明等は「中」とした

(4) 表層地質データの作成

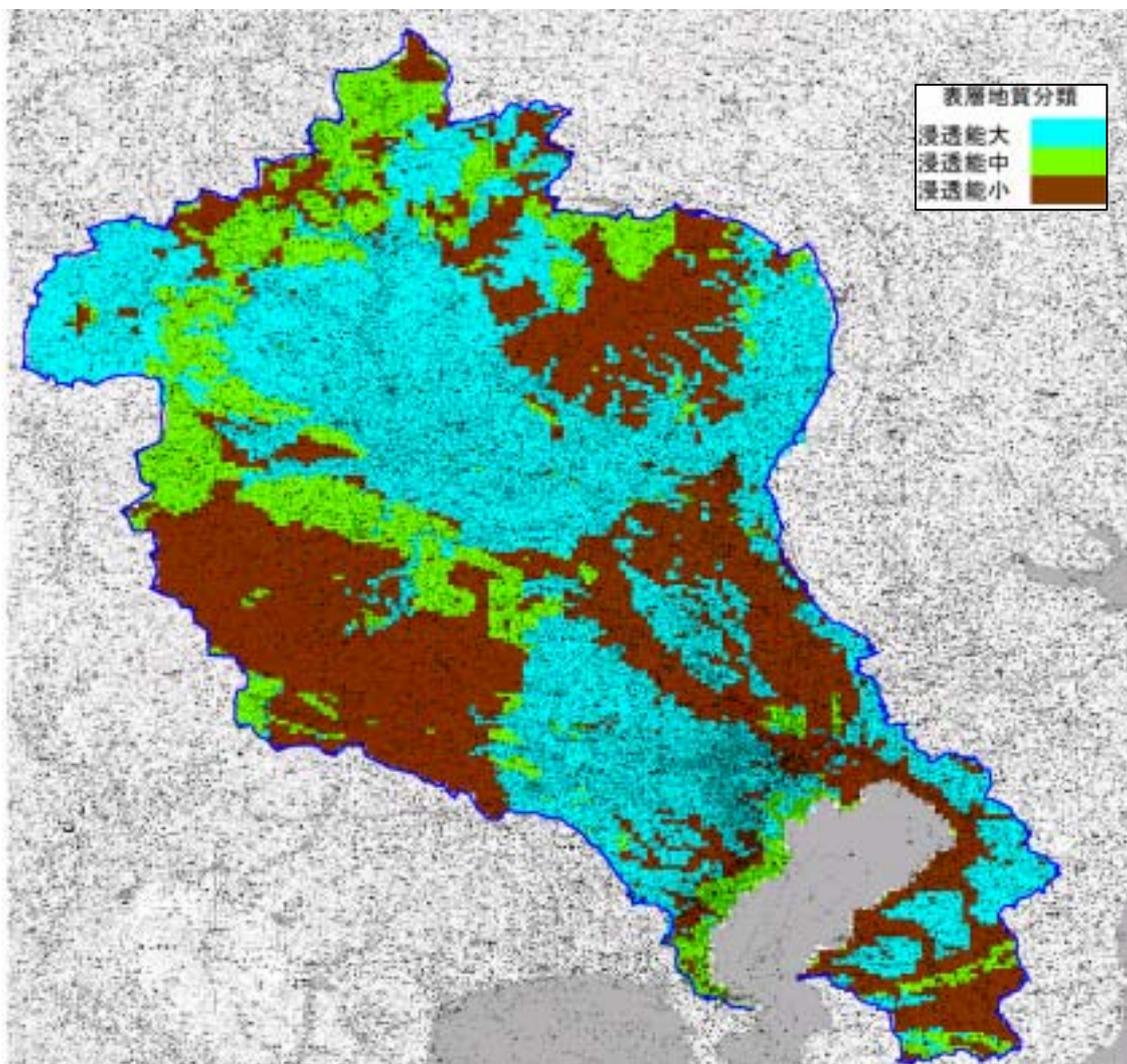


図- 4.1.3.4 表層地質分類

【収集データ】

自然地形メッシュ(表層地質) S56 (国土数値情報)

元データのメッシュ単位は約 1km 四方である。当該メッシュの表層地質から次ページに示す表- 4.1.3.3 により大中小の浸透能に分けた。

【メッシュデータへの整備およびモデルへの適用】

水循環モデルにおいて、地下水タンクの流出係数等のパラメータ分類に適用する。

浸透能の違いにより、3分類に整理した。表層地質分類との対応を次ページに示す。

表- 4.1.3.3 都県別表層地質分類

	コード	茨城	栃木	群馬	埼玉県	東京都	千葉県	神奈川県	山梨県	年代	浸透能	
未固結堆積物	11	礫		礫	礫	礫がち堆積物		礫	礫がち堆積物	Tn D A A D A D A A	大 大 大 大 小 小 大 大 中	
	12	砂	砂	砂	砂	砂がち堆積物	砂がち堆積物 砂、細砂	砂		D A D A D A A	大 大 大 小 小 大 大 中	
	13	泥	泥	泥(泥炭を含む)	泥	泥がち堆積物	泥がち堆積物	泥	泥がち堆積物	D A D A D A A	小 小 大 大 大 大 中	
	14	礫、砂	砂礫			砂、礫堆積物	砂、礫			D A D A D A A	大 大 大 大 大 大 中	
	15	砂、泥								A A D A D A A	中 中 中 中 中 中 中	
	16					礫、砂、泥堆積物			砂がち堆積物	A A D A D A A	中 中 中 中 中 中 中	
	17					砂、泥堆積物			砂、泥、礫	D A D A D A A	中 中 中 中 中 中 中	
	21	砕屑物	砕屑物	砕屑物					砕屑物	D A D A D A A	中 中 中 中 中 中 中	
固結堆積物	31	礫岩	砂、礫互層	礫岩 砂、礫岩互層	礫岩	礫岩3 礫岩2 礫岩1			礫岩	P M Tp Tn D D	小 小 中 中 大 大	
	32	砂岩	砂岩、泥岩互層		砂岩	砂岩3 砂岩2	砂層 砂岩泥岩互層(凝灰質岩石を含む) 凝灰質岩石 泥岩、砂岩 砂岩、チャート	砂層 砂岩 砂岩、泥岩互層	砂岩	P M Tp Tn D D	小 小 中 中 大 大	
	33	泥岩	砂、泥互層 砂岩、粘板岩互層	泥岩(頁岩、粘板岩) 砂岩、粘板岩互層	泥岩(頁岩、粘板岩)	泥岩3 泥岩2	砂岩、泥岩(砂泥互層を含む) 泥岩(砂泥互層を含む) 砂岩泥岩互層、泥岩	泥層 泥岩	泥岩(頁岩、粘板岩) 輝緑凝灰岩 斑岩(深成岩類)	P M Tn D D	小 小 小 小 中	
	34						泥岩 砂礫岩 砂岩、泥岩			D D D D	中 中 中 中	
	35		チャート	珩岩質岩石	珩岩質岩石	珩岩質岩石				P D D	小 中 中	
	36	互層			上記各岩石の互層	礫岩、砂岩、泥岩互層4 礫岩、砂岩、泥岩互層3 礫岩、砂岩、泥岩互層2 礫岩、砂岩、泥岩互層1	砂岩泥岩互層 砂岩泥岩互層、砂礫層 礫岩、砂岩、泥岩、凝灰質岩石 頁岩、砂岩、石灰岩、チャート	砂岩、砂岩、凝灰質岩石 砂岩、黒色頁岩互層	珩岩質岩石の各互層	P M Tn D D	小 小 小 小 中	
	37		輝緑凝灰岩		輝緑凝灰岩	輝緑凝灰岩					P D	小 中
	38	石灰岩	石灰岩	石灰岩	石灰岩	石灰岩			石灰岩	P D	小 大	
	火山性岩石	42	火山砕屑物	火山砕屑物	火山砕屑物	火山砕屑物	火山砕屑物	火山砕屑物	火山性崩れ物	火山砕屑物	D A D D	大 大 大 中
		43		軽石						軽石	D D	中 中
45		ローム	ローム	ローム	ローム	ローム(多摩ローム層以上) #(下末吉ローム層以上) #(武蔵野ローム層以上) #(立川ローム層下部層以上) #(立川ローム層上部)	ローム	立川ローム 武蔵野ローム 下末吉ローム 多摩ローム	ローム	D D	大 大	
51		集塊岩および凝灰角礫岩	集塊岩および凝灰角礫岩	集塊岩および凝灰角礫岩	集塊岩および凝灰角礫岩	集塊岩および凝灰角礫岩		凝灰角礫岩 火山角礫岩	集塊岩および凝灰角礫岩	Tn D D	中 大 大	
52		凝灰岩質岩石	凝灰岩	凝灰岩質岩石	凝灰岩	凝灰岩質岩石	凝灰岩質岩石、礫岩	凝灰岩質岩石	凝灰岩質岩石	Tn M D A	中 小 大 大	
53		流紋岩質岩石	流紋岩 石英安山岩	流紋岩質岩石					流紋岩質岩石	M Tn D A	小 中 大 大	
54			安山岩	安山岩質岩石				玄武岩	安山岩質岩石	Tn D A A	中 大 大 大	
深成岩類		61	斑岩	石英斑岩	斑岩				玄武岩質岩石	斑岩質岩石	M Tn D A	中 中 大 大
		62	花崗岩	花崗岩質岩石	花崗岩質岩石	花崗岩質岩石			石英閃緑岩	閃緑岩質岩石	P M Tn D A	中 中 中 中 大
		63	斑輝岩質岩石 変輝緑岩	斑輝岩質岩石	斑輝岩質岩石			斑輝岩			P Tn D A	中 中 中 中
	64	蛇紋岩質岩石		蛇紋岩質岩石	蛇紋岩質岩石	蛇紋岩				P Tn D A	中 中 中 中	
	71	ホルンフェルス	ホルンフェルス	ホルンフェルス	ホルンフェルス			蛇紋岩質岩石 ホルンフェルス	ホルンフェルス	P M Tn D A	大 大 中 中 大	
変成岩類	72	緑色片岩		緑色片岩	緑色片岩					P M Tn D A	中 中 中 中 大	
	73	黒色片岩		黒色片岩、緑色片岩互層	黒色片岩				黒色片岩	P M Tn D A	中 中 中 中 大	
	74	その他の片岩(片麻岩)			片麻岩					P M Tn D A	中 中 中 中 大	

浸透能分類は「中野秀章(1976)：森林水文学」による。不明等は「中」とした。

(5) 気象データの作成

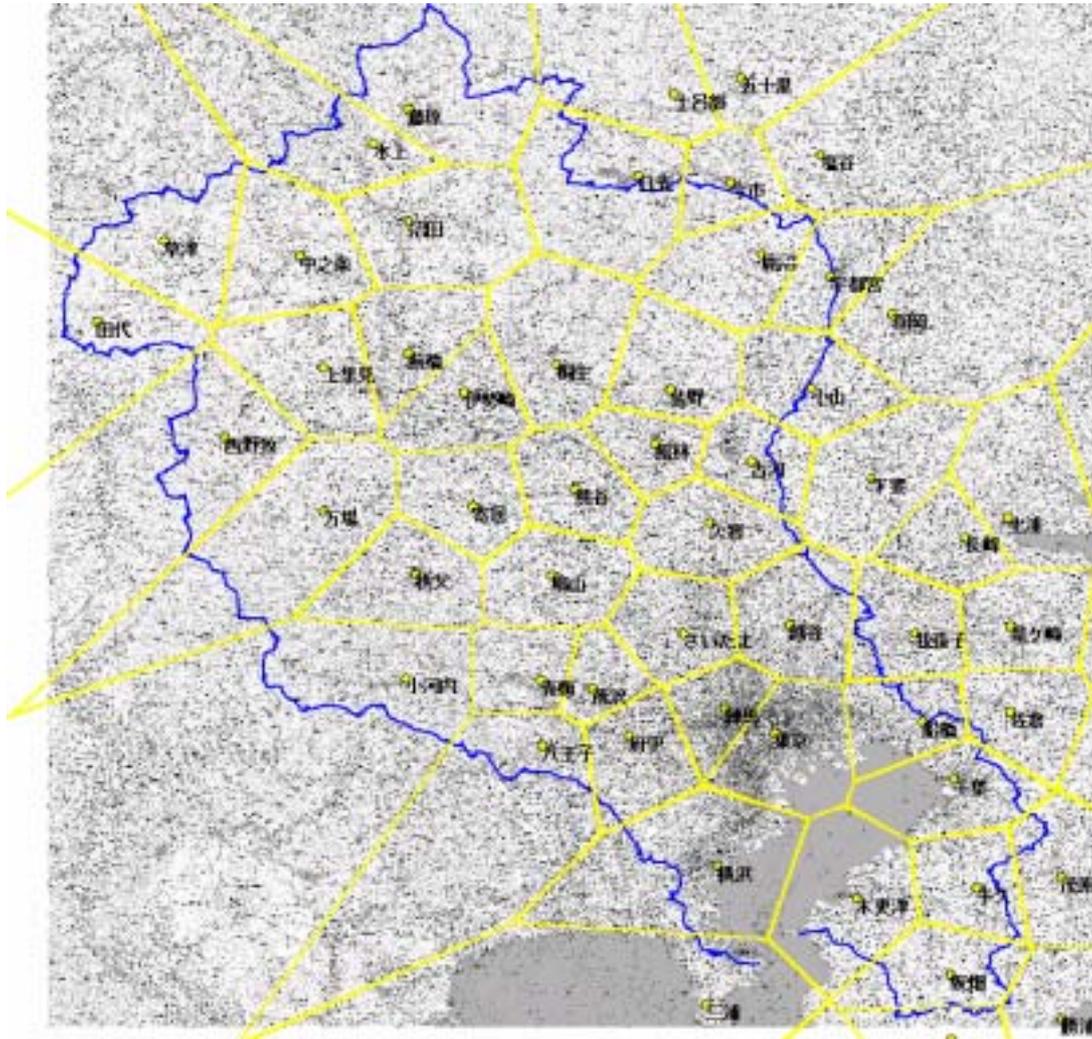


図- 4.1.3.5 アメダス観測所および各観測所の適用範囲

【収集データ】

日雨量・日平均気温・日最低気温・日合計日照時間・日平均風速 S51～H14（アメダス観測年報）

【メッシュデータへの整備およびモデルへの適用】

東京湾流域を気象庁アメダス4要素観測所によりティーセン分割を行い、雨量、気温、日照時間、風速データを各領域に適用する。

(6) 湿度データの作成

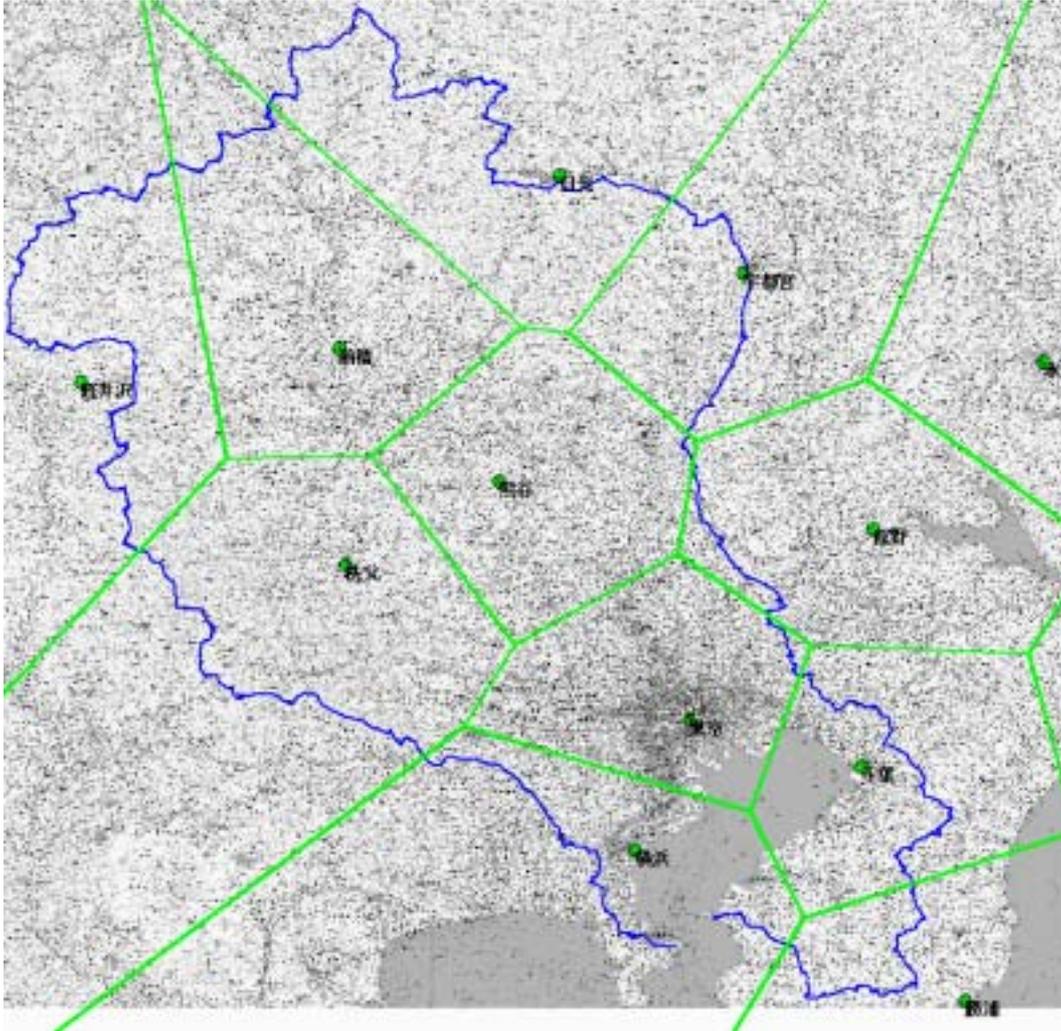


図- 4.1.3.6 地上気象観測所および各観測所の適用範囲

【収集データ】

日平均湿度 S51～H14 (地上気象観測時日別データ、気象庁年報)

【メッシュデータへの整備およびモデルへの適用】

東京湾流域を気象庁の地上気象観測所(気象台・測候所)によりティーセン分割を行い、湿度データを各領域に適用する。

(7) 行政区域の分割

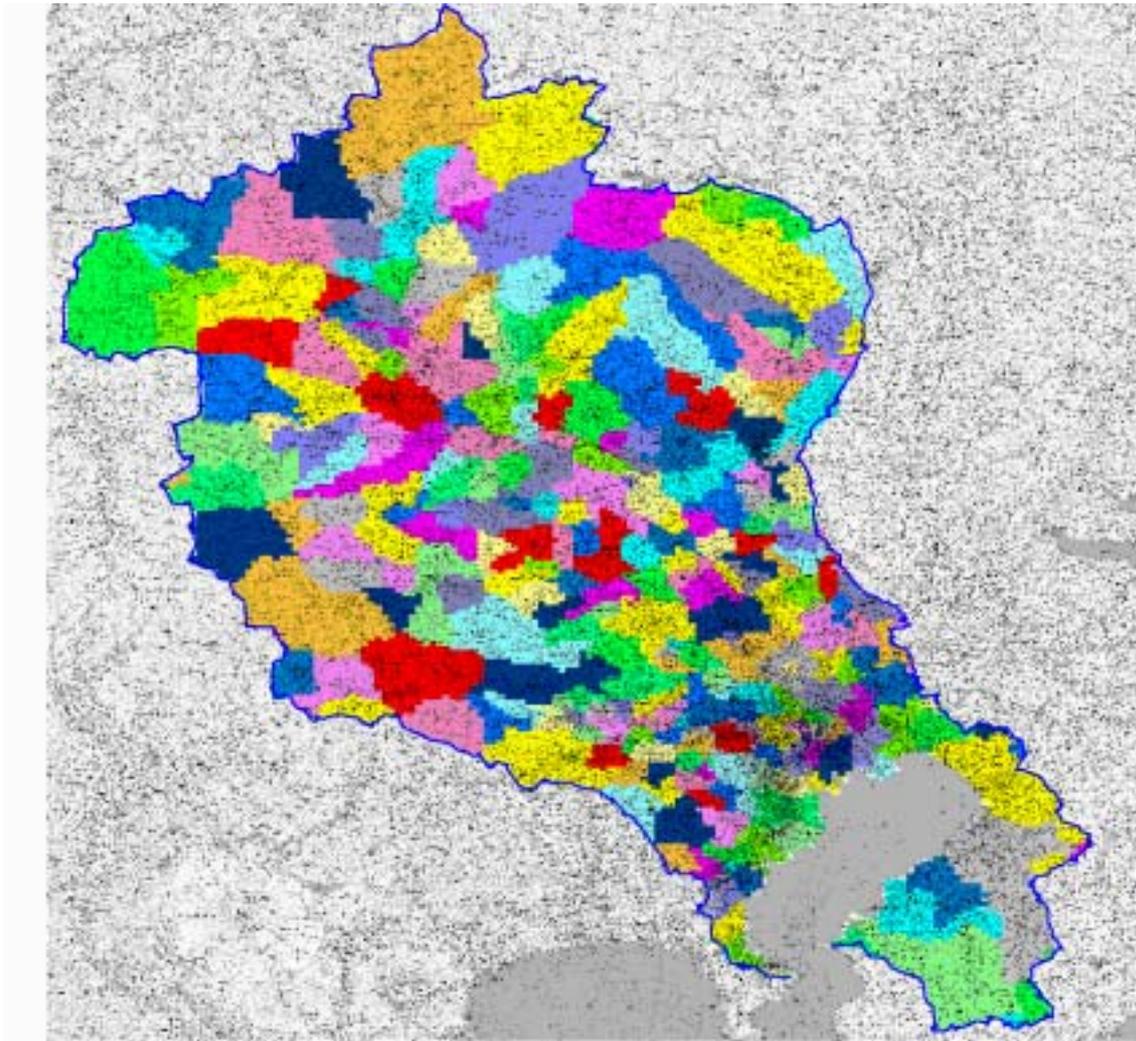


図- 4.1.3.7 流域内行政区域図

【収集データ】

土地利用メッシュ (H9) の3次メッシュに対する行政番号 (国土数値情報)

【メッシュデータへの整備およびモデルへの適用】

人工系負荷量を市町村別に与える際の行政区域図。約 270 市区町村となる。

多摩川流域の一部が山梨県にかかっているが、ほぼ全域が山間地となっているため、山梨県部分は自然流域とみなす。

(8) 流域分割

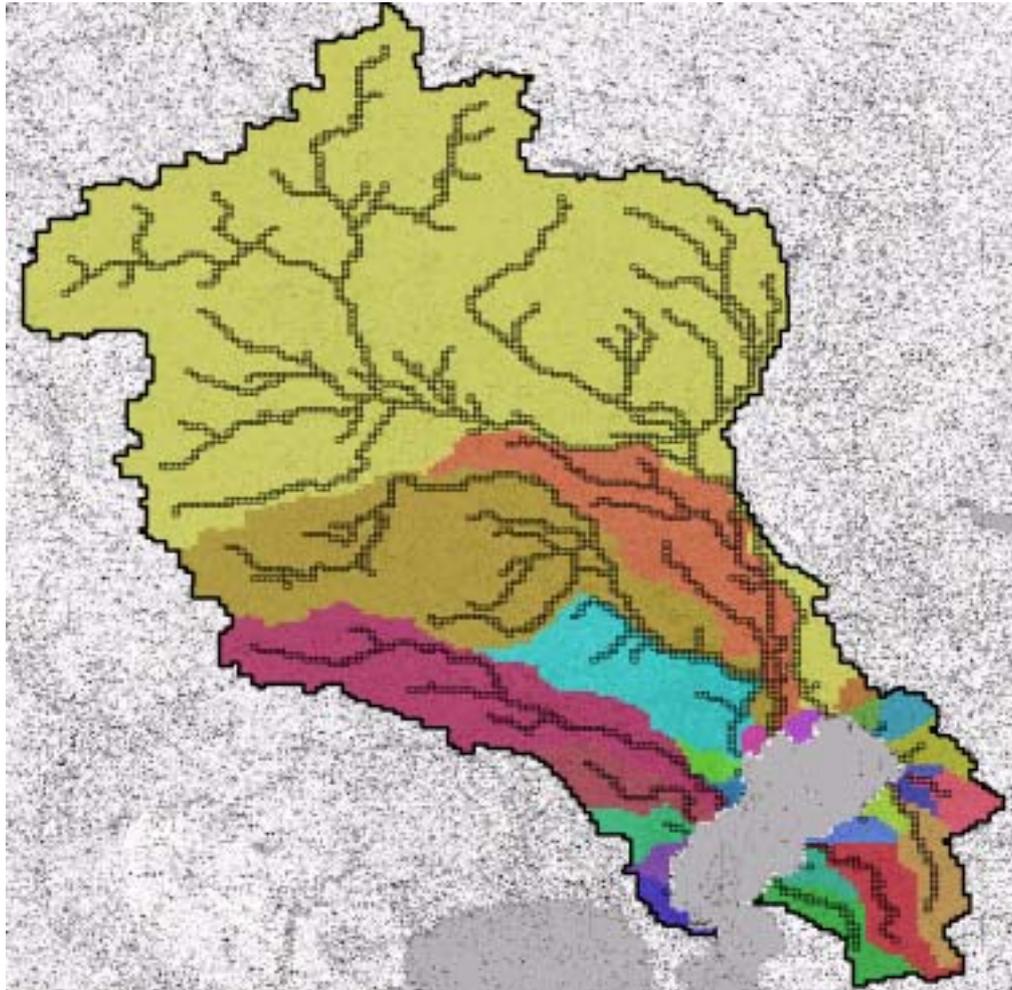


図- 4.1.3.8 流域分割図およびモデル河道網(集水面積 50km²以上のメッシュを図化)

【落水線網の設定】

標高データから自然系水循環の流下方向を規定する落水線網データを作成した。

【河道の設定】

集水面積が 5km²以上となるメッシュに対して河道を設定した。

また、河道幅はレジーム則に基づき設定しており 5～50km²を中流、50km²以上を下流の定数で設定している。(5km²以下を上流と扱うが河道メッシュは設定しない)

以下にレジーム則の式を示す。

$$B = cA^s$$

ここに、 c 、 s ：上・中・下流別の定数 (s は一般に 1 以下である)

A ：流域面積(m²)

B ：河道幅B(m)

【収集データ】

3次メッシュ標高データより作成 (数値地図 50mメッシュ)

【メッシュデータへの整備】

8方向のうちもっとも勾配の急な方向を流下方向として落水線を設定した。窪地等の修正は地図上から流下方向を判断し修正した。

流域界は「東京湾流域別下水道整備総合計画(以下、「東京湾流総」と略記)」で設定されているものと整合をとり、河道網は、地図上の河道に沿って設定した。

各河川のモデル上での流域面積と公称値とを比較し整合度を以下のように確認した。

表- 4.1.3.4 各河川の観測地点のモデルでの流域面積と公称値

		モデル	公称値
利根川	八斗島地点	5104km ²	5150km ²
利根川	栗橋地点	8440km ²	8588km ²
利根川	利根関宿地点	8466km ²	8564km ²
利根川	野田地点	8543km ²	8688km ²
利根川	流山地点	8560km ²	8705km ²
中川	八条橋地点	780km ²	705km ²
荒川	寄居地点	893.5km ²	905km ²
荒川	大芦橋地点	1023km ²	1019km ²
荒川	笹目橋地点	2087km ²	2095km ²
隅田川	霊岸島地点	596km ²	666km ²
多摩川	調布橋地点	471km ²	433km ²
多摩川	石原地点	1033km ²	1040km ²
鶴見川	亀の子橋地点	134km ²	142km ²
養老川	河口地点	232km ²	246km ²
小櫃川	河口地点	283km ²	273km ²
小糸川	河口地点	159km ²	142km ²

流域番号と流域名の対応関係を図- 4.1.3.9に、各流域のモデル上での土地利用区分毎のメッシュ数を表- 4.1.3.5に、本モデルで設定した落水線網を図- 4.1.3.10 に示す。

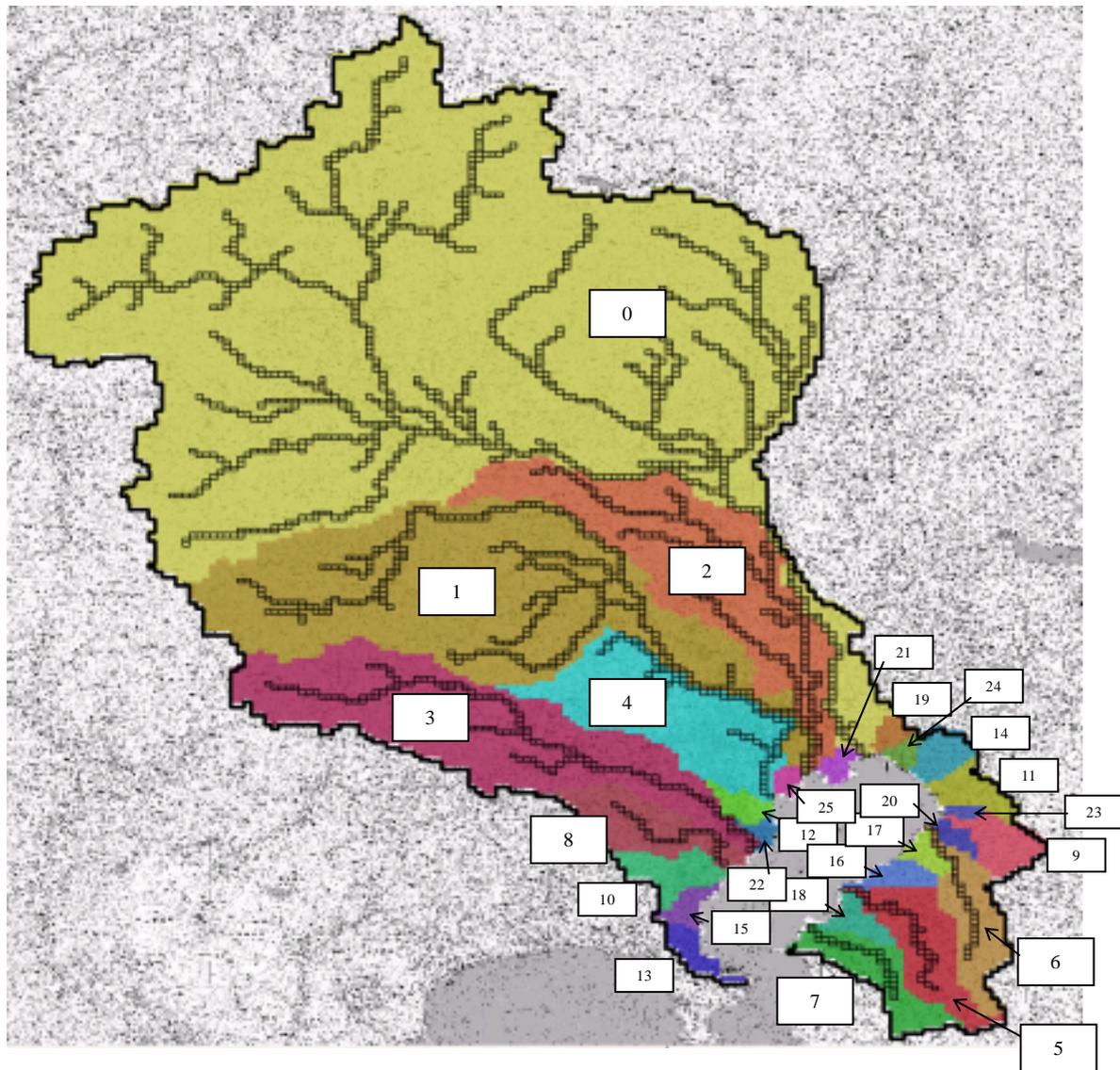


図- 4.1.3.9 東京湾流入流域のモデル上の流域名と設定番号

0 利根川・江戸川流域	1 荒川流域	2 綾瀬川・中川流域
3 多摩川流域	4 隅田川流域	5 小櫃川流域
6 養老川流域	7 小糸川流域	8 鶴見川流域
9 村田川(千葉)	10 帷子川(神奈川)	11 都川(千葉)
12 目黒川(東京)	13 帷子川南残流域 1	14 花見川(千葉)
15 帷子川南残流域 2	16 養老～小櫃川残流域 1	17 養老川～小櫃川残流域 2
18 矢那川(千葉)	19 海老川(千葉)	20 養老川～村田川残流域
21 江戸川～中川残流域	22 目黒川～多摩川残流域	23 都川～村田川残流域
24 海老川～花見川残流域	25 荒川～隅田川残流域	

表- 4.1.3.5 東京湾流入流域の流域毎の土地利用

流域番号	流域名	山地	水田	畑	荒地	市街地	その他	合計
0	利根川・江戸川流域	5641	895	1007	79	547	384	8553
1	荒川流域	1326	167	196	8	311	182	2190
2	綾瀬川・中川流域	3	595	91	1	382	28	1100
3	多摩川流域	740	1	10	1	378	96	1226
4	隅田川流域	21	12	85	2	510	43	673
5	小櫃川流域	185	66	7	3	7	8	276
6	養老川流域	150	39	3	2	7	36	237
7	小糸川流域	129	29	3	0	16	9	186
8	鶴見川流域	37	1	7	0	154	40	239
9	村田川(千葉)	60	13	6	1	9	21	110
10	帷子川(神奈川)	2	0	1	1	88	21	113
11	都川(千葉)	17	3	5	0	55	14	94
12	目黒川(東京)	0	0	0	0	38	12	50
13	帷子川南残流域1	11	0	0	0	32	9	52
14	花見川(千葉)	1	3	12	6	58	1	81
15	帷子川南残流域2	0	0	0	0	32	13	45
16	養老川～小櫃川残流域1	17	4	7	1	7	20	56
17	養老川～小櫃川残流域2	7	12	0	0	7	12	38
18	矢那川(千葉)	27	5	0	1	13	13	59
19	海老川(千葉)	0	2	6	0	24	1	33
20	養老川～村田川残流域	8	4	0	0	16	2	30
21	江戸川～中川残流域	0	0	0	0	19	11	30
22	目黒川～多摩川残流域	0	0	0	0	7	17	24
23	都川～村田川残流域	2	0	0	0	8	5	15
24	海老川～花見川残流域	0	0	1	2	15	8	26
25	荒川～隅田川残流域	0	0	0	0	1	21	22

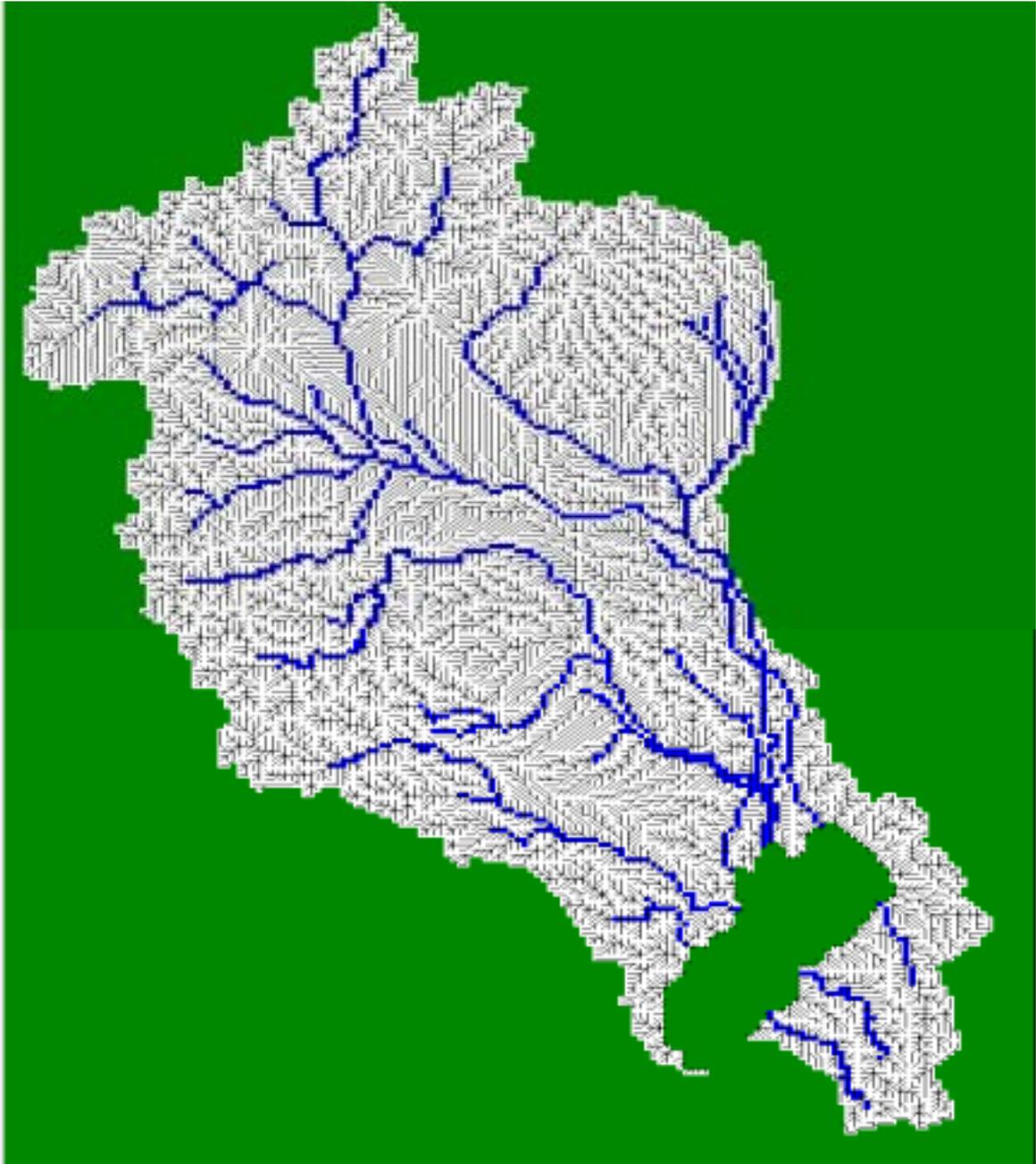


図- 4.1.3.10 落水線網(青色は河道メッシュ)

4.1.4 水循環モデルに使用するデータの収集整理

(1) 農業用水取水データの作成

【収集データ】

土地利用メッシュ H9 (国土数値情報)

田 期別減水深 (農業ハンドブック)

畑 期別減水深 (新版 農業水利学 石橋豊 他)

県別作付面積 (農林水産統計 H13)

地表水、地下水利用割合 (水資源白書 H15)

対象流域内水利権 (関東地建水利権一覧 関東地方建設局 H8)

かんがい用水受益地区範囲 (かんがい用水地域現況図 関東地方建設局 S48、利水現況図 国土庁 S56)

【メッシュデータへの整備】

- ・水田のかんがい用水

単位メッシュ内の田の面積に補正係数¹、期別減水深を乗じて、メッシュごとに一日あたり必要水量を算出する。算出された水量を水源別に地表水取水量、地下水取水量に分ける。減水深は農業土木ハンドブックより標準的な値を使用し、冬水を考慮して、非かんがい期はかんがい期最大の3分の1程度の減水深を与えることとした。また地表水地下水割合は、地域別地下水依存率(水資源白書)により地表水81%、地下水19%とした。

1 H9 土地利用の各面積の元データはそれ以前の地形図より算出されており、また減反政策等による休耕田も田面積に含まれるため、現況の作付け状況と乖離がある。よって、県別の土地利用メッシュの田の合計面積と県別作付面積(農林水産統計 H13)との比を各メッシュの田の面積に乗じている。

県別補正係数は、表- 4.1.4.1の通りである。また、期別減水深を表-4.1.4.2 に示す。

表- 4.1.4.1 都県毎の補正係数

茨城	0.621
栃木	0.547
群馬	0.474
埼玉	0.547
千葉	0.520
東京	0.200
神奈川	0.394

表- 4.1.4.2 期別減水深一覧

期 別	早期栽培 (mm/日)	普通期栽培 (mm/日)
4/21 ~ 30	25	
5/01 ~ 10	25	
5/11 ~ 20	26	
5/21 ~ 30	27	
5/31 ~ 6/09	28	
6/10 ~ 6/19	28	25
6/20 ~ 6/29	27	26
6/30 ~ 7/09	28	28
7/10 ~ 7/19	27	28
7/20 ~ 7/29	29	29
7/30 ~ 8/08	27	28
8/09 ~ 8/18	26	28
8/19 ~ 8/28		27
8/29 ~ 9/07		27
9/08 ~ 9/17		28
9/18 ~ 9/27		26
9/28 ~ 10/07		25
非かんがい期	9.6	9.6

早期・普通期栽培の面積割合は、それぞれ 50% ずつとした。

・畑作のかんがい用水

単位メッシュ内の畑の面積に、期別減水深を乗じて、メッシュごとに一日あたり必要水量を算出する。算出された水量を水田の場合と同じ割合で地表水取水量、地下水取水量に分ける。畑作かんがいの減水深は「農業水利学」を参考として 4～9 月の間で 4mm/日とする。

かんがい期（7月1日）と非かんがい期の地表水および地下水の取水量の分布を図-4.1.4.1、図-4.1.4.3～図-4.1.4.5 に示す。

・大規模用水施設の反映

取水地点と受益地区が離れている大規模な取水堰に関しては、モデル河道上に堰を設定する。堰から取水量はその堰のかんがい対象区域内のメッシュの合計地表水取水量に導水損失を考慮し 15%割増した量とし、取水された水は受給地区に取水量に応じて配分されるものとする。

対象とする堰は、「関東地建水利権一覧」より、水利権で 5m³/s 以上ある長野堰、群馬用水、坂東大堰、神流川頭首工、備前渠用水、大里用水、利根大堰、太田頭首工、邑楽頭首工の各頭首工を対象とした（表- 4.1.4.3）。最も取水量の多い利根大堰のかんがい用水の取水パターンを図-4.1.4.2 に示す。

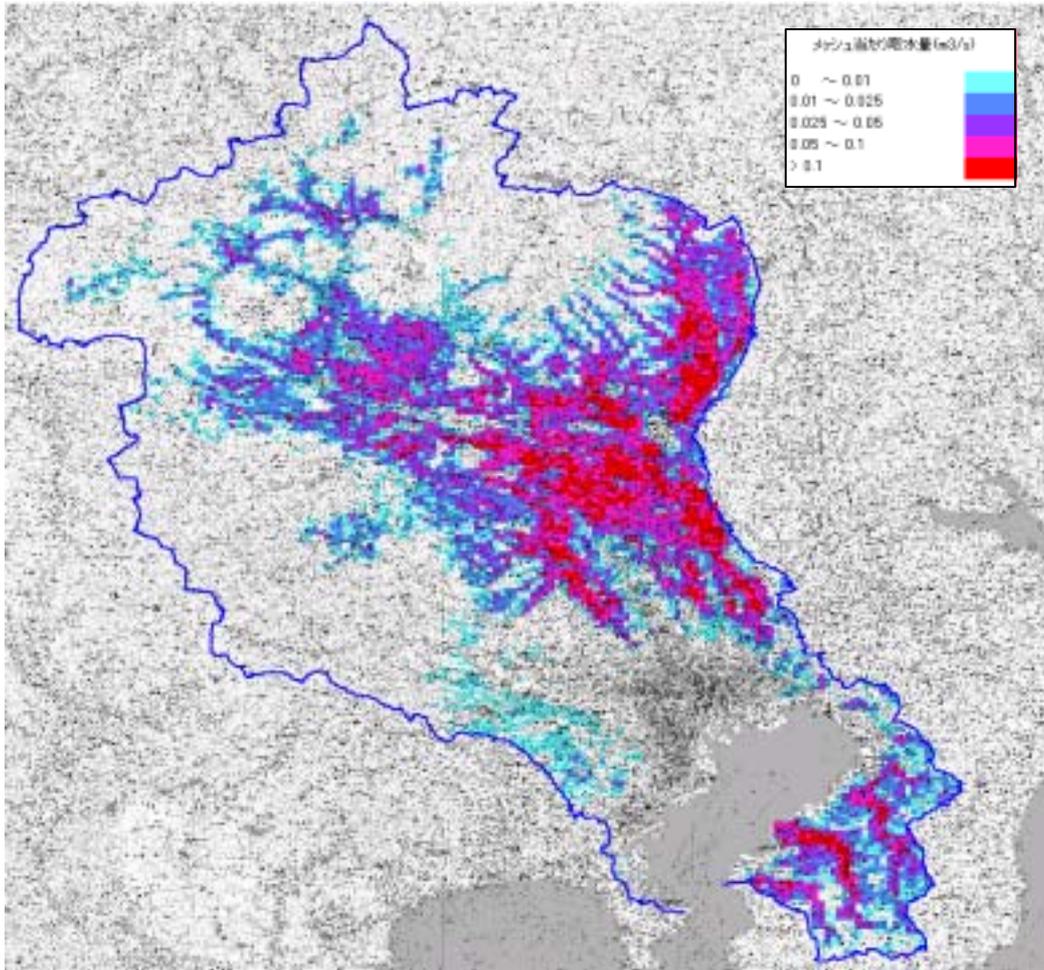


図- 4.1.4.1 農業用水取水量（地表水：7月1日）

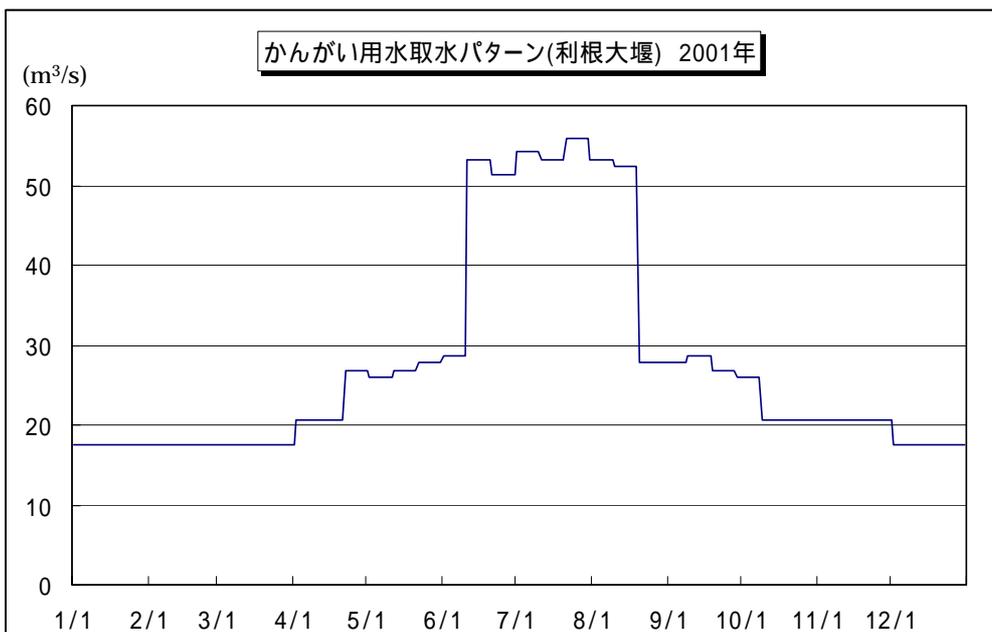


図- 4.1.4.2 利根大堰におけるかんがい用水取水パターン

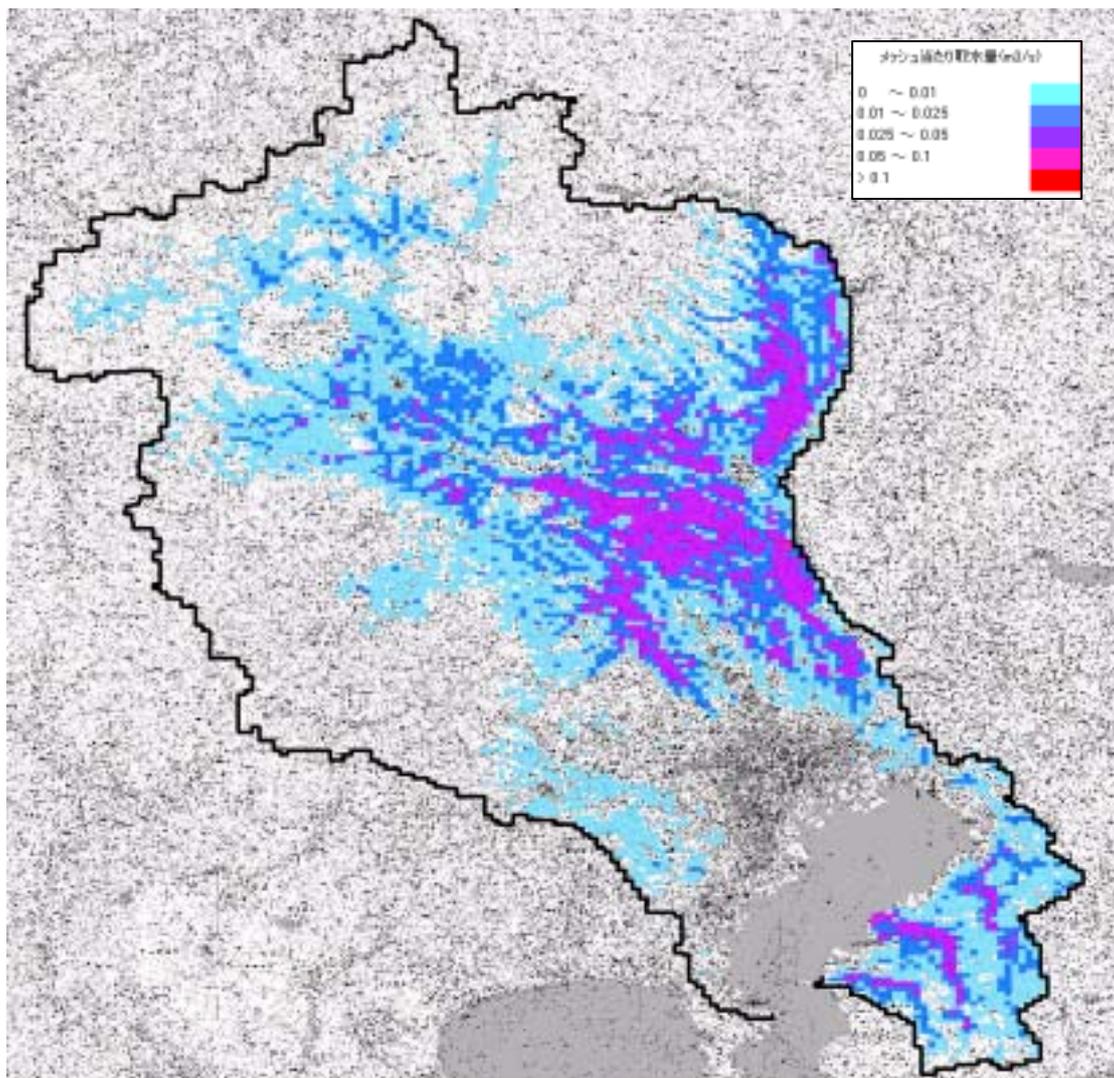


図- 4.1.4.3 農業用水取水量（地表水：非かんがい期）

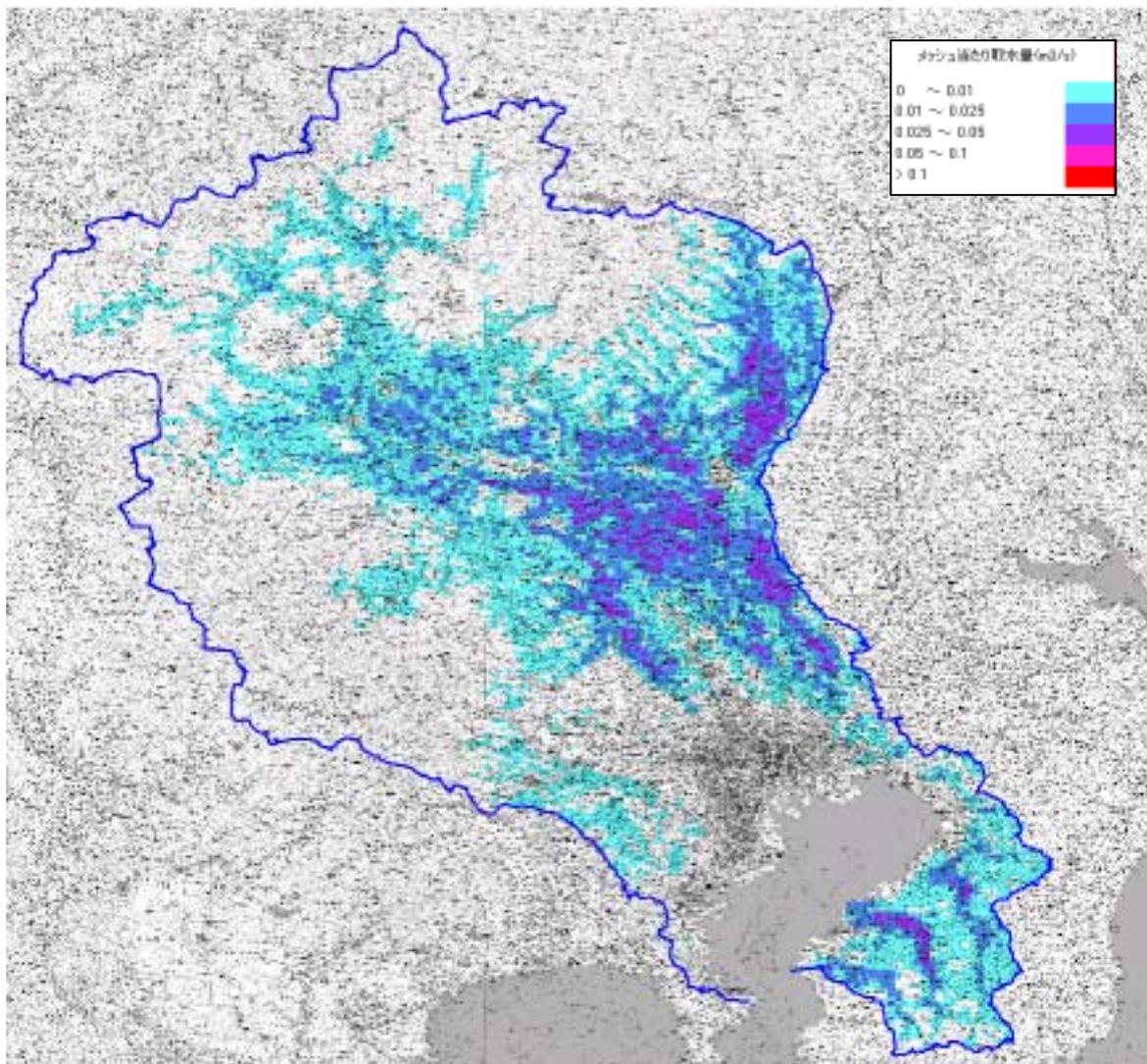


図- 4.1.4.4 農業用水取水量（地下水：7月1日）

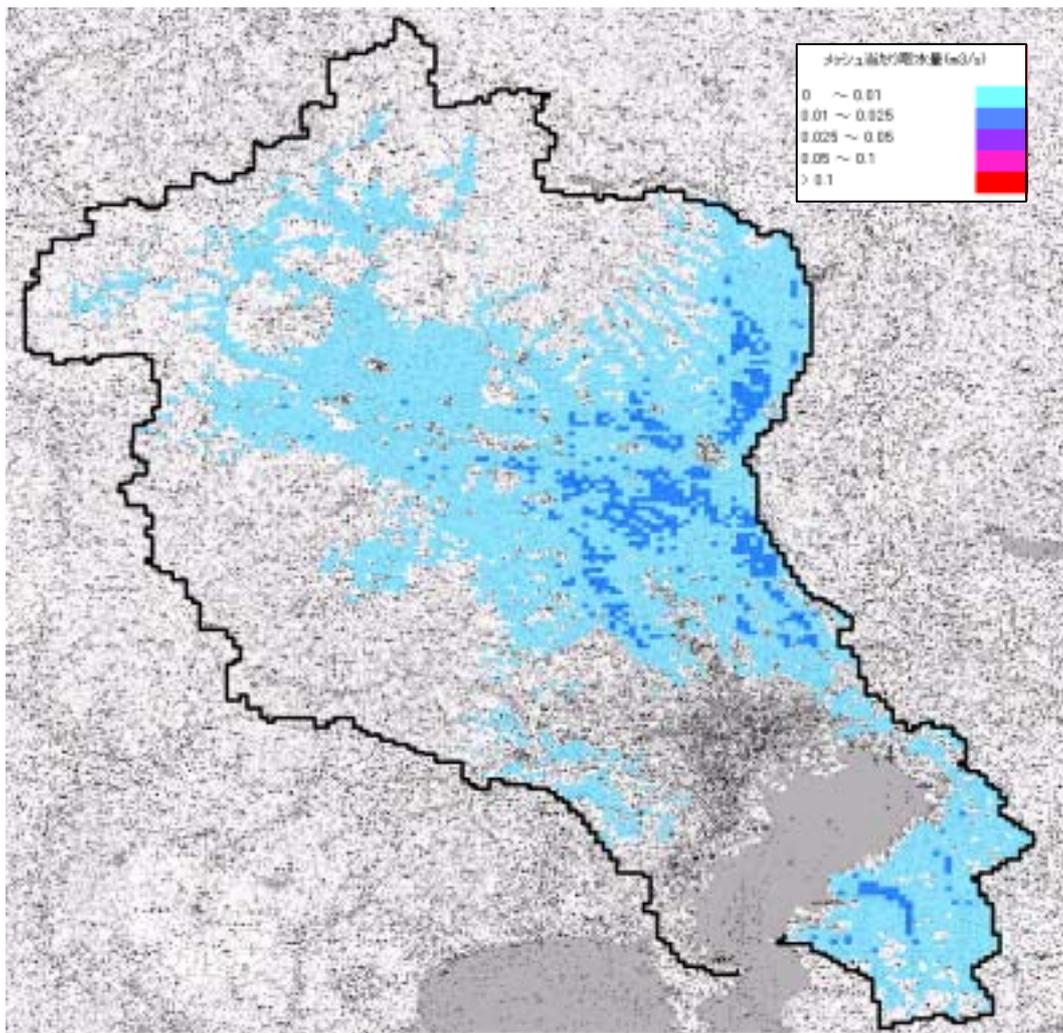


図- 4.1.4.5 農業用水取水量（地下水：非かんがい期）

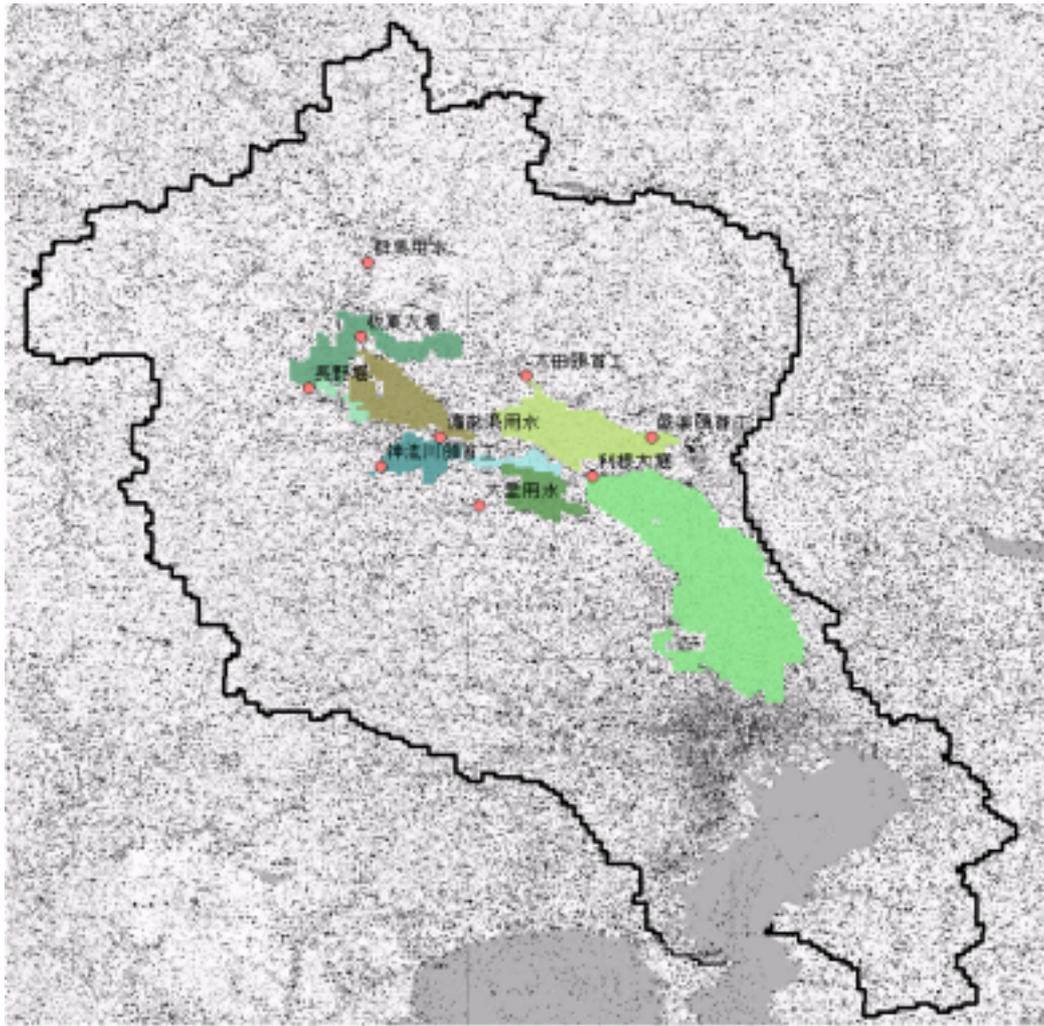


図- 4.1.4.6 農業用水大規模取水地点および受益地区

表- 4.1.4.3 水利権とモデル取水量の比較

	水利権(最大) (m ³ /s)	取水量(7月1日) (m ³ /s)
太田頭首工	21.03	12.8
邑楽頭首工	6.43	3.92
利根大堰	79.35	54.89
坂東大堰	11.10	7.95
群馬用水	14.22	9.76
神流川頭首工	13.67	5.79
長野堰	6.96	0.92
備前渠用水	9.26	3.43
大里用水	16.84	7.64

(2) 工業用水取水データの作成

【収集データ】

県別 水源別用水量 (工業統計表 H13)

製造品出荷額 (工業統計メッシュデータ H12)

【メッシュデータ整備状況】

H13 工業統計表をもとに都県別、水源別年間取水量より、地下水取水、地表水取水を算出する。それを工業統計メッシュデータからメッシュごとの製造品出荷額をもとに、工業用水使用量が工業出荷額に比例するものとして各メッシュの工業用水使用量を推定した。

$$Q_{ws} = Q_c \times P / Q_a$$

ここに、 Q_c ：都県別一日当たり取水量 (m³/日)

P ：メッシュ内製造品出荷額 (円)

Q_a ：都県別総出荷額 (円)

Q_{ws} ：メッシュ内工業用水取水量 (m³/日)

工業水の排水に関しては、工業統計表の集計値から取水量に対する排水率を0.9で設定し、その取水メッシュの表層タンクに与えることとした。

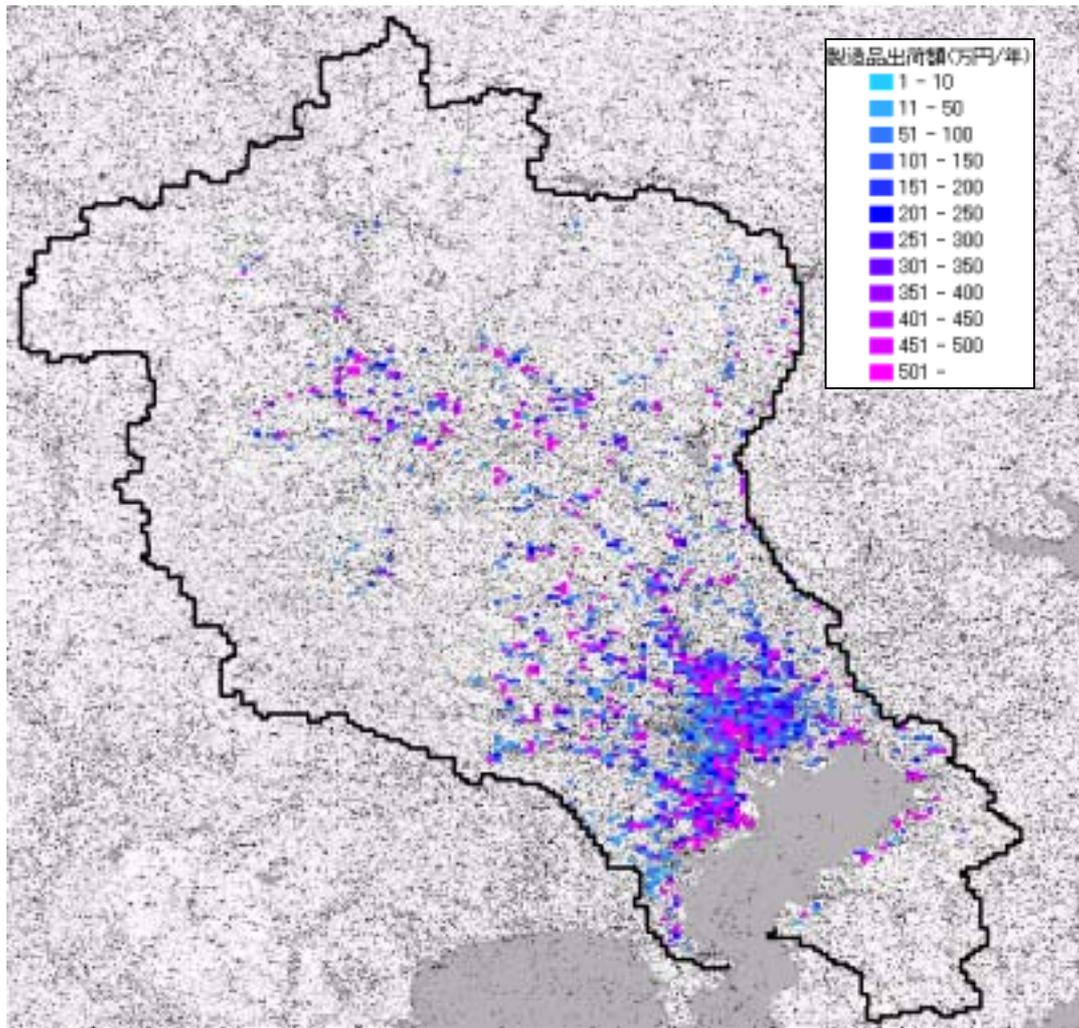


図- 4.1.4.7 製造品出荷額

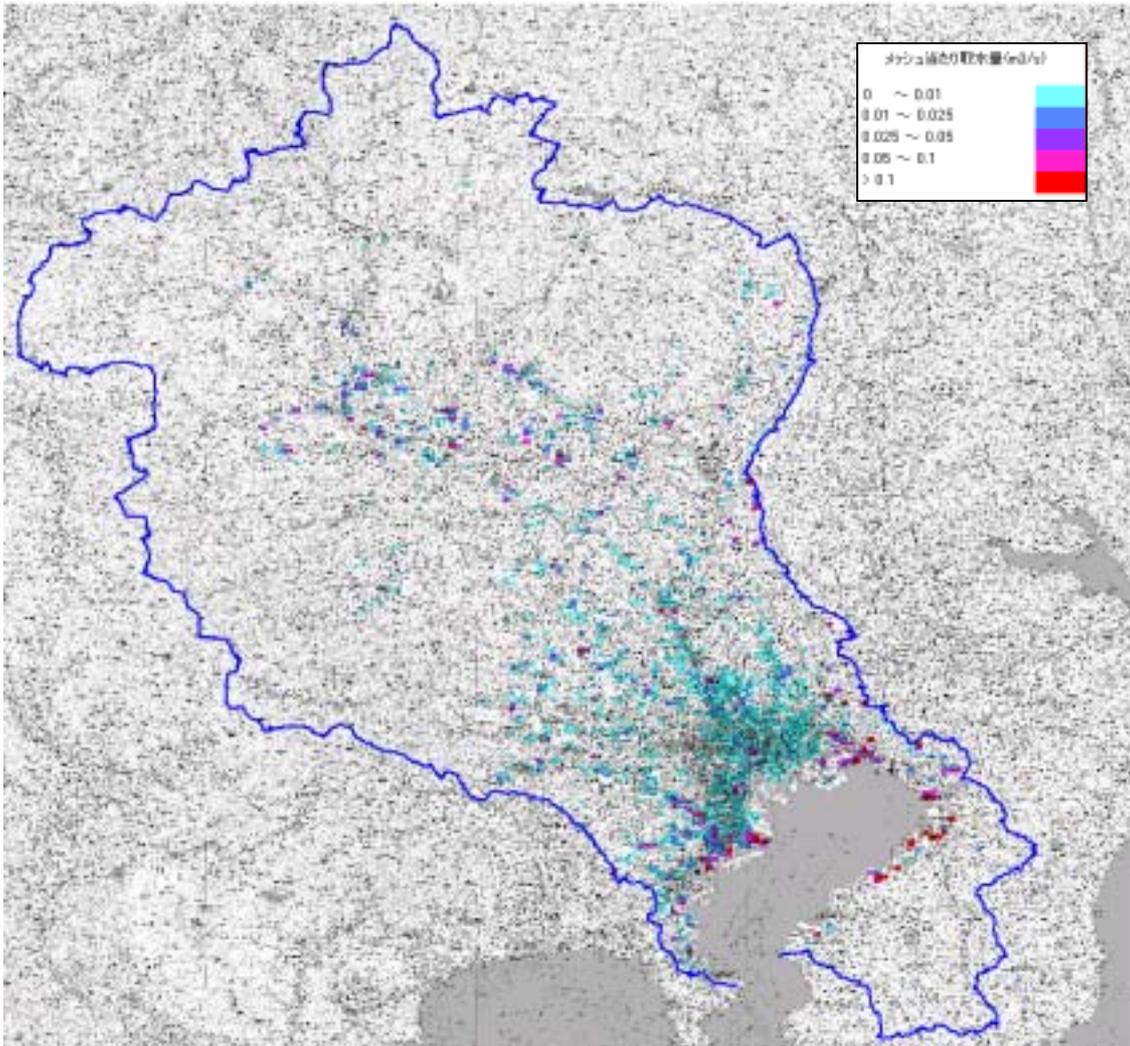


図- 4.1.4.8 工業用水取水量（地表水）

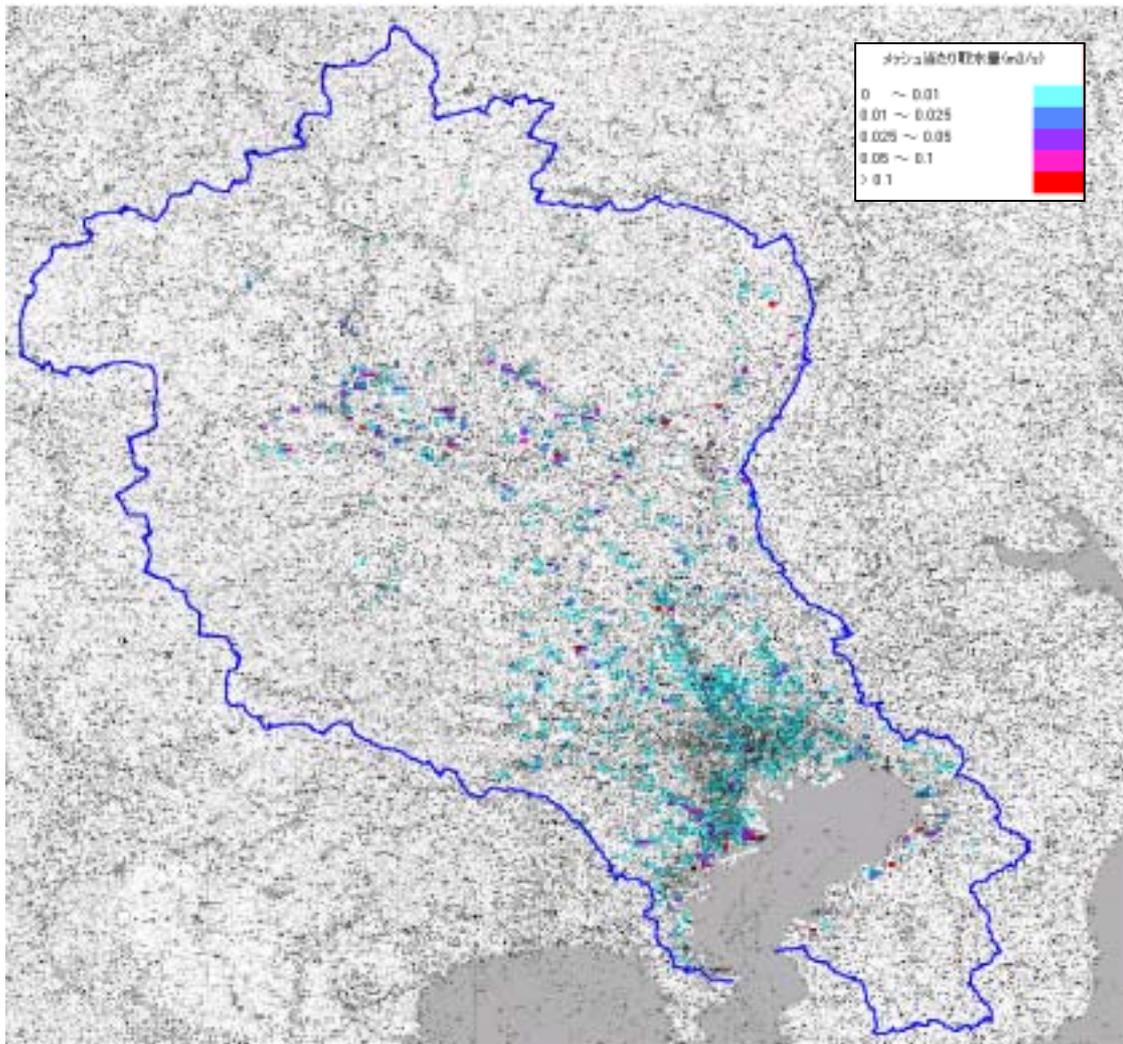


図- 4.1.4.9 工業用水取水量（地下水）

(3) 水道用水取水データの作成

【収集データ】

県別水源別年間取水量 (水道統計表 H13)
県別年間給水量 (水道統計表 H13)
県別給水人口 (水道統計表 H13)
メッシュ内人口 (国勢調査 H12)
対象流域内水利権 (関東地建水利権一覧 関東地方建設局 H8)
水道用水給水区域 (各水道局 HP より)

【メッシュデータへの整備】

H13 水道統計をもとに都県ごとに年間給水量を、水源別取水量比で地下水取水、地表水取水に分ける。それを図-4.1.4.10 に示すメッシュ人口に比例して配分した (図-4.1.4.11、図-4.1.4.12)。

$$Q_{WS} = P \times Q_C / Q_a$$

ここに、P：メッシュ人口 (人)

Q_C ：都県別給水量 ($m^3/日$)

Q_a ：都県別給水人口 (人)

Q_{WS} ：メッシュ内水道給水量 ($m^3/日$)

東京都に関しては、昼間人口と夜間人口の差が大きい区部とその他地域で一人あたり給水量原単位(Q_C / Q_a)を分けて設定している。東京都 H12 統計資料より、東京都夜間人口と昼間人口の差の人数分を区部人口に上乘せして東京都の給水量原単位を補正している。

区部以外原単位 = $Q_C / (Q_a(\text{東京都人口}) + Q_a(\text{区部夜間昼間人口の差分}))$

区部の原単位 = $Q_C / (Q_a(\text{東京都人口}) + Q_a(\text{区部夜間昼間人口の差分})) \times (\text{区部昼間人口} / \text{区部夜間人口})$

・大規模水道事業の反映

取水地点と給水区域が離れている大規模な取水堰に関しては、モデル河道上に堰を設定する。堰から取水量はその堰の給水対象区域内のメッシュの合計地表水取水量とし、取水された水は給水区域に配分されるものとする。

対象とする堰は、「関東地建水利権一覧」より、水利権で $5m^3/s$ 以上ある利根大堰(給水区域：東京都、埼玉県)、秋が瀬取水堰(給水区域：東京都、埼玉県)、羽村堰(給水区域：東京都)、三郷取水口(給水区域：東京都)、金町取水口(給水区域：東京都)の各取水とする。

また横浜市、川崎市各水道局の水源はほとんどが相模川水系からの導水であることから、各供給範囲においては、地表水取水を行わず、流域外からの導水で供給する。千葉県水道局の水源は地表水のうち約 4 割が利根川からの導水量である(千葉県水道局 HP より)ことから、供給範囲においては、地表水取水のうち 4 割を流域外からの導水で供給する。

また、水道管からの漏水率(0.7%)をパラメータで設定している。

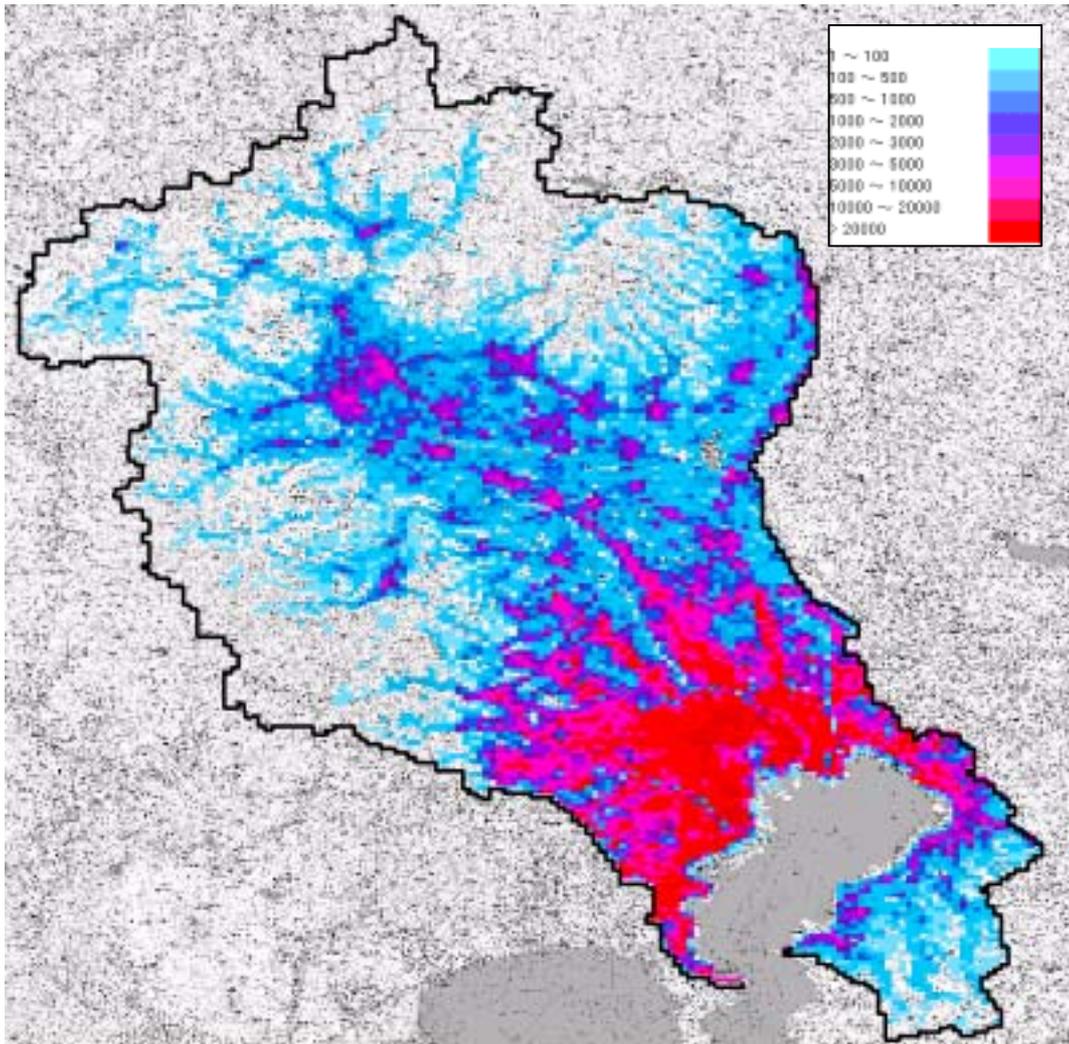


図- 4.1.4.10 メッシュ人口

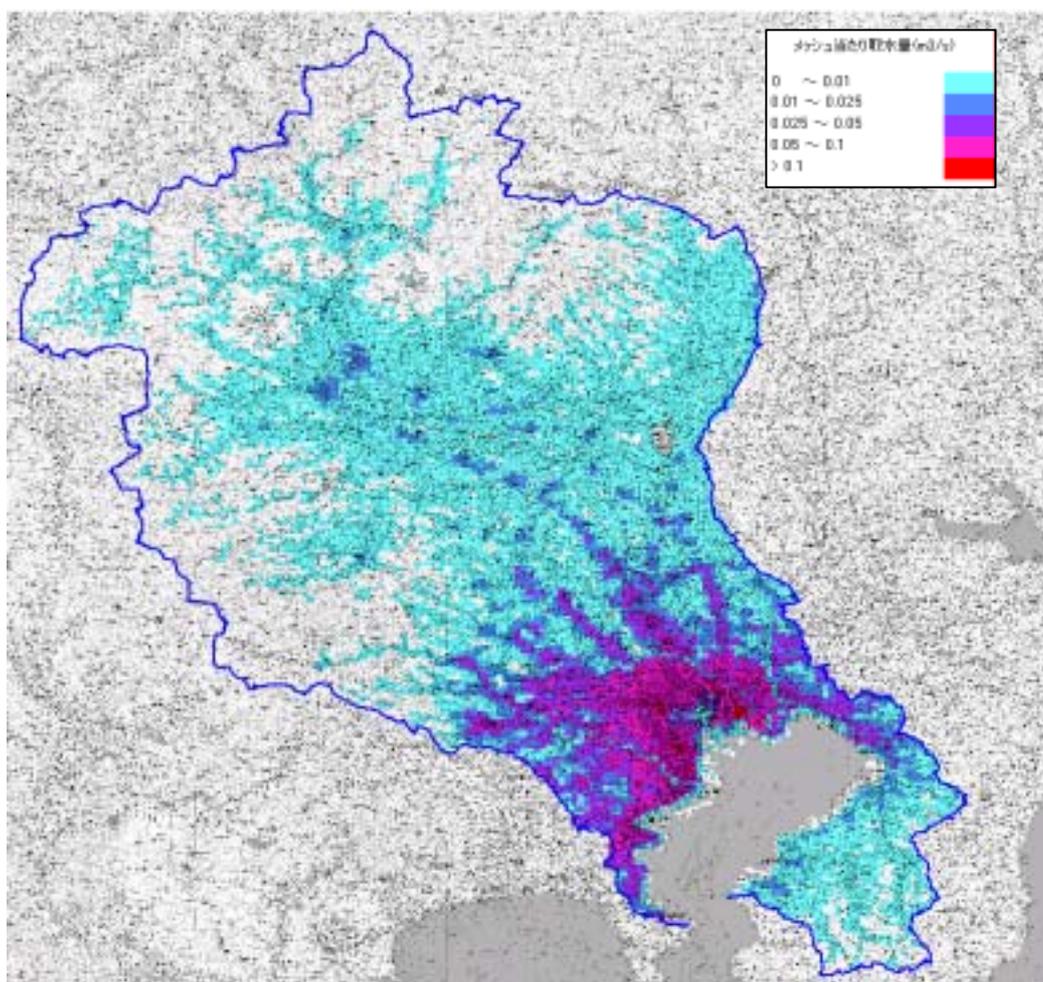


図- 4.1.4.11 水道用水取水量（地表水）

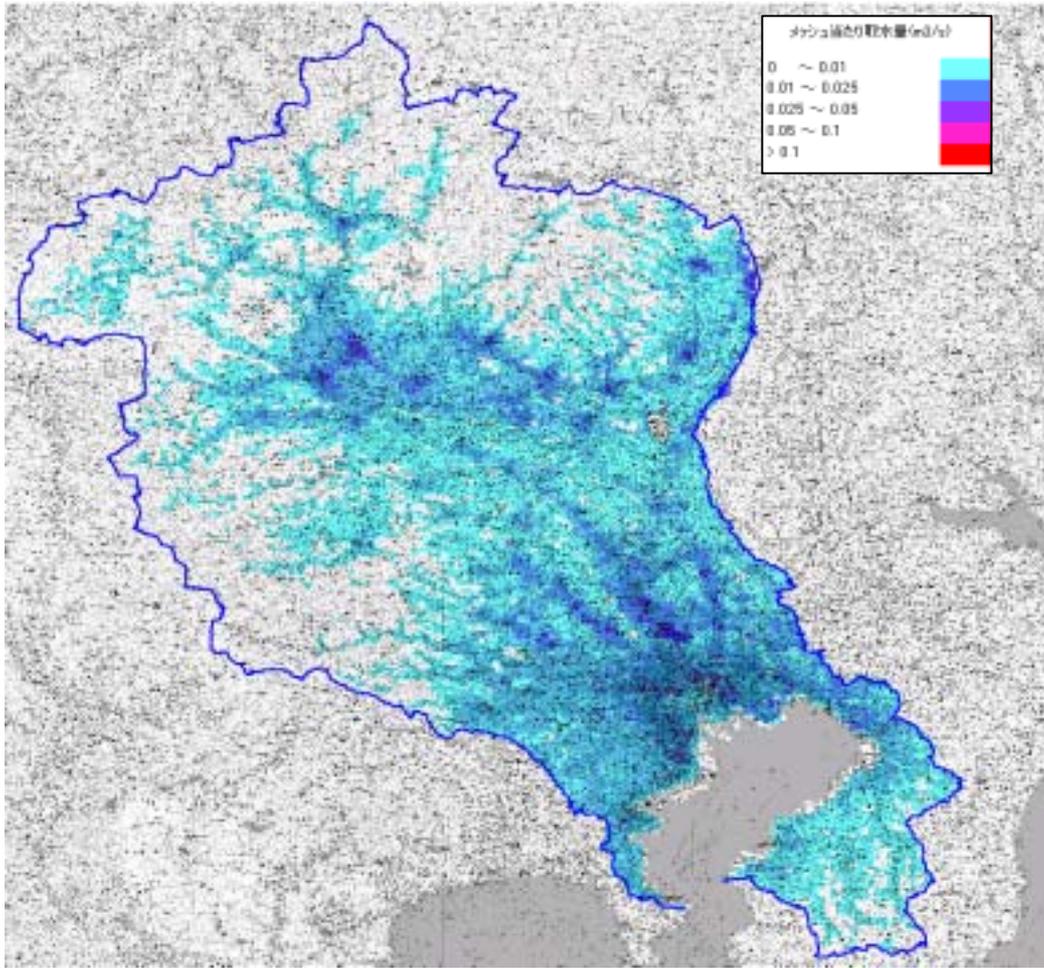


図- 4.1.4.12 水道用水取水量（地下水）

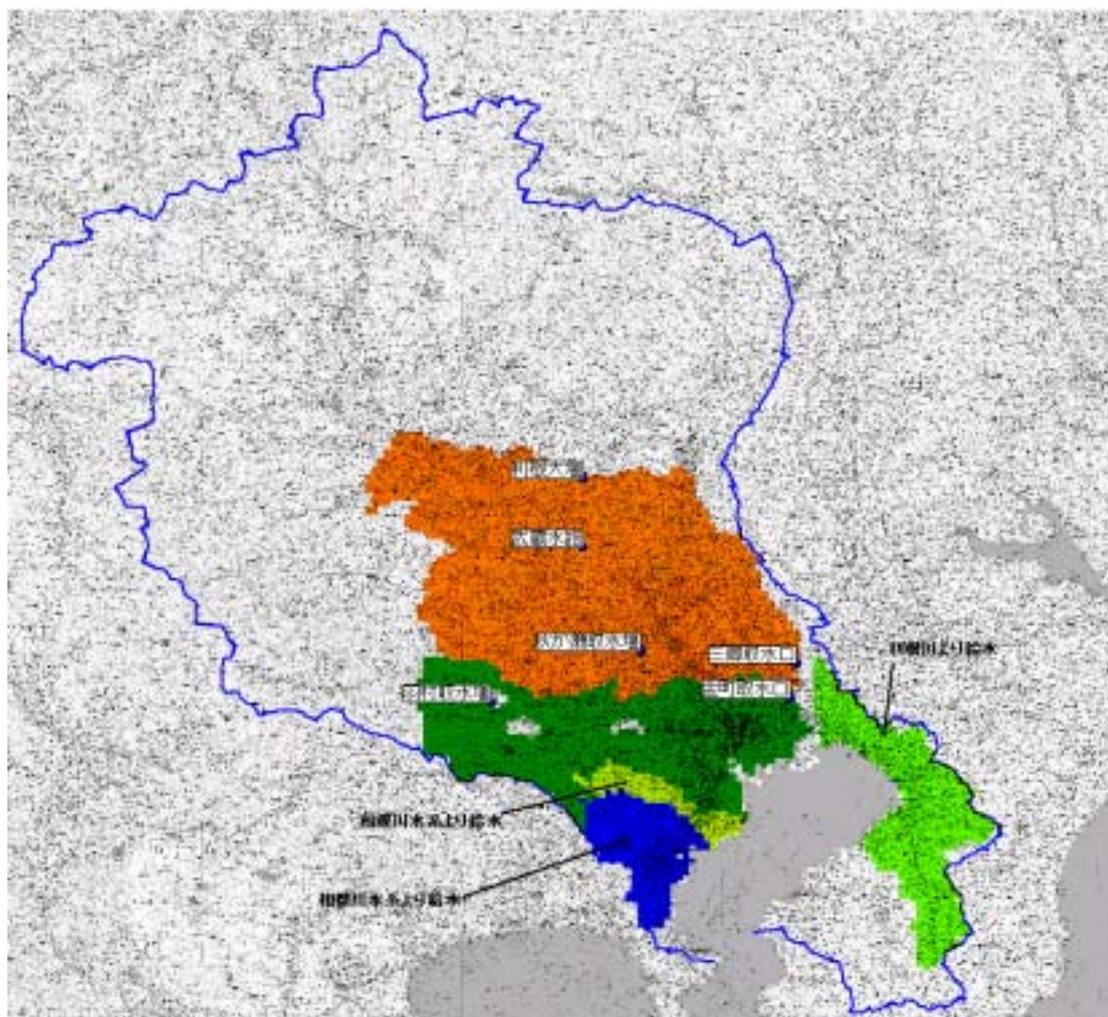


図- 4.1.4.13 水道用水大規模取水地点および給水地区

表- 4.1.4.4 水利権とモデル取水量の比較

	水利権 (m ³ /s)	取水量 (m ³ /s)
埼玉県	24.803	20.642
千葉県	10.348	6.563
東京都	89.290	45.530
川崎市	5.469	4.762
横浜市	9.843	10.556

(4) 生活系排水データの作成

生活系排水のうち、下水処理場、し尿処理場、農業集落排水施設、コミュニティプラントからの排水量は点源からの排出であるが、表- 4.1.4.6に示すように、下水道普及率が比較的低い群馬県においても、下水処理場以外からの排水量は下水処理場からの排水量にくらべて小さい。よって、今回の検討においては下水処理場以外からの排水は面源で表すものとした。

生活排水排出量は、下水道使用料金計算の場合等で通常、水道使用量と同量とみなしていることから、排水量 = 水道使用量とする。

処理形態別の排出先は以下の方針とした。

- 下水処理場からの排水量

市町村別人口×下水道普及率より市町村別下水排水量を算出し、各市町村と各処理場を対応させて、処理場排水口が位置しているメッシュに流出させる。

- 下水処理場以外の処理形態からの排水量

市町村別人口×(1 - 下水道普及率)より市町村別の下水道以外処理排水量を算出する。流出先のメッシュは、当該市町村範囲内のメッシュのうち人口の少ないメッシュから優先して流出させる。

また下水道整備区域に関しては、下水道管への地下水浸出(下水処理量の 10%)を考慮する。

【参考】処理場排水量の実測値・計算値比較 (m³/s) (処理量 1 m³/s 以上の施設)

概ね計算値と実測値に乖離はないことが確認できる。

表- 4.1.4.5 処理場排水量の実測値と計算値の比較

処理場	計算値	実測値	処理場	計算値	実測値	処理場	計算値	実測値
県央	1.94	1.08	芝浦	3.95	6.25	中部	1.88	0.67
元荒川	1.26	1.29	小台	1.61	2.48	南部	1.12	1.71
荒川(戸田)	5.99	5.87	落合	1.77	3.79	港北	1.49	2.04
荒川右岸	5.08	4.47	森ヶ崎	12.41	11.61	都筑	2.24	2.09
中川	4.25	3.45	新河岸	8.09	5.19	神奈川	1.74	2.71
南部	1.39	1.06	葛西	3.82	2.89	金沢	1.49	1.93
花見川	1.42	2.76	中川	4.01	1.77	入江崎	1.31	1.96
江戸川第二	2.34	2.93	北多摩一号	2.12	2.00	加瀬	1.09	1.26
三河島	3.99	4.57	多摩川上流	1.99	1.92	等々力	2.39	2.09
砂町	2.93	6.69	八王子	1.52	0.71			

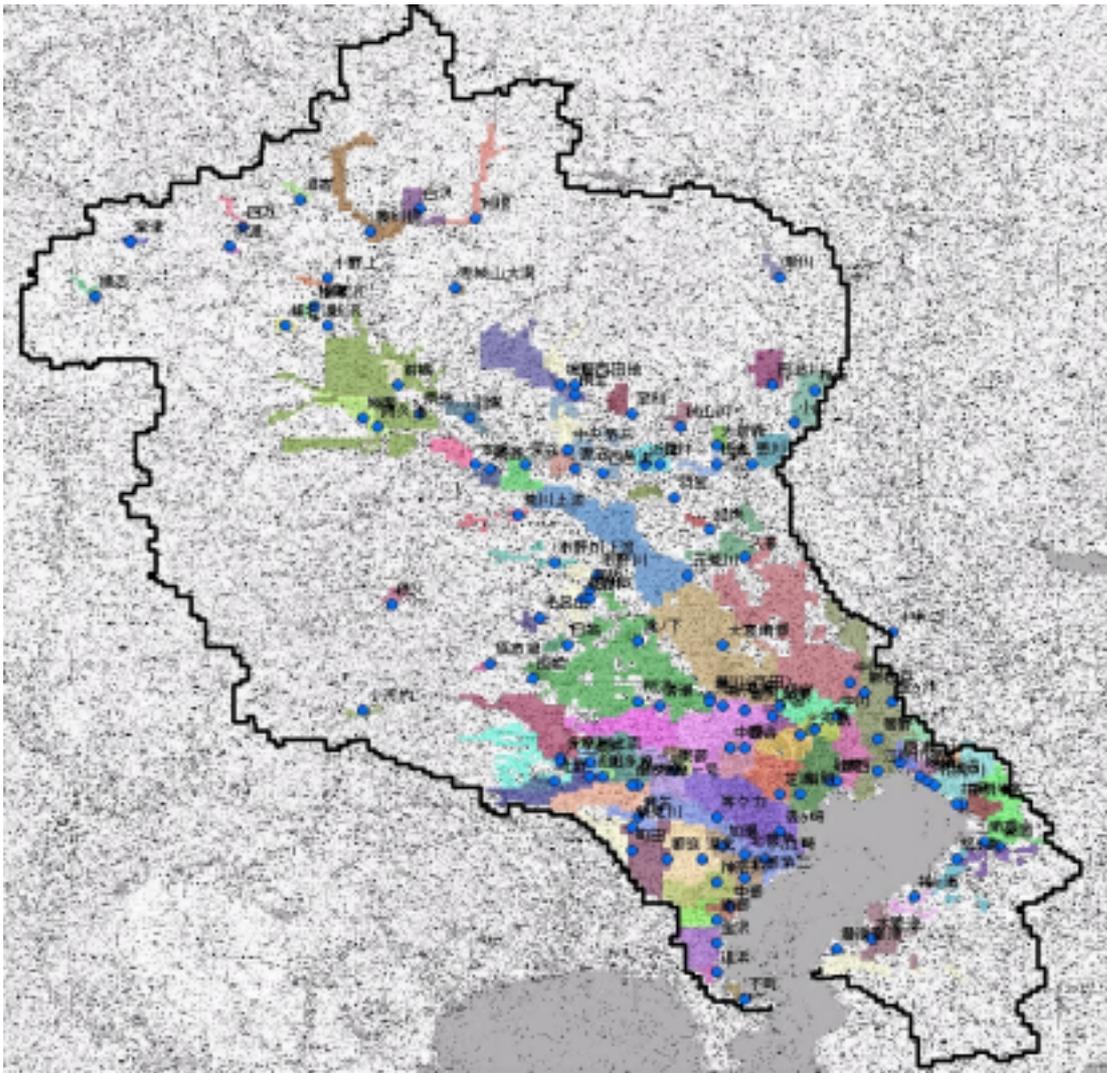


図- 4.1.4.14 下水処理場位置および処理区域図

「平成13年度 下水道統計」により、下水処理場の諸元の整理を行った。平成14年3月現在、東京湾流域には119カ所の下水処理施設が整備されている（図-4.1.4.14）。各処理場における排水量および排水水質を表-4.1.4.7に示す。

処理区域図は、下水道現況図、およびホームページ等から調査し、下水道処理区域が不明な箇所に関しては、地形図より市街地と想定される区域から設定した。

また、今回の検討においては、未整備区域、整備区域の把握が困難なことから処理区域データは使用せず、市町村別の下水道普及率および、メッシュ人口から以下の仮定のもと下水道整備区域、未整備区域を設定し、下水処理の人口分布を作成した（図-4.1.4.15）。

- ✓ 人口密度が高いところほど下水道整備が進んでいると仮定した。
- ✓ ある市町村を想定し、メッシュ人口が多いメッシュから順番に人口を加えていき、それを合計した人数が「市町村人口×下水道普及率」に達したメッシュまでを下水道整備区域(下水道整備メッシュ)とし、それ以外のメッシュは下水道未整備区域とした。

表- 4.1.4.7(1) 処理場別計算排水量・実測流入放流水質(2001年平均)

都道府県名	地方公共団体名	種別	処理場名(略称)	処理場への流入負荷量(mg/l)				処理場からの流出負荷量(mg/l)				排水量 (m3/s)	排出先
				BOD	COD	全窒素	全りん	BOD	COD	全窒素	全りん		
栃木県	足利市	単独	足利	97.4	59.8	22.5	2.2	2.7	5.9	13.5	1.20	0.350	利根川・江戸川
栃木県	足利市	単独	坂西団地	137.0	74.9	34.9	4.3	1.5	6.2	10.3	1.60	0.000	利根川・江戸川
栃木県	鹿沼市	単独	黒川	216.2	65.3	39.0	2.3	4.9	7.2	17.6	0.65	0.252	利根川・江戸川
栃木県	小山市	単独	小山	245.0	106.0	31.8	4.1	11.0	9.1	13.8	0.80	0.179	利根川・江戸川
栃木県	小山市	単独	扶桑	251.6	102.4	31.8	4.1	8.9	7.7	8.5	1.50	0.004	利根川・江戸川
栃木県	巴波川	流域	巴波川	253.5	137.9	39.2	4.7	1.5	8.2	14.0	0.70	0.333	利根川・江戸川
栃木県	渡良瀬川上流	流域	秋山川	134.1	70.7	28.0	11.8	2.5	10.2	10.3	1.51	0.252	利根川・江戸川
栃木県	渡良瀬川下流	流域	大岩藤	166.0	98.8	39.2	4.4	2.6	9.3	9.6	1.64	0.027	利根川・江戸川
栃木県	渡良瀬川下流	流域	思川	208.0	117.0	50.0	5.5	5.4	9.4	12.3	1.50	0.101	利根川・江戸川
群馬県	前橋市	単独	前橋	139.3	91.7	20.1	4.0	12.6	0.0	10.8	2.10	0.364	利根川・江戸川
群馬県	高崎市	単独	城南	191.5	73.5	21.6	3.0	14.1	12.8	10.0	0.98	0.311	利根川・江戸川
群馬県	高崎市	単独	阿久津	206.0	82.0	21.7	3.4	5.3	8.6	9.6	0.70	0.215	利根川・江戸川
群馬県	桐生市	単独	境野	159.0	99.0	15.2	2.0	4.3	15.1	7.4	1.10	0.273	利根川・江戸川
群馬県	伊勢崎市	単独	羽黒	186.1	95.8	34.5	14.3	8.6	11.1	12.6	4.79	0.214	利根川・江戸川
群馬県	太田市	単独	中央第一	86.8	64.1	22.1	2.1	1.9	6.0	11.5	1.33	0.081	利根川・江戸川
群馬県	太田市	単独	中央第二	158.3	113.3	43.7	5.1	3.6	11.7	15.7	0.78	0.127	利根川・江戸川
群馬県	館林市	単独	館林	172.0	98.4	24.4	4.5	1.9	5.9	7.7	0.51	0.175	利根川・江戸川
群馬県	館林市	単独	近藤	10.8	16.2	12.0	2.9	9.2	11.6	9.9	2.00	0.000	利根川・江戸川
群馬県	富士見村	単独	赤城山大洞	46.0	91.7	31.8	4.1	2.8	0.0	8.2	0.40	0.000	利根川・江戸川
群馬県	榛名町	単独	榛名湖	41.5	28.4	31.8	4.1	2.0	5.7	9.2	1.14	0.000	利根川・江戸川
群馬県	小野上村	単独	小野上	112.0	74.6	27.4	3.3	2.9	8.9	22.1	2.10	0.003	利根川・江戸川
群馬県	伊香保町	単独	物産沢	74.0	31.0	31.8	4.1	6.4	7.7	5.0	0.77	0.014	利根川・江戸川
群馬県	伊香保町	単独	湯沢	179.0	94.0	31.8	4.1	14.9	17.0	9.8	0.70	0.006	利根川・江戸川
群馬県	伊香保町	単独	水沢	373.0	147.0	31.8	4.1	5.7	12.7	0.0	0.00	0.000	利根川・江戸川
群馬県	中之条町	単独	四方	178.5	93.2	14.6	2.8	1.7	8.2	2.1	1.21	0.005	利根川・江戸川
群馬県	中之条町	単独	沢渡	222.1	126.5	27.4	4.0	3.4	15.3	3.4	1.99	0.001	利根川・江戸川
群馬県	嬬恋村	単独	嬬恋	216.0	85.2	22.8	4.1	1.3	6.5	2.8	1.12	0.016	利根川・江戸川
群馬県	草津町	単独	草津	257.8	132.3	20.5	3.4	3.6	7.1	7.9	0.24	0.030	利根川・江戸川
群馬県	白沢村	単独	白沢	150.0	89.0	38.0	3.7	3.0	15.3	18.0	1.09	0.015	利根川・江戸川
群馬県	利根村	単独	利根	178.0	91.7	31.8	4.1	1.2	13.3	17.7	1.10	0.000	利根川・江戸川
群馬県	新治村	単独	湯宿	211.8	134.9	33.1	4.9	1.2	6.3	0.8	1.60	0.012	利根川・江戸川
群馬県	板倉町	単独	板倉	325.0	111.0	31.8	4.1	1.3	7.1	0.0	0.00	0.005	利根川・江戸川
群馬県	利根川上流	流域	奥利根	185.1	57.1	27.0	4.1	4.3	7.5	11.3	0.70	0.159	利根川・江戸川
群馬県	利根川上流	流域	奥央	244.0	80.0	43.0	4.6	7.0	9.0	9.0	0.40	1.937	利根川・江戸川
群馬県	利根川左岸	流域	西邑楽	98.3	48.7	33.9	3.1	1.0	4.3	4.5	1.11	0.067	利根川・江戸川
群馬県	利根・渡良瀬	流域	桐生	242.7	62.9	37.2	5.1	2.7	9.1	11.7	1.83	0.209	利根川・江戸川
埼玉県	川越市	単独	滝ノ下	180.0	74.0	29.5	2.8	6.4	7.9	15.8	0.61	0.338	荒川
埼玉県	川口市	単独	領家	208.4	99.8	30.7	3.6	12.5	13.9	13.5	1.70	0.211	中川
埼玉県	秩父市	単独	秩父	110.5	54.6	19.7	2.0	4.8	8.2	13.0	0.90	0.185	荒川
埼玉県	所沢市	単独	所沢	271.0	118.0	35.5	5.1	8.8	12.3	18.0	1.07	0.380	隅田川
埼玉県	飯能市	単独	飯能	237.0	103.0	44.7	4.4	4.3	6.9	9.5	0.92	0.198	荒川
埼玉県	飯能市	単独	原市場	222.0	93.0	22.4	2.2	11.7	9.6	8.9	0.62	0.002	荒川
埼玉県	加須市	単独	加須	259.0	101.0	39.8	4.7	4.8	10.6	10.5	0.70	0.190	中川
埼玉県	本庄市	単独	本庄	111.1	74.8	42.1	4.2	12.2	12.8	13.7	0.65	0.163	利根川・江戸川
埼玉県	東松山市	単独	市野川	163.0	83.7	31.3	3.8	3.0	11.4	15.5	0.77	0.137	荒川
埼玉県	東松山市	単独	高坂	208.1	82.9	36.7	5.6	3.4	10.4	9.5	2.10	0.039	荒川
埼玉県	羽生市	単独	羽生	153.0	73.2	39.5	4.5	4.2	10.7	14.2	0.40	0.090	中川
埼玉県	深谷市	単独	深谷	221.9	90.6	43.2	4.6	4.4	10.5	17.3	1.10	0.226	利根川・江戸川
埼玉県	日高市	単独	日高	235.7	88.5	32.6	4.5	4.6	8.1	12.1	1.30	0.128	荒川
埼玉県	さいたま市	単独	大宮南部	72.0	98.0	26.5	2.6	3.6	11.0	21.4	1.25	0.070	荒川
埼玉県	妻沼町	単独	妻沼	77.6	45.3	26.0	2.8	4.0	9.2	14.0	1.30	0.000	利根川・江戸川
埼玉県	岡部町	単独	岡部	126.0	76.0	22.0	2.5	3.7	7.8	6.4	1.20	0.010	利根川・江戸川
埼玉県	坂戸鶴ヶ島組合	単独	北坂戸	161.0	83.9	27.6	2.9	9.0	12.7	10.2	0.78	0.191	荒川
埼玉県	坂戸鶴ヶ島組合	単独	石井	186.0	92.5	29.1	3.2	3.5	6.8	13.1	1.20	0.163	荒川
埼玉県	毛呂山越生鳩山組合	単独	毛呂山	292.7	134.2	36.4	4.9	5.4	16.3	16.7	0.98	0.105	荒川
埼玉県	荒川左岸	流域	元荒川	129.7	82.1	23.9	2.3	3.6	9.0	9.9	0.44	1.264	中川
埼玉県	荒川左岸	流域	荒川(戸田)	150.0	83.0	28.0	3.6	8.1	14.0	19.0	0.75	5.988	荒川
埼玉県	荒川右岸	流域	荒川右岸	183.0	107.0	35.0	5.2	5.3	12.0	20.0	1.20	5.084	荒川
埼玉県	中川	流域	中川	160.0	100.0	30.0	2.9	11.0	21.0	19.0	0.60	4.252	中川
埼玉県	古利根川	流域	久喜	115.9	69.3	23.9	2.3	4.5	8.5	9.9	0.44	0.440	中川
埼玉県	荒川上流	流域	荒川上流	171.7	106.1	28.5	3.6	2.2	6.3	4.1	1.25	0.044	荒川
埼玉県	市野川	流域	市野川上流	160.0	91.0	26.0	4.4	2.6	7.2	4.3	1.80	0.089	荒川
千葉県	千葉市	単独	中央	144.0	91.8	24.0	6.1	3.1	12.0	14.0	2.90	0.573	湾直接
千葉県	千葉市	単独	南部	227.5	115.5	46.5	5.1	3.6	13.1	20.8	0.93	1.388	湾直接
千葉県	市川市	単独	菅野	117.3	60.7	25.3	3.0	10.4	9.7	11.4	0.62	0.178	江戸川
千葉県	船橋市	単独	西浦	161.0	109.0	34.3	5.6	2.5	8.3	18.5	1.29	0.228	湾直接
千葉県	船橋市	単独	高瀬	239.0	101.0	43.7	5.0	4.0	10.0	19.1	0.57	0.274	湾直接
千葉県	木更津市	単独	木更津	180.7	110.1	41.2	4.6	2.1	7.4	11.5	0.33	0.133	湾直接
千葉県	松戸市	単独	金ヶ作	222.0	89.0	30.7	3.8	8.5	14.2	19.4	1.82	0.022	江戸川
千葉県	松戸市	単独	新松戸	171.0	141.7	30.1	3.7	8.2	13.5	16.1	1.20	0.065	江戸川
千葉県	習志野市	単独	津田沼	162.0	112.0	25.6	3.0	2.0	9.0	11.3	0.58	0.382	湾直接
千葉県	柏市	単独	十余二	163.1	94.0	15.6	1.1	2.6	9.4	12.2	0.19	0.000	江戸川
千葉県	市原市	単独	菊間	213.0	117.0	44.8	5.1	3.2	9.9	14.5	0.58	0.312	村田川
千葉県	市原市	単独	松ヶ島	309.0	158.9	45.9	8.9	7.0	11.7	13.9	0.78	0.266	養老川・小櫃川残流域2
千葉県	袖ヶ浦市	単独	袖ヶ浦	216.0	100.0	44.0	4.8	2.8	8.7	11.2	0.17	0.151	湾直接
千葉県	君津富津組合	単独	君津富津	121.8	58.2	40.0	4.2	3.8	6.2	7.3	0.94	0.140	湾直接
千葉県	印旛沼	流域	花見川	207.0	86.9	29.7	3.6	3.3	7.7	11.7	0.91	1.419	花見川流域
千葉県	印旛沼	流域	花見川第二	171.0	90.3	35.2	3.8	0.7	7.0	7.8	0.43	0.000	湾直接
千葉県	江戸川左岸	流域	江戸川第二	229.7	97.1	33.0	4.0	2.6	9.2	14.5	0.69	2.337	湾直接
東京都	東京都区部	単独	三河島	153.0	74.0	31.6	3.2	6.0	11.0	17.6	0.30	3.985	隅田川
東京都	東京都区部	単独	砂町	209.0	80.0	31.5	3.5	20.0	15.0	14.9	2.30	2.934	湾直接
東京都	東京都区部	単独	芝浦	234.0	91.0	40.5	4.8	12.0	12.0	17.6	1.00	3.945	湾直接
東京都	東京都区部	単独	小台	138.0	84.0	29.1	3.2	12.0	16.0	20.1	1.60	1.614	隅田川
東京都	東京都区部	単独	落合	161.0	100.0	32.7	3.9	2.0	8.0	12.4	1.40	1.773	隅田川
東京都	東京都区部	単独	森ヶ崎	116.0	69.0	29.6	3.1	6.0	13.0	21.2	1.50	12.411	湾直接
東京都	東京都区部	単独	新河岸	111.0	71.0	28.1	2.8	7.0	9.0	16.8	1.00	8.088	隅田川
東京都	東京都区部	単独	小管	123.0	69.0	24.9	4.6	2.0	8.0	11.8	0.50	0.810	荒川
東京都	東京都区部	単独	葛西	123.0	71.0	26.1	3.1	9.0	9.0	11.9	1.20	3.817	湾直接
東京都	東京都区部	単独	中川	159.0	84.0	26.2	2.9	2.0	8.0	7.5	0.60	4.007	中川
東京都	東京都区部	単独	中野	132.0	71.0	27.4	2.9	2.0	7.0	10.4	0.30	0.157	隅田川

表- 4.1.4.7(2) 処理場別計算排水量・実測流入放流水質(2001年平均)

都道府県名	地方公共団体名	種別	処理場名(略称)	処理場への流入負荷量(mg/l)				処理場からの流出負荷量(mg/l)				排水量 (m3/s)	排出先
				BOD	COD	全窒素	全りん	BOD	COD	全窒素	全りん		
東京都	東京都区部	単独	有明	205.0	126.0	46.7	5.9	1.0	8.0	12.1	0.60	0.154	湾直接
東京都	東京都区部	単独	新河岸東	130.0	104.0	33.4	3.4	5.0	25.0	10.8	0.70	0.609	隅田川
東京都	八王子市	単独	北野	142.0	61.0	19.6	2.1	5.9	8.2	12.0	0.80	0.517	多摩川
東京都	立川市	単独	錦町	274.0	113.0	39.1	4.4	6.2	8.1	11.1	1.49	0.494	多摩川
東京都	三鷹市	単独	東部	184.5	81.0	36.7	3.4	7.6	6.9	15.7	0.35	0.561	多摩川
東京都	町田市	単独	町田	250.0	130.0	40.7	5.2	6.2	10.0	18.0	1.10	0.451	鶴見川
東京都	町田市	単独	鶴見川	170.0	101.0	39.7	4.6	3.3	11.0	14.7	0.33	0.277	鶴見川
東京都	奥多摩町	単独	小河内	91.4	56.2	28.2	3.0	1.0	4.3	6.0	0.32	0.000	多摩川
東京都	多摩川	流域	北多摩一号	123.0	77.0	28.4	3.0	3.0	9.0	11.6	1.30	2.121	多摩川
東京都	多摩川	流域	北多摩二号	141.0	91.0	30.4	3.5	2.0	8.0	12.0	1.10	0.223	多摩川
東京都	多摩川	流域	多摩川上流	215.0	114.0	33.5	3.9	3.0	11.0	14.4	1.20	1.988	多摩川
東京都	多摩川	流域	浅川	154.0	82.0	28.8	3.3	1.0	9.0	12.5	1.30	0.601	多摩川
東京都	多摩川	流域	八王子	187.0	139.0	43.0	5.0	2.0	10.0	16.0	1.10	1.517	多摩川
東京都	多摩川	流域	南多摩	182.0	103.0	35.4	3.8	1.0	9.0	10.9	1.10	0.712	多摩川
東京都	荒川右岸・東京	流域	清瀬	164.0	141.0	33.3	3.4	1.0	9.0	11.3	0.80	0.874	隅田川
神奈川県	横浜市	単独	中部	170.0	75.0	23.0	3.0	1.9	8.1	12.0	1.30	1.883	湾直接
神奈川県	横浜市	単独	南部	110.0	64.0	19.0	2.2	2.7	9.9	11.0	1.20	1.120	湾直接
神奈川県	横浜市	単独	北部第一	140.0	73.0	22.0	2.7	2.3	9.5	13.0	1.40	0.871	鶴見川
神奈川県	横浜市	単独	港北	190.0	87.0	25.0	3.4	3.4	8.1	9.0	1.10	1.494	鶴見川
神奈川県	横浜市	単独	都筑	220.0	97.0	30.0	4.0	3.9	9.0	11.0	1.10	2.241	鶴見川
神奈川県	横浜市	単独	神奈川	160.0	80.0	29.0	3.4	5.9	9.8	11.0	1.30	1.743	湾直接
神奈川県	横浜市	単独	金沢	160.0	87.0	29.0	4.3	2.2	12.0	16.0	2.90	1.494	湾直接
神奈川県	横浜市	単独	北部第二	280.0	120.0	47.0	9.9	5.0	12.0	24.0	3.30	0.373	湾直接
神奈川県	川崎市	単独	入江崎	260.0	110.0	41.0	7.0	3.3	8.3	12.0	0.53	1.306	湾直接
神奈川県	川崎市	単独	加瀬	130.0	73.0	25.0	3.0	7.1	8.6	12.0	0.41	1.088	鶴見川
神奈川県	川崎市	単独	等々力	210.0	110.0	56.0	4.2	13.0	13.0	26.0	0.63	2.394	多摩川
神奈川県	川崎市	単独	麻生	210.0	110.0	38.0	4.2	5.0	8.1	8.7	1.00	0.653	鶴見川
神奈川県	横須賀市	単独	下町	196.0	100.0	33.0	4.1	2.4	10.4	14.0	0.89	0.336	碓子川南残流域1
神奈川県	横須賀市	単独	追浜	282.0	157.0	49.0	5.9	1.7	8.7	11.0	0.89	0.037	湾直接

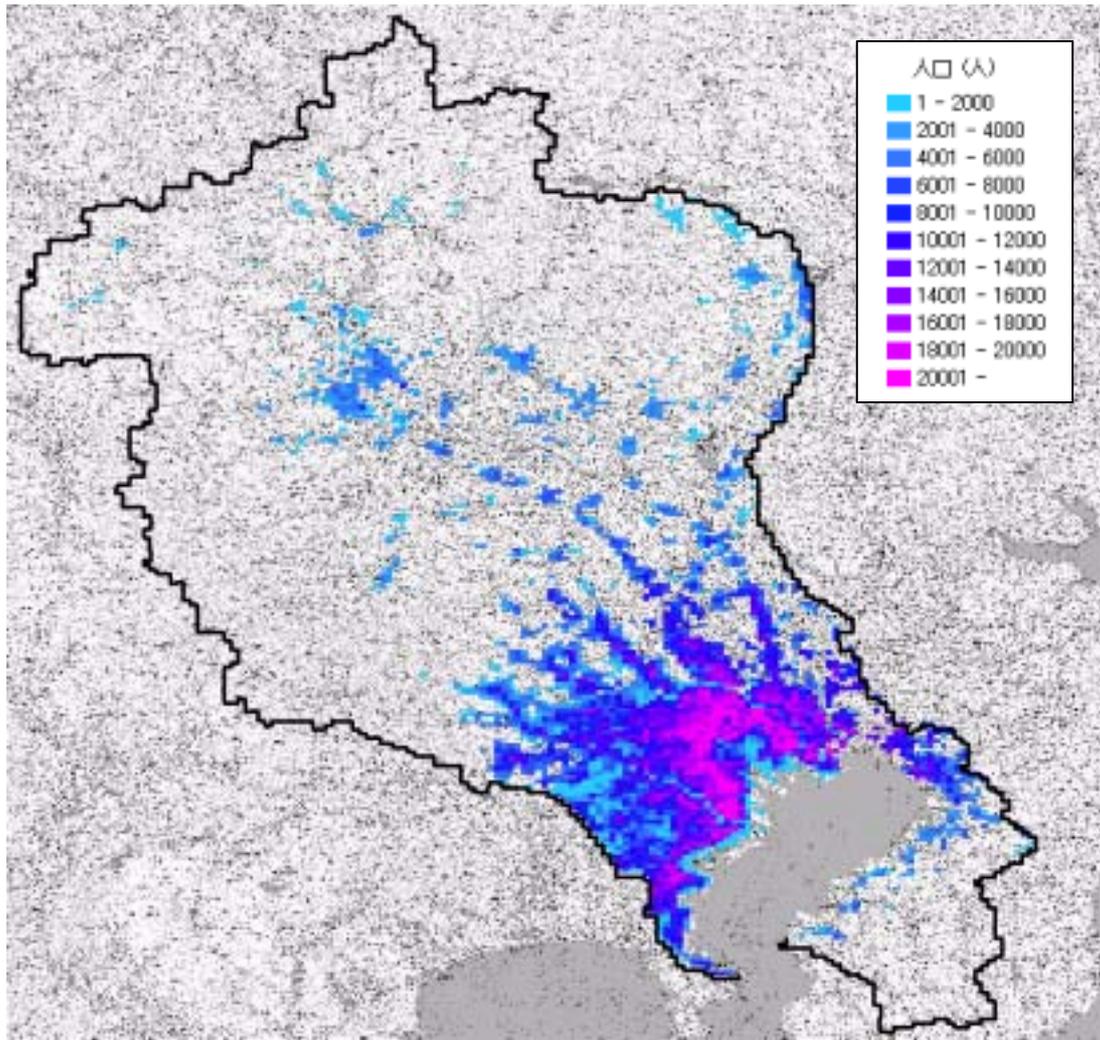


图- 4.1.4.15 下水処理人口

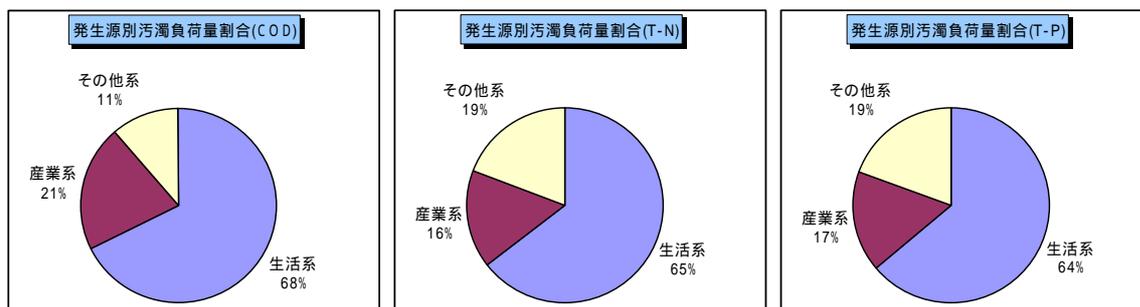
4.1.5 物質循環モデルに使用するデータの収集整理

(1) 東京湾の汚濁負荷量特性

東京湾に流入する発生源別汚濁負荷量は、以下のとおりとなっている。

表- 4.1.5.1 東京湾に流入する発生源別汚濁負荷量(単位：トン/日)³⁾

	生活系	産業系	その他系	合計
COD	167	52	28	247
T - N	164	41	49	254
T - P	13.5	3.5	4.1	21.1



上表によると、生活系排水からの負荷量が全体の約7割を占めていることがわかるので、特に生活系排水の扱いを詳細に行う必要がある。

上記の特性をふまえ、まず、資料収集状況から平成13年の人工系汚濁負荷量についてデータ整理を行い、生活系排水、工場系排水、畜産系排水の発生源別に、排出汚濁負荷量を算出した。

(2) 生活排水系

生活系排水のうち、下水処理場、し尿処理場、農業集落排水施設、コミュニティプラントからの汚濁負荷は点源からの排出であるが、前掲の表- 4.1.4.6に示すように、下水道普及率が比較的低い群馬県においても、下水処理場以外からの汚濁負荷量は下水処理場からの汚濁負荷量に比べて小さい。

よって、今回の検討においては下水処理場以外からの負荷量排出は面源で表すものとし、以下の方針に示すとおりとした。

- ・下水処理場からの負荷量算出は、汚水処理量×実績排水水質データを用い、処理場の排水口が位置しているメッシュに流出する。
- ・下水処理場以外の処理形態からの負荷量算出は原単位法を用いることとし、都県別処理形態別人口に発生負荷量原単位を乗じ、汚濁負荷量を算出した後、下水道処理人口を除く市町村人口で配分する。

東京湾流域にかかる都県別の平成12年度時点での処理形態別人口は表- 4.1.5.2のとおりである。

表- 4.1.5.2 都県別の処理形態別人口⁴⁾

都道府県	総人口	水洗化人口(千人)							合計	水洗化率(%)
		公共下水道		コミュニティプラント	浄化槽人口					
		水洗化率(%)	人口		水洗化率(%)	合併処浄化槽	単独処浄化槽			
茨城県	3003	1137	37.8	7	1270	42.3	486	784	2413	80.4
栃木県	2019	774	38.3	4	769	38.1	203	566	1548	76.6
群馬県	2023	655	32.3	31	1020	50.4	206	814	1705	84.3
埼玉県	6938	4205	60.6	25	2320	33.4	653	1667	6550	94.4
千葉県	5920	3071	51.9	23	2299	38.8	922	1377	5394	91.1
東京都	11828	11308	95.6	2	390	3.3	153	237	11700	98.9
神奈川県	8493	7397	87.1	1	935	11	243	692	8332	98.1
山梨県	889	296	33.3	7	441	49.6	77	364	744	83.8

都道府県	非水洗化人口			くみ取りし尿量(千kl/年)						自家処理量	合計
	計画収集人口	計画収集率(%)	し尿処理施	計画処理量							
				下水道投	農地還元	海洋投入	その他	小計			
茨城県	590	587	99.6	810	0	3	0	0	813	3	816
栃木県	472	470	99.6	496	0	0	0	0	496	4	500
群馬県	318	315	99.1	538	11	2	0	0	551	2	552
埼玉県	388	377	96.9	1102	0	0	0	0	1102	6	1108
千葉県	526	505	95.9	1054	28	0	46	0	1129	12	1141
東京都	128	128	99.6	604	104	0	0	34	742	0	743
神奈川県	161	161	99.8	390	177	0	56	0	623	0	623
山梨県	144	144	99.7	208	0	0	0	0	210	0	210

a) 下水処理場からの汚濁負荷量算出

下水処理場からの汚濁負荷は汚水処理量 × 実績排水水質データを用い、処理場の排水口が位置しているメッシュに流出する。図-4.1.5.1～図-4.1.5.3 に表-4.1.4.7 で示した排水水質を各下水処理場の位置に表示した。

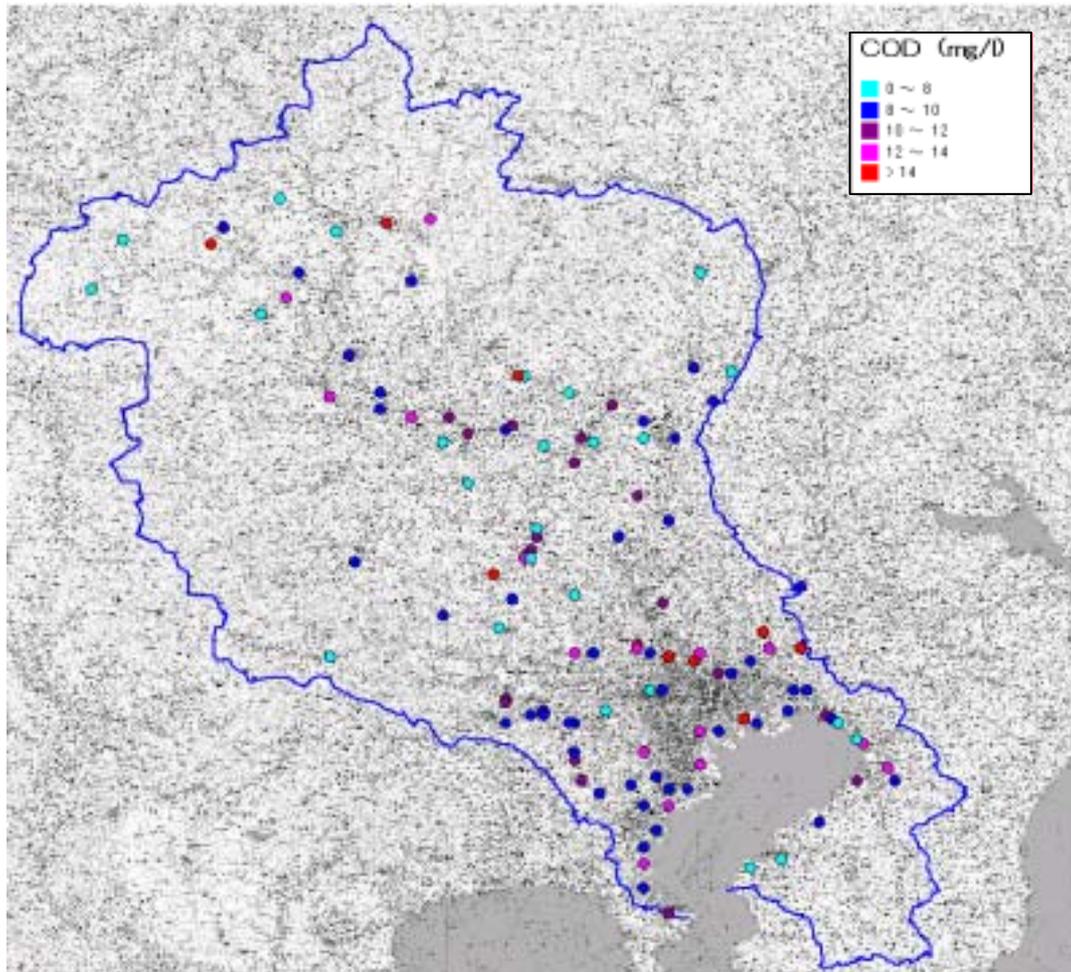


図- 4.1.5.1 下水処理場における COD 放流水 年平均水質 (mg/l)

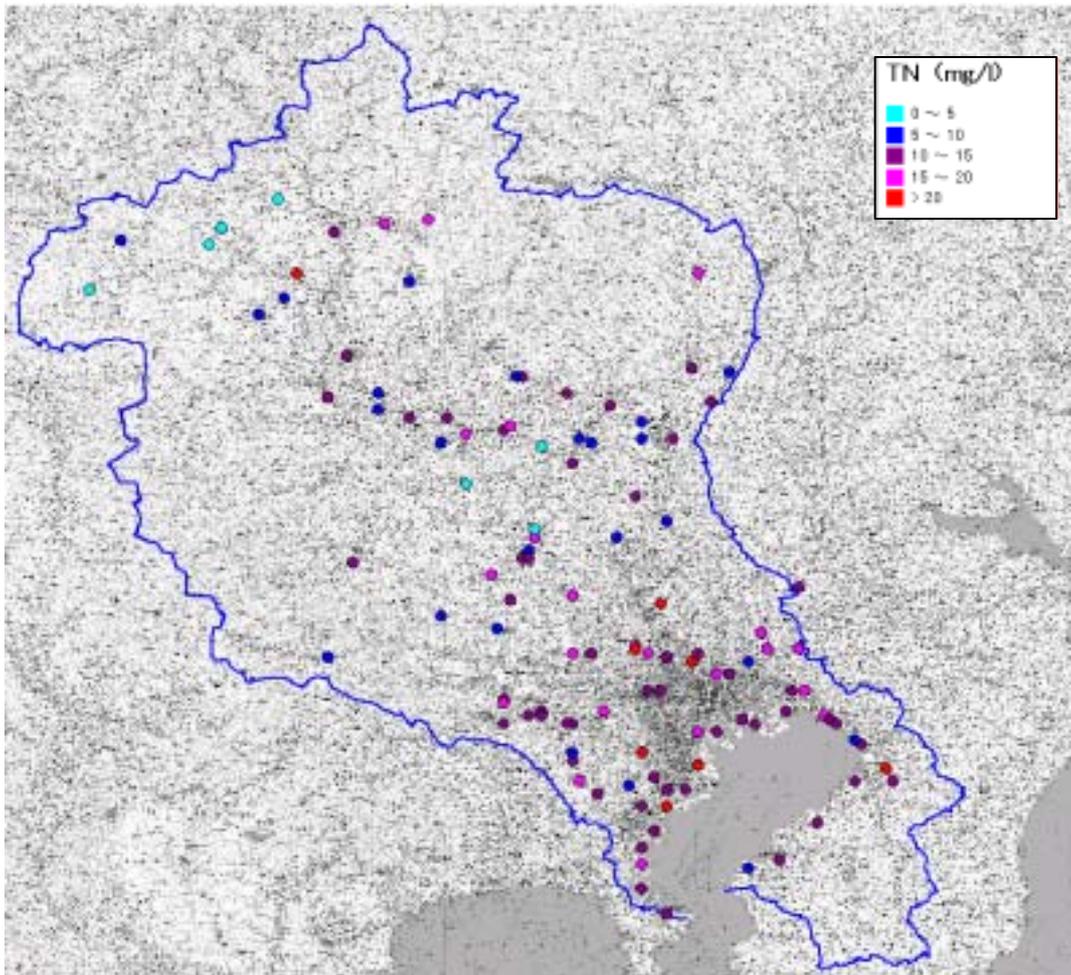


図- 4.1.5.2 下水処理場における TN 放流水 年平均水質 (mg/l)

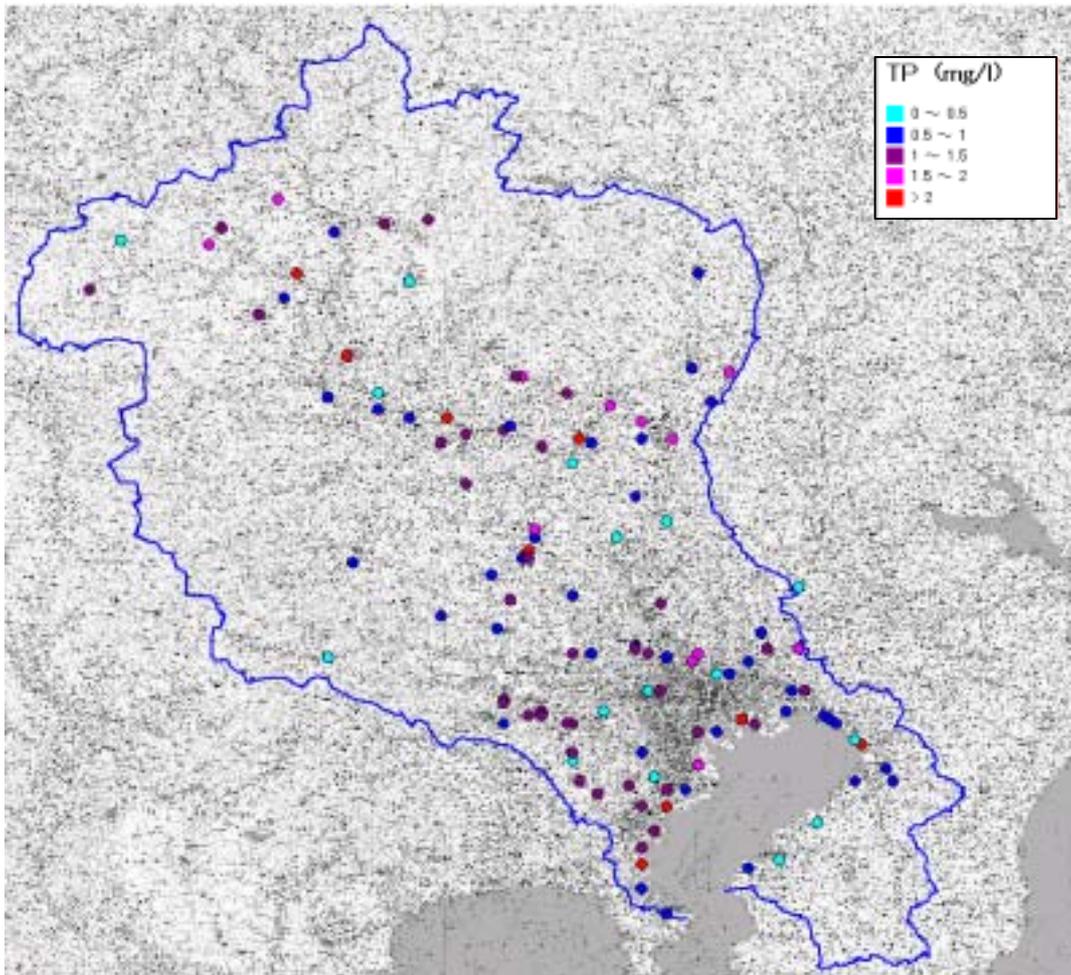


図- 4.1.5.3 下水処理場における TP 放流水 年平均水質 (mg/l)

b) その他生活排水汚濁負荷量算出

【収集データ】

発生活汚濁負荷原単位（流域別下水道整備総合計画調査指針と解説 平成 11 年版(以下、「流総指針(H11)」と略記))

除去率（東京湾流総 H9）

県別処理形態別人口（H14 環境統計集）

【メッシュデータへの整備】

下水処理場を除く、以下の処理形態からの汚濁負荷量を算出した。

コミュニティプラント、農業集落排水処理施設、合併浄化槽、単独浄化槽、し尿処理場、自家処理、未処理

一人あたりの発生活汚濁負荷量原単位は流総指針(H11)により表-4.1.5.3 のとおりとした。

表- 4.1.5.3 発生活汚濁負荷量原単位

	発生活汚濁負荷量原単位(g/人/日)			
	BOD	COD	TN	TP
し尿	18	10	9	0.9
雑排水	40	17	2	0.4

また、排出汚濁負荷量原単位は各処理形態の除去率を考慮し、表-4.1.5.4 の通りとした。除去率は「東京湾流域別下水道整備総合計画」で採用されている単独浄化槽、合併浄化槽の除去率を採用し、農業集落排水施設、コミュニティプラント、し尿処理場の除去率は、合併浄化槽の除去率と同じとした。

表- 4.1.5.4 生活系排出汚濁負荷原単位

扱い	処理形態	排水別	除去率(%)				排出汚濁負荷原単位(g/人/日)				汚濁負荷量算出法	
			BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP		
点源	下水処理場	し尿+雑排水	-	-	-	-	-	-	-	-	-	汚水処理量×水質測定値
面源	農業集落排水施設	し尿+雑排水	90	80	45	30	5.8	5.4	6.05	0.91		原単位法
面源	コミプラ	し尿+雑排水	90	80	45	30	5.8	5.4	6.05	0.91		原単位法
面源	合併浄化槽	し尿+雑排水	90	80	45	30	5.8	5.4	6.05	0.91		原単位法
面源	単独浄化槽	し尿	70	45	10	40	5.4	5.5	8.1	0.54		原単位法
面源		雑排水	0	0	0	0	40	17	2	0.4		原単位法
面源	し尿処理場(くみ取り)	し尿	90	80	45	30	1.8	2	4.95	0.63		原単位法
面源		雑排水	0	0	0	0	40	17	2	0.4		原単位法
面源	自家処理	し尿	100	100	100	100	0	0	0	0		原単位法
面源		雑排水	0	0	0	0	40	17	2	0.4		原単位法
面源	未処理	し尿	0	0	0	0	18	10	9	0.9		原単位法
面源		雑排水	0	0	0	0	40	17	2	0.4		原単位法

最終的にはモデル定数合わせの際に、流達率の概念を導入し、BOD のみ 50%の流達率を乗じて排出負荷原単位を設定した。

次ページ以降に、下水処理以外の処理形態の人口分布を図- 4.1.5.4 ~ 図-4.1.5.7 に、流域毎の生活排水の処理人口の内訳を表- 4.1.5.5に示す。

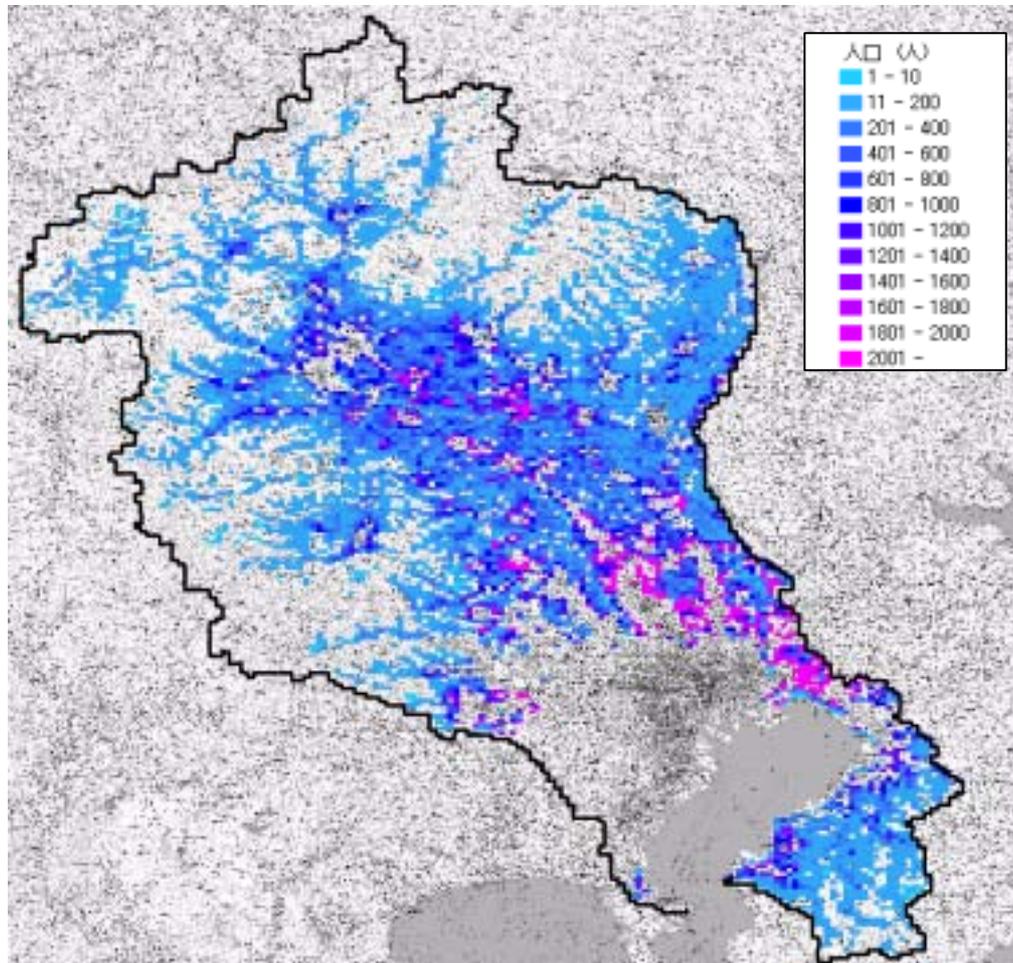


図- 4.1.5.4 単独処理人口

表- 4.1.5.5 流域ごとの生活排水の処理人口の内訳

	下水人口	単独人口	合併人口	し尿人口	自家処理人口	流域人口	下水道普及率
利根川・江戸川	2,139,255	1,280,440	495,094	567,848	7,144	4,489,781	47.6%
荒川	2,705,883	538,963	219,254	122,099	3,480	3,589,679	75.4%
中川	2,792,031	591,456	240,853	134,617	3,864	3,762,821	74.2%
多摩川	3,873,454	103,513	63,726	51,848	0	4,092,541	94.6%
隅田川	6,707,777	74,597	30,599	17,214	469	6,830,656	98.2%
養老川	29,846	22,049	15,125	8,066	313	75,399	39.6%
小系川	46,682	21,457	14,725	7,841	308	91,013	51.3%
小櫃川	31,441	35,494	24,347	12,977	511	104,770	30.0%
鶴見川	1,473,884	24,099	15,121	12,361	0	1,525,465	96.6%
その他残流域	3,870,565	257,679	174,813	93,450	3,634	4,400,141	88.0%
全域	23,670,818	2,949,747	1,293,657	1,028,321	19,723	28,962,266	81.7%

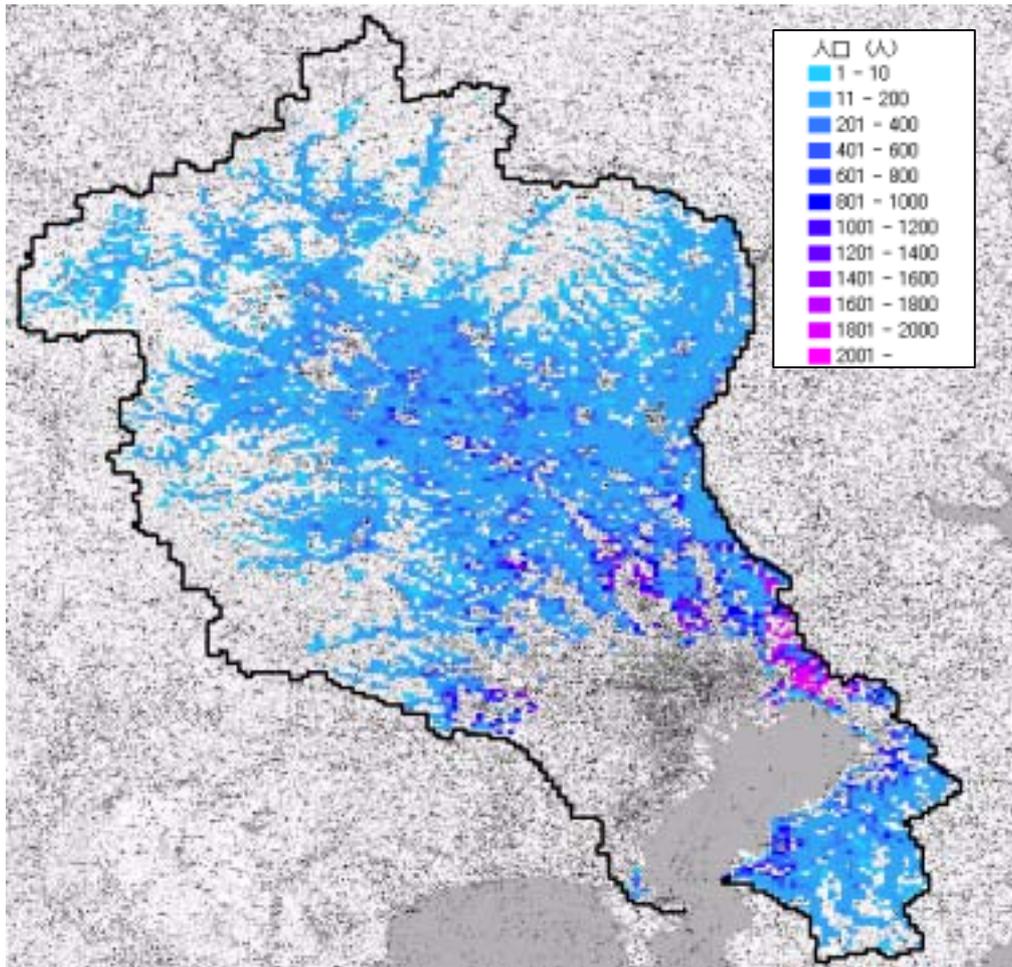


図- 4.1.5.5 合併処理人口(農業集落・コミュニティプラント含む)

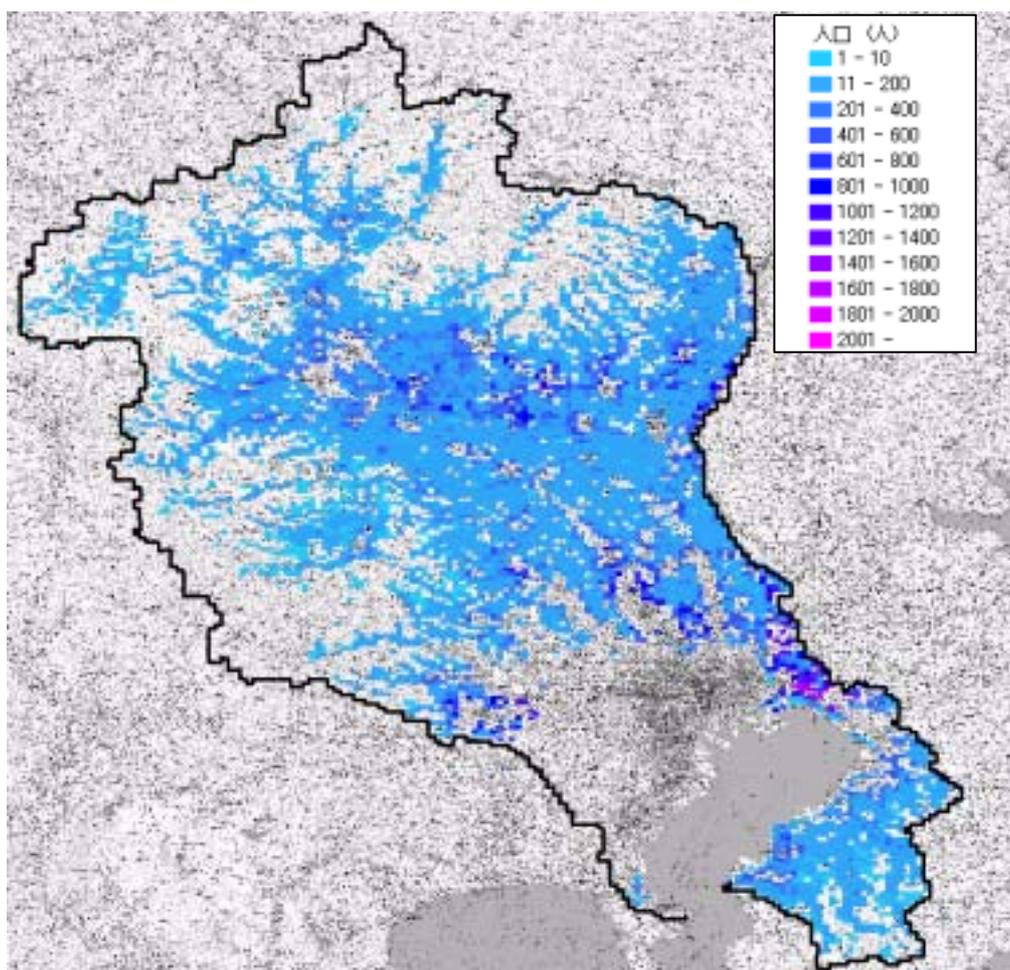


图- 4.1.5.6 尿管处理人口

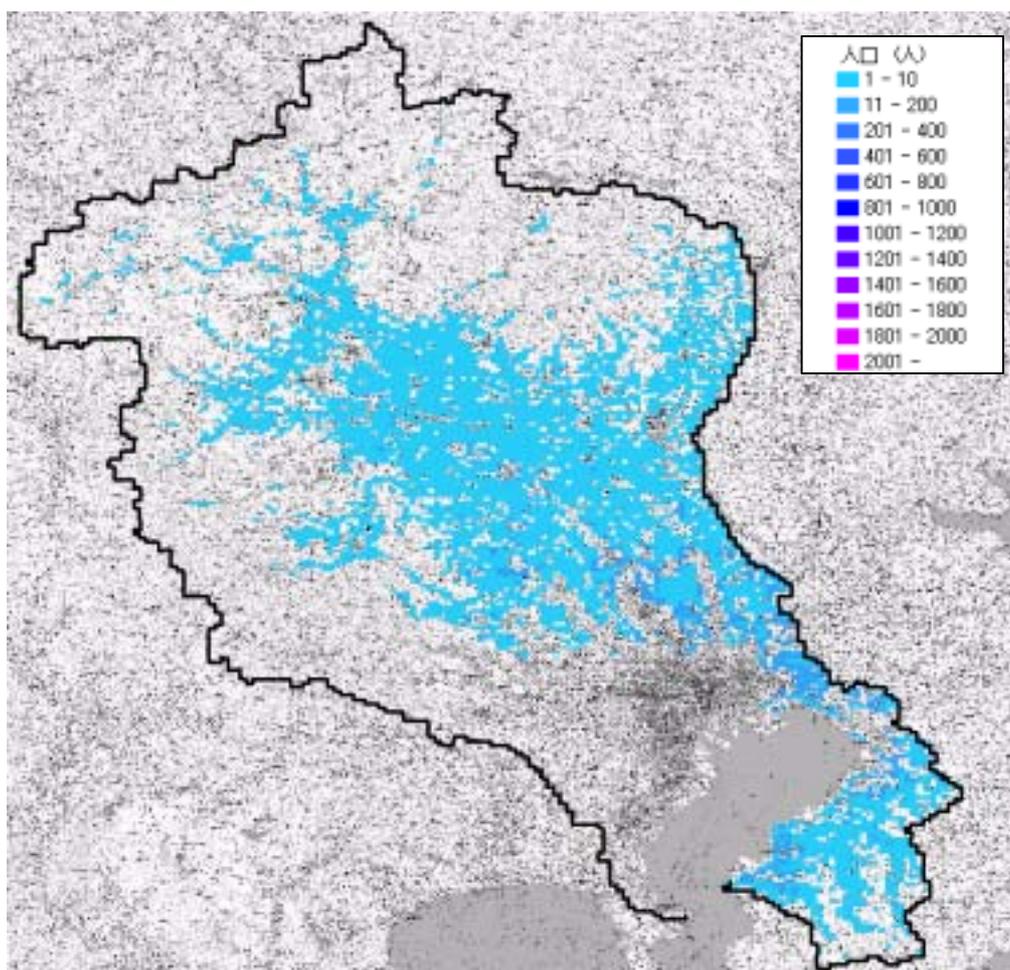


图- 4.1.5.7 自家处理人口

(3) 工場系排水

【収集データ】

排水量原単位 (流総指針 H11)

排水水質原単位 (流総指針 H11)

製造品出荷額 (工業メッシュ統計 H12)

【メッシュデータへの整備】

各メッシュにおける製造品出荷額等(工業メッシュ統計 H12)に、汚濁負荷原単位(g/日/百万円)を乗じて、排出汚濁負荷量を算出し、近傍の落水線に汚濁負荷が直接流出するものとした。製造品出荷額の分布を図-4.1.5.8 に示す。

ここで汚濁負荷原単位は以下のように求めた。

まず、H11 流総指針における、細分類別排水量原単位を q_i (m³/日/百万円)、細分類別排水水質原単位を p_i (mg/l)、H12 工業統計表における全国産業細分類別出荷額 y_i (百万円)とする。

ここで、 p_i が排水規制値を上回っていた場合、規制値を上限として p_{imax} (mg/l)とする。

排水規制値は、東京都の上乗せ基準値を使用した。

表- 4.1.5.6 工業排出負荷原単位の上限値

	排水水質上限値
BOD	30 mg/l
COD	30 mg/l
TN	20 mg/l
TP	1 mg/l

「汚濁負荷原単位 = $(q_i \times p_i \times y_i) / y_i$ (ただし、 $p_i > p_{imax}$ の場合、 $p_i = p_{imax}$ とする。)」として算出した。ただし、BOD については 50%の流達率を乗じて排出負荷原単位を設定した。

表- 4.1.5.7 工場排水による汚濁負荷原単位

項目	(g/日/百万円)
BOD	1.65
COD	3.7
T-N	2
T-P	0.12

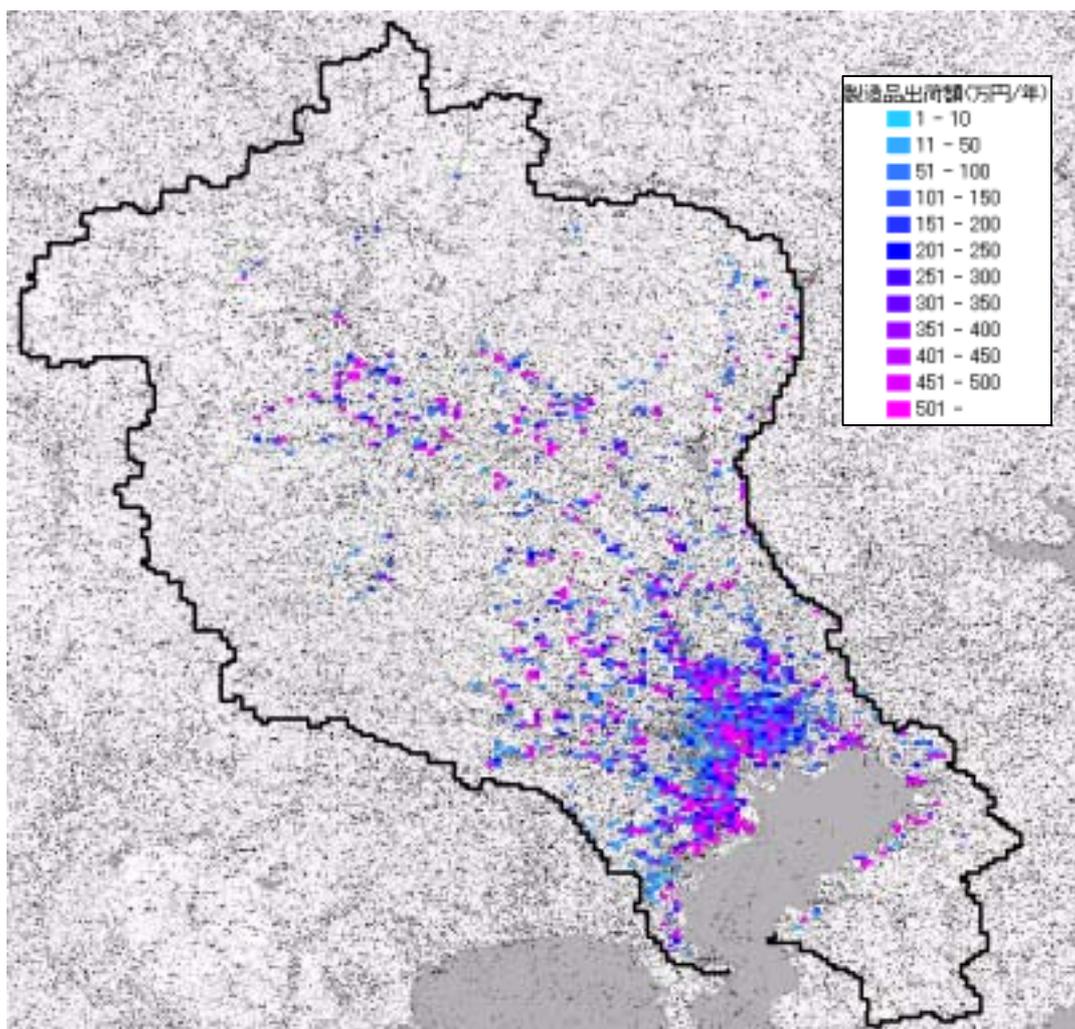


図- 4.1.5.8 製造品出荷額

(4) 畜産系排水

畜産系排水汚濁負荷量算出方法は以下のとおりである。

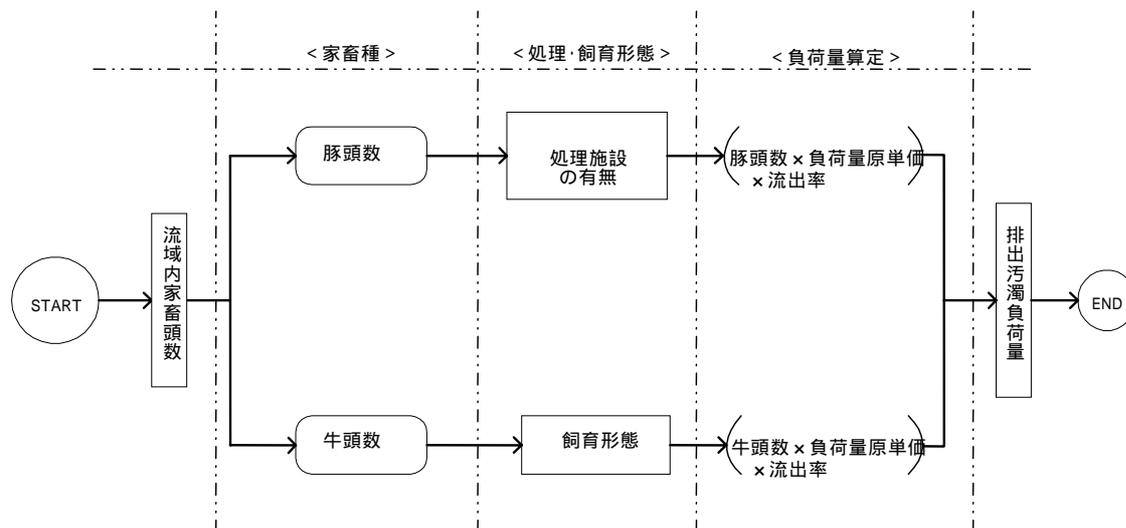


図- 4.1.5.9 畜産系汚濁負荷量の算出方法

【収集データ】

市町村別の家畜頭数 (H14 農林水産統計)

汚濁負荷原単位 (流総指針 H11)

【メッシュデータへの整備】

本検討では、市町村別の家畜頭数(H14 農林水産関係市町村別データ(年産))に、汚濁負荷原単位(g/頭/日)を乗じて、汚濁負荷量を算出した。これらの負荷量をそれぞれの市町村を構成する全メッシュのうち、土地利用分類の「其他農用地」を属性として持つメッシュに平均的に入力し、近傍の落水線に汚濁負荷が直接流出するものとした(図-4.1.5.9)。

ここで、汚濁負荷原単位は、BOD については流総指針(H11)、T-N、T-P、COD については東京湾流総(H9)に示されている値を用いた(表-4.1.5.8)。

野外で負荷が排出されると考えられる牛の負荷量の流達率を 10%で設定した(流総指針 H11 より)。また、BOD は COD 等と比較して分解されやすいと考え、BOD についてはモデル上では表-4.1.5.8 に示す原単位の 1/10 を与えている。牛および豚の飼育頭数の分布を図-4.1.5.10、図 4.1.5.11 に示す。

表- 4.1.5.8 家畜による排出汚濁負荷原単位

項目	牛	豚
BOD(g/頭/日)	64	20
T-N(g/頭/日)	37.8	4
T-P (g/頭/日)	5.6	2.5
COD(g/頭/日)	53	13

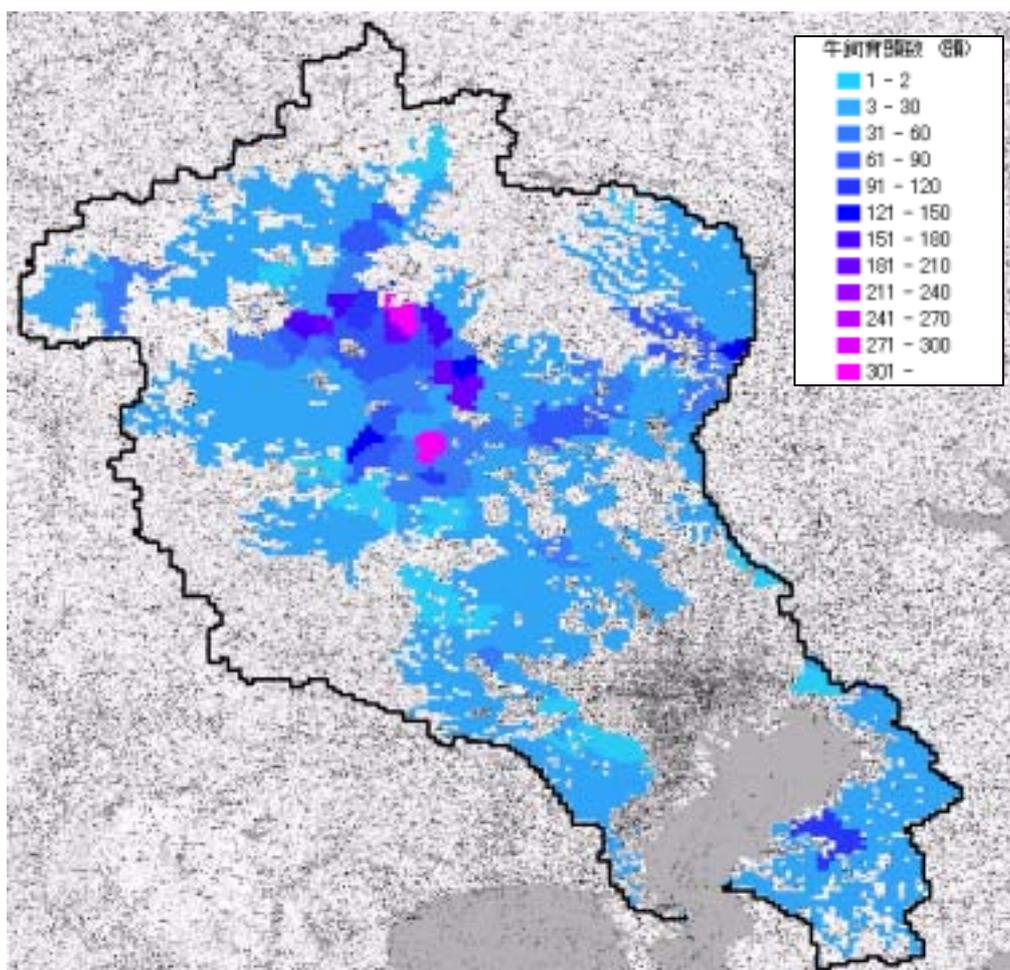


図- 4.1.5.10 牛飼育頭数

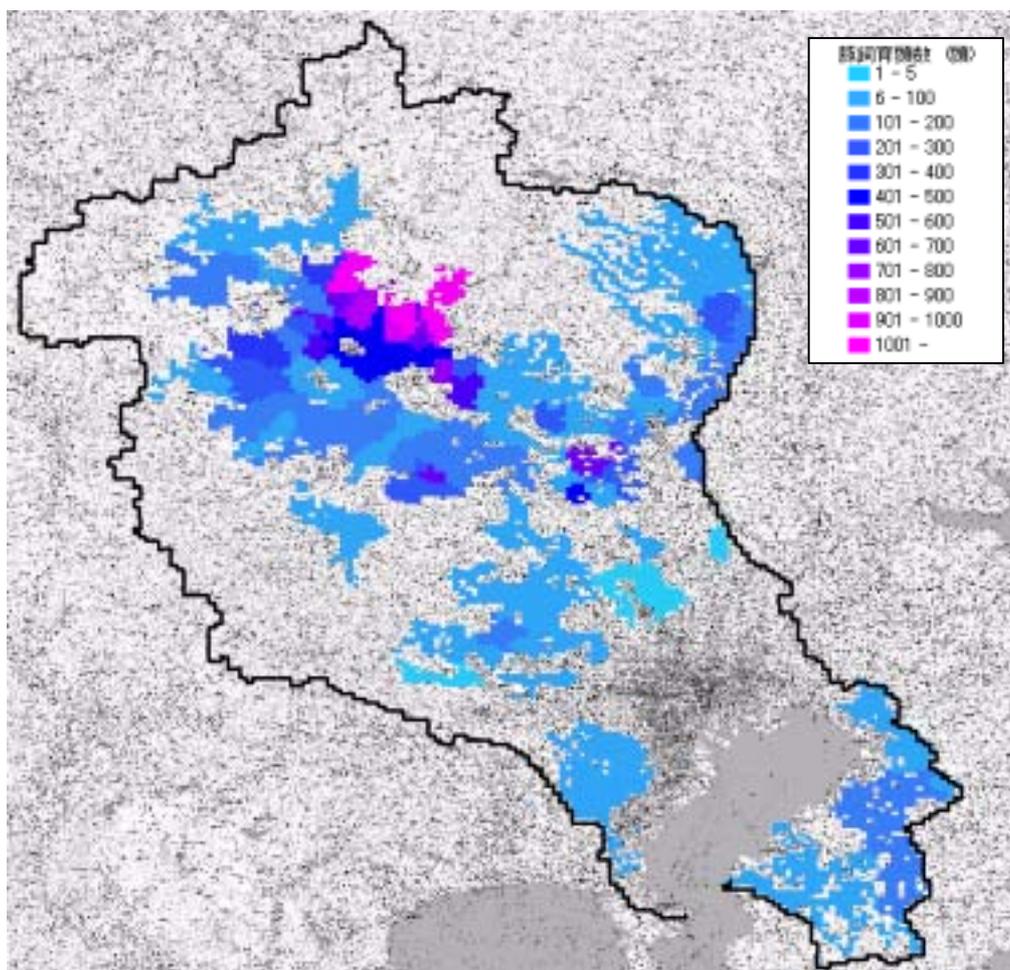


図- 4.1.5.11 豚飼育頭数

参考文献

- 1) 建設省関東地方建設局，東京湾流域別下水道整備総合計画検討委員会：東京湾流域別下水道整備総合計画に関する基本方針策定調査報告書，1997.
- 2) 社団法人日本下水道協会：流域別下水道整備総合計画調査指針と解説 平成 11 年版，1999.
- 3) 東京湾再生推進会議：東京湾再生のための行動計画，2003
<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/SAISEI/council/ch-tori2.PDF>
- 4) 環境省総合環境政策局編：平成 14 年版 環境統計集，2002.

4.2 東京湾およびその流域における水物質循環の現況再現

4.2.1 流域水循環モデルの基本パラメータの設定

(1) 表層タンク

表層タンクの基本パラメータは表- 4.2.1.1のように設定する。

表- 4.2.1.1 表層のパラメータ

定数			山地	水田	畑	荒地	市街地	その他	備考
最終浸透能	f_0	(cm/s)	0.00100	0.00010	0.00050	0.00050	0.00010	0.00010	「技術水文学」を参考に山地の基準値を設定し、その他は山地との比率により設定。
表面流の発生する高さ	S_{f2}	(m)	0.015	0.020	0.010	0.010	0.005	0.005	浸透能が大きいほど発生高さが高いものとして設定した。ただし、水田は表面流が発生するまでの貯留力を考慮し、表面流発生高さを高くした。
中間流の発生する高さ	S_{f1}	(m)	0.010	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	
地下浸透の発生する高さ	S_{f0}	(m)	0.005	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	
地表面の粗度係数	N	($m^{-1/3} \cdot s^{-1}$)	0.70	2.00	0.30	0.30	0.03	0.03	水理公式集の等価粗度係数を基準値とした。
早い中間流の定数	α_{ri}	-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	物理的な意味付けが困難なため一律とした。
初期水位	h	(m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
国土数値情報の土地利用分類			森林 果樹園 その他樹林 畑	田 内水地	畑	荒地	建物用地A 建物用地B	その他用地 (河川など)	

① 最終浸透能 f_0 (cm/s)

最終浸透能 f_0 は、水理公式集¹⁾では林地260 mm/h (0.00722 cm/s)、草生地130 mm/h (0.00361 cm/s)、裸地80 mm/h (0.00222 cm/s)が参考値として示されているが、これらの値は測定条件を加味すると、実際の浸透能より大きな値を示すとされ、土壌の種類によっても異なるため、浸透能の相対的な差異を示す概略値とされている。ここではまず、林地を山地、草生地为畑・荒地とみなし、市街地や水田は裸地よりさらに浸透能が小さいものと考えたこととした。山地との相対値は畑・荒地が1/2、市街地・水田は1/10とした。次に「技術水文学²⁾」において天然林では140mm/h(= 0.00389 cm/s)、松林では0.9cm/h(= 0.00025cm/s)のという値が示されており、山地の f_0 はこれらの平均的な値として0.00100 cm/sとした。その他の土地利用については山地との相対比によって設定することとした。最終浸透能については土壌の種類によっても異なる可能性があるため、計算結果と水収支のバランスから調整対象とする。

② 各流出の発生高 S_{f2} , S_{f1} , S_{f0} (m)

水理公式集¹⁾では長期流出用タンクモデルの定数として(国内約30地点での解析結果から)、 S_{f2} は20~50mm、 S_{f1} は10~20mmの範囲にあるが、地域特性により変化するとしている。よって、本モデルではこの値を参考に、土地利用間での相対関係を考慮する(これらの値は浸透能が大きいほど高くなる)ことで基準値を設定した。

③ 地表面の粗度係数 N ($m^{-1/3} \cdot s$)
 水理公式集¹⁾に示されている等価粗度を基準値とした。

④ 早い中間流の定数 α_{ri} (m)
 この不飽和タンクへの浸透量に対する比率を表すものである。水理公式集¹⁾において、最上段タンクの横方向の流れに対する係数と鉛直方向の流れに対する係数がほぼ同じであること、また土地利用別の設定については物理的な意味付けが難しいため、基本定数としては一律1.0を与えるものとした。

(2) 不飽和タンク

不飽和タンクの基本パラメータは表- 4.2.1.2のように設定する。

表- 4.2.1.2 不飽和層のパラメータ

定数			浸透能(大)	浸透能(中)	浸透能(小)	備考
鉛直方向の透水係数	Kz	(cm/s)	1.00E-03	1.00E-04	1.00E-05	「水理公式集」より砂・混合砂の透水係数幅の範囲から基準値を設定した。
水平方向の透水係数	Kx	(cm/s)	1.00	0.10	0.01	鉛直方向透水係数の 10^3 倍とした。
層厚	D	(m)	1.00	1.00	1.00	A,B層の高さより設定
飽和水分量	θ_s	-	0.60	0.60	0.60	
最小水分量	θ_w	-	0.30	0.30	0.30	
遅い中間流の定数	b	-	15.00	15.00	15.00	物理的な意味付けが困難なため一律とした。
初期水分量	h	-	0.30	0.30	0.30	
国土数値情報の土壌分類			乾性褐色森林土壌 褐色低地土壌 灰色低地土壌 細粒グライ土壌 グライ土壌 粗粒グライ土壌	黒ボクグライ土壌 褐色森林土壌 泥炭土壌 黒泥土壌 不明	砂丘未熟土壌 厚層黒ボク土壌 黒ボク土壌 多湿黒ボク土壌 淡色黒ボク土壌	

① 鉛直方向の不飽和透水係数 K_z 、水平方向の不飽和透水係数 K_x (cm/s)

不飽和透水係数は、水理公式集¹⁾で「きれいな砂・きれいな砂利まじりの砂」では $10^{-1} \sim 10^{-4}$ 、「細砂、シルト、砂とシルトの混合砂」では $10^{-4} \sim 10^{-8}$ のような概略値が示されている（いずれも単位はcm/s）。

鉛直方向の透水係数については、「きれいな砂」から「細砂」の中間的な値で設定するものとした。この値については上限が 10^{-1} から下限が 10^{-8} （いずれも単位はcm/s）と広範囲にわたるので、計算結果と水収支のバランスから調整対象とする。

水平方向の透水係数については、鉛直方向透水係数の 10^3 倍とした。これは、遅い中間流は土壌中を一様に進行する側方浸透流であるが、土壌中に発生した亀裂や水みちを通るパイプ流の存在も考え、鉛直方向よりも透水係数が大きくなるものとしたものである。

② 層厚D (m)

不飽和層(表層土壌)の厚さは水分量が増える深度を示す値で、モデル上ではA,B層を想定する。A,B層の厚さは木の根の深さ程度と考え、一律1mを基準とした。

③ 飽和水分量 θ_s 、最小水分量 θ_w

これらの値は不飽和層の空隙に占める水分量の最大・最小の割合を示すものである。水分特性(圧力水頭と水分量との)関係から、 θ_s を0.6、 θ_w を0.3で設定するものとした。

④ 遅い中間流の定数b

この値は飽和透水係数から水分量より不飽和透水係数を算定する際の定数で、図-4.2.1.1のような変化を示す。Brooks and Corey式との比較から、一律15の値を標準として設定した。

飽和水分量 θ_s	0.6			
最小水分量 θ_w	0.3			
定数b	1	10	20	100
タンク内水分量 θ	0.30	0.000	0.000	0.000
	0.32	0.058	0.012	0.001
	0.34	0.117	0.026	0.003
	0.36	0.177	0.043	0.006
	0.38	0.238	0.064	0.010
	0.40	0.301	0.090	0.016
	0.42	0.364	0.122	0.025
	0.44	0.430	0.160	0.038
	0.46	0.496	0.207	0.058
	0.48	0.564	0.265	0.088
	0.50	0.633	0.335	0.133
	0.52	0.703	0.420	0.200
	0.54	0.775	0.525	0.299
	0.56	0.849	0.653	0.448
	0.58	0.924	0.809	0.670
	0.60	1.000	1.000	1.000

不飽和透水係数算出のさいの飽和透水係数にかかる比率

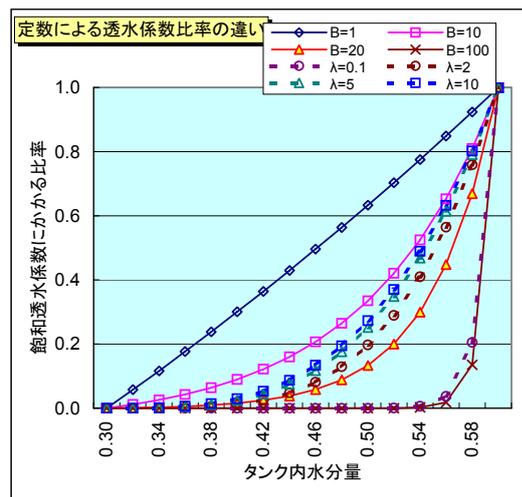


図- 4.2.1.1 モデル上の係数と飽和透水係数の関係

(3) 地下水タンク

地下水タンクの基本パラメータは表- 4.2.1.3のように設定する。地下水タンクについては最も概念的なモデルであるため、定数はシミュレーションの結果（タンク流出のバランスなど）から設定するものとする。

表- 4.2.1.3 地下水層のパラメータ

定数			浸透能(大)	浸透能(中)	浸透能(小)	備考
不圧地下水の流出係数	Au	($\text{mm}^{-1/2}\text{day}^{-1/2}$)	0.100	0.050	0.025	
被圧地下水の流出係数	Ag	(1/day)	0.010	0.003	0.001	
不圧地下水の流出貯留高	Sg	(m)	0.70	0.50	0.30	
初期水位	h	(m)	0.70	0.50	0.30	
国土数値情報の表層地質分類			未固結堆積物砂 未固結堆積物泥 未固結堆積物砂・泥 固結堆積物泥岩 固結堆積物ローム	固結堆積物砂岩 変成岩類ホルンフェルス 変成岩類緑色片岩 変成岩類黒色片岩	未固結堆積物碎屑物 火山性岩石花崗岩 深成岩類斑岩質岩石	

① 不圧地下水流出係数Au ($\text{mm}^{-1/2} \cdot \text{day}^{-1/2}$)，被圧地下水流出係数Ag (1/day)

これらの値は各流出の低減を表すものである。設定値については基礎式を参考とした文献³⁾にAuは0.05が示されていることから、この値を中心に、浸透能ごとに設定するものとした。AgはAuと同程度と考え、Agの2乗値を標準とした。これらの値は計算結果と水収支のバランスから調整対象とする。

② 不圧地下水流出貯留高さSg (m)

0.5mを中心に浸透能ごとに標準値を設定した。

(4) 河道タンク

河道タンクの基本パラメータは表- 4.2.1.4のように設定する。上・中・下流は流域面積により判断する。

表- 4.2.1.4 河道モデルのパラメータ

定数			上流	中流	下流	備考
河道幅計算の定数1	c	-	6.0	7.0	8.0	対象河川の最大川幅から設定
河道幅計算の定数2	s	-	0.5	0.5	0.5	
粗度係数	n	($m^{-1/3} \cdot s^{-1}$)	0.040	0.035	0.030	河川砂防技術基準調査編の自然河川の粗度から設定
初期水位	h	(m)	0.2	0.2	0.2	
地下浸透係数	α	(1/day)	0.0	0.0	0.0	

① 河道幅計算の定数C, S

これらの値はレジウム則により算出される河道幅の定数である。設定値については流域面積と実績川幅との整合状況より設定した。

② 粗度係数n ($m^{-1/3} \cdot s$)

河川砂防技術基準⁴⁾の自然河川の粗度係数より設定した。

(5) 人工系モデルについて

取水量および排水量などについては 4.1 のデータ作成において示しているので省略する。記載していない事項について下記に示す。

① 流域間の導水について

流域間導水に関しては、表- 4.2.1.5に示すとおり生活用水、農業用水について考慮している。導水量は 2001 年現況での場合を表している。

表- 4.2.1.5 流域外からの導水量

	生活系	農業系
利根川・江戸川	荒川・中川・隅田川流域へ利根大堰・金町・三郷より導水	なし
荒川	利根大堰から導水あり 中川流域へ利根大堰・秋ヶ瀬取水堰より導水	利根大堰(利根川)よりかんがい期最大 3.8m ³ /s
中川	利根川・荒川より合計約 19m ³ /s	利根大堰(利根川)よりかんがい期最大 52m ³ /s 大里用水(荒川)よりかんがい期最大 6.3m ³ /s
隅田川	利根川・荒川・多摩川より 合計約 20m ³ /s	なし
多摩川	相模川より約 4m ³ /s	なし
鶴見川	相模川より約 5m ³ /s	なし

② 利根川と江戸川との分派について

利根川・江戸川分派率については、表- 4.2.1.6に示す分水準則に基づき、江戸川への分派量を設定した。

表- 4.2.1.6 モデル上での江戸川分派率（分水準則より）

利根川本川流量(m ³ /s)	江戸川分派率(%)
0~20	75
20~30	70
30~50	65
50~100	60
100~150	50
150~300	50
300~500	40
500以上	40
平均	56.25

4.2.2 流域物質循環モデルの基本パラメータの設定

(1) 降雨水質

降雨水質は、流総指針より表- 4.2.2.1に示す各水質項目の平均的な値を基本パラメータとして設定する。

表- 4.2.2.1 降雨水質の設定

定数			COD	BOD	T-N	T-P	備考
降雨水質 負荷濃度	CR	(mg/l)	1.50	1.50	0.80	0.04	流総指針の平均的な値を用いた。

表- 4.2.2.2 流総指針に示されている降雨による原単位

調査機関	調査年	調査地域			調査条件等	汚濁負荷原単位(kg/ha/年)			備考
		県名	都市名	流域名等		COD	T-N	T-P	
渡辺、沖野	1977	長野県	原村			13.32	0.511	g/ha/日 × 0.365	
	1973	滋賀県		琵琶湖		12.45	0.391		
	1977	滋賀県		琵琶湖・南湖		13.65	0.453		
				琵琶湖・北湖		11.72	0.54		
	1973~1975			瀬戸内海全域		10.80~13.69	0.270~0.332		
	1975	茨城県		霞ヶ浦		5.69	0.475		
	1976	長崎県		諫早湾		6.31	0.631		
中西、浮田		山口県		西瀬戸		12.44	0.402		
東北地建	1986	岩手県		沼宮内観測所		32.56	8.54	0.185	
秋田県	1982	秋田県	大湯村	干拓地	ばいじん含む	7.649	0.65		
石川県	1983.4~1984.3	石川県	金沢市	圃場整備地区	ばいじん含む	86.38	11.67	0.693	
埼玉県		埼玉県	加須市	南大桑土地改良	ばいじん含む	19.26	2.618		
国松	1974.10~1977.9	滋賀県	草津市		ばいじん含む	13.6	0.45		
堤、他	1976.5~1980.4	滋賀県	大津市		ばいじん含む	6.74	0.548		
高村、他	1974.4~1976.1	茨城県		阿見	ばいじん含む	10.4	0.17		
安部	1977~1980	茨城県		筑波	ばいじん含む	(10.1)	0.36	()はNH ₄ +NO ₂ +NO ₃ -N	
	1965~1967	神奈川県	平塚市			(30.61)	0.65	''	
	1974.4~1975.3	山口県	徳山市			(15.14)	0.61	''	
	1974.7~1975.3	滋賀県		大津南		(8.57)	0.22	''	
				新旭町		(5.58)		''	
	1974.6~1974.10	愛知県	東郷町			(4.45)	0.47	''	
堤、岩坪		京都府	京都市	上賀茂		6.11	0.73		
堤、平林等		滋賀県		大石川		6.73	0.44		
国松		滋賀県	草津市			15.7	0.52		
高村		茨城県	阿見町			12.8	0.09		
国松、中村	1978~1979	滋賀県	草津市		ばいじん含む	18.4			
東北地建	1985~1987	岩手県		北上川		32.74	7.83	0.132	
茨城県	1977	茨城県				17.2	10.0	0.44	
最小値						17.2	4.5	0.09	
最大値						86.4	30.6	2.62	
平均値						42.2	11.3	0.53	

上記の表の汚濁負荷原単位の平均値を元に、年間降雨量1400mmと仮定して、平均水質を算定した。ただし、CODについては調査事例が少ない上、東北地方の事例が多いため、茨城県の数値を参考に平均水質を算出した。BODはCODと同じ水質と仮定した。

(2) 表層・不飽和・地下水タンク

表層タンク、不飽和タンクの基本パラメータは降雨時の流出負荷量を規定するものである。ここでは、年間の総流出量が流総指針の面源負荷量と合うよう各パラメータの値を調節し、基本パラメータとして表-4.2.2.3のような値を設定する。また、極限堆積(溶脱)量については、流総指針の土地利用別面源負荷原単位の比率を参考に、土地利用ごとの値を設定する。地下水タンクの基本パラメータは不飽和タンクと同じパラメータを設定する。

表-4.2.2.3 物質循環に関するパラメータ

表面負荷量算出定数

定数	山地				水田				畑				荒地				市街地				その他				備考		
	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P			
堆積負荷係数1	m	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	基本式の一般定数として一律に設定	
堆積負荷流出係数	K	-	0.010	0.010	0.010	0.002	0.010	0.010	0.010	0.002	0.010	0.010	0.010	0.002	0.010	0.010	0.010	0.002	0.010	0.010	0.010	0.002	0.010	0.010	0.002	T-PはCOD・T-Nの1/5とした。	
堆積負荷係数2	n	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	基本式の一般定数として一律に設定	
極限堆積量	Su	(g)	500	500	250	60	3000	3000	1250	400	240	240	5000	150	500	500	250	60	3000	3000	1250	550	500	500	250	60	年間総流出量が流総指針の面源負荷原単位の値に合い、流総指針の面減負荷原単位の値を参考に、土地利用別の値を設定した。
堆積速度係数	Ks	(1/day)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	T-PはCOD・T-Nの1.5倍とした。	
初期の堆積0からの経過日数	T0	(日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

不飽和、地下負荷量算出定数

定数	山地				水田				荒地				荒地				市街地				その他				備考		
	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P			
溶脱負荷係数1	m	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	基本式の一般定数として一律に設定	
溶脱負荷流出係数	K	-	0.010	0.010	0.010	0.002	0.020	0.020	0.004	0.010	0.010	0.010	0.002	0.010	0.010	0.002	0.020	0.020	0.004	0.010	0.010	0.010	0.010	0.002	0.020	T-PはCOD・T-Nの1/5とした。	
溶脱負荷係数2	n	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	基本式の一般定数として一律に設定	
極限溶脱量	Su	(g)	500	500	250	60	3000	3000	1250	400	240	240	5000	150	500	500	250	60	3000	3000	1250	550	500	500	250	60	年間総流出量が流総指針の面源負荷原単位の値に合い、流総指針の面減負荷原単位の値を参考に、土地利用別の値を設定した。
溶脱速度係数	Ks	(1/day)	0.2	0.20	0.2	0.2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	T-PはCOD・T-Nの1.5倍とした。	
初期の溶脱0からの経過日数	T0	(日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

表面負荷量算出定数

定数	備考
堆積負荷係数1	基本式の一般定数として一律に設定
堆積負荷流出係数	T-PはCOD・T-Nの1/5とした。
堆積負荷係数2	基本式の一般定数として一律に設定
極限堆積量	年間総流出量が流総指針の面源負荷原単位の値に合い、流総指針の面減負荷原単位の値を参考に、土地利用別の値を設定した。
堆積速度係数	T-PはCOD・T-Nの1.5倍とした。
初期の堆積0からの経過日数	

中間負荷量算出定数

定数	備考
溶脱負荷係数1	基本式の一般定数として一律に設定
溶脱負荷流出係数	T-PはCOD・T-Nの1/5とした。
溶脱負荷係数2	基本式の一般定数として一律に設定
極限溶脱量	年間総流出量が流総指針の面源負荷原単位の値に合い、流総指針の面減負荷原単位の値を参考に、土地利用別の値を設定した。
溶脱速度係数	T-PはCOD・T-Nの1.5倍とした。
初期の溶脱0からの経過日数	

(3) 河道タンク

河道タンクの基本パラメータは表- 4.2.2.4のように設定した。

表- 4.2.2.4 河道モデルの物質循環に関するパラメータ

定数			COD	BOD	T-N	T-P	備考
脱酸素定数	k1	(1/day)	0.200	0.300	0.200	0.200	
沈降・吸着の除去速度定数	k3	(1/day)	0.100	0.200	0.100	0.100	
底層再懸濁の負荷速度定数	xt	(1/day)	0.001	0.001	0.001	0.001	
汚濁物質貯留濃度	CA	(mg/l)	1.000	1.000	1.000	0.100	

(4) 人工系モデル

人工系負荷原単位の設定値については 4.1 の「データ作成」において記載しているのでここでは省略する。

4.2.3 東京湾流入河川の現況再現

(1) 河川流量・水質の検証地点の選定

河川流量・水質の検証地点は、各河川の流量年表に記載されている観測所地点を基本とし、それに水質観測地点が含まれない場合は別の観測所地点を選定するものとした。以上の観点から、検証対象とする地点を表-4.2.3.1のとおりとした。検証地点を図-4.2.3.1～図4.2.3.5に示す。

表-4.2.3.1 流域水物質循環モデルの検証対象地点

河川名	観測所名	所在地	観測項目	河口からの距離
鶴見川	亀の子橋	神奈川県横浜市緑区川向町南耕地	水位・流量 [※] ・水質	13.8 km
多摩川	石原	東京都調布市下石原	水位・流量 [※] ・水質	28.1 km
	調布橋	東京都青梅市上長淵	水位・流量 [※] ・水質	59.7 km
荒川	寄居	埼玉県大里郡寄居町字寄居	水位・流量 [※] ・水質	94.7 km
	大芦橋	埼玉県大里郡大里村小八林	水位・流量 [※] ・水質	68.3 km
	笹目橋	埼玉県戸田市早瀬	水位・水質	28.7 km
利根川	八斗島	群馬県伊勢崎市八斗島町	水位・流量 [※] ・水質	181.0 km
	栗橋	埼玉県北葛飾郡栗橋町大字栗橋	水位・流量 [※] ・水質	130.6 km
	利根関宿	茨城県猿島郡境町塚崎	水位・流量 [※]	124.0 km
江戸川	野田	千葉県野田市中野台	水位・流量 [※] ・水質	39.6 km
	流山	千葉県流山市流山	水位・流量 [※] ・水質	27.7 km
中川	八条	埼玉県八潮市八条	水位・水質	26.5 km

※：流量年表記載観測所

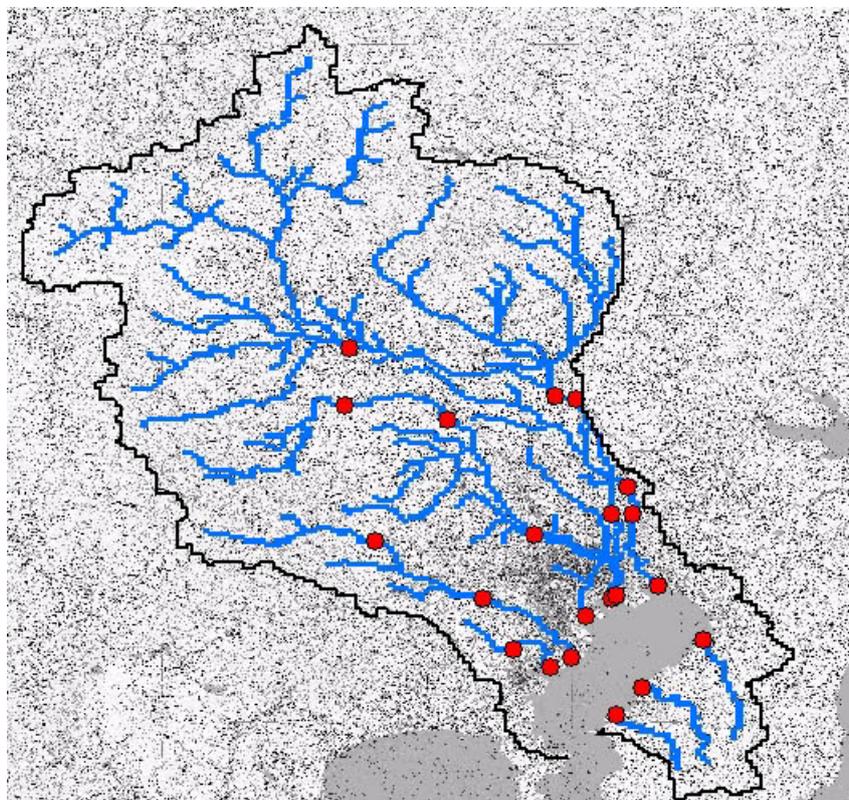


図-4.2.3.1 検証地点図（赤丸は観測地点および河口）



図- 4.2.3.2 観測所位置図（鶴見川・多摩川）
 （地図は国土交通省水文水質データベースより）



図- 4.2.3.3 観測所位置図 (荒川)



図- 4.2.3.4 観測所位置図 (利根川)

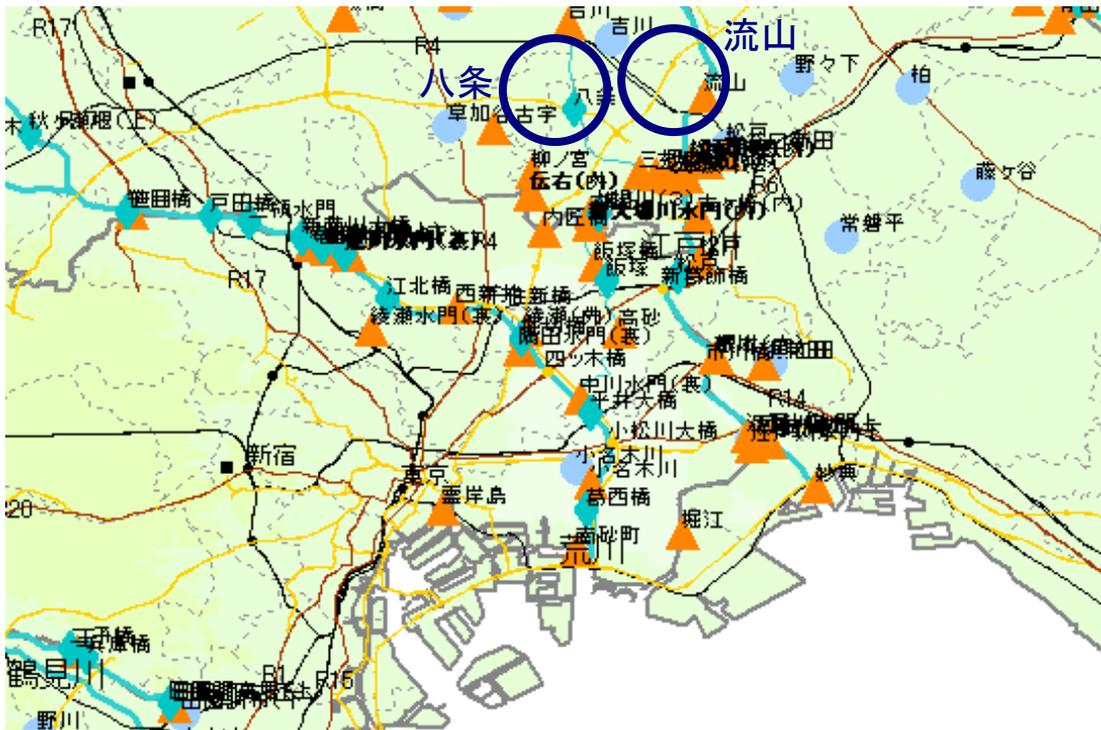


図- 4.2.3.5 観測所位置図（江戸川・中川）

(2) 東京湾流域河川の流量再現

1) 補正係数によるパラメータの調整

低水部の再現性の向上を念頭にパラメータの調整を行った。検証地点の代表として多摩川調布橋地点の低水部の拡大図を図-4.2.3.6に示す。

○基本定数でのシミュレーション

降雨流出時のピークにおいて計算値が小さく、波形の幅も大きい（立ち上がり、減衰が遅い）。表面タンクからの流出が少ないために起こる現象と考え、タンクの鉛直方向のパラメータの修正が必要と考えた。

○鉛直方向パラメータの修正シミュレーション（中間ケース①）

鉛直方向のパラメータを様々に変え、シミュレーションを行った結果、以下の補正係数を用いるケースで、各評価地点の低水部流量の誤差を減じる結果となった。

しかし、特に多摩川流域で地下水流出割合が大きいことで、降雨後の減衰部分の整合がよくない状態である。

- ・ 表面タンクの鉛直方向補正係数 K_{f0} : 1/10
- ・ 不飽和タンクの補正係数 K_{s1}, K_{s0} : 1/2

○不飽和タンクパラメータの修正シミュレーション（中間ケース②）

地下水タンクの流出割合を減じるため、不飽和タンクのパラメータを様々に変え、シミュレーションを行った結果、以下の補正係数を用いるケースで、各評価地点の整合状況が向上した。

このケースでも特に多摩川流域で3月から4月の降雨後の減衰部分で、計算流量が実績流量に比べて減衰速度が遅い。

- ・ (表面タンクの鉛直方向補正係数 K_{f0} : 1/10)
- ・ 不飽和タンクの補正係数（水平方向） K_{s1} : 10倍
- ・ 不飽和タンクの補正係数（鉛直方向） K_{s0} : 浸透能大 : 1/20
浸透能中 : 1/4
浸透能小 : 1/2

○降雪・降雨判断部分の修正シミュレーション（最終ケース）

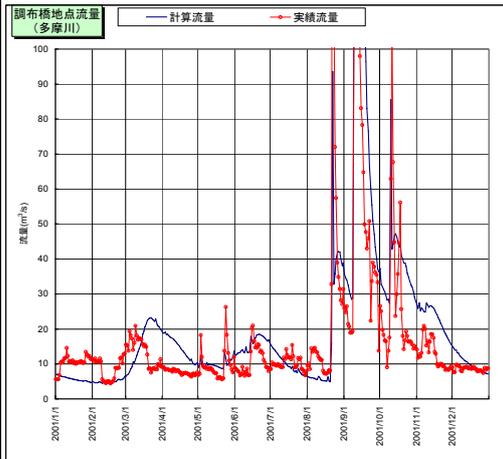
これまでのシミュレーションは日最低気温が 2.5°C を下回る場合に降雪とみなして融雪計算を行う仕組みとしていた。しかし、3~4月の流量減衰が実績に比べて遅いことから、降雪とみなす期間が長いものと考えられたので、この条件に関する感度分析を行った。

その結果、日平均気温が 0°C を下回る場合に降雪とするケースで各評価地点の整合状況が向上した。このケースを水循環計算の最終ケースとする。

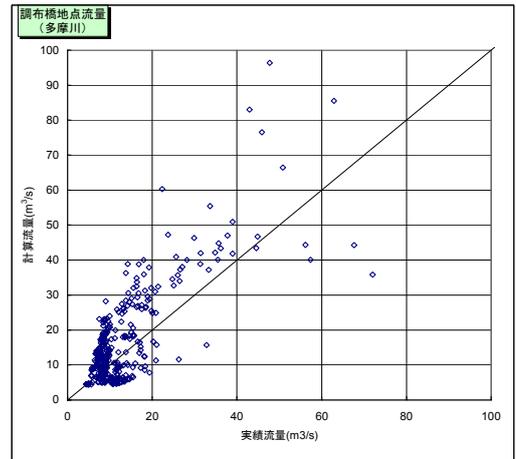
- ・ (表面タンクの鉛直方向補正係数 K_{f0} : 1/10)
- ・ (不飽和タンクの補正係数（水平方向） K_{s1} : 10倍)
- ・ (不飽和タンクの補正係数（鉛直方向） K_{s0} : 浸透能大 : 1/20
浸透能中 : 1/4
浸透能小 : 1/2)
- ・ 降雪量とみなす基準 : 日平均気温が 0°C を下回るとき

低水部拡大図

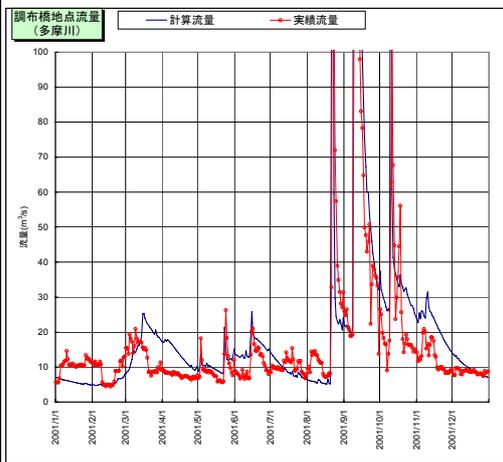
基本ケース



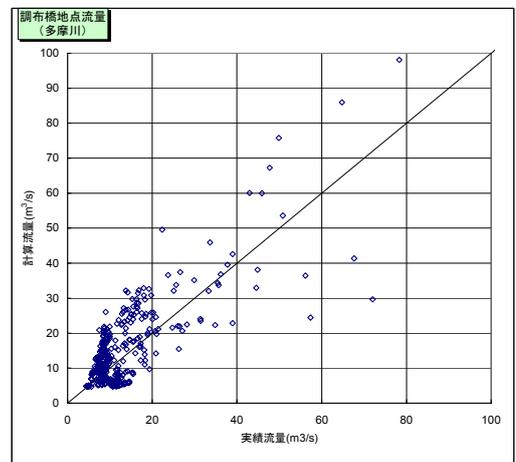
全体	
年平均流量(m³/s)	計算 23.9
	実績 21.8
	二乗平均誤差 40.3
相関係数	0.841
30m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 14.4
	実績 11.3
	二乗平均誤差 8.1
相関係数	0.624
30m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 110.3
	実績 117.8
	二乗平均誤差 125.8
相関係数	0.815
年流量比	
総計算流量 / 総実績流量	= 1.09



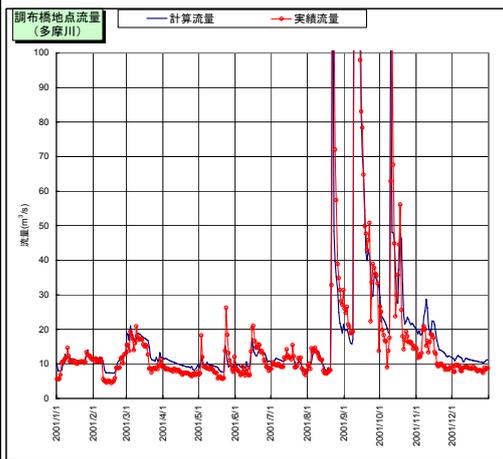
中間ケース①



全体	
年平均流量(m³/s)	計算 23.9
	実績 21.8
	二乗平均誤差 33.3
相関係数	0.885
30m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 13.6
	実績 11.3
	二乗平均誤差 6.6
相関係数	0.609
30m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 118.1
	実績 117.8
	二乗平均誤差 104.0
相関係数	0.859
年流量比	
総計算流量 / 総実績流量	= 1.10



最終ケース



全体	
年平均流量(m³/s)	計算 21.0
	実績 21.8
	二乗平均誤差 33.5
相関係数	0.923
30m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 13.1
	実績 11.3
	二乗平均誤差 3.8
相関係数	0.786
30m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 93.2
	実績 117.8
	二乗平均誤差 106.0
相関係数	0.906
年流量比	
総計算流量 / 総実績流量	= 0.96

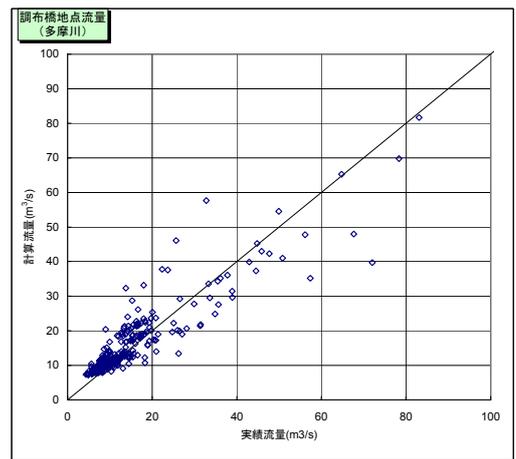


図- 4.2.3.6 パラメータの調整 (多摩川調布橋地点)

補正係数などによる調整により低水部の実測値との乖離が流域全体として縮小していることが図- 4.2.3.7から伺える。また、矢木沢ダム地点における雨・雪判断気温の見直しによる積雪深の変化を図-4.2.3.8に示す。

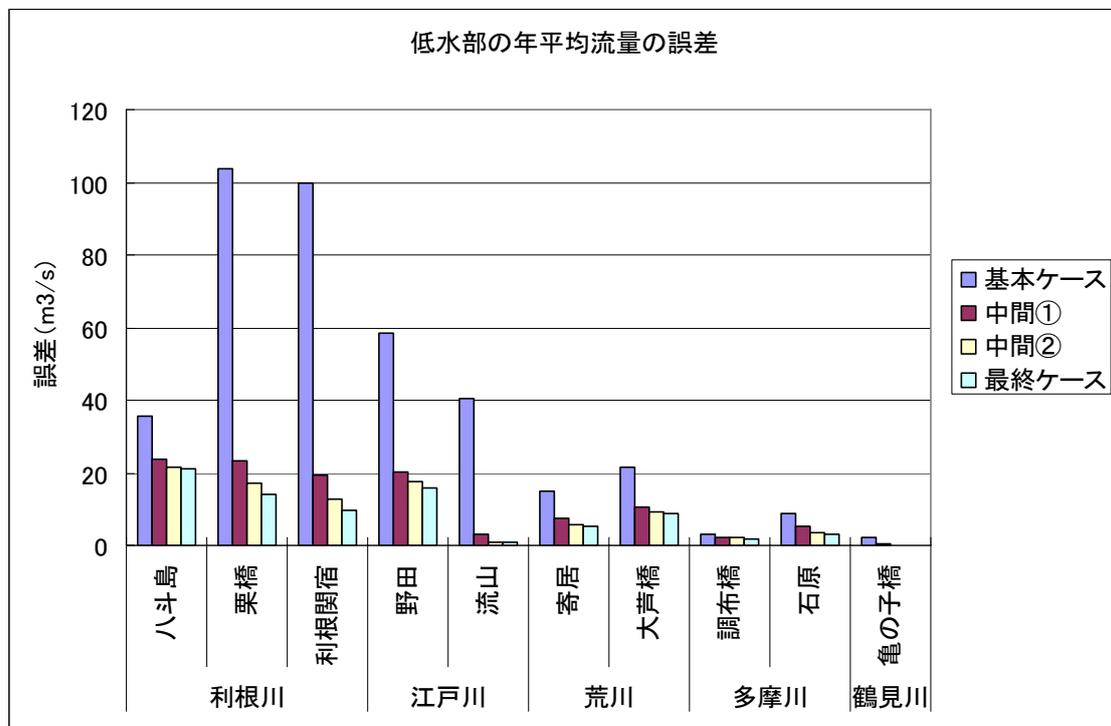
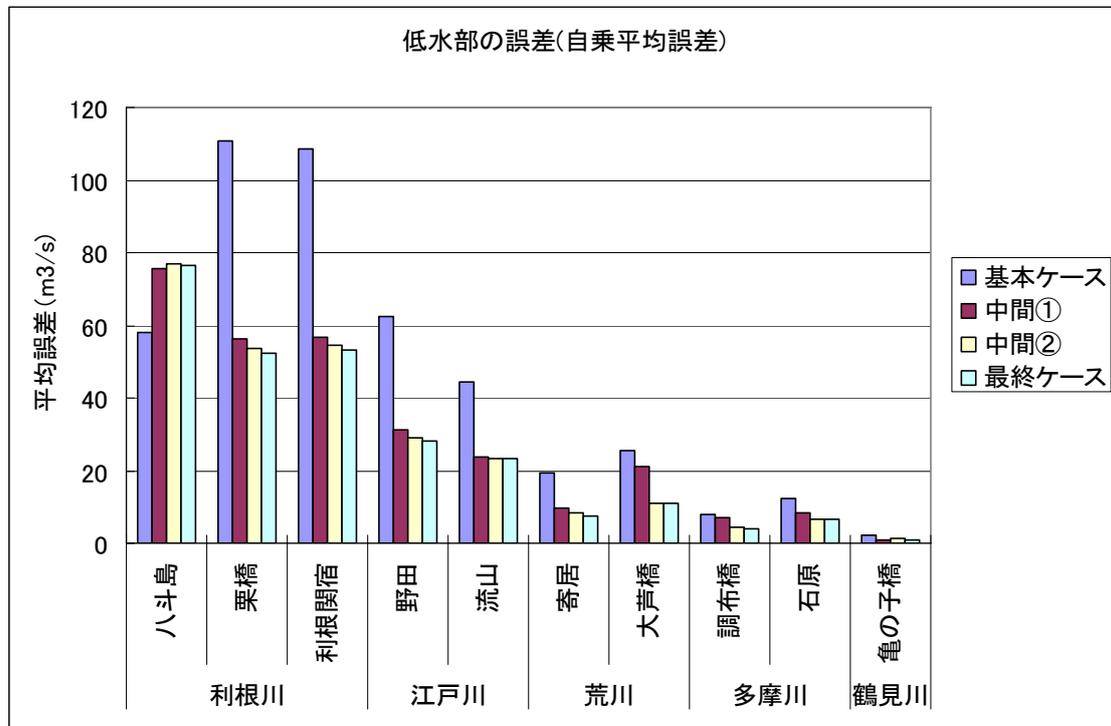


図- 4.2.3.7 パラメータ調整による低水部の誤差の縮小

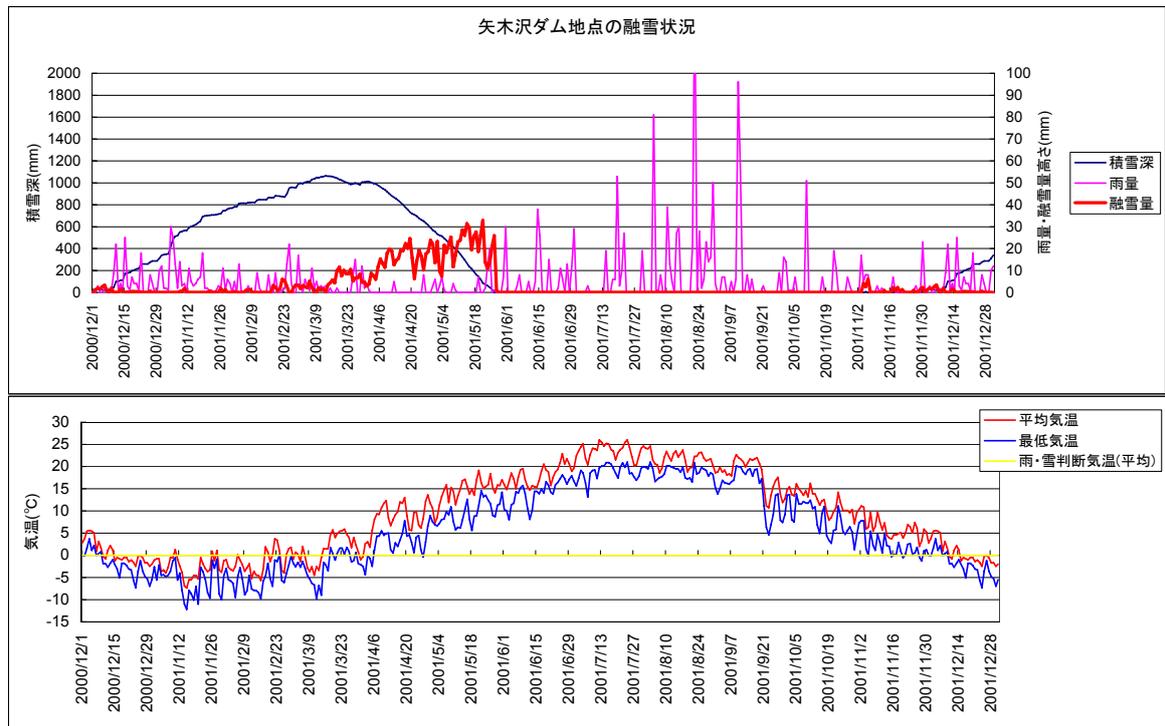
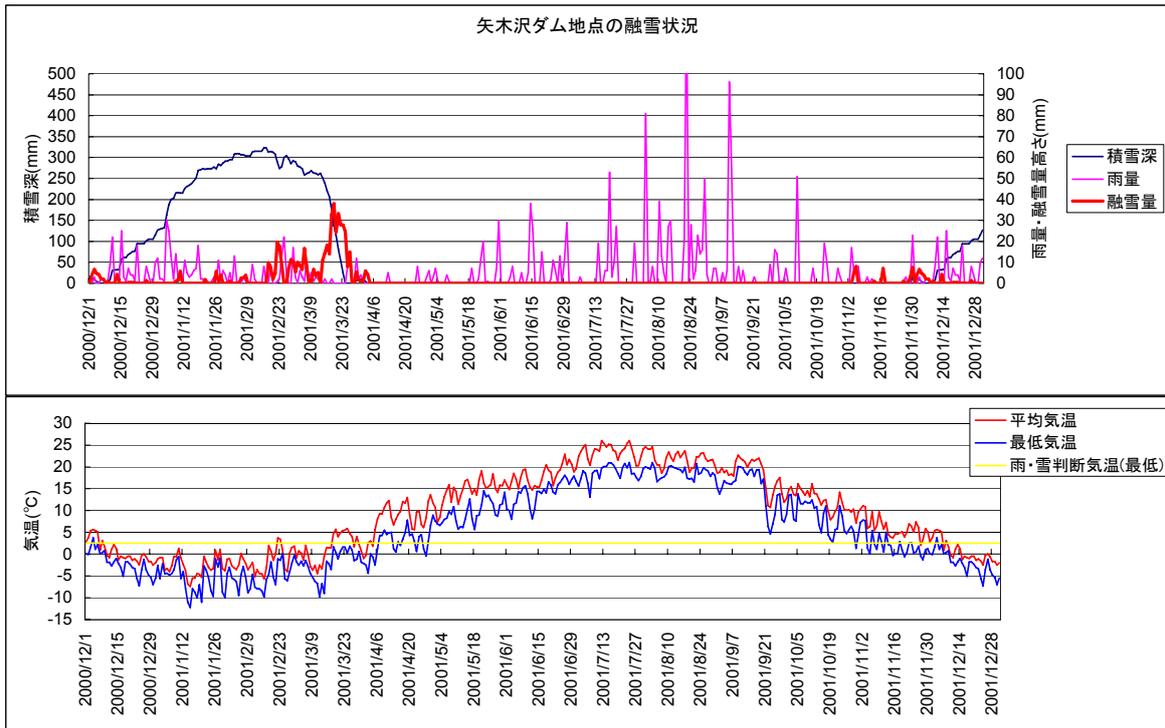


図- 4.2.3.8 矢木沢ダム地点における融雪・積雪・気温の関係
(上段:基本ケース、下段:最終ケース)

2) 各河川の流量の検証

以下に補正係数によるパラメータ調整後の検証地点における実績流量と計算流量との比較のハイドログラフと散布図を図- 4.2.3.9に示す。検証図から各河川の流量は東京湾流域という広域に一律のパラメータを設定しても良好な再現結果を得られたと考えられる。

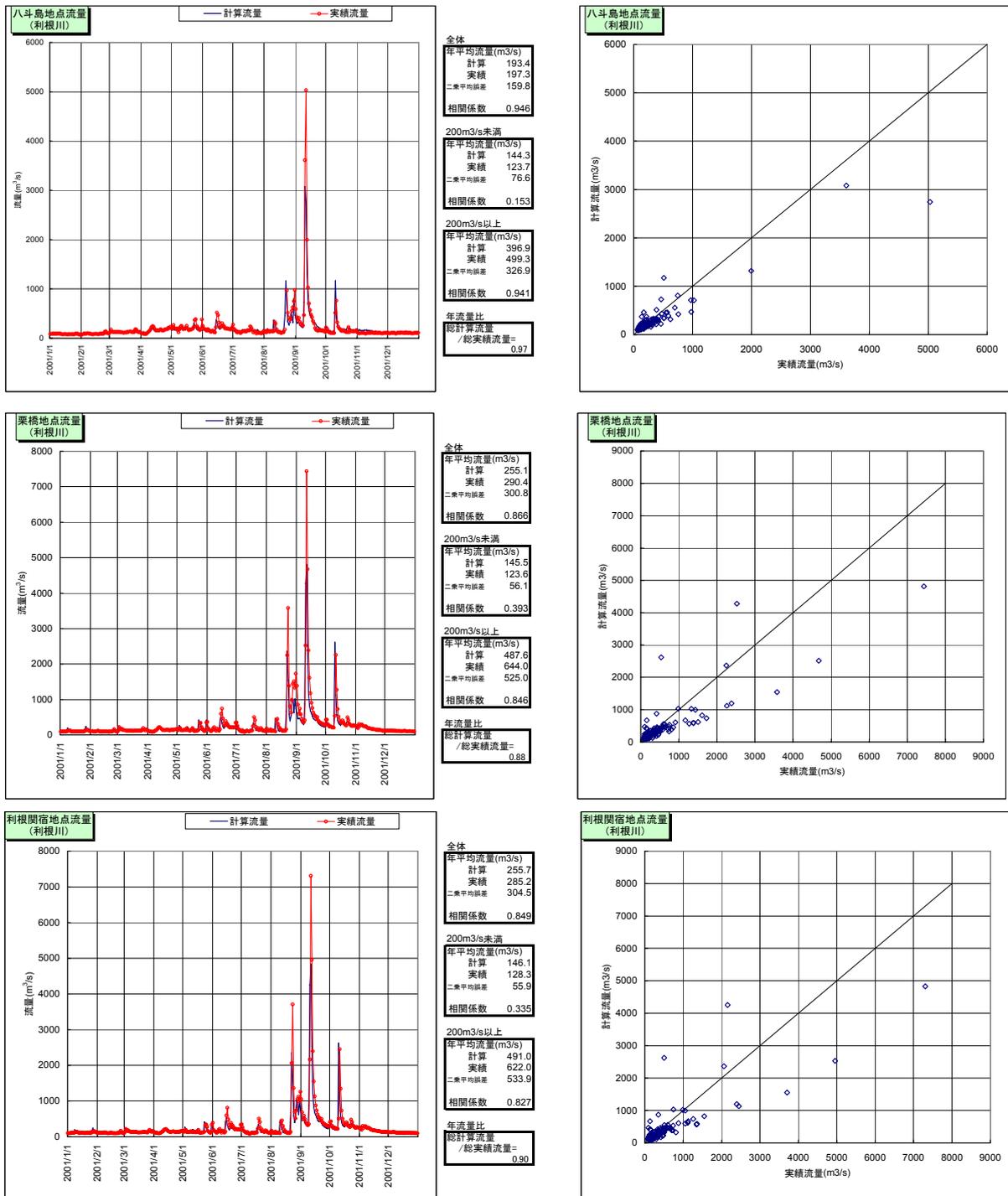
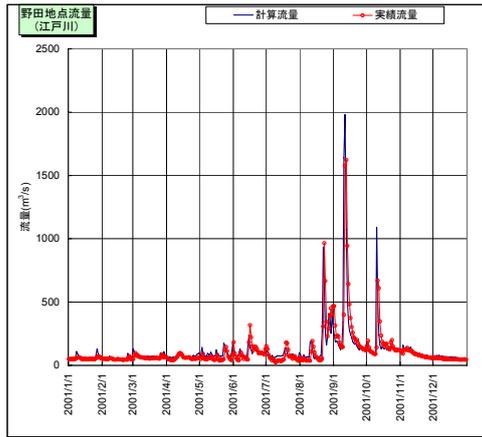
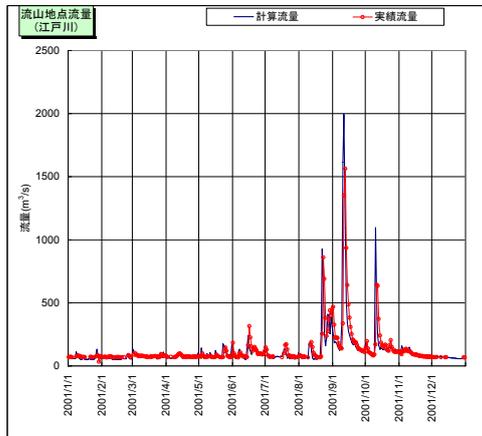
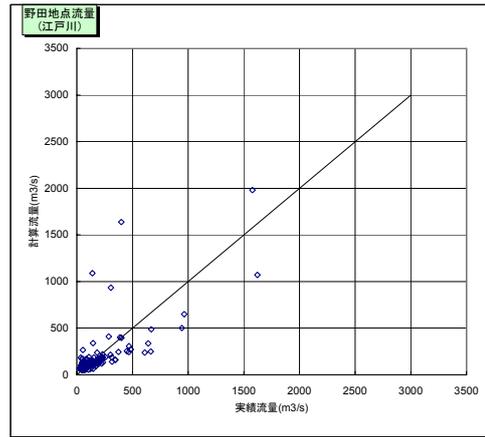


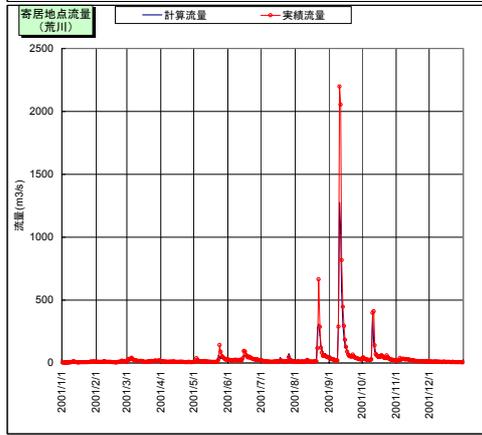
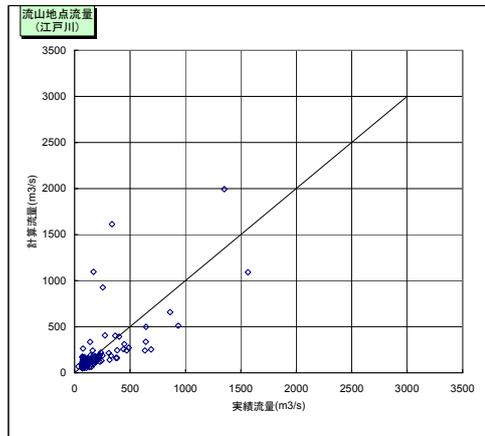
図- 4.2.3.9 (1) 流量検証図



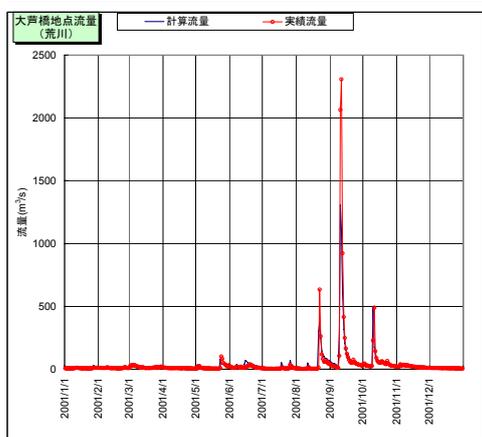
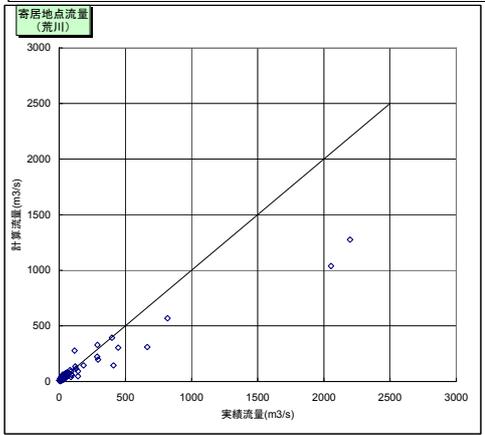
全体	
年平均流量(m³/s)	計算 118.1
	実績 110.4
	二乗平均誤差 113.9
相関係数	0.756
100m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 75.6
	実績 56.7
	二乗平均誤差 30.3
相関係数	0.343
100m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 224.8
	実績 244.9
	二乗平均誤差 208.0
相関係数	0.703
年流量比	
総計算流量	
/総実績流量	1.07



全体	
年平均流量(m³/s)	計算 118.6
	実績 131.7
	二乗平均誤差 118.8
相関係数	0.729
100m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 77.9
	実績 76.1
	二乗平均誤差 23.8
相関係数	0.333
100m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 225.6
	実績 239.3
	二乗平均誤差 213.5
相関係数	0.674
年流量比	
総計算流量	
/総実績流量	0.97



全体	
年平均流量(m³/s)	計算 38.1
	実績 42.8
	二乗平均誤差 78.3
相関係数	0.975
30m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 17.8
	実績 13.5
	二乗平均誤差 6.6
相関係数	0.851
30m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 112.5
	実績 150.3
	二乗平均誤差 169.0
相関係数	0.976
年流量比	
総計算流量	
/総実績流量	0.83



全体	
年平均流量(m³/s)	計算 39.3
	実績 39.1
	二乗平均誤差 84.1
相関係数	0.945
30m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 18.9
	実績 11.2
	二乗平均誤差 20.0
相関係数	0.423
30m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 125.3
	実績 156.7
	二乗平均誤差 187.7
相関係数	0.955
年流量比	
総計算流量	
/総実績流量	1.00

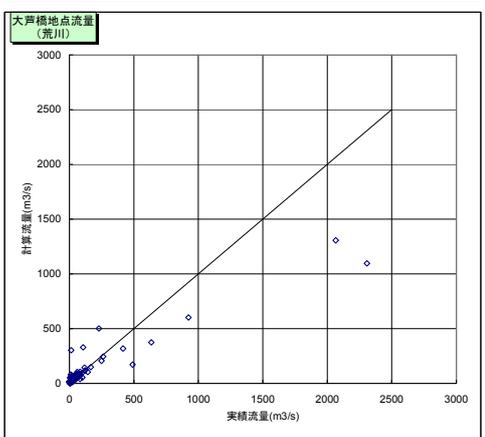
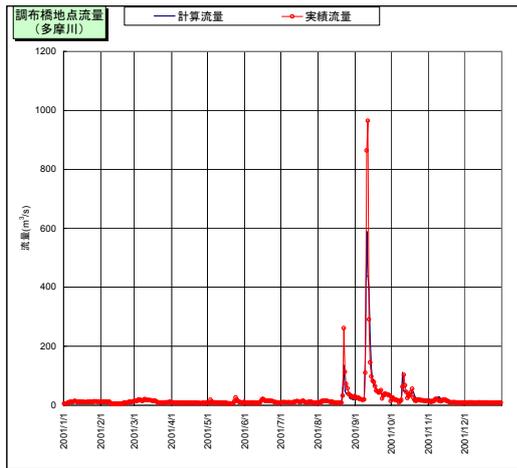
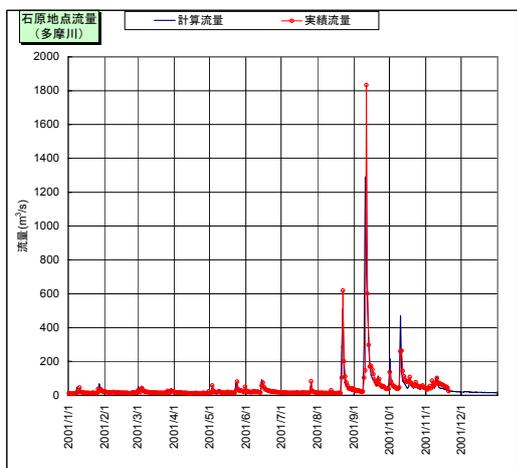
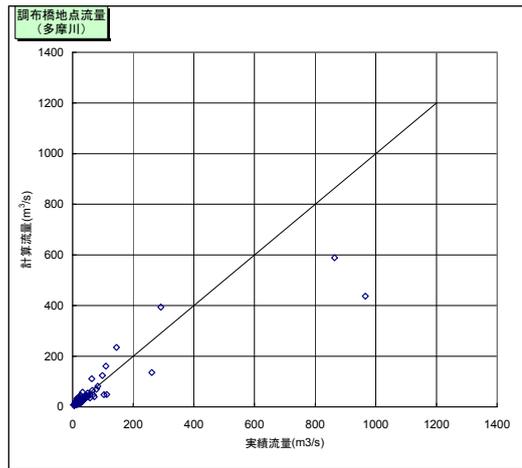


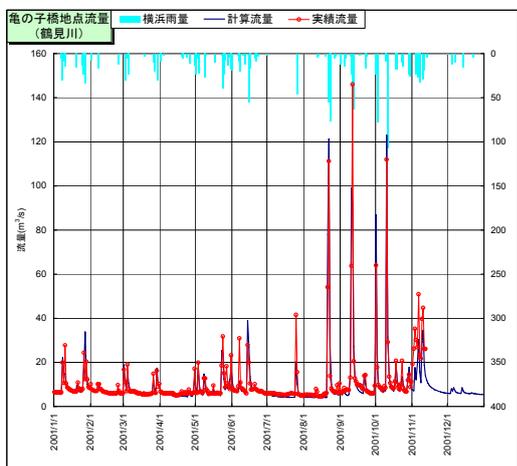
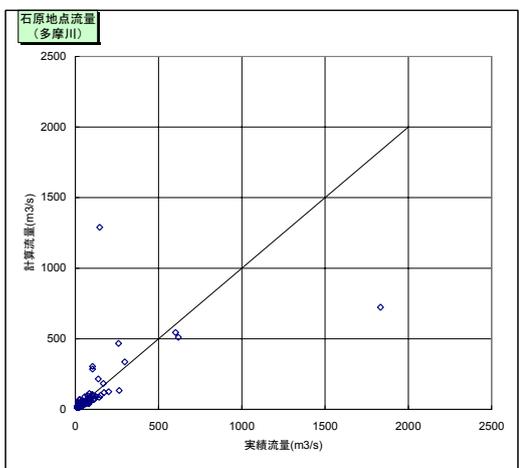
図-4.2.3.9(2) 流量検証図



全体	
年平均流量(m³/s)	計算 21.0
	実績 21.8
	二乗平均誤差 33.5
相関係数	0.923
30m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 13.1
	実績 11.3
	二乗平均誤差 3.8
相関係数	0.786
30m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 93.2
	実績 117.8
	二乗平均誤差 106.0
相関係数	0.906
年流量比	
総計算流量	
/総実績流量	= 0.96



全体	
年平均流量(m³/s)	計算 40.2
	実績 42.8
	二乗平均誤差 86.9
相関係数	0.642
30m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 18.9
	実績 16.4
	二乗平均誤差 6.4
相関係数	0.617
30m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 97.4
	実績 102.8
	二乗平均誤差 166.1
相関係数	0.590
年流量比	
総計算流量	
/総実績流量	= 1.06



全体	
年平均流量(m³/s)	計算 9.5
	実績 10.8
	二乗平均誤差 5.9
相関係数	0.916
8m³/s未満	
年平均流量(m³/s)	計算 5.8
	実績 6.2
	二乗平均誤差 1.0
相関係数	0.753
8m³/s以上	
年平均流量(m³/s)	計算 18.1
	実績 19.8
	二乗平均誤差 9.8
相関係数	0.898
年流量比	
総計算流量	
/総実績流量	= 0.92

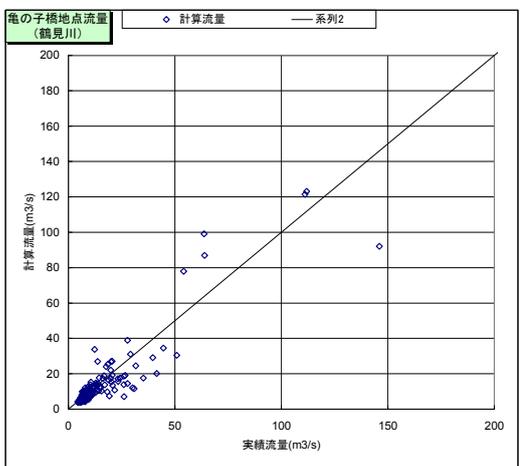


図- 4.2.3.9 (3) 流量検証図

さらに検討対象ダムの流入放流量のハイドログラフを図- 4.2.3.10に整理した。利根川本川の上流域のダムでは、実績と計算の流入量の波形に相違があるところがあるが、全体としてはある程度良好に再現できている。本検討では実績放流量を与えることで下流の流量の再現性の向上を図ることとした。

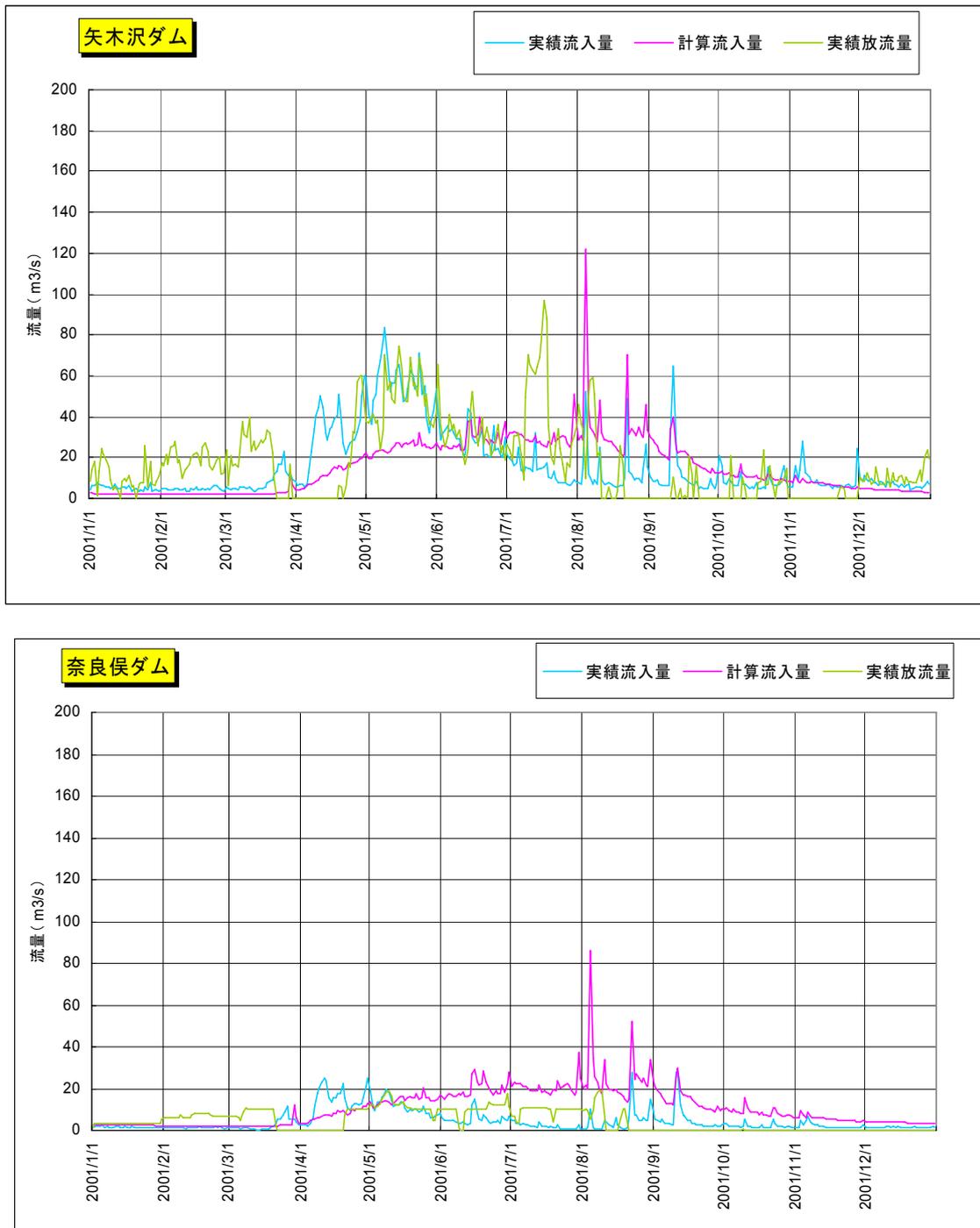


図- 4.2.3.10(1) ダム流入放流量検証図

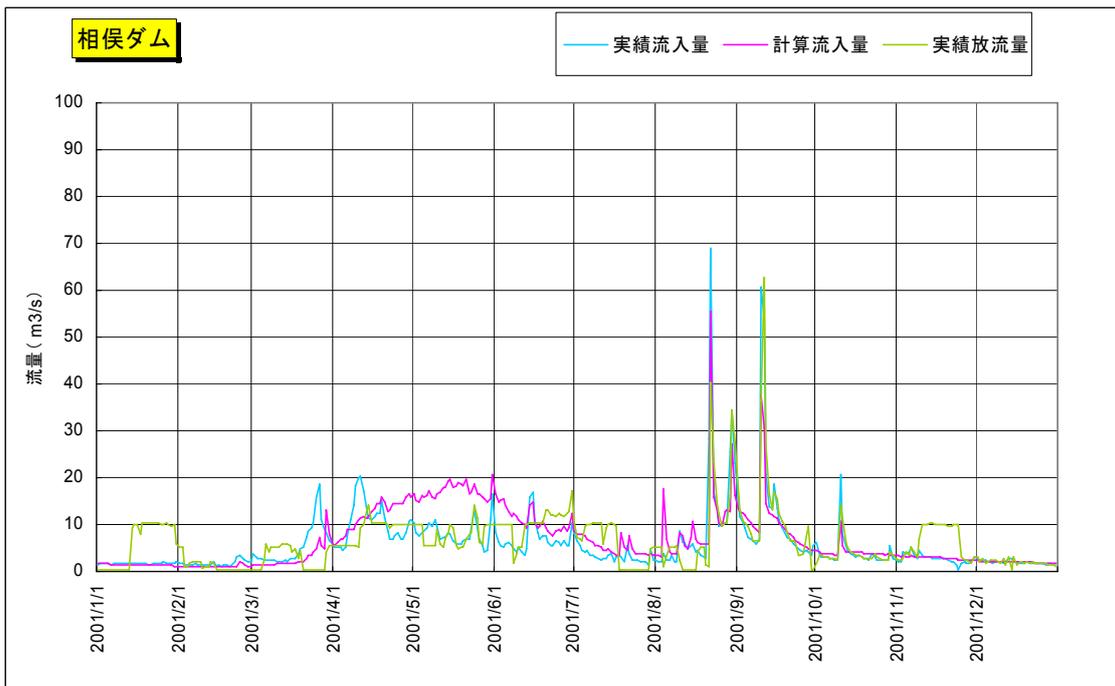
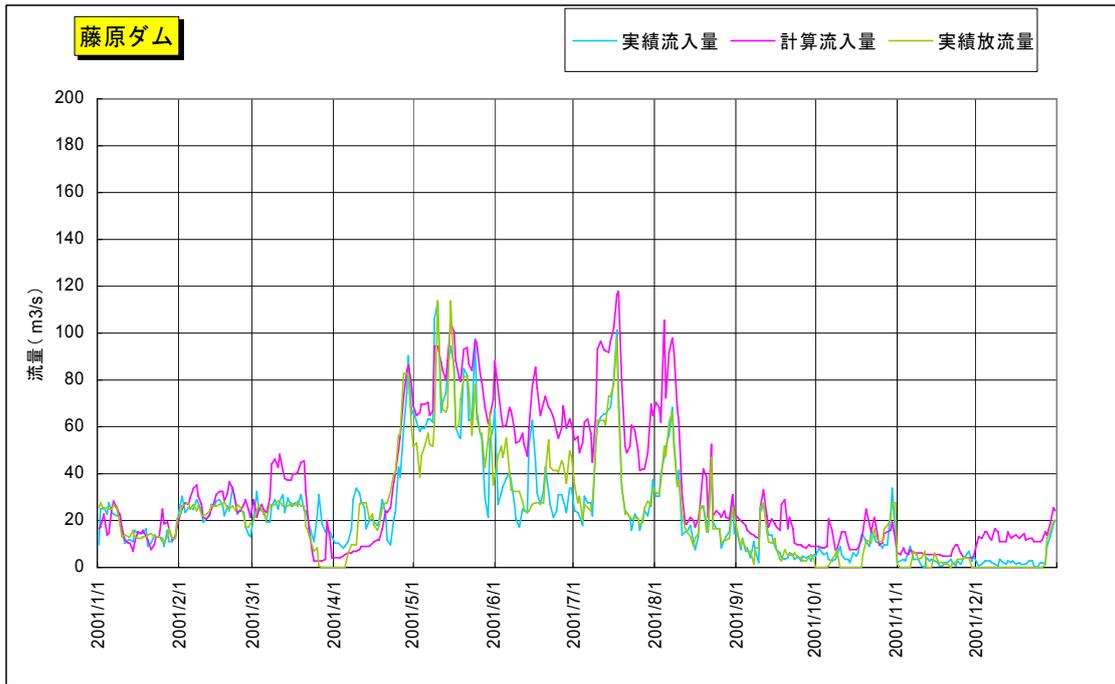


図- 4.2.3.10 (2) ダム流入放流量検証図

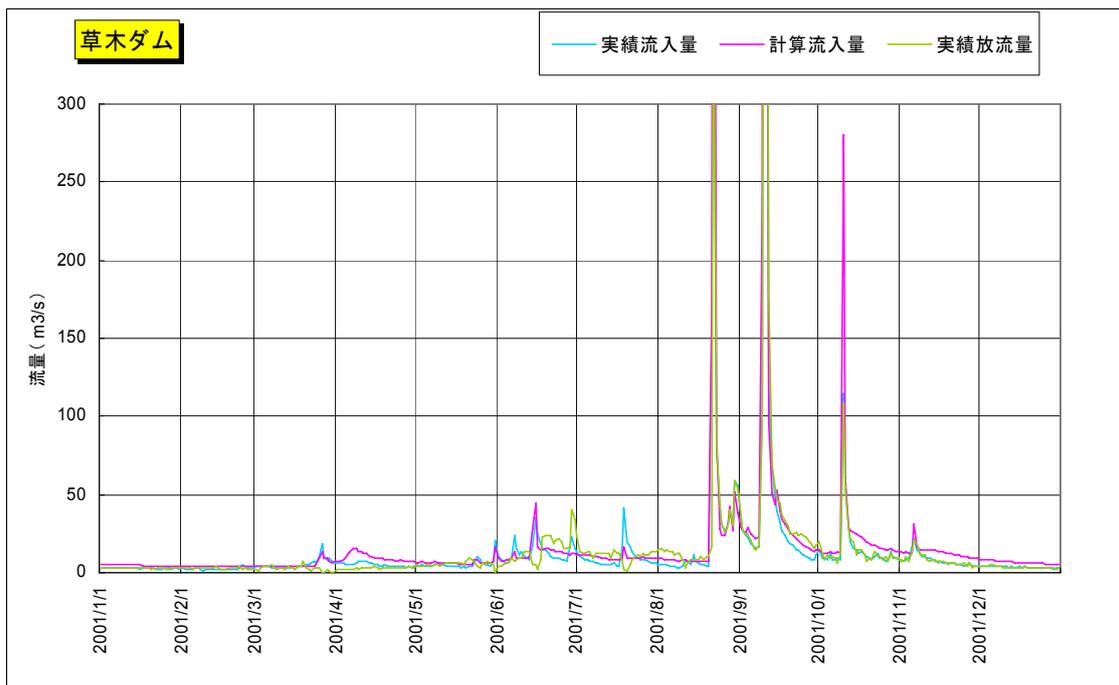
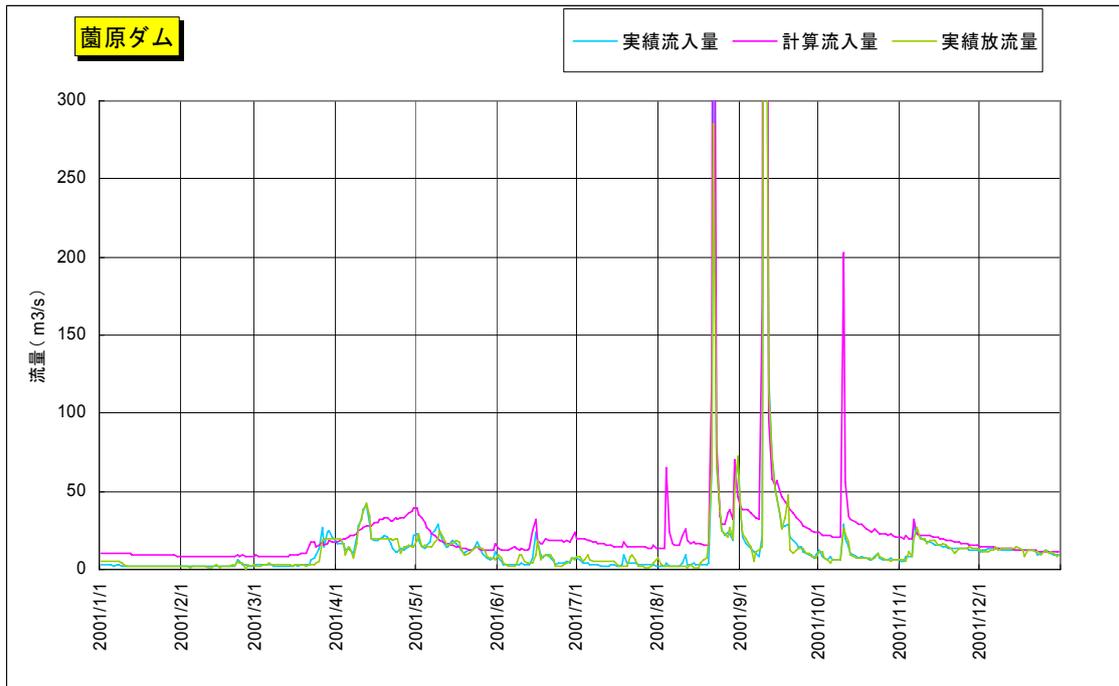


図- 4.2.3.10 (3) ダム流入放流量検証図

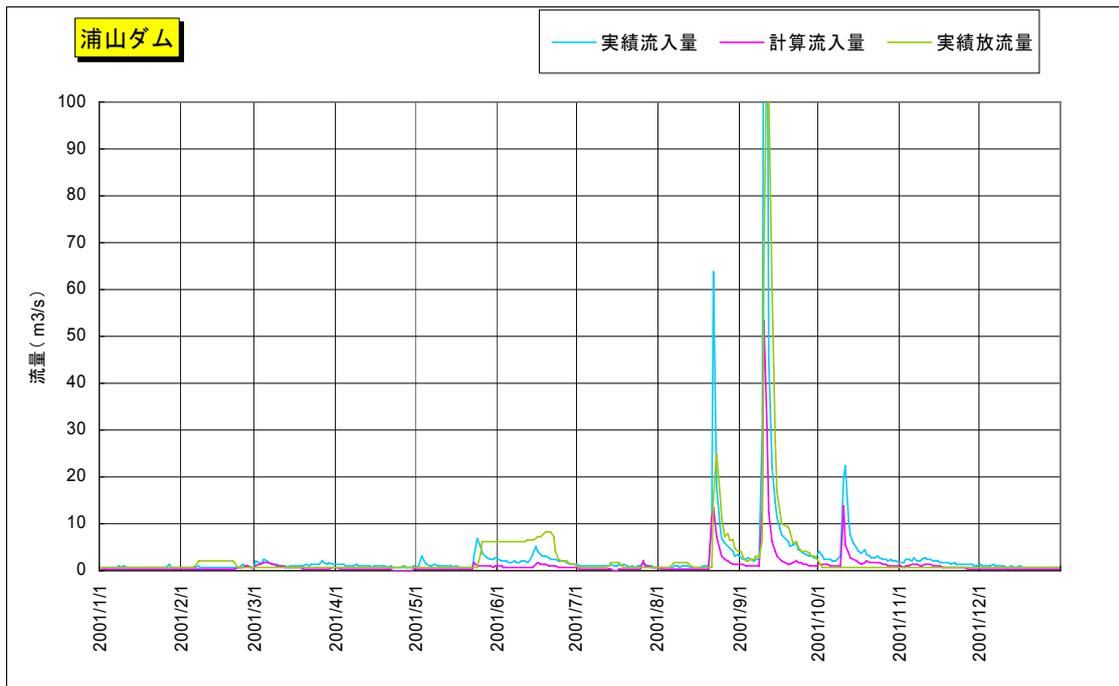
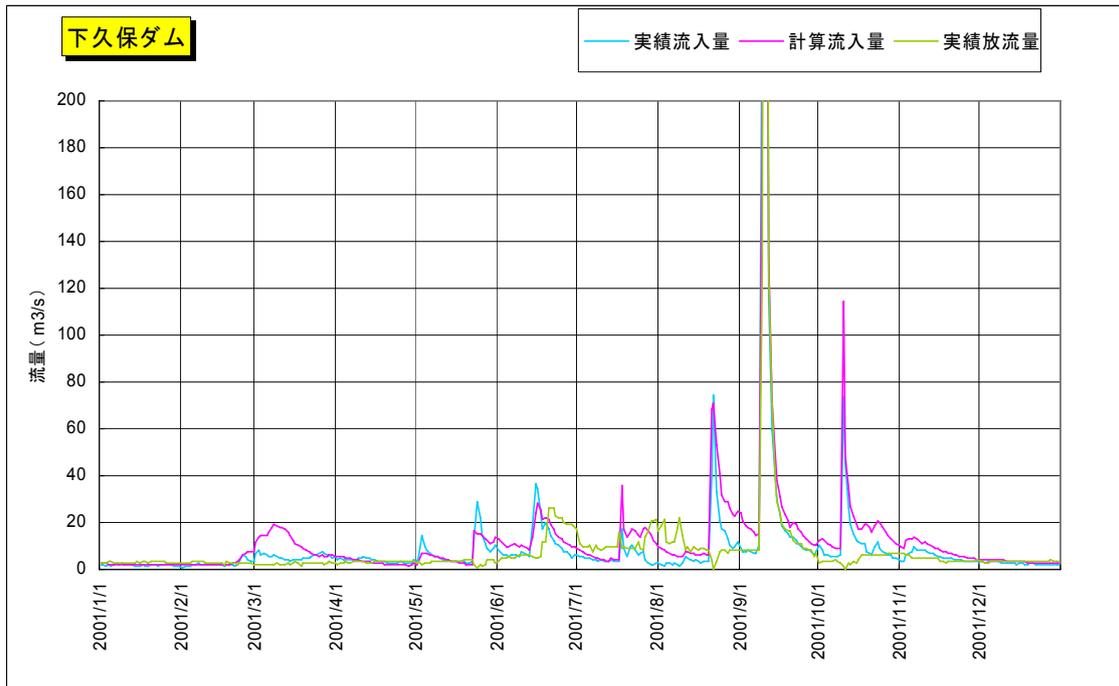


図- 4.2.3.10 (4) ダム流入放流量検証図

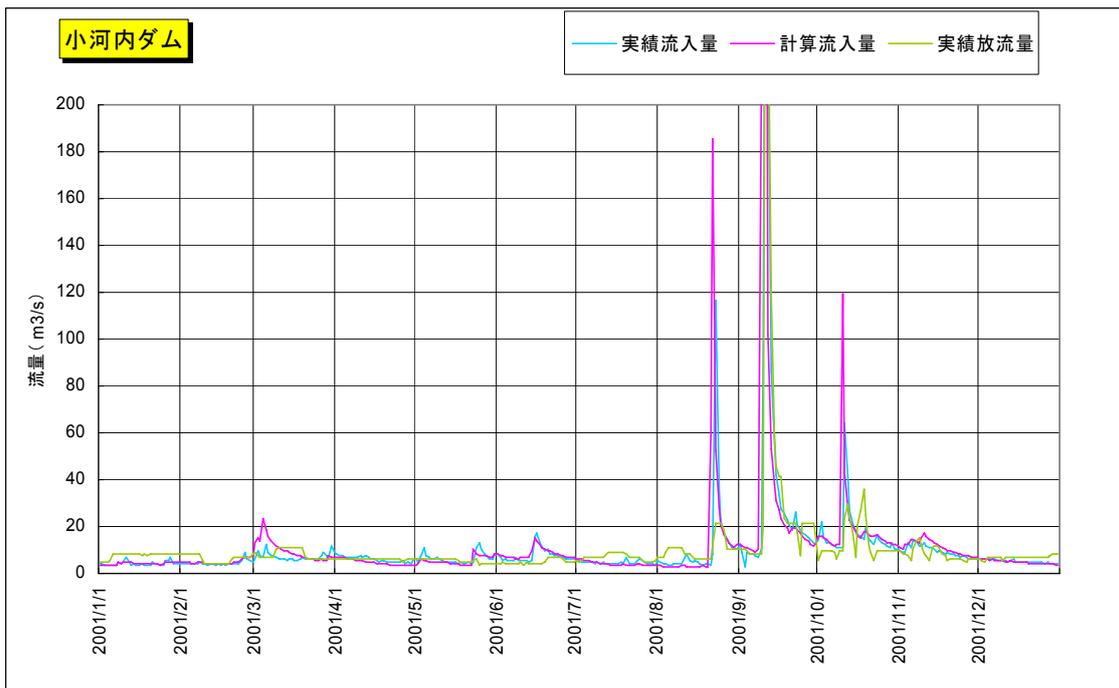
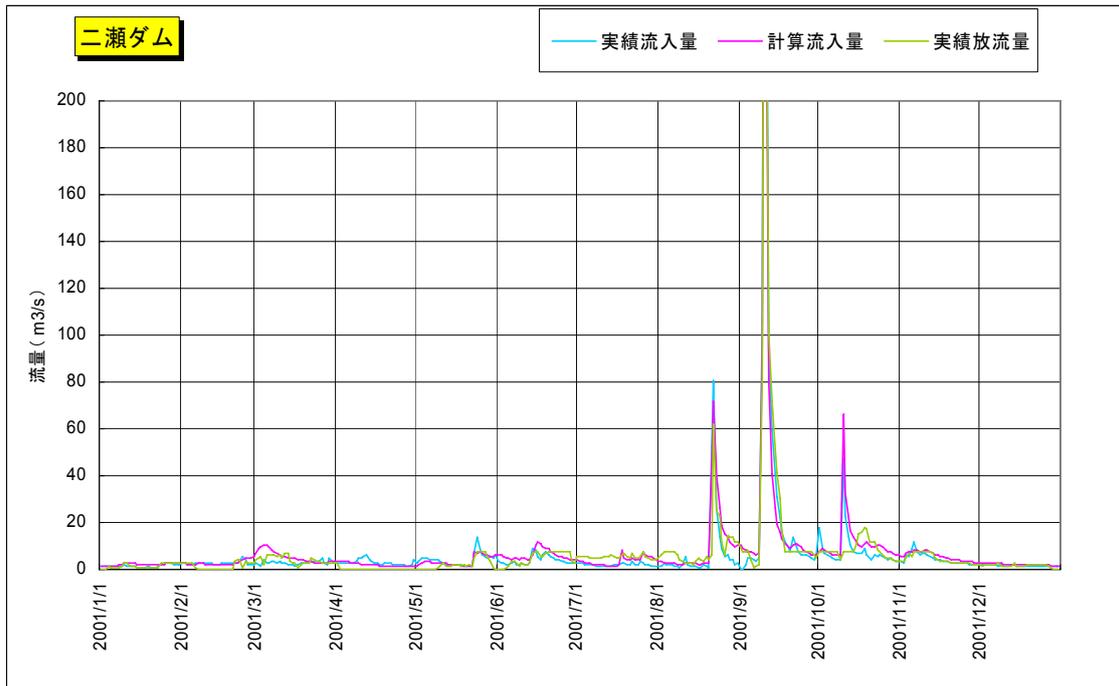


図- 4.2.3.10 (5) ダム流入放流量検証図

(3) 流域の発生負荷量の算出

水物質循環モデルから算出される東京湾流域における面源負荷、点源負荷の流域毎の発生負荷量を表- 4.2.3.2 に、発生源を4つに集約して整理したグラフを図- 4.2.3.11(1)に示す。東京湾流域別下水道整備総合計画(H9)と比較して、各汚濁負荷物質について生活系負荷が占める割合が小さいのは対象流域が広いため、面源負荷の割合が高くなることが考えられる。利根川上流域（関宿分派点から上流）を除いた発生源別の汚濁負荷量を図- 4.2.3.11(2)に示す。

表- 4.2.3.2 東京湾流域における発生負荷量(2001年)

汚濁負荷BOD(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理	単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計
利根川	1.70	29.12	1.44	12.41	0.15	0.00	0.54	49.86	5.82	24.12	125.17
荒川	8.10	12.24	0.64	2.66	0.07	0.00	0.15	14.02	3.62	1.58	43.08
中川	8.35	13.44	0.70	2.94	0.08	0.00	0.06	12.07	2.73	1.95	42.32
隅田川	19.37	1.69	0.09	0.38	0.01	0.00	0.04	15.06	5.08	0.45	42.18
多摩川	13.27	2.35	0.18	1.13	0.00	0.00	0.01	16.30	3.50	0.16	36.89
鶴見川	4.85	0.55	0.04	0.27	0.00	0.00	0.00	5.37	0.98	0.31	12.38
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	1.79	0.16	0.63	0.02	0.00	0.01	2.69	0.00	1.29	6.59
その他残流域	0.00	5.84	0.51	2.04	0.07	0.00	0.05	10.71	3.51	0.77	23.50
処理場から湾直接放流	39.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.81
合計	95.46	67.02	3.76	22.46	0.40	0.00	0.86	126.08	25.25	30.63	371.92

汚濁負荷COD(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理	単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計
利根川	2.47	28.86	2.68	10.81	0.13	0.00	0.54	49.86	13.06	17.54	125.95
荒川	10.67	12.13	1.18	2.32	0.06	0.00	0.15	14.02	8.11	1.17	49.81
中川	13.69	13.32	1.30	2.56	0.07	0.00	0.06	12.07	6.12	1.38	50.58
隅田川	25.68	1.68	0.17	0.33	0.01	0.00	0.04	15.06	11.40	0.33	54.69
多摩川	15.32	2.33	0.34	0.99	0.00	0.00	0.01	16.30	7.84	0.13	43.26
鶴見川	5.16	0.54	0.08	0.23	0.00	0.00	0.00	5.37	2.21	0.22	13.81
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	1.77	0.29	0.55	0.02	0.00	0.01	2.69	0.00	0.98	6.31
その他残流域	0.51	5.79	0.94	1.78	0.06	0.00	0.05	10.71	7.88	0.57	28.28
処理場から湾直接放流	45.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.29
合計	118.79	66.42	6.98	19.57	0.35	0.00	0.86	126.08	56.61	22.31	417.97

汚濁負荷TN(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理	単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計
利根川	4.60	12.96	3.00	3.96	0.01	0.00	11.14	23.44	7.06	8.92	75.09
荒川	12.90	5.44	1.33	0.85	0.01	0.00	3.16	6.26	4.38	0.62	34.96
中川	11.84	5.98	1.46	0.94	0.01	0.00	1.33	5.04	3.31	0.64	30.53
隅田川	35.09	0.75	0.19	0.12	0.00	0.00	0.92	6.29	6.16	0.17	49.68
多摩川	18.93	1.05	0.39	0.36	0.00	0.00	0.16	7.19	4.24	0.09	32.40
鶴見川	5.17	0.24	0.09	0.09	0.00	0.00	0.04	2.26	1.19	0.10	9.18
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.80	0.33	0.20	0.00	0.00	0.13	1.22	0.00	0.56	3.24
その他残流域	1.82	2.60	1.06	0.65	0.01	0.00	0.45	4.62	4.26	0.30	15.77
処理場から湾直接放流	56.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.58
合計	146.92	29.82	7.85	7.17	0.04	0.00	17.33	56.31	30.60	11.39	307.43

汚濁負荷TP(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理	単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計
利根川	0.39	1.21	0.45	0.59	0.00	0.00	0.07	1.60	0.42	2.62	7.36
荒川	0.62	0.51	0.20	0.13	0.00	0.00	0.02	0.49	0.26	0.17	2.40
中川	0.57	0.56	0.22	0.14	0.00	0.00	0.01	0.42	0.20	0.22	2.33
隅田川	2.07	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.59	0.37	0.05	3.20
多摩川	1.28	0.10	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.67	0.25	0.02	2.43
鶴見川	0.52	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.21	0.07	0.04	0.87
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.07	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.13	0.36
その他残流域	0.09	0.24	0.16	0.10	0.00	0.00	0.00	0.37	0.26	0.08	1.30
処理場から湾直接放流	4.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.88
合計	10.42	2.78	1.18	1.07	0.00	0.00	0.11	4.41	1.84	3.32	25.13

※「農地」は畑からの面源負荷、「農地以外」は畑以外からの面源負荷を表す。

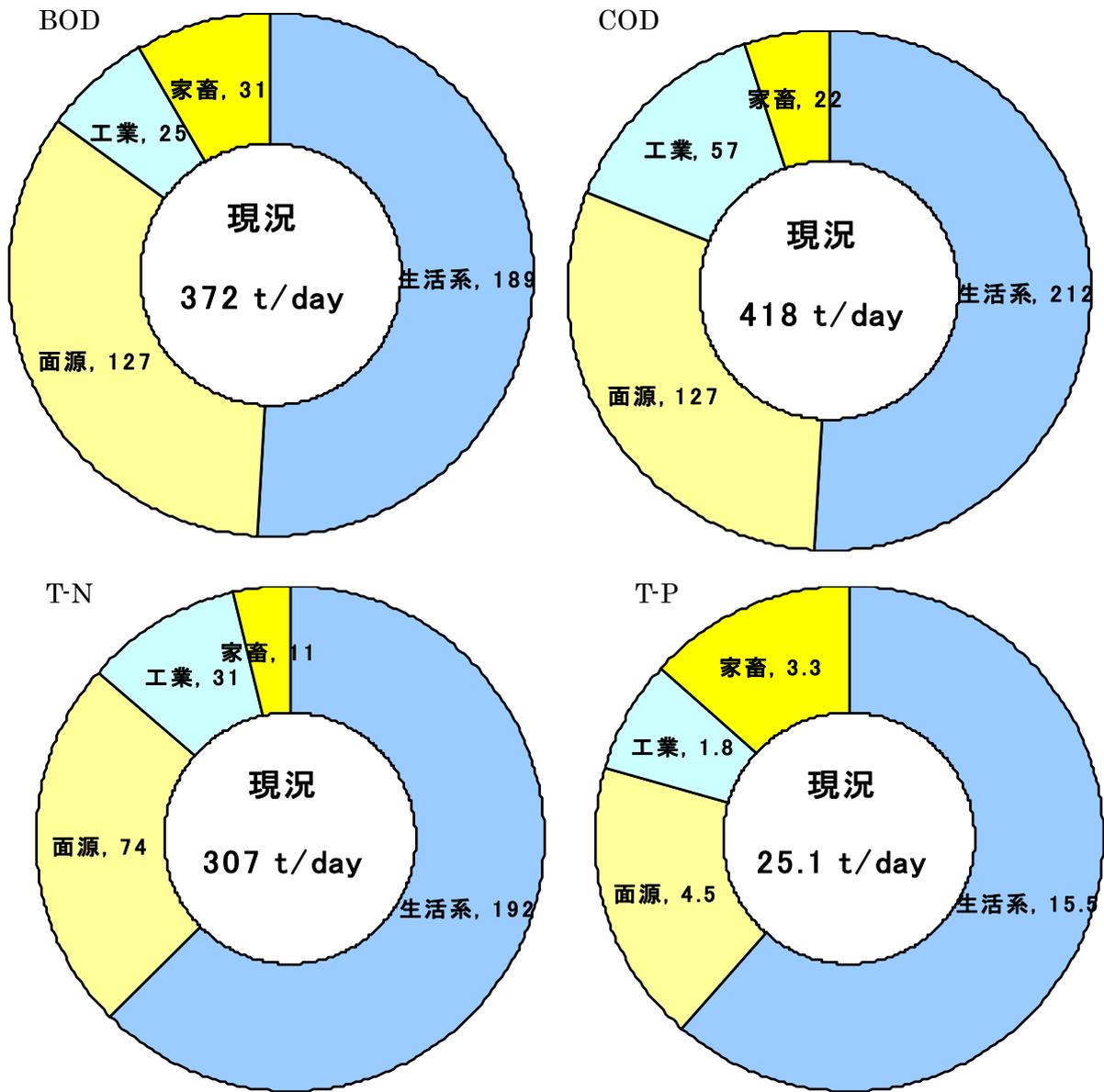


図- 4.2.3.11(1) 各物質の発生源別の発生負荷量 (本検討対象全流域)

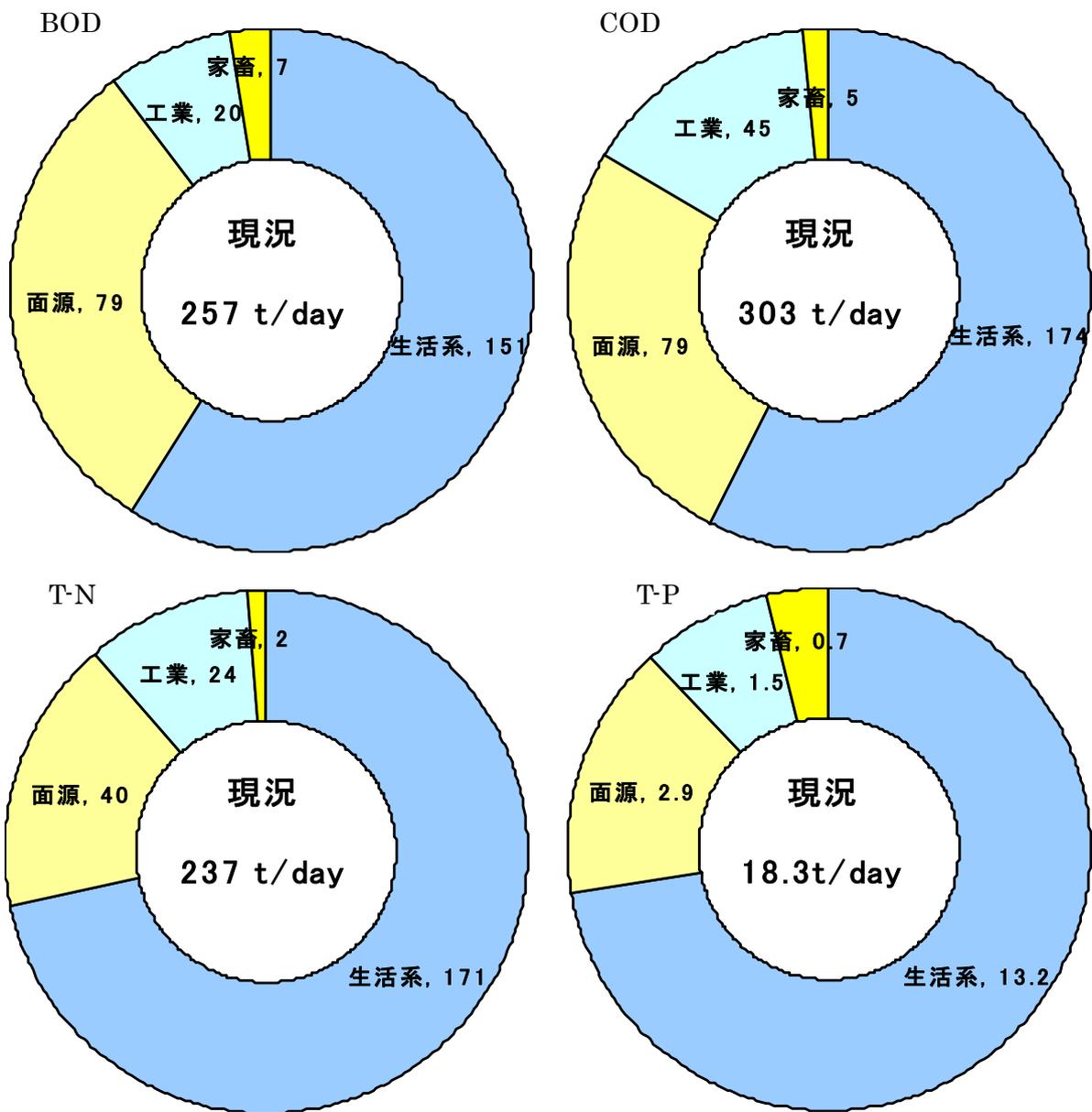


図- 4.2.3.11(2) 各物質の発生源別の発生負荷量（利根川上流域を除く全流域）

(4) 東京湾への流達負荷量の計算

東京湾流域で発生した負荷量が東京湾に流入する際の年平均流量および年平均流入負荷量を図- 4.2.3.12および表- 4.2.3.3に示す。図- 4.2.3.12の通り、各物質の流入負荷量の約7割を江戸川、荒川、中川、隅田川、多摩川、鶴見川の6河川で占められることが分かる。そこでこれら6河川について、河川毎に各物質についての流達負荷量の時系列変化を図- 4.2.3.13 に、物質毎に集計した流達負荷量の時系列変化を図- 4.2.3.14に示す。これらの図から、物質の最大流達時には平均流況時の10倍以上もの負荷量が東京湾に流入していることが伺える（BODは数倍程度）とともに、河川によって物質毎に東京湾に流出する形態に特徴があることが伺える。

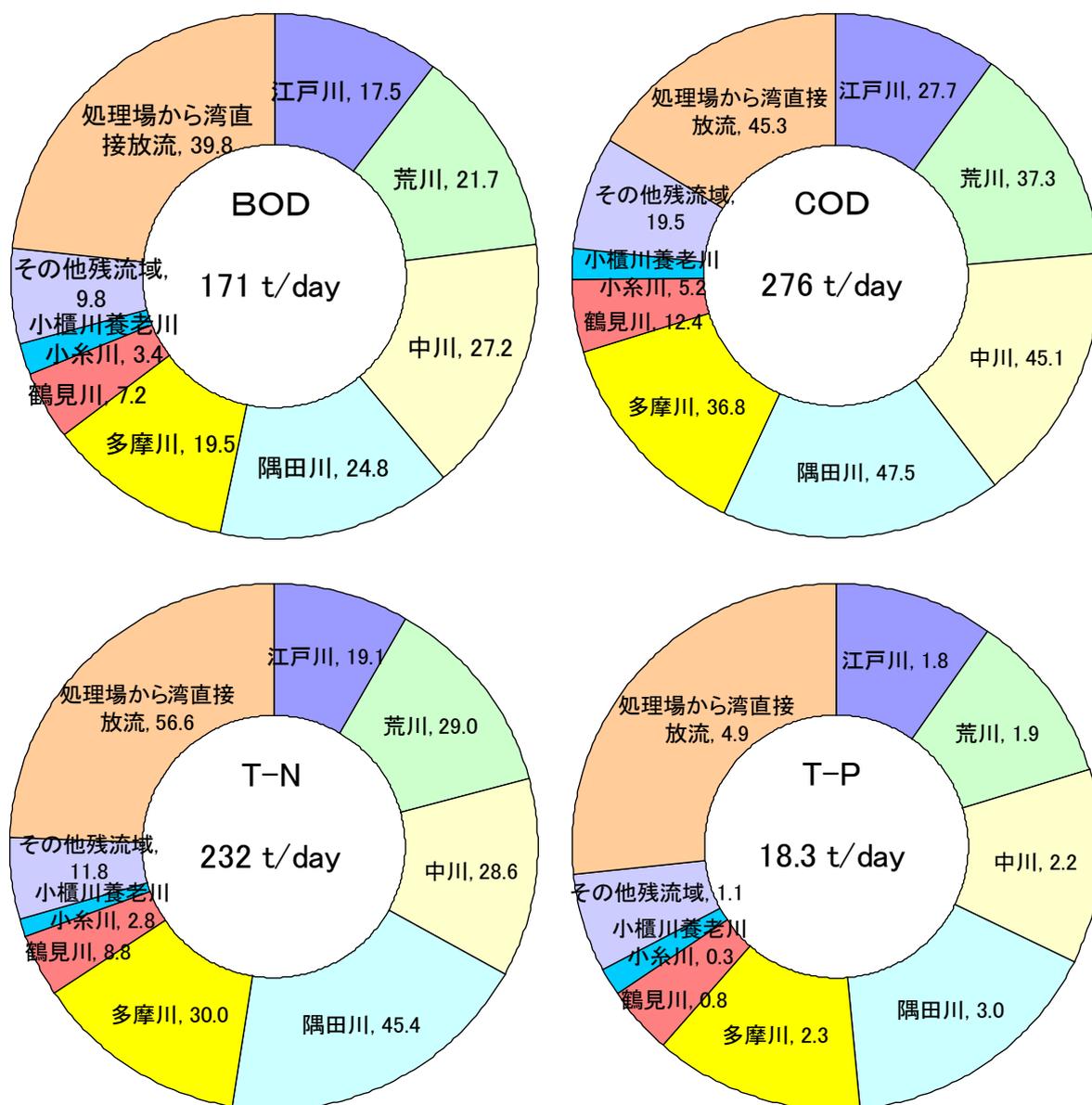


図- 4.2.3.12 各物質の東京湾流域毎の流達負荷量(2001年)

表- 4.2.3.3 東京湾流域からの流達負荷量(2001年)

河川	流量 (m3/s)	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川・江戸川	103.4	17.5	27.7	19.1	1.8	1.96	3.10	2.14	0.20
荒川	82.2	21.7	37.3	29.0	1.9	3.06	5.25	4.08	0.27
中川	65.8	27.2	45.1	28.6	2.2	4.78	7.93	5.03	0.39
隅田川	47.8	24.8	47.5	45.4	3.0	6.00	11.50	10.99	0.73
多摩川	53.5	19.5	36.8	30.0	2.3	4.22	7.96	6.49	0.50
鶴見川	14.4	7.2	12.4	8.8	0.8	5.79	9.97	7.07	0.64
小櫃川・養老川・小糸川	28.7	3.4	5.2	2.8	0.3	1.37	2.10	1.13	0.12
その他残流域	29.0	9.8	19.5	11.8	1.1	3.93	7.80	4.72	0.44
処理場から湾直接放流	36.8	39.8	45.3	56.6	4.9	12.51	14.24	17.78	1.54
合計(水質は平均)	461.6	171.0	276.8	232.1	18.3	4.29	6.94	5.82	0.46

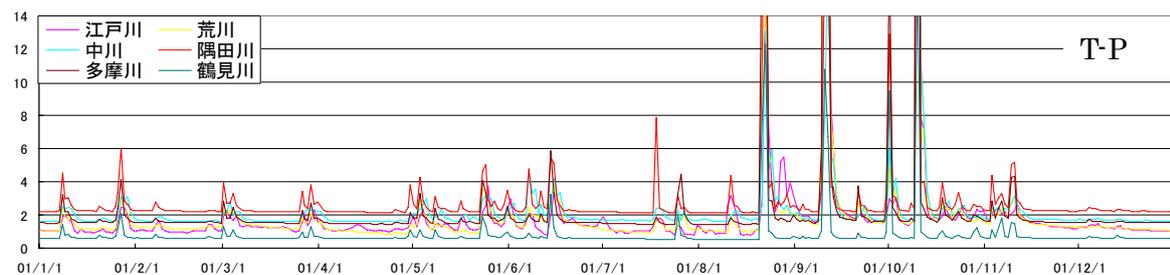
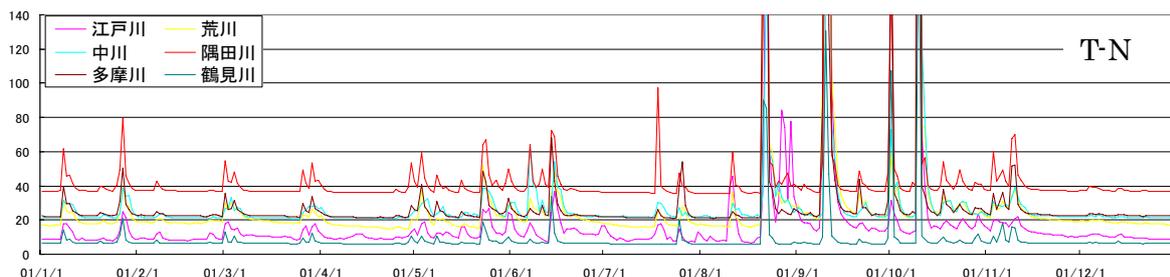
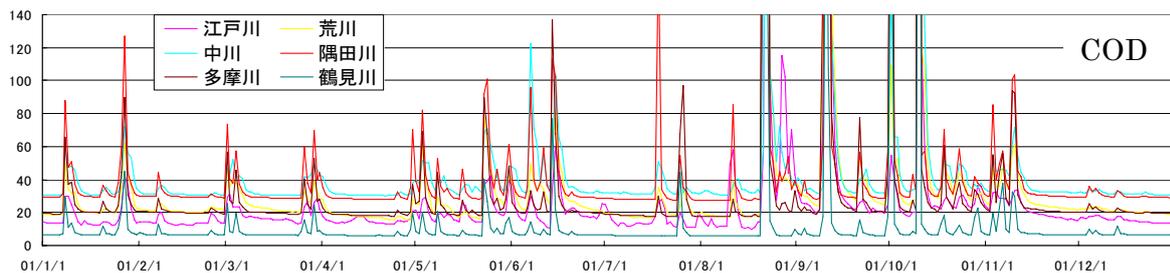
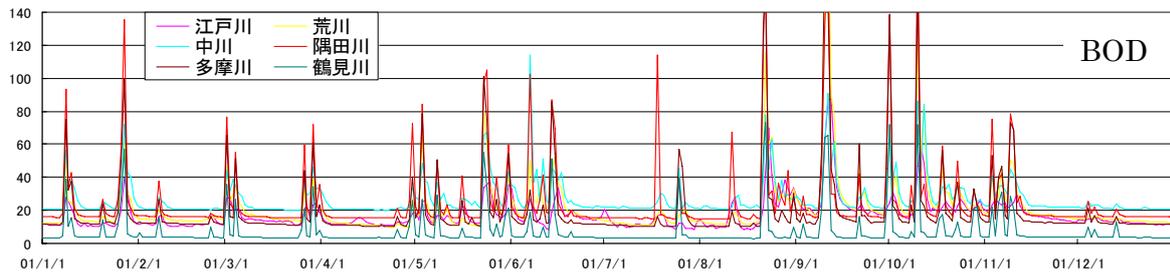


図- 4.2.3.13 各物質の6河川別の流達負荷量の時系列変化(単位: t/day)

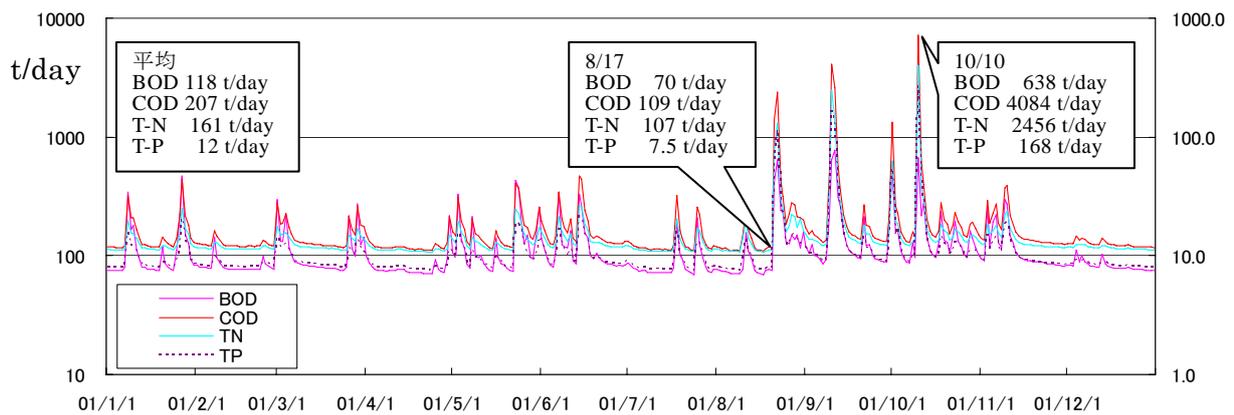


図- 4.2.3.14 各物質の6河川を集計した流達負荷量の時系列変化（右軸はT-P）

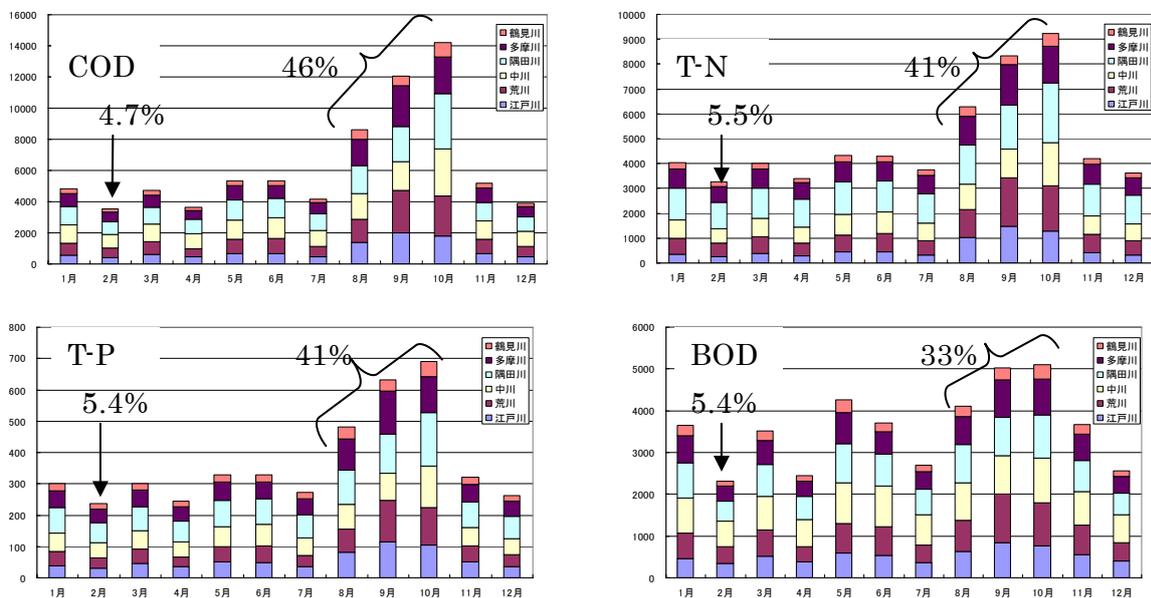


図- 4.2.3.15 物質毎の6河川について各月に集計した流達負荷量（単位：トン）
（割合は年間流達負荷量に対する占有率）

また物質毎に各月で流達負荷量を集計した図- 4.2.3.15から、出水期（ここでは 8,9,10月）に東京湾に流出する負荷量は年間の4割前後を占めるとともに、最小の2月の年間に占める割合が5%前後であることから、年間の発生負荷量の4割程度は雨天時に流出していることが考えられる。

(5) 各河川の水質の検証

水質が定期的に測定されている河川を対象に水質再現の検証を行った。図-4.2.3.16～図-4.2.3.19に検証地点における実績濃度と計算濃度との比較の検証図を示す。全体的に各河川における水質再現は概ね良好であると考えられるが、T-Pについて八斗島や栗橋地点など利根川の上流部において実測値と計算値にやや乖離が見られる。その要因の1つとして、利根川上流域では畜産が占める発生負荷量の割合が大きいことから、T-Pの畜産の原単位が大きいことが一因として考えられる。

また検証地点のうち代表的な6地点についてLQ式を図-4.2.3.20～図-4.2.3.23に計算値および実測値について示した。なお、実測値については2000年から2002年までの3カ年の水質及び同日の流量により作成している。パラメータの設定にあたりLQ式を実測と合わせることに主眼においてはいたないことから、T-Pについては低水部で乖離している地点が多摩川調布橋や荒川大芦橋などで見受けられる。LQ式の傾きが実測値と計算値で相違がある地点もあるが、実測値は月に1度のみの低水時に採水した水質が殆どであることから詳細に検証を行うためには降雨時の水質測定を含めた連続的な観測が必要と考えられる。現状で得られる実測値に基づけば、全体として概ね整合が取れた計算結果が得られていると考えられる。

また図-4.2.3.24は、東京湾流域の中で比較的大きな流域について、流域全体の面源の発生負荷量および水質の年間変動をタンク毎に示したものである。各流域について何れの物質についても流達負荷量の大半は表層流出負荷で占められ、また基底水質（地下水層の水質）の変化は表面水質、中間水質と比較して極めて小さいことが伺える。

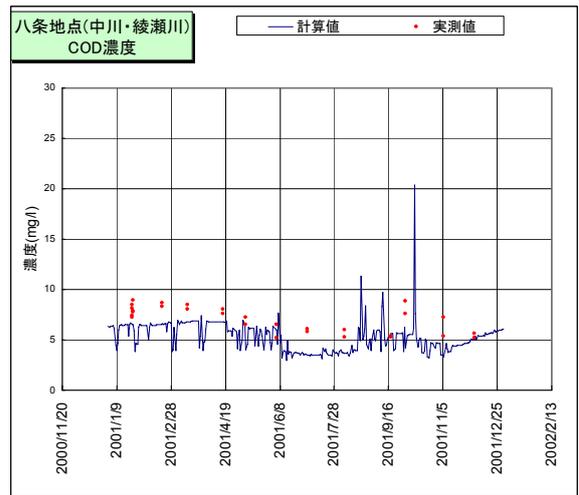
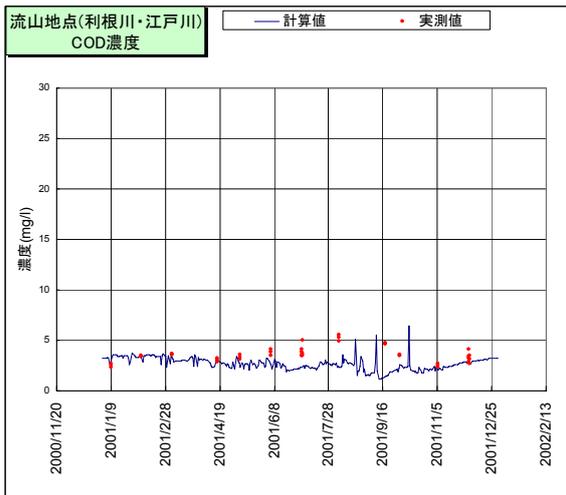
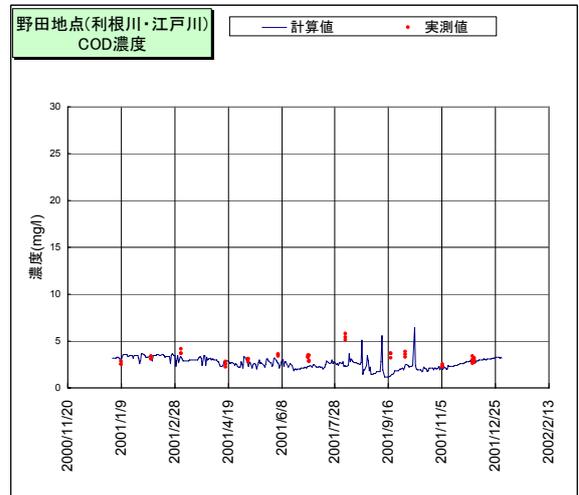
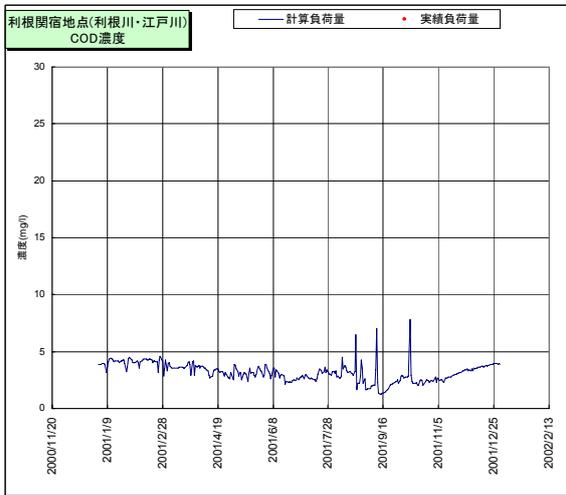
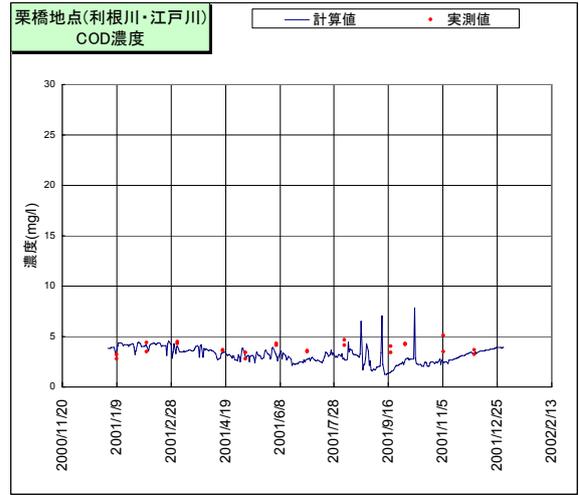
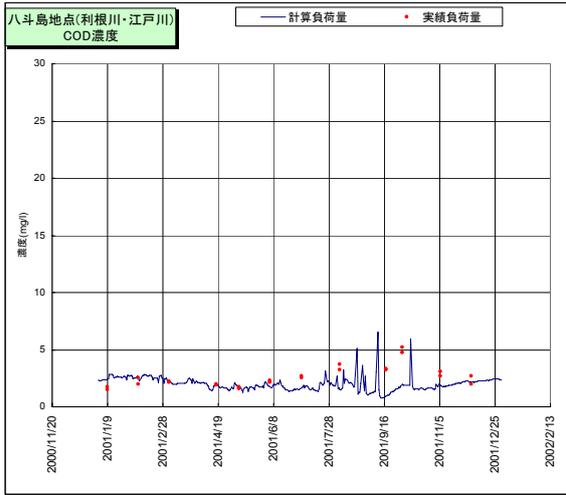


図- 4.2.3.16(1) 水質 (COD) 検証図

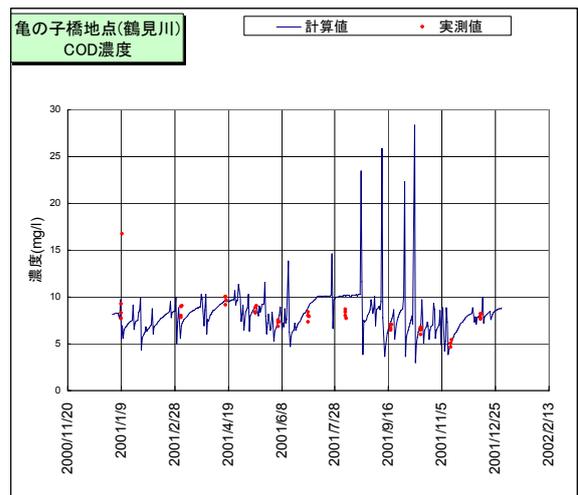
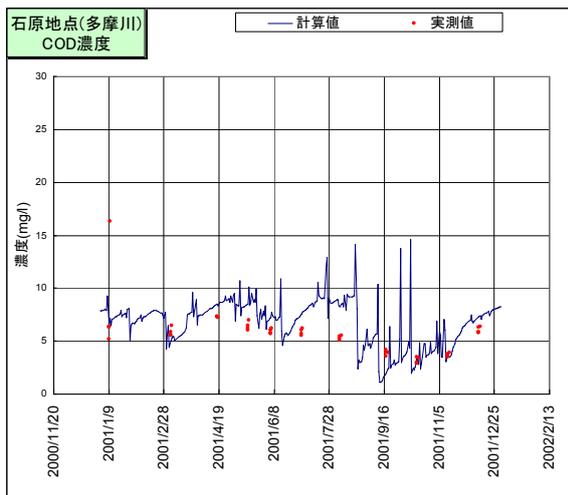
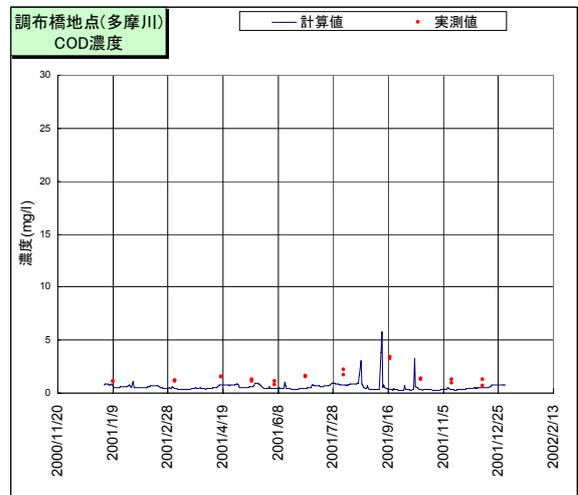
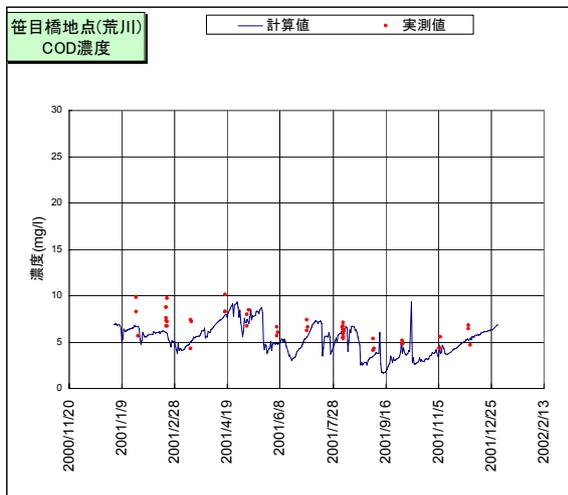
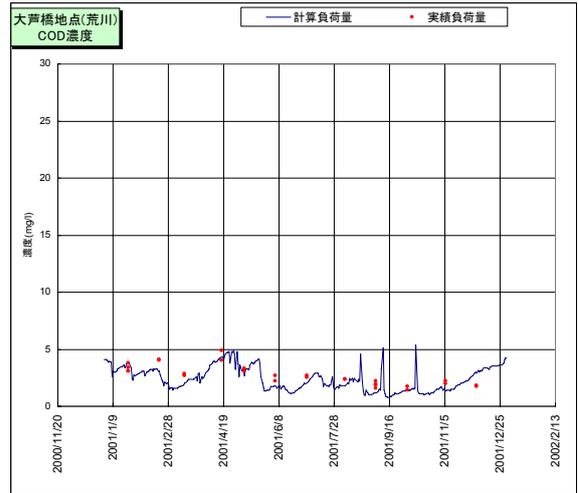
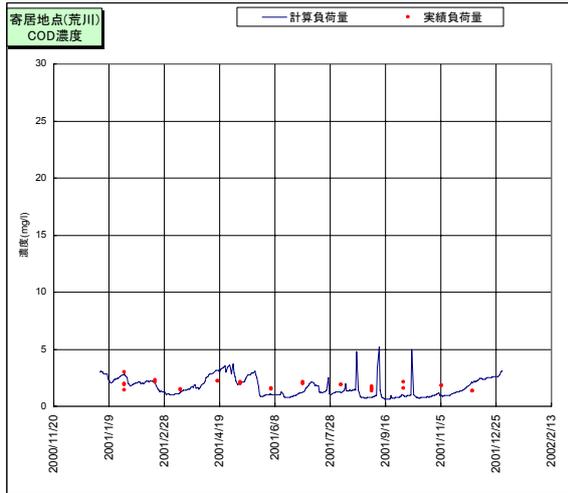


図- 4.2.3.16 (2) 水質 (COD) 検証図

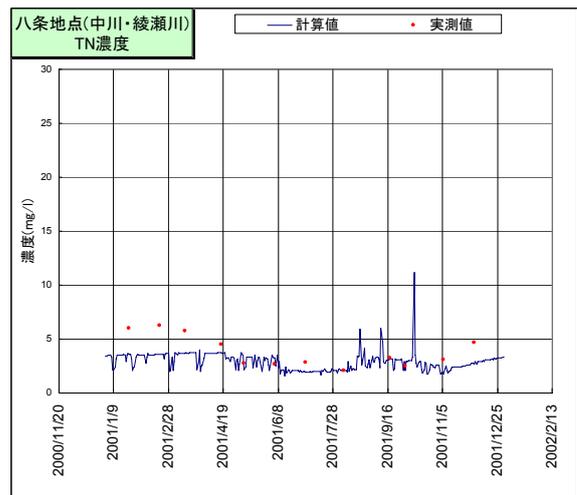
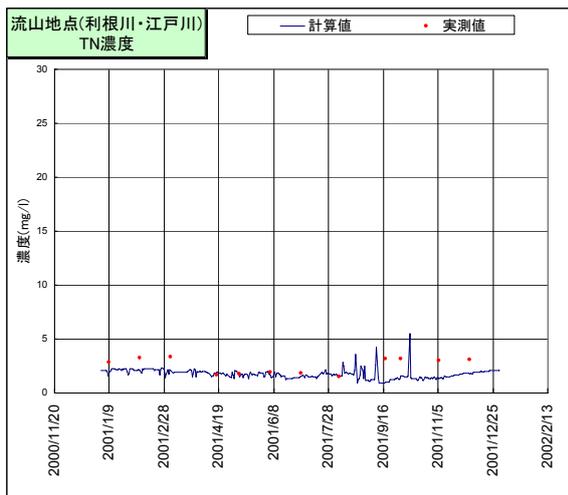
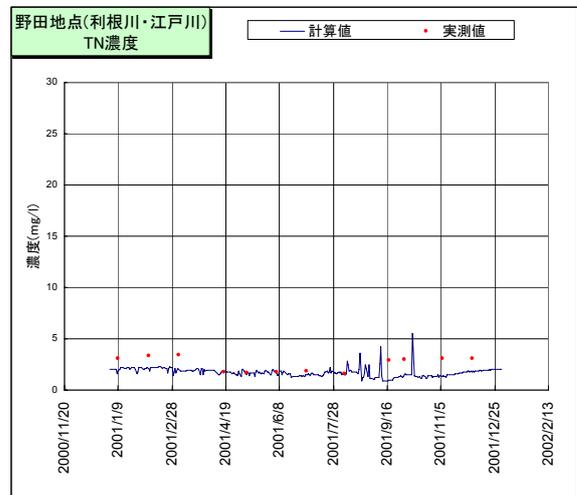
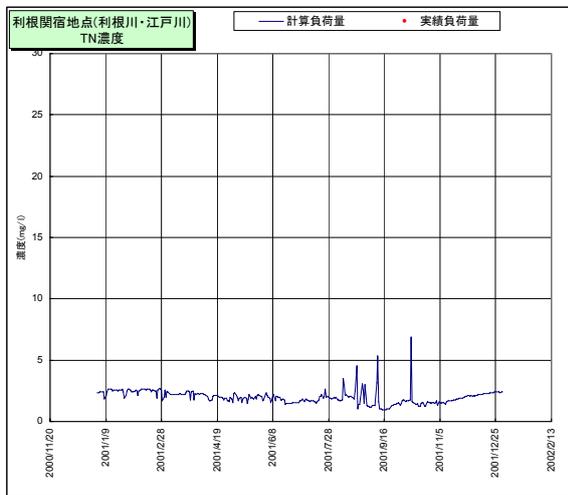
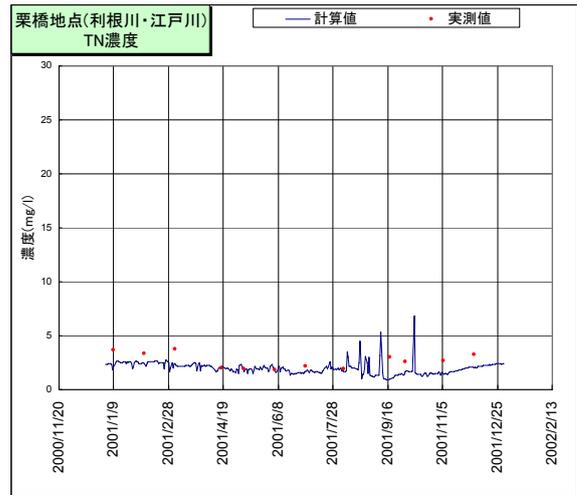
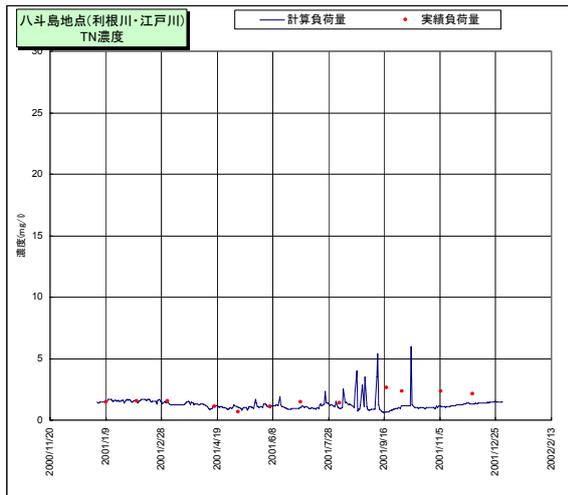


図- 4.2.3.17 (1) 水質 (T-N) 検証図

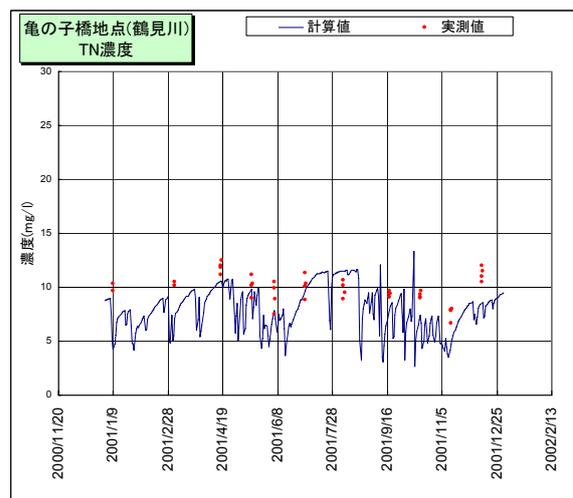
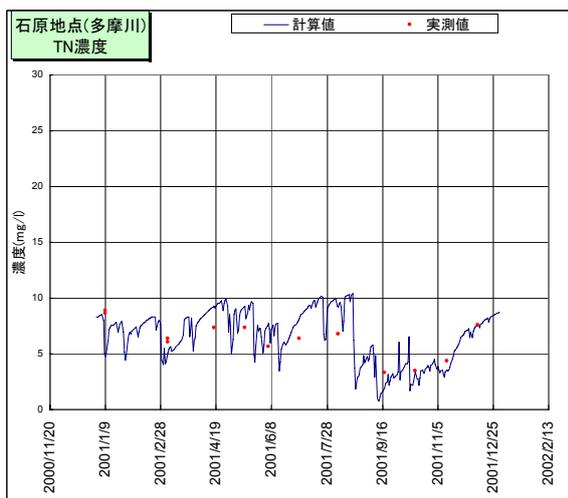
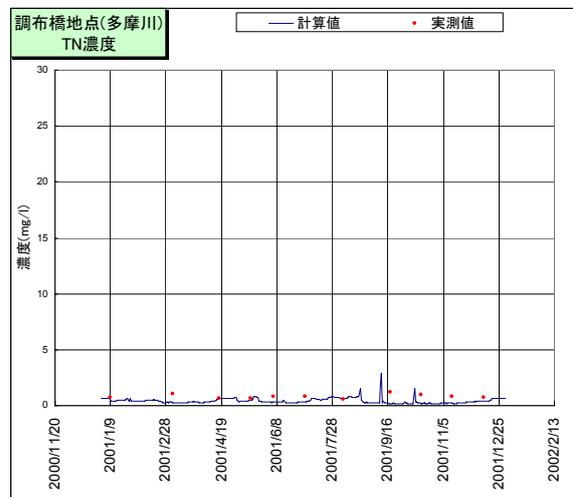
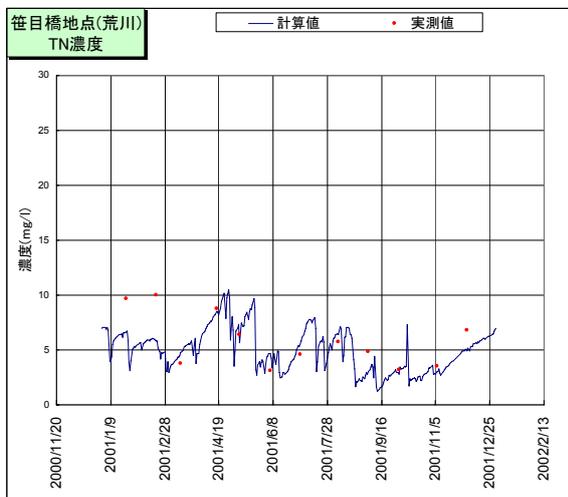
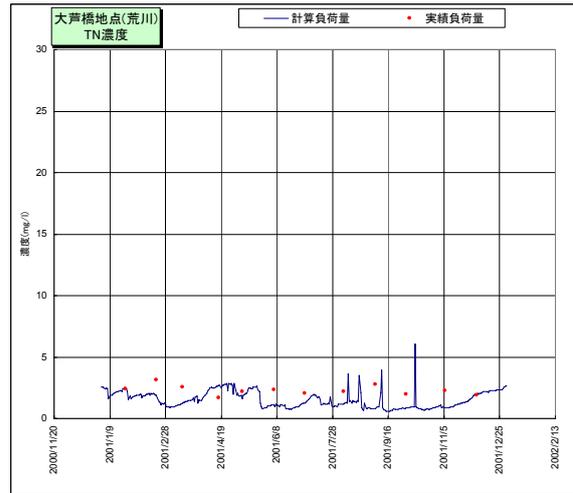
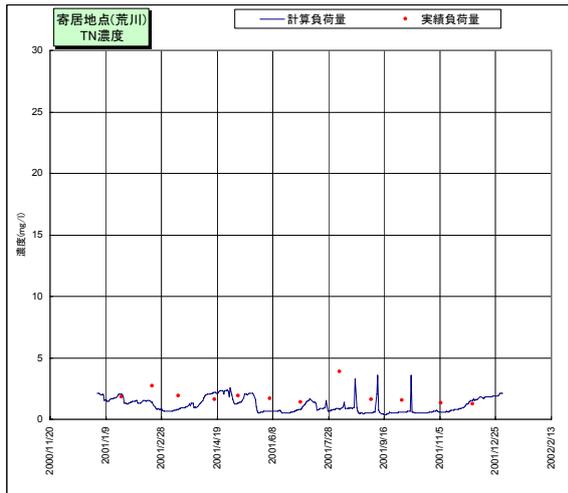


図- 4.2.3.17 (2) 水質 (T-N) 検証図

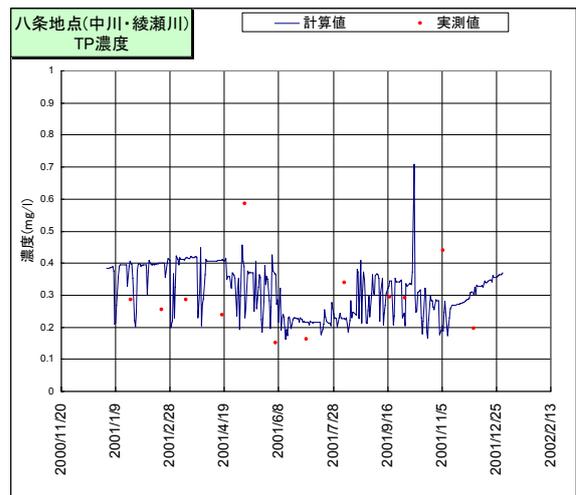
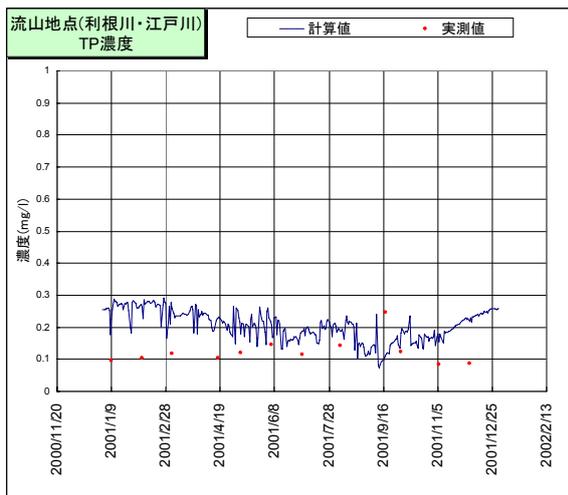
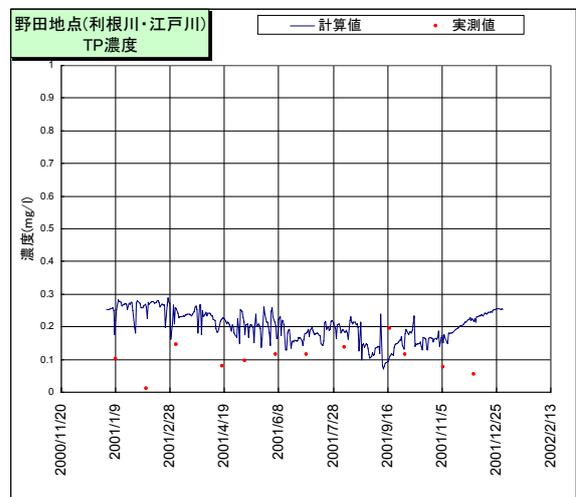
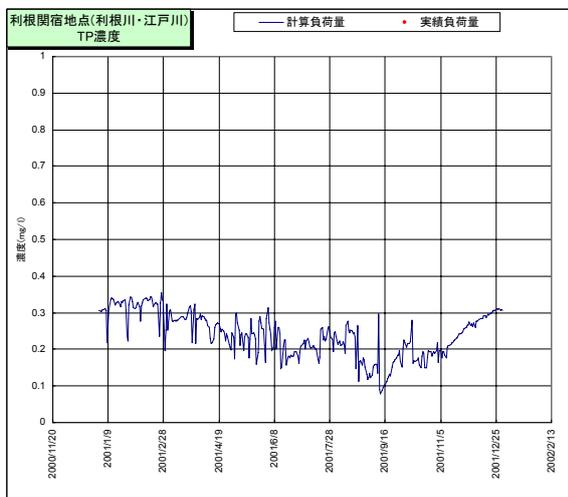
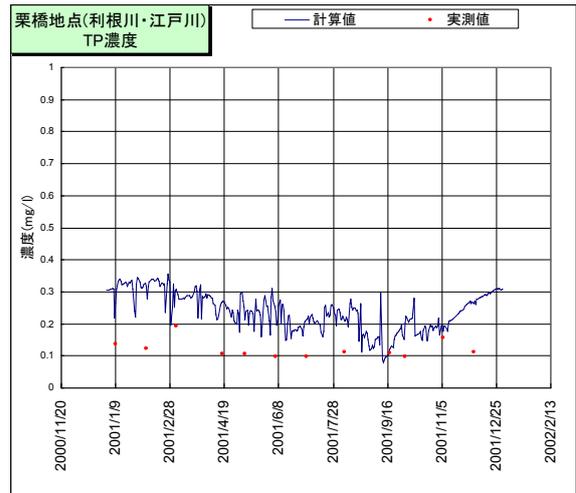
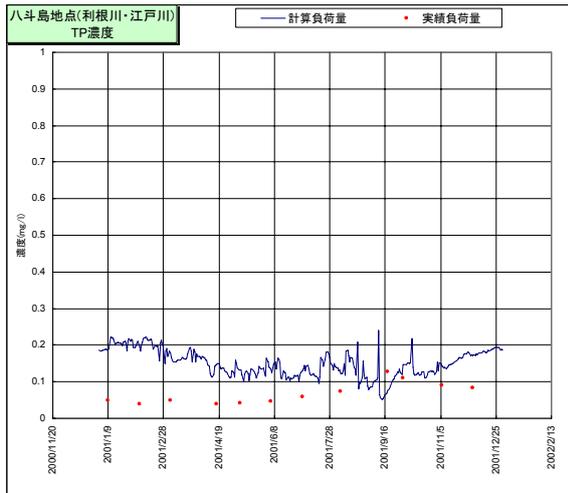


図- 4.2.3.18 (1) 水質 (T-P) 検証図

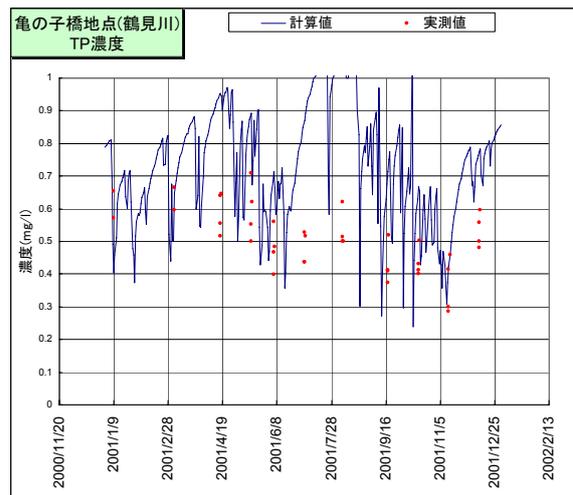
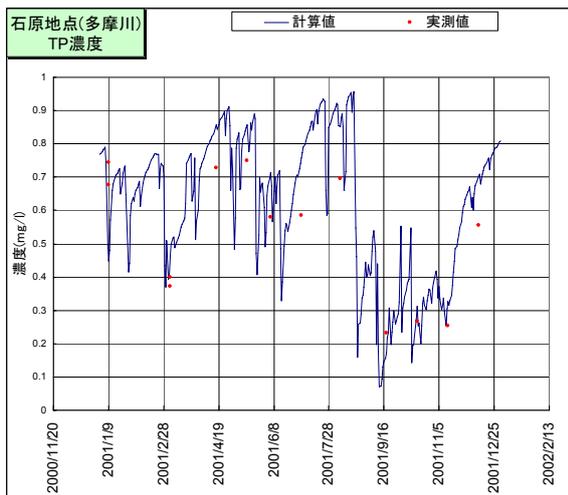
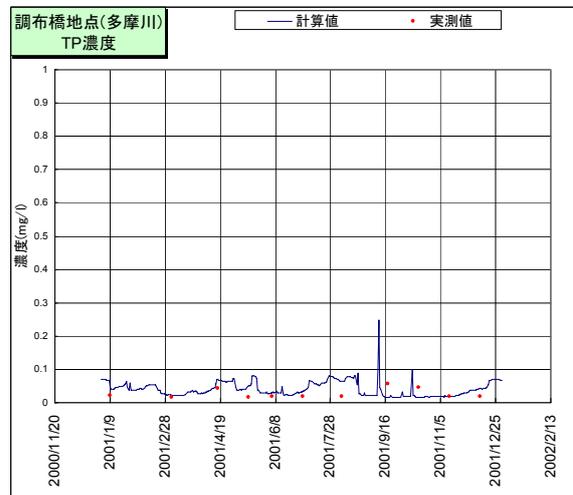
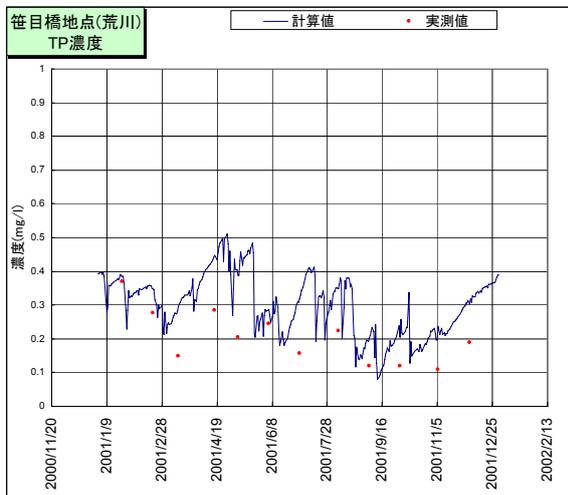
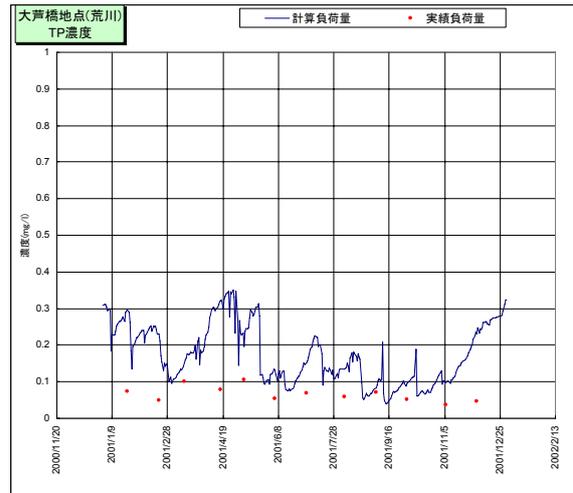
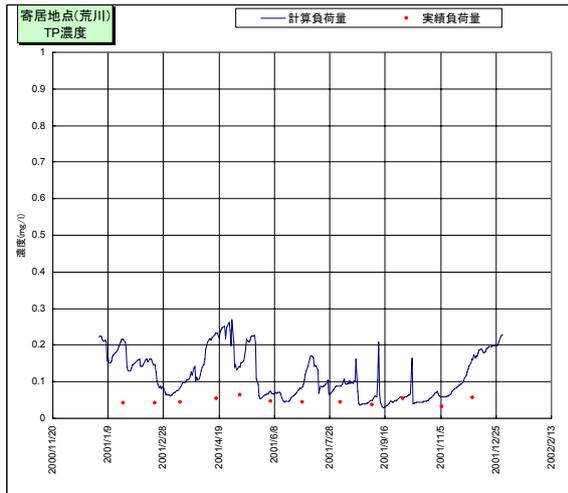


図- 4.2.3.18 (2) 水質 (T-P) 検証図

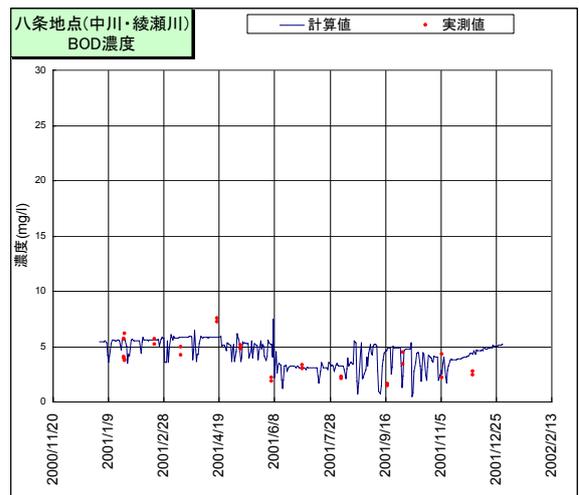
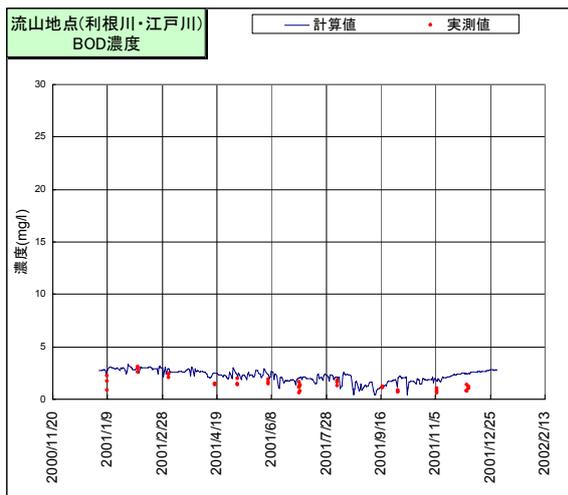
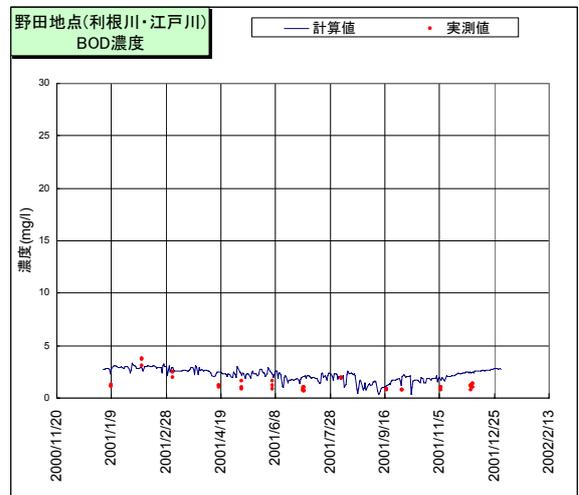
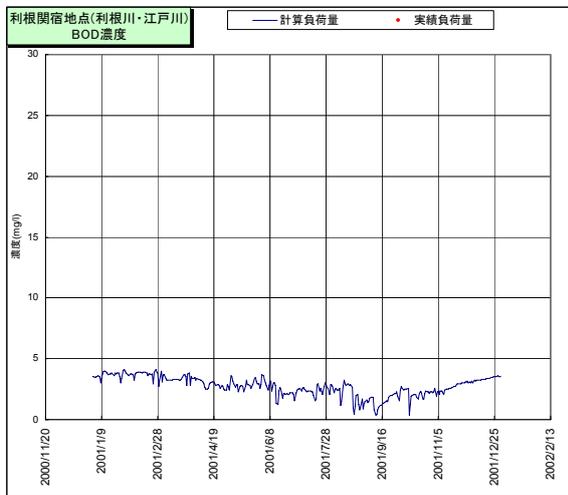
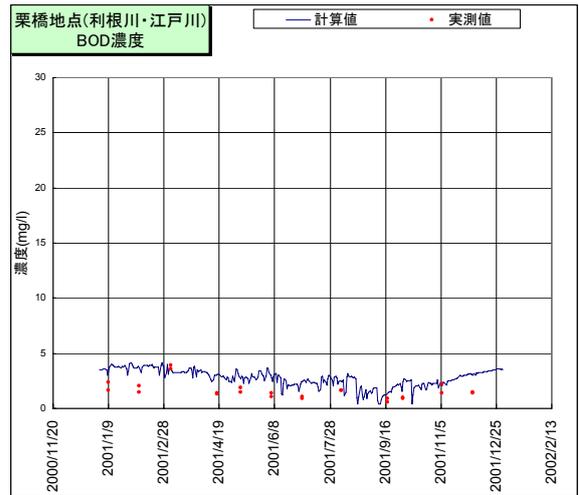
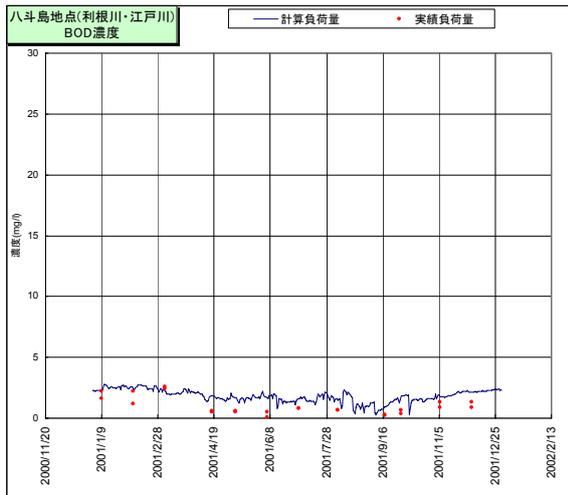


図- 4.2.3.19 (1) 水質 (BOD) 検証図

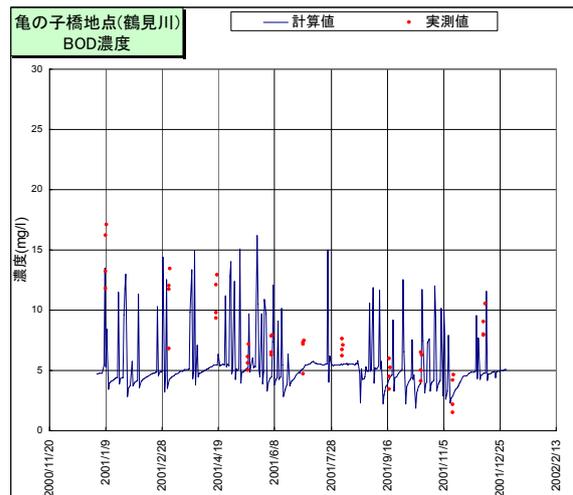
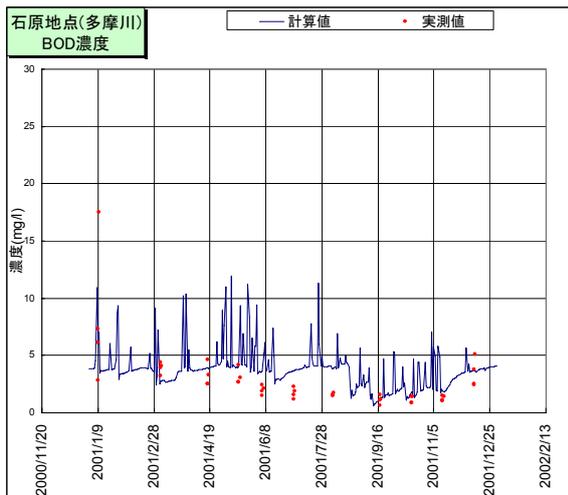
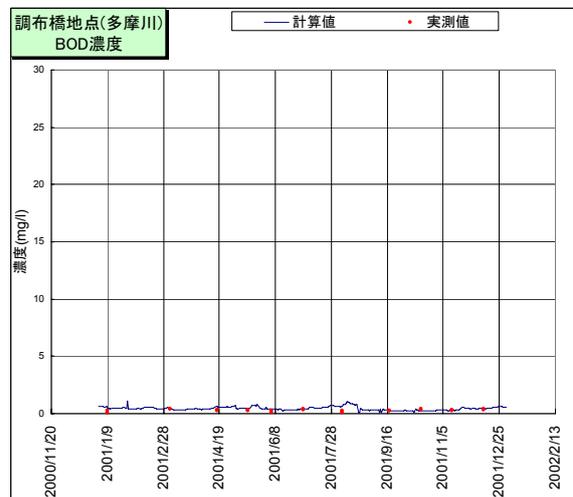
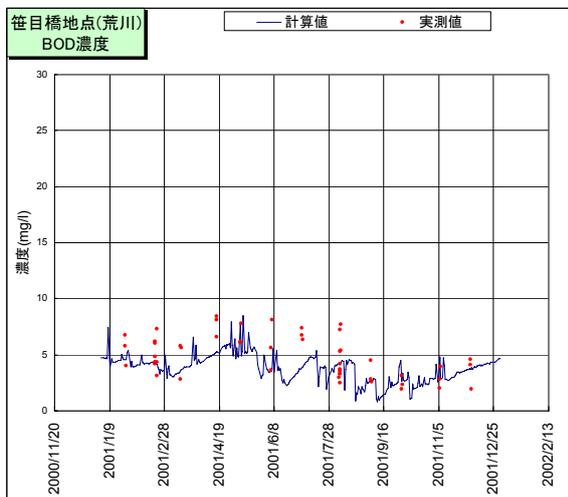
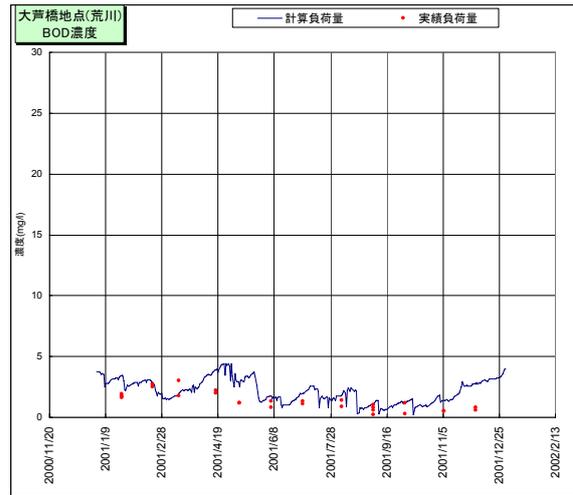
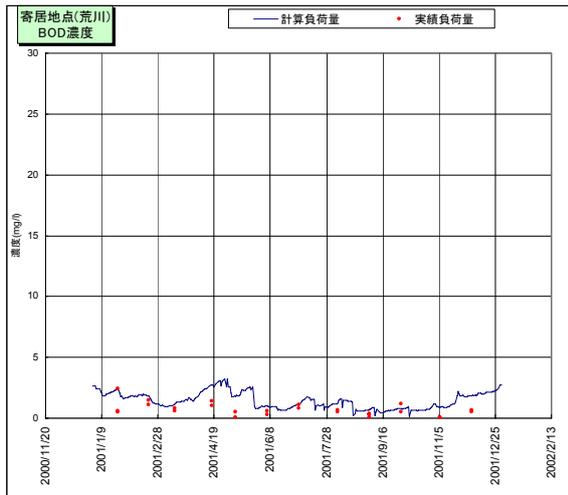
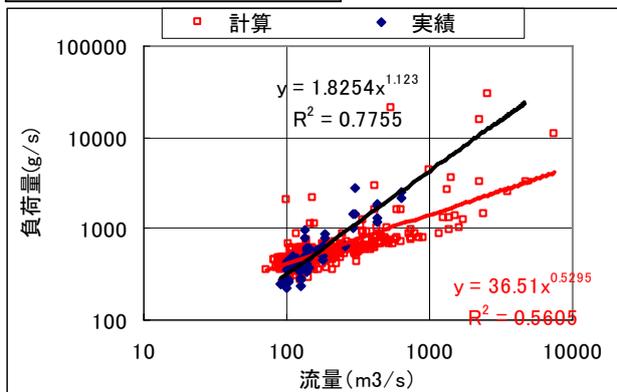
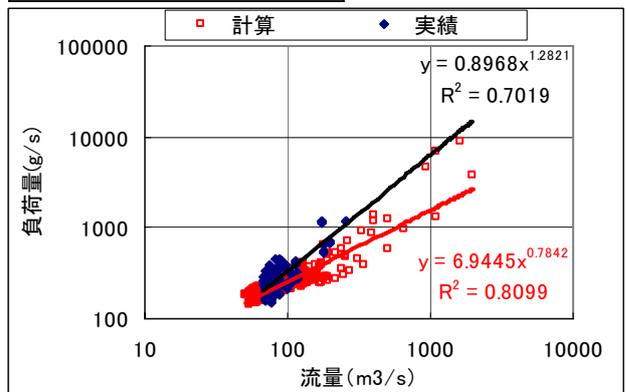


図- 4.2.3.19 (2) 水質 (BOD) 検証図

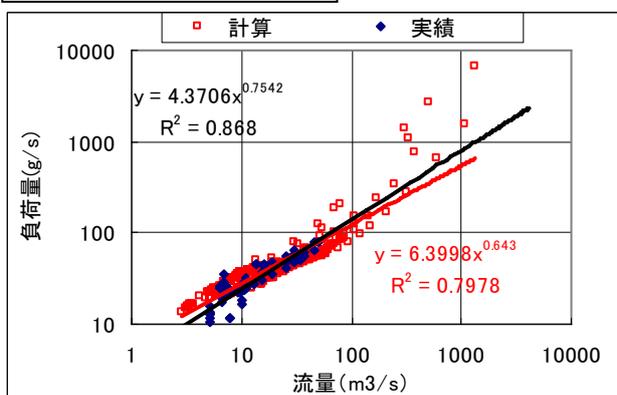
利根川栗橋地点



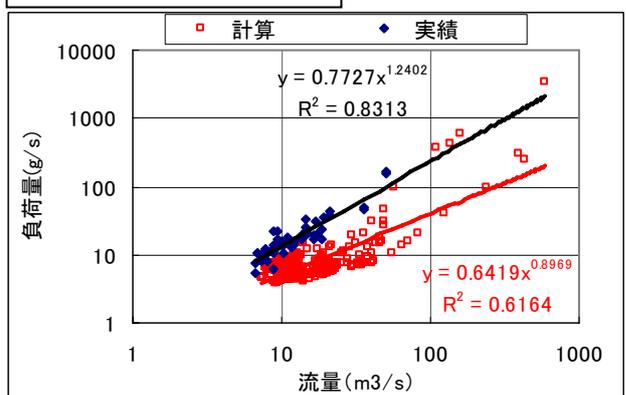
江戸川流山地点



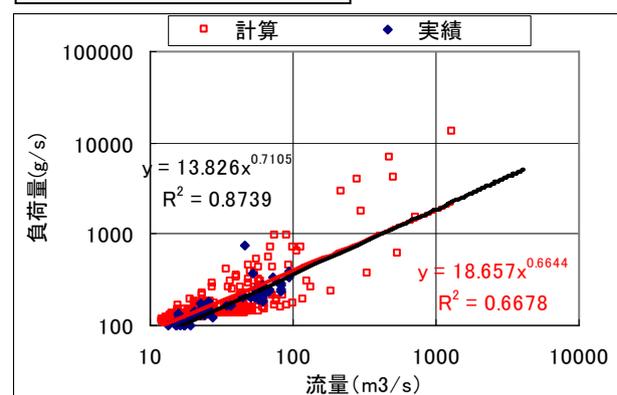
荒川大芦橋地点



多摩川調布橋地点



多摩川石原地点



鶴見川亀の子橋地点

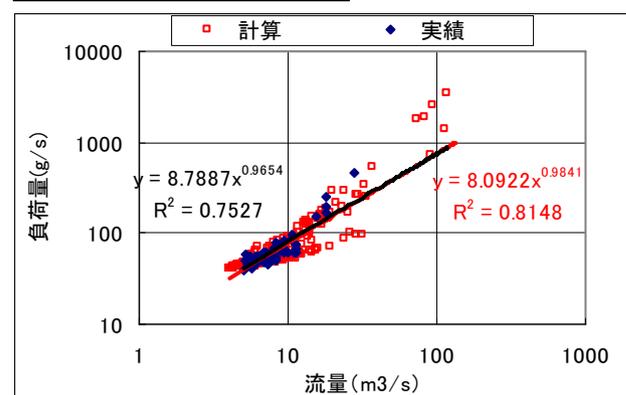
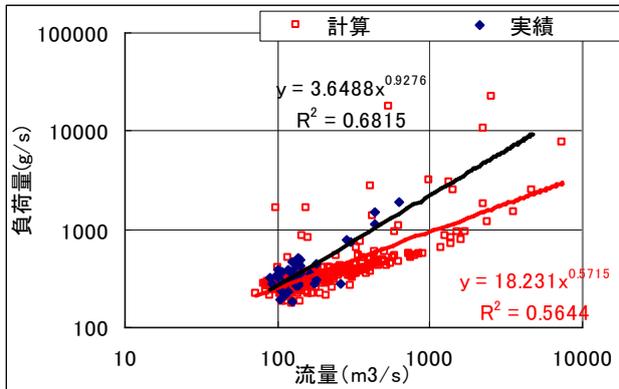
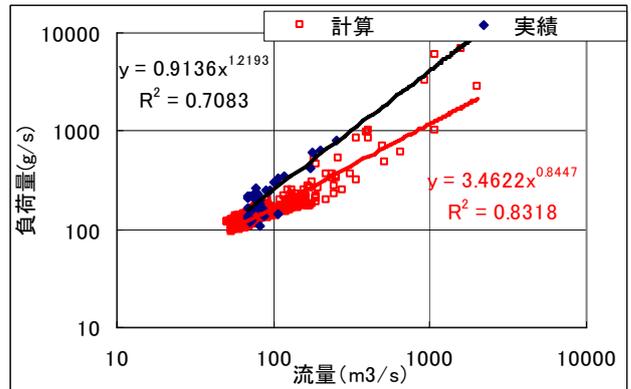


図- 4.2.3.20 LQ 式による検証 (COD)

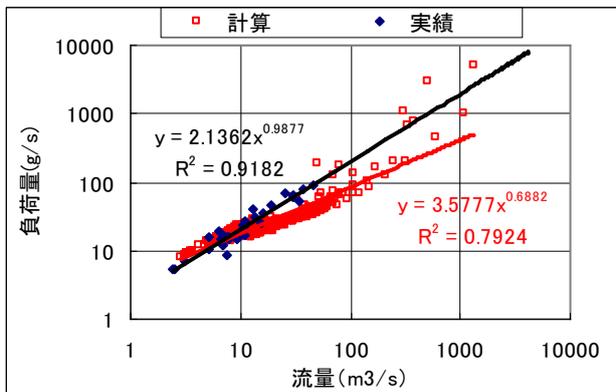
利根川栗橋地点



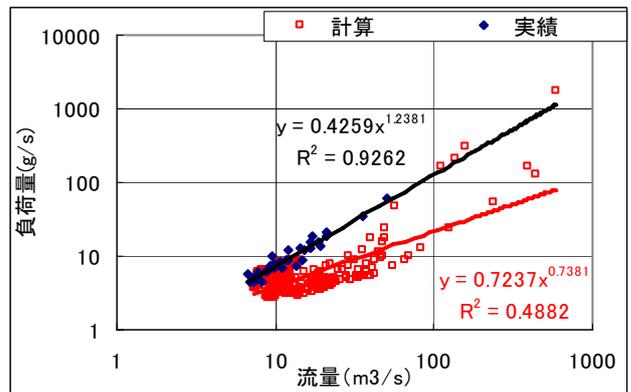
江戸川流山地点



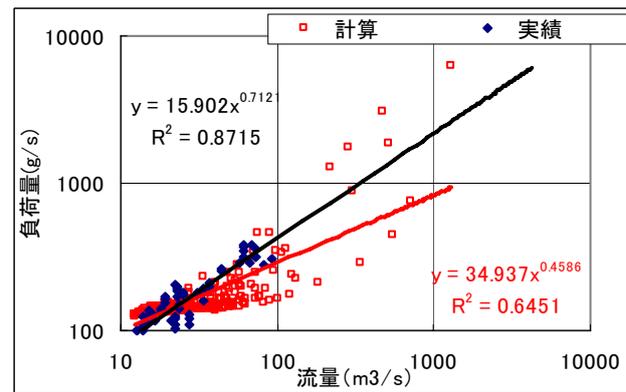
荒川大芦橋地点



多摩川調布橋地点



多摩川石原地点



鶴見川亀の子橋地点

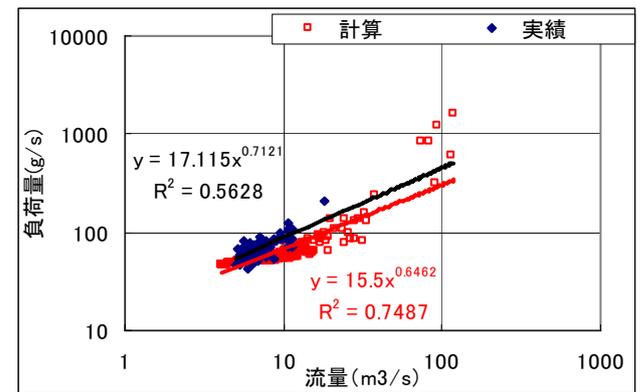
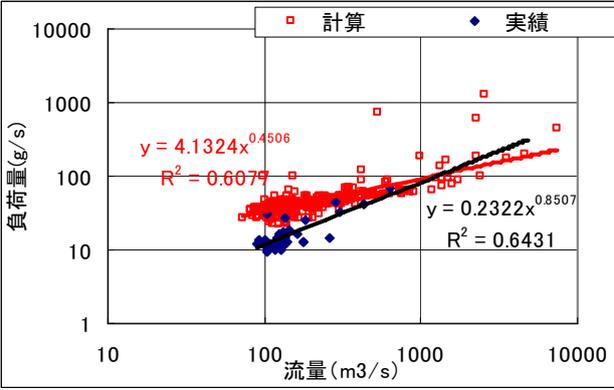
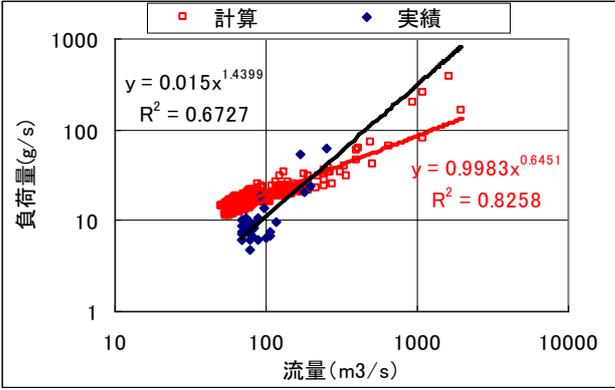


図- 4.2.3.21 LQ 式による検証 (TN)

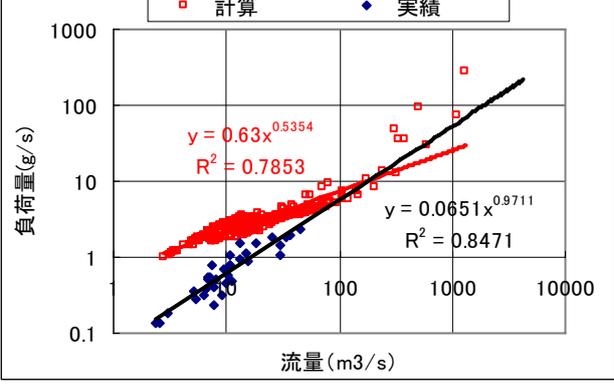
利根川栗橋地点



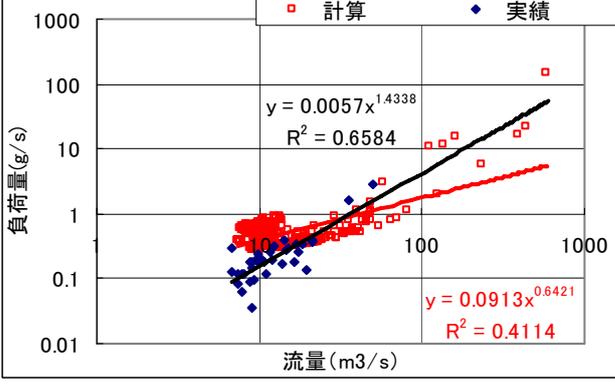
江戸川流山地点



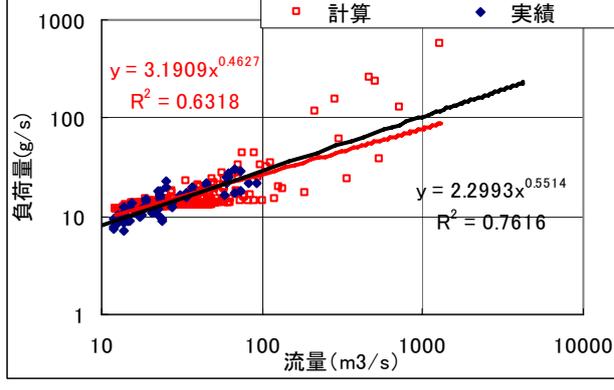
荒川大芦橋地点



多摩川調布橋地点



多摩川石原地点



鶴見川亀の子橋地点

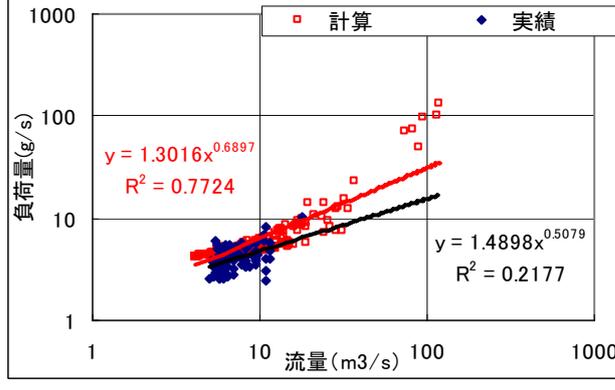
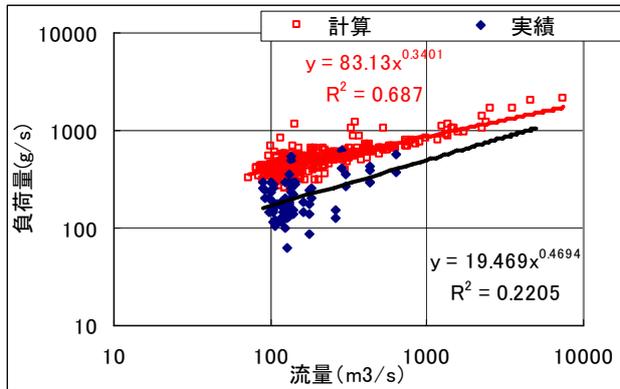
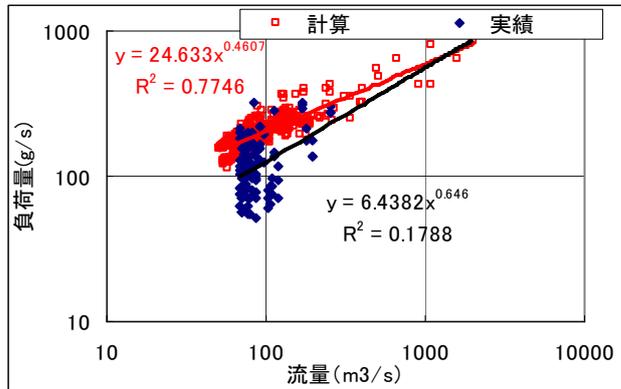


図- 4.2.3.22 LQ 式による検証(TP)

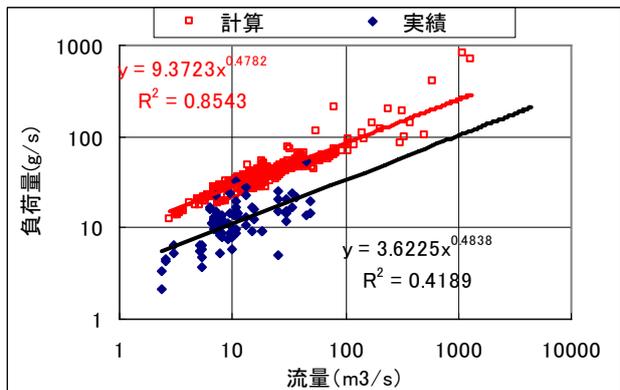
利根川栗橋地点



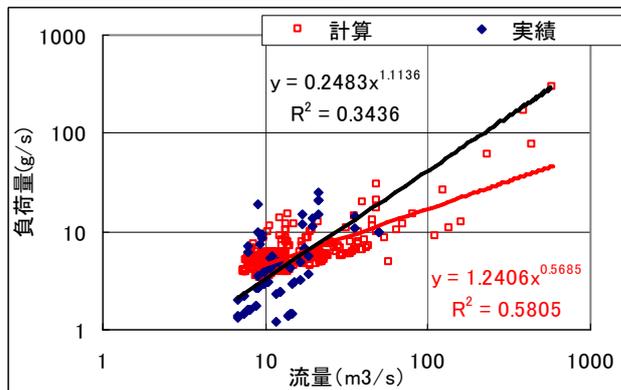
江戸川流山地点



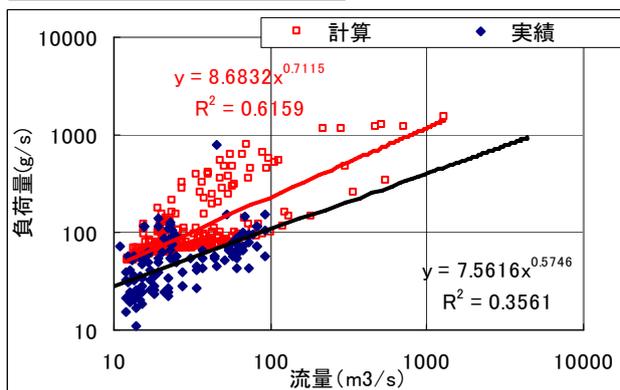
荒川大芦橋地点



多摩川調布橋地点



多摩川石原地点



鶴見川亀の子橋地点

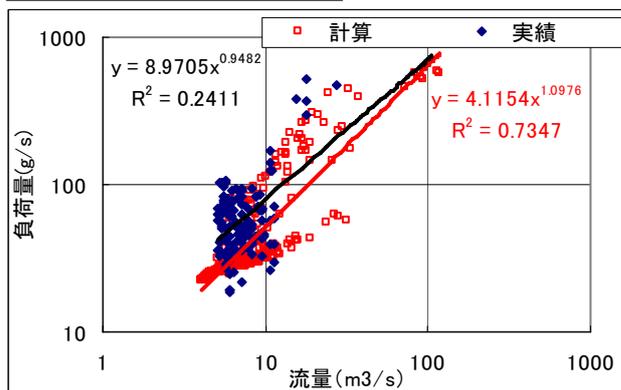
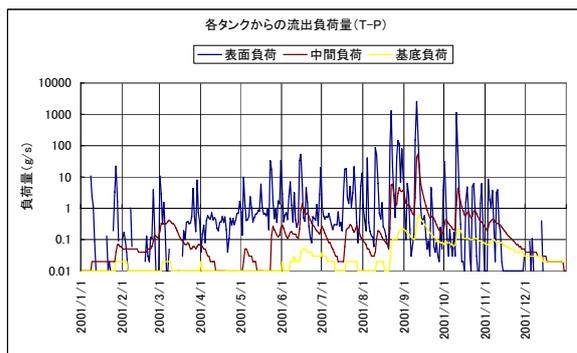
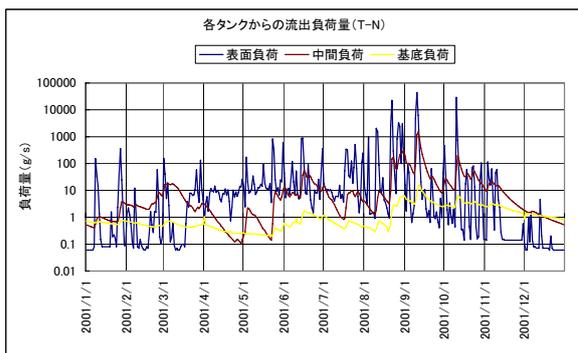
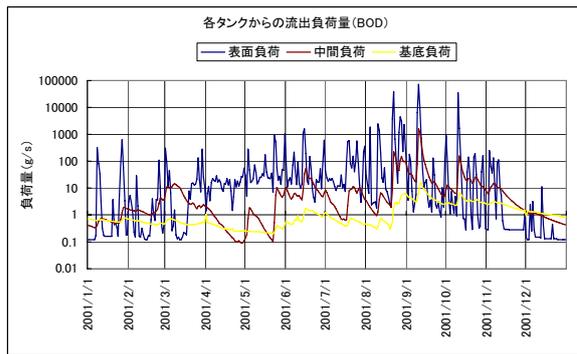
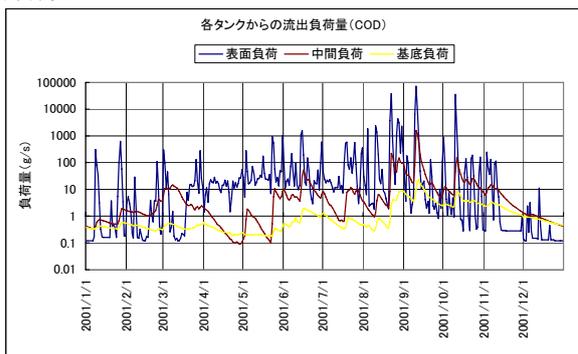


図- 4.2.3.23 LQ 式による検証(BOD)

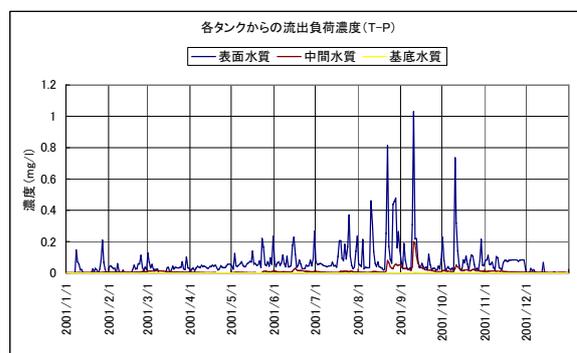
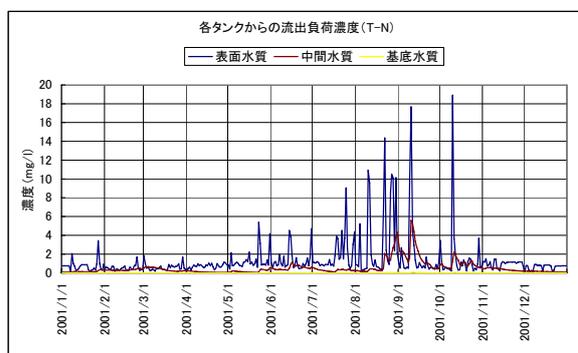
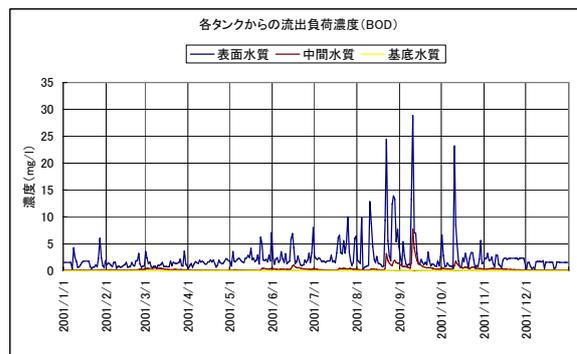
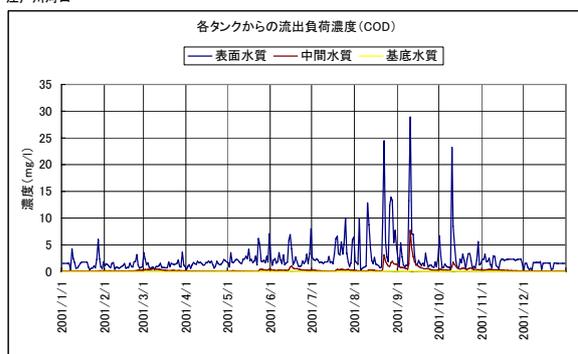
江戸川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	4.85E+01	4.85E+01	3.21E+01	1.61E+00
中間タンク	1.75E+00	1.75E+00	2.37E+00	5.73E-02
基底タンク	1.39E-01	1.39E-01	1.27E-01	4.01E-03

江戸川河口

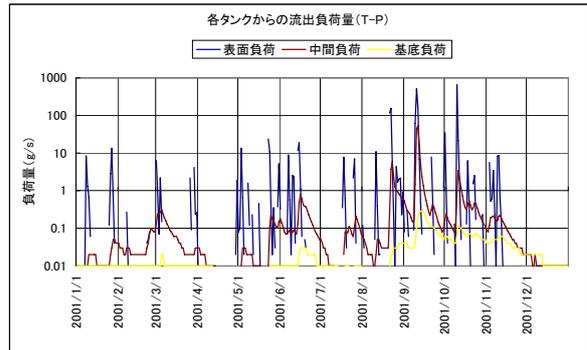
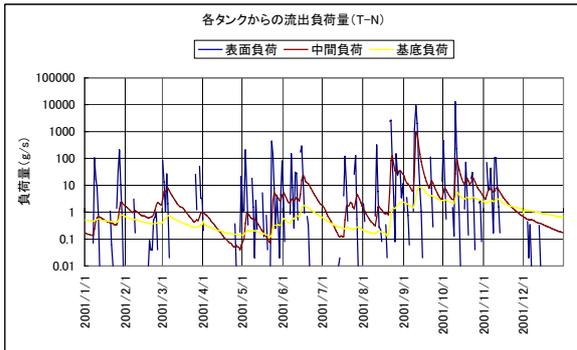
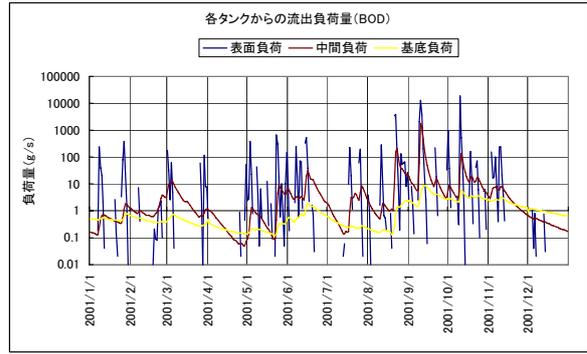
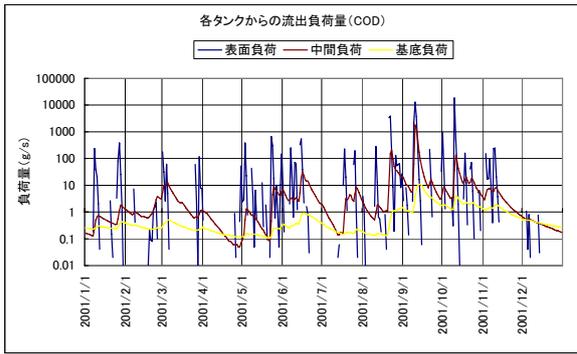


年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	2.37E+00	2.37E+00	1.33E+00	6.70E-02
中間タンク	3.48E-01	3.48E-01	5.24E-01	1.08E-02
基底タンク	1.26E-02	1.26E-02	1.24E-02	3.67E-04

図- 4.2.3.24(1) 江戸川・利根川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

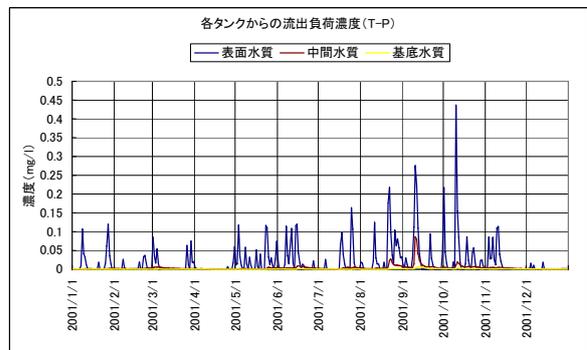
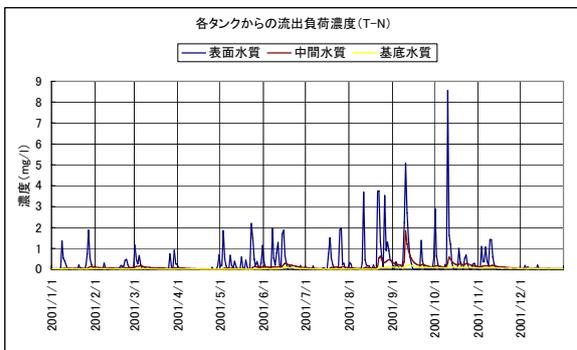
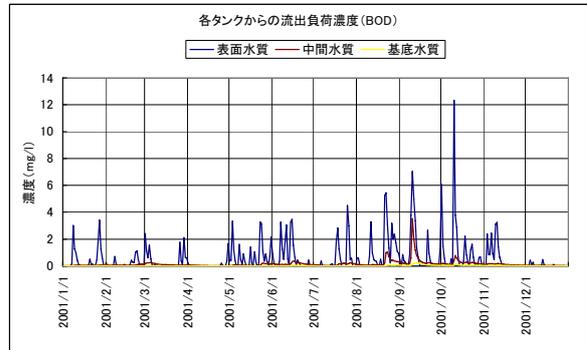
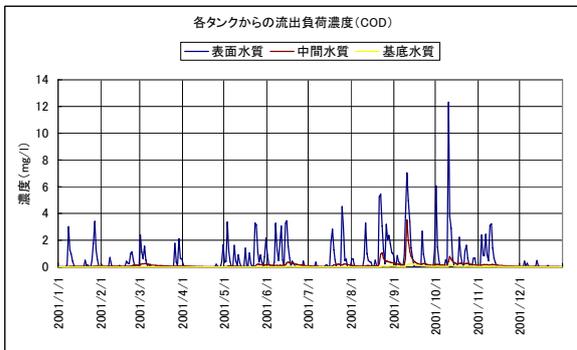
荒川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	1.26E+01	1.26E+01	8.33E+00	4.67E-01
中間タンク	1.45E+00	1.45E+00	9.92E-01	4.29E-02
基底タンク	7.13E-02	7.14E-02	1.01E-01	2.15E-03

荒川河口

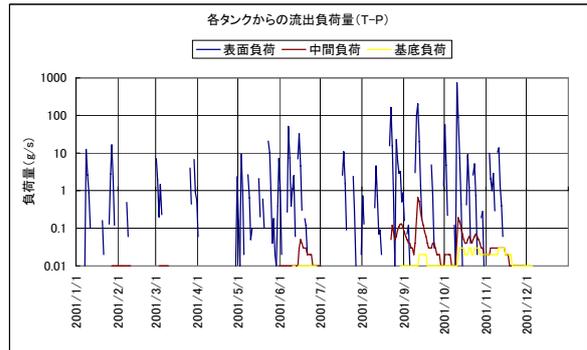
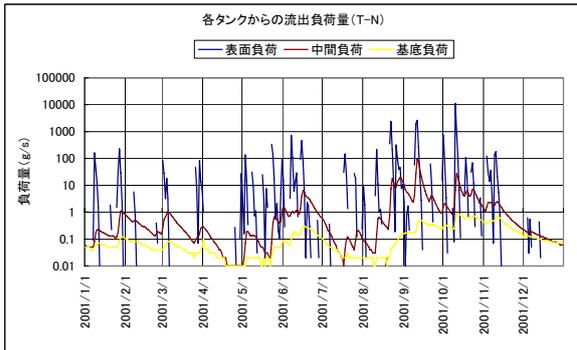
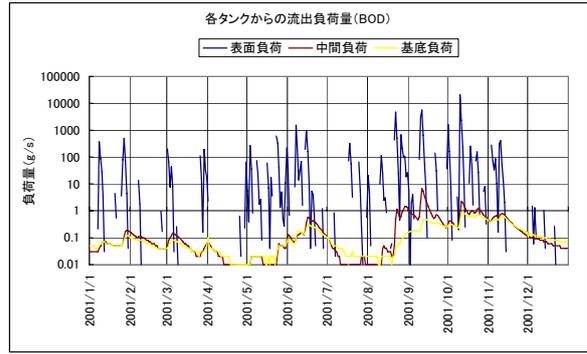
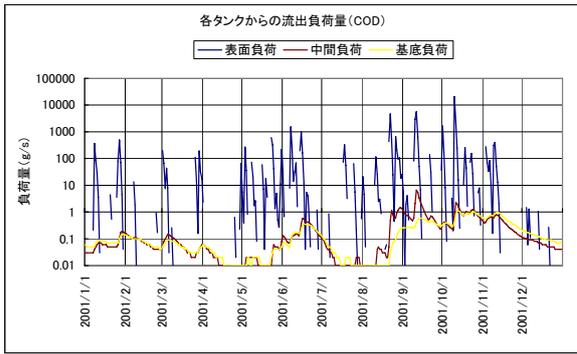


年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	5.91E-01	5.91E-01	3.05E-01	2.00E-02
中間タンク	1.43E-01	1.43E-01	1.17E-01	3.82E-03
基底タンク	2.84E-02	2.84E-02	4.20E-02	8.53E-04

図- 4.2.3.24(2) 荒川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

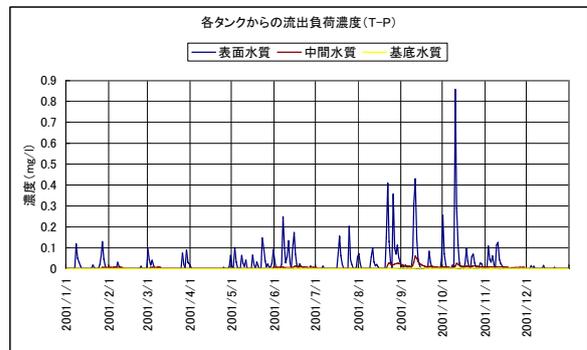
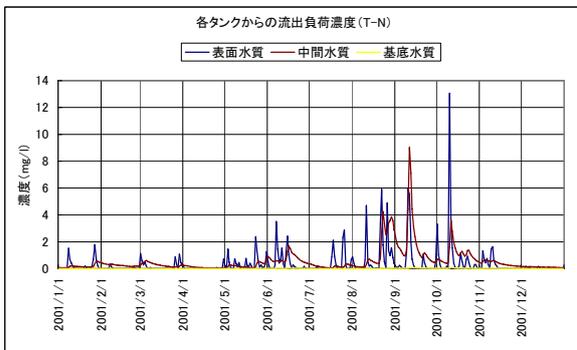
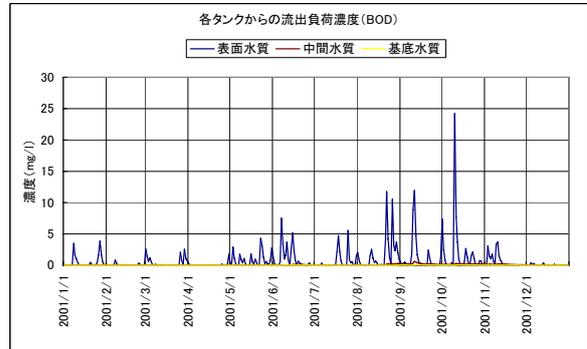
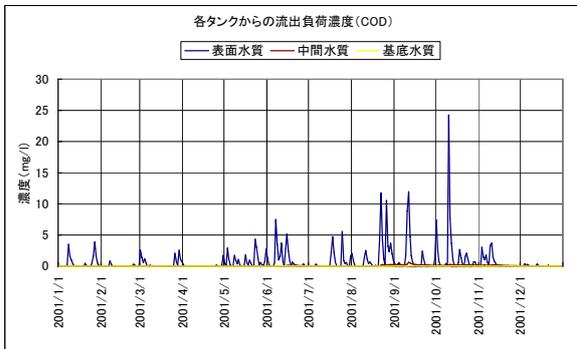
中川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	1.21E+01	1.21E+01	6.16E+00	4.21E-01
中間タンク	2.43E-02	2.43E-02	1.90E-01	1.53E-03
基底タンク	1.67E-02	1.67E-02	1.28E-02	4.21E-04

中川河口

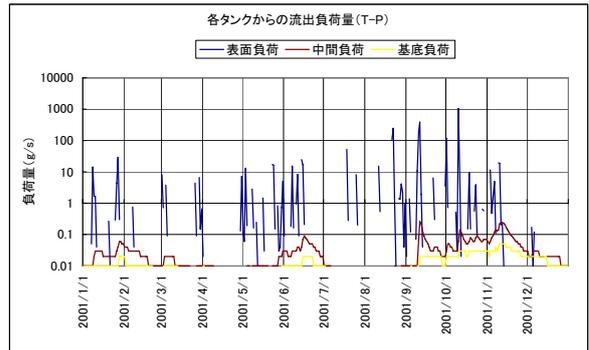
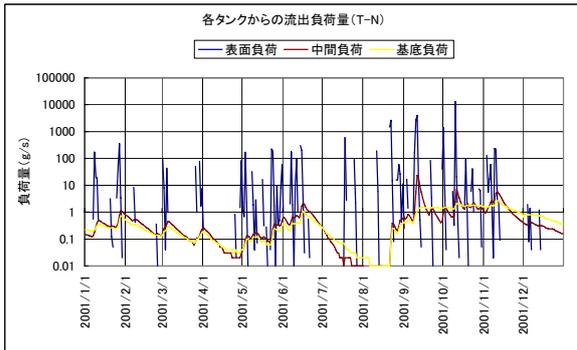
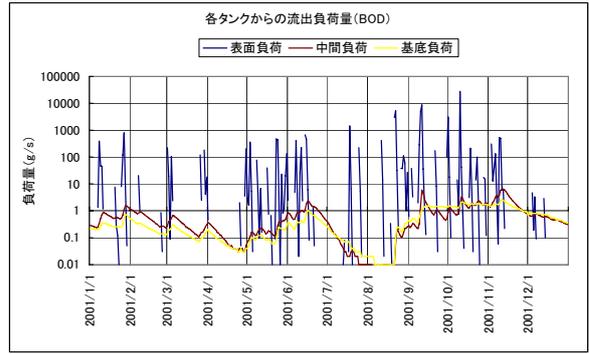
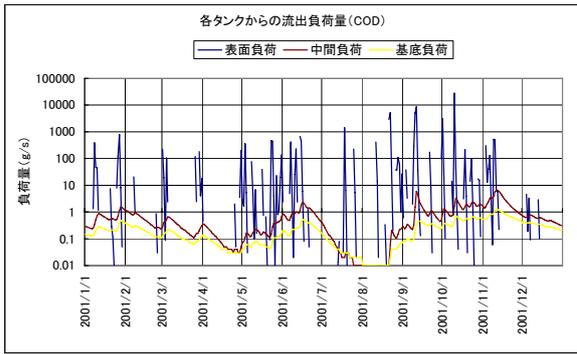


年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	7.75E-01	7.75E-01	3.73E-01	2.56E-02
中間タンク	8.93E-02	8.93E-02	5.60E-01	4.28E-03
基底タンク	1.38E-02	1.38E-02	1.10E-02	3.40E-04

図- 4.2.3.24(3) 中川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

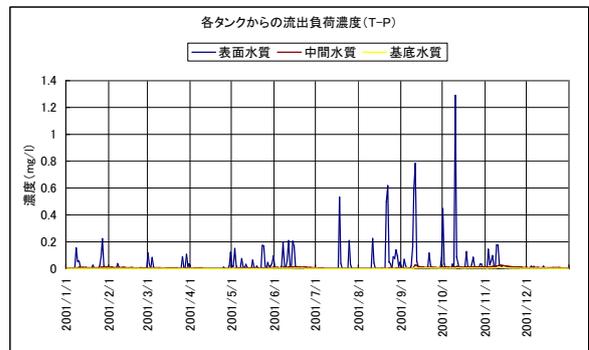
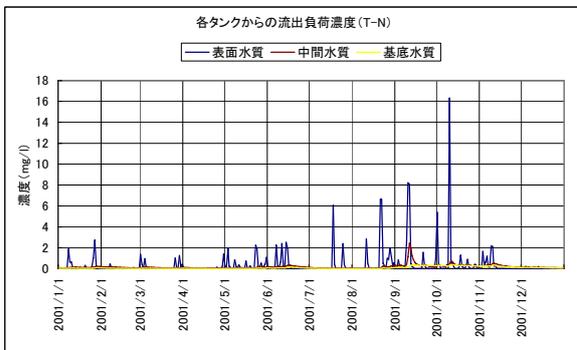
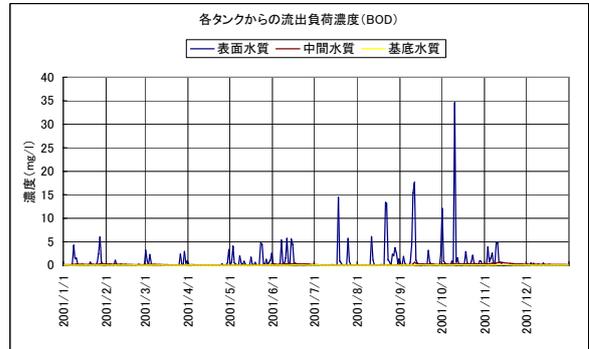
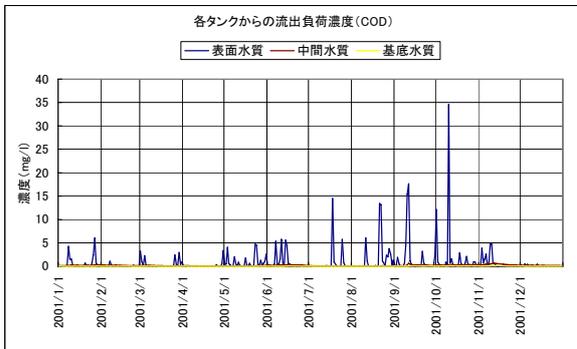
隅田川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	1.50E+01	1.50E+01	7.09E+00	5.87E-01
中間タンク	6.55E-02	6.55E-02	6.59E-02	2.50E-03
基底タンク	2.09E-02	2.09E-02	4.72E-02	9.07E-04

隅田川河口

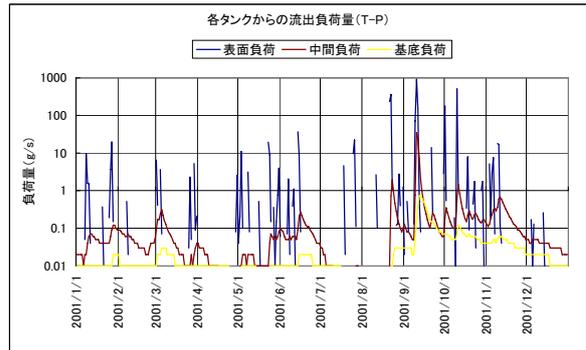
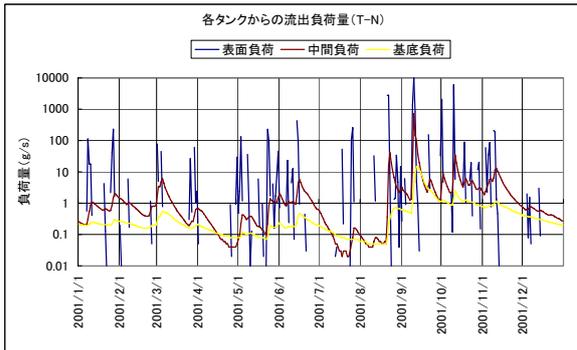
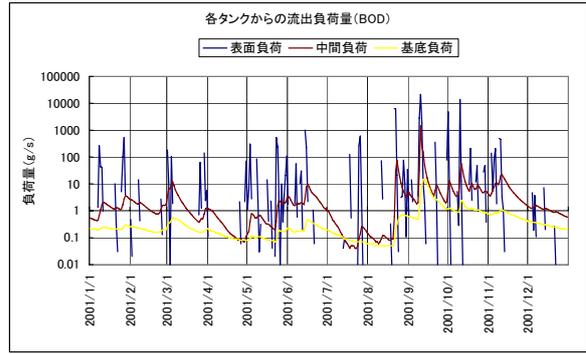
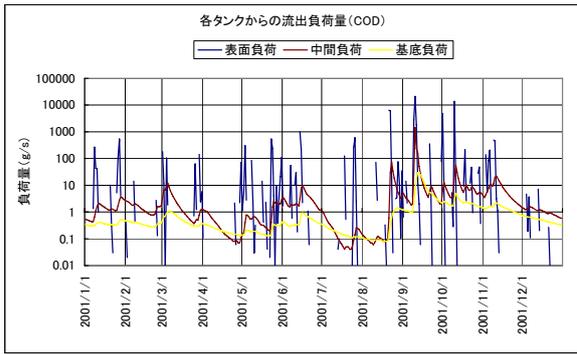


年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	8.17E-01	8.17E-01	3.69E-01	3.05E-02
中間タンク	1.81E-01	1.81E-01	1.61E-01	6.66E-03
基底タンク	3.64E-02	3.64E-02	8.73E-02	1.58E-03

図- 4.2.3.24 (4) 隅田川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

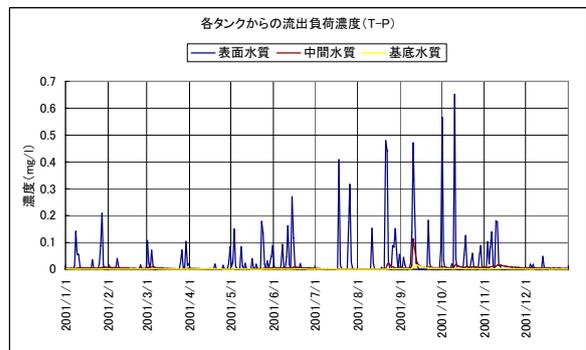
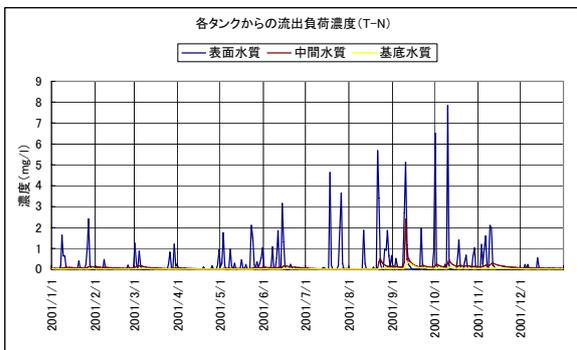
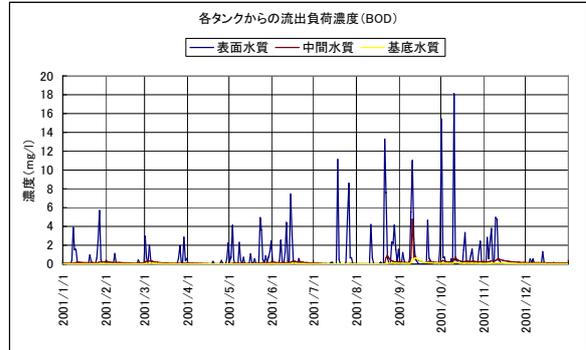
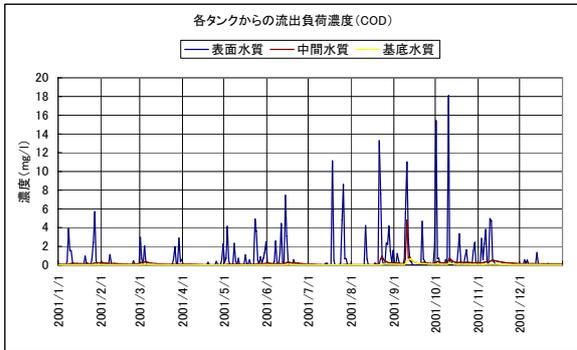
多摩川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	1.55E+01	1.55E+01	6.88E+00	6.39E-01
中間タンク	7.46E-01	7.46E-01	4.12E-01	2.47E-02
基底タンク	1.04E-01	1.04E-01	5.41E-02	2.84E-03

多摩川河口

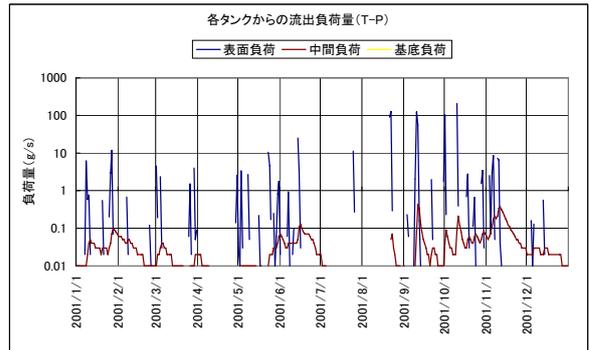
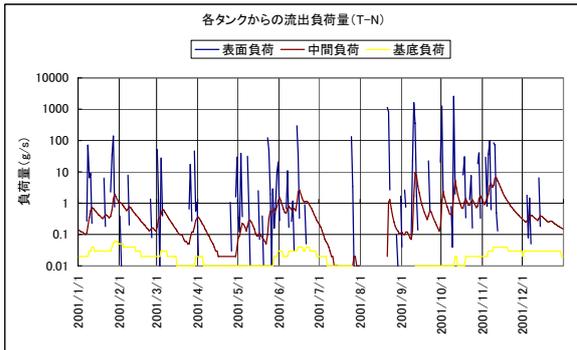
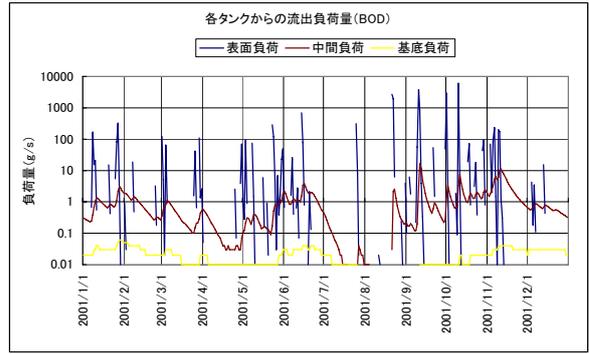
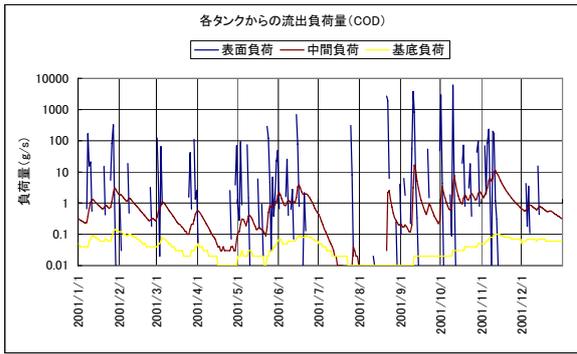


年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	6.89E-01	6.89E-01	2.92E-01	2.57E-02
中間タンク	1.74E-01	1.74E-01	9.65E-02	5.18E-03
基底タンク	5.47E-02	5.48E-02	2.91E-02	1.51E-03

図- 4.2.3.24(5) 多摩川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

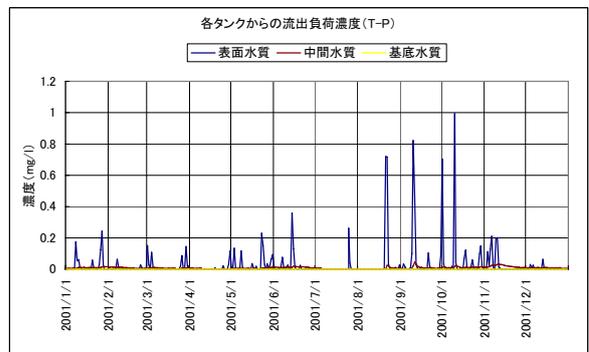
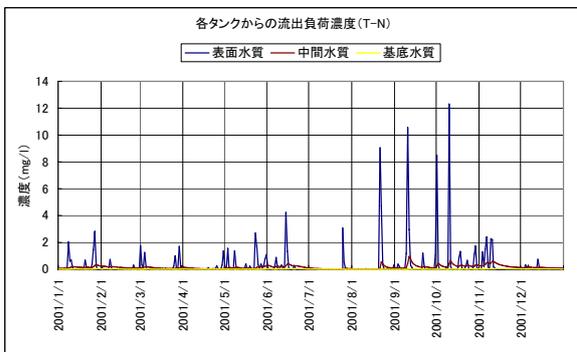
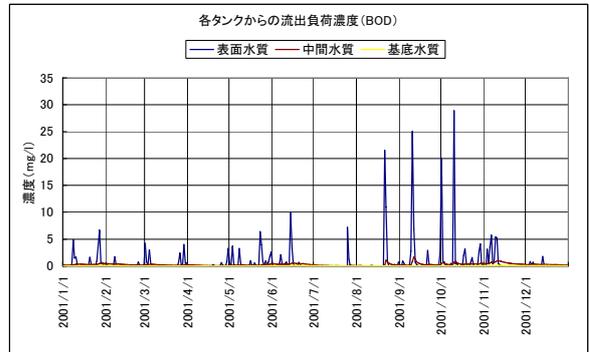
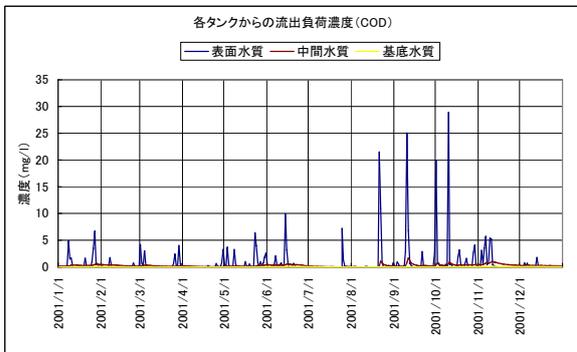
鶴見川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	5.28E+00	5.28E+00	2.24E+00	2.03E-01
中間タンク	8.99E-02	8.99E-02	5.31E-02	2.95E-03
基底タンク	3.72E-03	3.72E-03	1.63E-03	0.00E+00

鶴見川河口

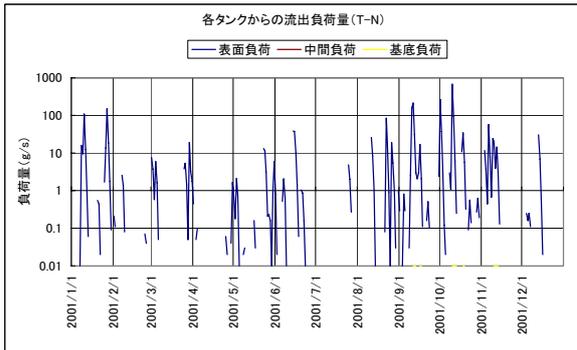
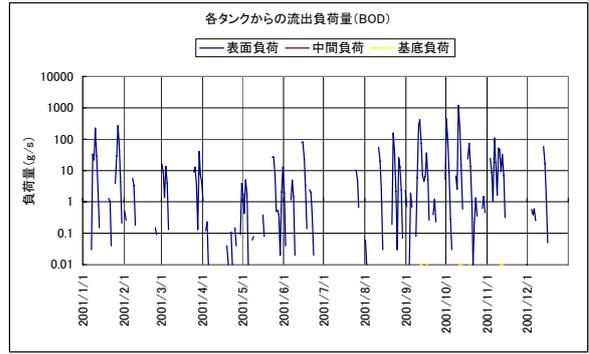
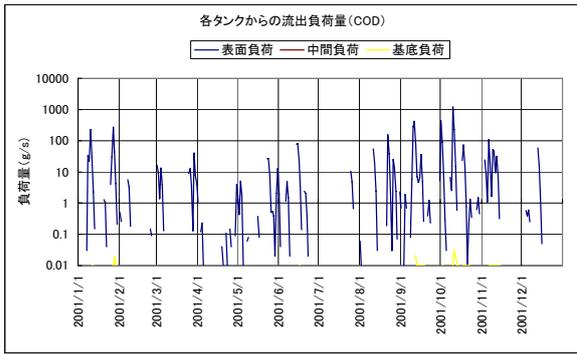


年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	7.69E-01	7.69E-01	3.22E-01	2.86E-02
中間タンク	2.72E-01	2.72E-01	1.56E-01	8.73E-03
基底タンク	4.49E-02	4.49E-02	1.95E-02	0.00E+00

図- 4.2.3.24(6) 鶴見川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

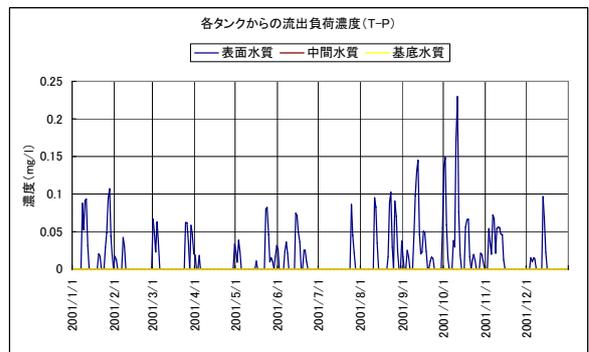
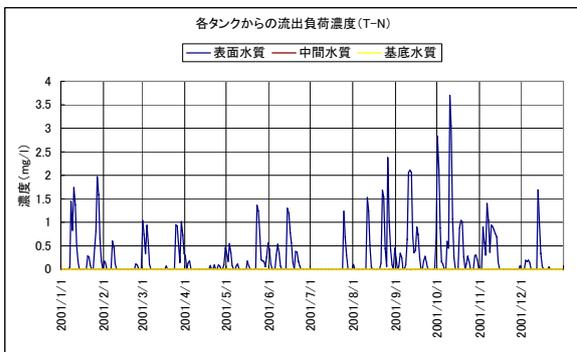
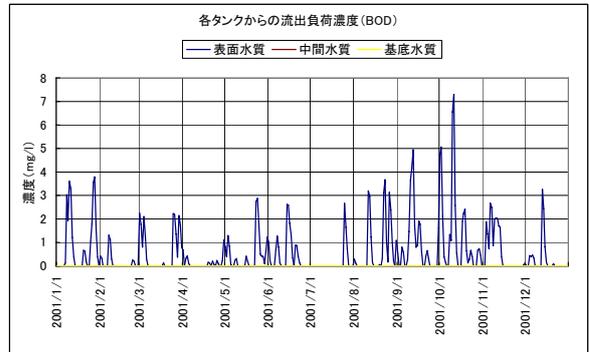
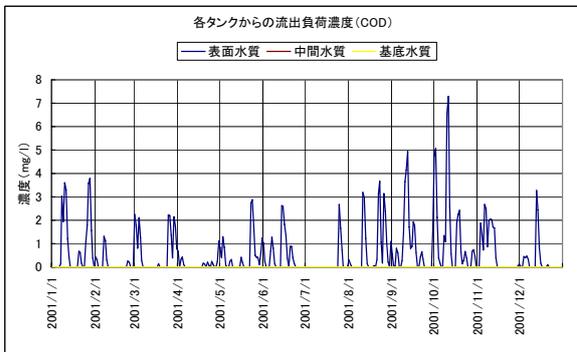
小櫃川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	1.13E+00	1.13E+00	5.83E-01	3.16E-02
中間タンク	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
基底タンク	1.14E-04	1.14E-04	3.79E-05	0.00E+00

小櫃川河口

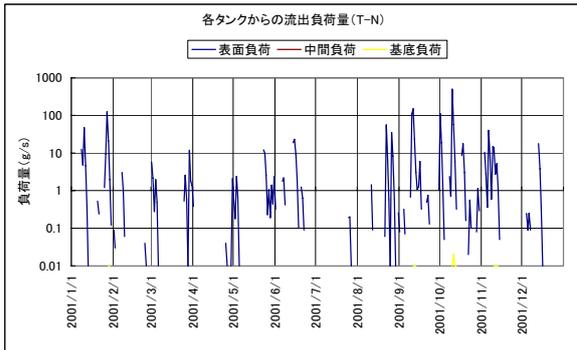
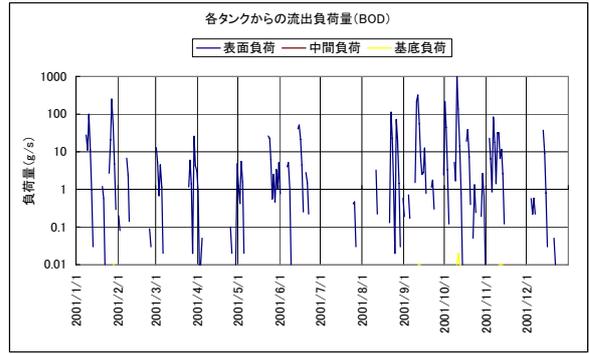
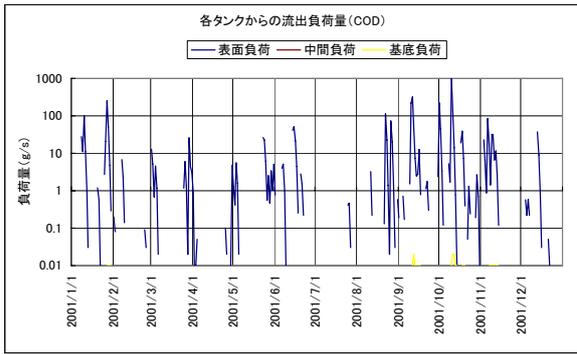


年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	5.82E-01	5.82E-01	2.65E-01	1.61E-02
中間タンク	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
基底タンク	1.14E-04	1.14E-04	3.92E-05	0.00E+00

図- 4.2.3.24(7) 小櫃川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

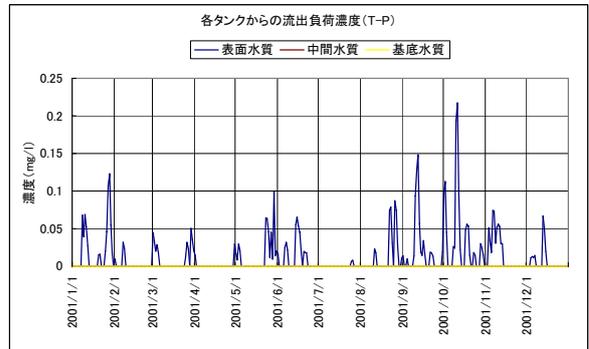
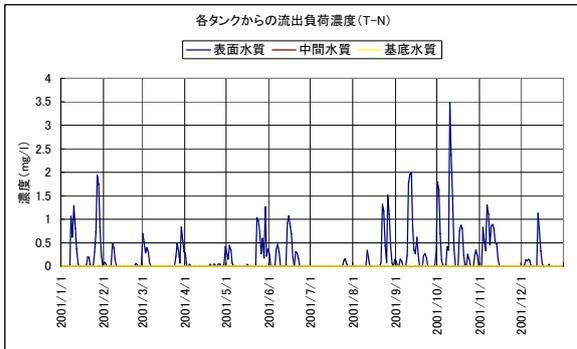
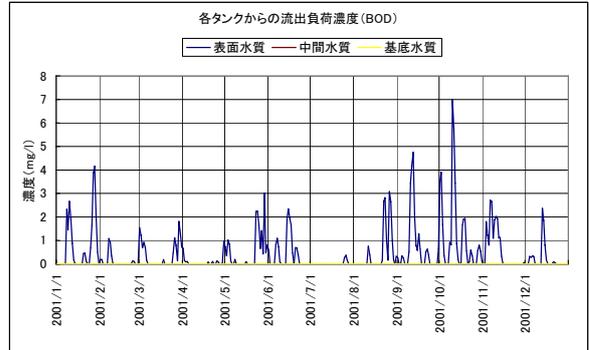
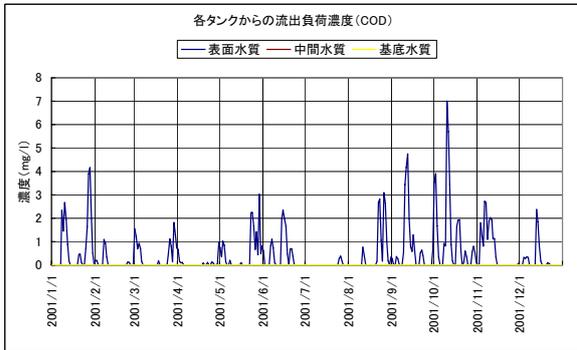
養老川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	8.02E-01	8.02E-01	3.83E-01	2.29E-02
中間タンク	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
基底タンク	7.57E-05	7.57E-05	3.59E-05	0.00E+00

養老川河口

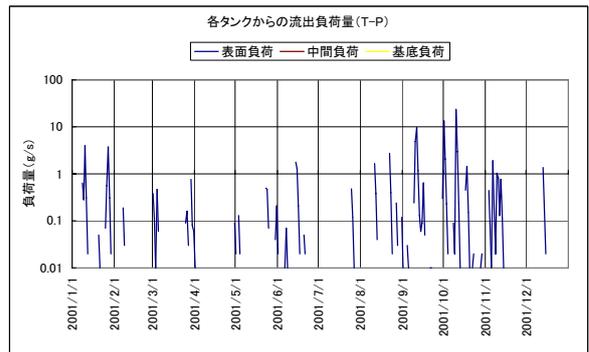
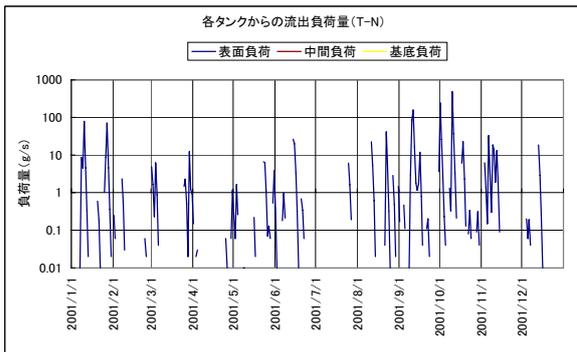
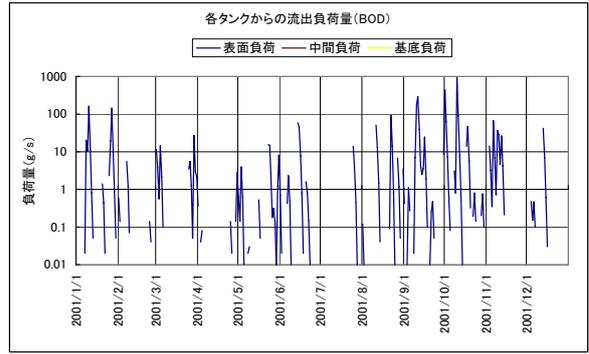
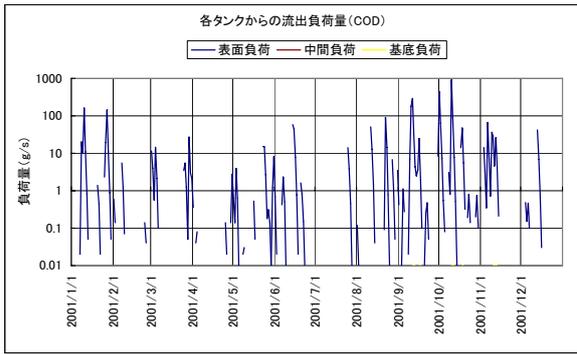


年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	4.68E-01	4.68E-01	2.06E-01	1.32E-02
中間タンク	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
基底タンク	9.55E-05	9.55E-05	4.49E-05	0.00E+00

図- 4.2.3.24(8) 養老川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

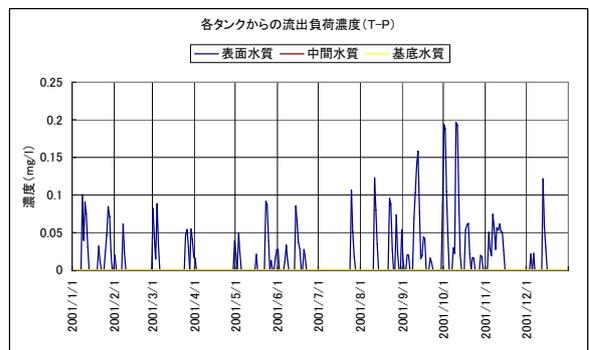
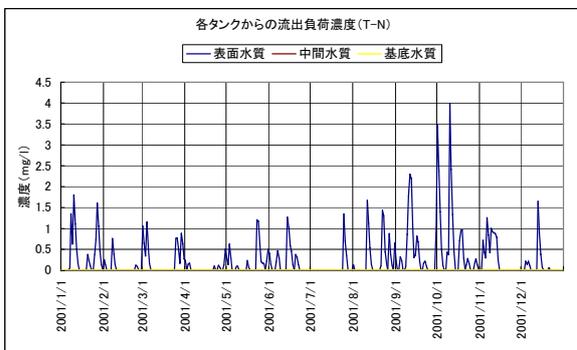
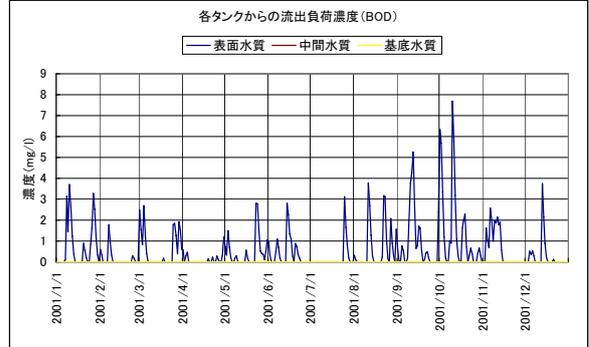
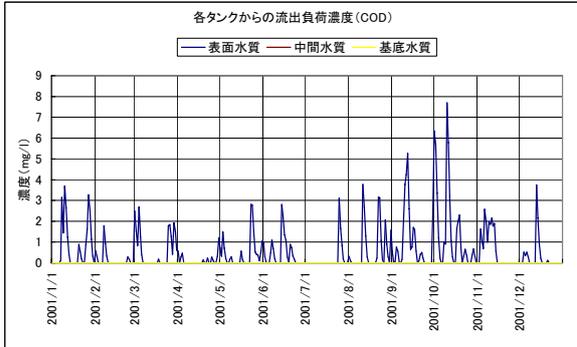
小糸川河口



年平均負荷量(t/day)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	7.67E-01	7.67E-01	3.79E-01	2.19E-02
中間タンク	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
基底タンク	3.55E-05	3.55E-05	4.73E-06	0.00E+00

小糸川河口



年平均水質(mg/l)

	BOD	COD	T-N	T-P
表面タンク	5.74E-01	5.74E-01	2.51E-01	1.60E-02
中間タンク	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
基底タンク	6.04E-05	6.04E-05	1.03E-05	0.00E+00

図- 4.2.3.24(9) 小糸川流域のタンク別の面源の流出負荷量・流出負荷濃度

4.2.4 東京湾の現況再現

(1) 湾モデルの基本パラメータの設定

湾モデルによる検証計算に用いた諸元を表- 4.2.4.1に、水域の分割を図- 4.2.4.2に、生態系モデル定数を表- 4.2.4.2に示す。また、海水面の境界部に与える風向および風速条件（日平均風速、最多風向）を図- 4.2.4.3に示す。

表- 4.2.4.1 東京湾 2 次元 4 層モデル 諸元一覧

項目	内 容	備 考
地 形	図- 4.2.4.1に示すとおり。	
水 深	図- 4.2.4.1に示すとおり。	
潮 位	平均水面 (D.L.+ Z0)	Z0 = 110cm
潮汐条件	第1海堡の推算潮位*	
計算範囲	南北 45.0km, 東西約 47.5km	図- 4.2.4.2を参照
格子間隔	$\Delta S = 500 \times 500$ m	95 格子 \times 90 格子
鉛直層分割	4 層	
層 厚	最上層: 平均潮位下 5m (層厚約 5m、可変) 第2層: 層厚 10m 第3層: 層厚 15m 第4層: 平均潮位下 30m 以深	
タイムステップ	$\Delta t = 10.0$ 秒	
計算時間	最大 1 年間 (365 日)	8760 時間
コリオリ係数	$f = 8.40 \times 10^{-5}$ rad/sec	緯度 35° 18.0'
水平渦動粘性係数	5.0×10^5 cm ² /sec	
鉛直渦動粘性係数	2.0 cm ² /sec	
水平乱流拡散係数	5.0×10^5 cm ² /sec	
鉛直乱流拡散係数	0.5 cm ² /sec	
海底摩擦係数	$r_b^2 = 0.0026$	
海面摩擦係数	なし	

※ 書誌第 742 号 日本沿岸潮汐調和定数表；海上保安庁

表- 4.2.4.2 生態系モデル定数表

各係数の説明		設定値	事例・文献値
共通の係数			
Ts	最適水温(°C)	20	2) 20(有機物分解速度項は15°Cで設定)
植物プランクトンで使用する係数			
λg	植物プランクトンによる光の減衰係数	0.026	2) 0.026
λh	その他の光の減衰係数	0.268	2) 0.268
Is	最適照度(MJ/10min)	0.176	1), 2) 0.176
Kin	無機態窒素濃度のミカエリス定数(mgN/l)	0.042	2) 0.042
Kip	無機態リン濃度のミカエリス定数(mgN/l)	0.003	2) 0.003
μpmax	植物プランクトンの最大増殖速度(1/day)	0.25	1) 1.0(20°C) 2) 1.0 3) 0.45~2.53
Rp	20°Cにおける植物プランクトン死滅率(1/day)	0.08	1) 0.04(20°C) 2) 0.08
θp	植物プランクトン死滅率の温度補正係数	1.05	2) 1.08
ωp	植物プランクトンの沈降速度(cm/day)	0.28	1) 0.1 4) 0~1.35
αpi	植物プランクトンの回帰率	0.5	2) 0.5
動物プランクトンで使用する係数			
γpz	植物plankton量からの動物plankton炭素量への換算係数	40.5	1) 50.0 2) 40.5
αz	植物プランクトン同化率	0.4	1) 0.7 2) 0.4~0.85
Rz	動物プランクトンの呼吸による分解速度定数	0.02	2) 0.02
θz	動物プランクトンの呼吸による分解速度の温度補正係数	1.05	2) 1.045
Dz	動物プランクトンの自然死滅速度	0.1	1) 0.21(20°C) 2) 0.1
Cgmax	20°Cにおける最大濾過率(l/mgC*day)	0.72	1) 0.76(20°C) 2) 0.72
θpg	動物プランクトンの濾過率の温度補正係数	1.05	2) 1.066
Kpg	飽食効果に対するMichaelis定数	0.012	2) 12
azi	動物プランクトンの回帰率	0.5	2) 0.5
無機態窒素(Inorganic Nitrogen)で使用する係数			
γpn	植物プランクトン量からの窒素量への換算係数	5	1) 0.558 2) 9.6
κn	有機態窒素の無機化分解速度(1/day)	0.082	1) 0.08(20°C,DOMの分解速度) 2) 0.082
θon	窒素分解速度の温度補正係数	1.05	2) 1.08
γzn	動物プランクトン中の窒素炭素量比	0.21	2) 0.21
θin	底泥からの無機態窒素溶出速度の温度補正係数	1.05	2) 1.05
Win	底泥からの無機態窒素溶出速度(gN/m ² /day)	エリア別	1) 0.00064 2) 0.02 5) 0~0.35
ωon	有機態窒素沈降速度(m/day)	0.90	1) 0.432(POMの沈降速度) 2) 0.3 5) 1.0,3.5
無機態リン(Inorganic Phosphorus)で使用する係数			
γpp	植物プランクトン量からの窒素量への換算係数	0.075	1) 0.038 2) 1.0
κp	有機態リンの無機化分解速度(20°C)(1/day)	0.062	1) 0.08(20°C,DOMの分解速度) 2) 0.062
θop	有機態リンの無機化速度の温度補正係数	1.05	2) 1.05
γzp	動物プランクトン中の窒素炭素量比	0.016	2) 0.016
θip	底泥からの無機態リン溶出速度の温度補正係数	1.05	2) 1.05
Wip	底泥からの無機態リン溶出速度(gP/m ² /day)	エリア別	1) 0.033(DO=0.0の場合), 5) 0~0.005
ωip	無機態リン沈降速度(m/day)	0	1) 0.432(POMの沈降速度) 2) 0.3 5) 1.2
ωop	有機態リン沈降速度(m/day)	0.90	1) 0.432(POMの沈降速度) 2) 0.3 5) 1.2
化学的酸素要求量(Chemical Oxygen Demand)で使用する係数			
γpc	植物プランクトンのCODへの換算係数	250	1) 13 2) 446
γzc	動物プランクトンのCODへの換算係数	1.1	2) 1.1
κc	有機物分解速度定数(1/day)	0.07	1) 0.4(20°C) 2) 0.23 5) 0.1
θc	有機物分解速度定数の温度補正係数	1.05	2) 1.05
θcod	底泥からの溶出速度の温度補正係数	1.05	2) 1.05
Wcod	底泥からのCOD溶出速度(mg/m ² /day)	0.2	5) 0~0.25
ωcod	COD沈降速度(m/day)	0.2	1) 0.432(POMの沈降速度) 2) 0.3 4) 0.24~2.32 5) 0.3,2
溶存酸素(Dissolved Oxygen)で使用する係数			
γop	溶存酸素生産速度または植物planktonのDOへの換算係数	152.0	2) 152
γzo	動物プランクトンのDOへの換算係数	1.83	2) 3.65
SOD	底泥による溶存酸素消費速度(gO ₂ /m ² /day)	エリア別	1) 1.0(20°C) 2) 0.3
θsod	底泥による溶存酸素消費速度温度補正係数	1.05	2) 1.05
κos	再曝気係数(1/day)	1.0	2) 0.6
θos	再曝気係数温度補正係数	1.05	2) 1.05

- 1)鈴木、三村、塚田:「3次元生態系・水理モデルによる東京湾の水質改善予測」海岸工学論文集、第46巻(1999)
- 2)平成14年度三番瀬青潮対策および環境修復に係る影響・効果予測調査H15.3、千葉県
- 3)水理公式集 H11年版、P599、表6-3.15
- 4)水理公式集 H11年版、P666、表6-7.1
- 5)「東京湾流域別下水道整備総合計画調査検討業務報告書(H9.3関東地建)」で用いられた定数

対象領域

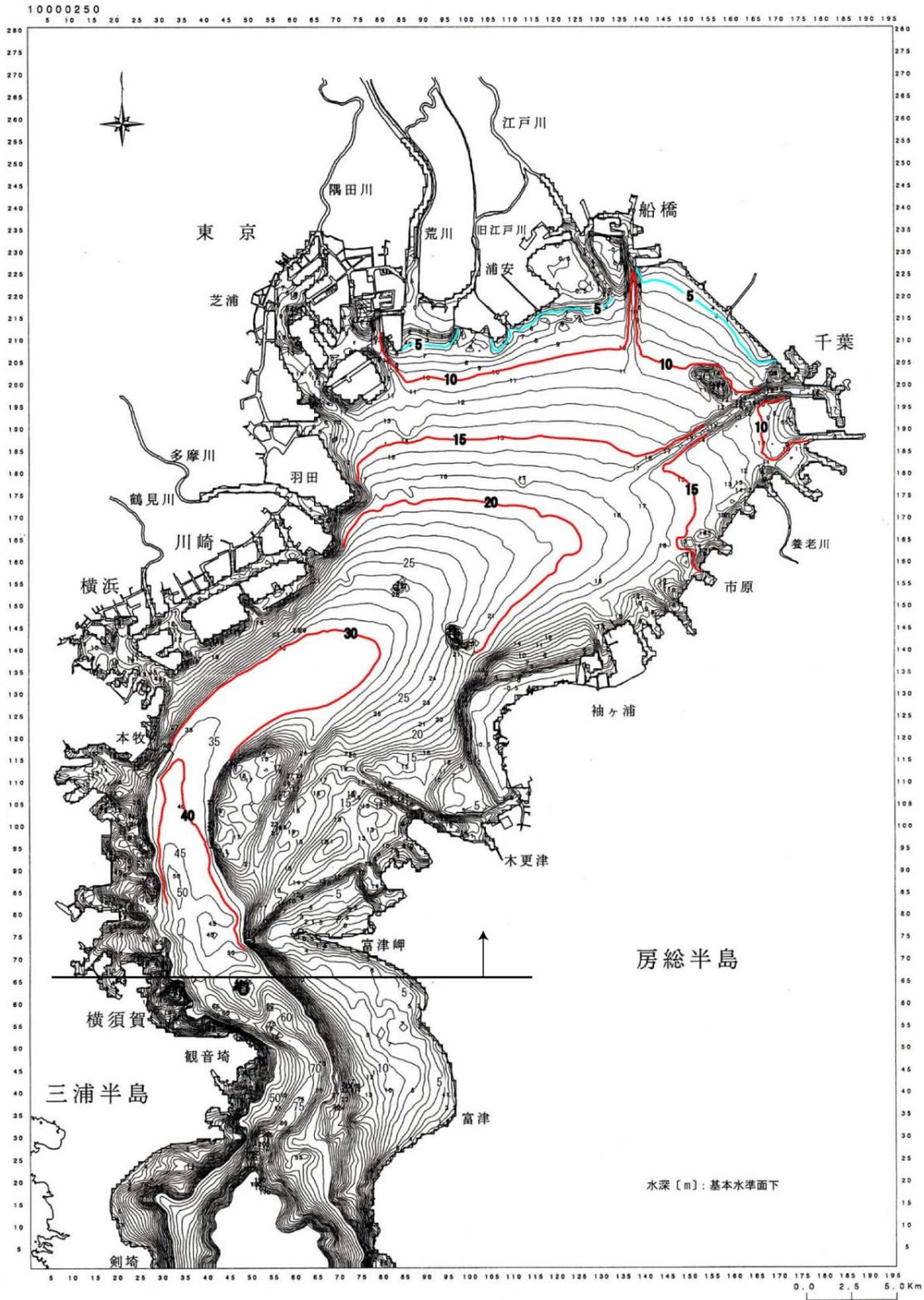


図- 4.2.4.1 計算対象領域

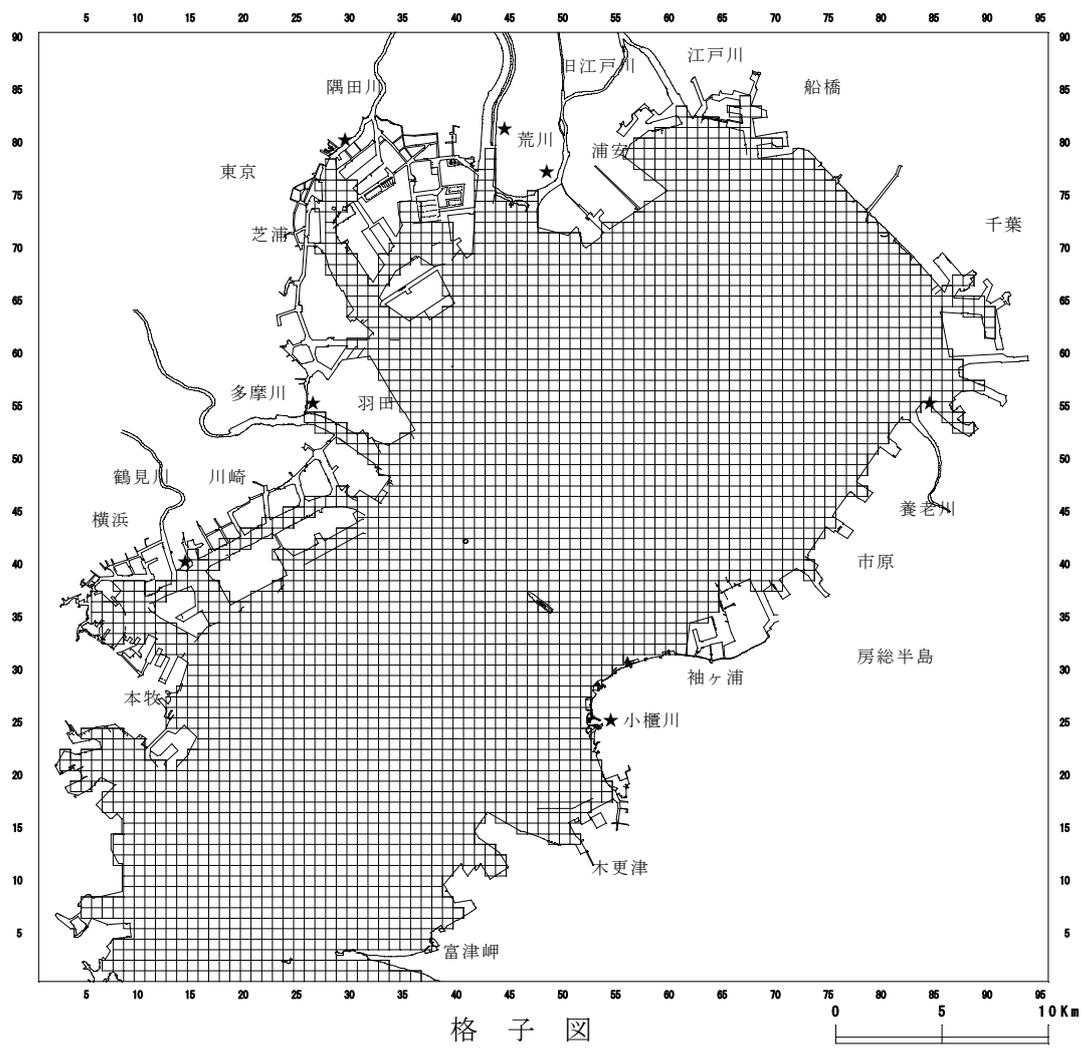


図- 4.2.4.2 水域格子図

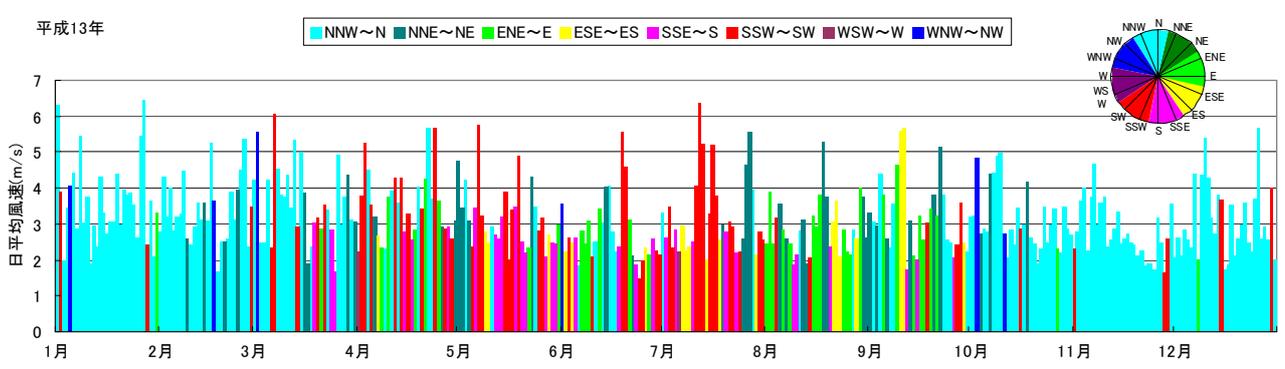


図- 4.2.4.3 風速風向図 (東京)

また、栄養塩の溶出速度、底泥 DO 消費速度のブロック分割を図- 4.2.4.4に、I-N、I-P の底泥溶出速度を表- 4.2.4.3に、底泥 DO 消費速度を表- 4.2.4.4にそれぞれ示す。なお、三番瀬と盤洲干潟の浄化機能については、3.1 での図-3.1.4.23 をもとに、I-N の溶出速度から各々100.4 mg/m²/day を差し引くとともに、アマモの浄化機能を、I-N、I-P の溶出速度から差し引くことにより考慮している。

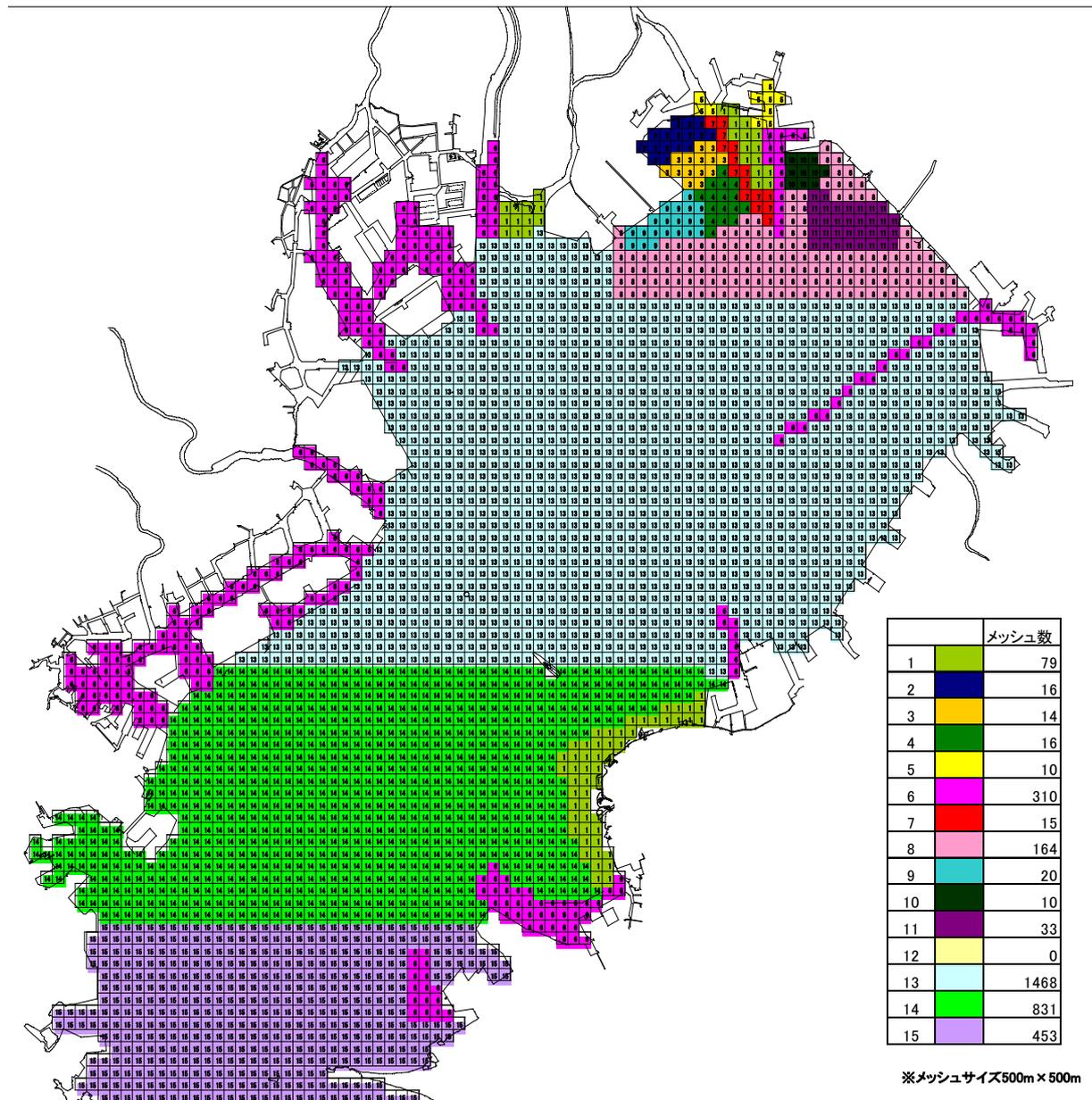


図- 4.2.4.4 栄養塩の溶出速度、底泥 DO 消費速度のブロック分割

表- 4.2.4.3 底泥溶出速度⁵⁾

(単位：mg/m²/day)

番号	I-N	I-P
①**	-72.5	-7.0
②**	-24.5	-3.5
③**	-120.0	-10.0
④**	15.0	-9.0
⑤	294.7	27.0
⑥	294.7	27.0
⑦	294.7	27.0
⑧	99.7	8.8
⑨	407.3	39.4
⑩	294.7	27.0
⑪	182.0	14.6
⑫	294.7	27.0
⑬	20.0	11.1
⑭	14.0	7.8
⑮	10.0	5.6

※表中の丸付番号は図- 4.2.4.4に示すエリア

** : 三番瀬の干潟浄化能力をもとにキャリブレーションした結果を入力

表- 4.2.4.4 底泥 DO 消費速度⁵⁾

番号	底泥 DO 消費速度の設定値 (mg/m ² /day)
①	967.8
②	1143.9
③	1143.9
④	2129.0
⑤	3643.7
⑥	2129.0
⑦	2129.0
⑧	956.4
⑨	3643.7
⑩	4410.0
⑪	5176.2
⑫	4410.0
⑬	956.4
⑭	669.5
⑮	478.2

※表中の丸付番号は図- 4.2.4.4に示すエリア

(2) 流域モデルと湾モデルとの境界条件

1) 流入河川(湾直接放流水処理場)条件

東京湾流域モデルによる平成 13 年の計算結果を入力した。

なお、流域モデルの計算項目は、COD、T-N、T-P、流量のみであるため、その他の項目については下記のとおりを設定した。

a) I-N、I-P

各設定値の一覧を表-4.2.4.5 に示す。規模の大きい河川については流入河川の実績水質による T-N と I-N、T-P と I-P の相関式 (図- 4.2.4.6、図- 4.2.4.7) を用いた。規模の小さい河川については図- 4.2.4.6、図- 4.2.4.7を用いて各流域の土地利用形態との関係を図- 4.2.4.5に整理した。

○I-N/T-N 割合の設定について

千葉 3 河川とそれ以外の流域で明らかに傾向が違い、千葉 3 河川以外では実績データが 4 点しかないが、市街地割合との相関が高いと考える。

また、千葉 3 河川については大きな違いが見られない。

そこで、設定方法としては下記のとおりとした。

(1) 花見川以西の流入流域

河口地点の市街地割合により割合を設定

(2) その他千葉県の流入流域

千葉 3 河川の平均値を一律設定

○I-P/T-P 割合の設定について

実績データは 6 点しかないが、畑・水田・市街地割合の総和との相関が比較的高い。そこで、設定方法としてはこの相関関係を用い、上限値を 0.85 とした。

処理場については、東京都下水道局 HP に掲載されている年平均放流水質 (T-N と I-N、および T-P と I-P) 割合の平均値を全処理場に適用した。

b) 水温

各設定値の一覧を表-4.2.4.5 に示す。規模の大きい流入河川の実績水温と気温のデータ (図- 4.2.4.10) を用い、東京湾流入河川全ての水温と気温 (気象庁大手町) の相関を整理した (図- 4.2.4.8)。この相関式により全ての流入河川の水温を設定するものとした。

処理場については図- 4.2.4.9に示す水温と気温の関係式を全処理場に適用した。

c) DO

流入河川水温に対する飽和濃度で与えた。

DO飽和濃度(mg / l)

$$= (10.291 - 0.2809T + 0.006009T^2 - 0.000063T^3) \times 32/27.4$$

d) Chl-a

流入河川の Chl-a は流山橋のみ実績値が存在しているため、この地点の COD~Chl-a 相関式(図- 4.2.4.11)を用いて、各河川の COD 計算値から Chl-a 値に変換して与えた。

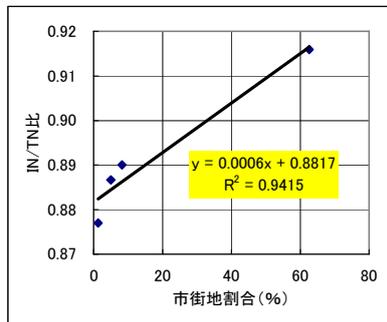
表- 4.2.4.5 流入河川・処理場設定値一覧

流域あるいは 処理場名	I-N/T-N	I-P/T-P	水温-気温一次相関式定数 水温=A×気温+B	
			A	B
利根川・江戸川流域	0.886	0.529	0.745	3.797
荒川流域	0.890	0.546	0.745	3.797
綾瀬川・中川流域	0.903	0.850	0.745	3.797
多摩川流域	0.900	0.553	0.745	3.797
隅田川流域	0.927	0.850	0.745	3.797
小櫃川流域	0.753	0.532	0.745	3.797
養老川流域	0.753	0.470	0.745	3.797
小糸川流域	0.753	0.508	0.745	3.797
鶴見川流域	0.920	0.823	0.745	3.797
村田川(千葉)	0.753	0.506	0.745	3.797
帷子川(神奈川)	0.928	0.850	0.745	3.797
都川(千葉)	0.753	0.817	0.745	3.797
目黒川(東京)	0.927	0.850	0.745	3.797
帷子川南残流域1	0.919	0.776	0.745	3.797
花見川(千葉)	0.925	0.850	0.745	3.797
帷子川南残流域2	0.924	0.848	0.745	3.797
養老川~小櫃川残流域1	0.753	0.556	0.745	3.797
養老川~小櫃川残流域2	0.753	0.690	0.745	3.797
矢那川(千葉)	0.753	0.544	0.745	3.797
海老川(千葉)	0.925	0.850	0.745	3.797
養老川~村田川残流域	0.753	0.815	0.745	3.797
江戸川~中川残流域	0.920	0.790	0.745	3.797
目黒川~多摩川残流域	0.899	0.534	0.745	3.797
都川~村田川残流域	0.753	0.715	0.745	3.797
海老川~花見川残流域	0.916	0.776	0.745	3.797
荒川~隅田川残流域	0.884	0.349	0.745	3.797
砂町処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
葛西処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
入江崎処理	0.905	0.167	0.483	13.871
芝浦処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
君津富津	0.905	0.167	0.483	13.871
北部第二	0.905	0.167	0.483	13.871
南部(千葉)	0.905	0.167	0.483	13.871
神奈川処理	0.905	0.167	0.483	13.871
中部処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
中央処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
花見川第二	0.905	0.167	0.483	13.871
森ヶ崎処理	0.905	0.167	0.483	13.871
追浜処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
金沢処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
南部神奈川	0.905	0.167	0.483	13.871
袖ヶ浦処理	0.905	0.167	0.483	13.871
木更津処理	0.905	0.167	0.483	13.871
西浦処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
江戸川第二	0.905	0.167	0.483	13.871
津田沼処理	0.905	0.167	0.483	13.871
高瀬処理場	0.905	0.167	0.483	13.871
有明処理場	0.905	0.167	0.483	13.871

水温-気温一次相関式

流域番号	流域名	山地	水田	畑	荒地	市街地	その他	水田+畑+市街地	IN/TN	IP/TP	a	b
0	利根川・江戸川流域	66.0	10.5	11.8	0.9	6.4	4.5	28.6	0.8855	0.5294		
1	荒川流域	60.5	7.6	8.9	0.4	14.2	8.3	30.8	0.8902	0.5455		
2	綾瀬川・中川流域	0.3	54.1	8.3	0.1	34.7	2.5	97.1	0.9025	0.8500		
3	多摩川流域	60.4	0.1	0.8	0.1	30.8	7.8	31.7	0.9002	0.5527		
4	隅田川流域	3.1	1.8	12.6	0.3	75.8	6.4	90.2	0.9272	0.8500		
5	小櫃川流域	67.0	23.9	2.5	1.1	2.5	2.9	29.0	0.7532	0.5321		
6	養老川流域	63.3	16.5	1.3	0.8	3.0	15.2	20.7	0.7532	0.4698		
7	小糸川流域	69.4	15.6	1.6	0.0	8.6	4.8	25.8	0.7532	0.5082		
8	鶴見川流域	15.5	0.4	2.9	0.0	64.4	16.7	67.8	0.9204	0.8231		
9	村田川(千葉)	54.5	11.8	5.5	0.9	8.2	19.1	25.5	0.7532	0.5056		
10	帷子川(神奈川)	1.8	0.0	0.9	0.9	77.9	18.6	78.8	0.9284	0.8500		
11	都川(千葉)	18.1	3.2	5.3	0.0	58.5	14.9	67.0	0.7532	0.8174		
12	目黒川(東京)	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0	24.0	76.0	0.9273	0.8500		
13	帷子川南残流域1	21.2	0.0	0.0	0.0	61.5	17.3	61.5	0.9186	0.7762		
14	花見川(千葉)	1.2	3.7	14.8	7.4	71.6	1.2	90.1	0.9247	0.8500		
15	帷子川南残流域2	0.0	0.0	0.0	0.0	71.1	28.9	71.1	0.9244	0.8480		
16	養老川～小櫃川残流域1	30.4	7.1	12.5	1.8	12.5	35.7	32.1	0.7532	0.5558		
17	養老川～小櫃川残流域2	18.4	31.6	0.0	0.0	18.4	31.6	50.0	0.7532	0.6897		
18	矢那川(千葉)	45.8	8.5	0.0	1.7	22.0	22.0	30.5	0.7532	0.5435		
19	海老川(千葉)	0.0	6.1	18.2	0.0	72.7	3.0	97.0	0.9253	0.8500		
20	養老川～村田川残流域	26.7	13.3	0.0	0.0	53.3	6.7	66.7	0.7532	0.8147		
21	江戸川～中川残流域	0.0	0.0	0.0	0.0	63.3	36.7	63.3	0.9197	0.7897		
22	目黒川～多摩川残流域	0.0	0.0	0.0	0.0	29.2	70.8	29.2	0.8992	0.5335		
23	都川～村田川残流域	13.3	0.0	0.0	0.0	53.3	33.3	53.3	0.7532	0.7147		
24	海老川～花見川残流域	0.0	0.0	3.8	7.7	57.7	30.8	61.5	0.9163	0.7762		
25	荒川～隅田川残流域	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	95.5	4.5	0.8844	0.3488		
0'	利根川栗橋上流	68.1	10.4	11.6	0.9	4.9	3.9	27.0	0.8867	0.6786		
0''	江戸川流山上流	67.1	10.6	11.8	0.9	5.2	4.3	27.7			0.8316	1.7140
1'	荒川秋ヶ瀬堰上流	66.9	8.3	9.1	0.3	8.3	7.0	25.7	0.8900	0.3236		
1''	荒川笹目橋上流	65.7	8.2	9.0	0.3	9.1	7.7	26.3			0.6780	5.6685
2'	中川八条上流	0.1	69.4	7.4	0.1	20.6	2.3	97.5				0.7951
3'	多摩川調布橋上流	98.5	0.0	0.0	0.0	1.3	0.2	1.3	0.8770	0.3966	0.6056	4.2425
5'	小櫃川小櫃橋上流	67.5	23.4	2.6	1.1	2.6	2.9	28.5	0.7883	0.5505	0.9213	0.3249
6'	養老川養老大橋上流	63.6	16.5	1.3	0.8	3.0	14.8	20.8	0.7247	0.3731	1.0121	-0.8087
7'	小糸川人見橋上流	74.3	16.4	0.6	0.0	7.0	1.8	24.0	0.7466		0.7493	3.1120
8'	鶴見川亀の子橋上流	23.2	0.6	4.5	0.0	62.6	9.0	67.7	0.9159	0.8458	0.6454	7.7714

IN/TN比と市街地割合の関係(千葉3河川抜き)



IP/TP比と畑・水田・市街地割合の関係

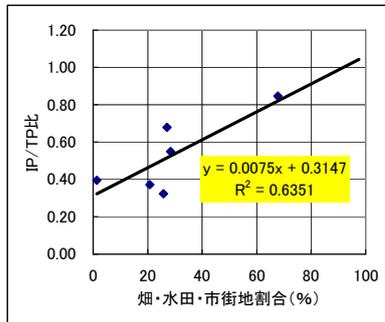


図- 4.2.4.5 流入河川の I-N/T-P 比、I-P/T-P 比及び水温-相関式と土地利用比率の関係

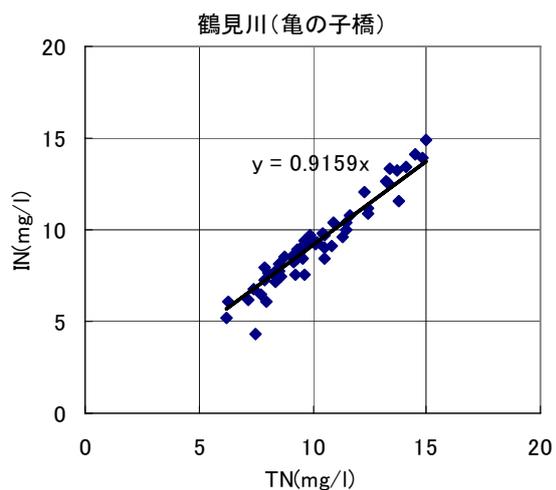
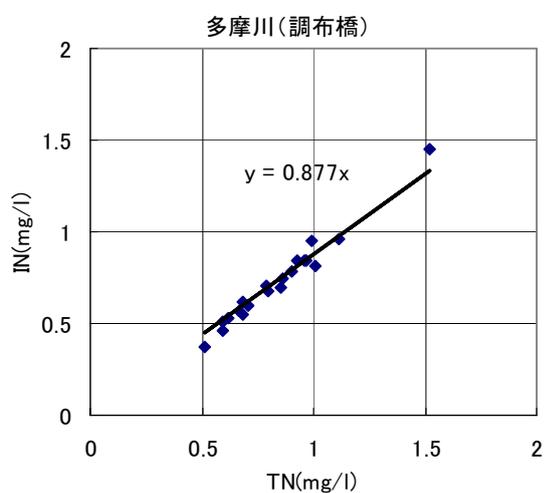
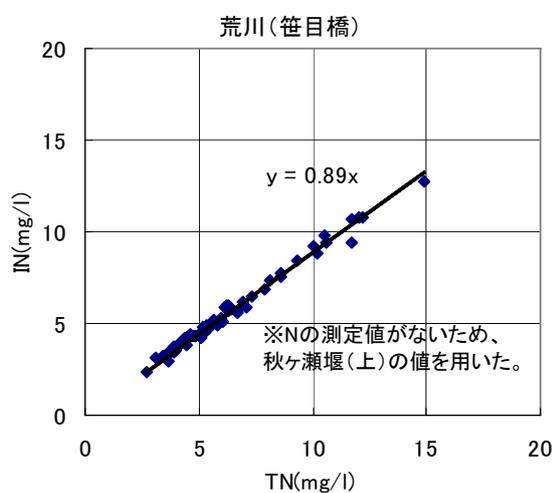
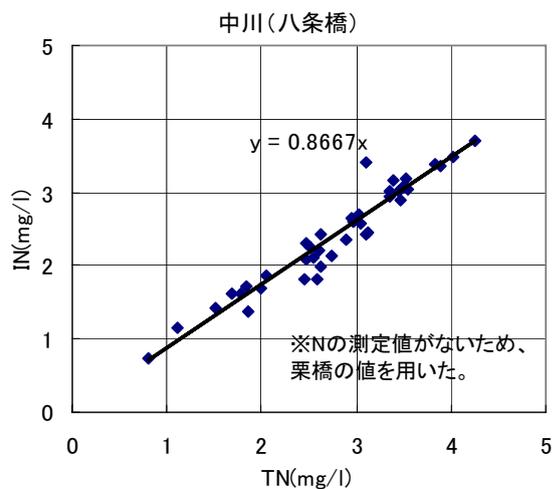
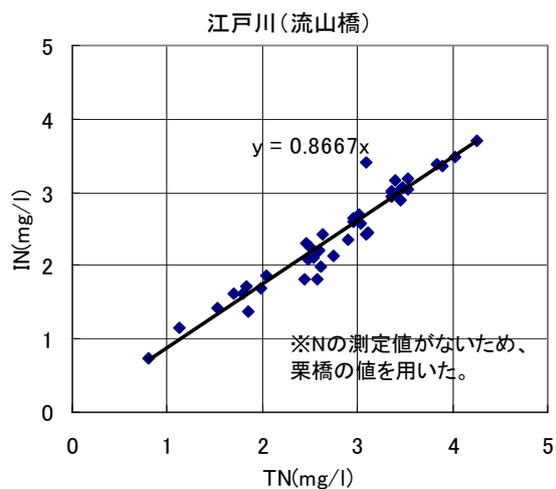


図- 4.2.4.6 (1) 流入河川の T-N と I-N の関係

(H8~H12 年水質年表より)

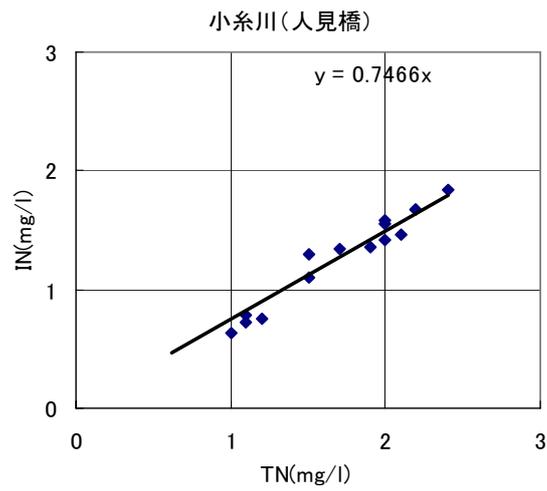
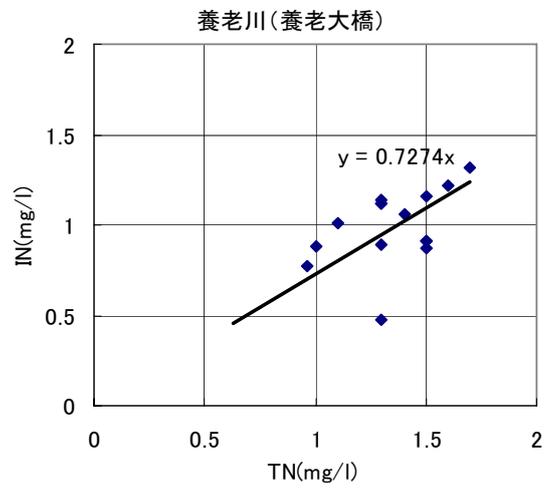
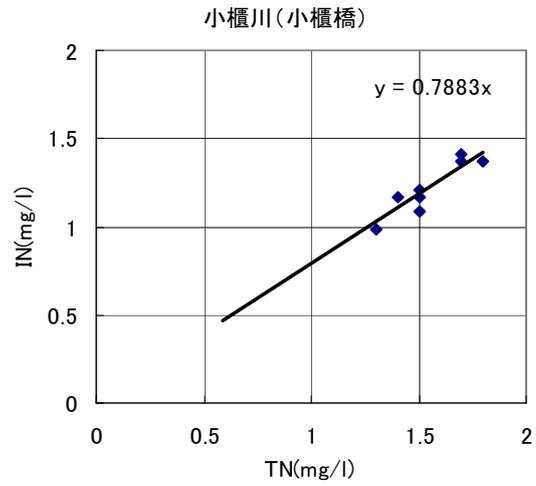


図- 4.2.4.6 (2) 流入河川の T-N と I-N の関係 (H8~H12 年水質年表より)

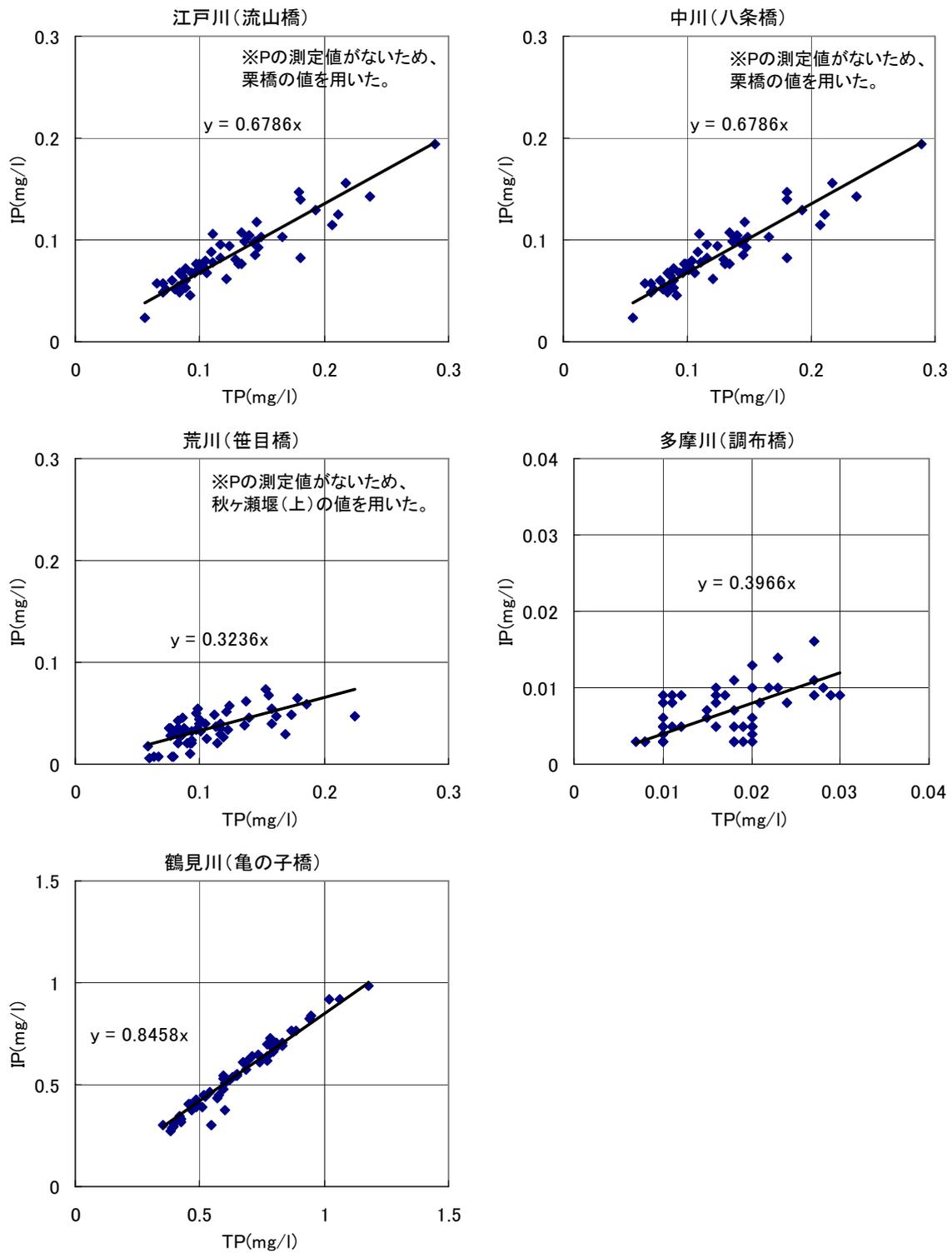


図- 4.2.4.7 (1) 流入河川の T-P と I-P の関係 (H8~H12 年水質年表より)

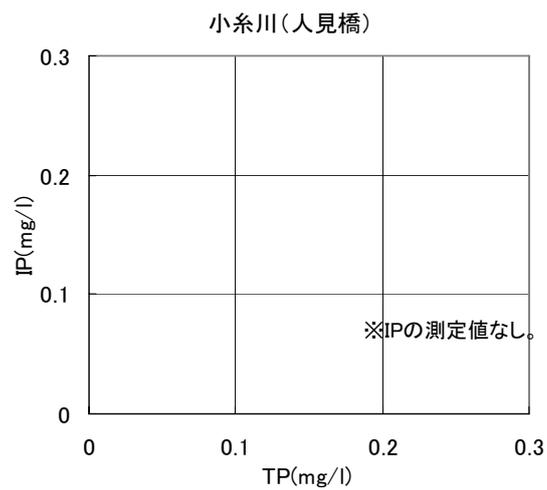
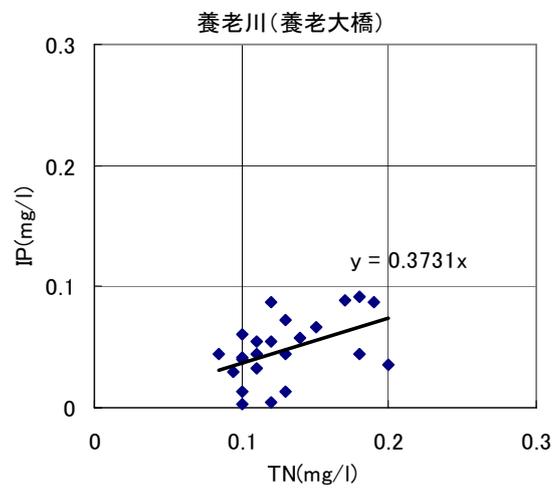
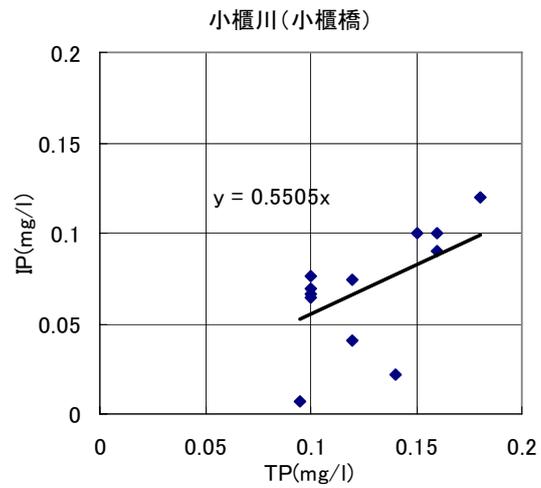


図- 4.2.4.7 (2) 流入河川の T-P と I-P の関係 (H8~H12 年水質年表より)

水温-気温散布図(東京湾流入河川全地点)

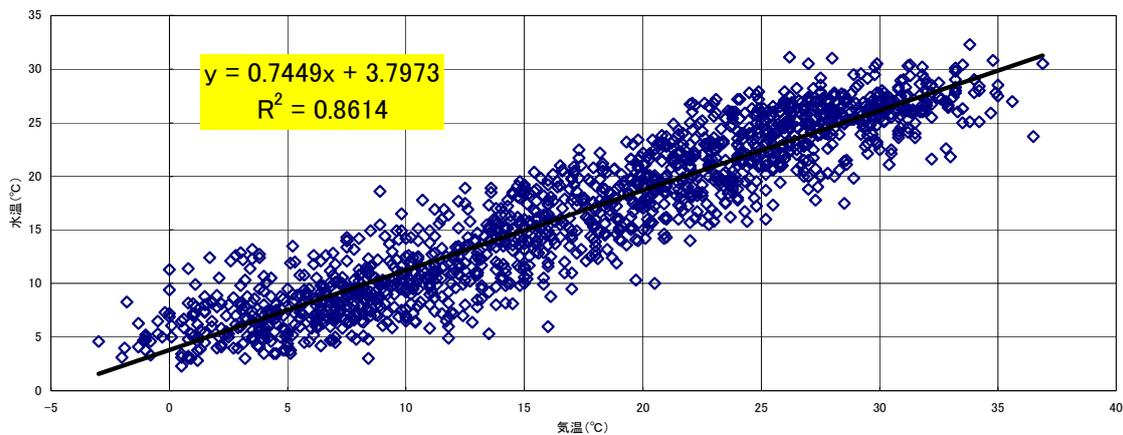
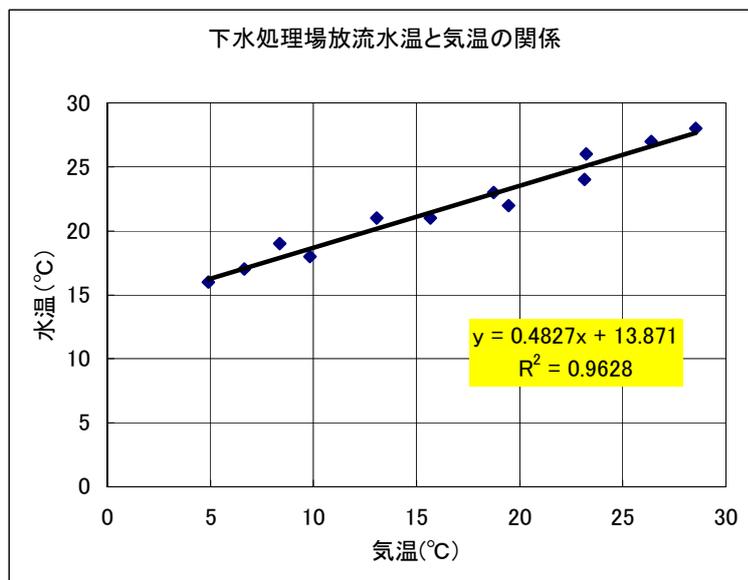


図- 4.2.4.8 東京湾流入河川の水温と気温の関係

2001年

月	水温	気温
1	16	4.9
2	17	6.6
3	18	9.8
4	21	15.7
5	22	19.5
6	24	23.1
7	28	28.5
8	27	26.4
9	26	23.2
10	23	18.7
11	21	13.1
12	19	8.4
平均	21.8	16.5



※水温データは東京都下水道局による観測値から算出したもの¹⁾
 ※気温データはアメダス東京(大手町)の月平均気温

1)都市の水・エネルギー利用が水域に及ぼす熱影響のモデル化と
 東京都区部下水道への適用: 水文水資源学会誌第17巻1号2004 PP13-21

図- 4.2.4.9 下水処理場の水温と気温の関係

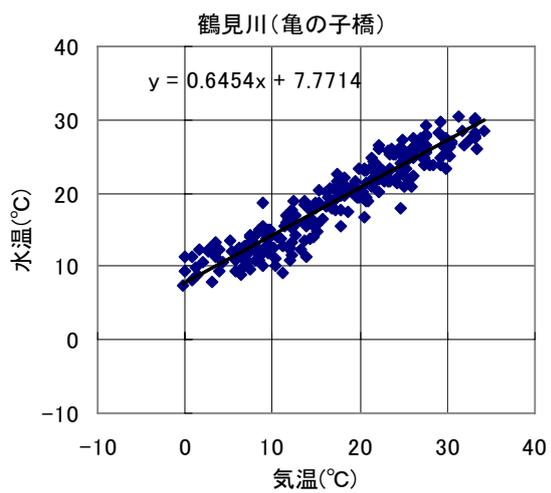
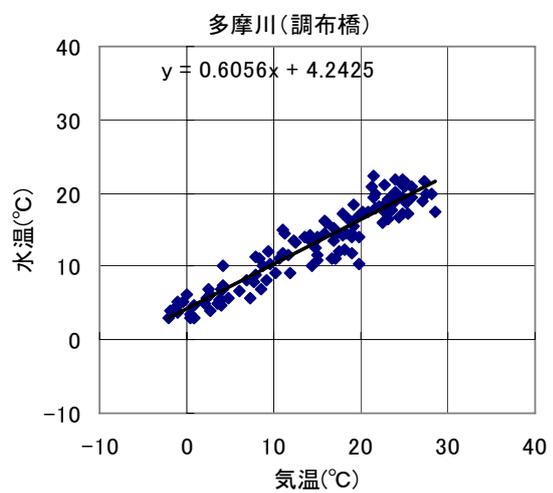
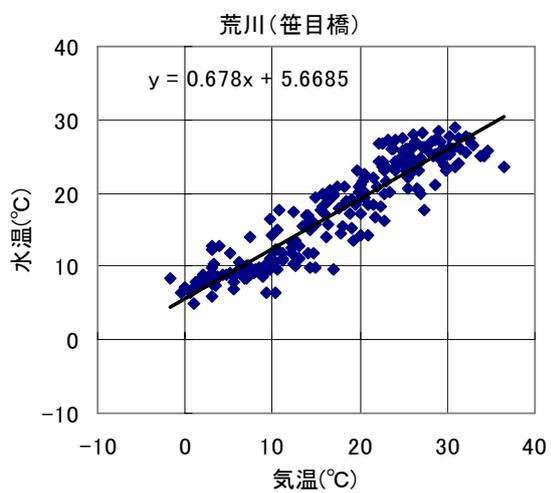
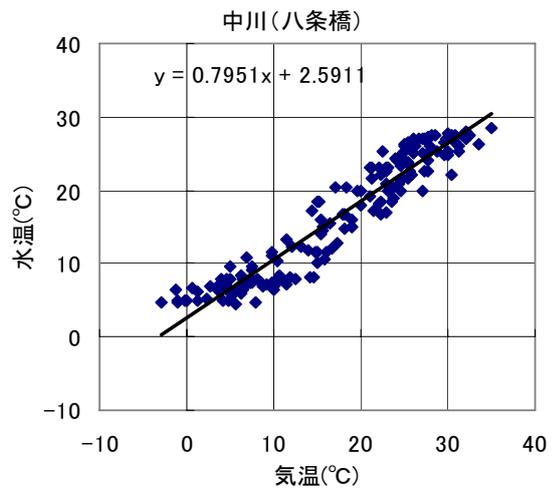
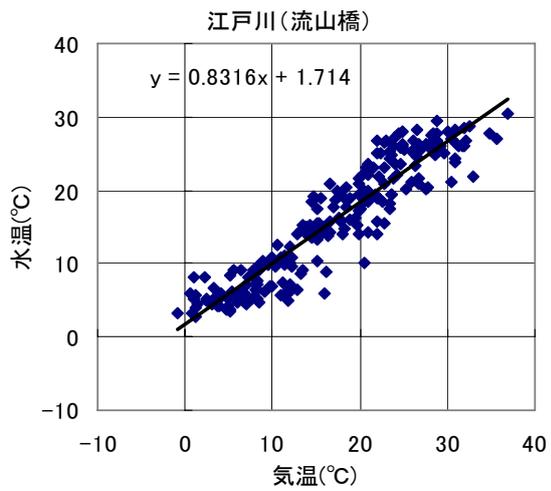


図- 4.2.4.10 (1) 流入河川の気温と水温の関係 (H8~H12年水質年表より)

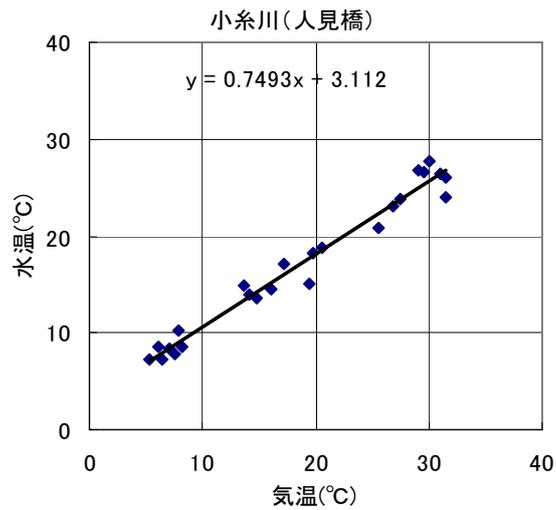
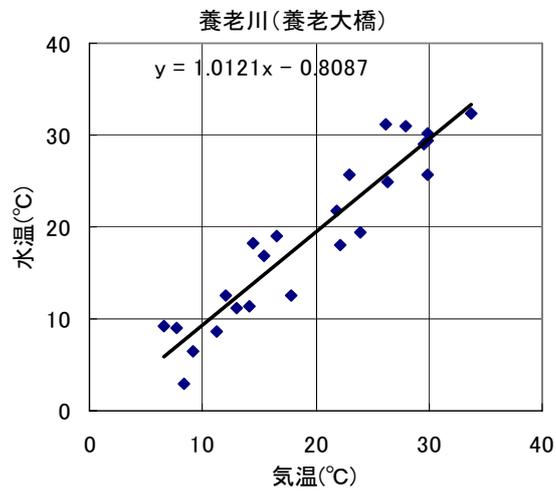
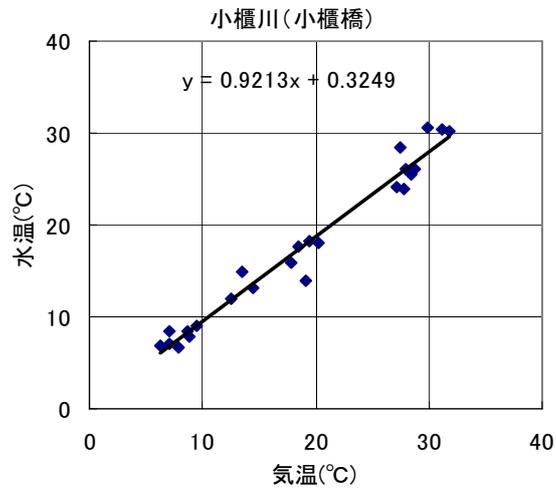


図- 4.2.4.10(2) 流入河川の気温と水温の関係 (H8～H12年水質年表より)

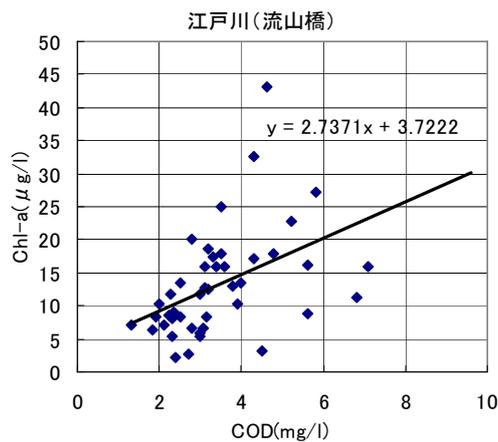


図- 4.2.4.11 江戸川（流山橋）の COD と Chl-a の関係 （H8～H12 年水質年表より）

(3) 潮流楕円の検証

図- 4.2.4.12に示す地点において潮流楕円の検証を行った結果を図- 4.2.4.13に、潮汐流検証計算流況図を図- 4.2.4.14に示す。潮流楕円の検証より、湾口に近い A 地点が最も実績と計算の整合がよい。その他 2 地点についても楕円形状は若干異なるものの、潮流の方向および速度は概ね実績を再現できている。

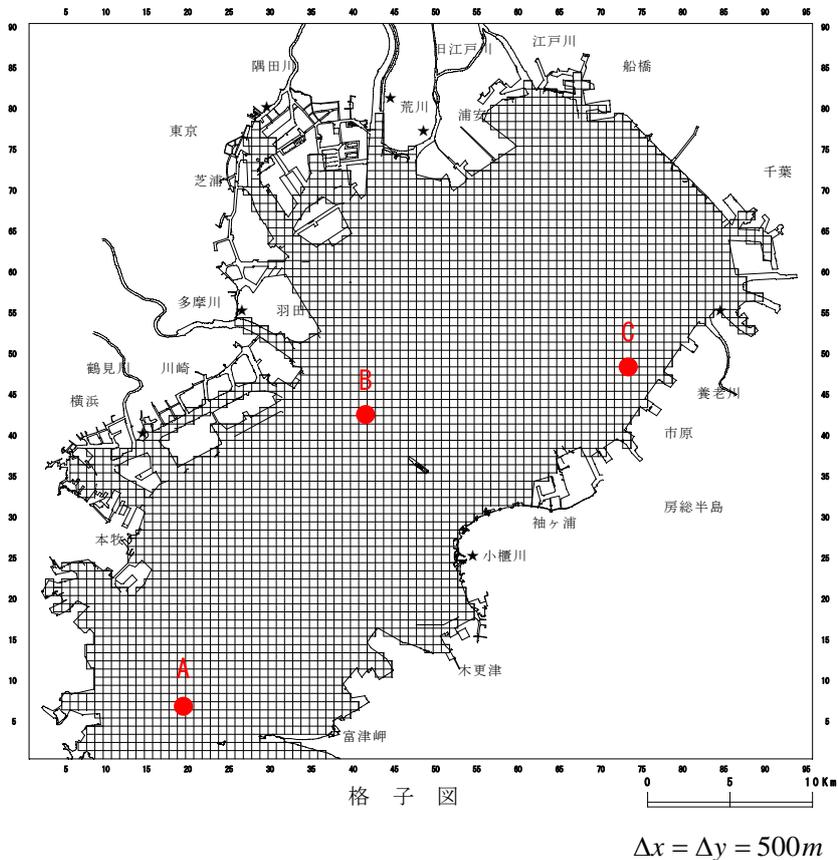


図- 4.2.4.12 潮流検証対象地点

表 潮流 9 昼夜調和分解成果表

場所 : TOKYOWAN
 測点 : 230529
 位置 : 東経 139° 43' 6"
 北緯 35° 19' 36"
 観測層 : 5.0 m
 観測年月日 : 1970年 3月 9日 ~ 3月 17日
 測定器 :

C地点

分潮	北方分速		東方分速		橢円要素						主流向 19°	
					長軸			短軸				
	流速 cm/sec	遅角 °	流速 cm/sec	遅角 °	方向 °	流速 cm/sec	遅角 °	方向 °	流速 cm/sec	遅角 °		方向 °
M2	13.6	71	6.2	136	13	13.9	76	103	5.5	166	13.8	78
S2	9.1	91	3.9	167	7	9.2	94	97	3.7	184	9.0	99
K2	2.5	91	1.0	167	7	2.5	94	97	1.0	184	2.4	99
N2												
K1	2.6	347	4.2	45	67	4.5	34	157	2.1	124	3.4	7
O1	2.1	115	1.5	209	354	2.1	111	84	1.5	201	2.0	130
P1	0.9	347	1.4	45	67	1.5	34	157	0.7	124	1.1	7
Q1												
M4	0.3	332	0.5	201	295	0.6	11	25	0.2	281	0.2	297
MS4	1.1	351	0.5	152	335	1.2	347	65	0.2	77	0.9	355
AO	-1.7		-3.0			3.5			2.41			-2.6

表 潮流 10 昼夜調和分解成果表

場所 : TOKYOWAN
 測点 : 230532
 位置 : 東経 139° 50' 0"
 北緯 35° 29' 0"
 観測層 : 5.0 m
 観測年月日 : 1970年 3月 10日 ~ 3月 19日
 測定器 :

B地点

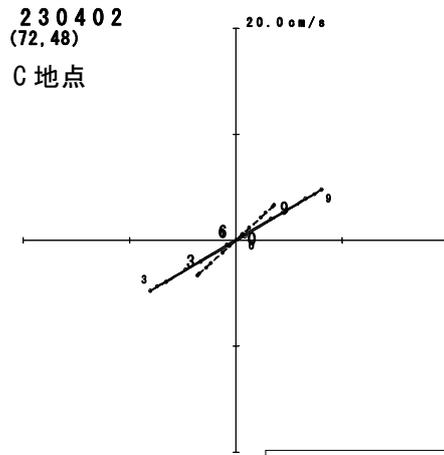
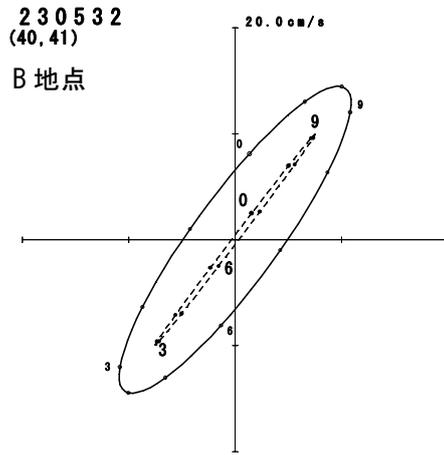
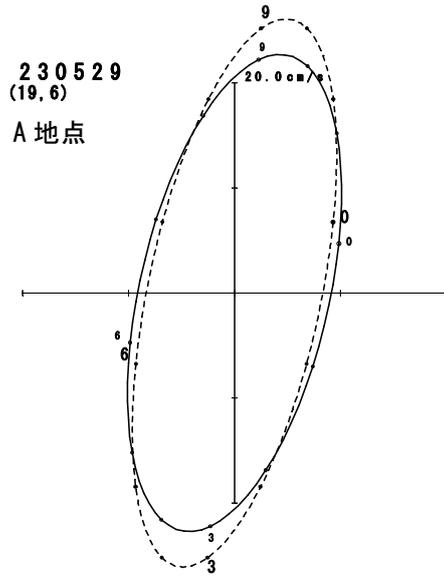
分潮	北方分速		東方分速		橢円要素						主流向 51°	
					長軸			短軸				
	流速 cm/sec	遅角 °	流速 cm/sec	遅角 °	方向 °	流速 cm/sec	遅角 °	方向 °	流速 cm/sec	遅角 °		方向 °
M2	9.6	75	8.1	66	40	12.5	71	130	0.9	341	12.3	70
S2	4.9	93	2.8	99	30	5.7	95	120	0.2	185	5.3	96
K2	1.3	93	0.8	99	30	1.5	95	120	0.1	185	1.4	96
N2												
K1	4.9	55	8.2	131	78	8.4	124	168	4.7	214	7.7	108
O1	4.2	63	5.2	90	52	6.5	80	142	1.5	170	6.5	80
P1	1.6	55	2.7	131	78	2.8	124	168	1.5	214	2.6	108
Q1												
M4	0.8	10	0.7	312	35	0.9	349	125	0.5	259	0.9	341
MS4	2.3	305	1.0	320	23	2.5	307	113	0.2	37	2.2	310
AO	2.1		-6.7			7.0			2.88			-3.9

表 潮流 15 昼夜調和分解成果表

場所 : CHIBAKO ANEGASA
 測点 : 230402
 位置 : 東経 140° 0' 30"
 北緯 35° 30' 48"
 観測層 : 5.0 m
 観測年月日 : 1963年 3月 1日 ~ 3月 16日
 測定器 :

A地点

分潮	北方分速		東方分速		橢円要素						主流向 64°	
					長軸			短軸				
	流速 cm/sec	遅角 °	流速 cm/sec	遅角 °	方向 °	流速 cm/sec	遅角 °	方向 °	流速 cm/sec	遅角 °		方向 °
M2	3.3	64	5.1	65	57	6.1	65	147	0.1	155	6.0	65
S2	1.5	74	3.0	91	64	3.3	88	154	0.4	178	3.3	88
K2	0.4	74	0.8	91	64	0.9	88	154	0.1	178	0.9	88
N2	0.8	287	1.1	21	276	1.1	206	6	0.8	296	1.1	2
K1	2.0	331	2.8	55	83	2.8	50	173	2.0	140	2.8	37
O1	1.9	333	2.6	26	59	2.9	11	149	1.3	101	2.9	13
P1	0.7	331	0.9	55	83	0.9	50	173	0.6	140	0.9	37
Q1	1.3	54	0.9	213	323	1.5	47	53	0.3	137	0.4	183
M4	0.2	309	0.1	248	25	0.2	296	115	0.1	206	0.2	273
MS4	0.2	83	0.5	264	293	0.5	84	23	0.0	354	0.3	264
AO	-6.9		-4.4			8.2			2.12			-7.0



凡 例
 実測値 ———
 計算値 - - - - -

図- 4.2.4.13 潮流橢円検証結果

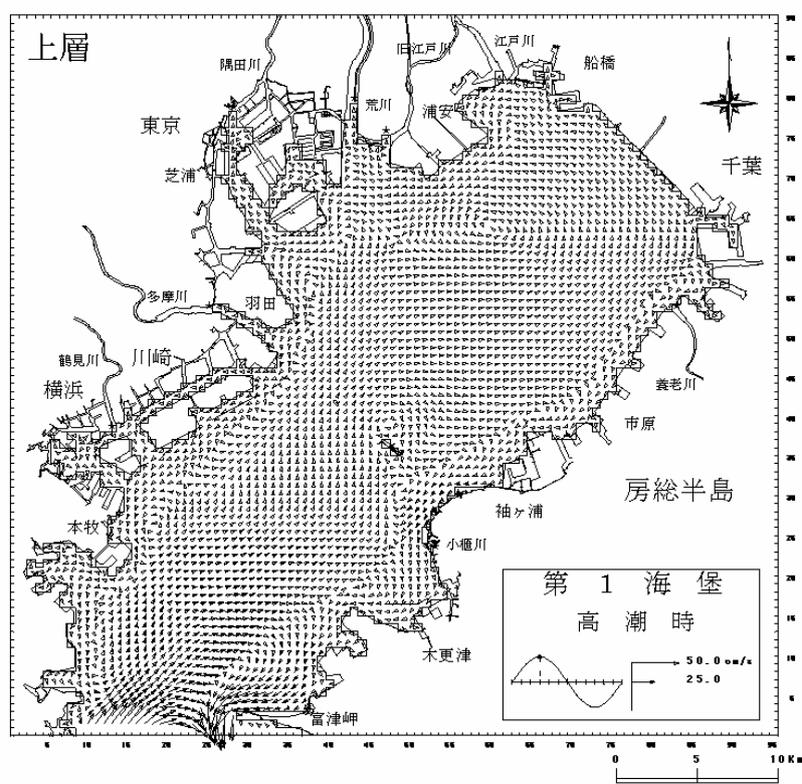
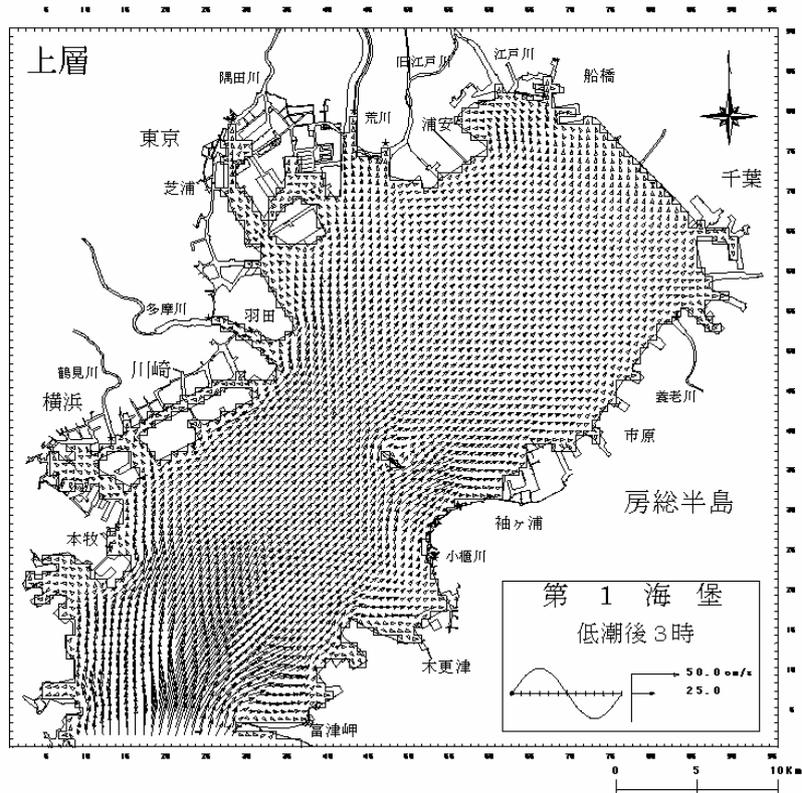


図- 4.2.4.14 (1) 潮汐流検証計算流況図

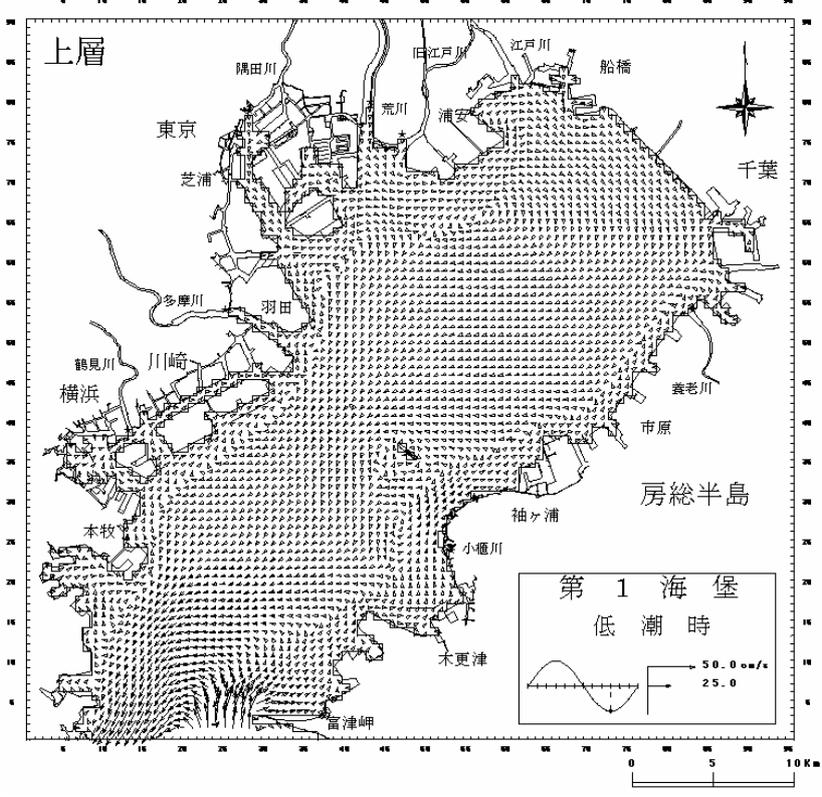
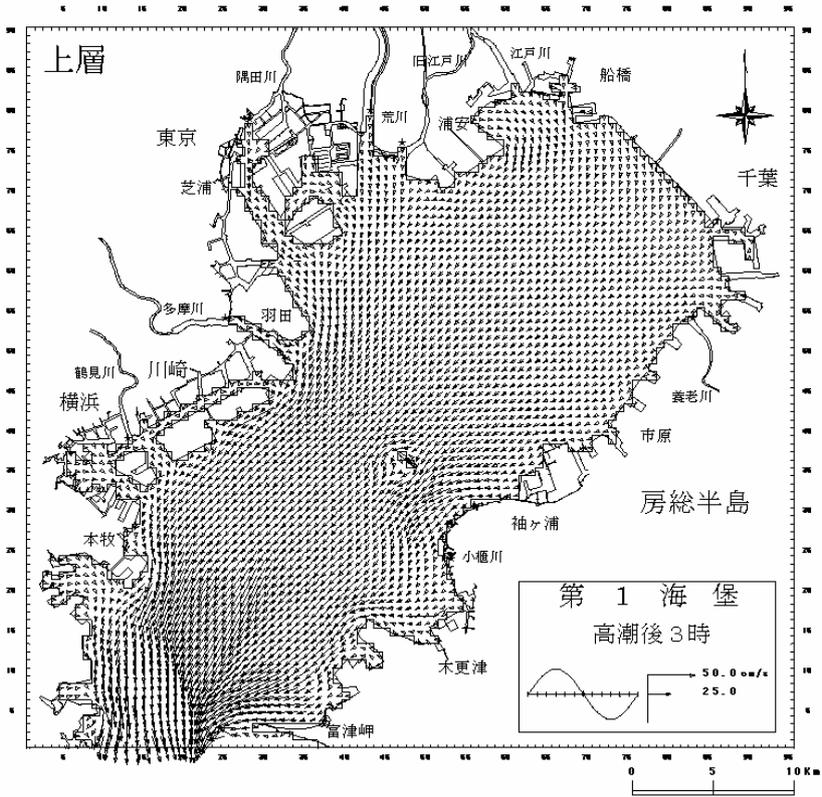


図- 4.2.4.14 (2) 潮汐流検証計算流況図

(4) 東京湾の水質の検証

図- 4.2.4.15に示す 5 地点において水質(COD、T-N、T-P、DO、Chl-a)の検証を行った。各地点の水質の年間変化を図- 4.2.4.16に、湾内水質の平面分布(各月 15 日 12 時)を図- 4.2.4.17～図- 4.2.4.20にそれぞれ示す。

図- 4.2.4.16より、計算結果と実績水質の整合状況は概ね良好であるが、T-N については実績水質よりやや計算水質が高く、湾奥部(東京湾 3、東京湾 5)では Chl-a の計算水質も実績水質より高いものの、COD、T-P 濃度が概ね良好に再現できている。また物質毎の各月 15 日 12 時の平面分布の変化を図- 4.2.4.17～図- 4.2.4.20に示す。

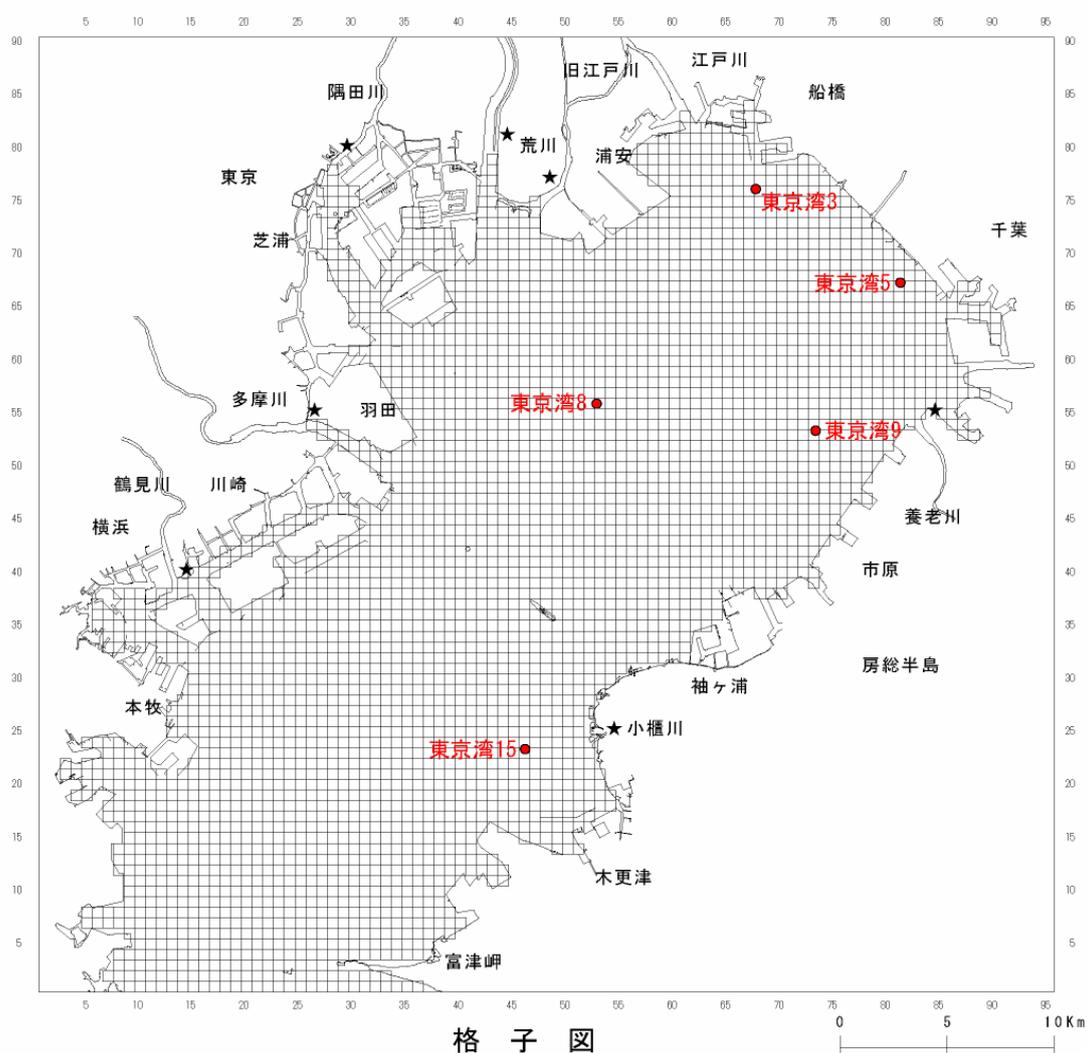


図- 4.2.4.15 検証地点図

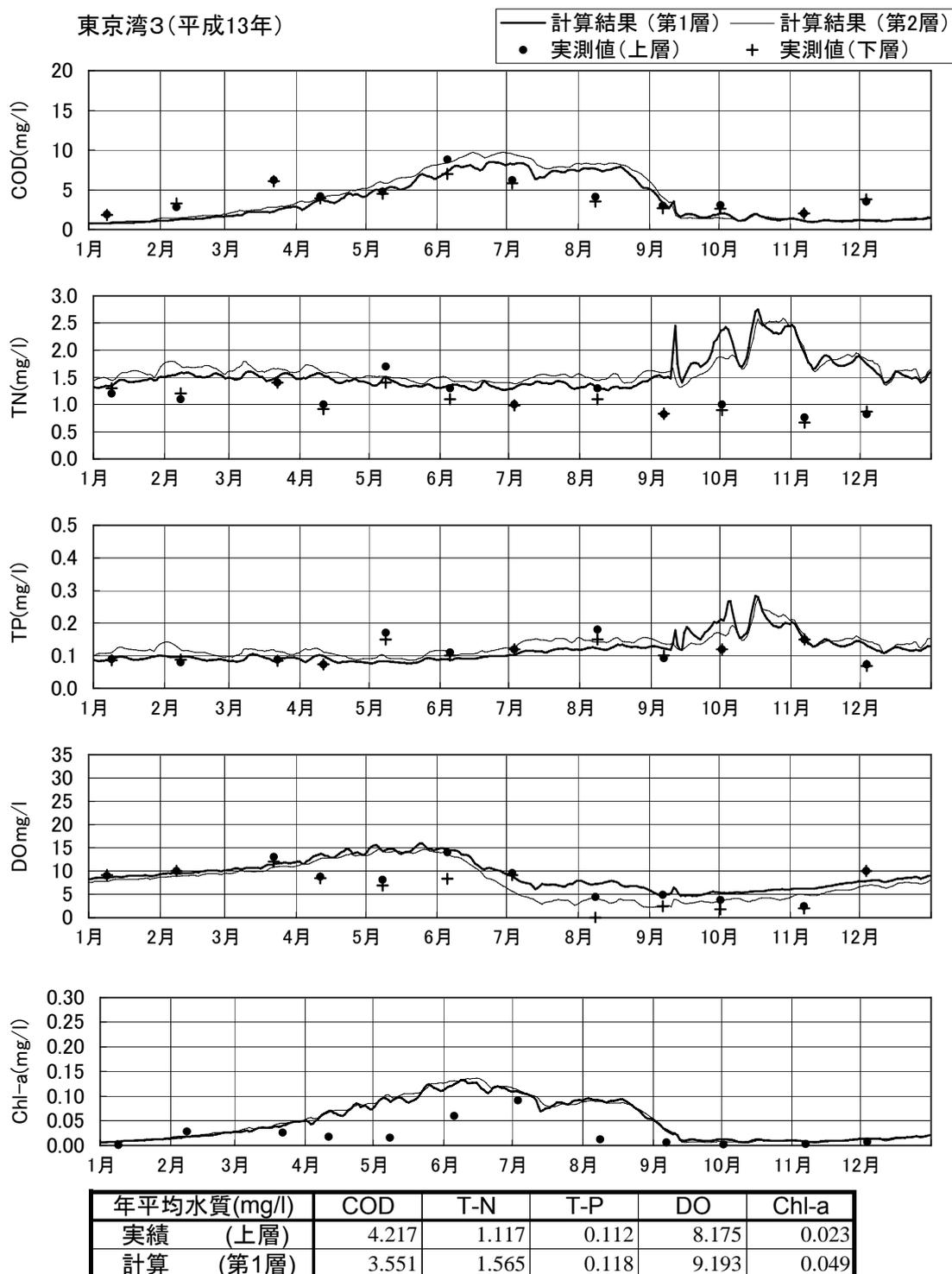


図- 4.2.4.16 (1) 検証グラフ

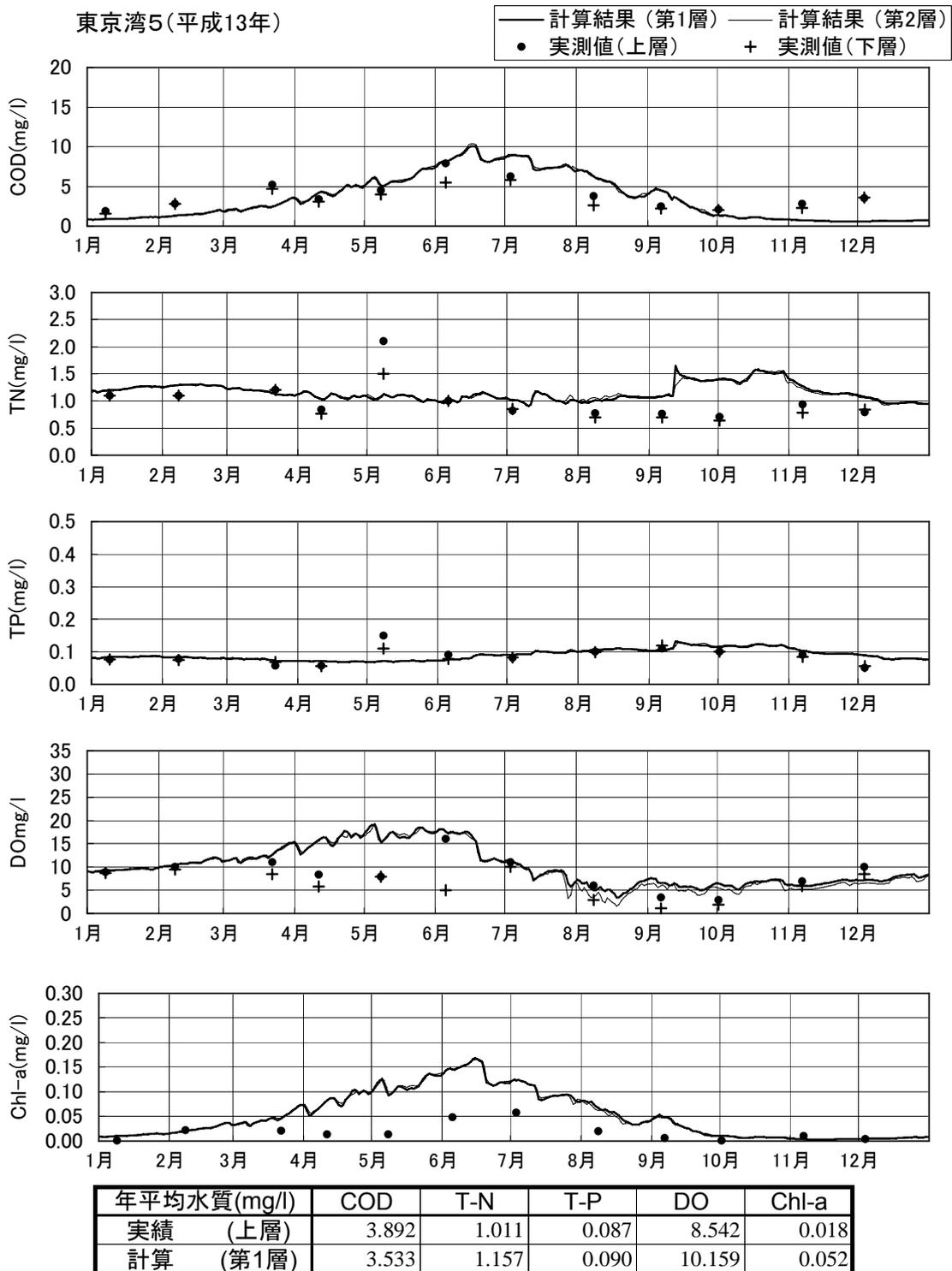


図- 4.2.4.16(2) 検証グラフ

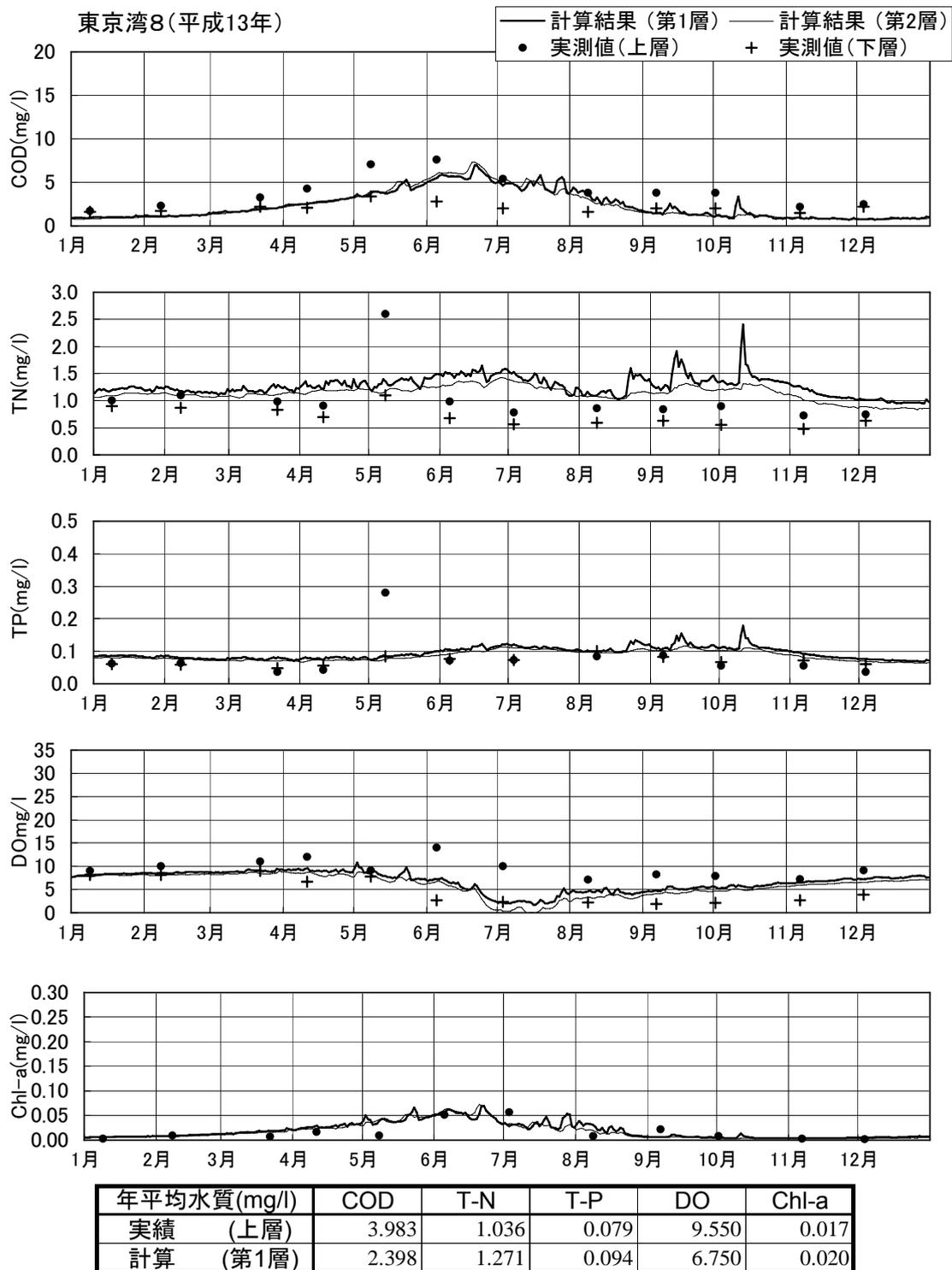


図- 4.2.4.16 (3) 検証グラフ

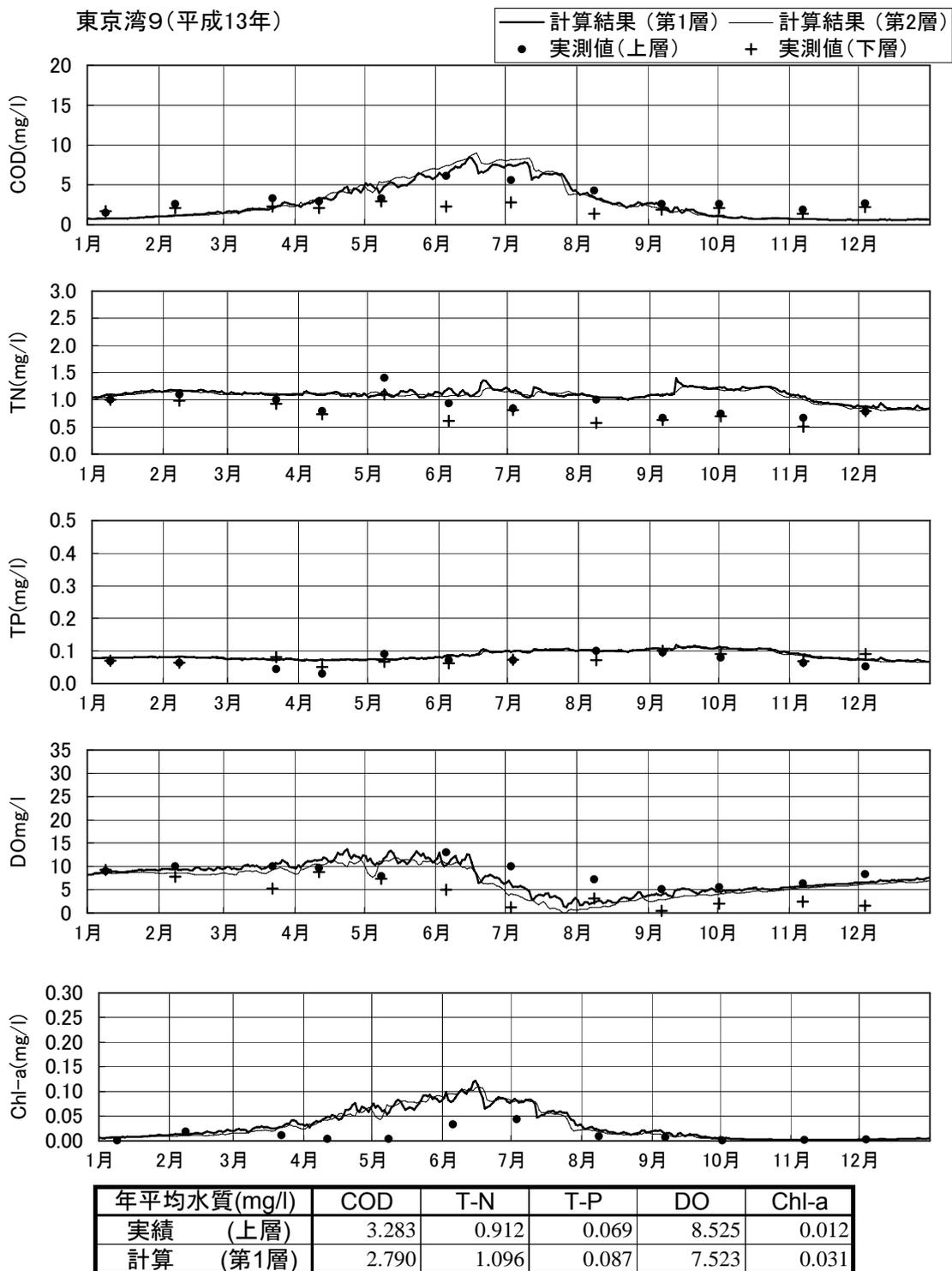


図- 4.2.4.16 (4) 検証グラフ

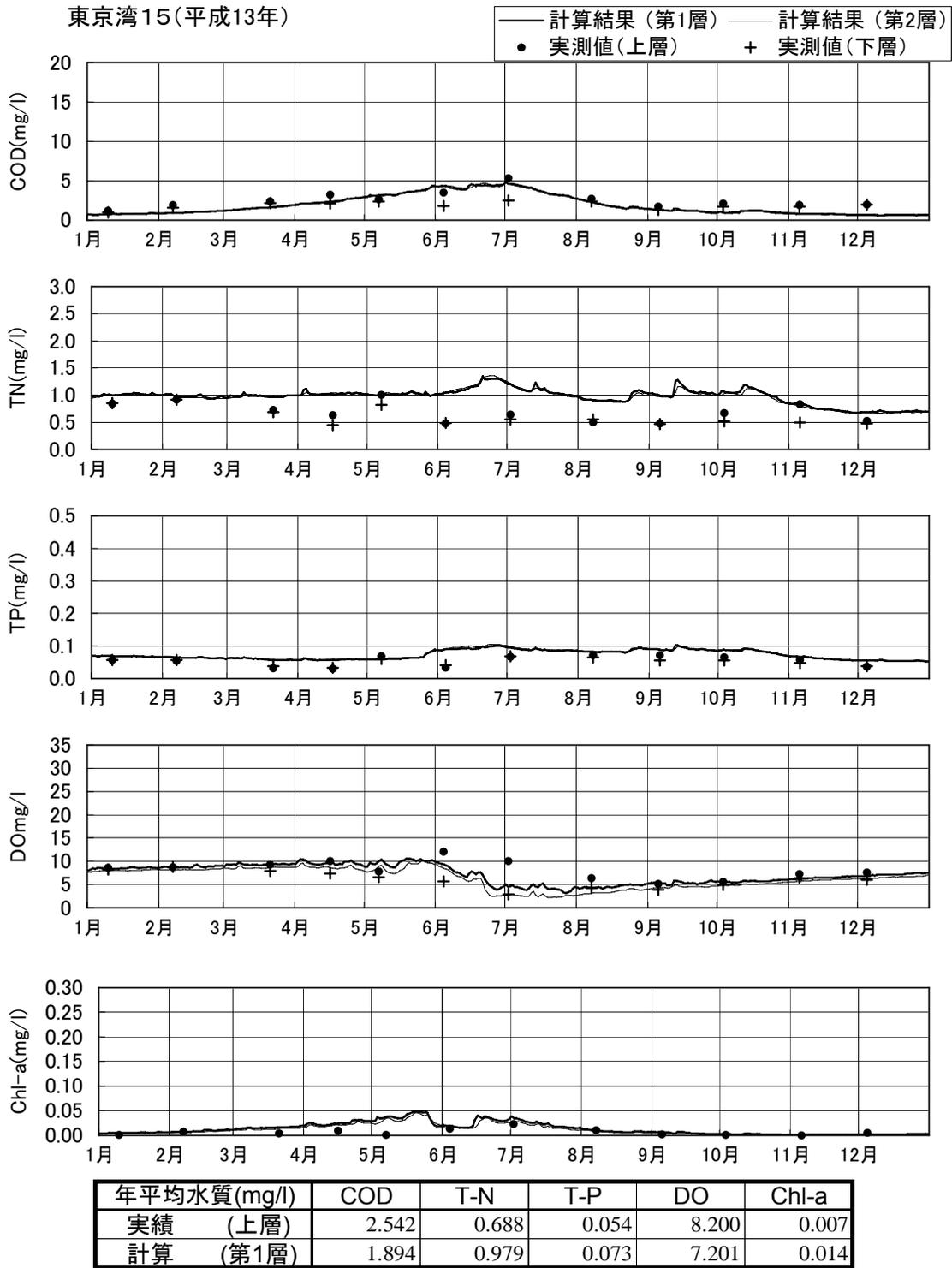


図- 4.2.4.16 (5) 検証グラフ

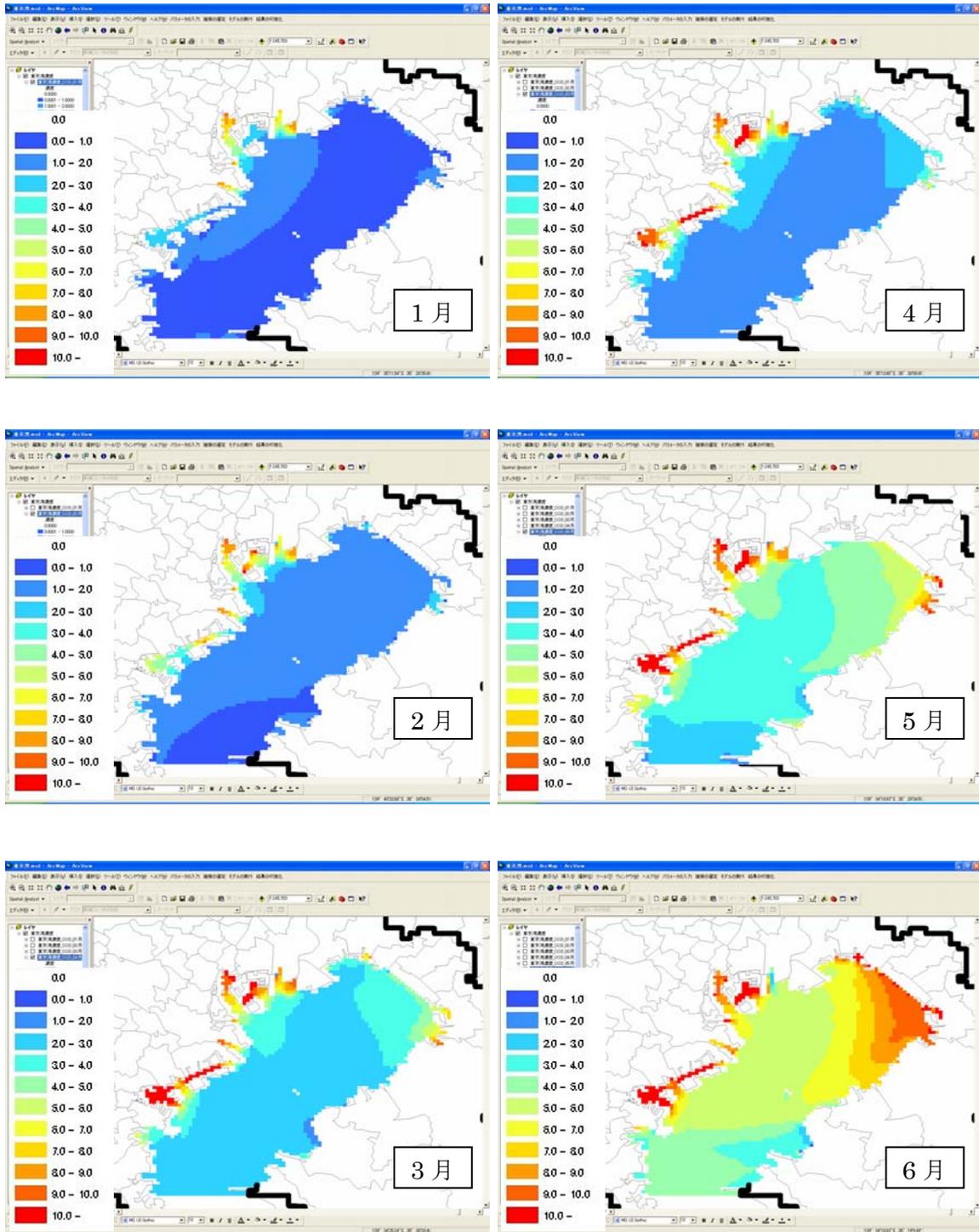


图- 4.2.4.17 (1) 湾内 COD 平面分布(1月~6月)

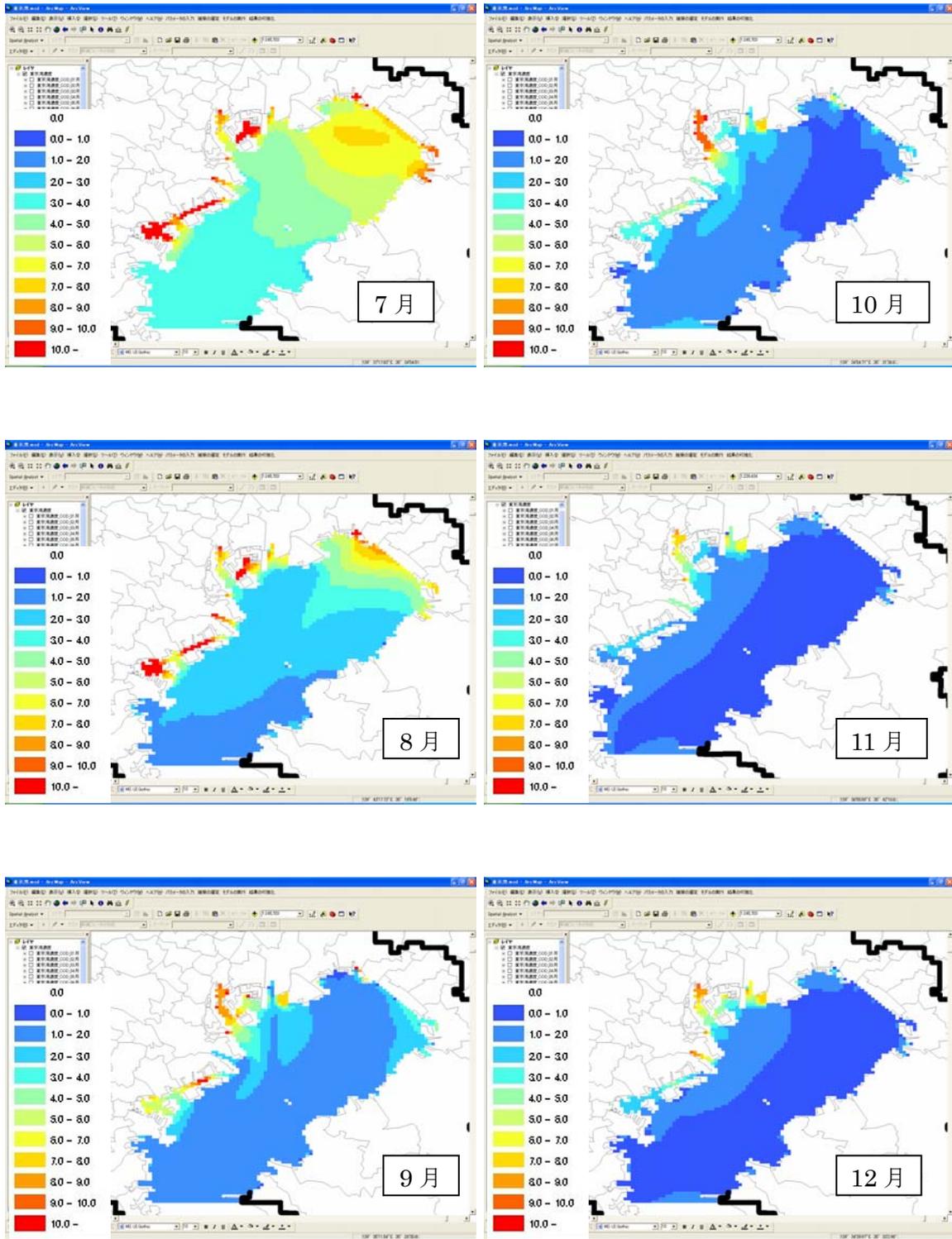


图- 4.2.4.17 (2) 湾内 COD 平面分布(7月~12月)

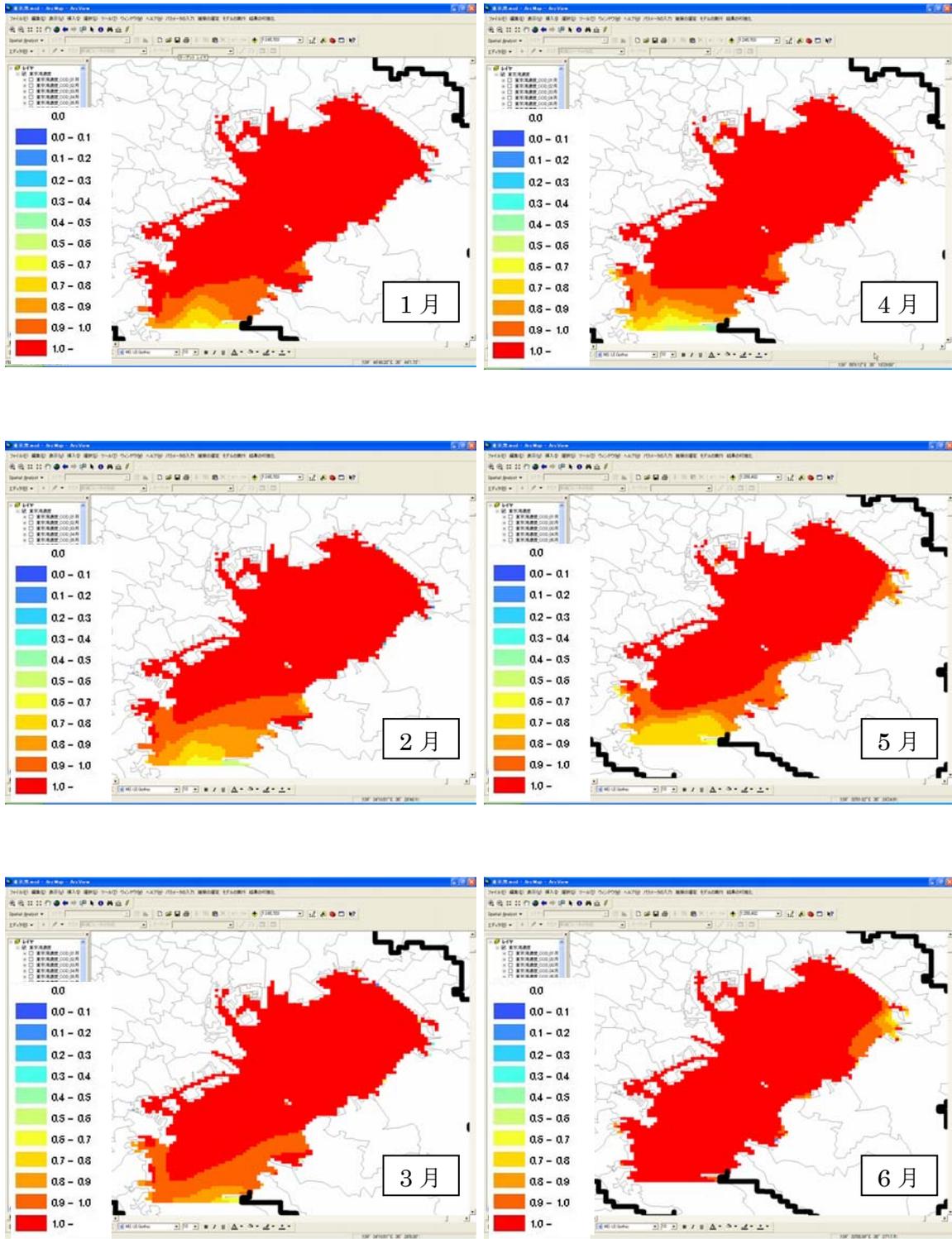


图- 4.2.4.18 (1) 湾内 T-N 平面分布(1月~6月)

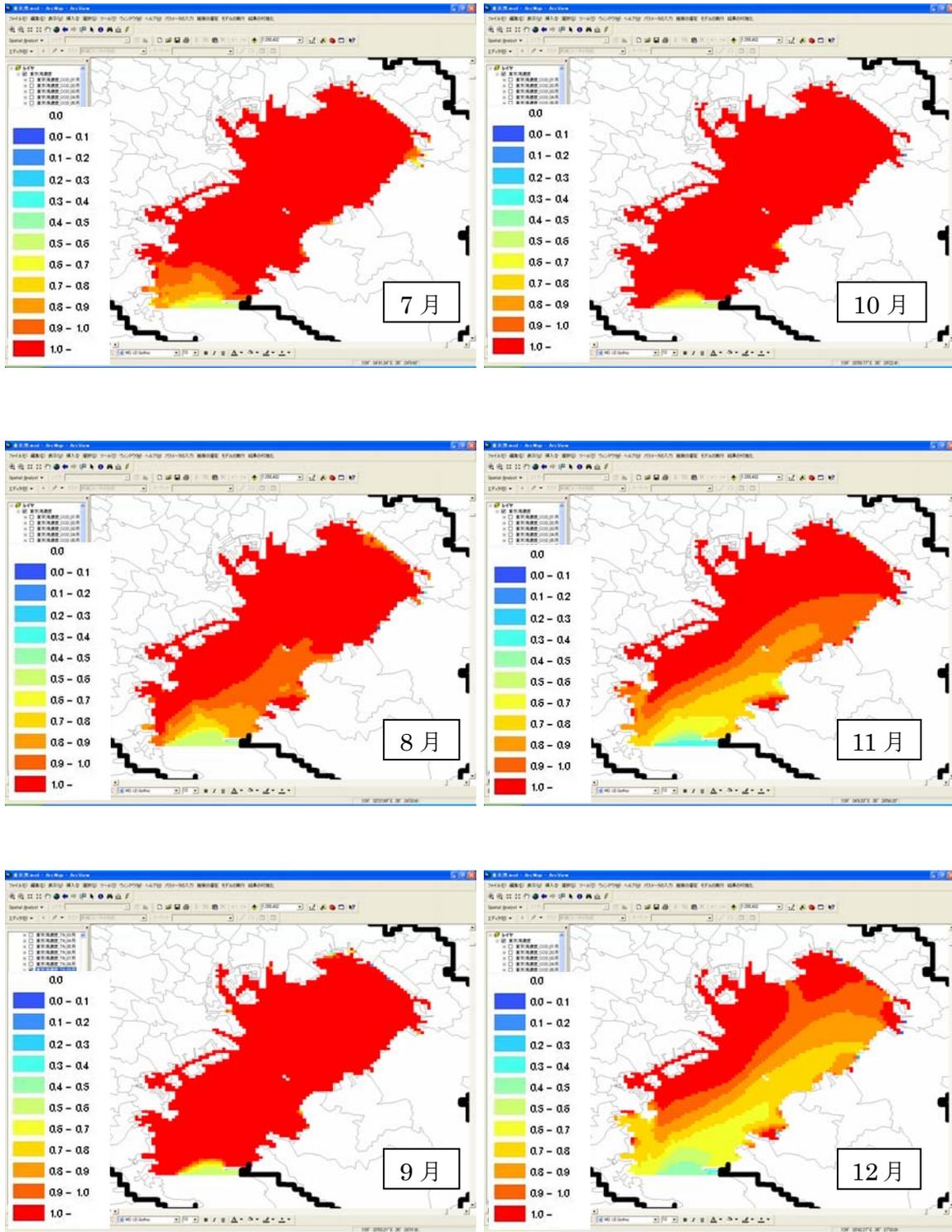


图- 4.2.4.18 (2) 湾内 T-N 平面分布(7月~12月)

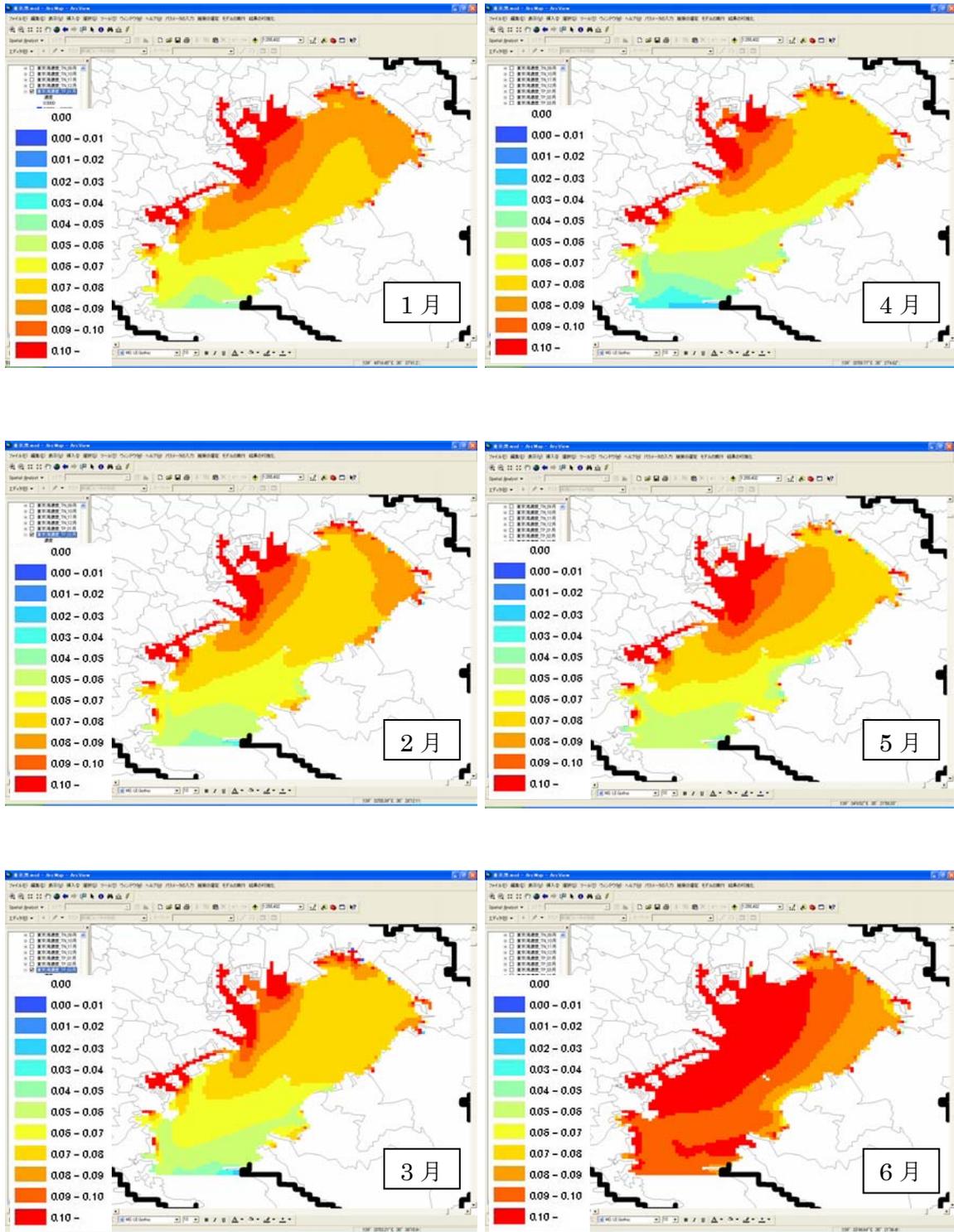


图- 4.2.4.19 (1) 湾内 T-P 平面分布(1月~6月)

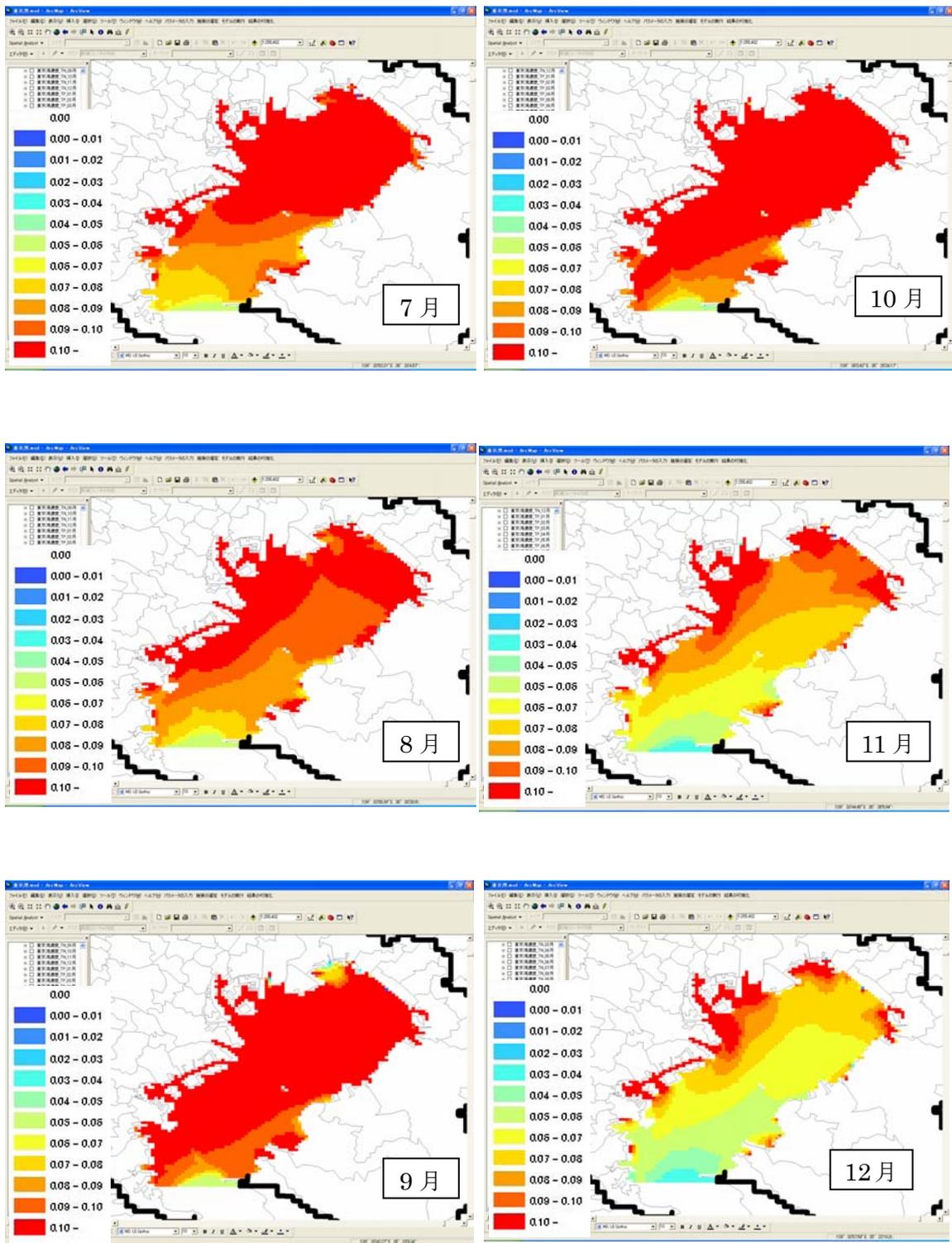


图- 4.2.4.19 (2) 湾内 T-P 平面分布(7月~12月)

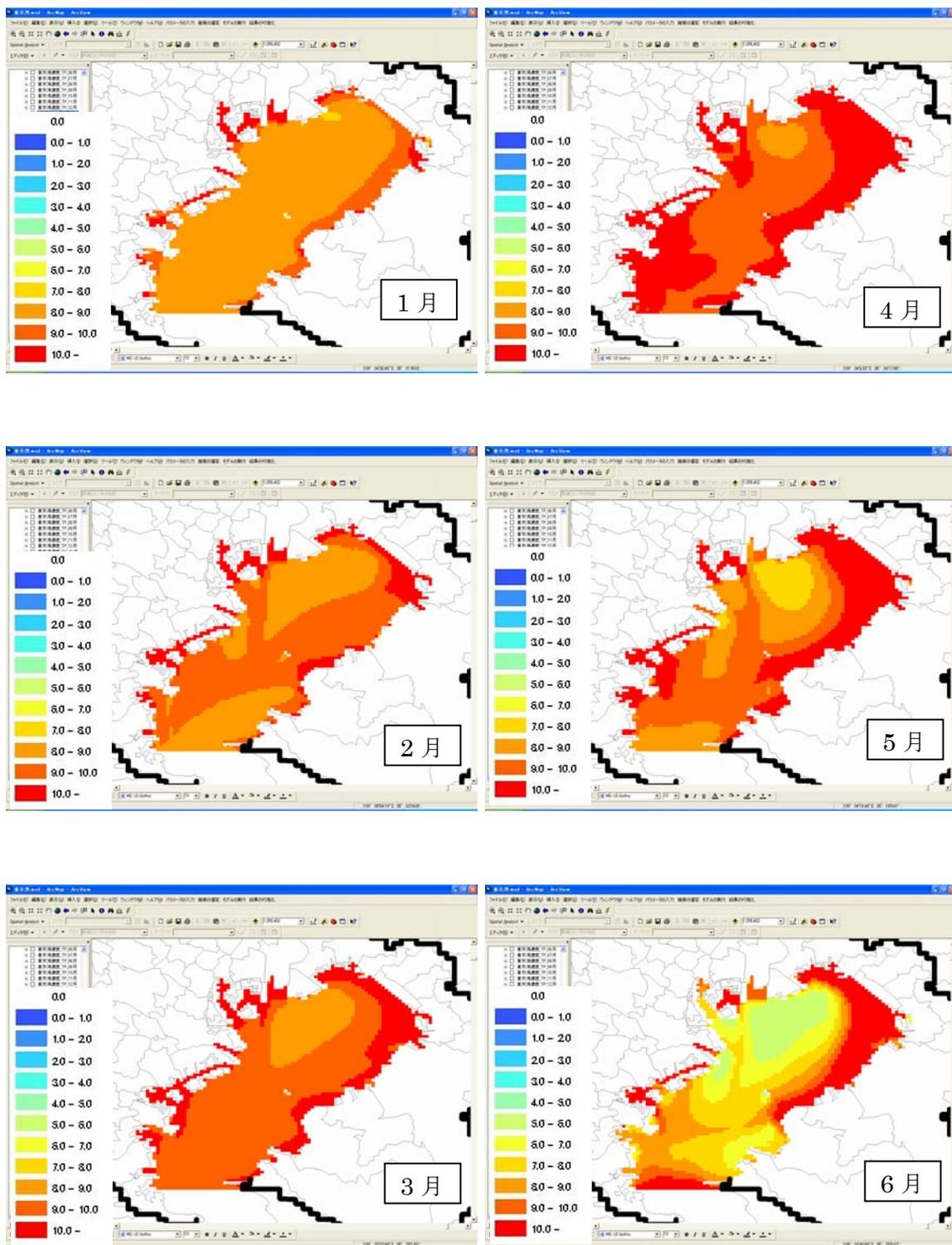


图- 4.2.4.20 (1) 湾内 DO 平面分布(1月~6月)

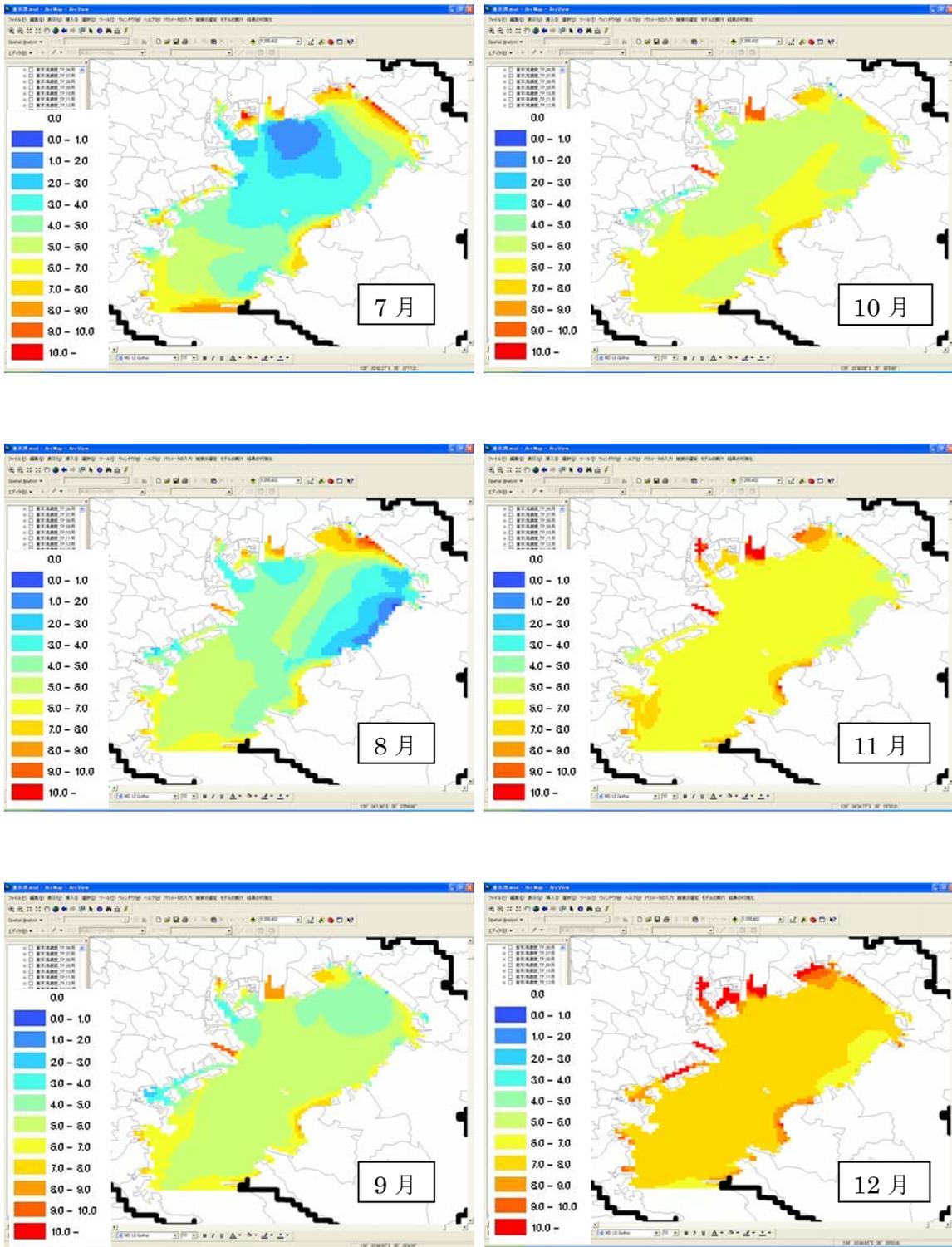


图- 4.2.4.20 (2) 湾内 DO 平面分布(7月~12月)

参考文献

- 1) 土木学会：水理公式集 [平成 11 年度版]，pp.40,41,339，1999
- 2) 岡本芳美：技術水文学，pp138，1982.
- 3) 都市水文学研究会：多摩ニュータウン流出試験地調査報告，1986
- 4) 建設省河川局監修：河川砂防技術基準(案)同解説 計画編，pp99，1997.
- 5) 千葉県：平成 14 年度三番瀬青潮対策および環境修復に係る影響・効果予測調査報告書，2003.

4.3 東京湾および流入河川の水量・水質の過去の再現

4.3.1 東京湾とその流域圏の水環境の変遷

2.でも触れたとおり、東京湾流域圏においては、高度経済成長期以降、首都郊外の土地開発が活発に進められることにより、生物の生息生育環境が大きく変質してきた。水環境については、図- 4.3.1.1に示すとおり、東京湾の水質悪化が河川と同様に 1950 年代後半から顕著になり、1970 年頃にピークに達した。東京湾に対しては、流域からのインパクトに加えて、干潟の埋め立てを中心とする直接改変のインパクトも作用しているが、東京湾の水質改善には流域から発生する負荷量の削減の取り組みが不可欠である。

そこで流域からの汚濁負荷量の削減を目指して、1978 年には COD の総量規制制度が導入された。現在は、2009 年度を目標とする汚濁負荷量の総量の削減に関する基本的な事項を定める第 6 次の総量削減基本方針の検討が環境省により進められている¹⁾。また公共用水域の水質環境基準を達成維持するための下水道整備を効果的に実施することを目的として、東京湾流域下水道整備総合計画が平成 24 年を目標年次として平成 9 年に策定されている²⁾。このような法的な規制や計画は水質改善に大きな役割を果たしてきたが、栄養塩である窒素、リンの流入による植物プランクトンの増殖による有機物の増加による赤潮や青潮の発生が定常化する状況が続いている。

このように、東京湾流域圏には、流域の自然システムに負担をかけながら都市的活動様式を拡大させていくという流域圏に関わる問題の構図が端的に現れており、自然と共生した流域圏の形成に向けた施策検討に最も適した対象の 1 つである。

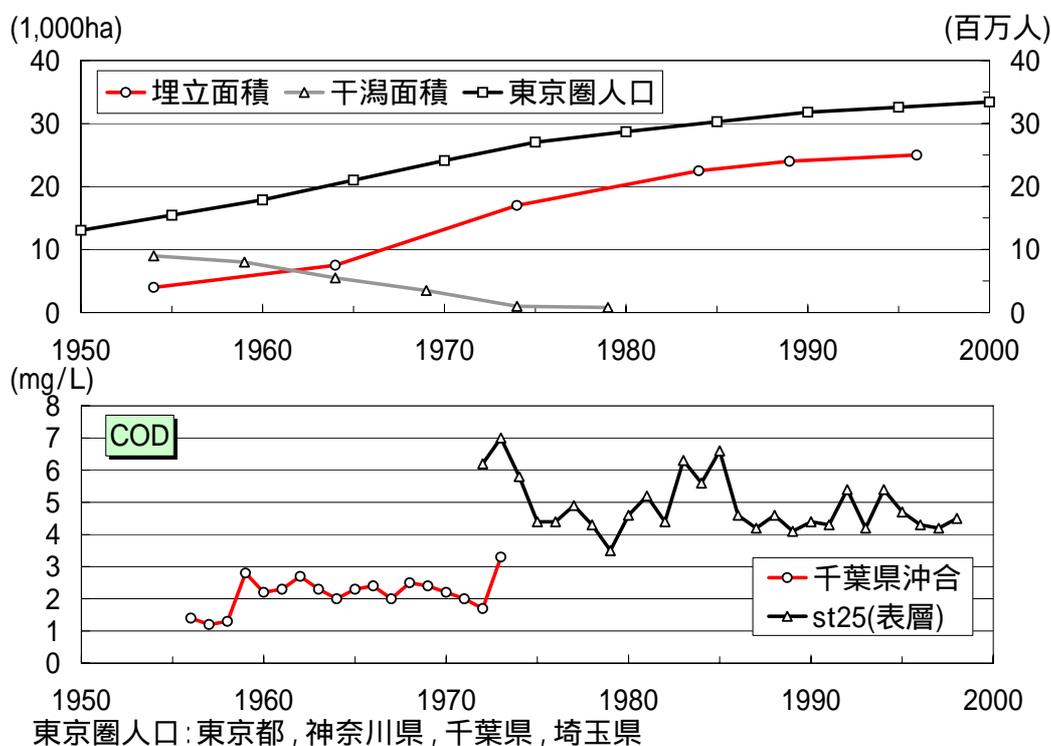


図- 4.3.1.1 東京湾流域の人口、干潟面積、埋立及び水質の経年変化³⁾

4.3.2 過去再現の試みの意義

閉鎖性水域の水環境の変化は長期にわたることが一般的である。大局的な政策検討の方向性を検討する上で、水環境が良好であった時期から悪化に至るまでの変遷過程を再現することは重要であり、これまでも過去から現在までの水質再現の試みが行われている⁴⁾⁻⁷⁾。

これらの検討において、流域からの流入負荷量は 原単位法、 流入河川のL-Q式と流量、 平均流量と平均水質、 などの方法により算定される。これらの手法の問題点としては、面源負荷や合流式下水道越流水(CSO)のような雨天時汚濁負荷の流出形態を十分に考慮していないこと、全ての流入河川については評価していないこと、 の方法については、L-Q式を平水時の実測値に基づき作成されている場合は、降雨時の流入負荷を過小に評価されている可能性があること等が挙げられる。分布型の流域水物質循環モデルは上記の事項をある程度考慮でき、また、流域の土地利用形態や産業構造、人口分布の変化を考慮した流域から閉鎖性水域までの長期的な環境変遷を総合的に分析する上で有用である。

今後の政策検討に向けた方向性の議論を深める上で、大局的に水環境の変遷を理解することが必要であると考え、東京湾に適用した流域水物質循環モデルを用いた過去から現在までの東京湾と流入河川の水質再現を試みた。この結果をふまえ、水環境悪化の原因の理解に資する情報を得る。

4.3.3 東京湾流入河川における過去再現

(1) 過去の再現計算のための設定条件

東京湾の水質に関して、有機汚濁の課題としては、1976 年以降改善が見られず、環境基準を達成していないことがあげられる。

1950 年 : 水質良好

1970 年 : 水質汚濁著しい(ピーク)

1976 年 ~ 現在 : ほぼ横這い

また、流入河川についても同様に 1970 年頃汚濁のピークがあり、その後改善傾向にある。そこで、1950 年、1970 年、1976 年、現況(2001 年)について、河川、海域の水質の関係を再現し、流域条件と水域の関係性を明らかにする。過去の再現計算を行う年度は東京湾の水質がまだ良好であった 1950 年、水質悪化が著しかった 1970 年および水質汚濁防止法制定後の 1976 年とし、各設定年度の年間計算を行う。

なお、過去再現計算時の条件設定に際しては、極力、再現年当時のデータ収集に努めたが、当時の知見がない条件については、近傍の年の情報がある項目についてはトレンドから求め、また、それらの知見も無く、水物質循環へ与える影響が大きくないと考えられる項目については現況と同じ値を設定した。

以下に、過去再現のための各設定年度の検討条件について整理する。

1) 流域地形・地質・土壌分布

現況と過去において流域の状況(土地利用や汚濁負荷発生)の違いを比較することから、過去の流域地形については現況と同じとする。

また、地形と同様に、過去の地質、土壌分布、河川流路および流域分割についても現況と同じとする。

2) 土地利用

国土数値情報(S51)を現況と同様の方法でメッシュデータとして使用した。ただし、1950年頃は市街地の建坪率や舗装率が低かったと考えられることから、1976年のデータを用いて、市街地の土地利用パラメータを荒地地に変えて計算を行った。

3) 気象条件

a) 降雨量、日照・気温等

現況と同様に、東京湾流域を気象庁アメダス4要素観測所によりティーセン分割を行い、アメダス観測所日データより各メッシュのデータを作成した。ただし、1950年については、東京、前橋、熊谷、宇都宮の4観測所のみの観測であるため、これらの観測所の測定値から、分割は変えず近傍の観測所との相関から推定した。

b) 湿度

現況と同様に、東京湾流域を気象庁の地上気象観測所(气象台・測候所)によりティーセン分割を行い、測候所日データより各メッシュのデータを作成。ただし、1950年については東京の観測所のみの観測であるため、このデータを用いて推定した。

4) 人口

地域メッシュ統計(H12)より作成した現況のメッシュ人口に、国勢調査(調査年以外は線形補間)の現況との比率を乗じて算出している。

5) 上水道水源

a) 取水位置

現況は、関東地建水利権一覧(1996)の水利権 5m³以上の堰を対象として設定している。過去再現においても大口取水堰の位置は現況と同じとする。ただし、1950年については、S40年水道統計の水源別割合を参考に、埼玉県、群馬県、茨城県、栃木県では大口の取水は行わず、すべて近傍からの地下水取水とした。

b) 取水量

現況は、水道統計(2001)の県別一人あたり水道取水量から算出した、地下・地表別取水量原単位に人口を乗ずることで取水量を算出し、各メッシュより取水している。過去再現については、一人あたり使用量経年変化(水資源白書)から現況との比率を求め、県別一人あたり取水量を算出し、メッシュ人口を乗じて算定している。地下・地表別取水割合は現況と同じとするが、1950年の埼玉、群馬、茨城、栃木における取水は全量を地下水取水とする。

6) ダムの設定

1976 年のについては、現況と同様にダムの実績放流量を与えているが、1970 年と 1950 年についてはモデル上でのダム流入量をダム放流量として与える。

7) 処理形態別人口

a) 下水処理人口

4)で算出した各メッシュの人口に下水道普及率を乗じることで算出する。下水道普及率は、下水道統計(H13)に記載されている処理場稼働開始年をもとに下水処理場の有無を決定し、現況の普及率との線形補完により推定する。

b) その他の処理形態別人口

4)で算出した各メッシュの人口から下水処理人口を除いた人口に、処理形態別の人口割合を乗じて算出する。ここで、処理形態別の人口割合は、全国ベースの処理形態別人口割合の経年変化(世界水フォーラム資料 2003⁸⁾)をもとに設定した。

8) 下水処理場

a) 下水処理場位置

処理場位置は下水道統計(H13)から決定した現況の処理場位置と同じとし、同じく下水道統計(H13)に記載されている処理場稼働開始年より処理場の有無を決定する。

b) 処理水量

7)で算出した下水処理人口に、5)で算出した一人当たりの水道使用量を乗じて算出する。

c) 処理水質

過去の下水処理場放流水質が不明なため、現況と同じ 2001 年の実測放流水質を使用した。

9) 家畜

飼養頭数について、農林業センサス(1950～)の県別牛豚頭数を市町村ごとに現況割合で割り振る。

10) 農業用水

a) 取水位置

取水位置は合口化により多少変わるが、現況固定としても東京湾全体としてみると影響は少ないので変えない。なお、大口取水は現況と同様に、関東地建水利権一覽(1996)の水利権 5m³以上の堰を対象として設定する。

b) 給水範囲

現況と同様に、かんがい用水地域現況図(1973)および利水現況図(1981)から設定する。

c) 取水量

現況と同様に、田・畑面積に期別減水深をかけて算出し、水資源白書(2003)より地下水・地表水利用割合を設定する。

11) 工業用水

現況は、工業統計表(2001)をもとに算出した都県別の地下水取水、地表水取水を、工業統計メッシュ(2000)のメッシュ毎製造品出荷額にもとづき比例配分して算出している。過去再現においては、工業統計の出荷額について現況との比率を求め、そこから算出したメッシュ毎製造品出荷額と淡水使用量から算出する。なお、地下水取水、地上水取水比率は現況と同様に設定する。

12) 負荷量原単位

a) 生活系

過去再現計算では流域別下水道整備総合計画調査指針と解説 昭和49年版(以下、「流総指針(1974)」と略記)を使用する(表-4.3.3.1)。

表-4.3.3.1 生活系負荷量原単位(g/人/日)

		BOD	COD	T-N	T-P
流総指針 (1999)	単独処理浄化槽	22.7	22.5	10.1	0.94
	合併処理浄化槽	2.9	5.4	6.05	0.91
	し尿処理場	21.8	19	6.95	1.03
	自家処理	20	17	2	0.4
	未処理	29	27	11	1.3
流総指針 (1974)	単独処理浄化槽	17.45	19.075	10.1	0.742
	合併処理浄化槽	2.2	4.4	6.05	0.679
	し尿処理場	16.8	16.8	6.95	0.799
	自家処理	15.5	15.5	2	0.4
	未処理	22	22	11	0.97

b) 工業系

工業系の負荷量および水利用量については、2001年の原単位をベースとして、負荷量原単位を「企業物価指数によって補正した全国製造品出荷額」、「出荷額あたりの淡水用水量」の現況との比で補正する(表-4.3.3.2)。

負荷量原単位(設定年)(g/日/百万円) =

$$\text{負荷量原単位}(2001) \times \left\{ \frac{\text{全国淡水工業用水使用量(設定年)}}{\text{全国淡水工業用水使用量}(2001)} \right\} / \left\{ \frac{\text{全国製造品等出荷額(設定年)}}{\text{全国製造品等出荷額}(2001)} \right\}$$

なお、淡水使用量データが1963年までしか残っていないので、1950年当時の淡水使用量については、物価調整後の出荷額を用いて外挿する(図-4.3.3.1)。

また、1971年以降(排水規制後)のCOD、BODに関しては、排水規制がかかっている場合の原単位をベースに作成、1950、1971年より前に関しては原水水質を用いて作成した原単位をベースとし、T-N、T-Pに関しては、1971年以前は原水水質を用いて作成した原単位をベースとし、1972～1993年は原水水質を用いて作成した原単位にそれぞれ除去率

50%⁹⁾、70%¹⁰⁾を設定するものとし、1994 年以降(窒素、リンの排水規制以後)は、排水規制がかかっている場合の原単位をベースに作成する。

表-4.3.3.2 工業統計および補正值一覧

	淡水使用量 (m3)	淡水使用量比	出荷額 (百万円)	企業物価指数	補正出荷額 (百万円)	出荷額比	出荷額あたり 淡水使用量比
2001	147,978,001	1	246,765,172	658	246,765,172	1	1
2000	151,964,513	1.027	258,000,311	664.2	255,591,997	1.036	0.991
1999	150,276,508	1.016	248,549,195	664.3	246,192,037	0.998	1.018
1998	151,166,447	1.022	258,782,312	687.5	247,678,198	1.004	1.018
1997	152,124,115	1.028	275,284,572	698.4	259,360,321	1.051	0.978
1996	148,943,353	1.007	265,470,031	688	253,894,303	1.029	0.979
1995	148,145,562	1.001	258,361,075	687.2	247,382,985	1.003	0.998
1994	147,550,167	0.997	251,683,203	693.7	238,730,788	0.967	1.031
1993	149,289,286	1.009	260,364,113	708.1	241,942,644	0.98	1.03
1992	150,696,042	1.018	275,059,020	729.3	248,167,880	1.006	1.012
1991	149,091,728	1.008	283,499,448	741.3	251,642,570	1.02	0.988
1990	146,763,307	0.992	269,058,361	745.4	237,510,600	0.962	1.031
1989	143,795,529	0.972	248,550,140	730.4	223,912,914	0.907	1.072
1988	139,525,392	0.943	227,199,411	712.1	209,938,509	0.851	1.108
1987	137,302,666	0.928	209,498,998	719.3	191,645,128	0.777	1.194
1986	136,290,012	0.921	210,342,207	747.3	185,206,975	0.751	1.226
1985	137,309,344	0.928	221,207,389	822.4	176,987,429	0.717	1.294
1984	136,884,426	0.925	210,207,068	831.5	166,345,461	0.674	1.372
1983	133,868,126	0.905	194,020,125	833.7	153,130,913	0.621	1.457
1982	133,913,578	0.905	189,813,883	852.7	146,473,009	0.594	1.524
1981	137,304,655	0.928	184,986,899	837.7	145,304,261	0.589	1.576
1980	138,927,021	0.939	174,993,024	826.1	139,384,348	0.565	1.662
1979	137,816,465	0.931	148,585,206	701.5	139,371,441	0.565	1.648
1978	132,994,138	0.899	132,679,481	653.8	133,531,812	0.541	1.662
1977	131,707,125	0.89	128,052,596	670.8	125,609,136	0.509	1.749
1976	127,862,787	0.864	118,891,253	658.3	118,837,072	0.482	1.793
1975	121,624,813	0.822	104,079,719	626.7	109,277,892	0.443	1.856
1974	120,040,024	0.811	105,025,338	608.7	113,531,579	0.46	1.763
1973	113,914,888	0.77	84,260,749	463.3	119,670,997	0.485	1.588
1972	101,457,557	0.686	66,563,528	400	109,497,004	0.444	1.545
1971	95,247,099	0.644	60,999,674	396.8	101,153,693	0.41	1.571
1970	85,041,878	0.575	57,737,182	399.9	95,001,415	0.385	1.494
1950	7,086,000	0.048	2,294,333	246.8	6,116,982	0.025	1.92

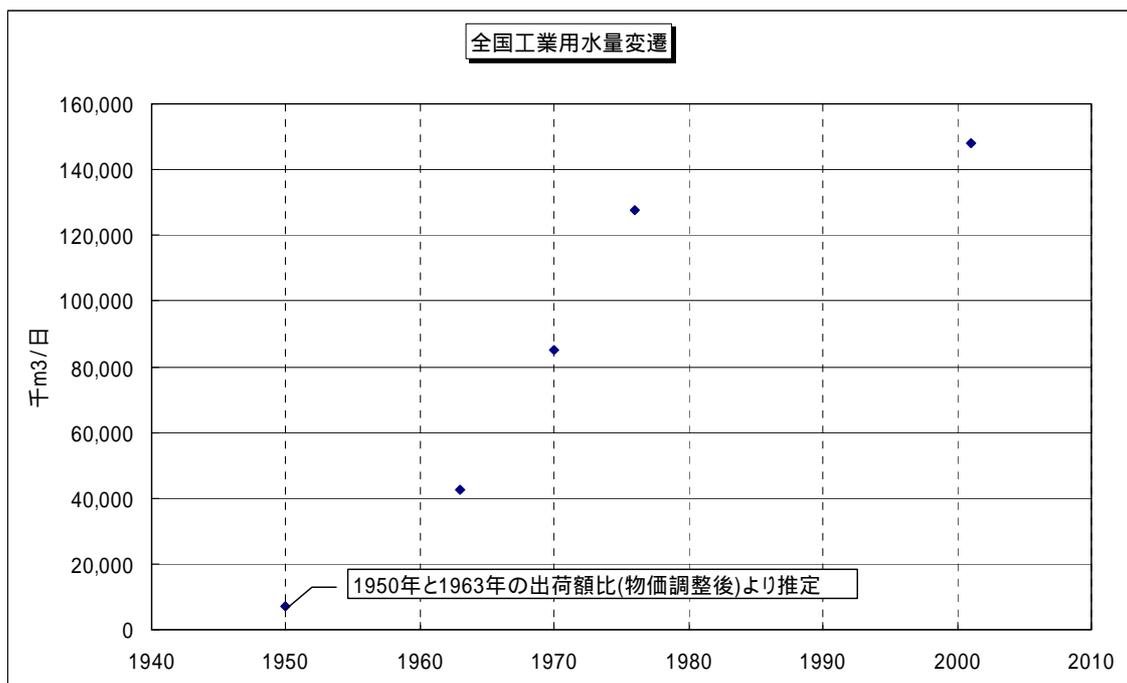


図- 4.3.3.1 工業用水淡水使用量の変遷

最後に、これらよりメッシュ負荷量を算出する。算定された工業系負荷原単位設定値は表- 4.3.3.3の通りとなる。

$$\text{メッシュ負荷量(設定年) (g/日)} = \text{COD 負荷量原単位(設定年)(g/日/百万円)} \times \text{メッシュ出荷額(設定年)(百万円)}$$

表- 4.3.3.3 工業系負荷量原単位(g/日/百万円)

	BOD	COD	T-N	T-P
2001	1.65	3.66	1.98	0.12
1976	2.96	6.57	35.05	0.95
1970	19.87	104.58	58.42	2.64
1950	25.54	134.40	75.07	3.40

c) 家畜

BOD は現況と同様に流総指針(1999)から、COD、T-N、T-P は東京湾流総(1997)を使用する(表- 4.3.3.4)。

表- 4.3.3.4 家畜負荷量原単位(g/頭/日)

項目	牛	豚	出典
BOD	64	20	流総指針(1999)
T-N	37.8	4	東京湾流総(1997)
T-P	5.6	2.5	
COD	53	13	

13) 東京湾計算条件

a) 入力データ

流域モデルによる流入量、流入負荷量の過去再現計算結果を用いた。

b) 境界条件

沿岸地形は東京湾における埋め立ての変遷データ¹¹⁾をもとに、潮位は海上保安庁 HP¹²⁾の潮汐推算をもとにそれぞれ当時の条件を設定し、その他の条件については現況と同じ設定で計算を行った。なお、文献¹¹⁾から当時干潟があったと考えられる沿岸域については干潟の浄化機能を現況と同様に無機態窒素の溶出速度に反映させている。図- 4.3.3.2に過去再現計算における沿岸地形を示す。

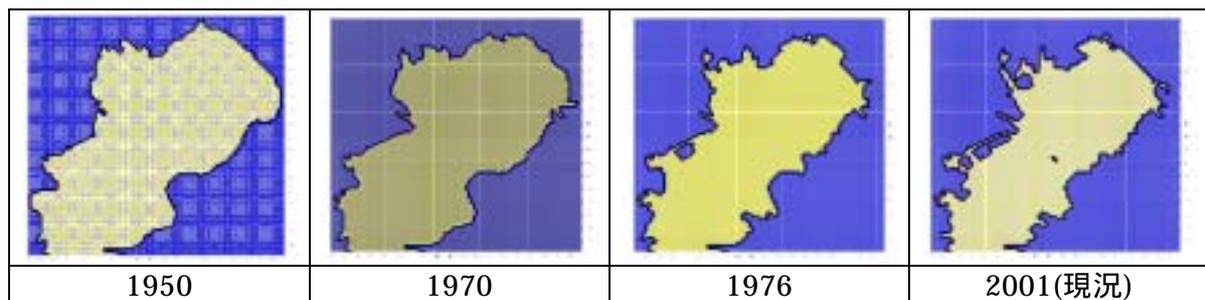


図- 4.3.3.2 過去再現計算における沿岸地形

(2) 過去再現の計算と考察

1) 河川流量・水質の再現計算

はじめに、流域水物質モデルによる過去の河川水量および河川水質の再現性を調べるため、河川流量 10 地点、河川水質 4 地点について計算値と実測値の比較を行った(観測実績がない地点、項目を含む)。

表- 4.3.3.5 検証データ

河川流量	流量年表	流量年表	流量年表(栗橋のみ)
河川水質	水質年表(2001年版)	水質年表(1976、1970年版)	1950年観測データ

a) 河川流量再現性の検証

河川流量について1950年、1970年および1976年の再現計算結果の年間変動を図-4.3.3.3に示す。観測値がある地点での検証を行ったところ、全体的に良好に再現できているが、1950年や1970年の利根川・栗橋地点は低水時の再現性が不十分である。この理由としては当時の雨量観測地点数が疎であり、利根川上流域の山間部は降雨量の少ない前橋地点のデータを用いているために、春の融雪期及び夏の出水後において流量の再現性があまり良好でないことが考えられる。このことは現象のモデリングの解像度向上とモニタリングデータの充実が不可分であることを示唆するものである。この他、1950年については1976年の土地利用データを用いて計算していることの影響も考えられる。1976年についてもその他の各河川の中流域地点についても、低水部の再現性がやや不十分である。

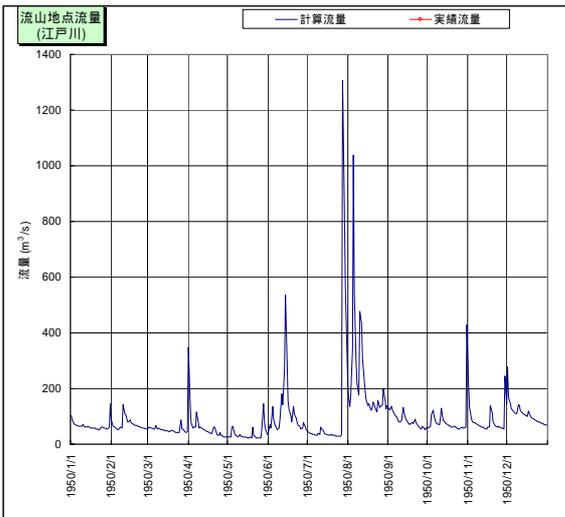
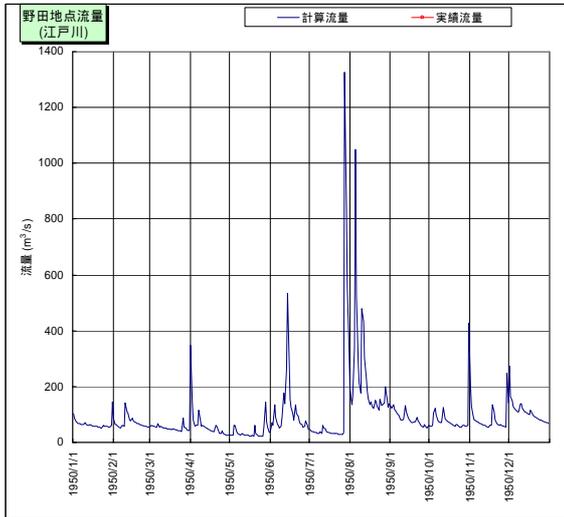
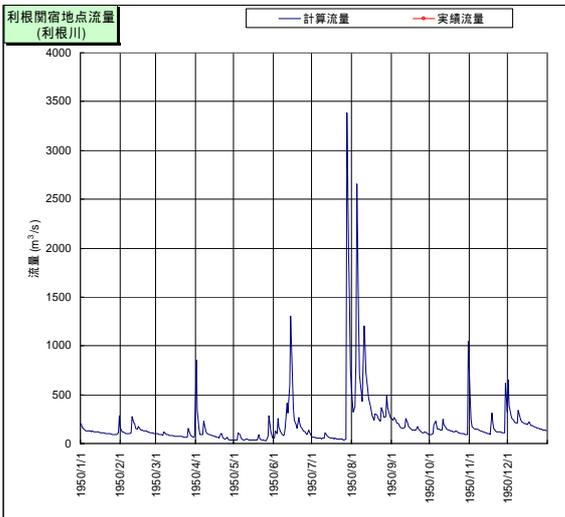
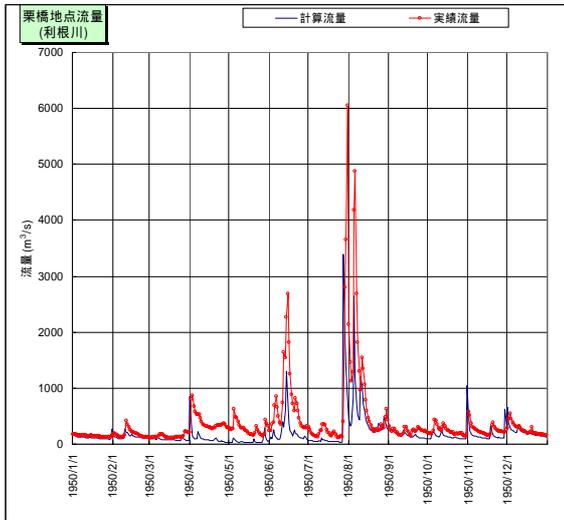
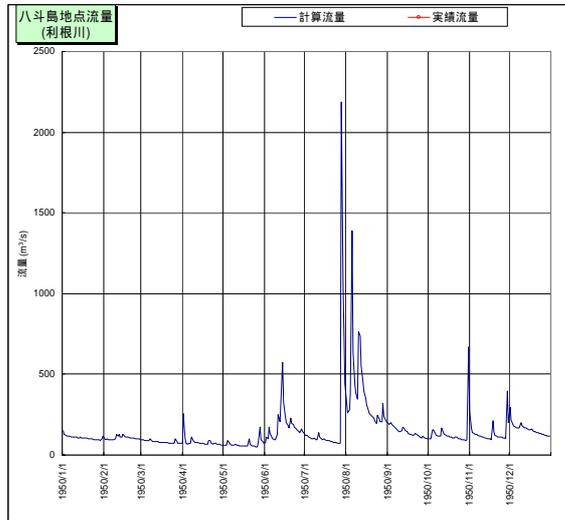


図- 4.3.3.3(1) 河川流量の過去再現 1950年

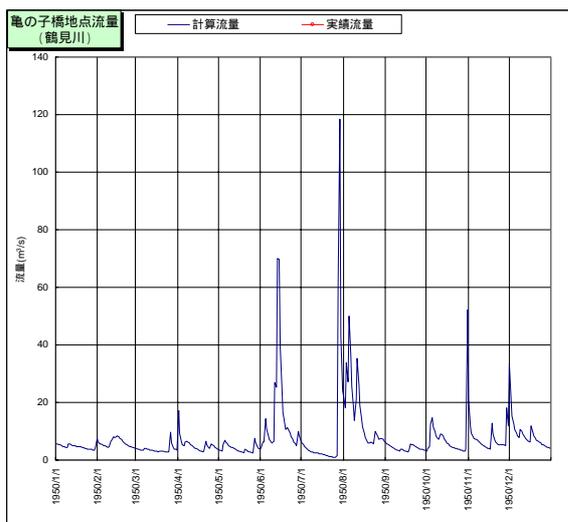
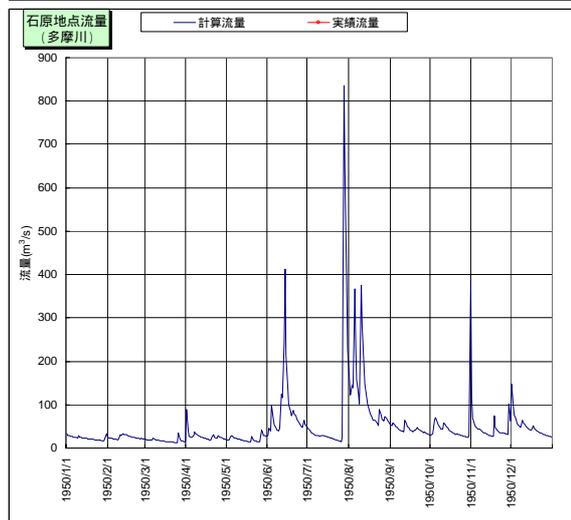
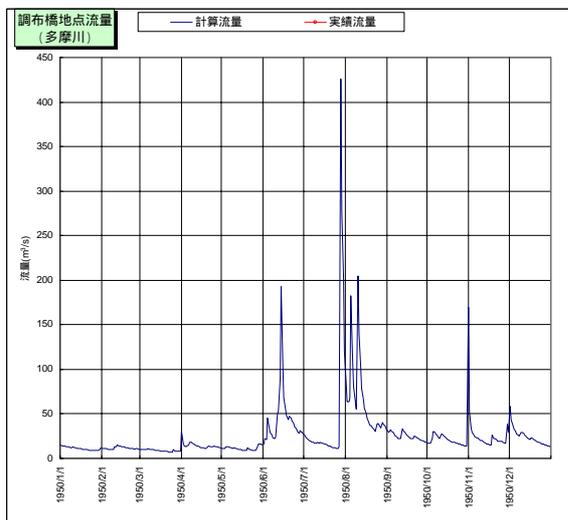
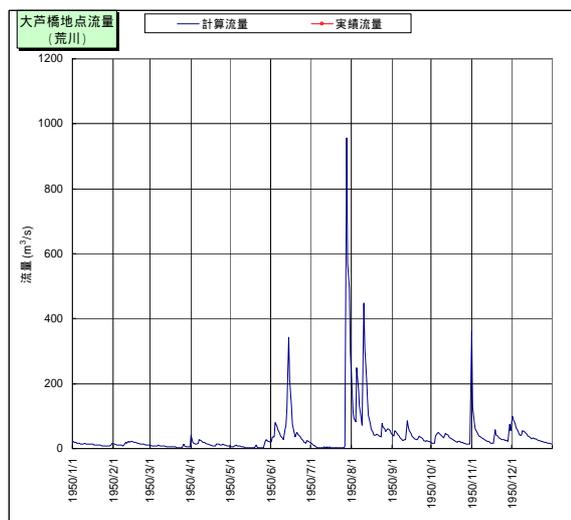
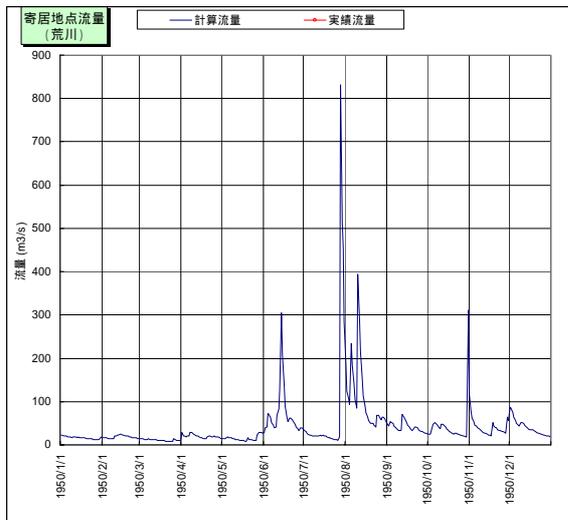


図- 4.3.3.3(2) 河川流量の過去再現 1950年

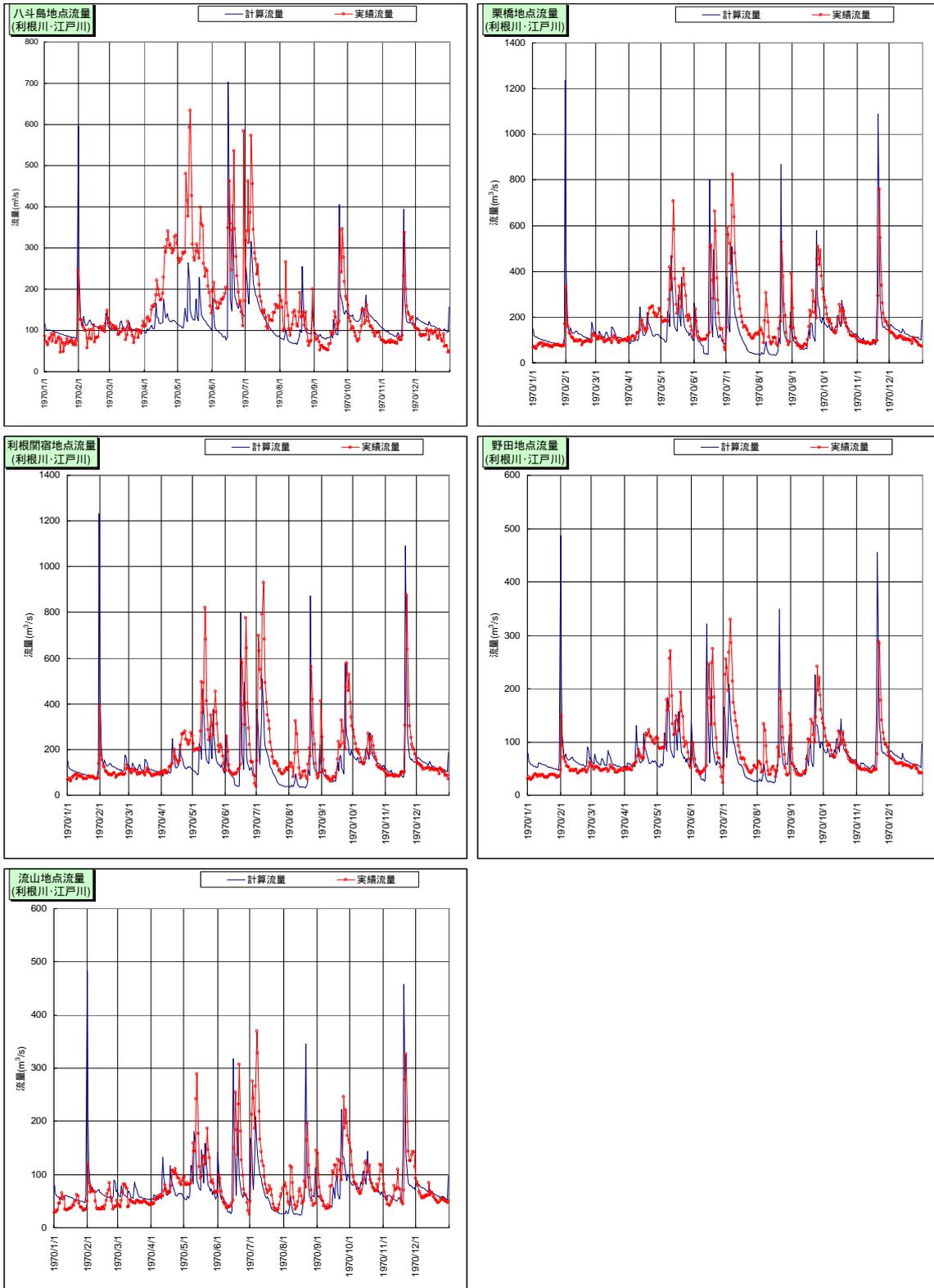


図- 4.3.3.3(3) 河川流量の過去再現 1970年

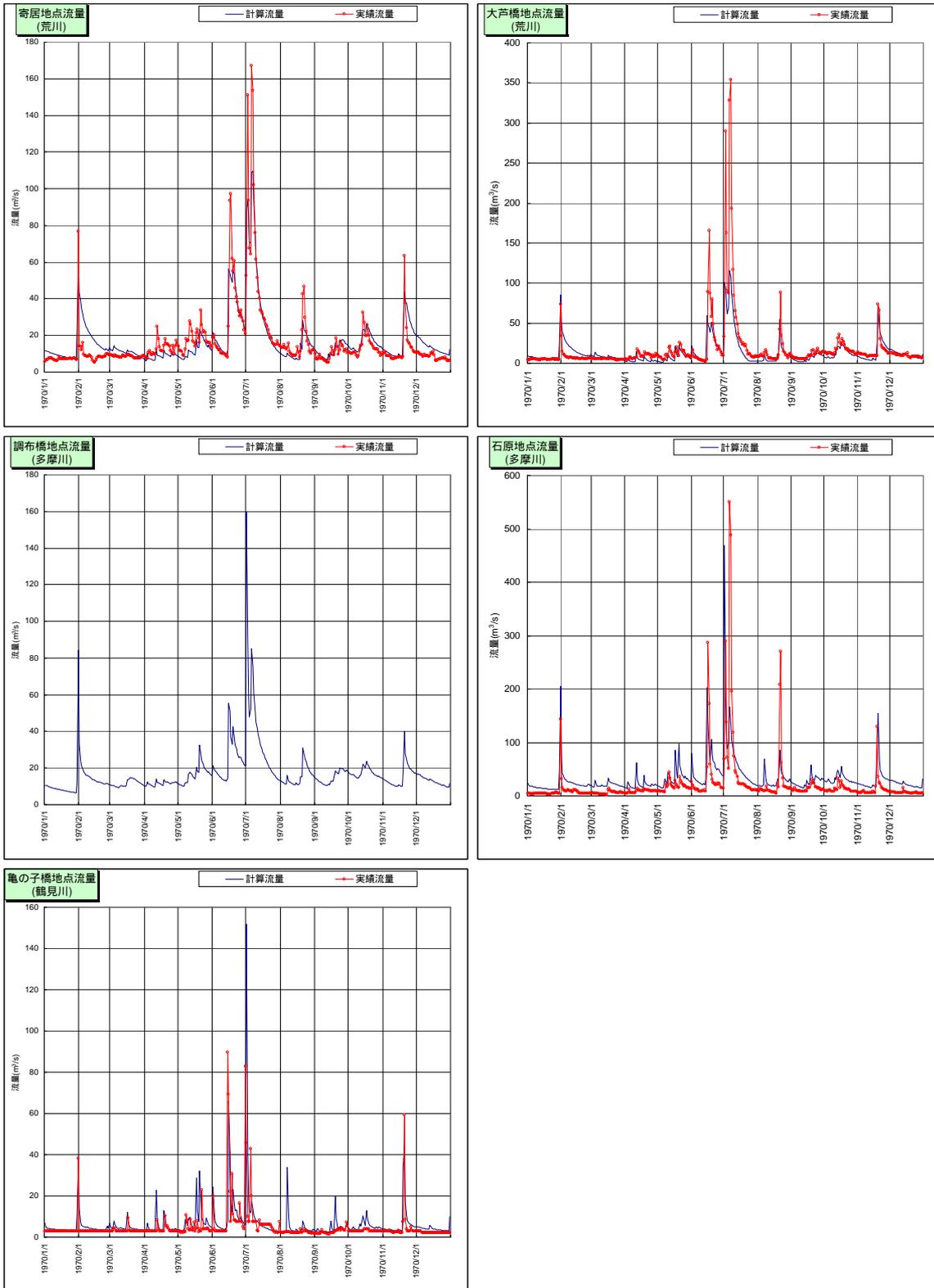


図- 4.3.3.3(4) 河川流量の過去再現 1970年

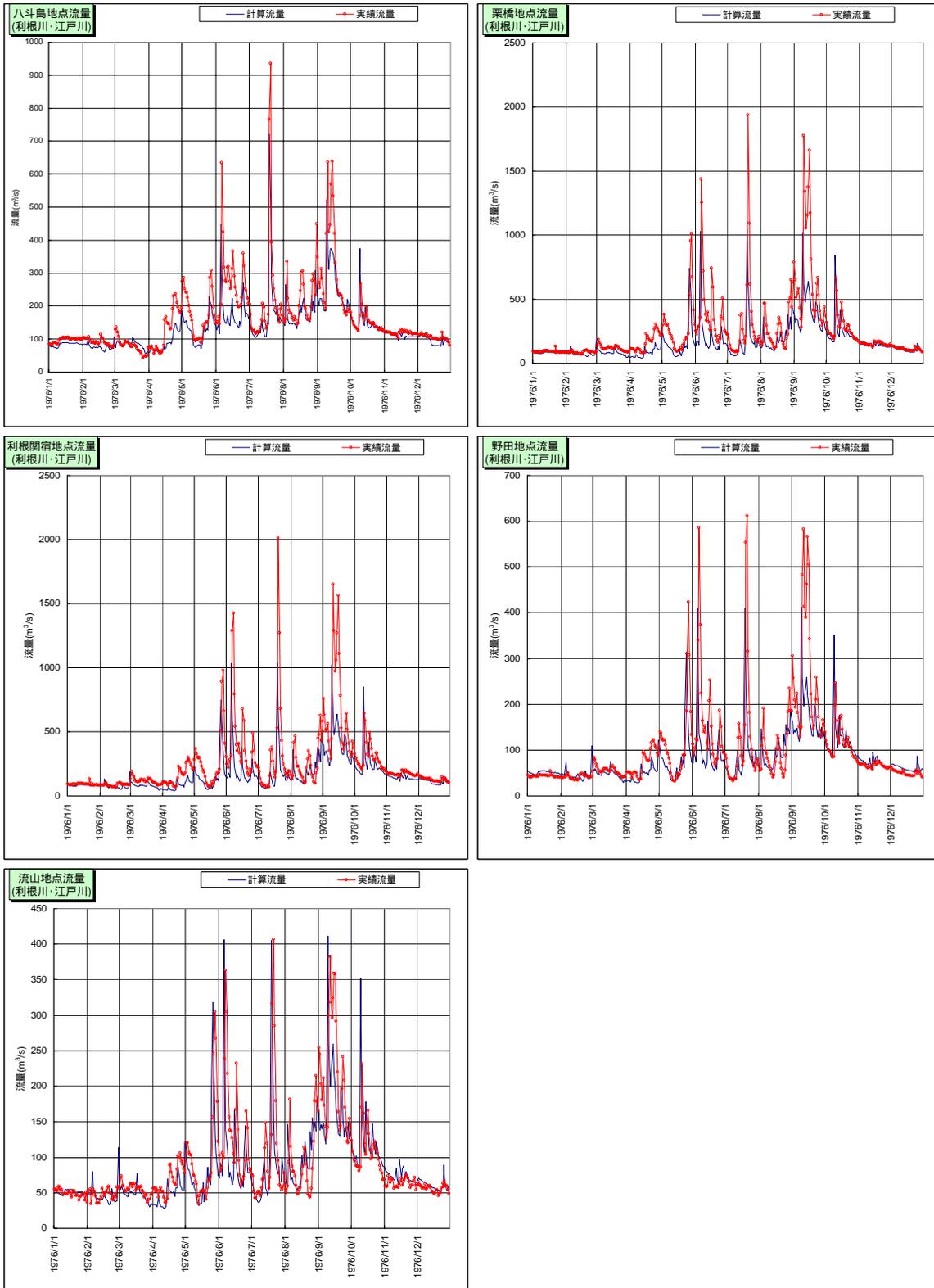


図- 4.3.3.3(5) 河川流量の過去再現 1976 年

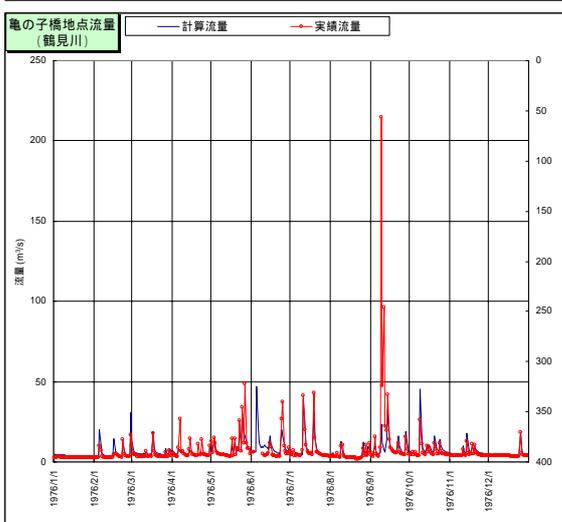
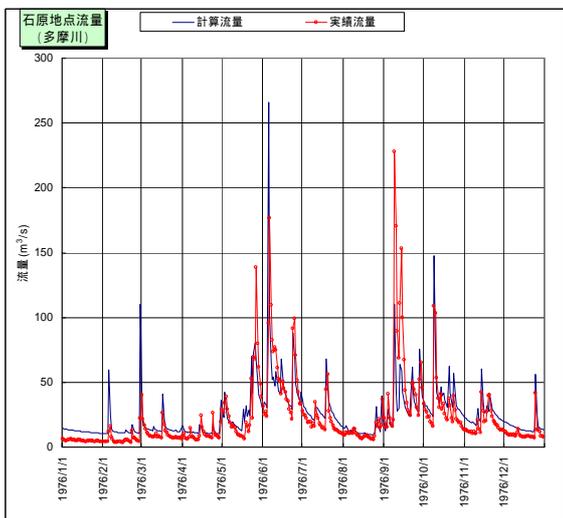
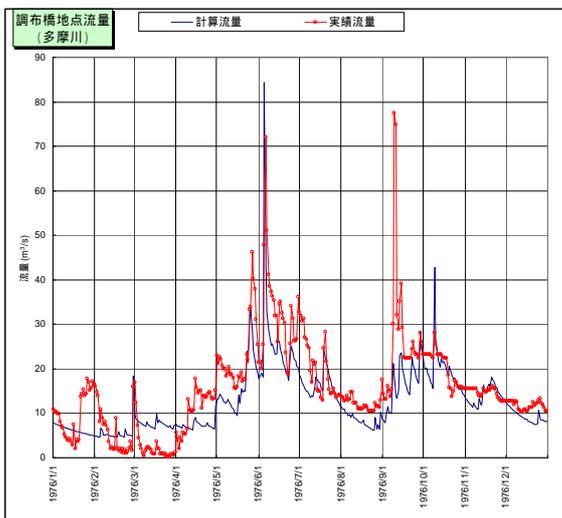
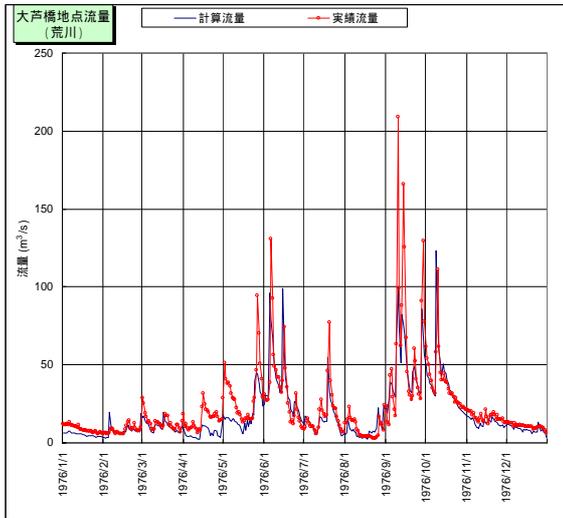
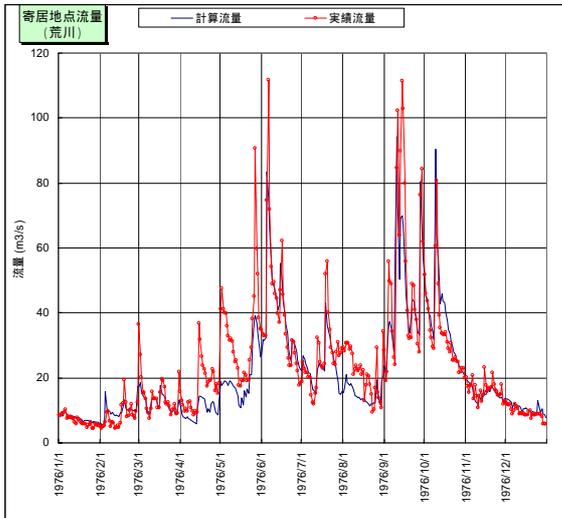


図- 4.3.3.3(6) 河川流量の過去再現 1976年

b) 河川水質再現性の検証

次に 1950 年、1970 年、1976 年における河川水質の計算結果を示す。1970 年、1976 年においては実測値があるものについては重ね合わせて比較を行った。対象地点は現況再現と同一地点である。ただし、1970 年については中川八条(河口から 26.5km)については柿の木(同 29.9km)の実測値を、多摩川調布橋(河口から 59.4km)については日野橋(同 39.9km)の実測値を、鶴見川亀の子橋(同 13.9km)については大綱橋(9.0km)の実測値を代用した。調布橋と日野橋との間に約 20km もの距離があり、区間内に羽村堰という大規模な取水堰があること、また鶴見川大綱橋については感潮区間であることに留意する必要がある。また T-N の 1970 年、1976 年での実測値について観測していない場合は、I-N などの計測されている数値を代用している。

1950 年の各地点の河川水質の年間変動を図- 4.3.3.4に、1970 年については図- 4.3.3.5に、1976 年については図- 4.3.3.6に示す。例えば 1976 年の荒川笹目橋地点の COD 値については、1976 年 6、7 月に実測と異なる傾向を示す部分がみられた。またその他の水質については、現況再現と同様に過去再現についてもモデル計算によって河川水質の時間変化特性を概ね再現できている。実測データが得られた他の地点、年次においても概ね同様の結果が得られた。これらのことから、過去から現在までの東京湾における水環境の変遷の理解に資する情報を得られるものと考えられる。

また検証地点のうち代表的な 6 地点について LQ 式を図-4.3.3.7、図-4.3.3.8 に計算値および実測値について示した(1970 年、1976 年)。現況と同様に低水部で計算値と実測値で乖離が見られる地点もあるが、ほぼ同一の LQ 式である地点もある。

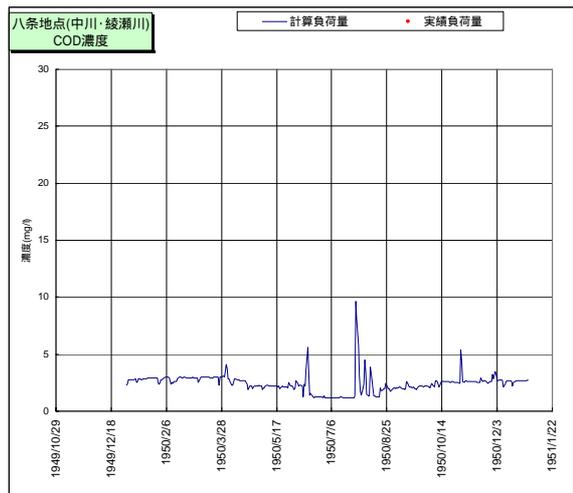
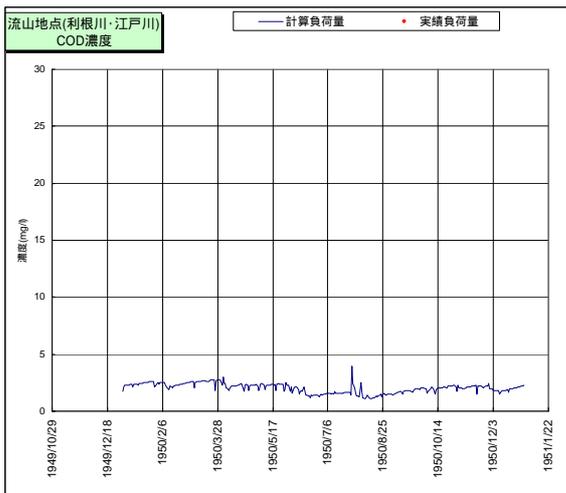
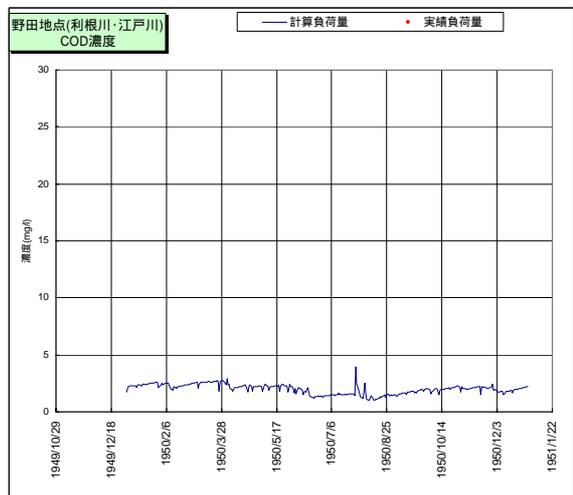
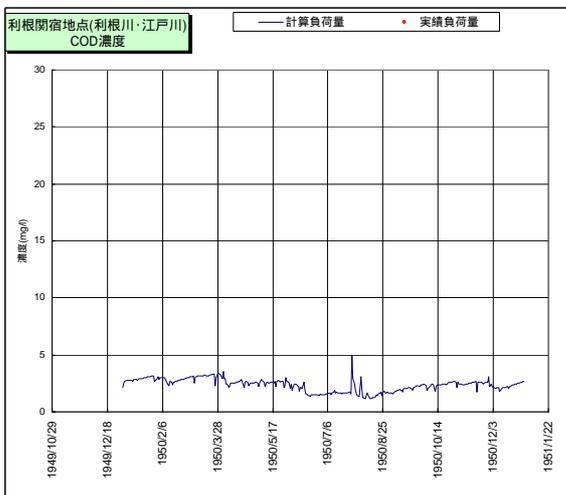
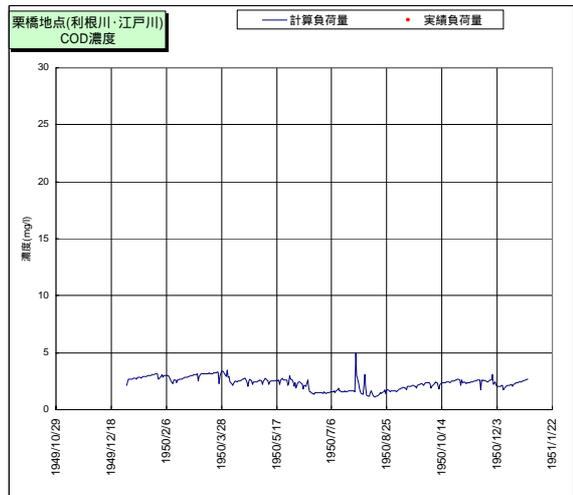
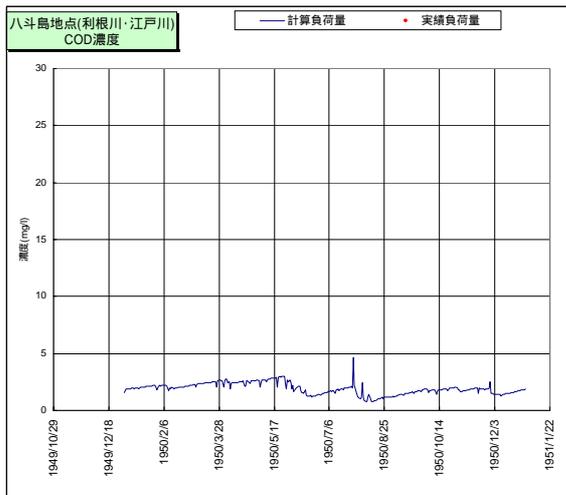


図- 4.3.3.4 (1) 水質(COD)の再現結果 (1950年)

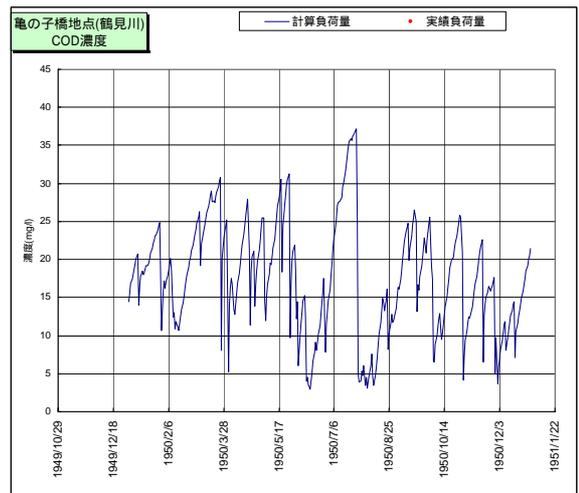
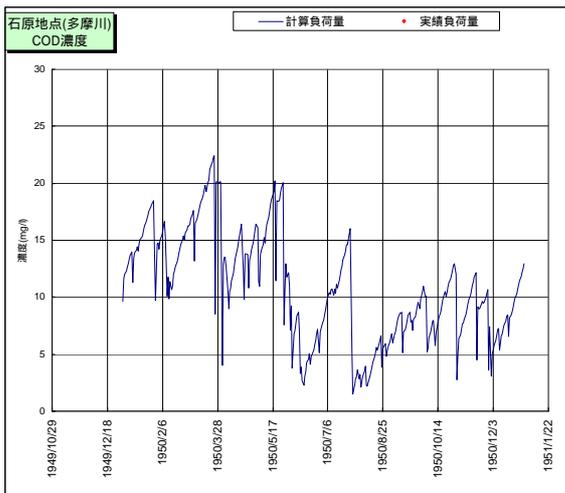
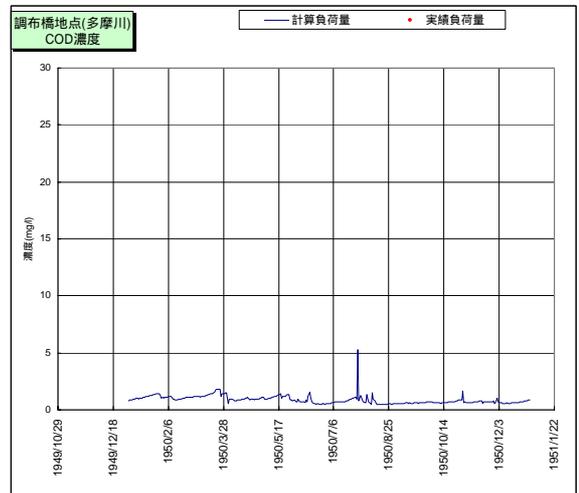
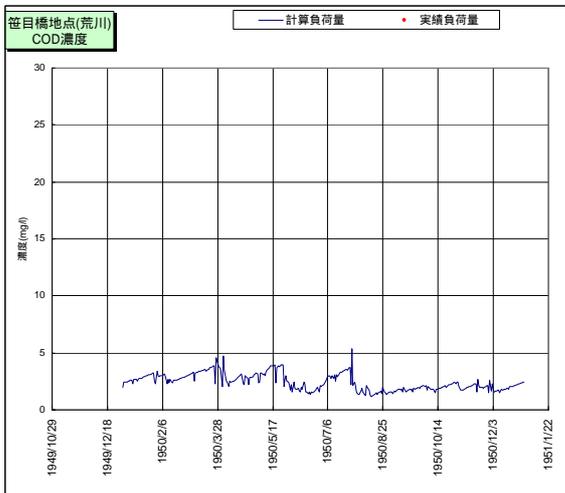
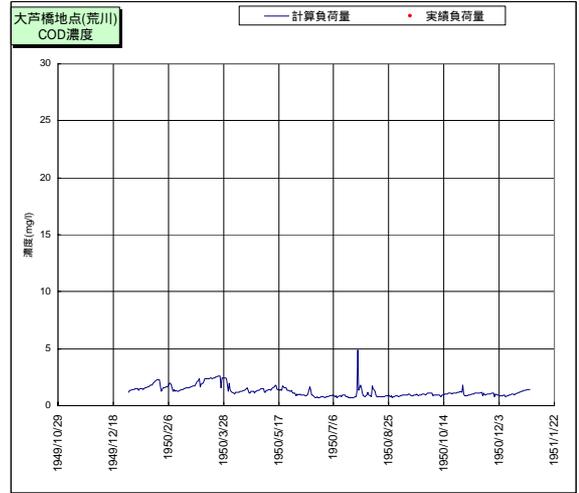
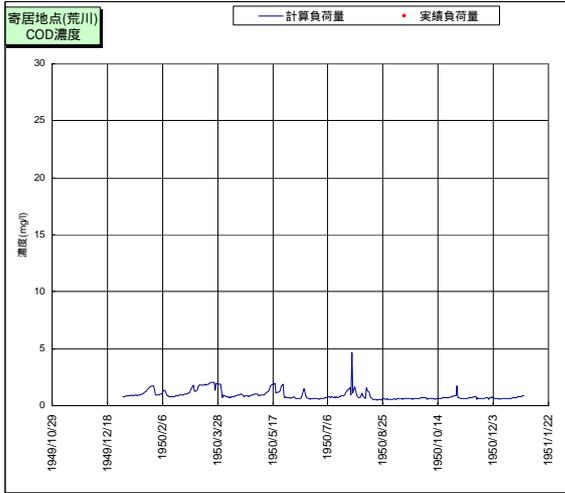


図- 4.3.3.4(2) 水質(COD)の再現結果 (1950年)

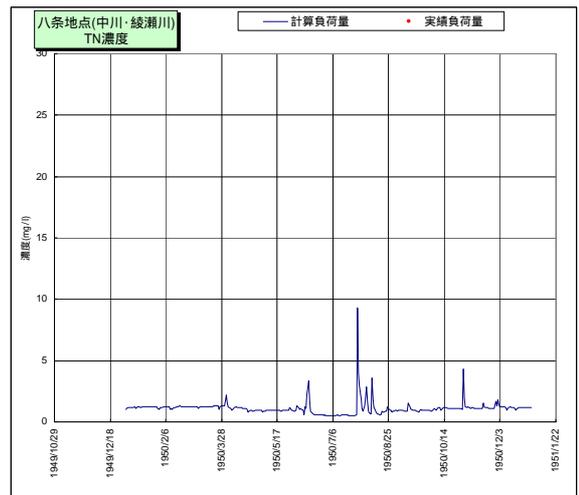
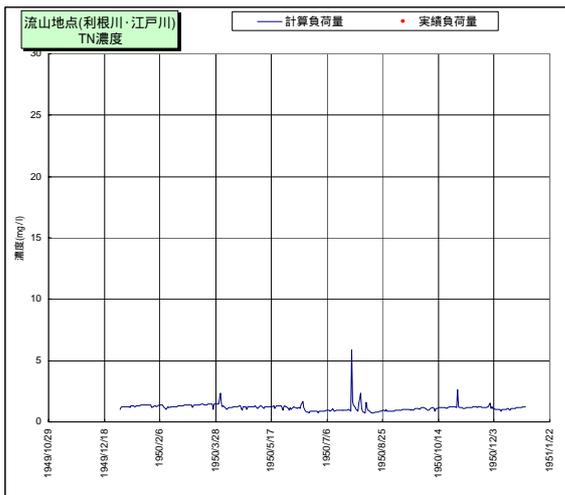
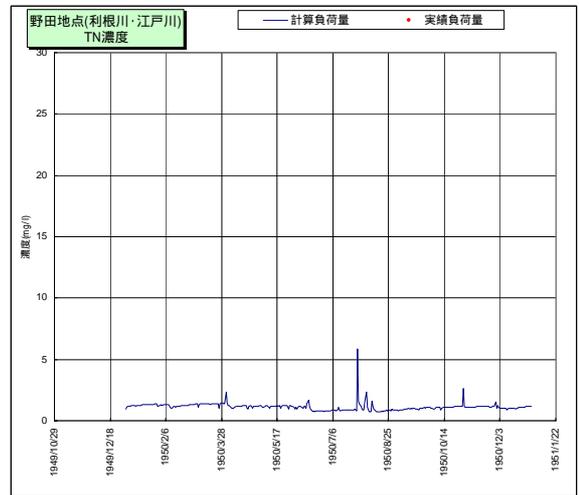
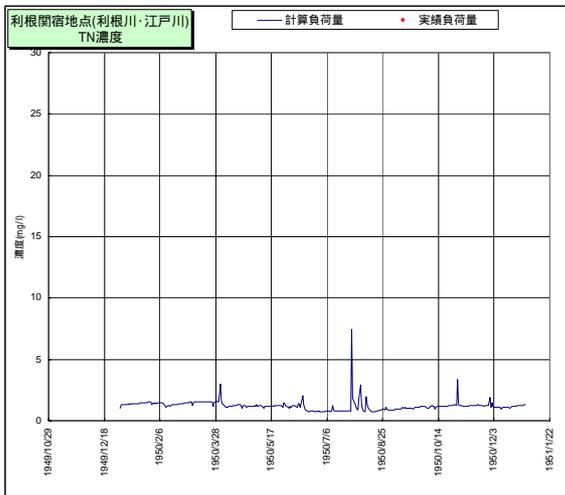
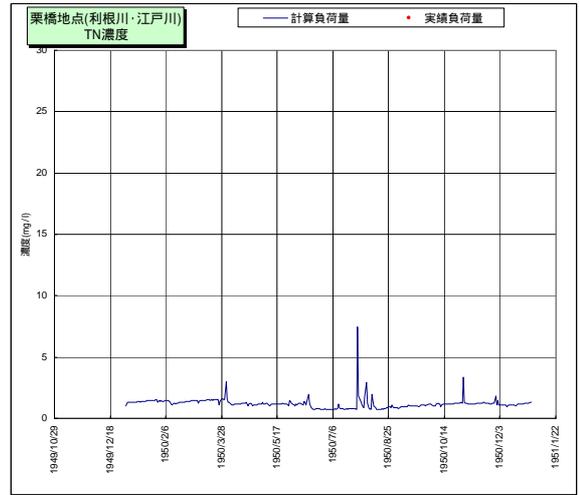
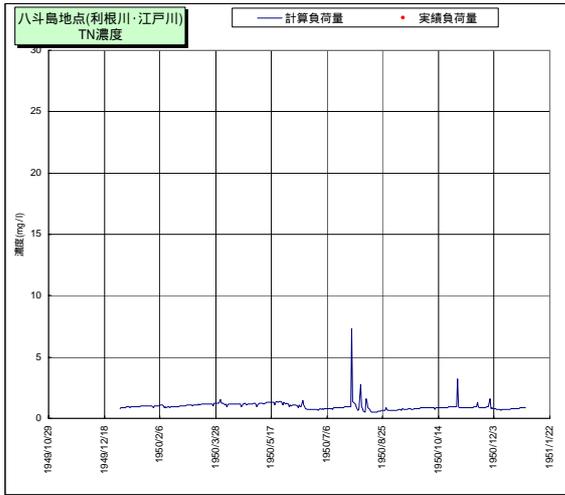


図- 4.3.3.4(3) 水質(TN)の再現結果 (1950年)

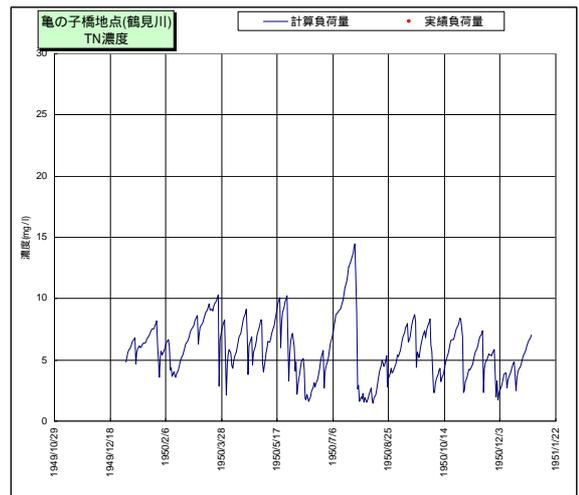
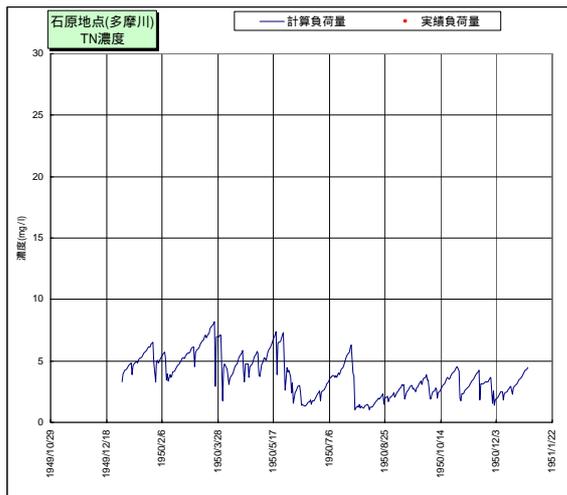
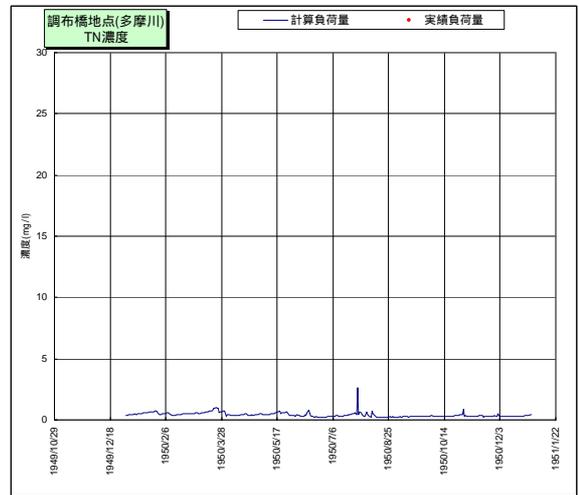
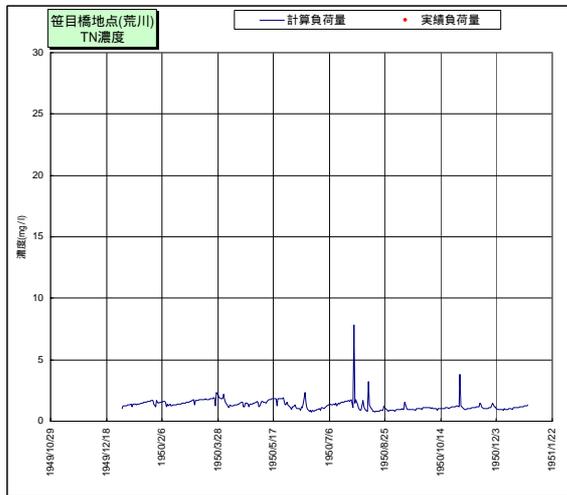
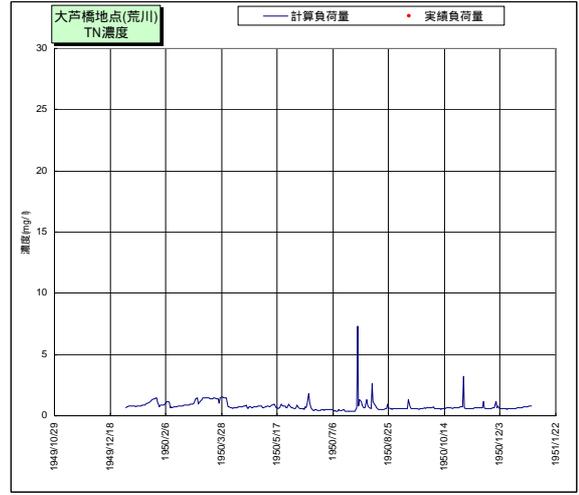
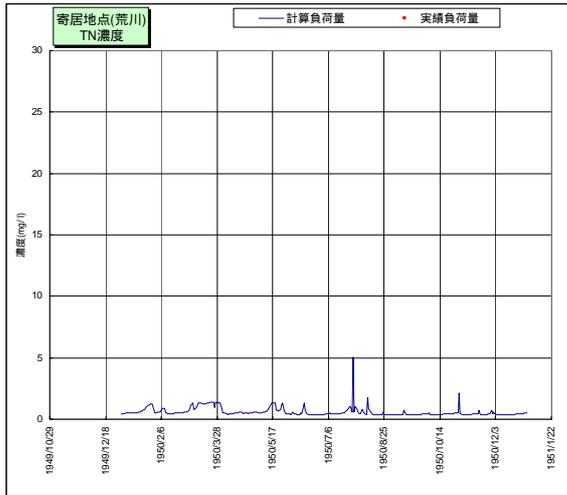


図- 4.3.3.4 (4) 水質(TN)の再現結果 (1950年)

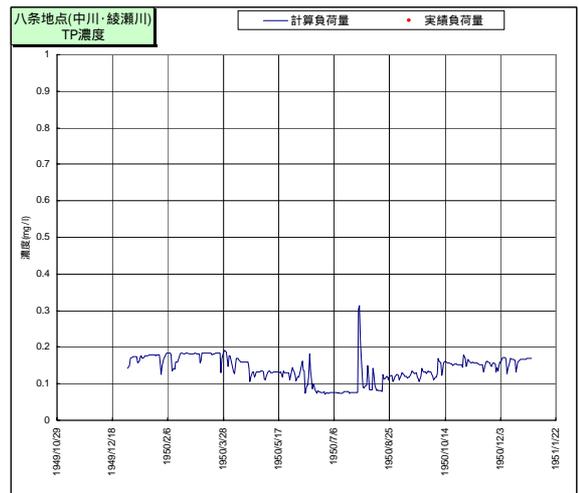
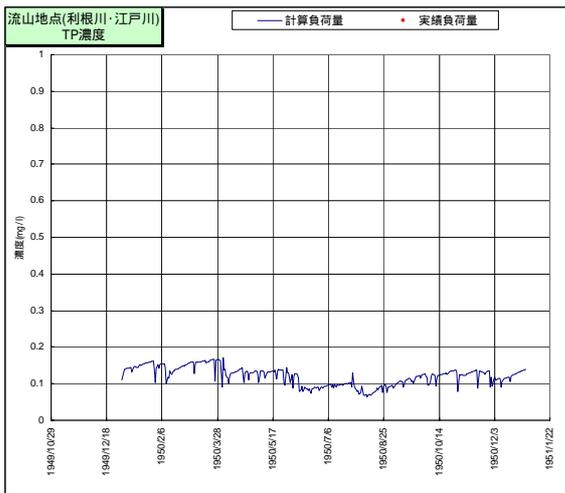
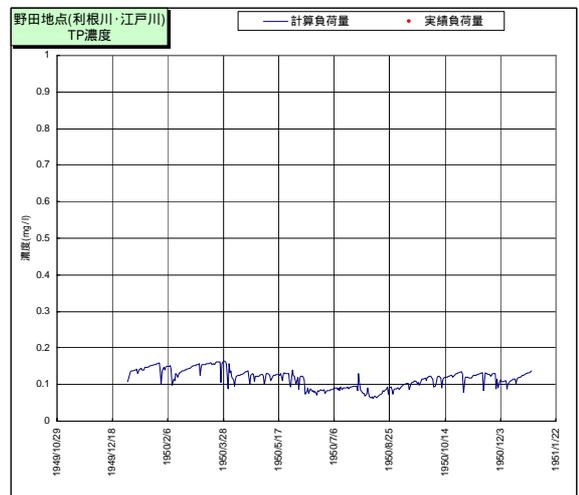
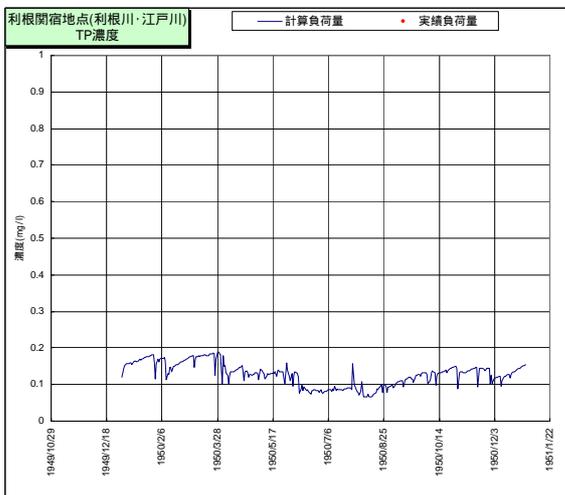
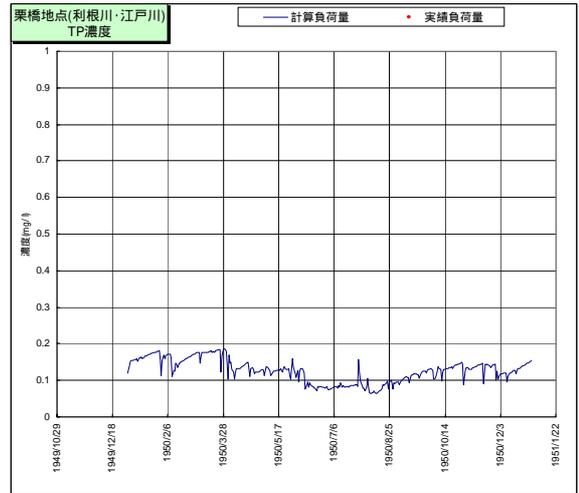
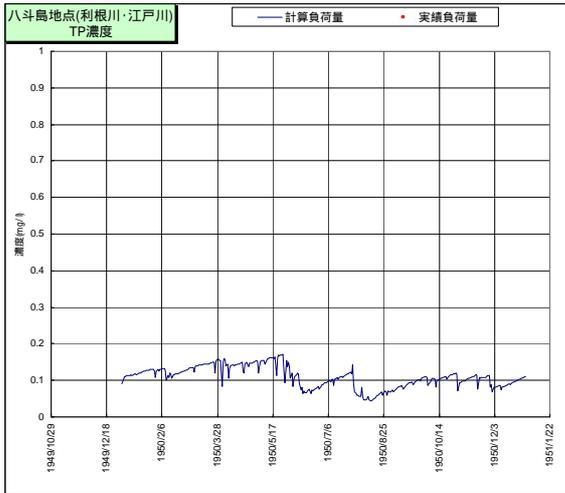


図- 4.3.3.4(5) 水質(TP)の再現結果 (1950年)

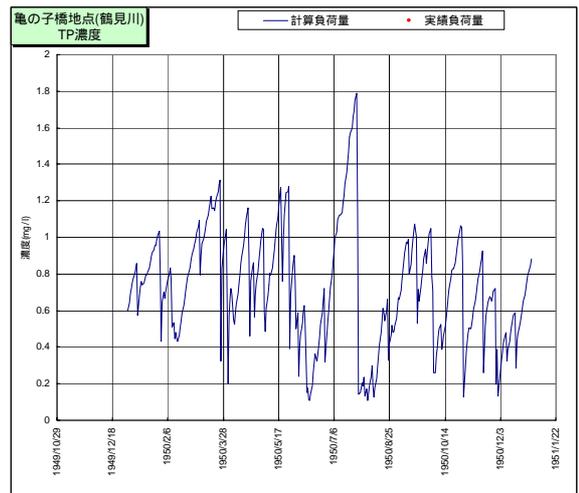
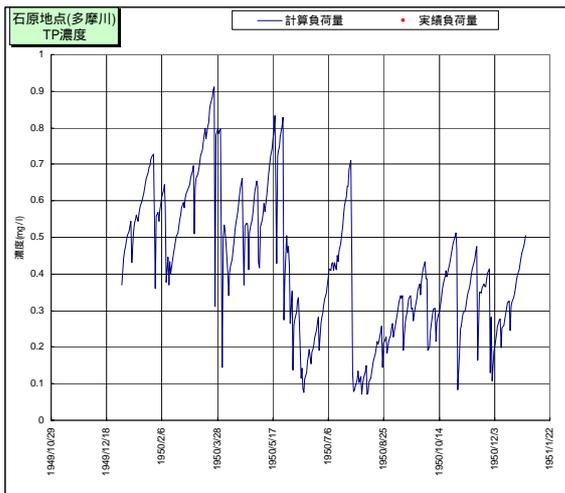
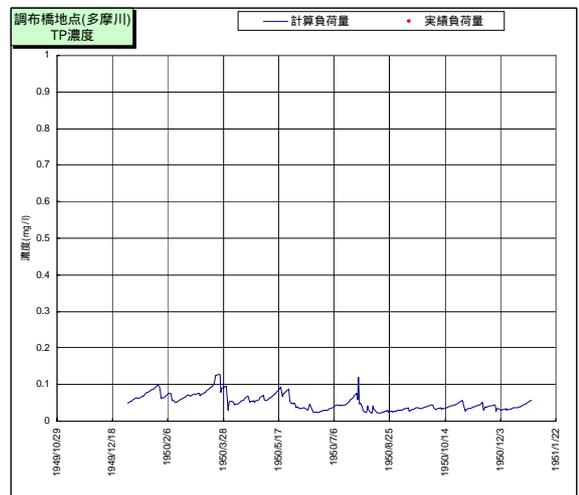
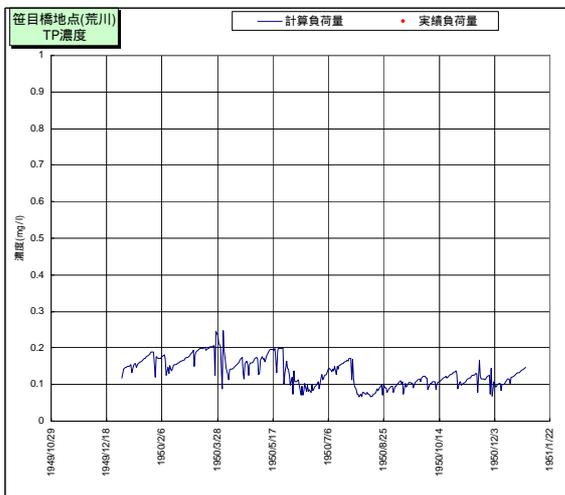
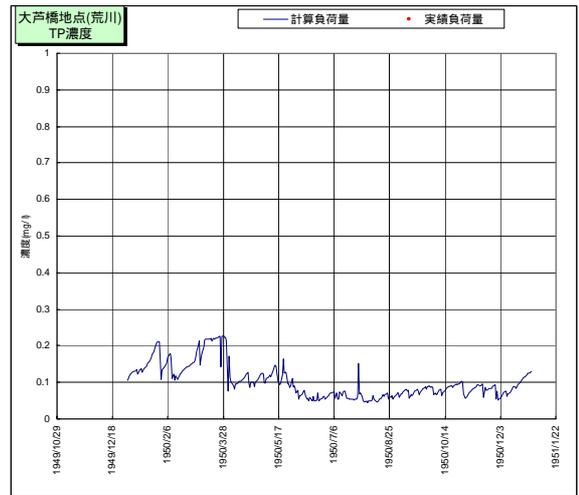
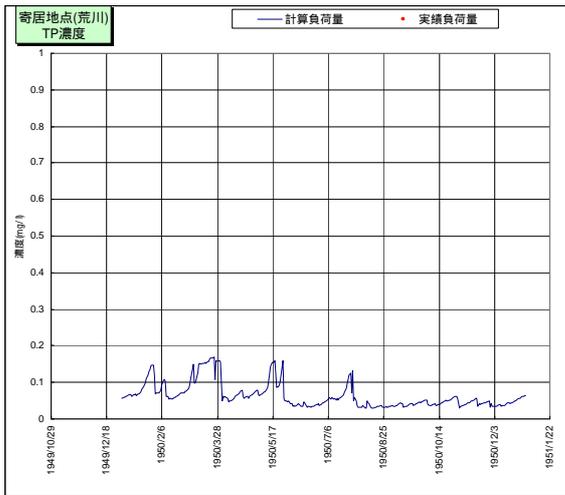


図- 4.3.3.4 (6) 水質(TP)の再現結果 (1950年)

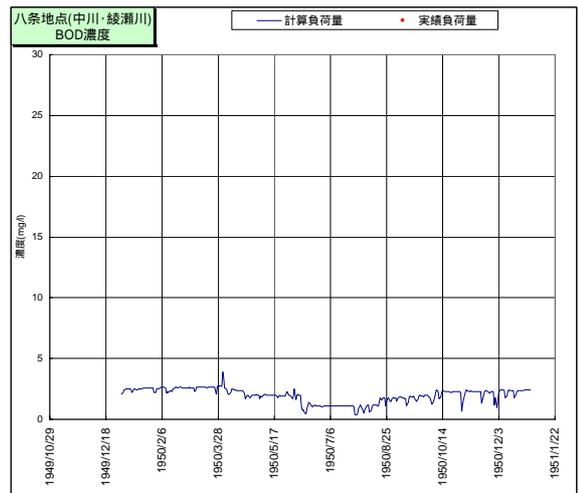
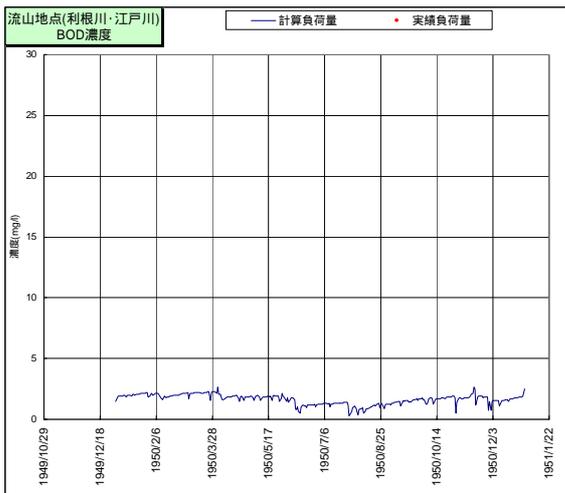
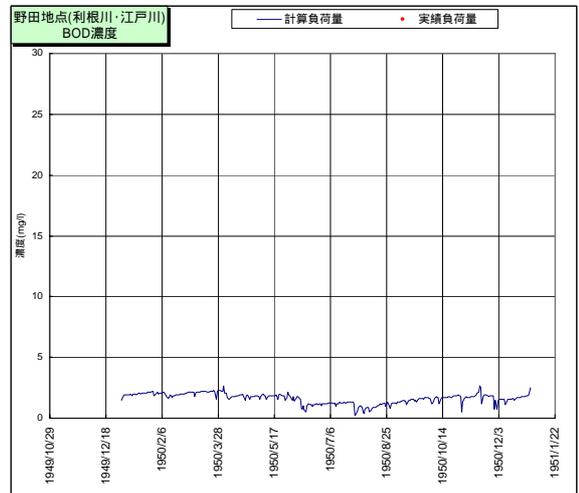
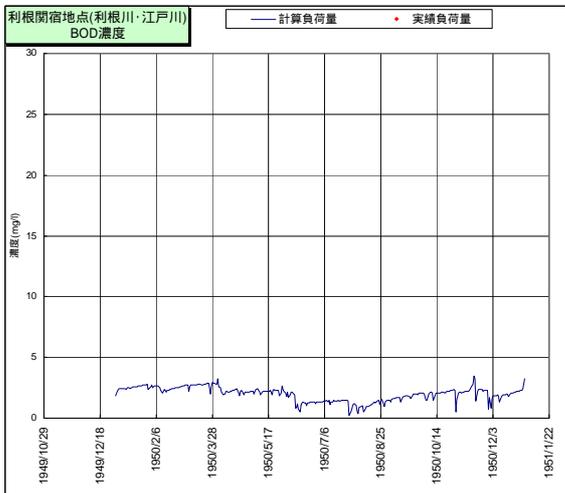
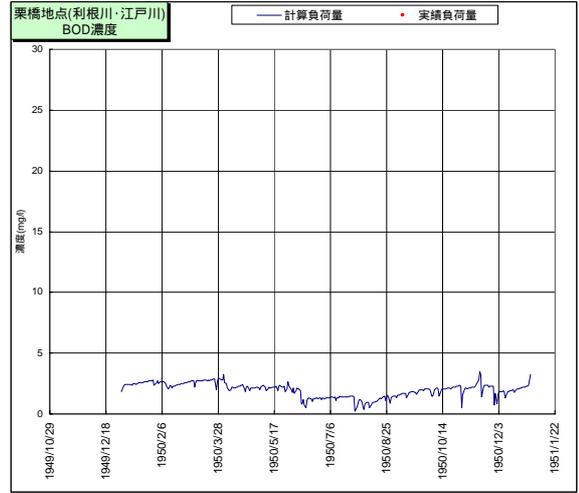
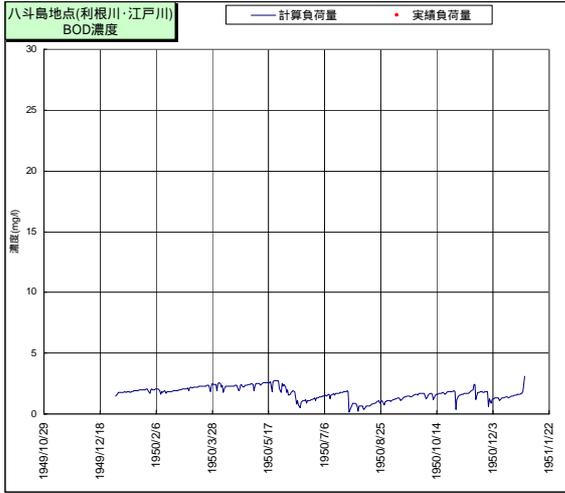


図- 4.3.3.4(7) 水質(BOD)の再現結果 (1950年)

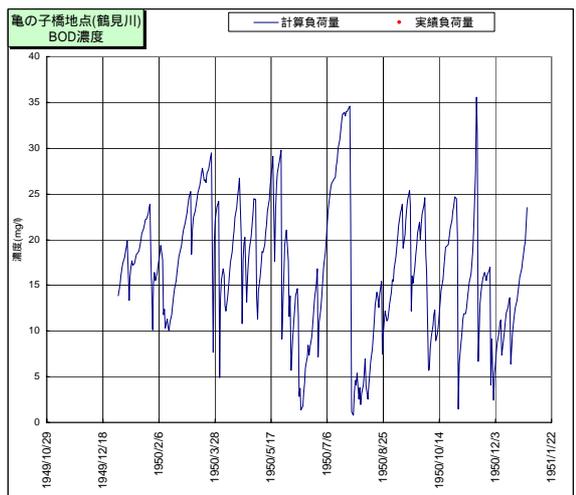
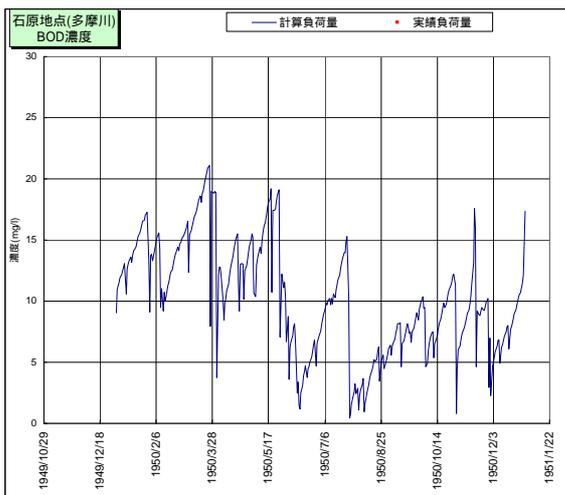
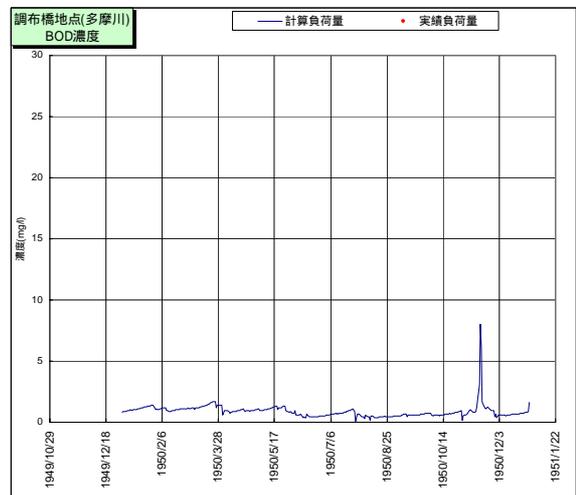
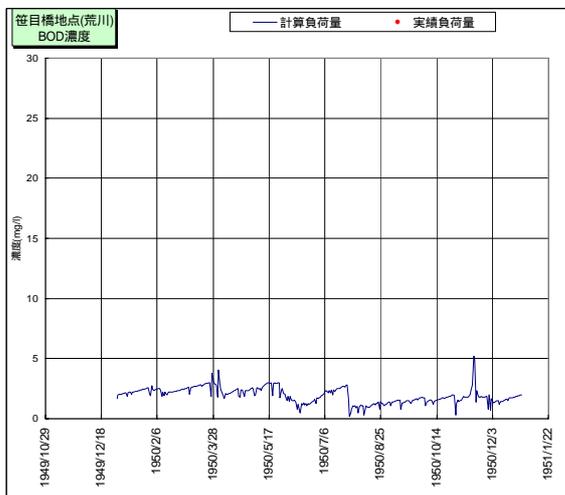
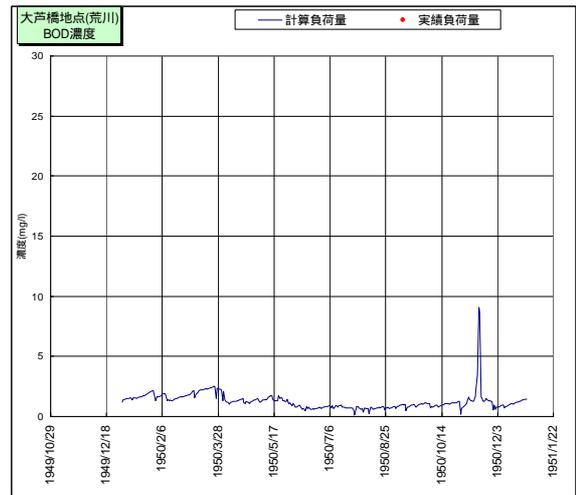
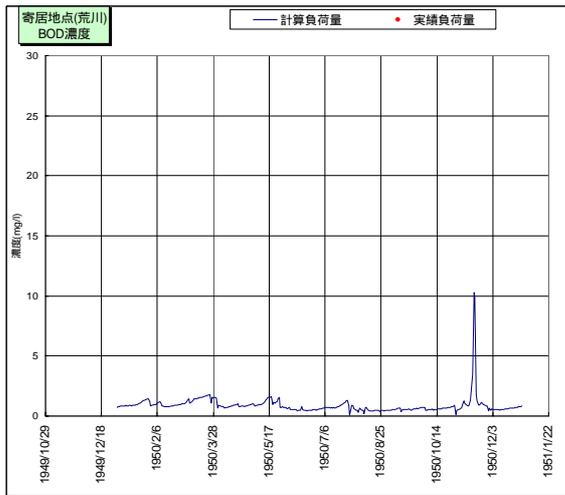


図- 4.3.3.4(8) 水質(BOD)の再現結果 (1950年)

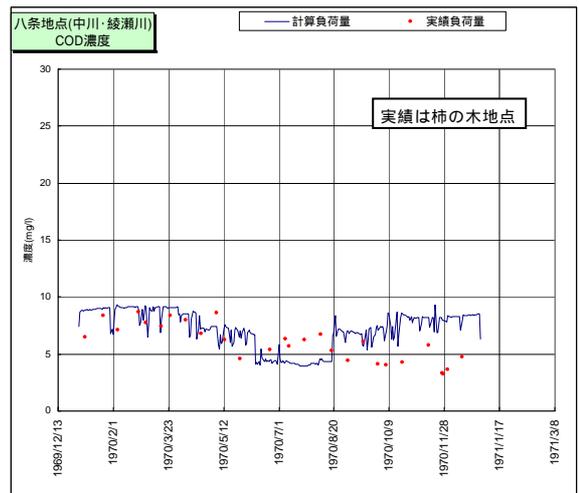
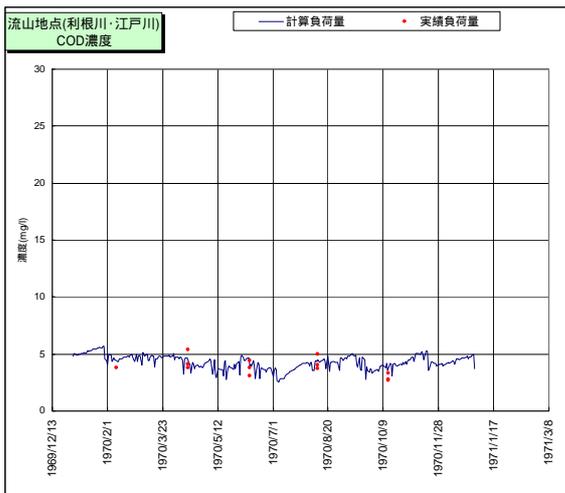
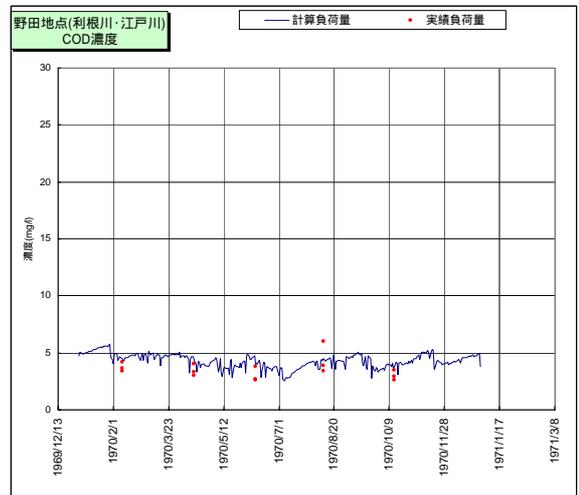
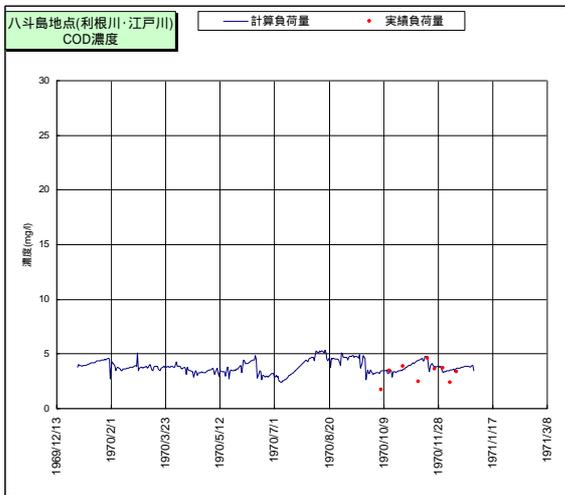
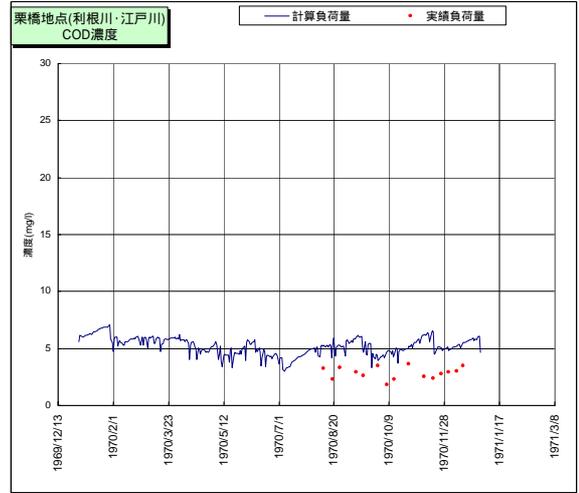
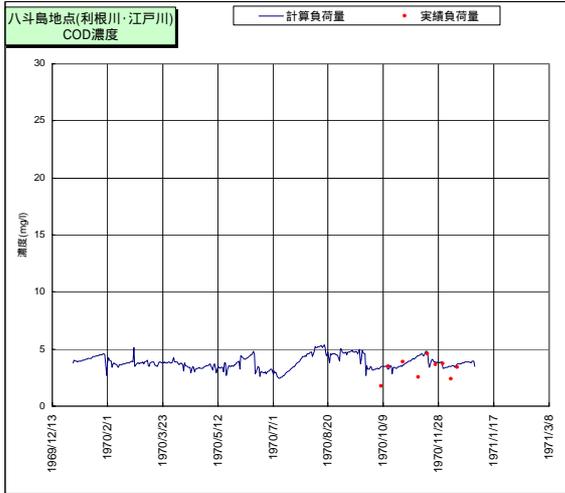


図- 4.3.3.5 (1) 水質(COD)の再現結果 (1970年)

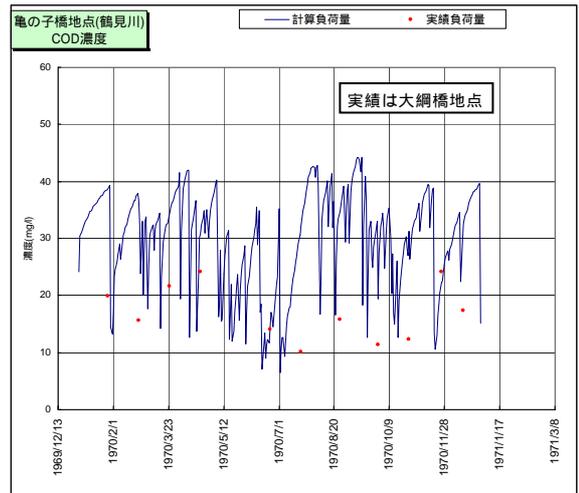
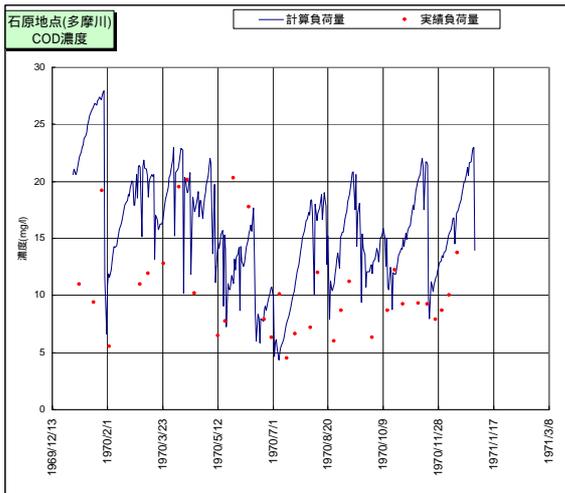
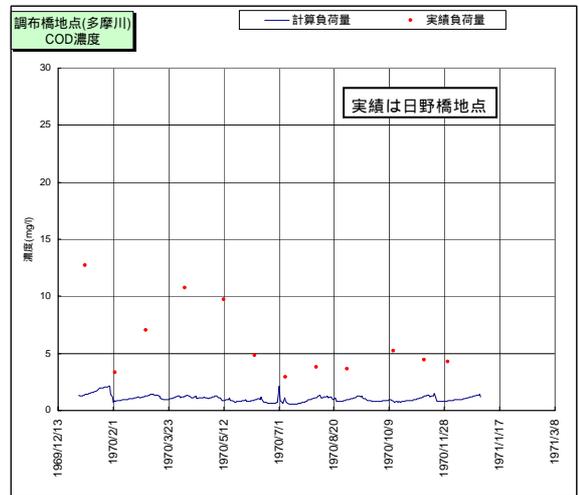
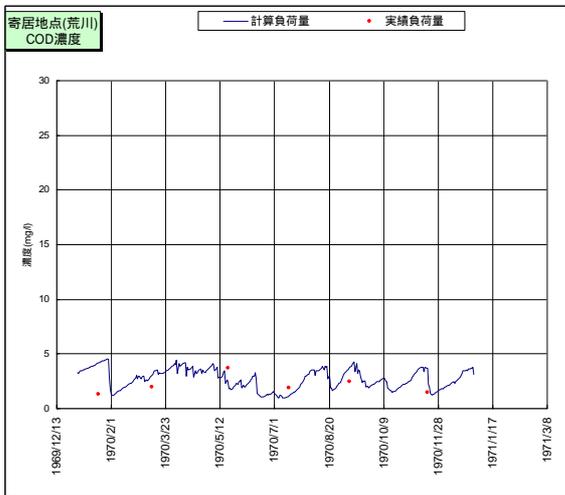
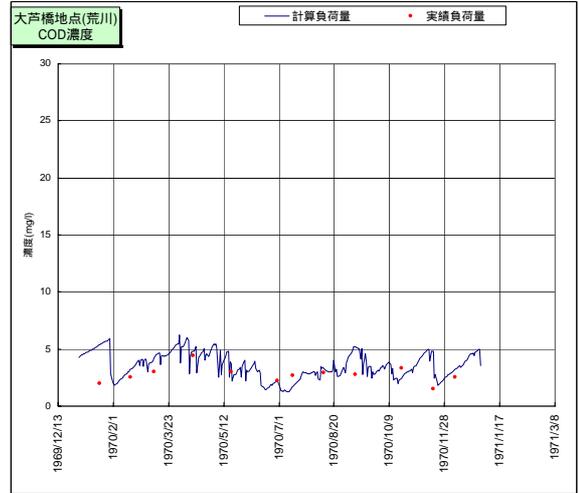
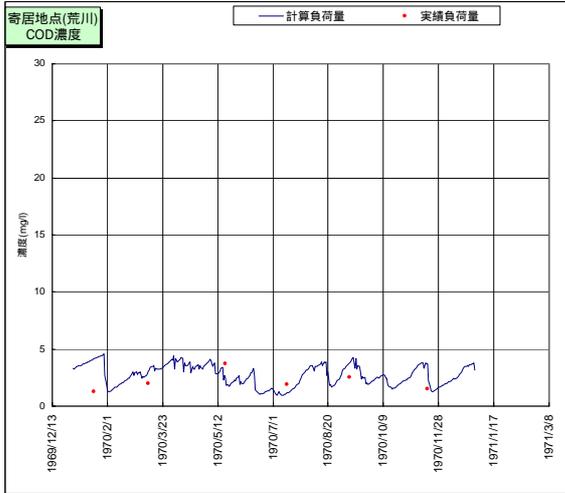


図- 4.3.3.5(2) 水質(COD)の再現結果 (1970年)

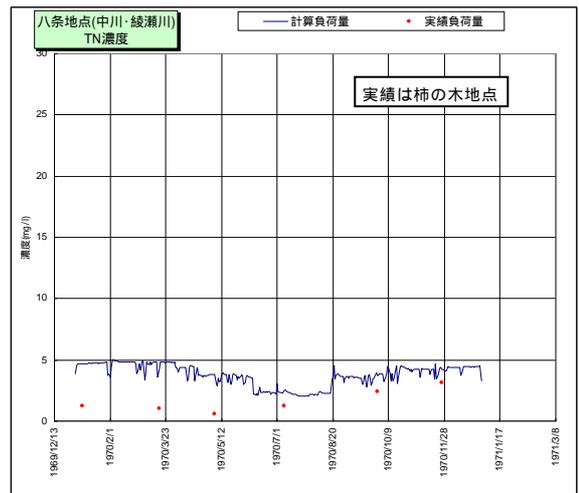
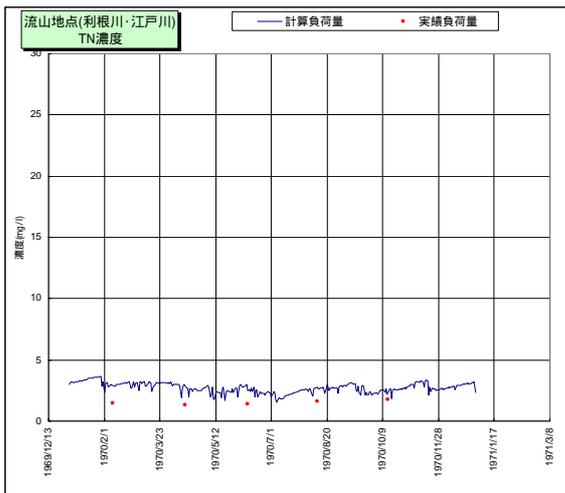
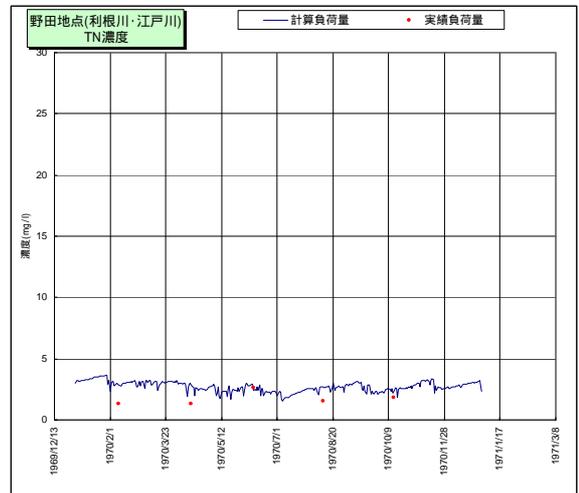
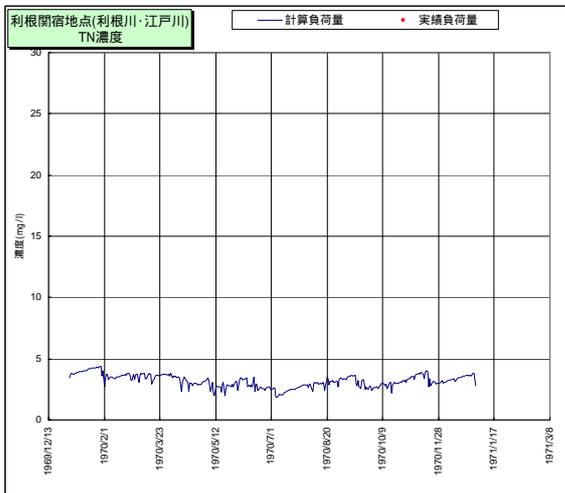
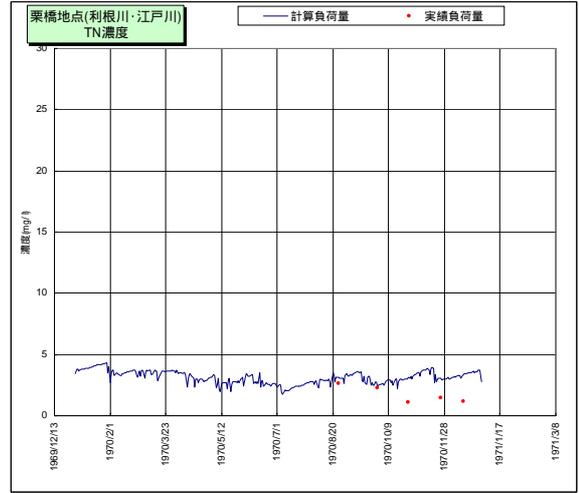
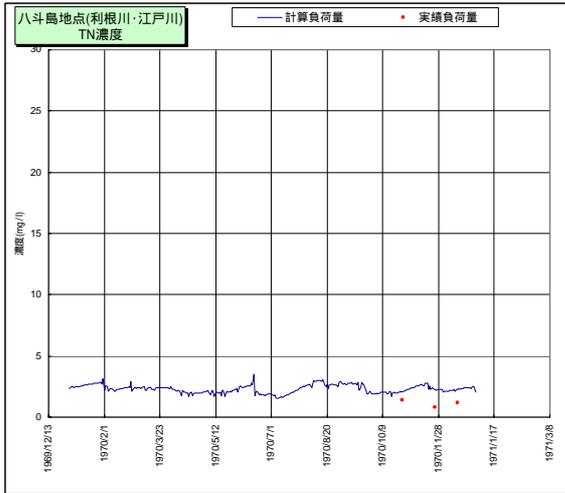


図- 4.3.3.5 (3) 水質(TN)の再現結果 (1970年)

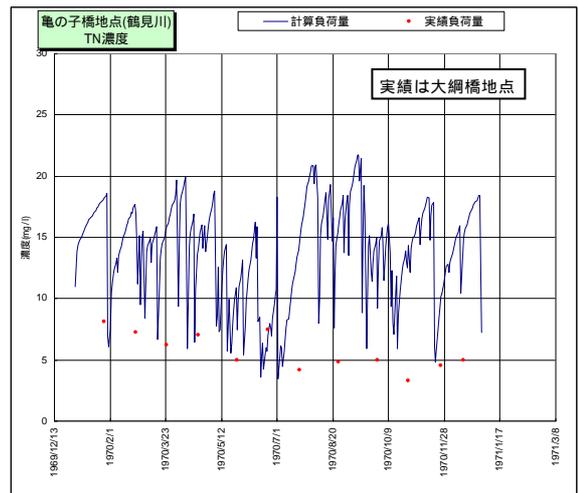
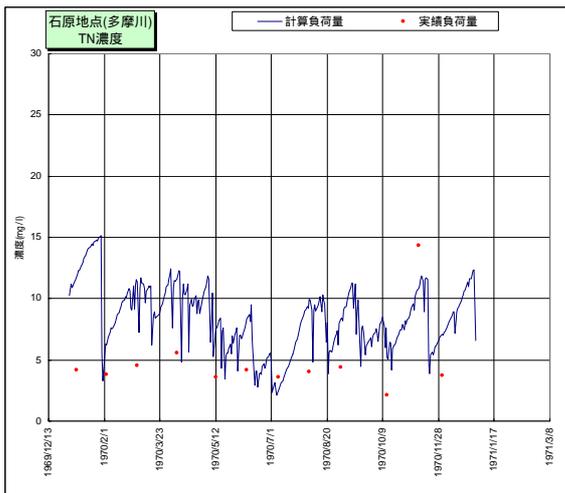
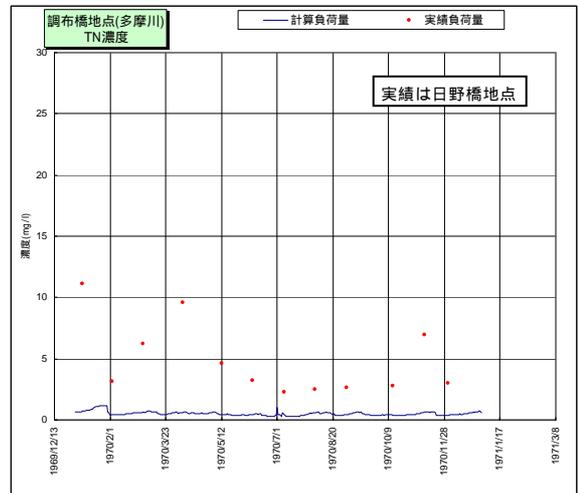
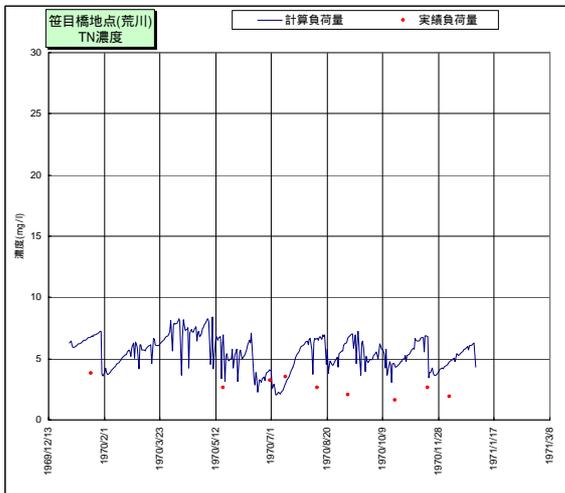
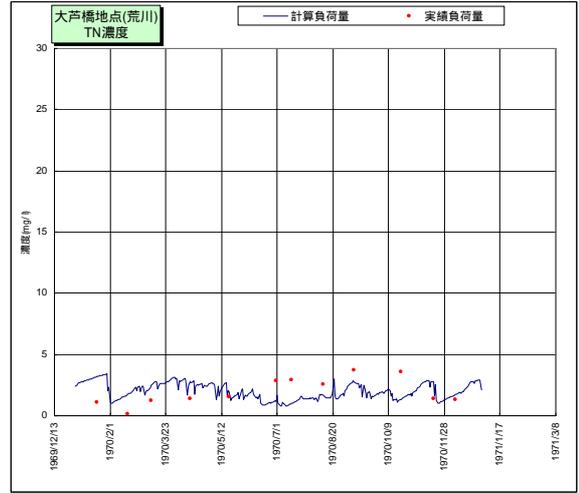
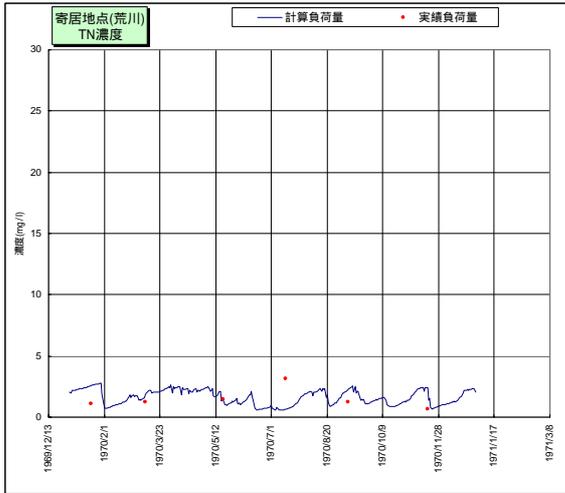


図- 4.3.3.5(4) 水質(TN)の再現結果 (1970年)

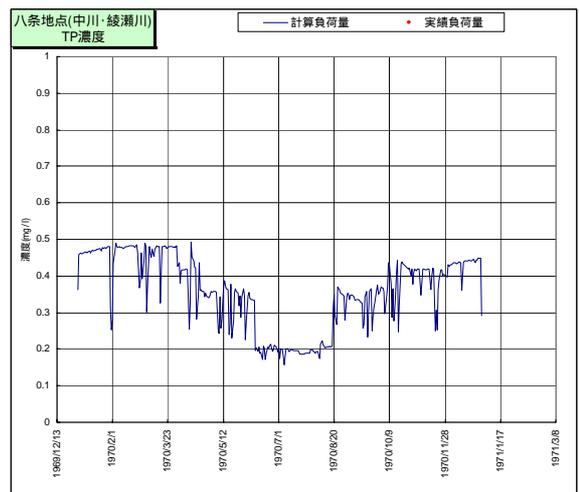
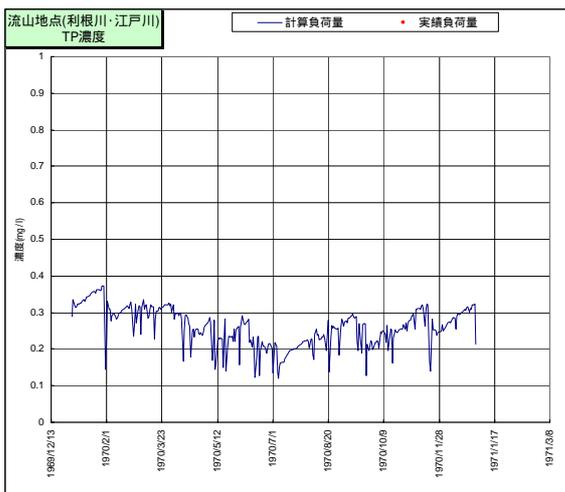
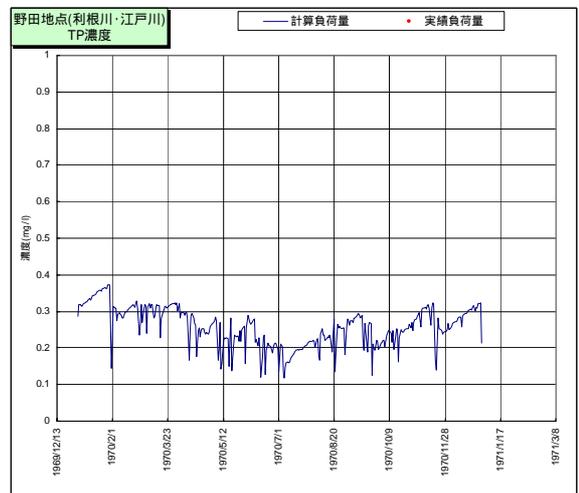
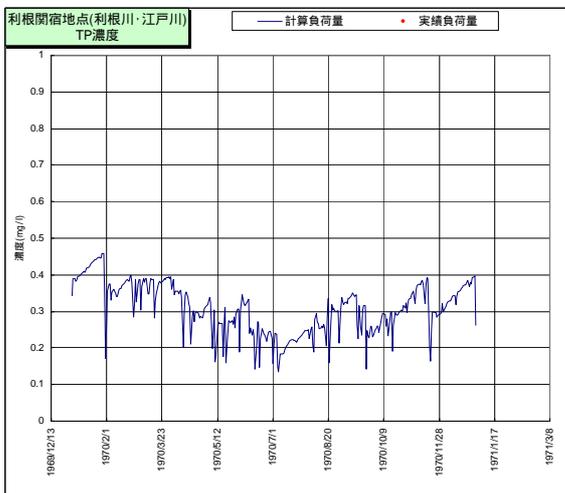
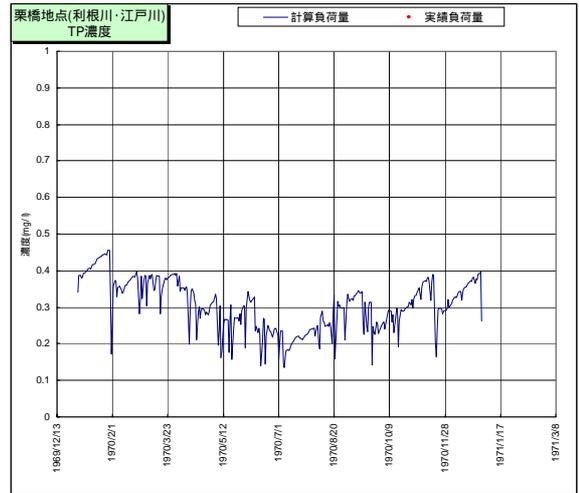
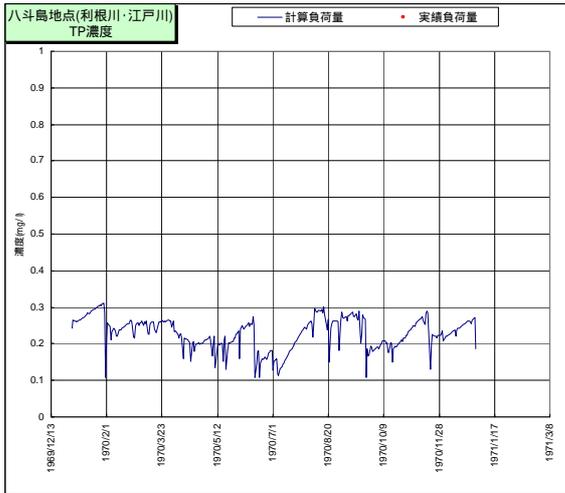


図- 4.3.3.5 (5) 水質(TP)の再現結果 (1970年)

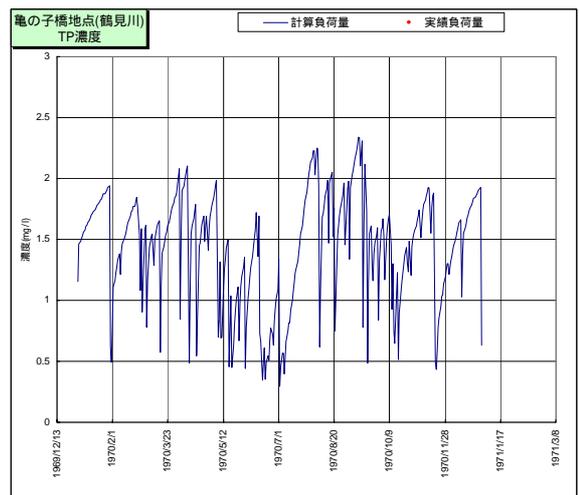
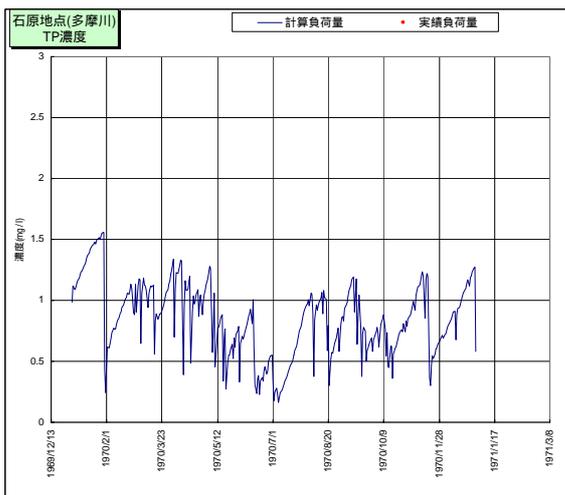
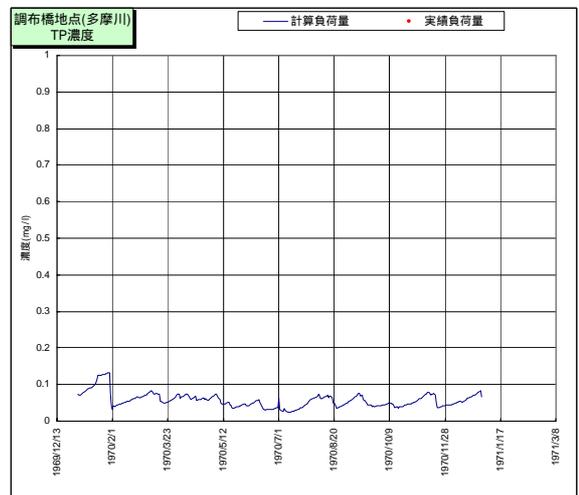
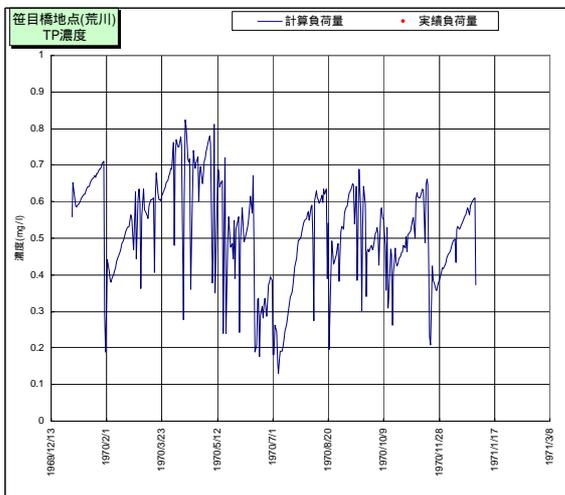
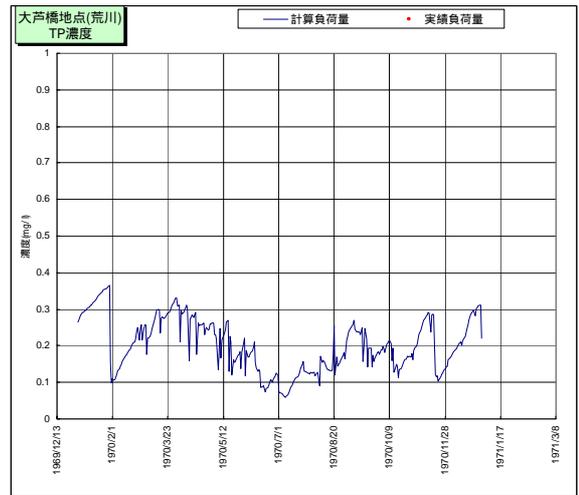
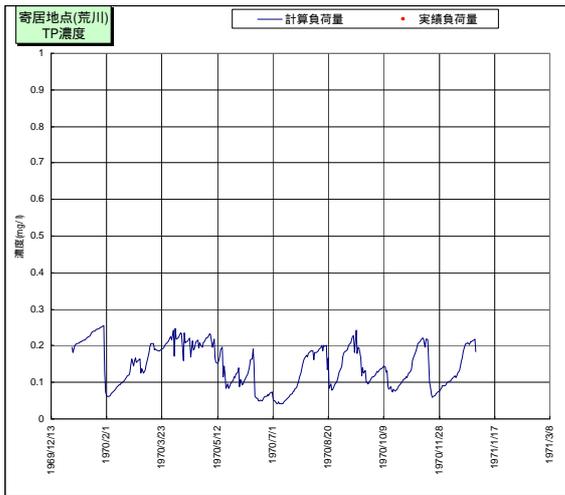


図- 4.3.3.5 (6) 水質(TP)の再現結果 (1970年)

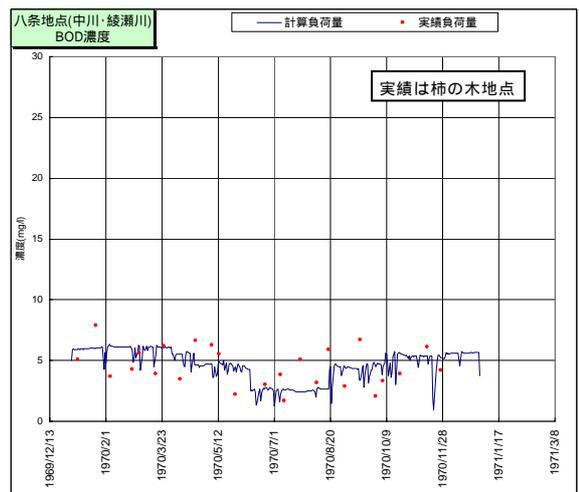
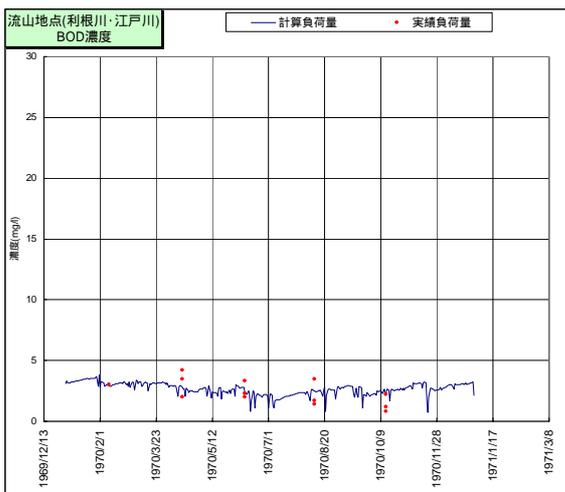
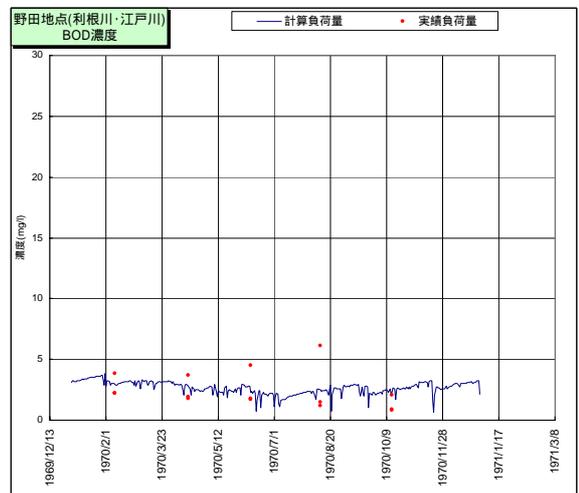
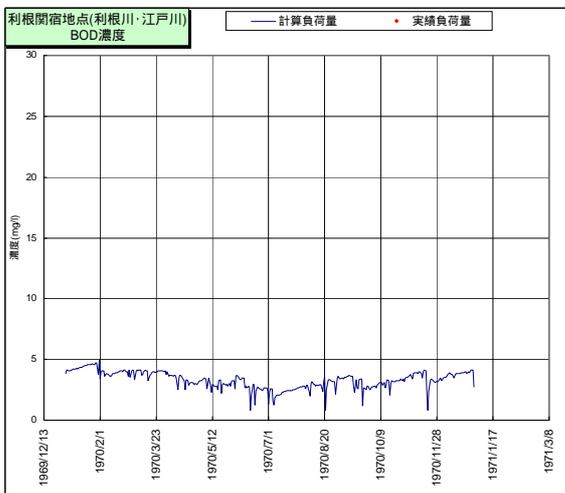
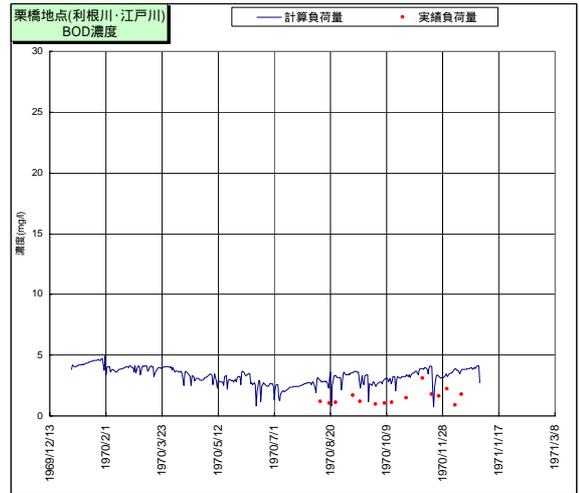
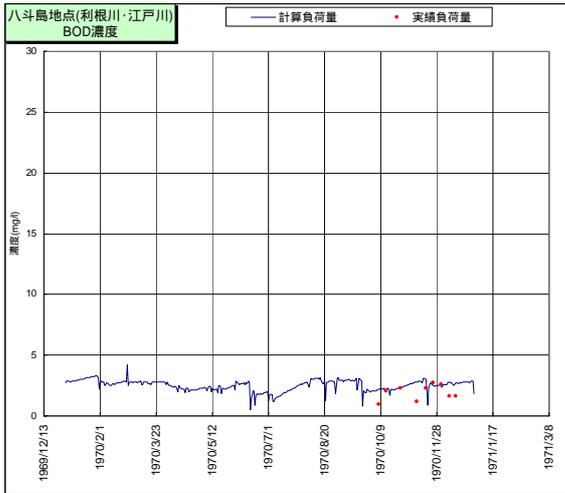


図- 4.3.3.5 (7) 水質(BOD)の再現結果 (1970年)

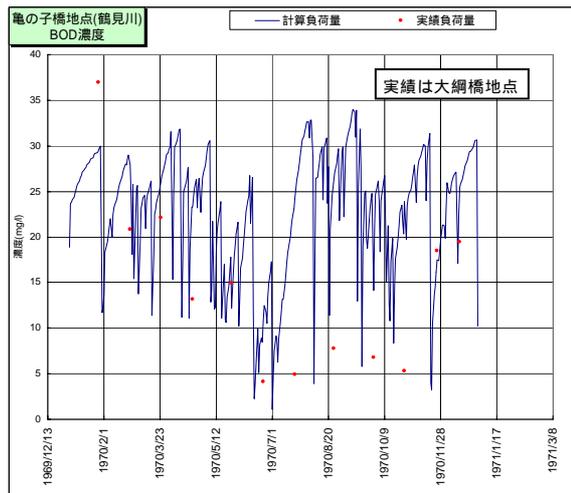
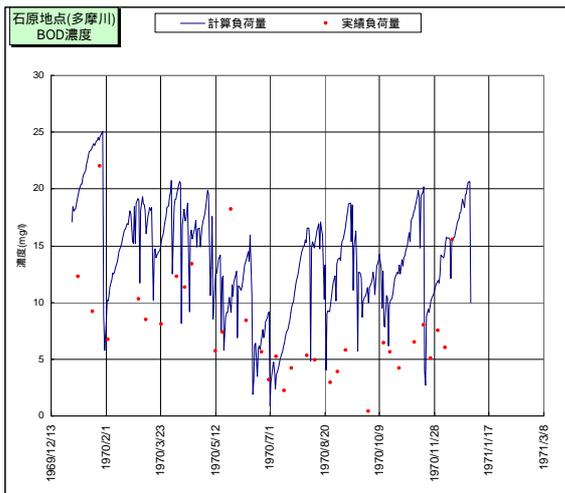
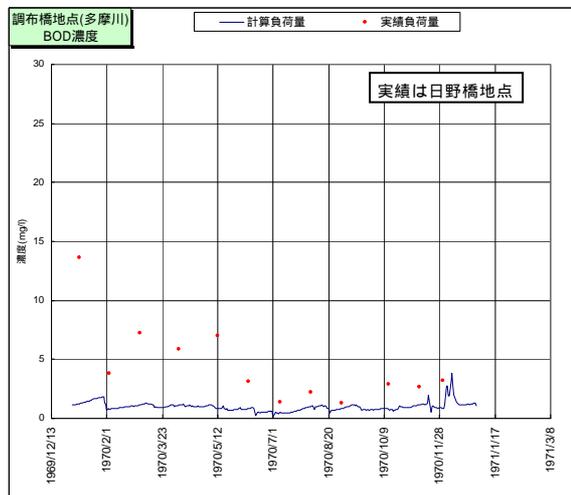
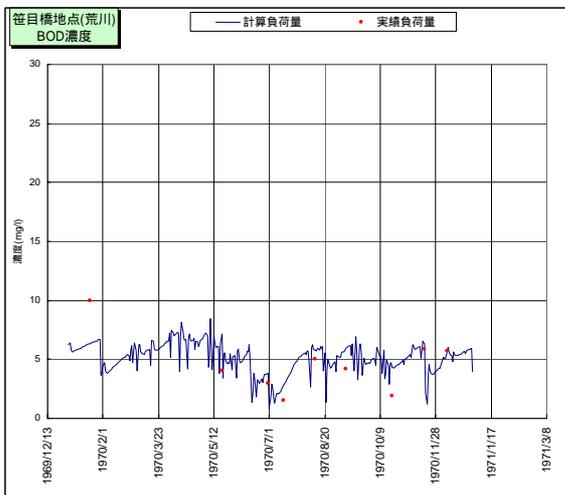
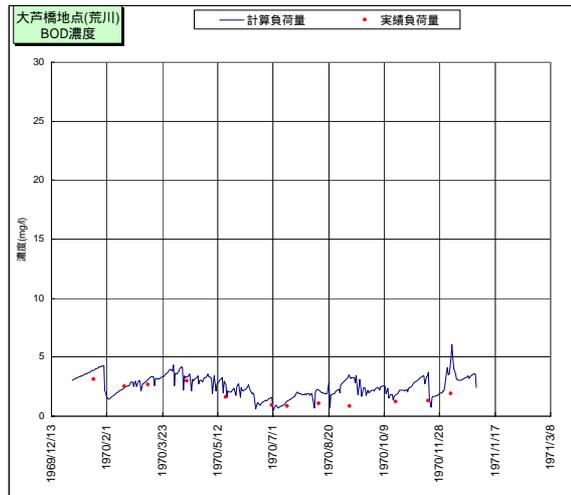
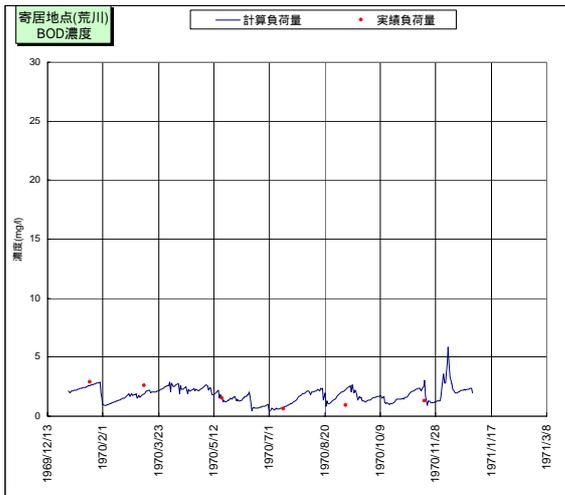


図- 4.3.3.5(8) 水質(BOD)の再現結果 (1970年)

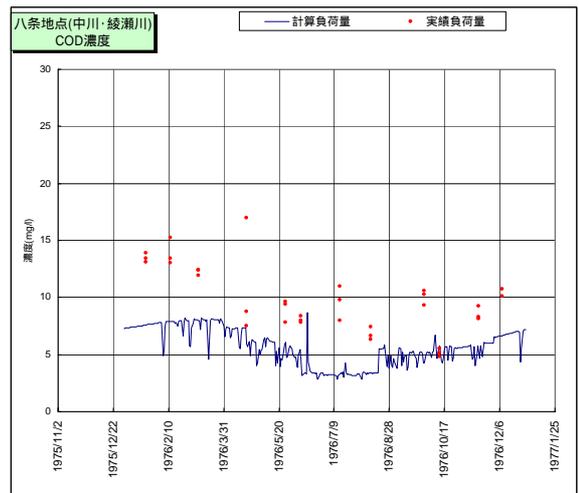
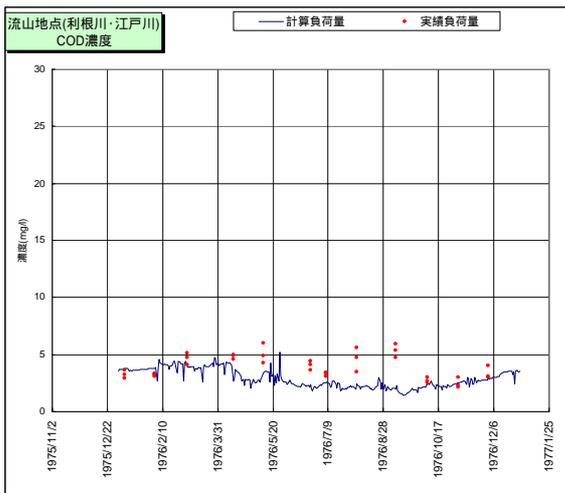
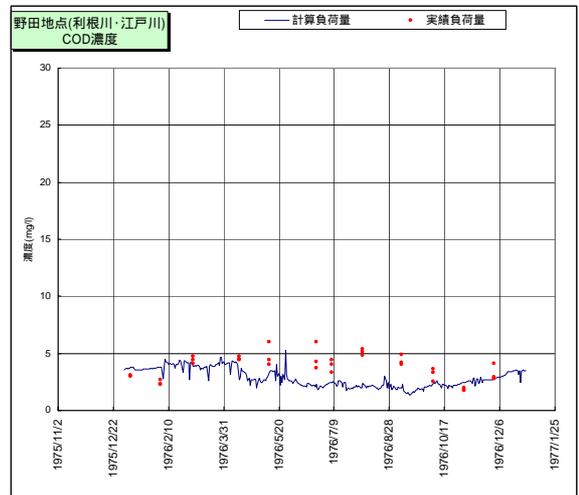
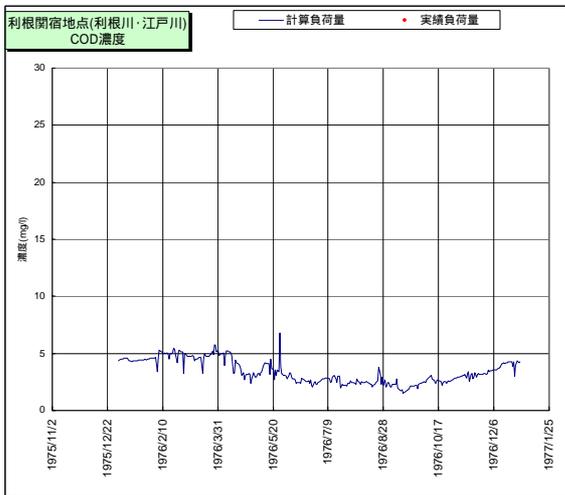
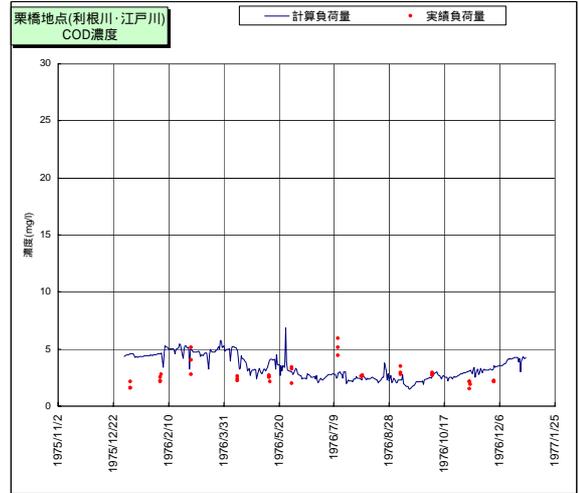
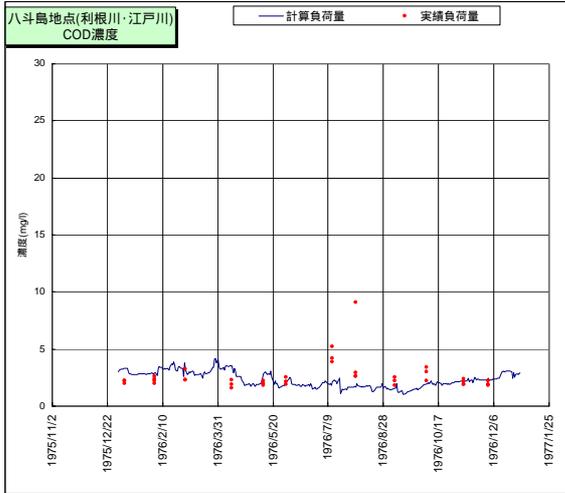


図- 4.3.3.6(1) 水質(COD)の再現結果 (1976年)

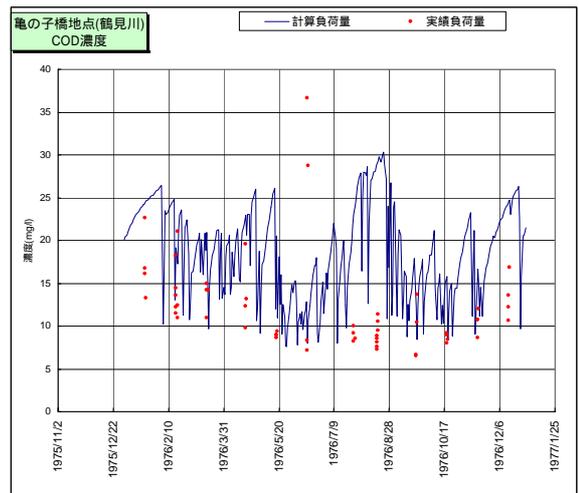
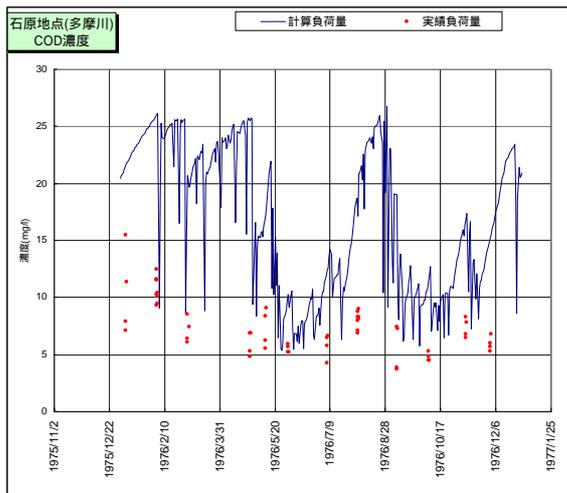
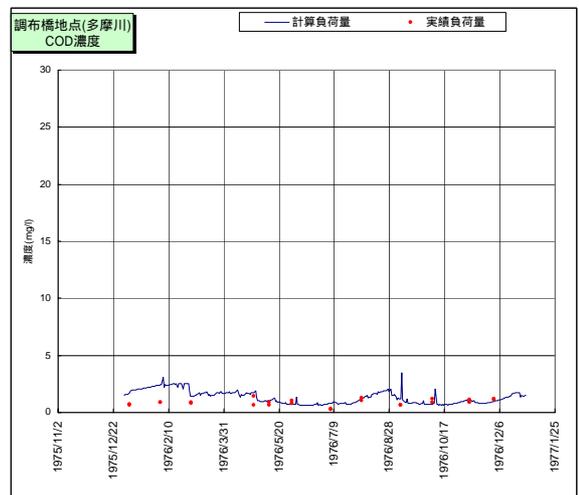
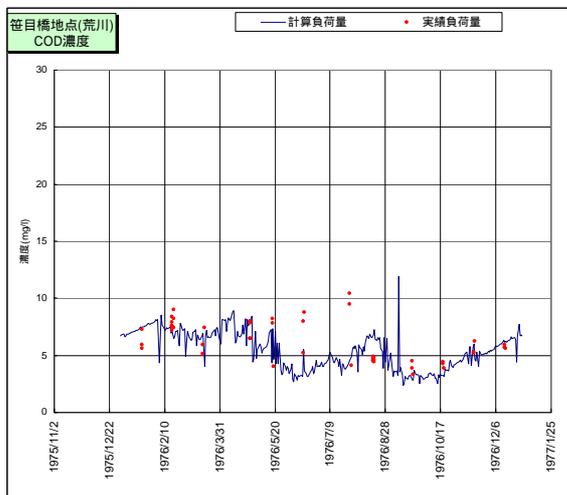
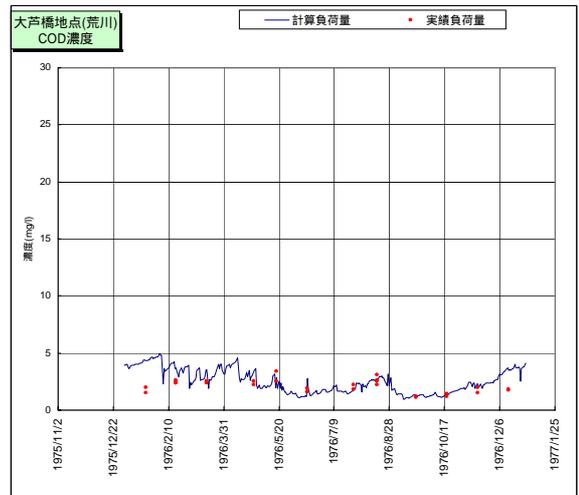
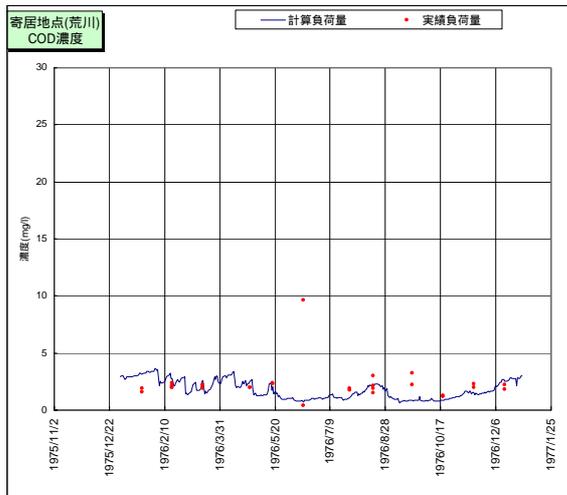


図- 4.3.3.6(2) 水質(COD)の再現結果 (1976年)

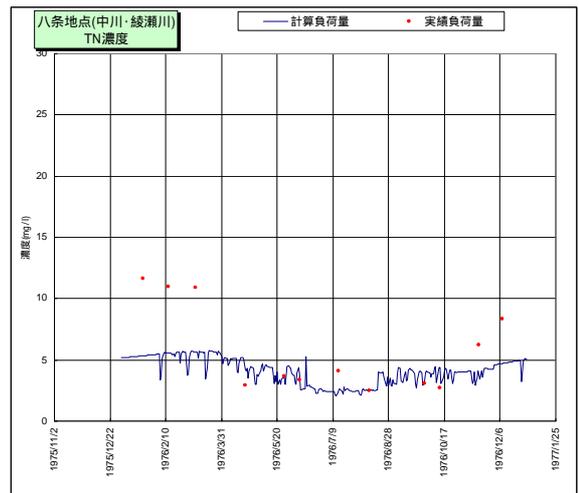
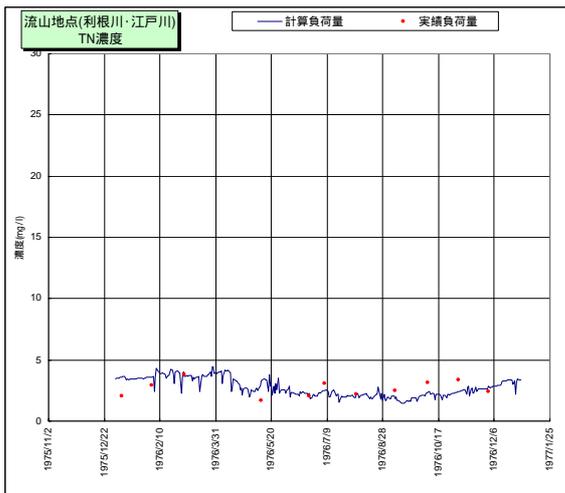
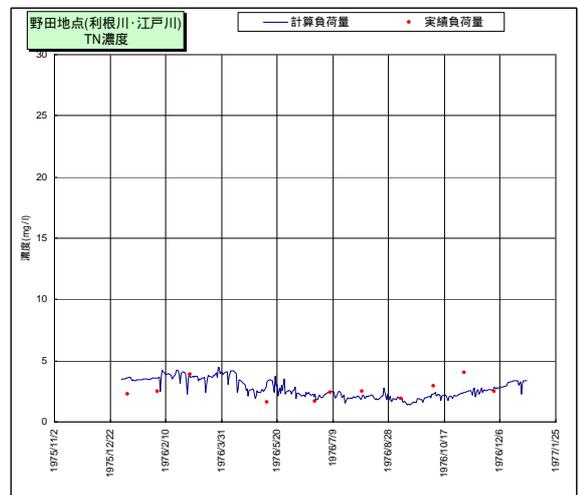
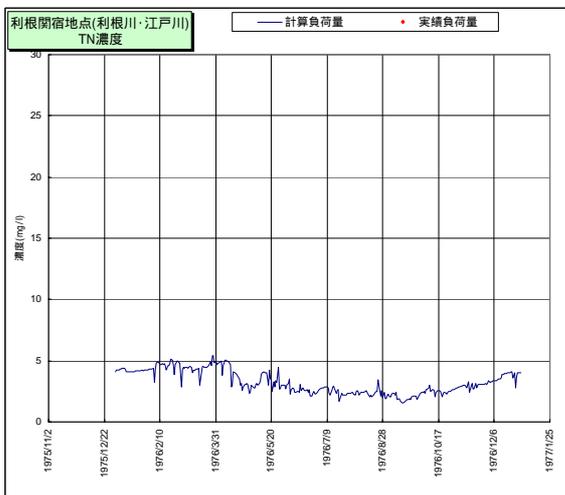
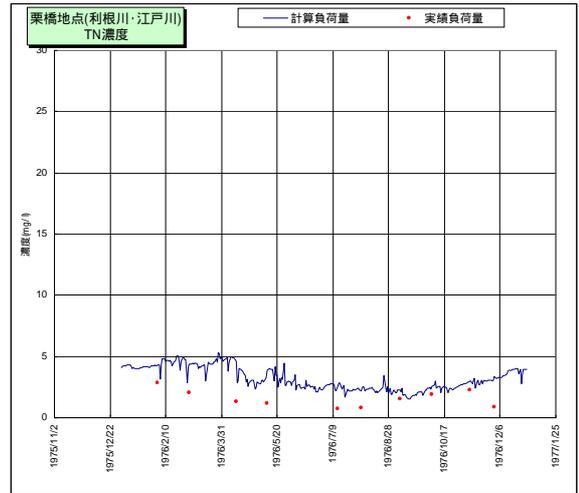
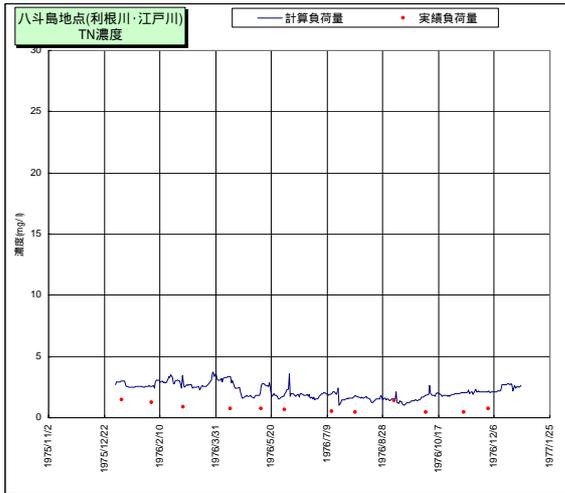


図- 4.3.3.6 (3) 水質(TN)の再現結果 (1976年)

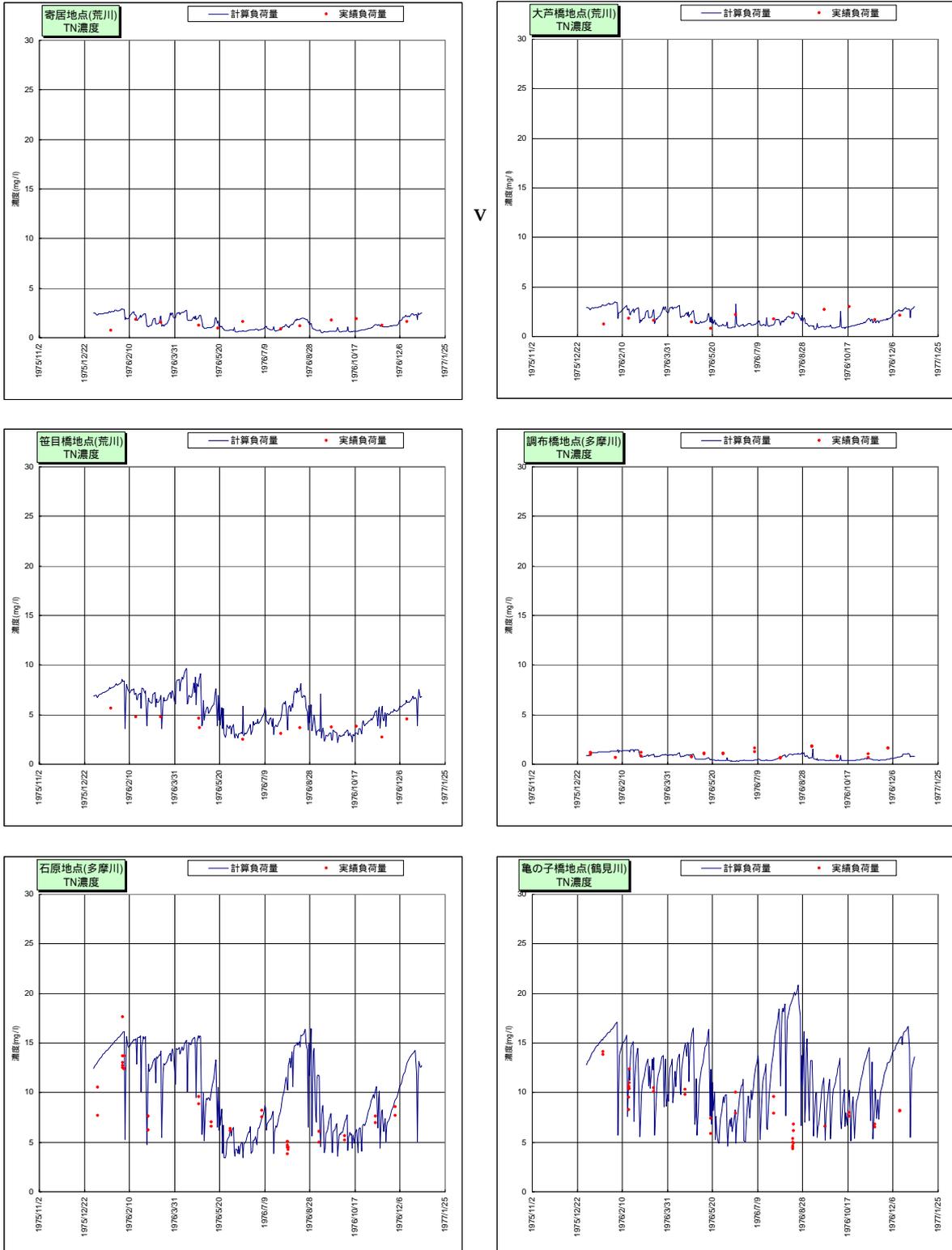


図- 4.3.3.6(4) 水質(TN)の再現結果 (1976年)

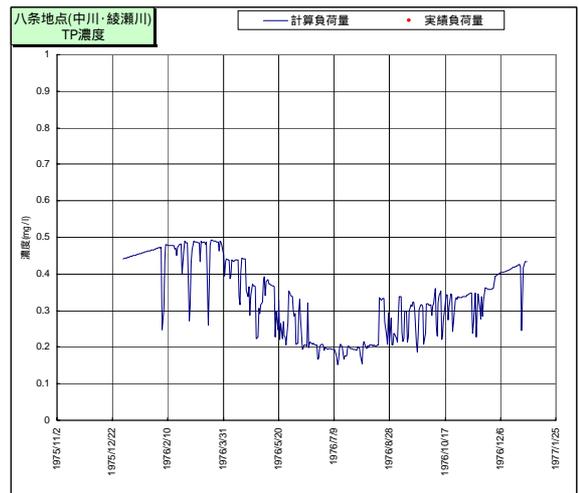
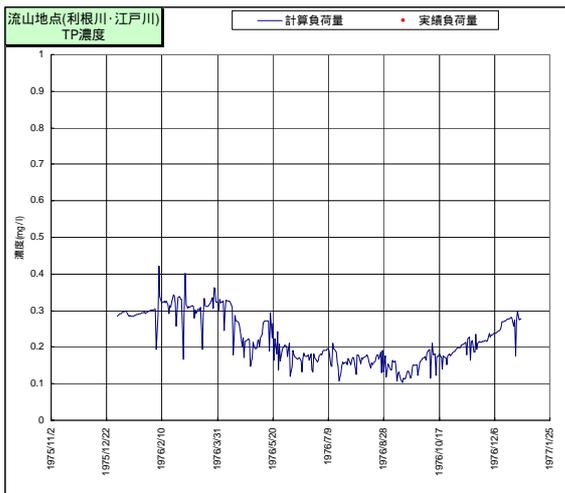
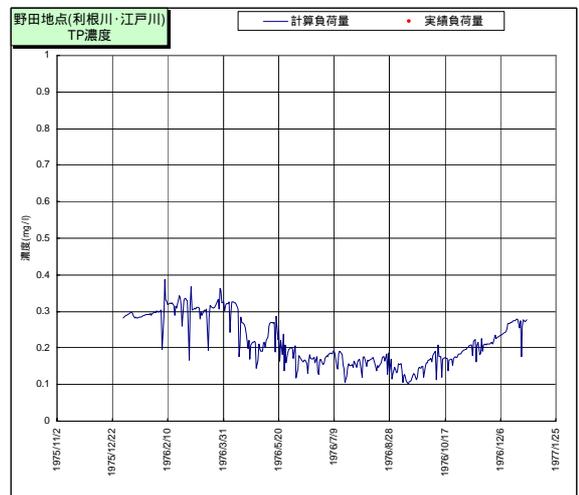
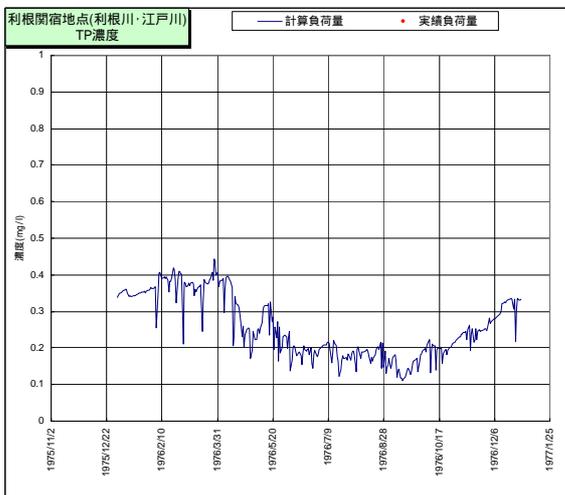
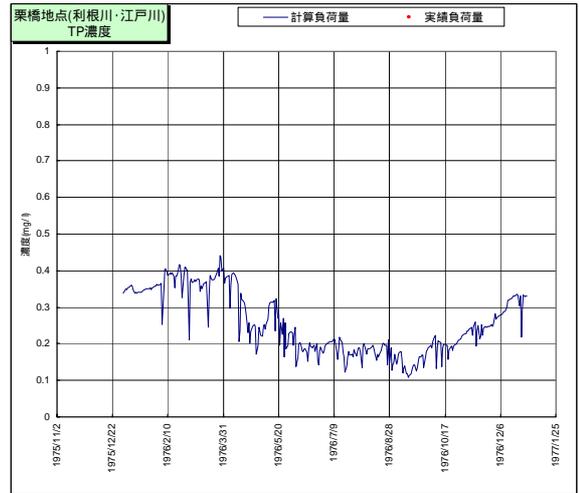
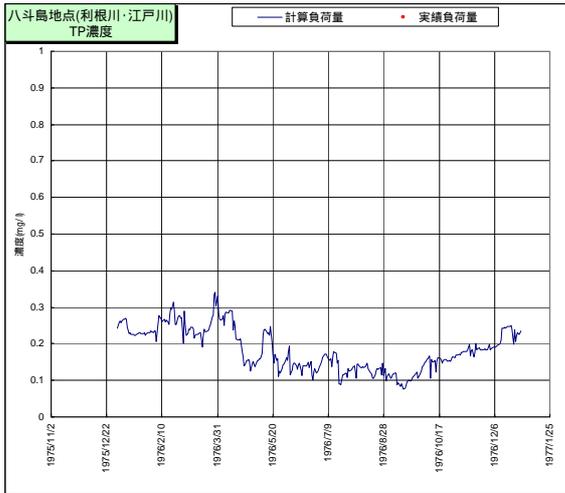


図- 4.3.3.6(5) 水質(TP)の再現結果 (1976年)

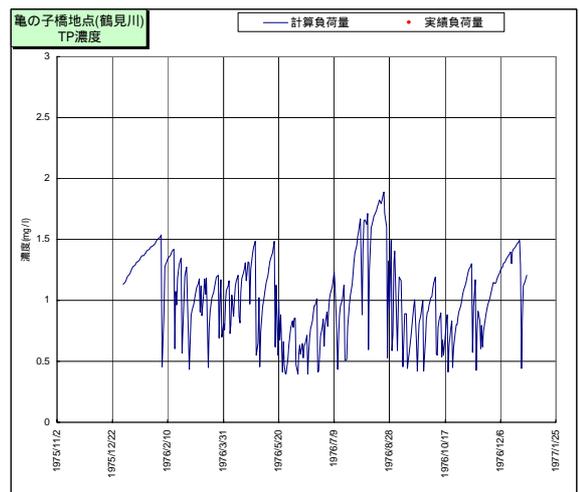
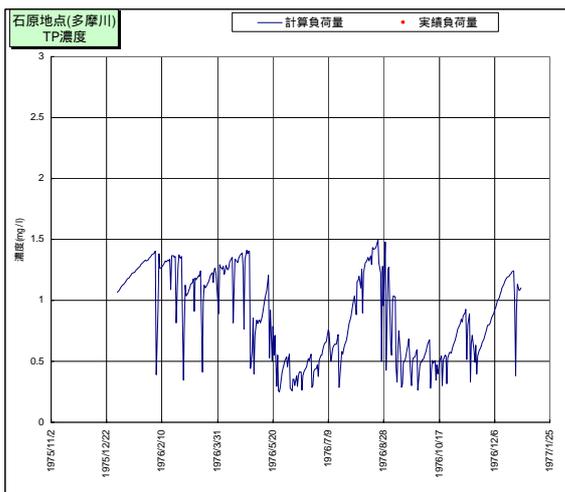
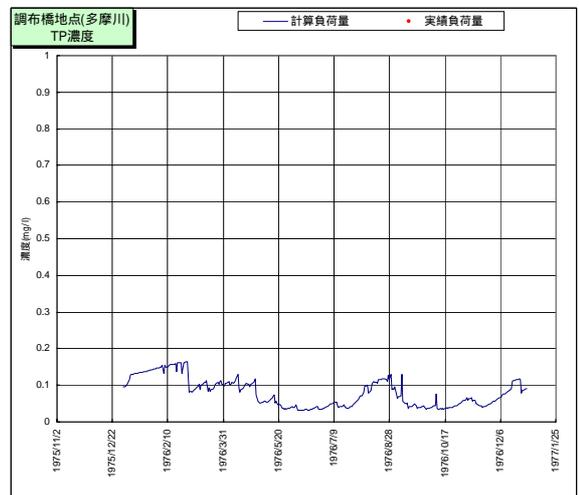
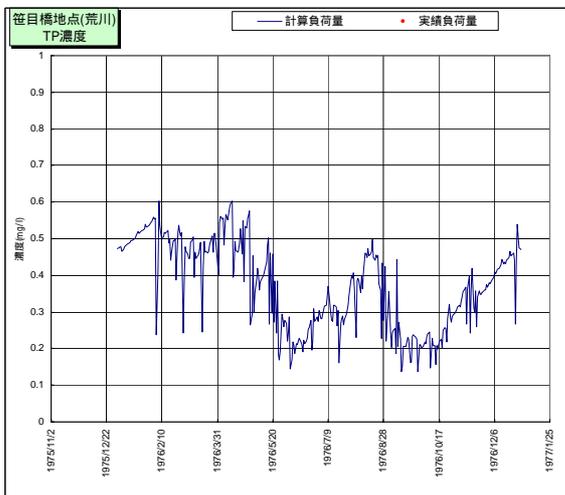
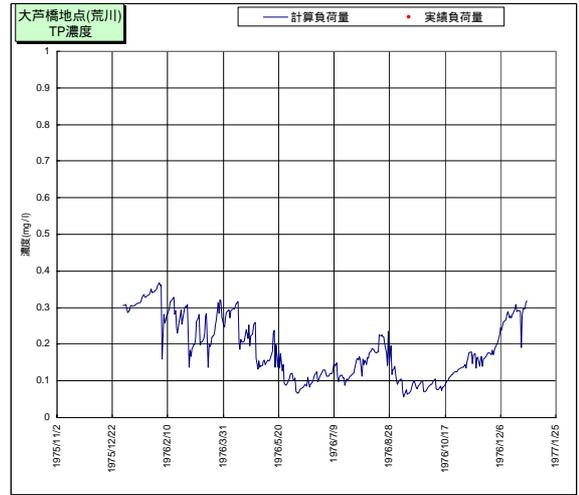
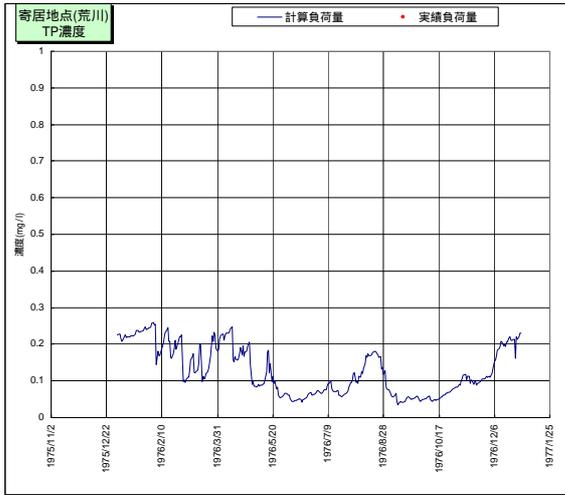


図- 4.3.3.6 (6) 水質(TP)の再現結果 (1976年)

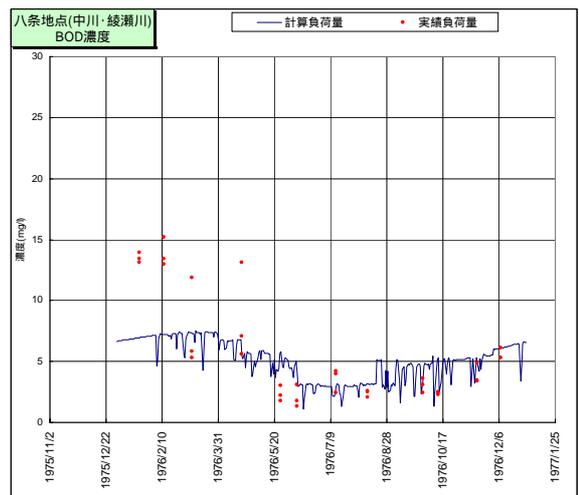
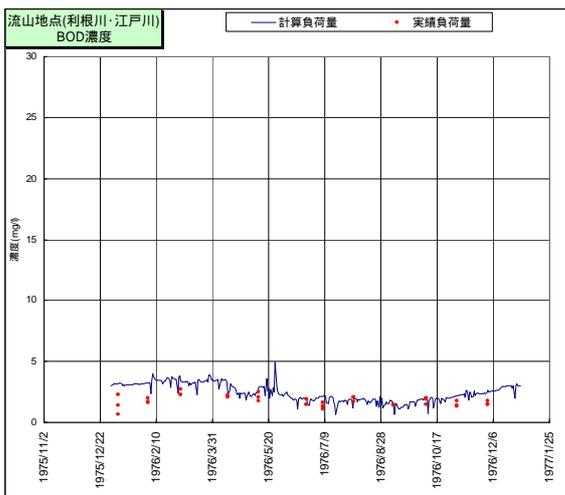
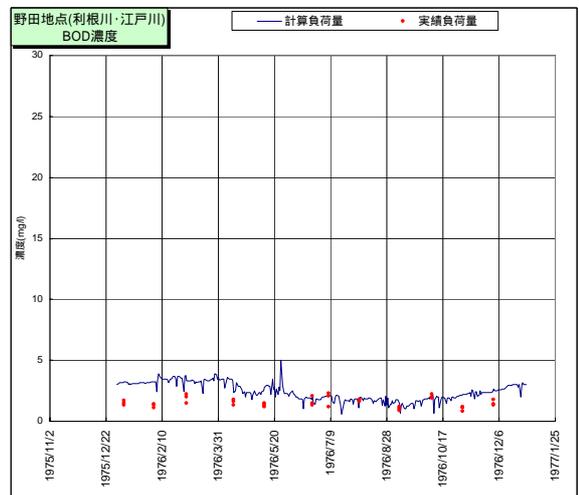
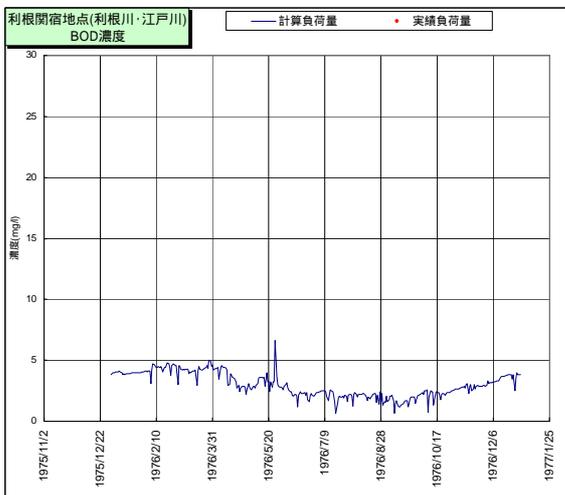
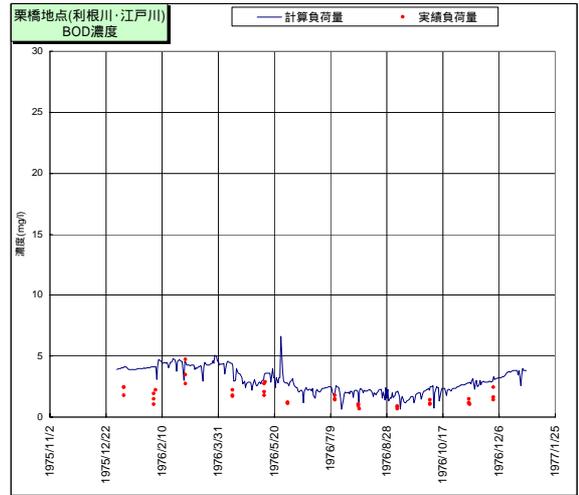
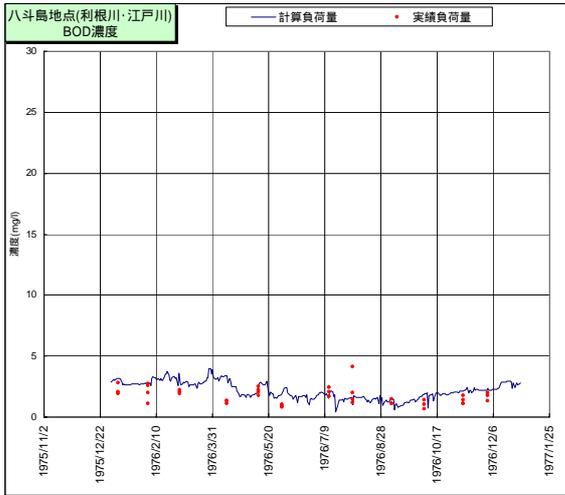


図- 4.3.3.6 (7) 水質(BOD)の再現結果 (1976年)

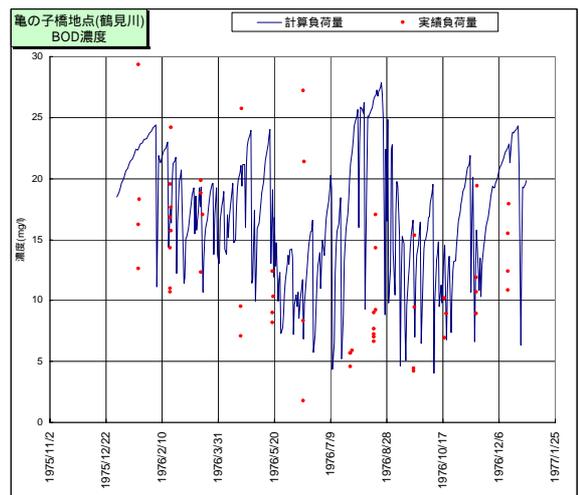
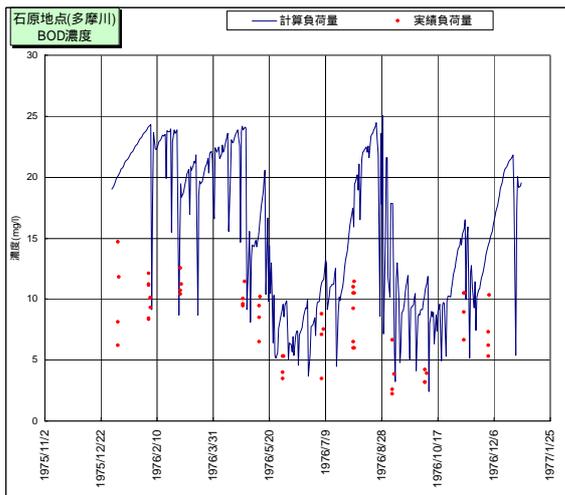
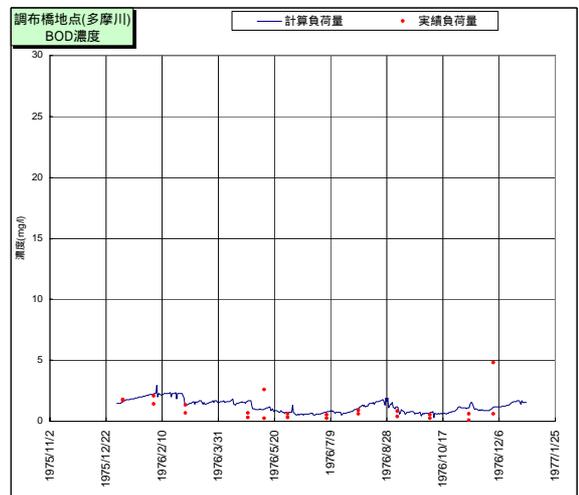
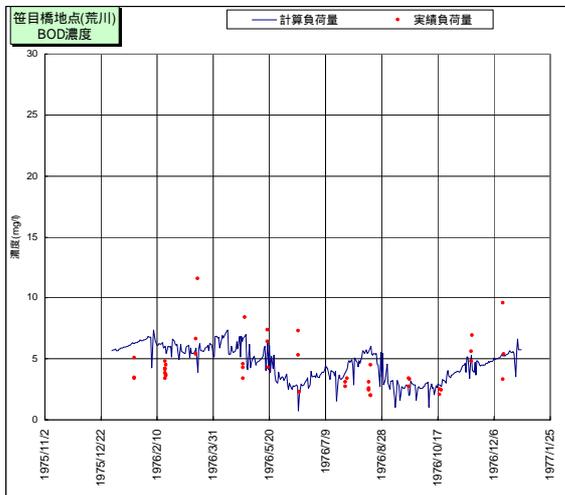
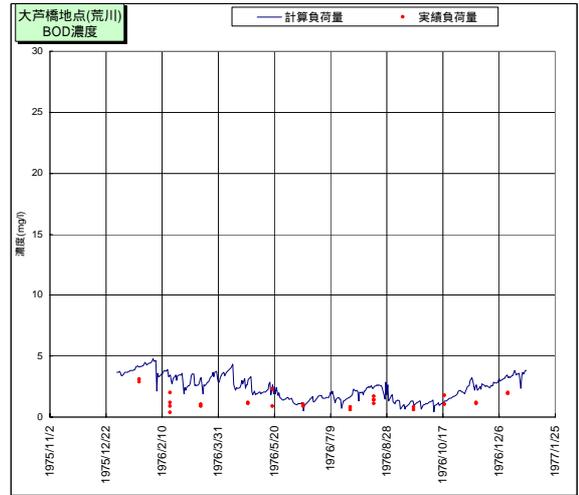
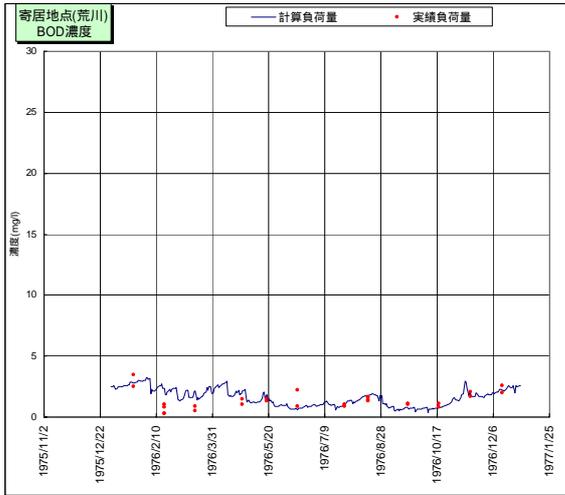


図- 4.3.3.6(8) 水質(BOD)の再現結果 (1976年)

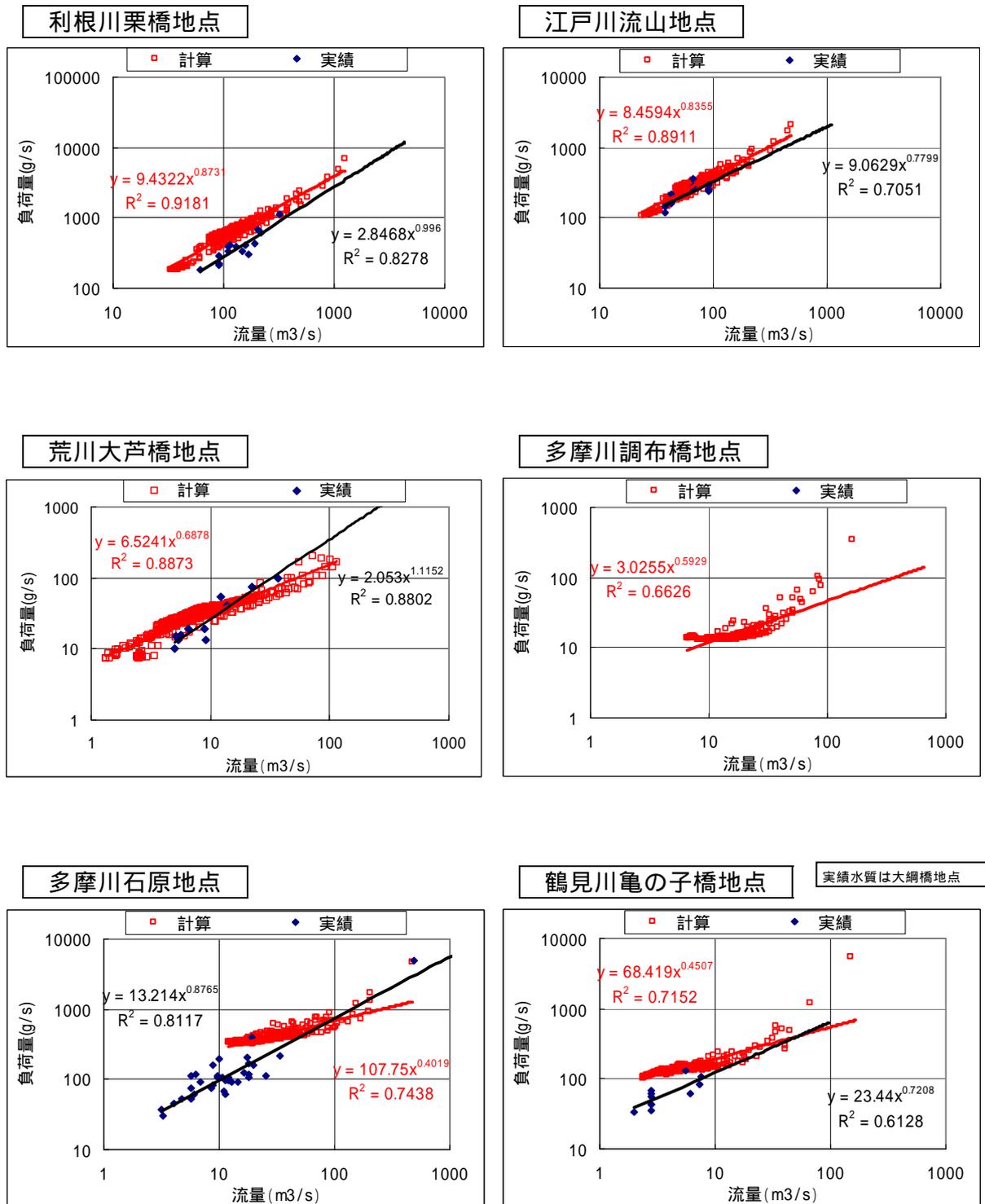


図- 4.3.3.7 (1) LQ 式による検証 (COD・1970 年)

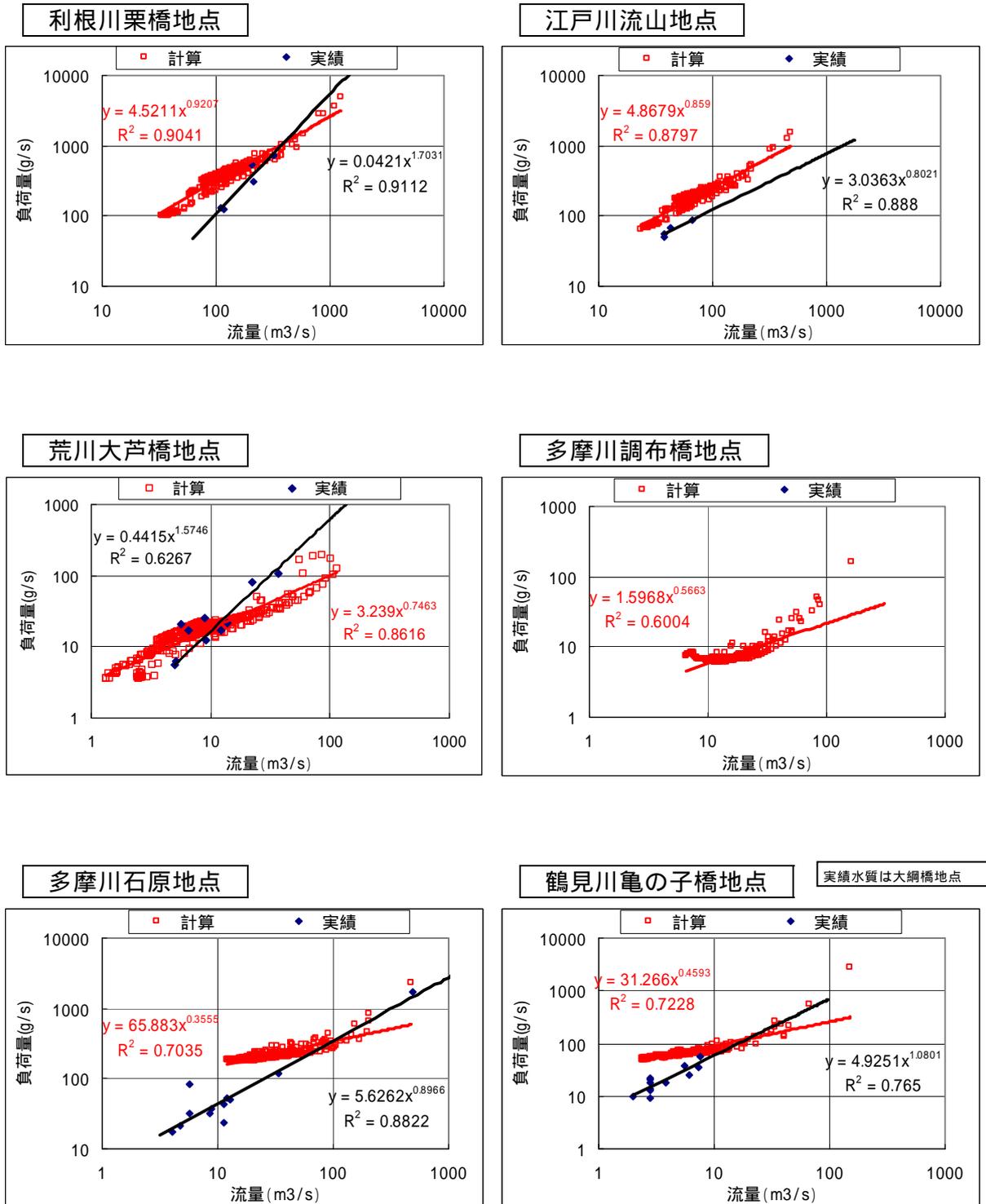


図- 4.3.3.7(2) LQ 式による検証 (T-N・1970年)

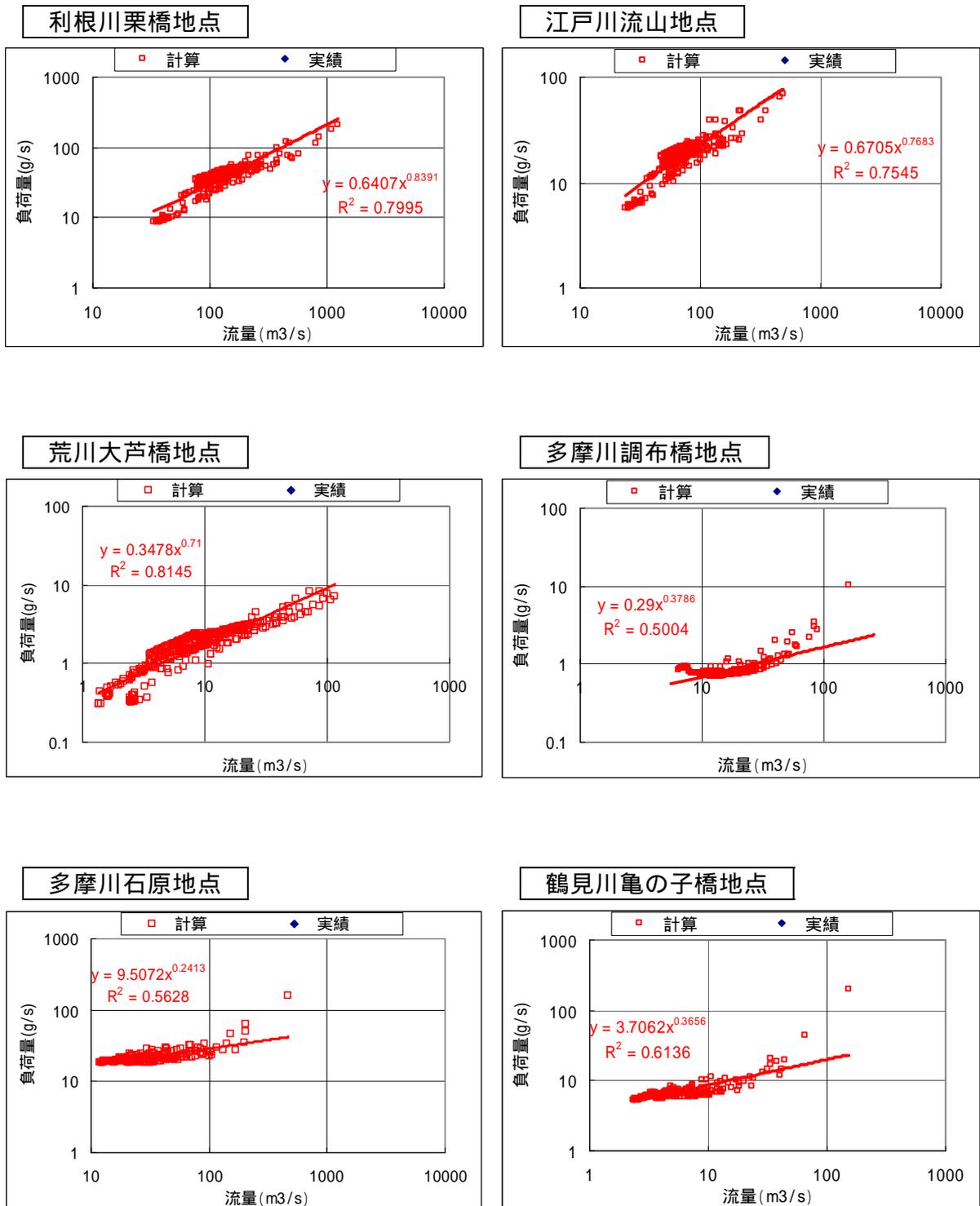


図- 4.3.3.7(3) LQ 式による検証 (T-P・1970年)

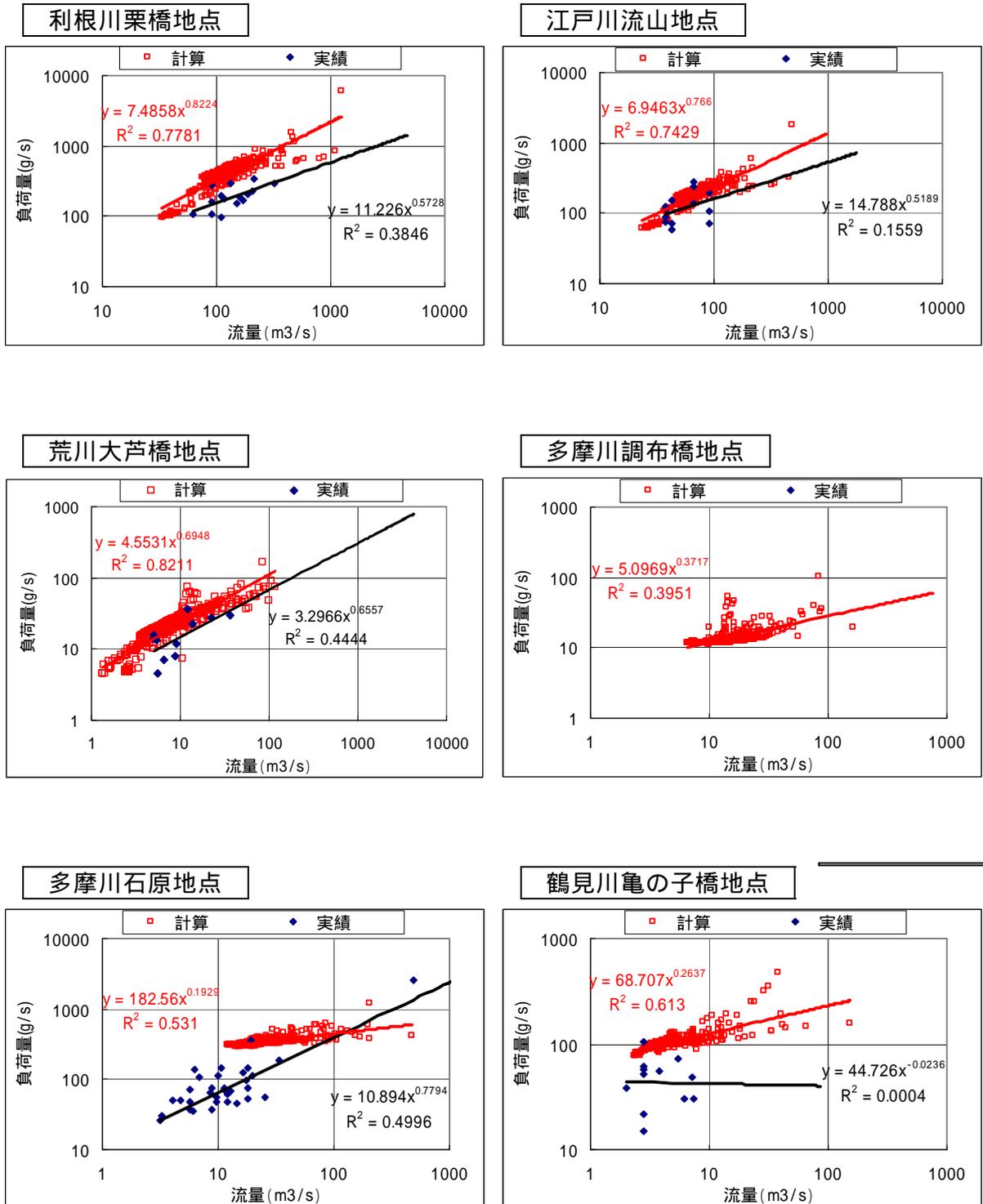


図- 4.3.3.7(4) LQ 式による検証 (BOD・1970 年)

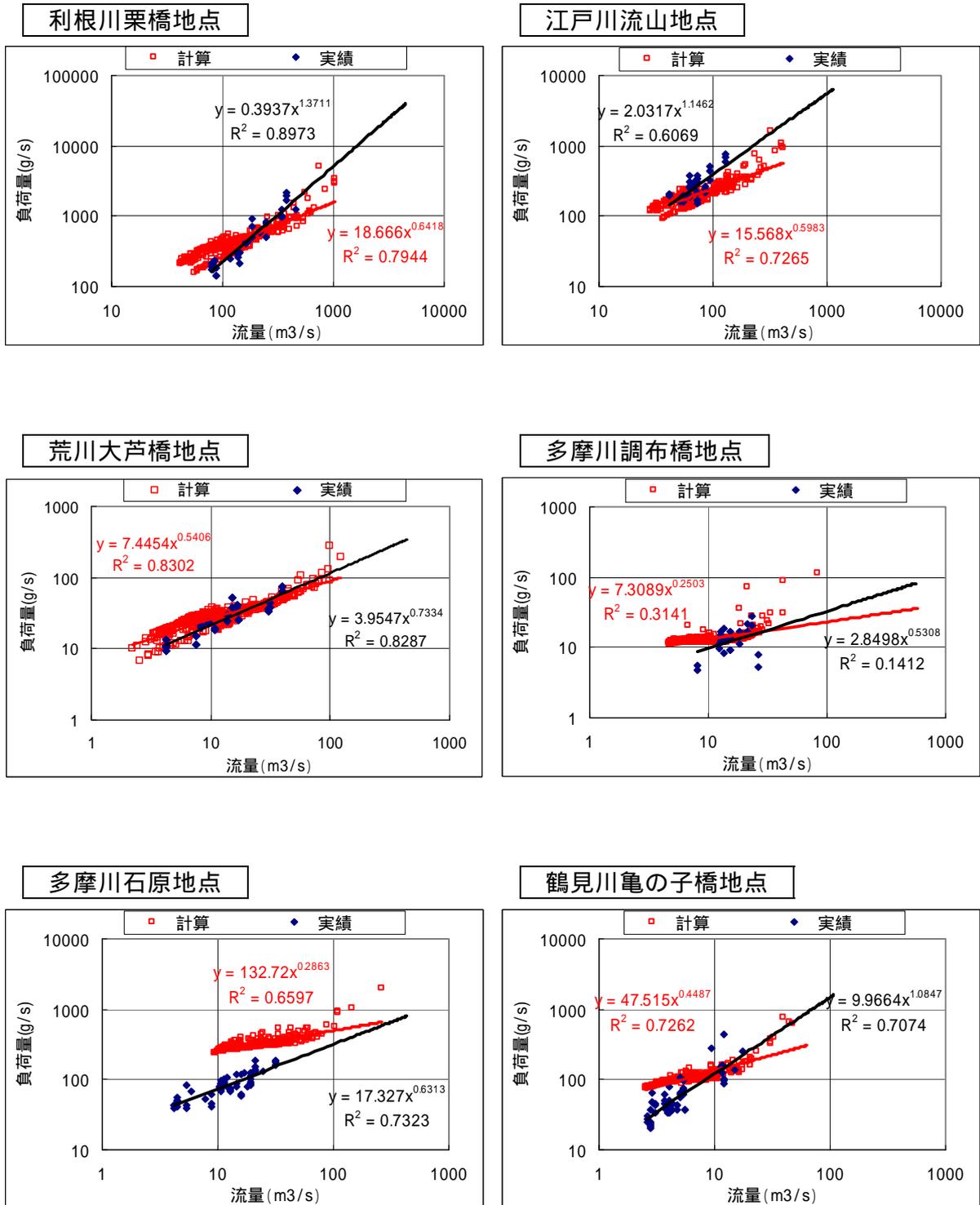


図- 4.3.3.8 (1) LQ 式による検証 (COD・1976 年)

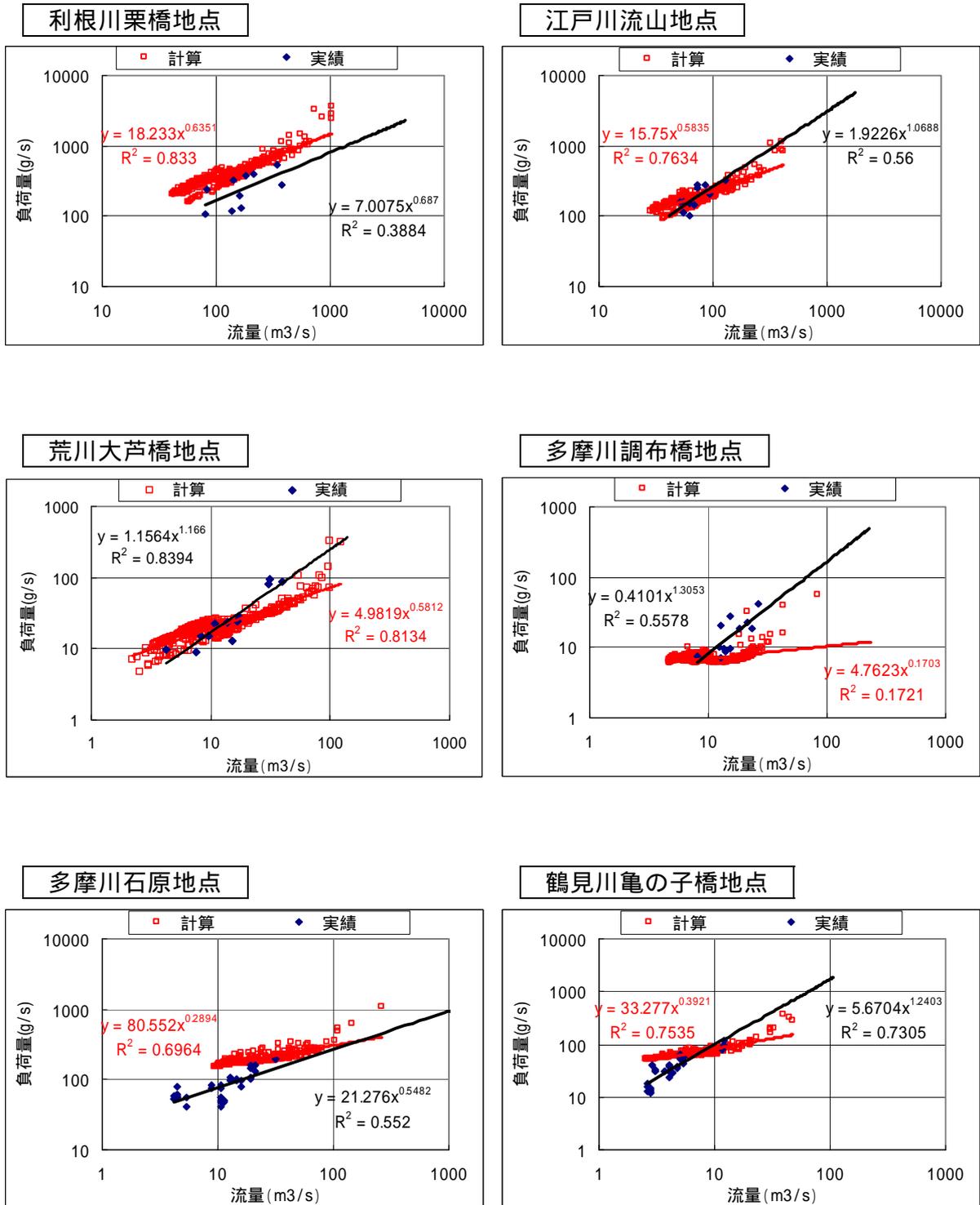


図- 4.3.3.8(2) LQ 式による検証 (T-N・1976年)

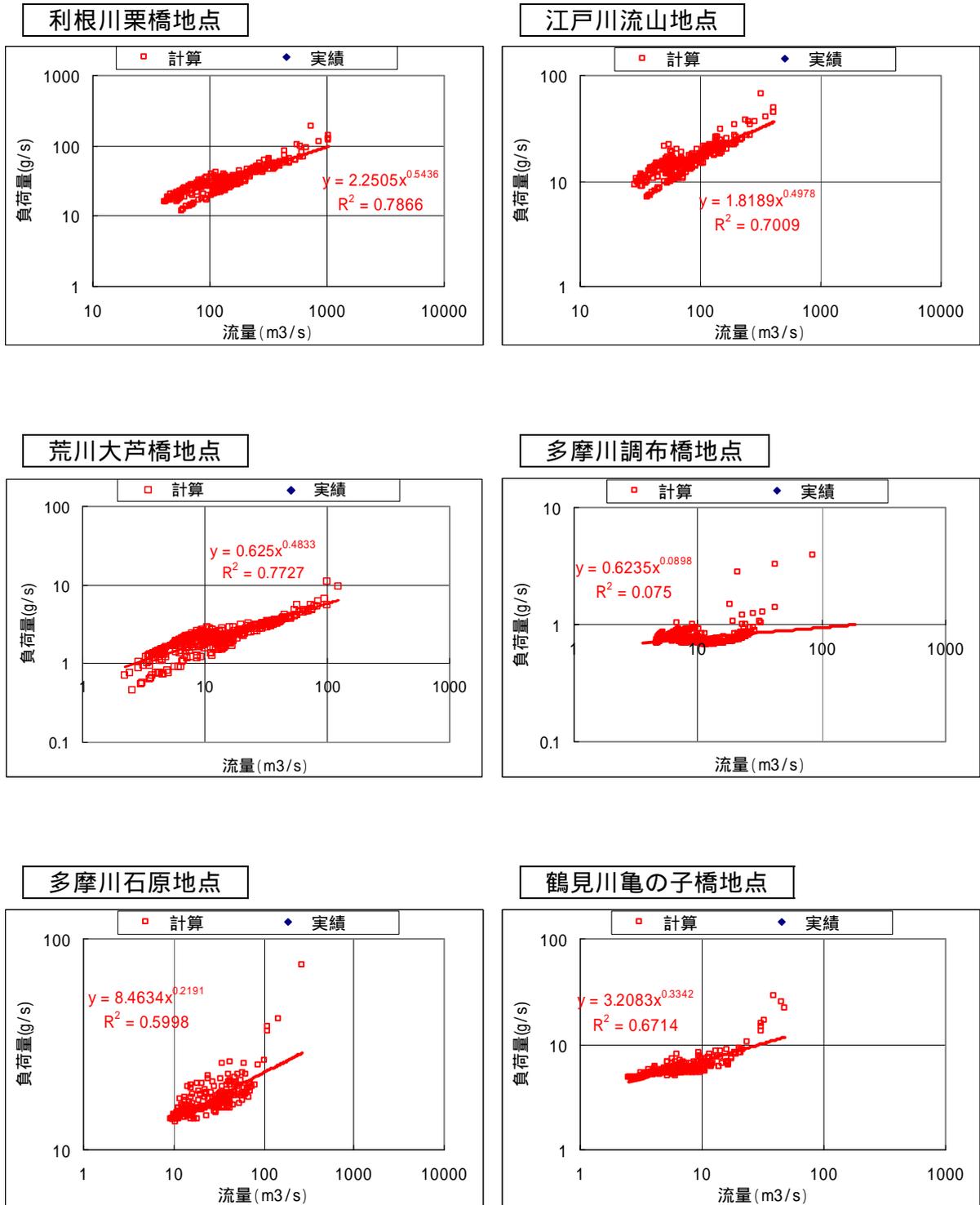


図- 4.3.3.8(3) LQ 式による検証 (T-P・1976年)

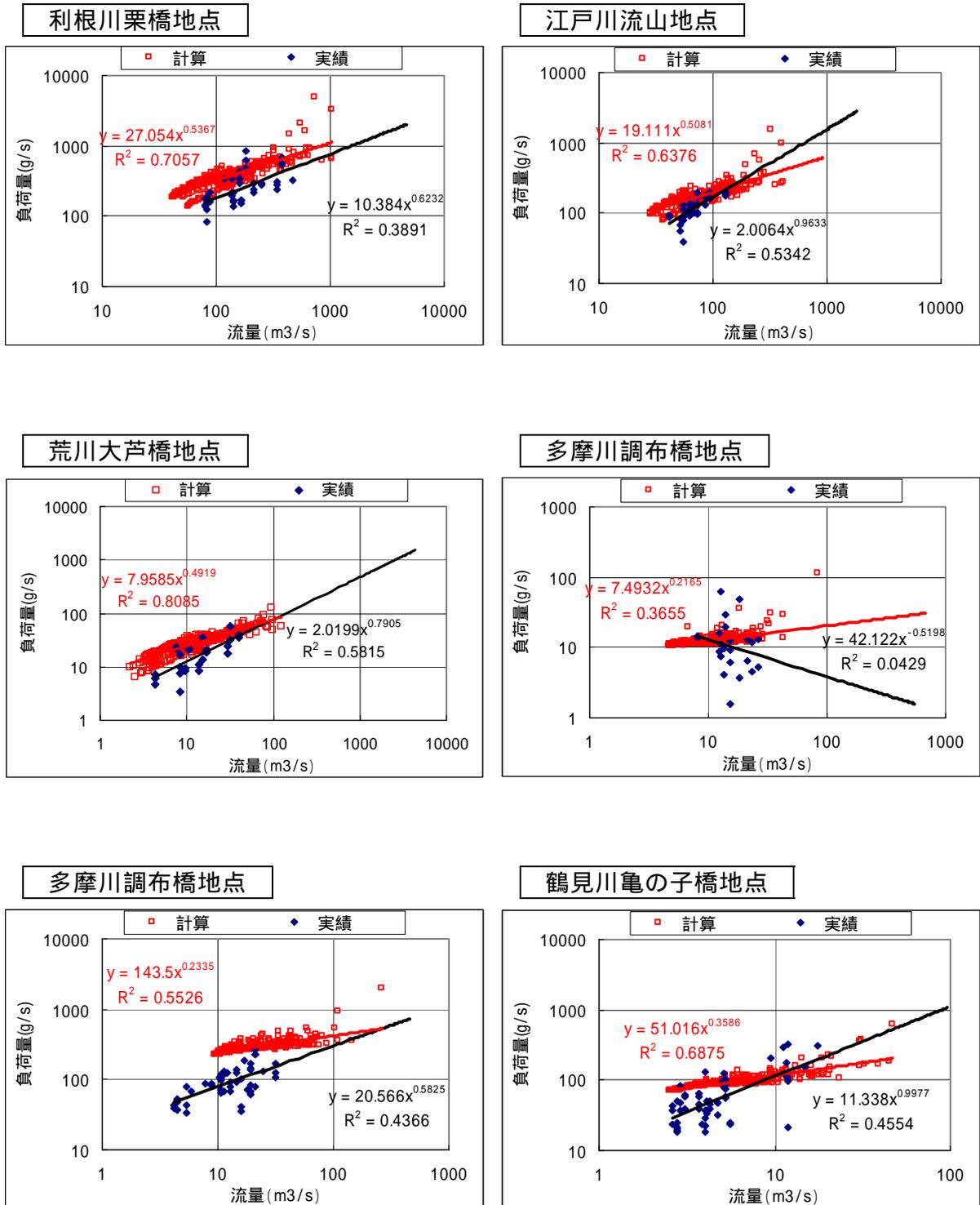


図- 4.3.3.8(4) LQ 式による検証 (BOD・1976 年)

c) 東京湾流入河川の流入水質の変遷

また、主要河川の水質測定地点における河川水質の経年変化について、図- 4.3.3.9に実測値(図中の実線)と計算値(図中のプロット)の比較を示す。実測値は年間の測定値の平均値、計算値は1年間の日平均水質の平均値である。COD については計算結果は高水時における水質も含めた平均値で評価していることもあり、鶴見川などでは実測値よりも高めに出現しているものの、計算結果は実測値と同様のトレンドを示している。T-N については実測値が全体的に増加傾向にあるのに対して、計算結果は1970年をピークにゆるやかな減少傾向をみせており、過去からのトレンドと再現性については課題が残されている。なお、T-P については、現況の計算結果は概ね実測値と一致している。

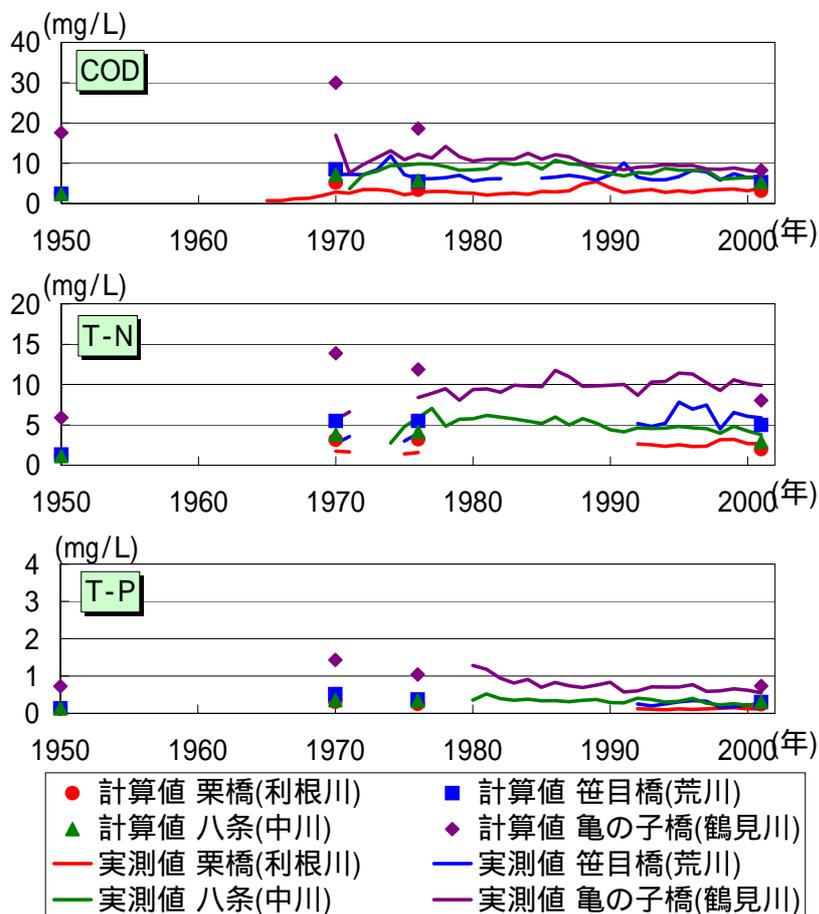


図- 4.3.3.9 東京湾流入河川の流入水質の変遷

(3) 発生負荷量の変遷からの水環境の悪化要因の理解

1) 流域からの発生負荷量

以上の過去および現在の東京湾流入河川の水量および水質の再現結果を用いて、東京湾において水質が悪化した原因について、過去と現在の負荷量比較から検討する。東京湾流域における発生負荷量を過去再現の対象とした 1950 年、1970 年、1976 年における流域からの物質毎の発生負荷量の内訳を表- 4.3.3.6に示し、経年的に発生源を集約したグラフを図- 4.3.3.10に示す（発生負荷量に応じてグラフの大きさを変えている）。

各水質項目ともに 1970 年の工業系負荷が非常に大きな値を示しており、同時期の東京湾流入負荷が増大した原因が工業系の発生負荷にあることが分かる。また、水質汚濁防止法による COD の排出基準が定められたことにより、1970 年から 1976 年にかけて東京湾流域における発生負荷量は減少しているが、それ以降はあまり改善がみられていない。1976 年から現況までに、下水道整備率は約 30%から約 80%へと増加しているが、一方で流域人口も約 2,400 万人から約 2,900 万人と増加しており、1976 年と 2001 年の生活系全体の発生負荷量を比較すると、下水道による除去率が大きい COD では減少しているが、T-N や T-P では増加している。以上のように、東京湾流域における発生負荷量が減少しない原因は生活系負荷がその一端を担っていると考えられ、これらの負荷の削減が求められる。

また、図- 4.3.3.10を見ると面源負荷が 2001 年と他の 1950 年、1970 年、1976 年と 3 倍程度の差があるが、これは降雨パターンの変化によって発生する面源負荷量の変動することを表していると考えられる。そこで 1975 年から 2001 年までの各年の降雨条件を与えて計算した。土地利用条件は 1986 年以降については 2001 年の土地利用で、1985 年以前については 1976 年の土地利用により計算を行っている。図- 4.3.3.11 に示す東京湾流域全体から発生する面源負荷量の変遷から、各物質について最大（1991 年）と最小（1978 年）との差は 10 倍前後となった。また、各年の発生面源負荷量と東京湾に流入する年平均流量、および東京の年間降水量との関係を各物質について示したのが図- 4.3.3.12 である。この図から降水量や降水量と連動する流量と発生面源負荷量との間には一定の関係があることが言える。この結果は、面源負荷量は降雨量により大きく影響を受けることを流域管理の上で留意する必要があることを示唆するとともに、面源負荷量が発生し、流下する過程についての研究を今後検討する必要性を改めて示すものである。

表- 4.3.3.6(1) 流域からの発生負荷量(1950年)

1950年発生負荷量

汚濁負荷BOD(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理	単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計
利根川	0.00	3.54	0.00	4.26	23.95	11.70	0.61	17.25	2.25	13.93	77.49
荒川	0.00	1.82	0.00	2.19	12.34	6.03	0.27	7.40	1.40	3.14	34.58
中川	0.17	1.96	0.00	2.36	13.26	6.48	0.11	7.25	1.06	3.55	36.20
隅田川	1.60	5.59	0.00	6.73	37.86	18.50	0.10	1.29	1.97	1.49	75.12
多摩川	0.00	4.28	0.00	5.15	28.96	14.15	0.04	3.28	1.35	1.20	58.42
鶴見川	0.00	1.08	0.00	1.30	7.32	3.58	0.00	0.71	0.38	0.84	15.22
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.11	0.00	0.14	0.78	0.38	0.01	1.99	0.00	1.18	4.58
その他残流域	0.00	2.48	0.00	2.99	16.83	8.22	0.02	1.69	1.36	0.78	34.38
処理場から湾直接放流	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.15
合計	7.93	20.86	0.00	25.12	141.30	69.04	1.16	40.86	9.77	26.11	342.14

汚濁負荷COD(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理	単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計
利根川	0.00	3.87	0.00	4.26	23.95	11.70	0.61	17.25	11.86	10.65	84.14
荒川	0.00	1.99	0.00	2.19	12.34	6.03	0.27	7.40	7.36	2.26	39.84
中川	0.33	2.14	0.00	2.36	13.26	6.48	0.11	7.25	5.56	2.48	39.98
隅田川	2.00	6.11	0.00	6.73	37.86	18.50	0.10	1.29	10.35	1.05	83.98
多摩川	0.00	4.67	0.00	5.15	28.96	14.15	0.04	3.28	7.12	0.92	64.29
鶴見川	0.00	1.18	0.00	1.30	7.32	3.58	0.00	0.71	2.00	0.60	16.70
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.13	0.00	0.14	0.78	0.38	0.01	1.99	0.00	0.91	4.33
その他残流域	0.00	2.72	0.00	2.99	16.83	8.22	0.02	1.69	7.16	0.59	40.22
処理場から湾直接放流	5.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.81
合計	8.14	22.81	0.00	25.12	141.30	69.04	1.16	40.86	51.41	19.45	379.29

汚濁負荷TN(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理	単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計
利根川	0.00	2.05	0.00	1.76	3.09	5.85	12.70	7.98	6.62	6.28	46.32
荒川	0.08	1.05	0.00	0.91	1.59	3.02	5.58	3.49	4.11	1.11	20.95
中川	0.47	1.13	0.00	0.97	1.71	3.24	2.29	3.07	3.11	1.09	17.07
隅田川	4.34	3.24	0.00	2.78	4.89	9.25	2.03	0.62	5.78	0.49	33.41
多摩川	0.00	2.47	0.00	2.13	3.74	7.08	0.83	1.64	3.98	0.54	22.41
鶴見川	0.00	0.63	0.00	0.54	0.94	1.79	0.08	0.35	1.12	0.28	5.73
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.07	0.00	0.06	0.10	0.19	0.15	0.89	0.00	0.55	2.01
その他残流域	0.00	1.44	0.00	1.24	2.17	4.11	0.42	0.83	4.00	0.32	14.53
処理場から湾直接放流	7.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.08
合計	11.96	12.08	0.00	10.39	18.23	34.53	24.07	18.88	28.72	10.66	169.51

汚濁負荷TP(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理	単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計
利根川	0.00	0.15	0.00	0.20	0.62	0.52	0.08	0.46	0.30	1.41	3.74
荒川	0.00	0.08	0.00	0.10	0.32	0.27	0.04	0.20	0.19	0.35	1.54
中川	0.04	0.08	0.00	0.11	0.34	0.29	0.02	0.21	0.14	0.41	1.63
隅田川	0.21	0.24	0.00	0.32	0.98	0.82	0.01	0.03	0.26	0.17	3.05
多摩川	0.00	0.18	0.00	0.24	0.75	0.62	0.01	0.09	0.18	0.12	2.18
鶴見川	0.00	0.05	0.00	0.06	0.19	0.16	0.00	0.02	0.05	0.09	0.62
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.05	0.00	0.12	0.22
その他残流域	0.00	0.11	0.00	0.14	0.43	0.36	0.00	0.05	0.18	0.08	1.35
処理場から湾直接放流	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59
合計	0.84	0.89	0.00	1.18	3.65	3.06	0.15	1.12	1.30	2.74	14.93

表- 4.3.3.6 (2) 流域からの発生負荷量(1970年)

1970年発生負荷量

汚濁負荷BOD(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計	
利根川	0.00	8.69	0.00	17.21	20.16	7.68	0.15	8.82	27.00	17.81	107.51
荒川	0.00	4.86	0.00	9.63	11.27	4.29	0.05	3.20	16.76	2.55	52.60
中川	0.18	5.23	0.00	10.36	12.13	4.62	0.02	3.94	12.66	2.94	52.08
隅田川	5.23	8.96	0.00	17.75	20.79	7.92	0.03	4.91	23.56	1.09	90.25
多摩川	0.00	8.42	0.00	16.68	19.53	7.44	0.02	6.57	16.21	0.81	75.68
鶴見川	0.00	2.41	0.00	4.77	5.59	2.13	0.01	4.56	4.56	0.64	24.66
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.43	0.00	0.85	0.99	0.38	0.01	2.00	0.00	1.22	5.88
その他残流域	0.00	6.01	0.00	11.90	13.93	5.31	0.01	9.96	16.29	0.78	64.19
処理場から湾直接放流	11.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.66
合計	17.06	45.01	0.00	89.15	104.39	39.77	0.29	43.95	117.05	27.83	484.50

汚濁負荷COD(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計	
利根川	0.00	9.50	0.00	17.21	20.16	7.68	0.15	8.82	142.12	13.27	218.91
荒川	0.00	5.31	0.00	9.63	11.27	4.29	0.05	3.20	88.24	1.85	123.83
中川	0.75	5.72	0.00	10.36	12.13	4.62	0.02	3.94	66.65	2.06	106.24
隅田川	6.72	9.80	0.00	17.75	20.79	7.92	0.03	4.91	124.04	0.78	192.74
多摩川	0.00	9.21	0.00	16.68	19.53	7.44	0.02	6.57	85.35	0.62	145.41
鶴見川	0.00	2.63	0.00	4.77	5.59	2.13	0.01	4.56	24.01	0.45	44.14
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.47	0.00	0.85	0.99	0.38	0.01	2.00	0.00	0.94	5.63
その他残流域	0.00	6.57	0.00	11.90	13.93	5.31	0.01	9.96	85.77	0.58	134.03
処理場から湾直接放流	12.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.51
合計	19.98	49.21	0.00	89.15	104.39	39.77	0.29	43.95	616.17	20.54	983.44

汚濁負荷TN(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計	
利根川	0.00	5.03	0.00	7.12	2.60	3.84	3.15	4.00	79.35	7.28	112.37
荒川	0.58	2.81	0.00	3.98	1.45	2.15	0.96	1.39	49.26	0.93	63.51
中川	0.91	3.03	0.00	4.29	1.57	2.31	0.38	1.65	37.21	0.92	52.27
隅田川	9.98	5.19	0.00	7.34	2.68	3.96	0.62	2.05	69.25	0.36	101.44
多摩川	0.49	4.87	0.00	6.90	2.52	3.72	0.32	2.80	47.65	0.37	69.64
鶴見川	0.00	1.39	0.00	1.97	0.72	1.06	0.17	1.93	13.40	0.21	20.85
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.25	0.00	0.35	0.13	0.19	0.15	0.91	0.00	0.55	2.54
その他残流域	0.00	3.48	0.00	4.92	1.80	2.65	0.26	4.23	47.89	0.31	65.54
処理場から湾直接放流	16.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.16
合計	28.12	26.05	0.00	36.87	13.47	19.88	6.01	18.95	344.02	10.94	504.31

汚濁負荷TP(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計	
利根川	0.00	0.37	0.00	0.82	0.52	0.34	0.02	0.24	3.59	1.87	7.77
荒川	0.00	0.21	0.00	0.46	0.29	0.19	0.01	0.10	2.23	0.28	3.77
中川	0.08	0.22	0.00	0.49	0.31	0.20	0.00	0.13	1.68	0.34	3.45
隅田川	0.55	0.38	0.00	0.84	0.54	0.35	0.00	0.18	3.13	0.12	6.10
多摩川	0.00	0.36	0.00	0.79	0.50	0.33	0.00	0.24	2.15	0.08	4.45
鶴見川	0.00	0.10	0.00	0.23	0.14	0.09	0.00	0.16	0.61	0.07	1.40
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.02	0.00	0.04	0.03	0.02	0.00	0.05	0.00	0.12	0.29
その他残流域	0.00	0.26	0.00	0.57	0.36	0.23	0.00	0.30	2.16	0.08	3.96
処理場から湾直接放流	1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36
合計	1.99	1.92	0.00	4.24	2.69	1.75	0.04	1.40	15.55	2.96	32.53

表- 4.3.3.6 (3) 流域からの発生負荷量(1976年)

1976年発生負荷量

汚濁負荷BOD(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計	
利根川	0.00	10.67	0.00	22.26	18.43	5.98	0.19	9.98	5.02	18.69	91.22
荒川	0.33	6.05	0.00	12.62	10.45	3.39	0.07	5.29	3.12	2.34	43.65
中川	0.59	6.85	0.00	14.29	11.83	3.84	0.03	5.13	2.36	2.73	47.64
隅田川	7.70	9.46	0.00	19.74	16.34	5.30	0.05	6.85	4.38	0.94	70.77
多摩川	0.74	8.85	0.00	18.46	15.28	4.96	0.01	4.09	3.02	0.62	56.03
鶴見川	0.00	2.54	0.00	5.29	4.38	1.42	0.00	2.01	0.85	0.56	17.05
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.59	0.00	1.24	1.03	0.33	0.01	1.59	0.00	1.19	5.98
その他残流域	0.00	6.95	0.00	14.49	12.00	3.89	0.02	4.73	3.03	0.75	45.87
処理場から湾直接放流	17.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.17
合計	26.54	51.96	0.00	108.39	89.74	29.11	0.37	39.67	21.77	27.82	395.38

汚濁負荷COD(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計	
利根川	0.00	11.66	0.00	22.26	18.43	5.98	0.19	9.98	11.15	13.82	93.47
荒川	0.73	6.61	0.00	12.62	10.45	3.39	0.07	5.29	6.92	1.69	47.77
中川	1.15	7.49	0.00	14.29	11.83	3.84	0.03	5.13	5.23	1.92	50.90
隅田川	9.31	10.34	0.00	19.74	16.34	5.30	0.05	6.85	9.73	0.67	78.33
多摩川	0.77	9.67	0.00	18.46	15.28	4.96	0.01	4.09	6.69	0.47	60.41
鶴見川	0.00	2.77	0.00	5.29	4.38	1.42	0.00	2.01	1.88	0.40	18.15
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.65	0.00	1.24	1.03	0.33	0.01	1.59	0.00	0.91	5.75
その他残流域	0.00	7.59	0.00	14.49	12.00	3.89	0.02	4.73	6.73	0.56	50.01
処理場から湾直接放流	17.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.68
合計	29.65	56.78	0.00	108.39	89.74	29.11	0.37	39.67	48.32	20.43	422.47

汚濁負荷TN(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計	
利根川	0.00	6.18	0.00	9.21	2.38	2.99	3.94	4.42	59.46	7.40	95.98
荒川	1.70	3.50	0.00	5.22	1.35	1.69	1.39	2.28	36.91	0.85	54.89
中川	1.24	3.97	0.00	5.91	1.53	1.92	0.55	2.14	27.88	0.85	46.00
隅田川	12.96	5.48	0.00	8.17	2.11	2.65	1.00	2.86	51.89	0.31	87.43
多摩川	2.28	5.12	0.00	7.64	1.97	2.48	0.24	1.74	35.71	0.28	57.45
鶴見川	0.59	1.47	0.00	2.19	0.57	0.71	0.07	0.85	10.04	0.18	16.67
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.34	0.00	0.51	0.13	0.17	0.11	0.72	0.00	0.53	2.51
その他残流域	0.00	4.02	0.00	5.99	1.55	1.95	0.26	2.02	35.89	0.30	51.97
処理場から湾直接放流	21.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.93
合計	40.70	30.08	0.00	44.84	11.59	14.56	7.55	17.02	257.78	10.71	434.83

汚濁負荷TP(排出ベース年平均:単位(ton/日))

	下水道処理単独	合併	し尿	自家処理	未処理	農地	農地以外	工業	家畜	合計	
利根川	0.00	0.45	0.00	1.06	0.48	0.26	0.02	0.29	1.62	1.99	6.17
荒川	0.05	0.26	0.00	0.60	0.27	0.15	0.01	0.18	1.01	0.26	2.78
中川	0.09	0.29	0.00	0.68	0.31	0.17	0.00	0.17	0.76	0.31	2.78
隅田川	0.74	0.40	0.00	0.94	0.42	0.23	0.01	0.25	1.41	0.11	4.51
多摩川	0.10	0.38	0.00	0.88	0.39	0.22	0.00	0.15	0.97	0.06	3.15
鶴見川	0.06	0.11	0.00	0.25	0.11	0.06	0.00	0.07	0.27	0.06	1.00
小櫃川・養老川・小糸川	0.00	0.03	0.00	0.06	0.03	0.01	0.00	0.04	0.00	0.12	0.29
その他残流域	0.00	0.30	0.00	0.69	0.31	0.17	0.00	0.17	0.98	0.08	2.69
処理場から湾直接放流	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88
合計	2.91	2.22	0.00	5.16	2.32	1.27	0.04	1.32	7.02	2.99	25.24

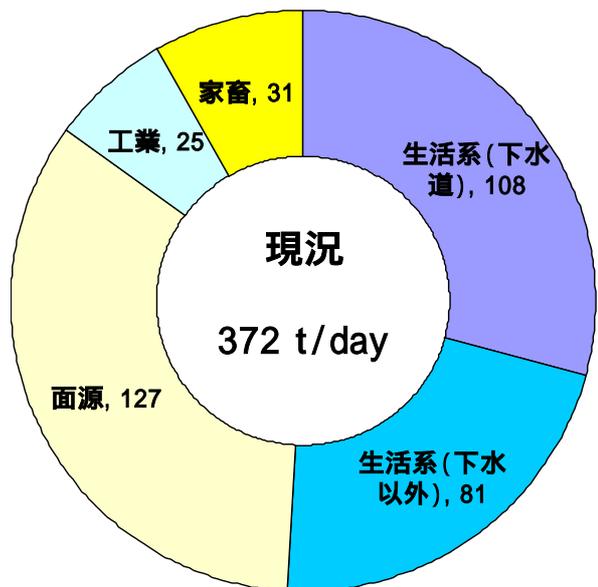
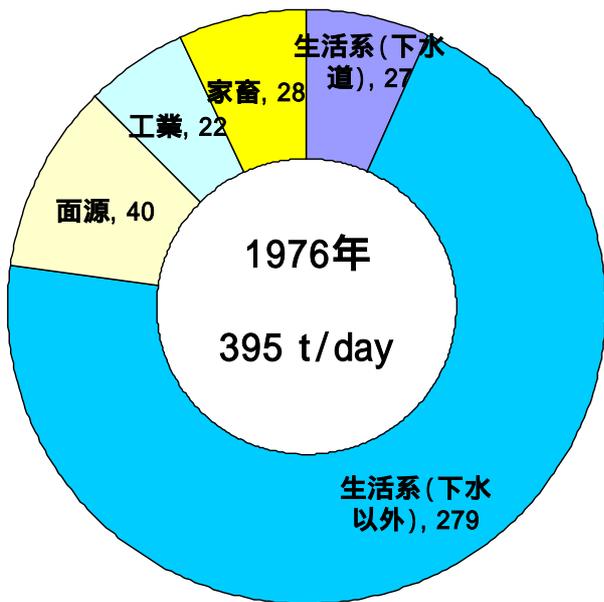
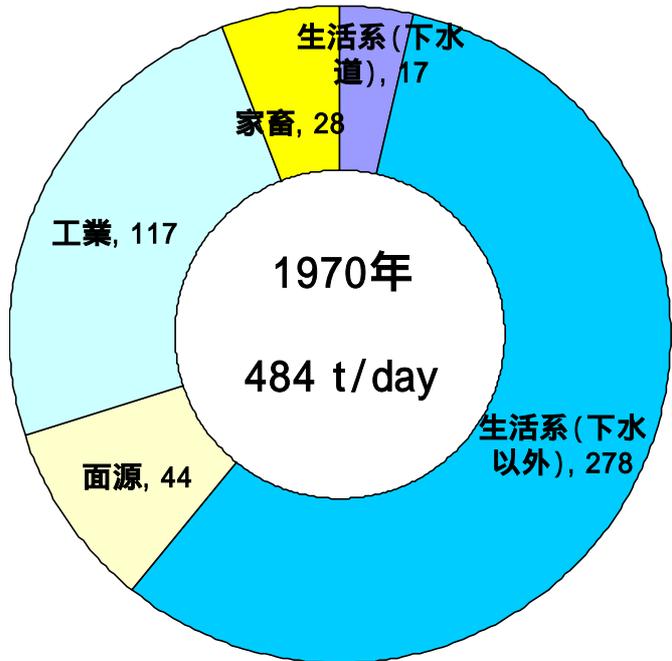
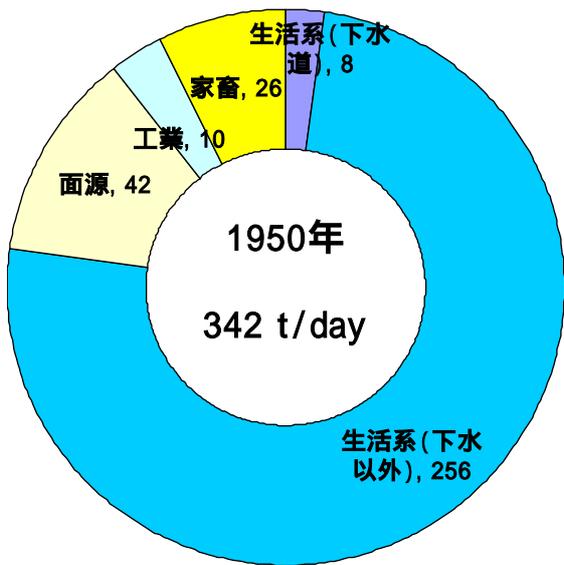


図- 4.3.3.10(1) BOD の発生源別の発生負荷量の変遷

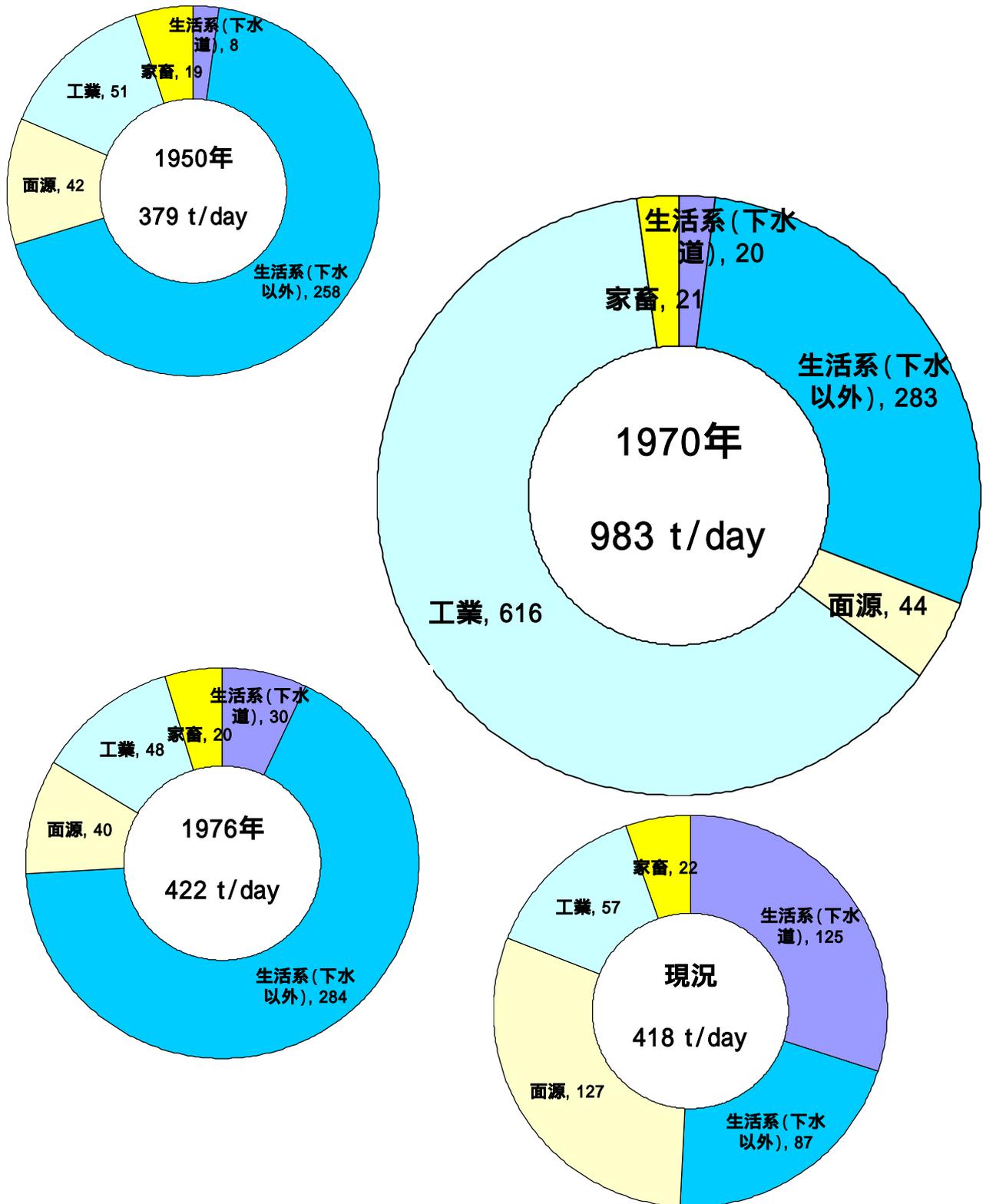


図- 4.3.3.10(2) CODの発生源別の発生負荷量の変遷

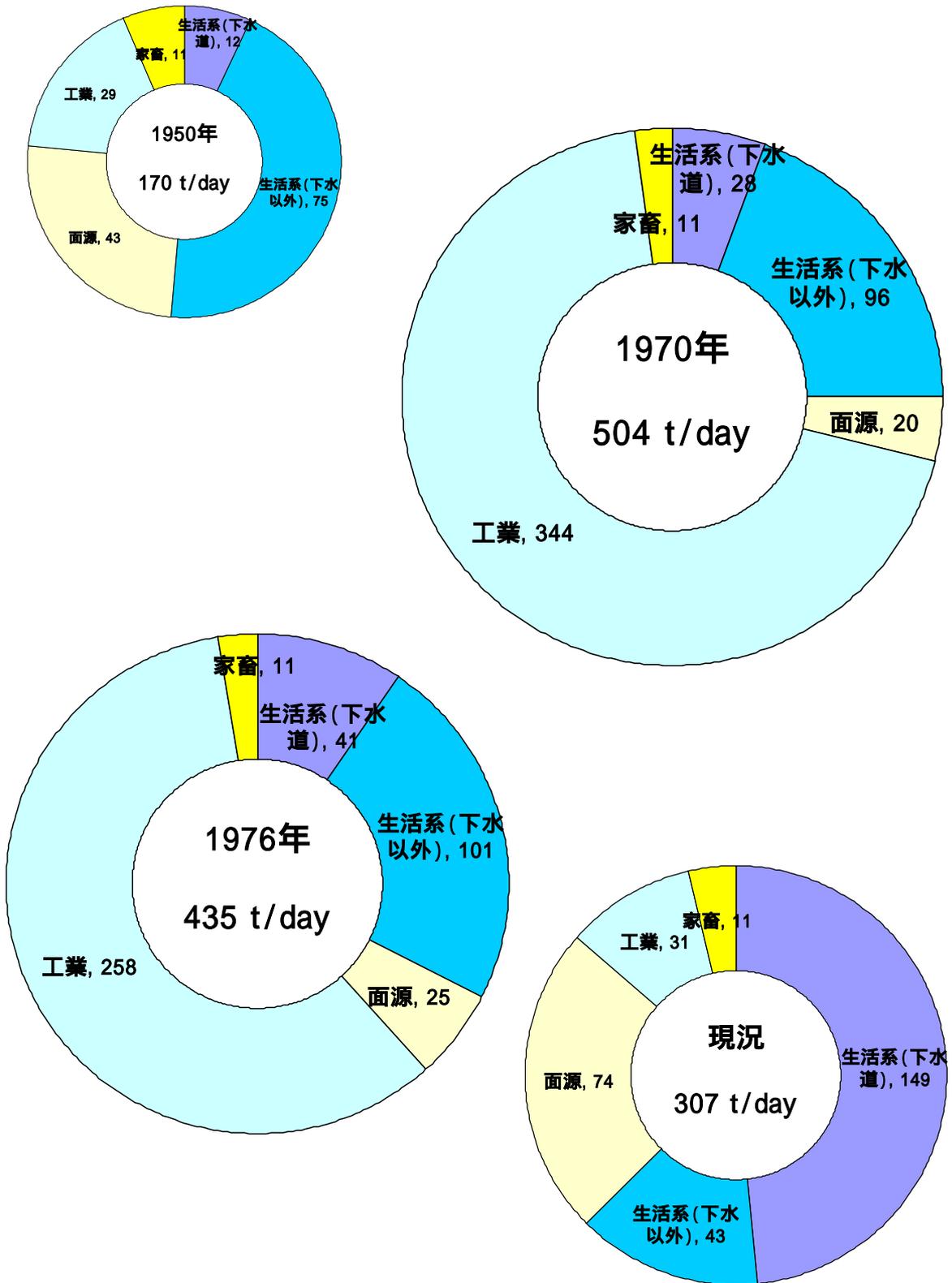


図- 4.3.3.10(3) TN の発生源別の発生負荷量の変遷

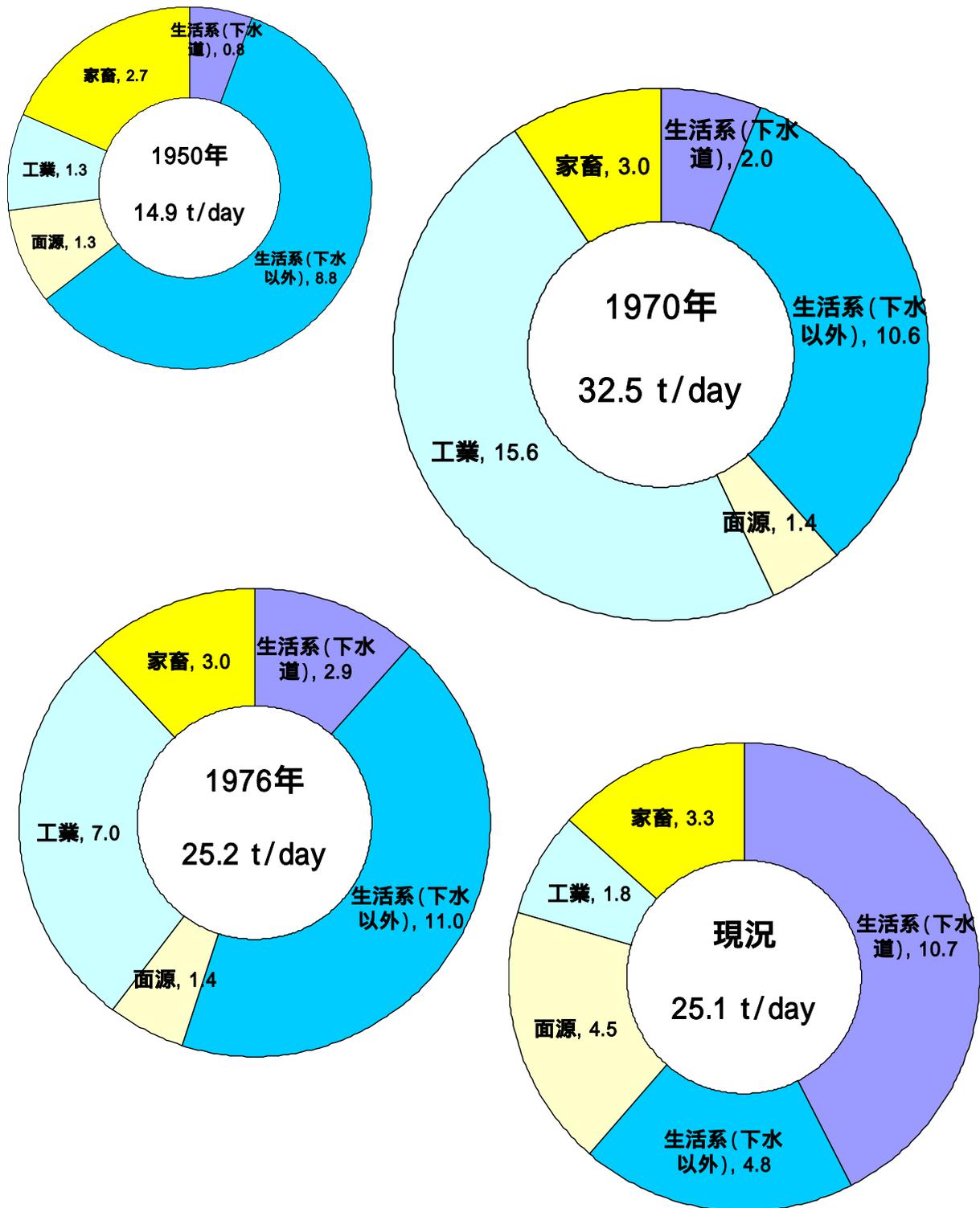


図- 4.3.3.10(4) TP の発生源別の発生負荷量の変遷

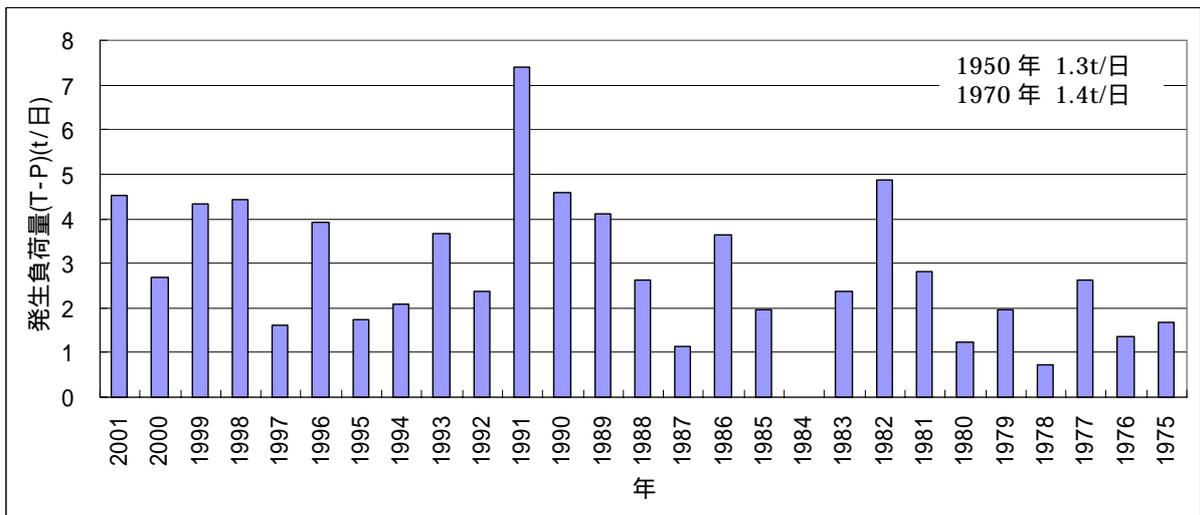
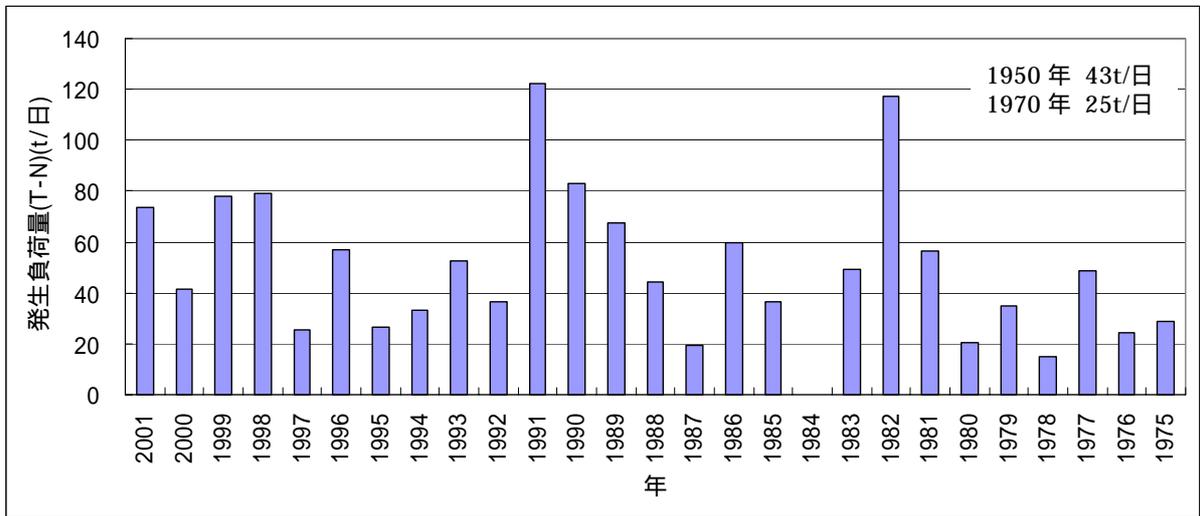
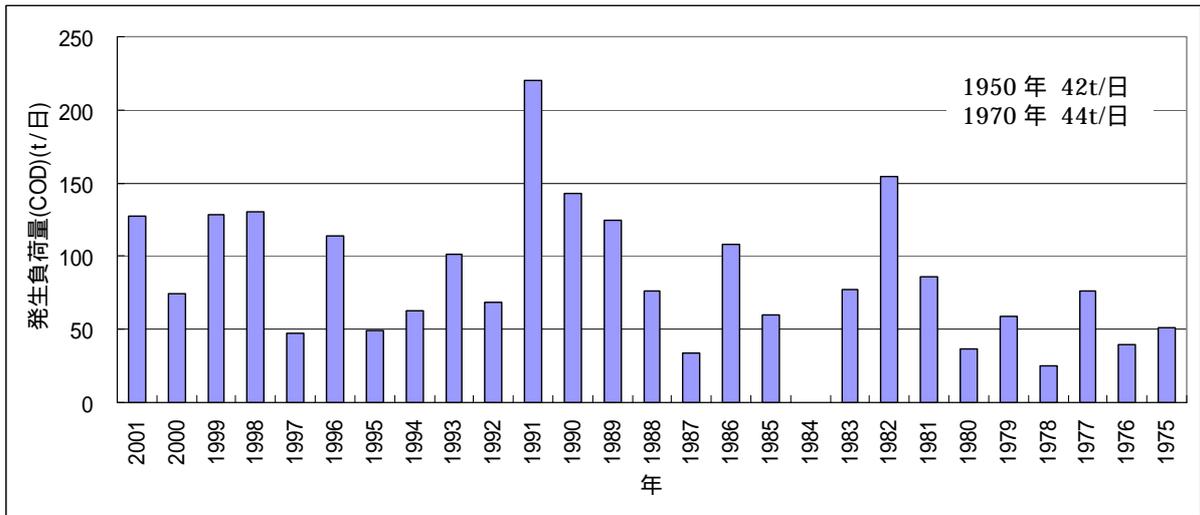


図- 4.3.3.11 東京湾流域の面源発生負荷量 (1975 ~ 2001年)

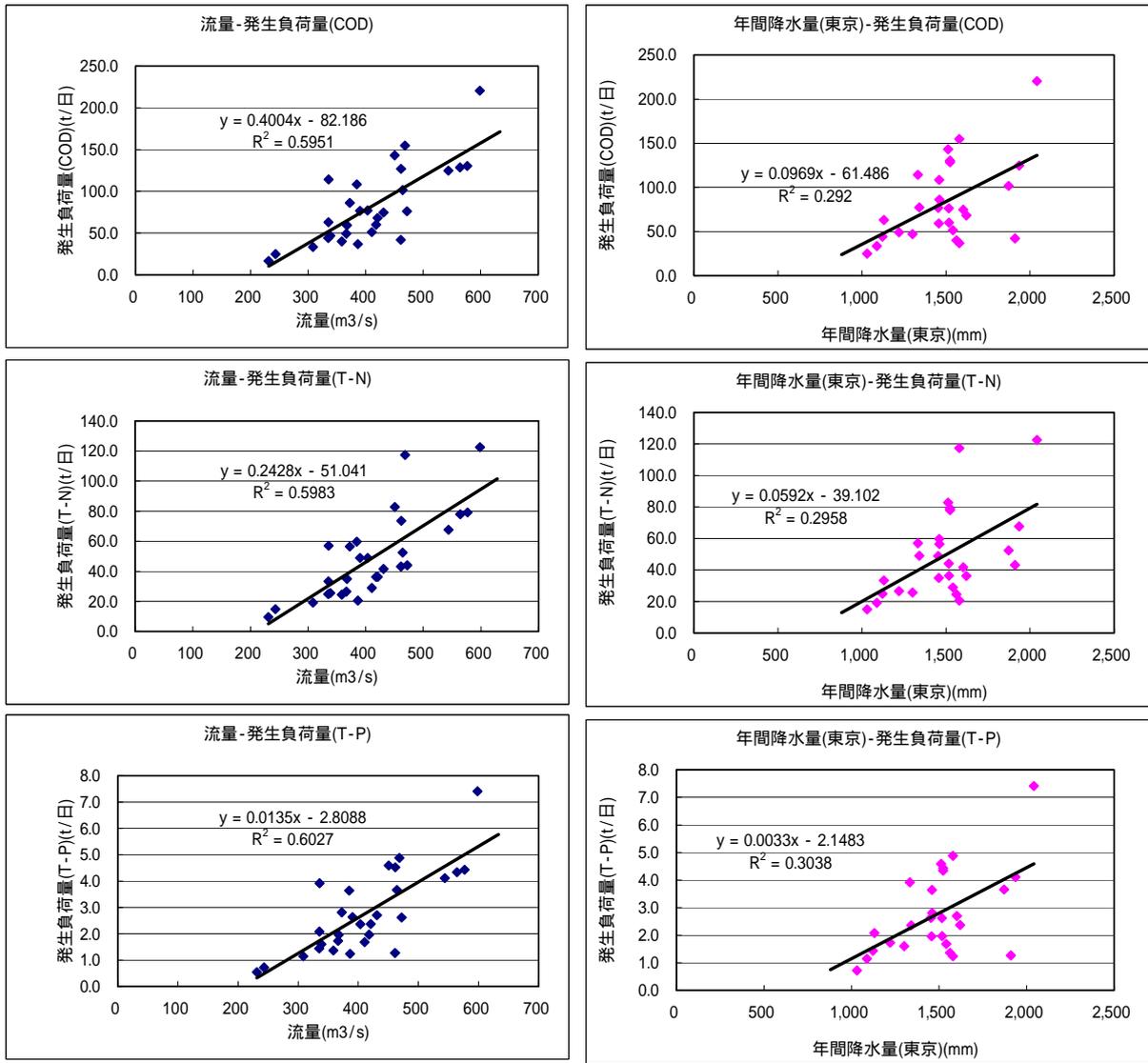


図- 4.3.3.12 各年の面源発生負荷量と年平均流量（左）と年間降水量（右）との関係

(4) 流達負荷量の変遷

はじめに、東京湾への流達負荷量の変遷について、運輸省港湾技術研究所等による¹¹⁾既往調査結果を集約した値(図中の灰棒)とモデルによる計算結果(図中の丸)を比較したものを図-4.3.3.13に示す。流達負荷量は、全体として既往調査結果とほぼ同程度の値が得られたと言える。また、各物質の東京湾流入河川別の流達負荷量の変遷を図-4.3.3.14に示す(流達負荷量に応じてグラフの大きさを変えている)。下水道の整備とともに下水処理場から直接東京湾に排出される割合が高くなってきていることが伺える。また、流入河川の河口部の水質の変遷を図-4.3.3.15に示す。隅田川、鶴見川、多摩川ではBOD、CODについては1950年でも現在より水質が悪く、表4.3.3.6の内訳から当時は自家処理や未処理のまま排出されていたために、現在までの生活系負荷の削減の取り組みによる効果は極めて大きかったと言える。このように水質が極めて悪かった河川については水質改善が進んできたことが伺える。

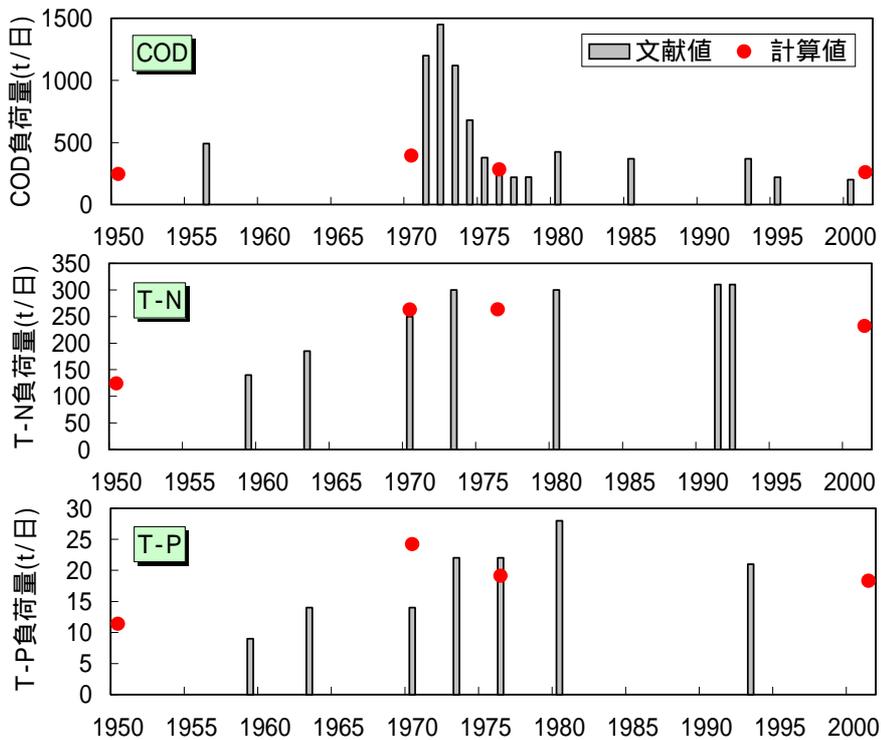


図-4.3.3.13 東京湾への流達負荷量の変遷¹¹⁾

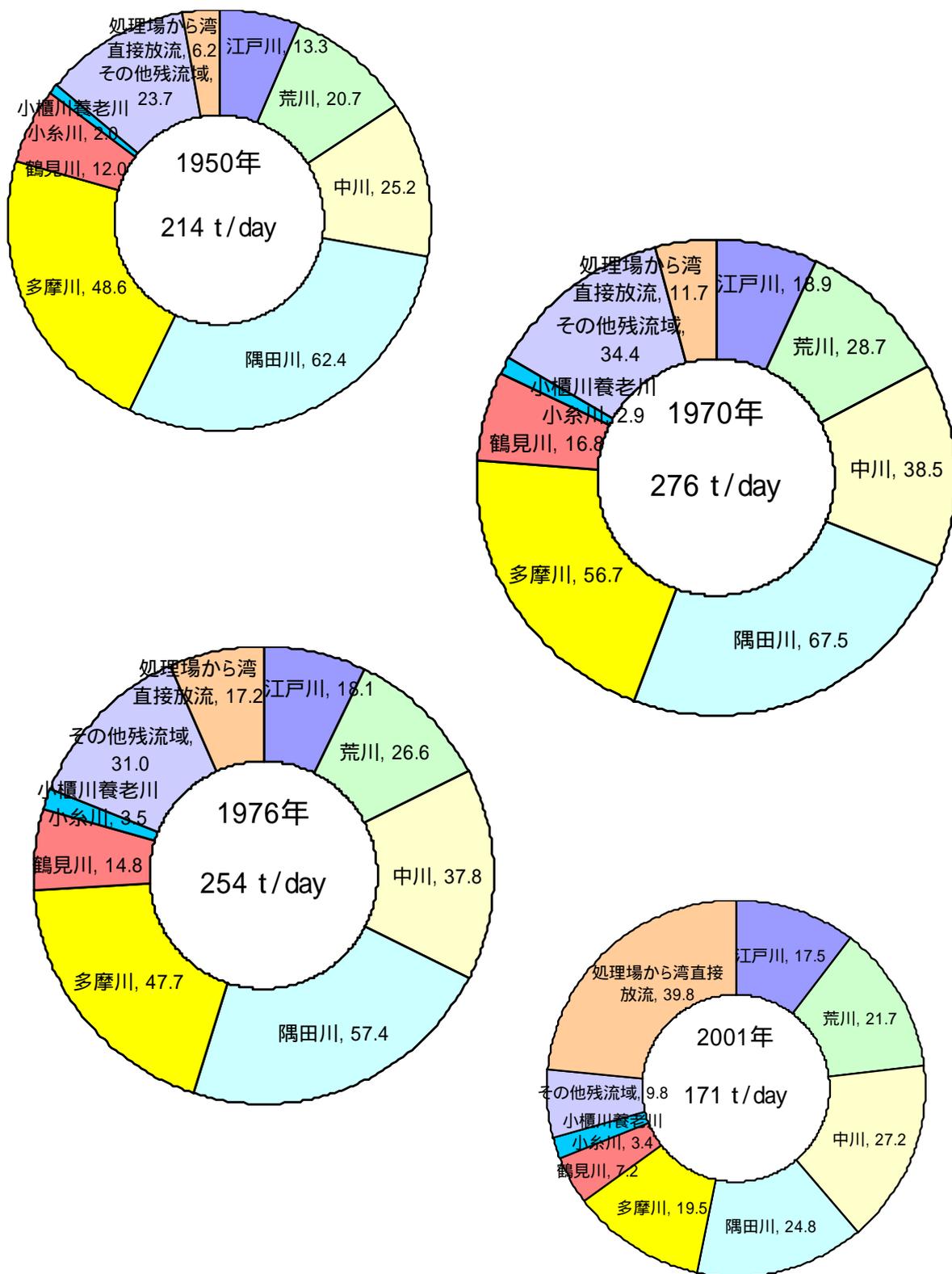


図- 4.3.3.14(1) BOD の東京湾流入河川別の流達負荷量の変遷

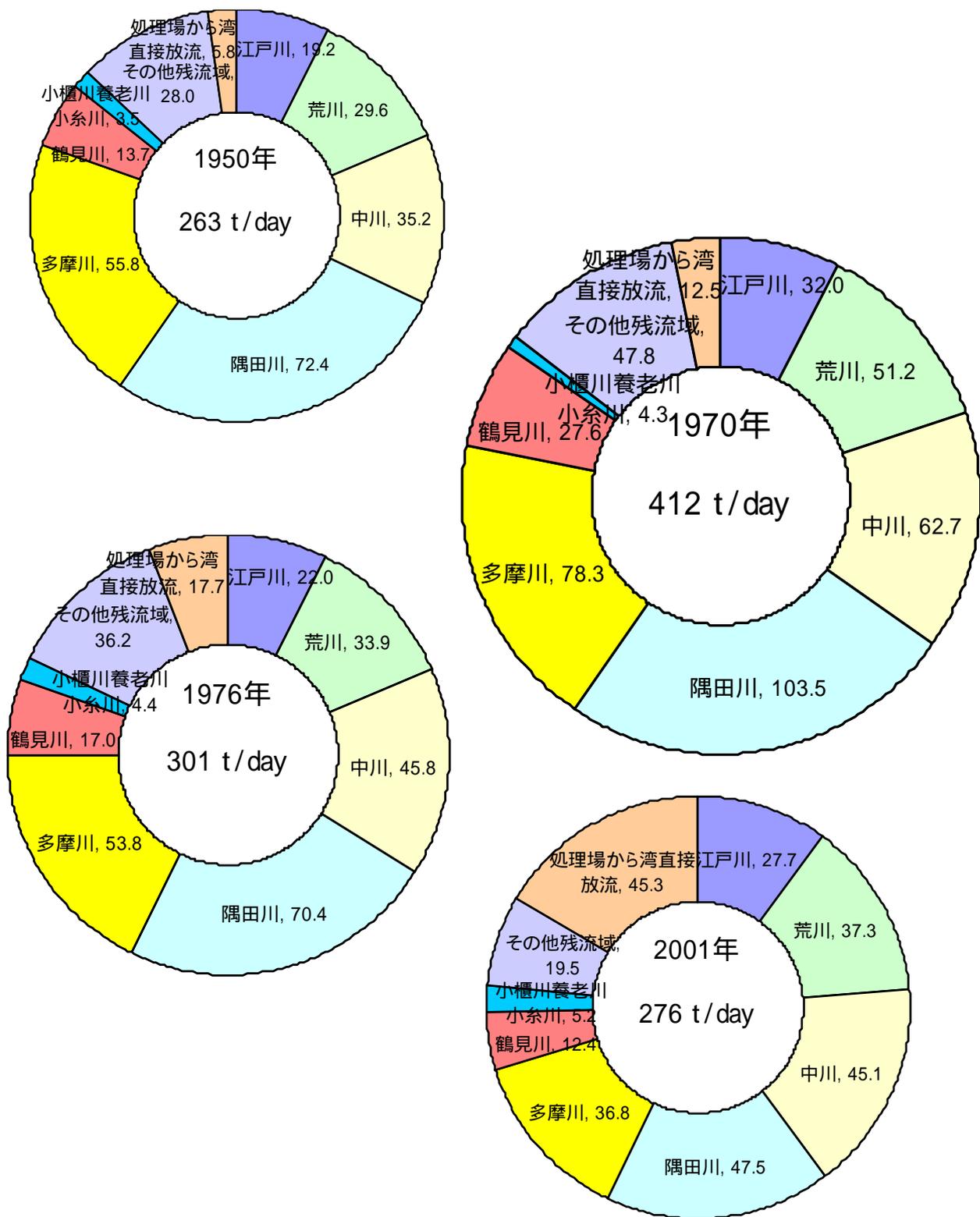


図- 4.3.3.14(2) COD の東京湾流入河川別の流達負荷量の変遷

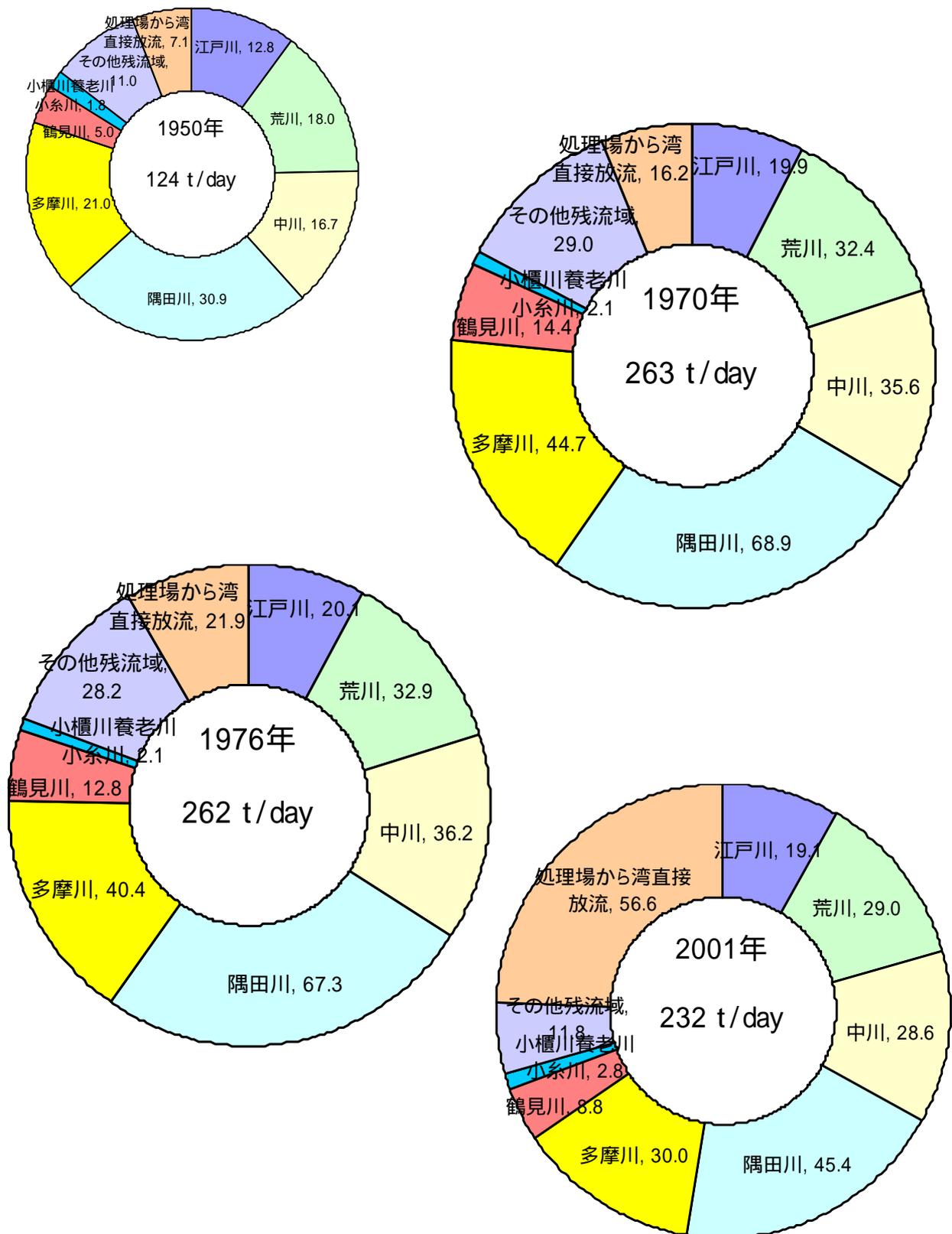


図- 4.3.3.14(3) T-N の東京湾流入河川別の流達負荷量の変遷

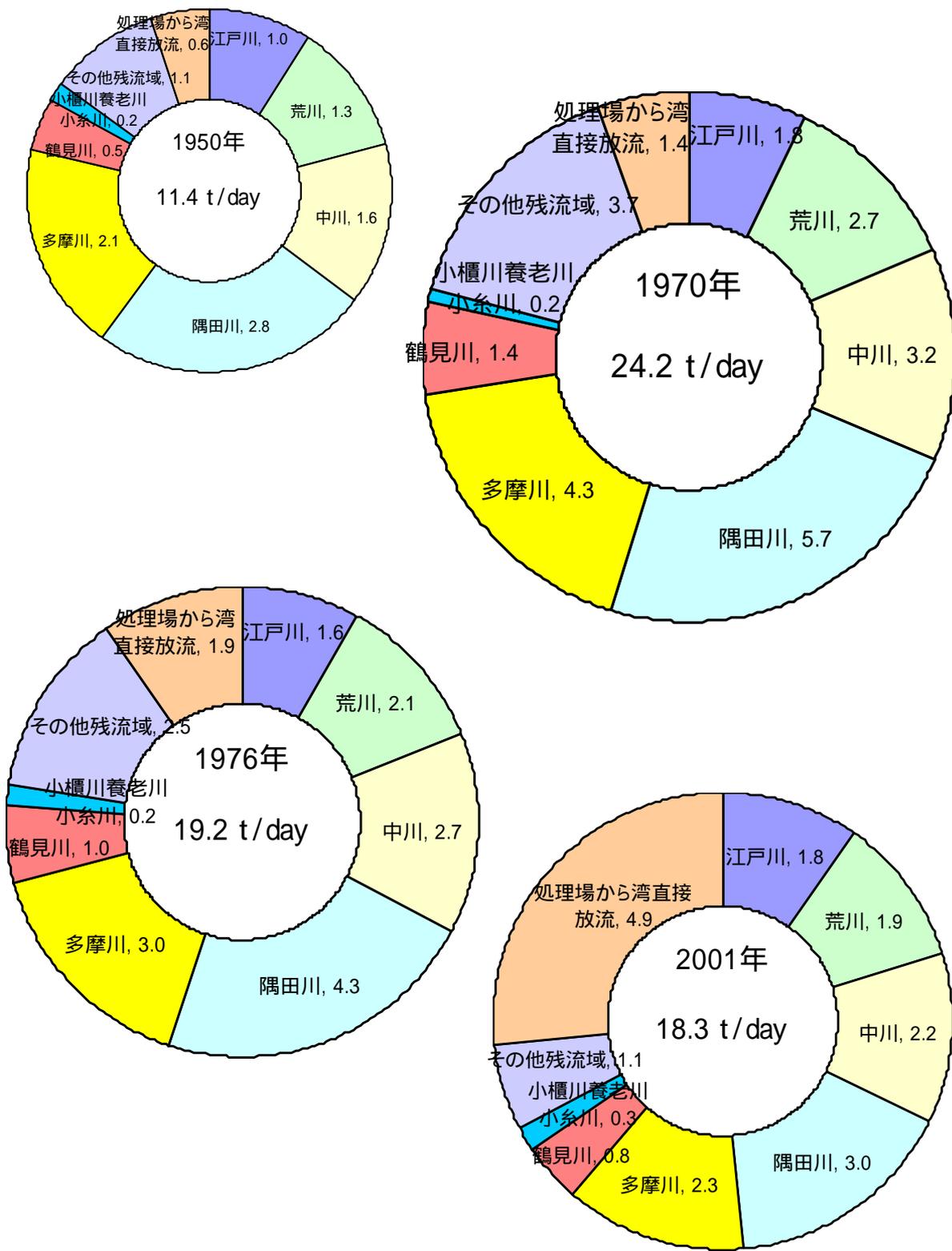
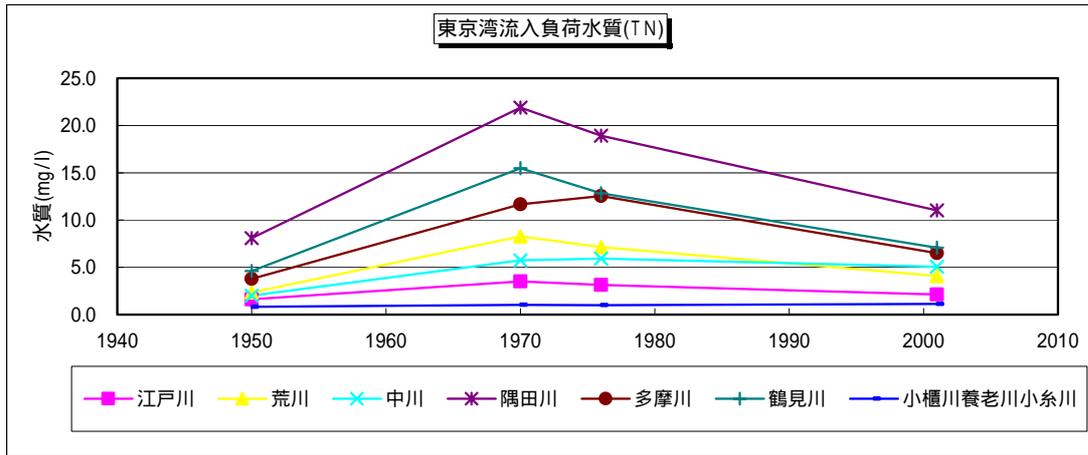


図- 4.3.3.14(4) T-P の東京湾流入河川別の流達負荷量の変遷

東京湾流入負荷水質(TN(mg/l))

	1950	1970	1976	2001
江戸川	1.6	3.5	3.1	2.1
荒川	2.3	8.3	7.1	4.1
中川	2.0	5.7	5.9	5.1
隅田川	8.1	21.9	18.9	11.0
多摩川	3.8	11.7	12.6	6.5
鶴見川	4.6	15.5	12.8	7.1
小櫃川養老川小糸川	0.8	1.0	1.0	1.1
その他残流域	3.7	12.5	10.2	4.7
処理場から湾直接放流	19.4	18.5	18.7	17.8
平均	3.1	9.1	8.5	5.8



東京湾流入負荷水質(TP(mg/l))

	1950	1970	1976	2001
江戸川	0.13	0.31	0.24	0.21
荒川	0.17	0.68	0.45	0.27
中川	0.20	0.52	0.43	0.39
隅田川	0.75	1.80	1.20	0.72
多摩川	0.38	1.13	0.95	0.49
鶴見川	0.50	1.47	1.00	0.67
小櫃川養老川小糸川	0.09	0.11	0.11	0.13
その他残流域	0.38	1.58	0.89	0.44
処理場から湾直接放流	1.63	1.56	1.60	1.54
平均	0.29	0.84	0.62	0.46

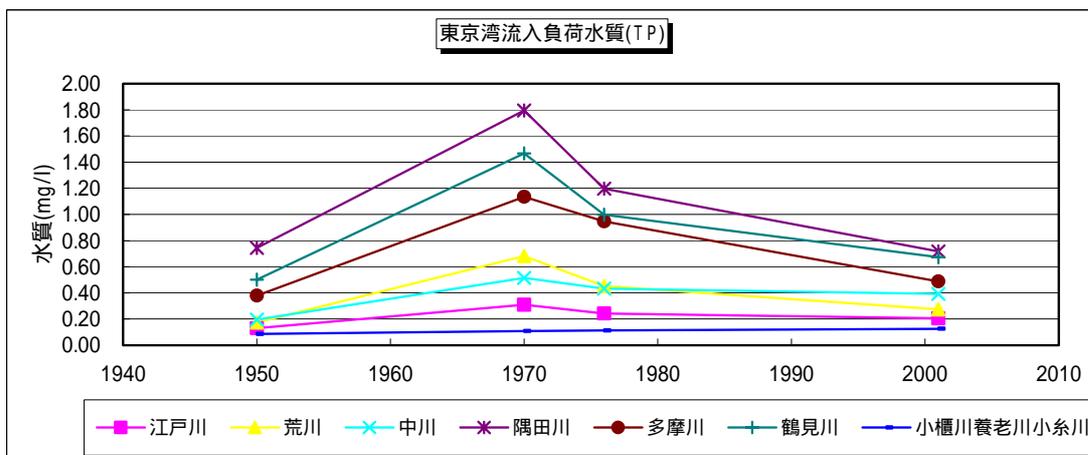


図- 4.3.3.15(2) 東京湾流入河川別の河川水質の変遷

4.3.4 東京湾における水環境悪化の変遷の把握

流域の水環境の変遷による東京湾の水質変化を再現するために、流域モデルによる流入量、流入負荷量の計算結果を用いた東京湾の水質再現計算を行った。過去再現を行う際に、文献¹¹⁾から当時干潟があったと考えられる沿岸域については干潟の浄化機能を現況と同様に無機態窒素の溶出速度に反映させている。図- 4.3.4.1に湾内の公共用水域水質調査地点における COD 実測値(年平均値)の経年変化(図中の実線)とモデル計算による年平均値(図中のプロット)の比較を示す。また、1950 年における検証対象地点の各物質の時系列変動を図- 4.3.4.2に、各月 15 日 12 時における各物質の平面分布を図- 4.3.4.3に示す。同様に、1970 年における検証対象地点の各物質の時系列変動を図- 4.3.4.4に、各月 15 日 12 時における各物質の平面分布を図- 4.3.4.5に、1976 年における検証対象地点の各物質の時系列変動を図- 4.3.4.6に、各月 15 日 12 時における各物質の平面分布を図- 4.3.4.7に示す。検証するための実測データがないため経時的な変化を含めた検証はできないが、図- 4.3.4.1から水質が良かった過去から 1970 年代前半に水質が悪化し、その後改善し現在に至るとい水環境の大局的な変遷については、概ね再現できたと考えられる。なお、1970 年の 6 月前後の東京湾東部沿岸域については T-P 以外の物質が異常な値となっているが、原因に 1 つとして湾奥部の流動の再現性が不十分であるなど数値計算が不安定になっている可能性が考えられる。また各年について底泥からの溶出速度を現況と同一条件で与えていることから、底泥の堆積などを踏まえた溶出メカニズムを踏まえた東京湾の水質の変遷について検討を進める必要がある。

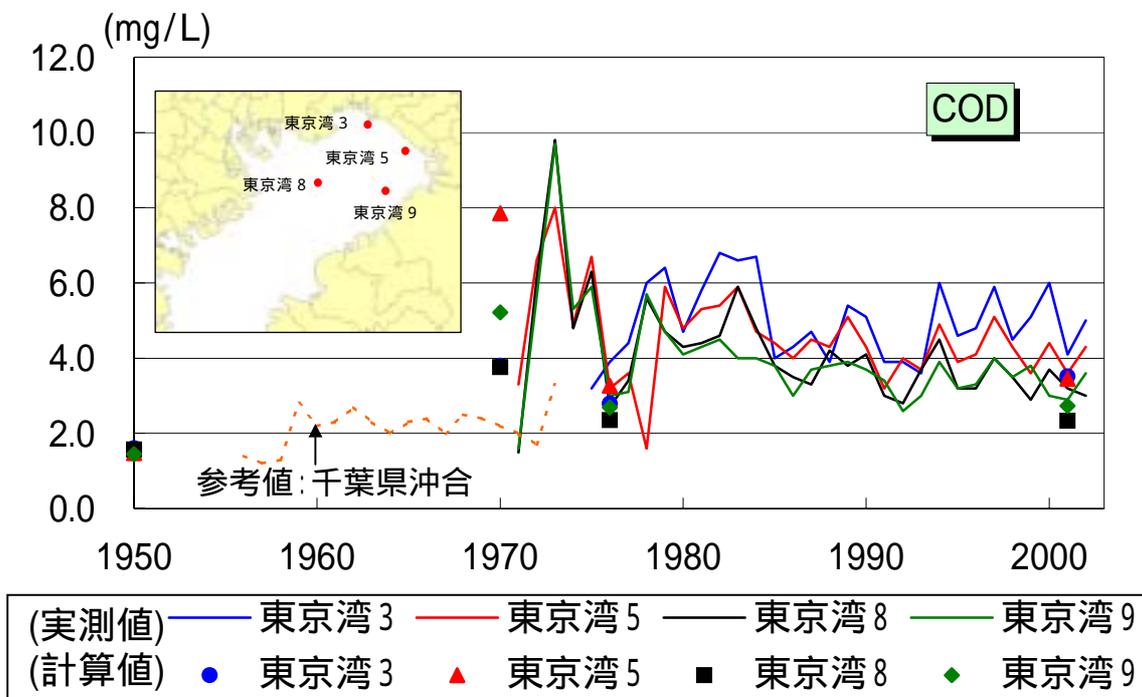


図- 4.3.4.1 東京湾の実測水質の変遷と計算結果との比較(COD)

(1)1950 年再現

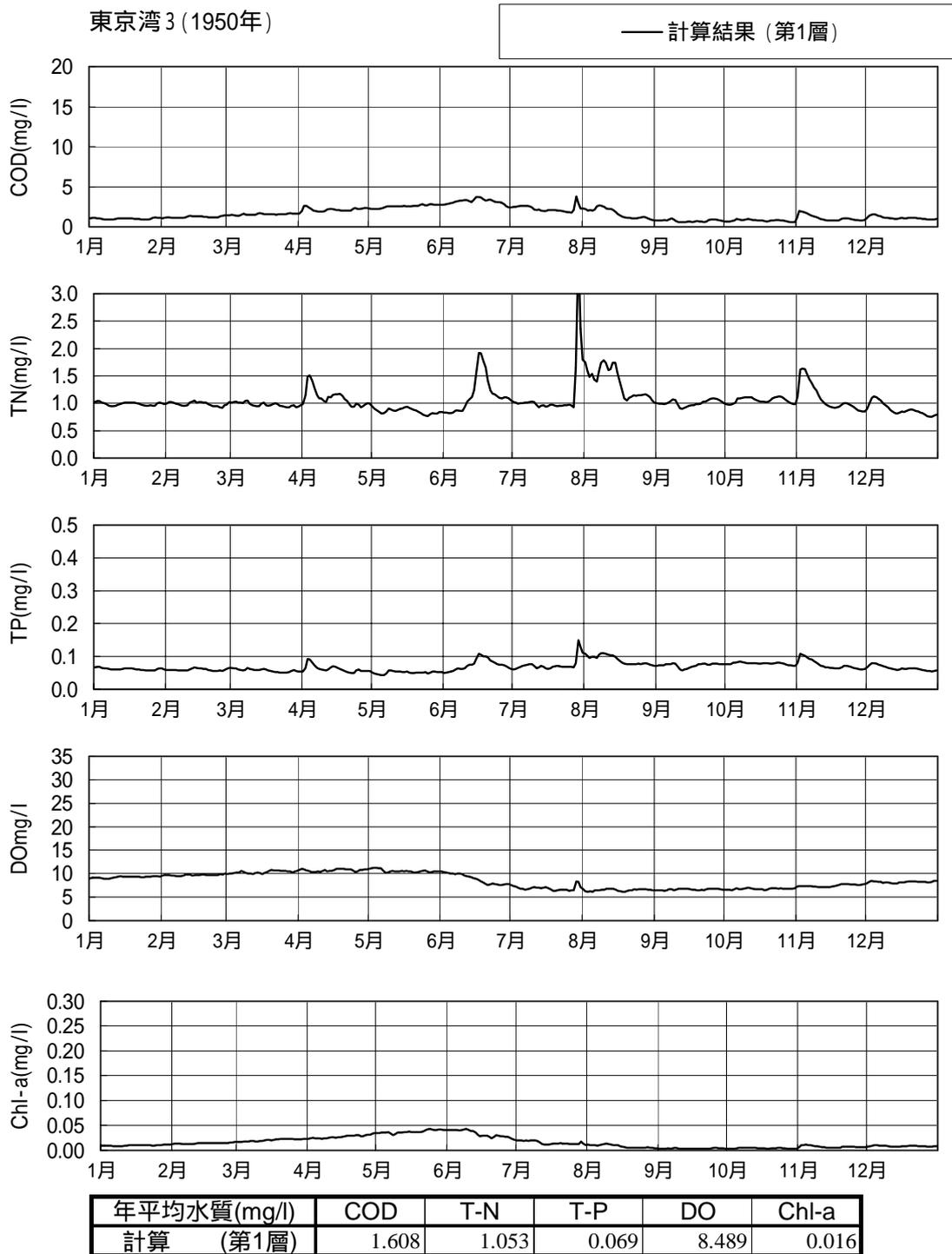


図- 4.3.4.2 (1) 検証グラフ

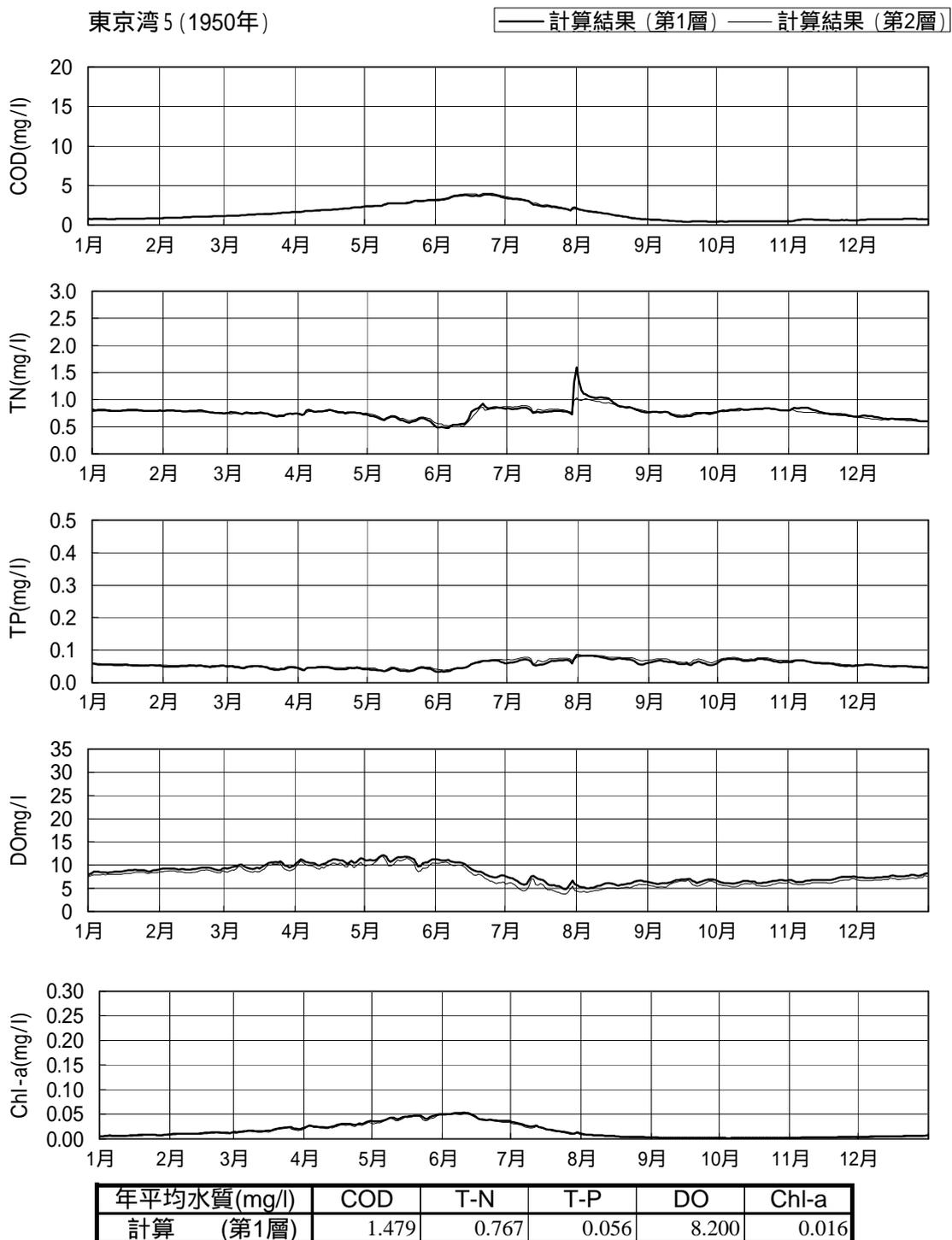


図- 4.3.4.2 (2) 検証グラフ

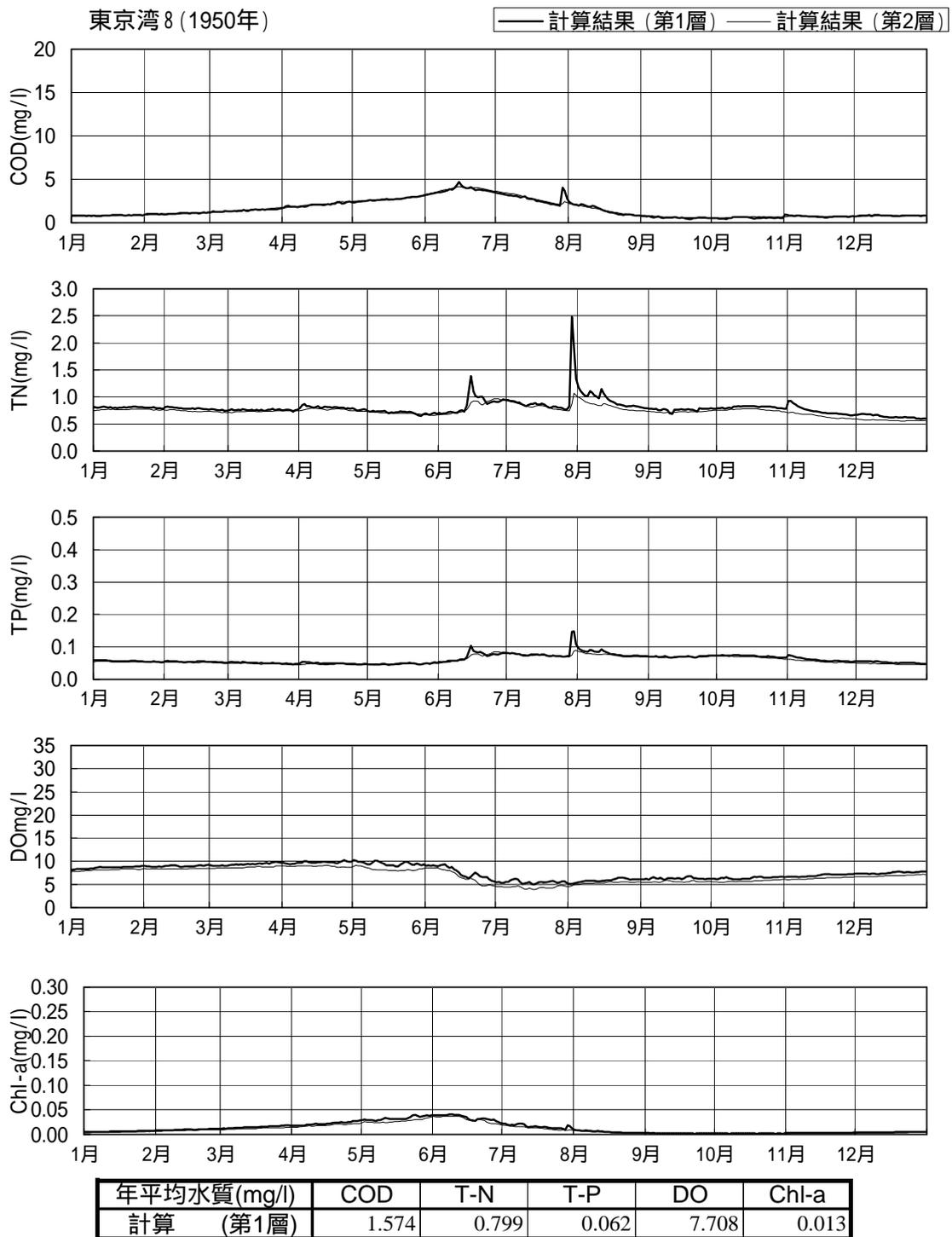


図- 4.3.4.2 (3) 検証グラフ

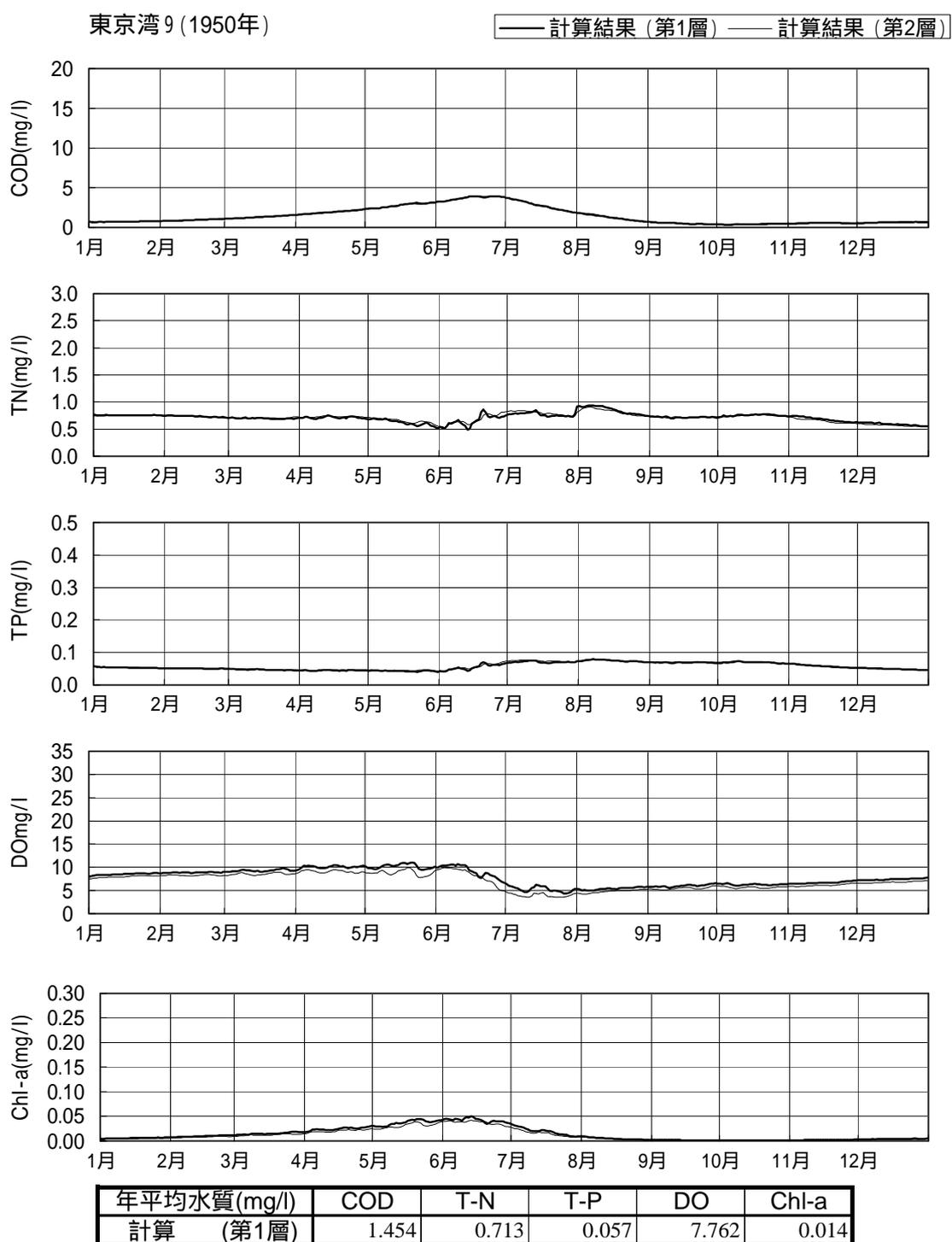
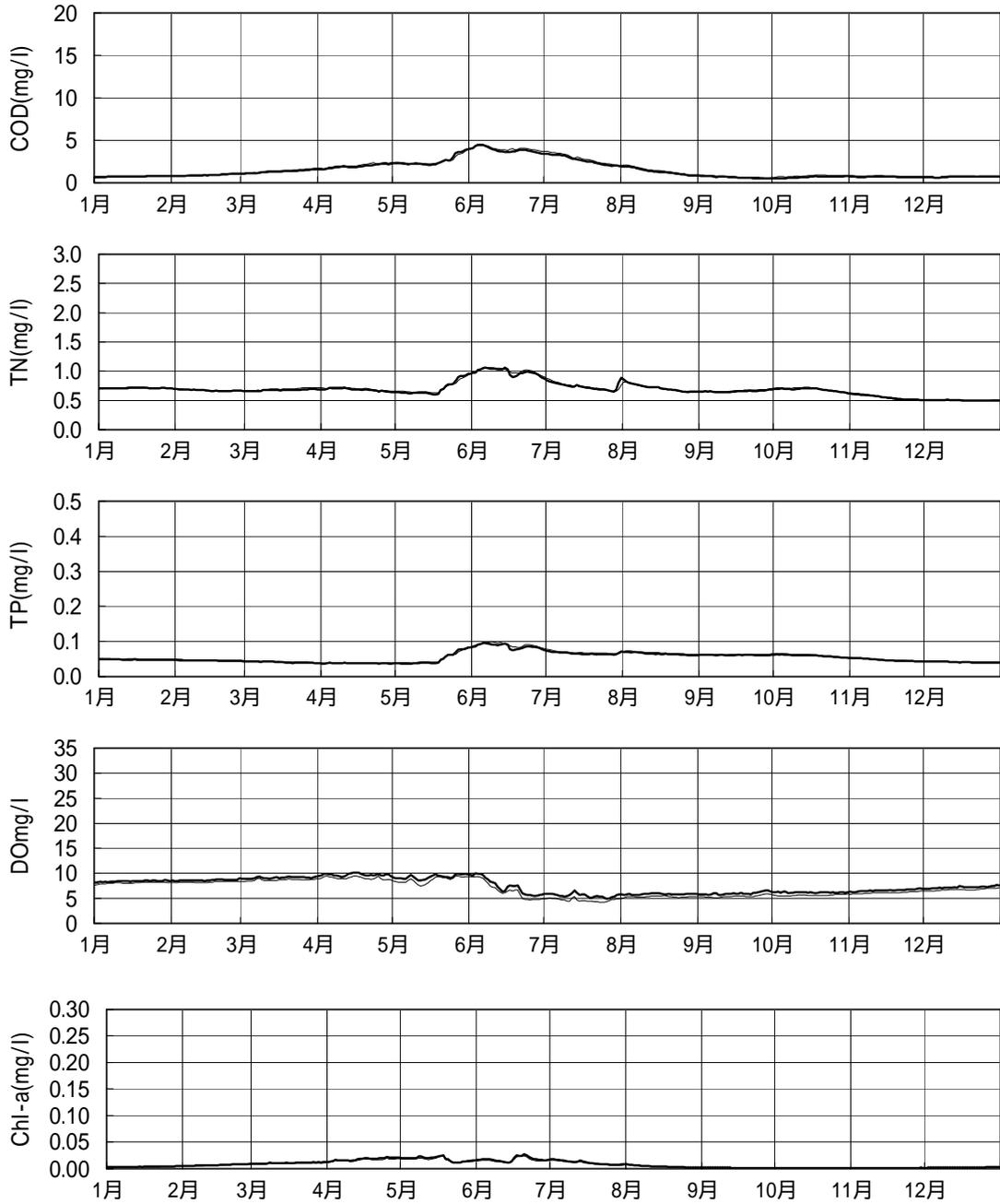


図- 4.3.4.2 (4) 検証グラフ

東京湾15 (1950年)

—— 計算結果 (第1層) —— 計算結果 (第2層)



年平均水質(mg/l)	COD	T-N	T-P	DO	Chl-a
計算 (第1層)	1.509	0.691	0.054	7.504	0.008

図- 4.3.4.2(5) 検証グラフ

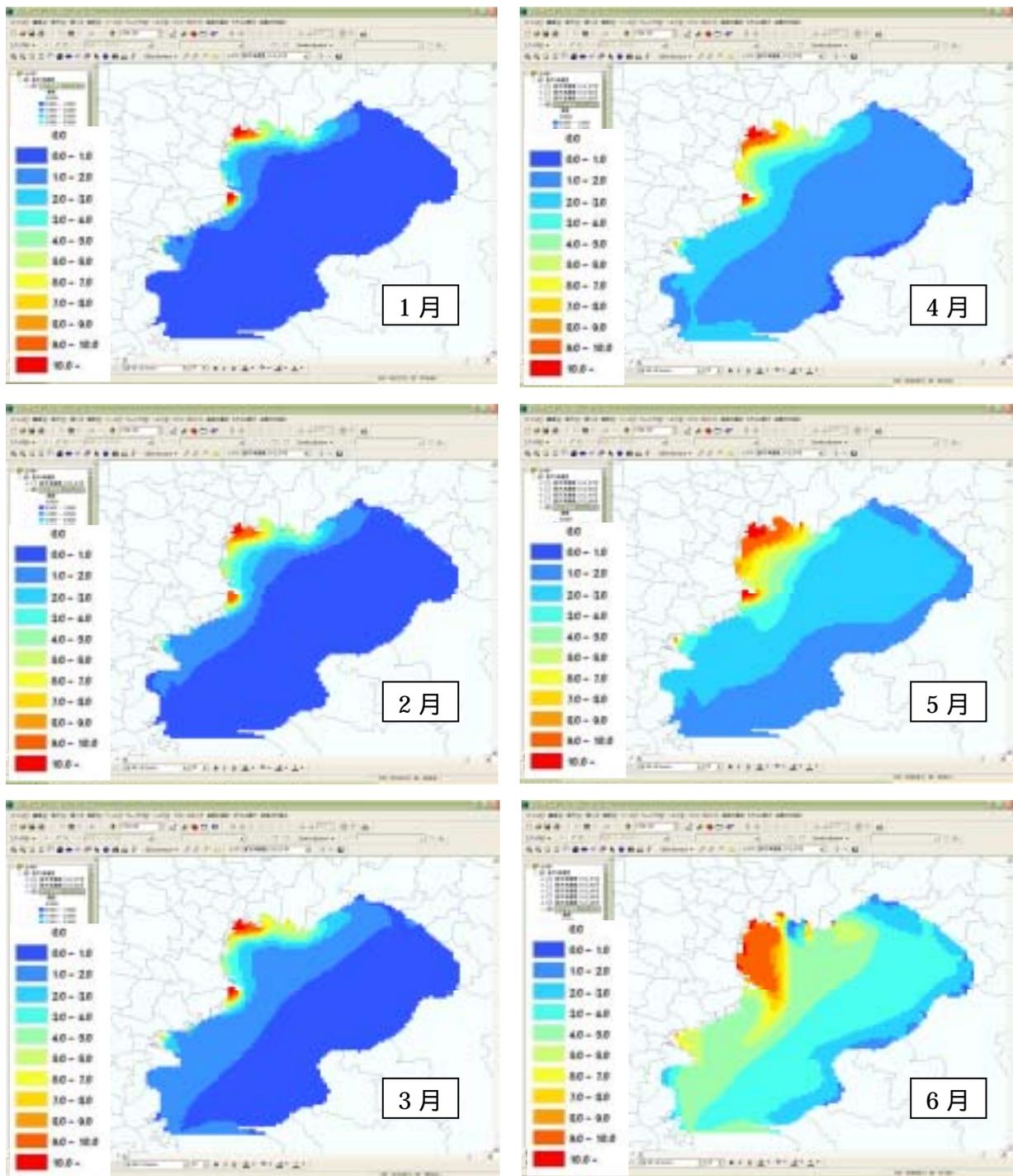


図- 4.3.4.3(1) COD 濃度平面図(1950 年 1 月 ~ 6 月)

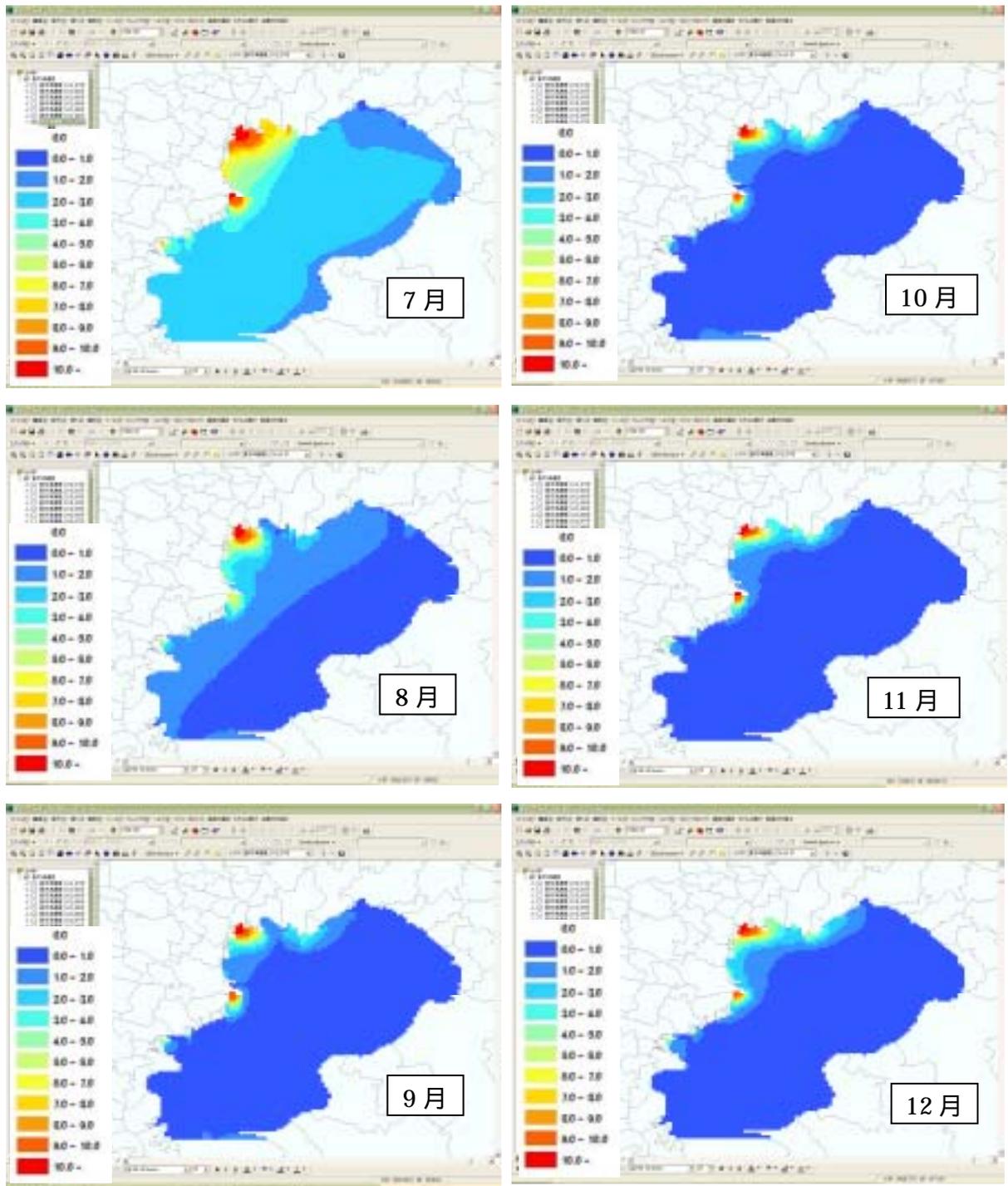


図- 4.3.4.3(2) COD 濃度平面図(1950 年 7 月 ~ 12 月)

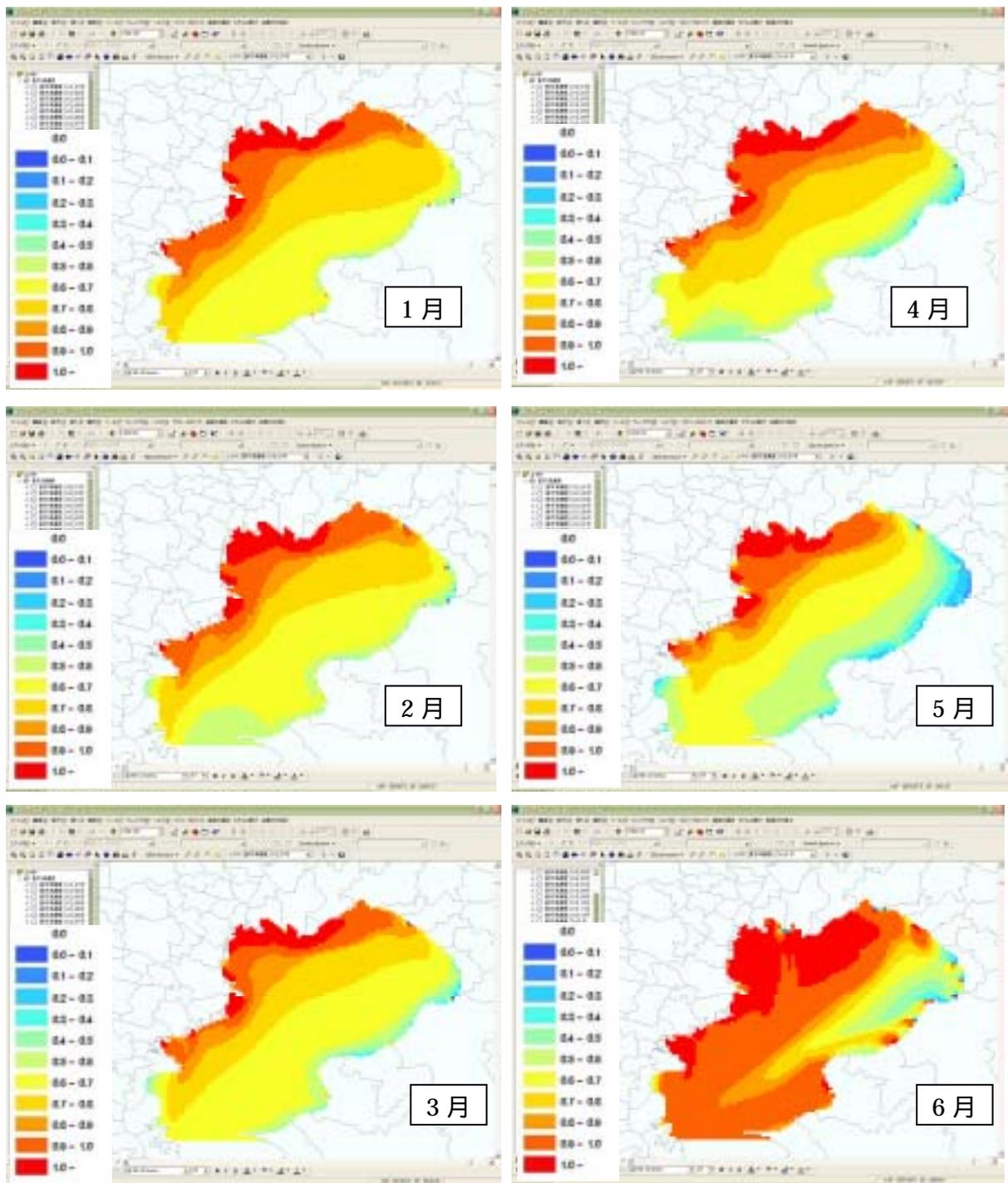


図- 4.3.4.3(3) TN 濃度平面図(1950 年 1 月 ~ 6 月)

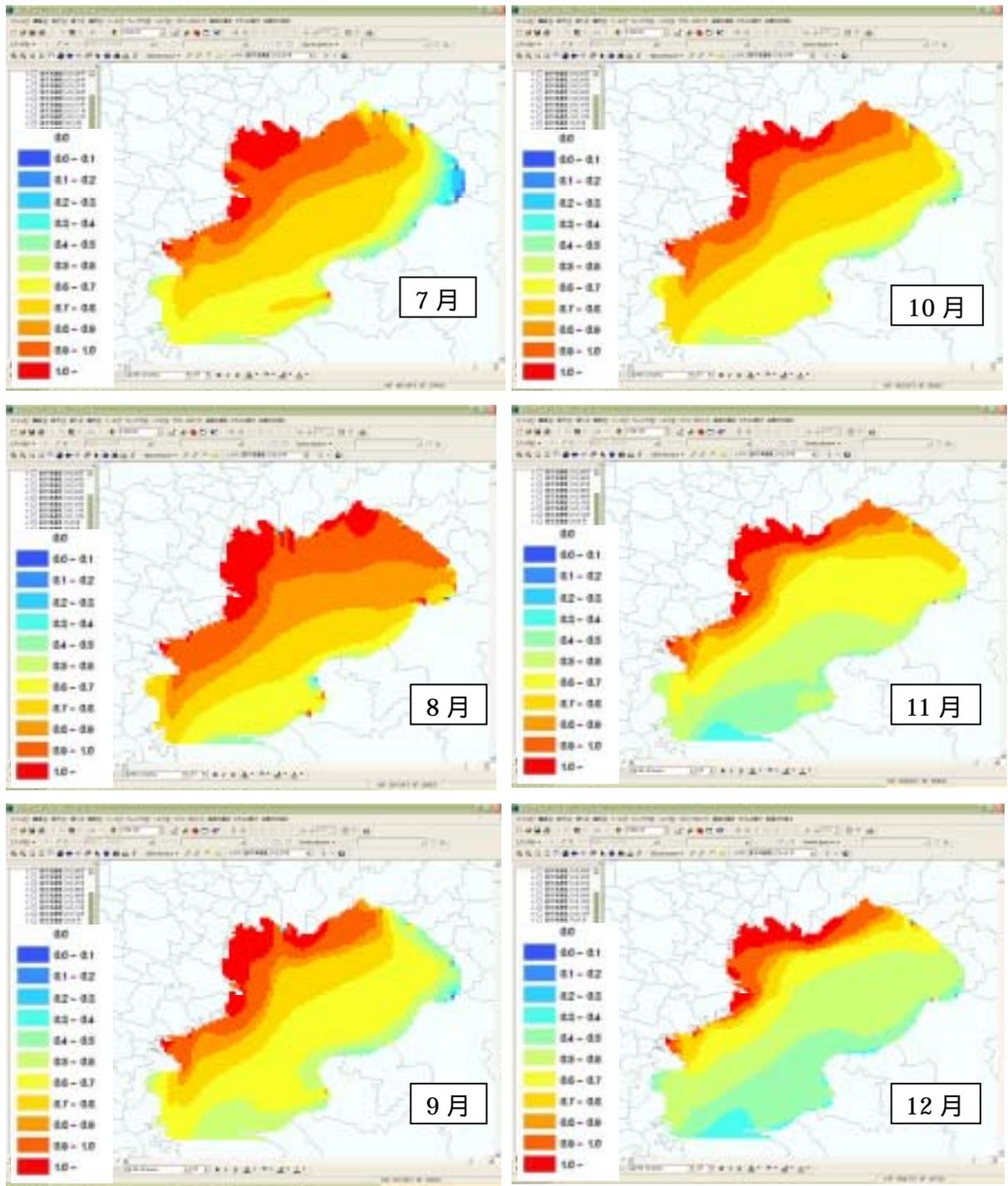


図- 4.3.4.3(4) TN 濃度平面図(1950 年 11 月・12 月)

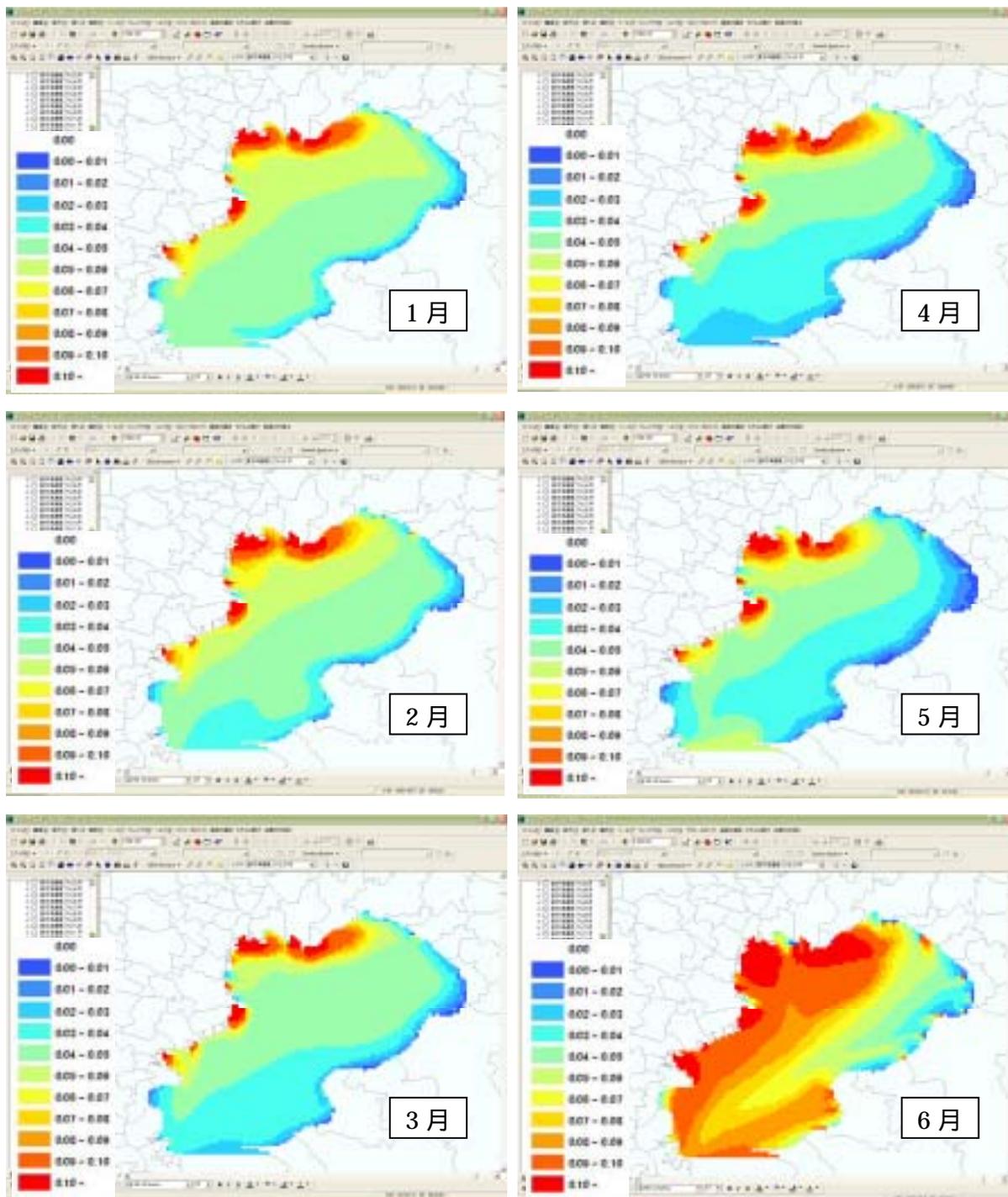


图- 4.3.4.3(5) TP 濃度平面図(1950 年 1 月 ~ 6 月)

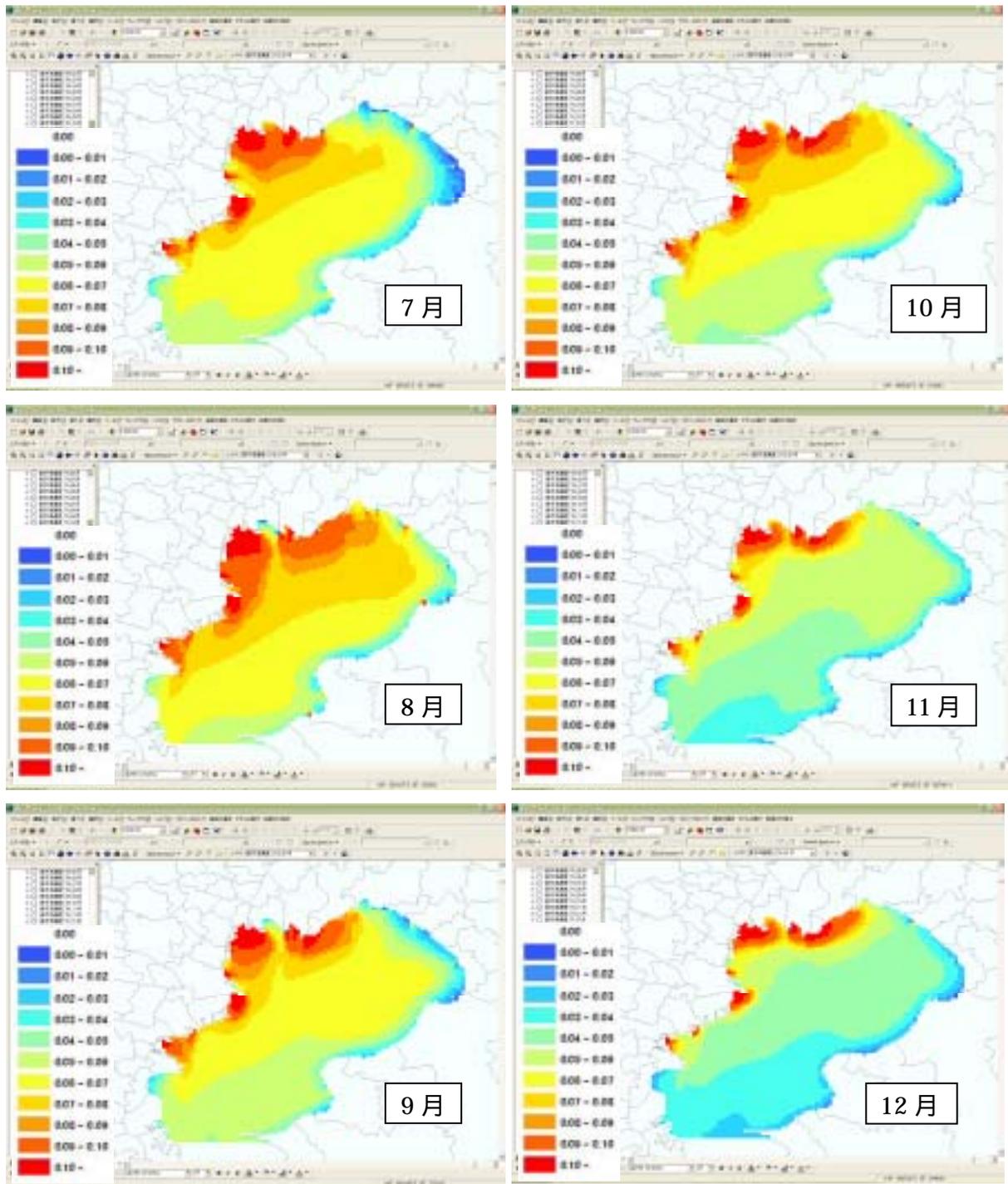


図- 4.3.4.3(6) TP 濃度平面図(1950 年 7 月 ~ 12 月)

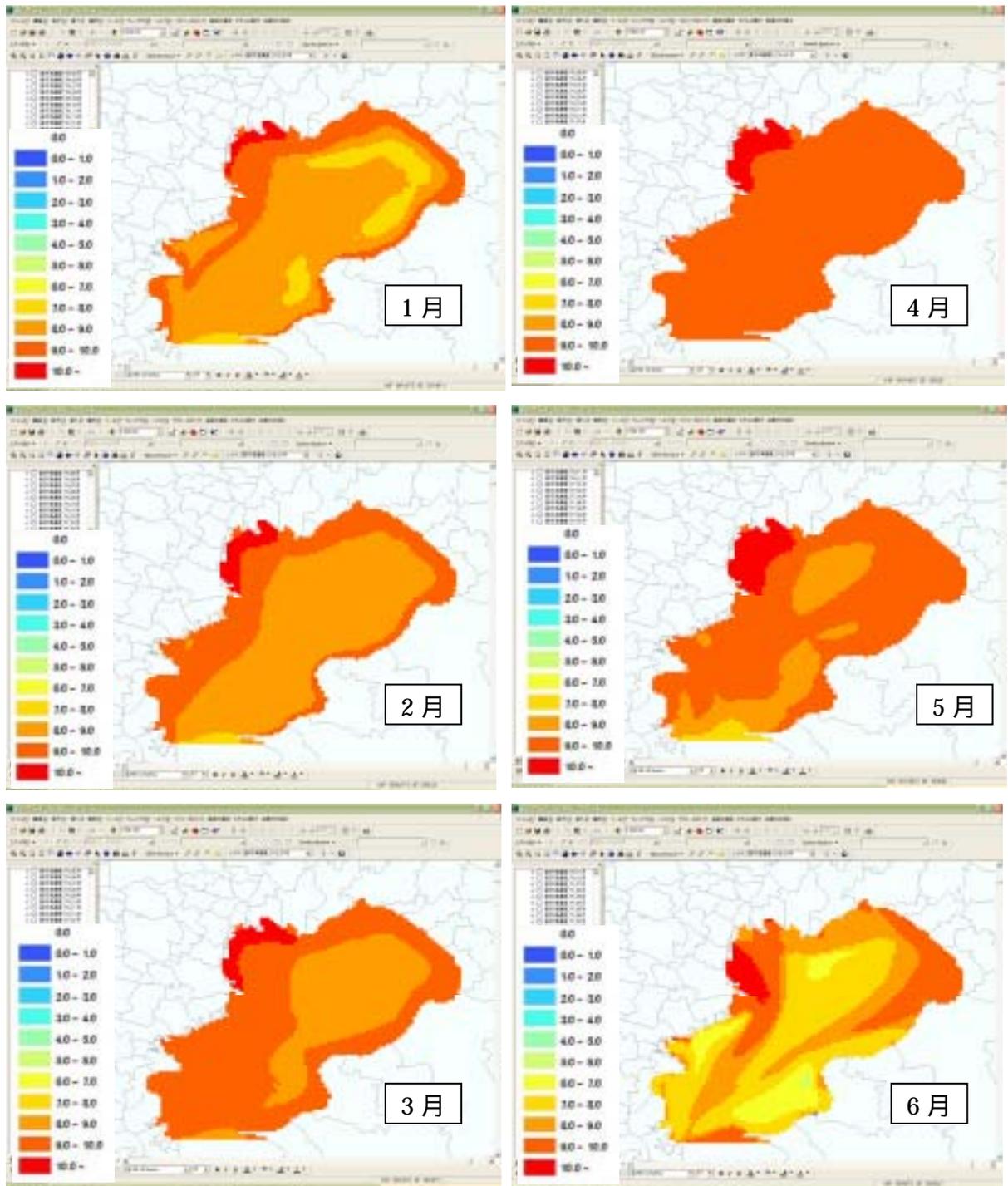


図- 4.3.4.3(7) DO 濃度平面図(1950 年 1 月 ~ 6 月)

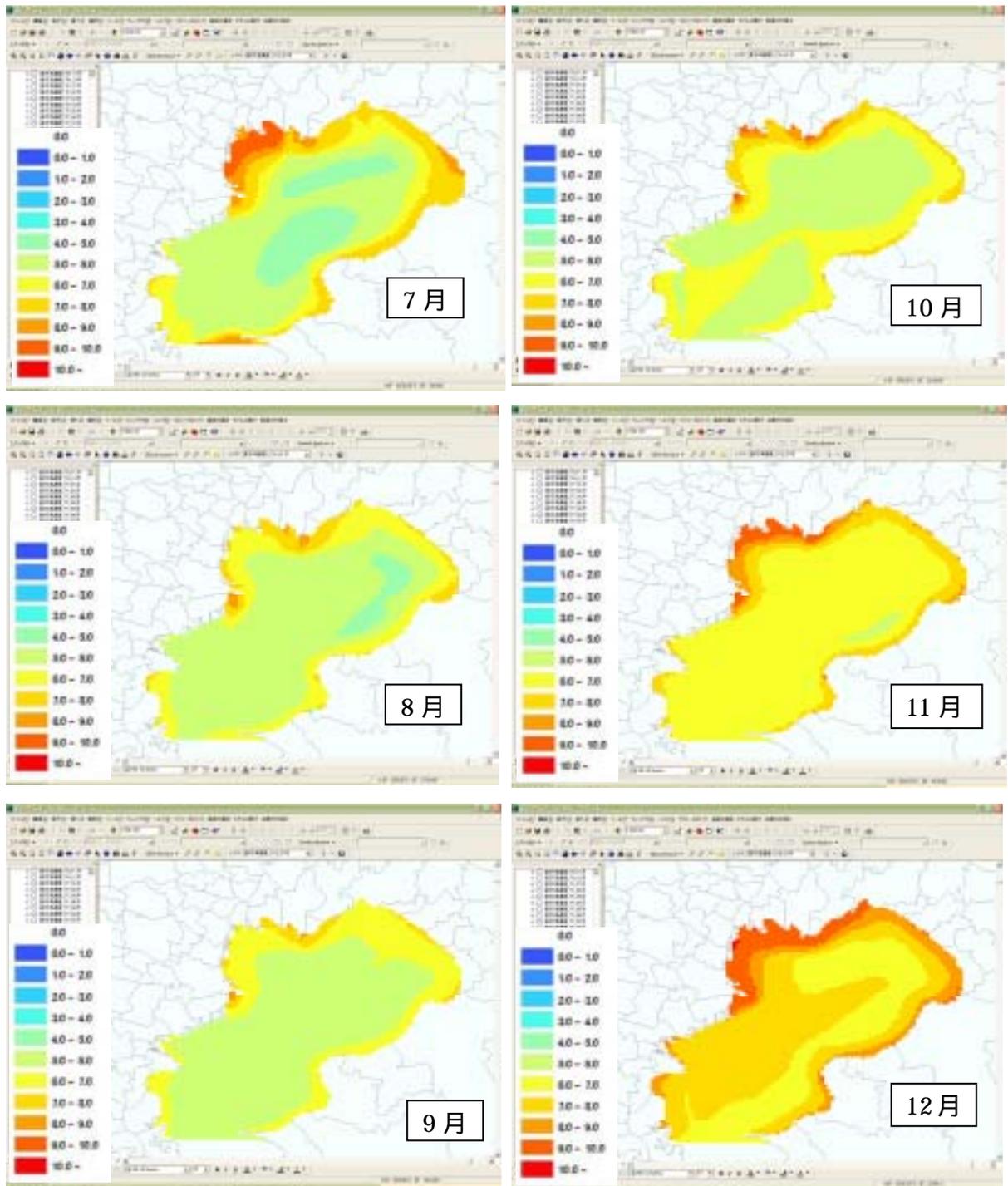


図- 4.3.4.3(8) DO 濃度平面図(1950 年 7 月 ~ 12 月)

(2)1970 年再現

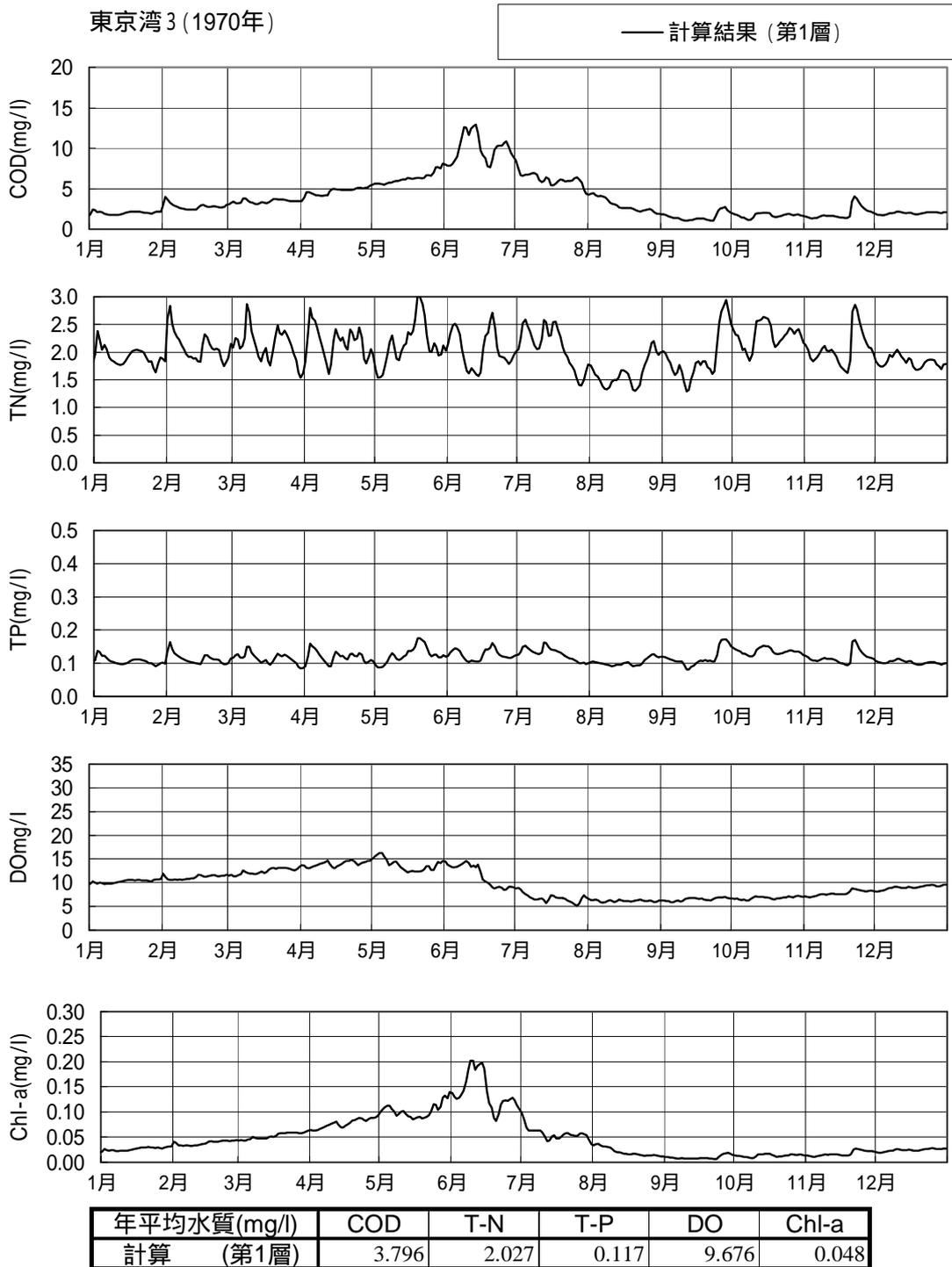


図- 4.3.4.4(1) 検証グラフ

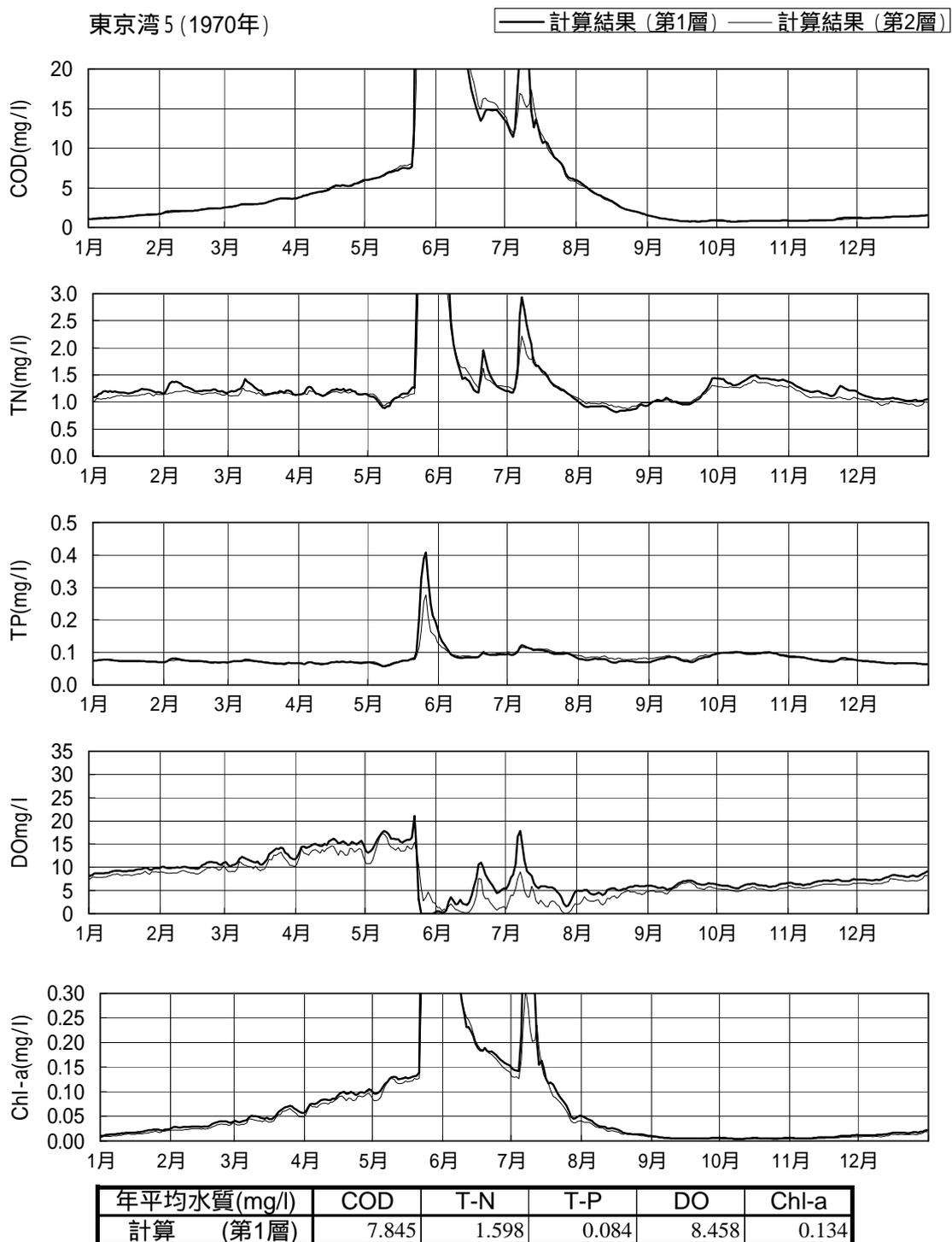


図- 4.3.4.4(2) 検証グラフ

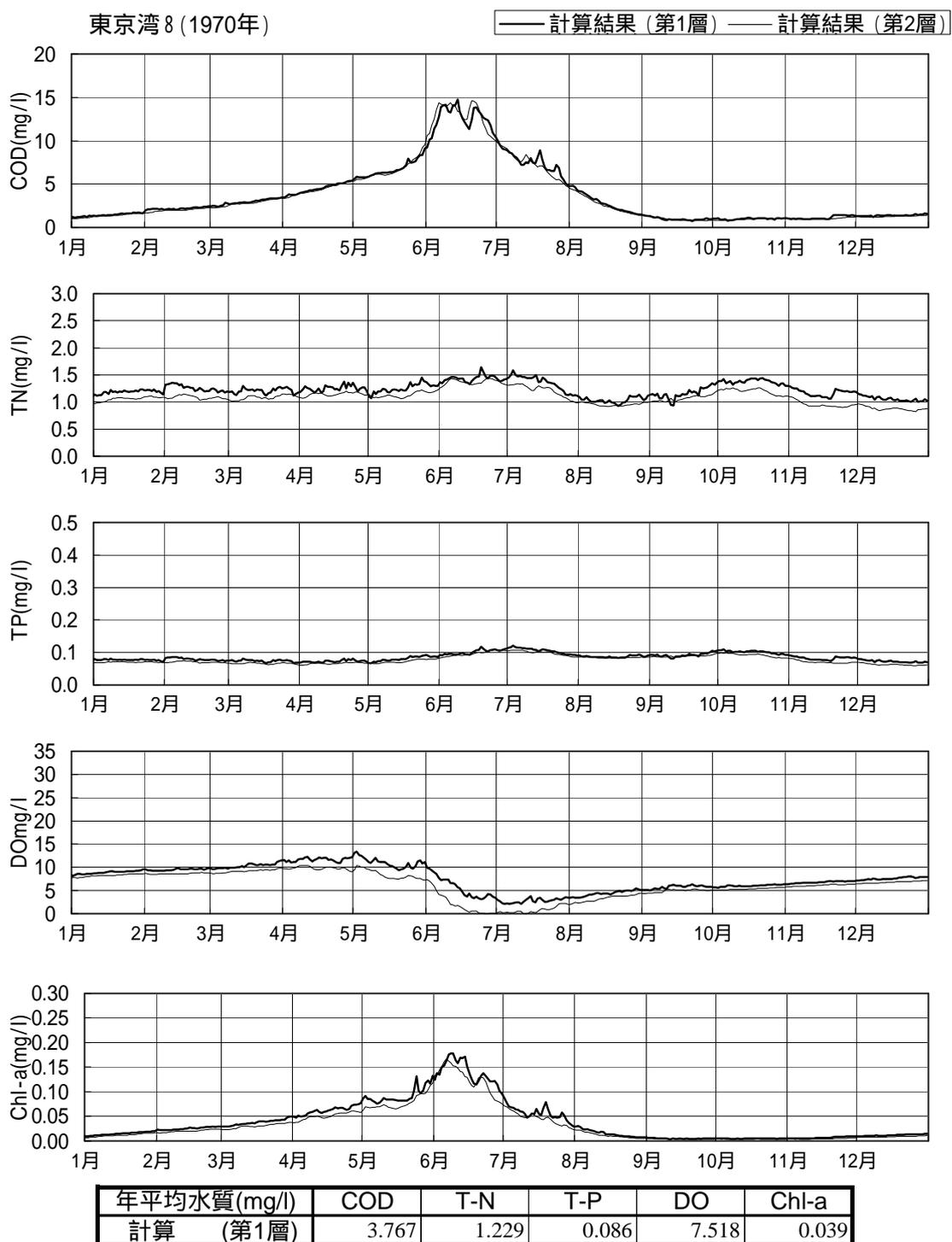


図- 4.3.4.4 (3) 検証グラフ

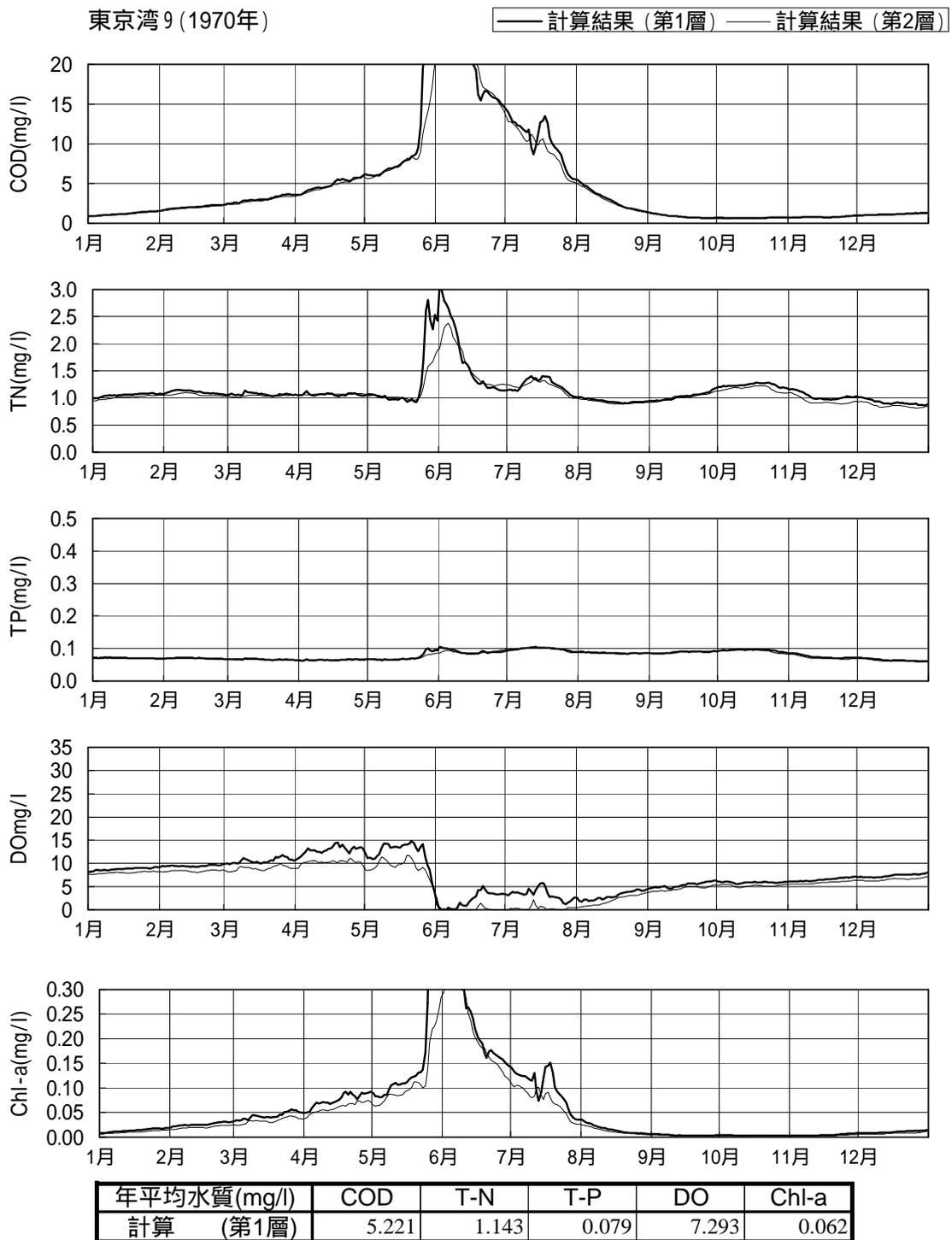
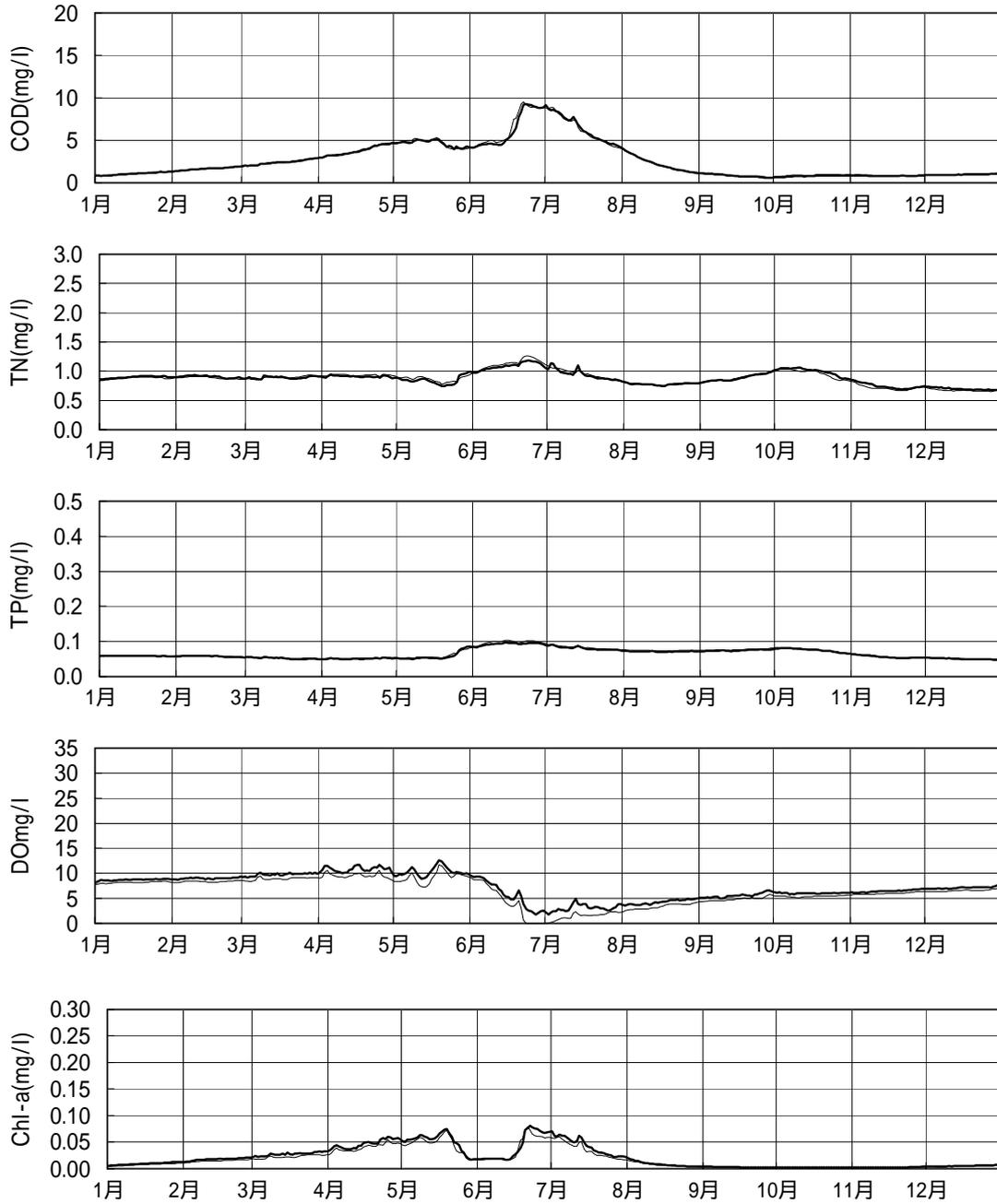


図- 4.3.4.4 (4) 検証グラフ

東京湾15 (1970年)

— 計算結果 (第1層) — 計算結果 (第2層)



年平均水質(mg/l)	COD	T-N	T-P	DO	Chl-a
計算 (第1層)	2.657	0.881	0.065	7.247	0.021

図- 4.3.4.4(5) 検証グラフ

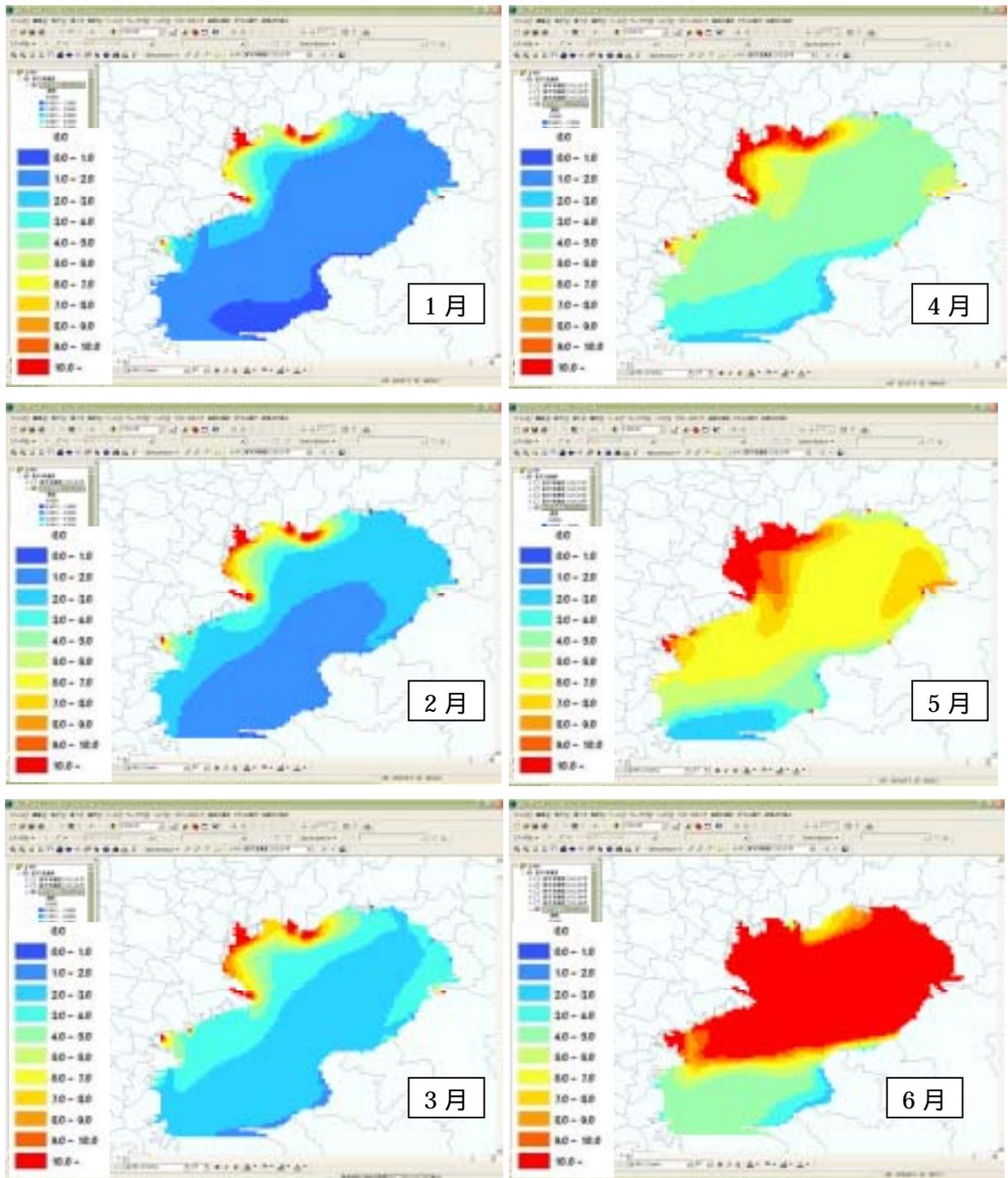


図- 4.3.4.5(1) COD 濃度平面図(1970 年 1 月 ~ 6 月)

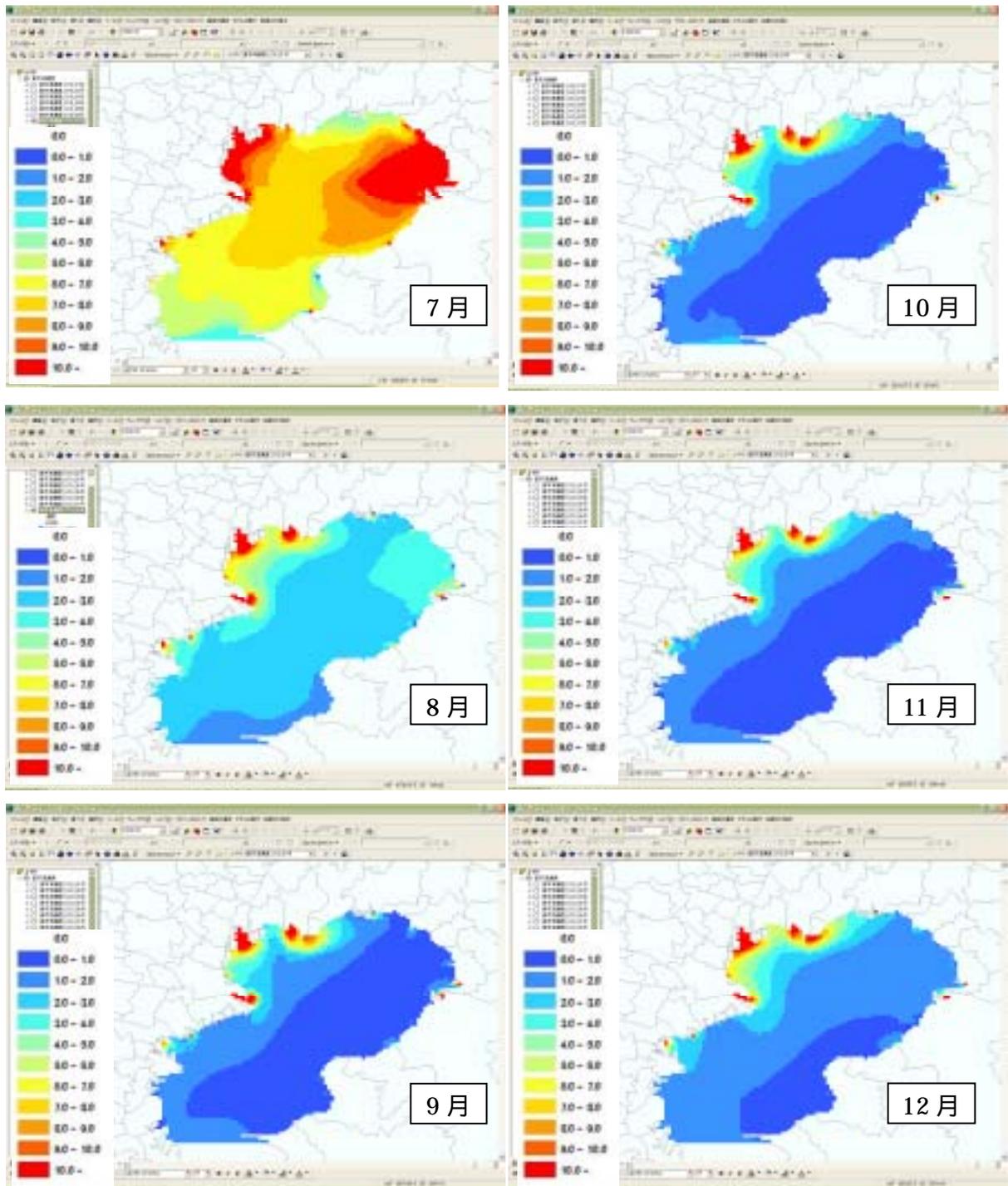


図- 4.3.4.5(2) COD 濃度平面図(1970 年 7 月 ~ 12 月)

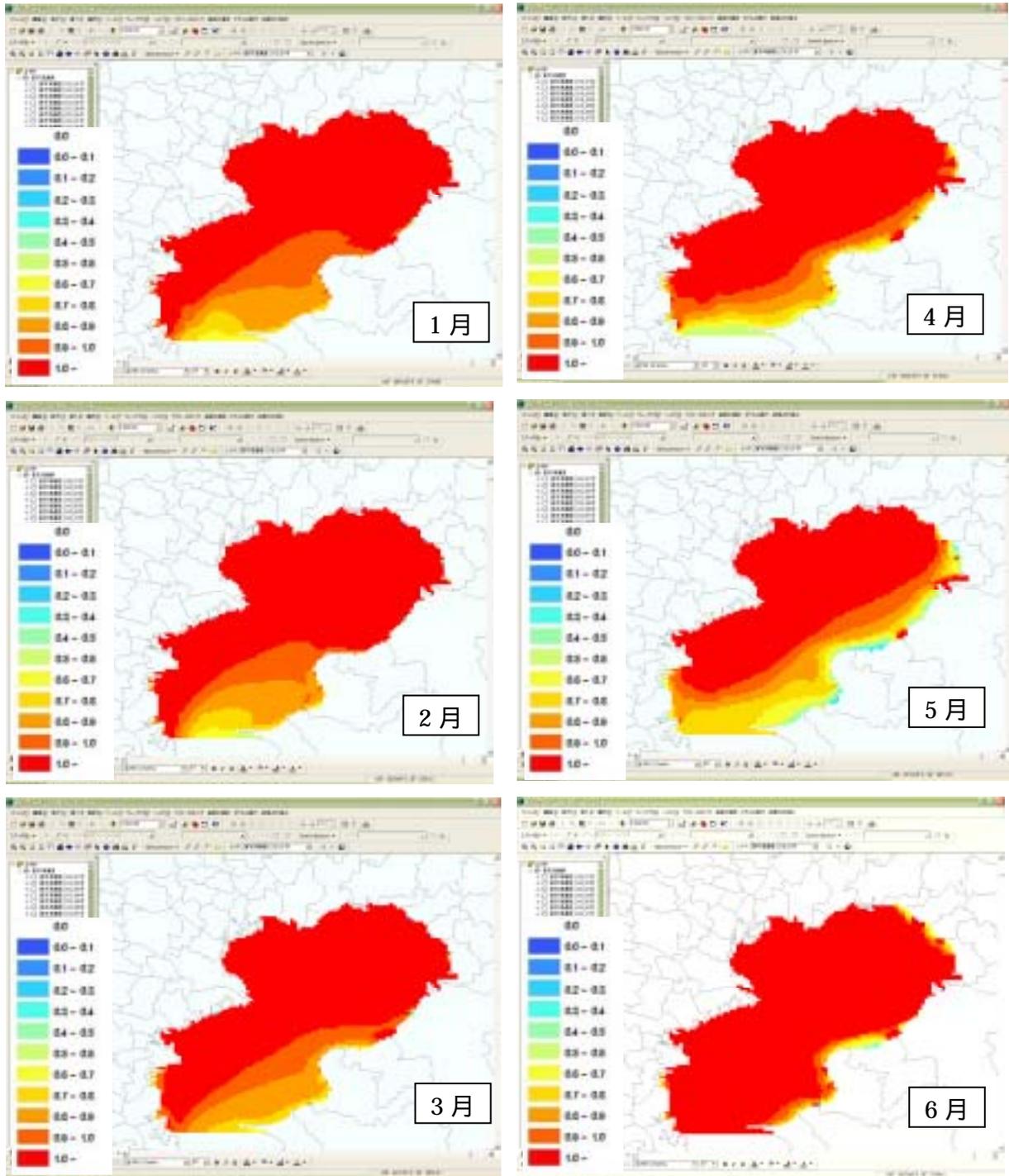


図- 4.3.4.5(3) TN 濃度平面図(1970年1月~6月)

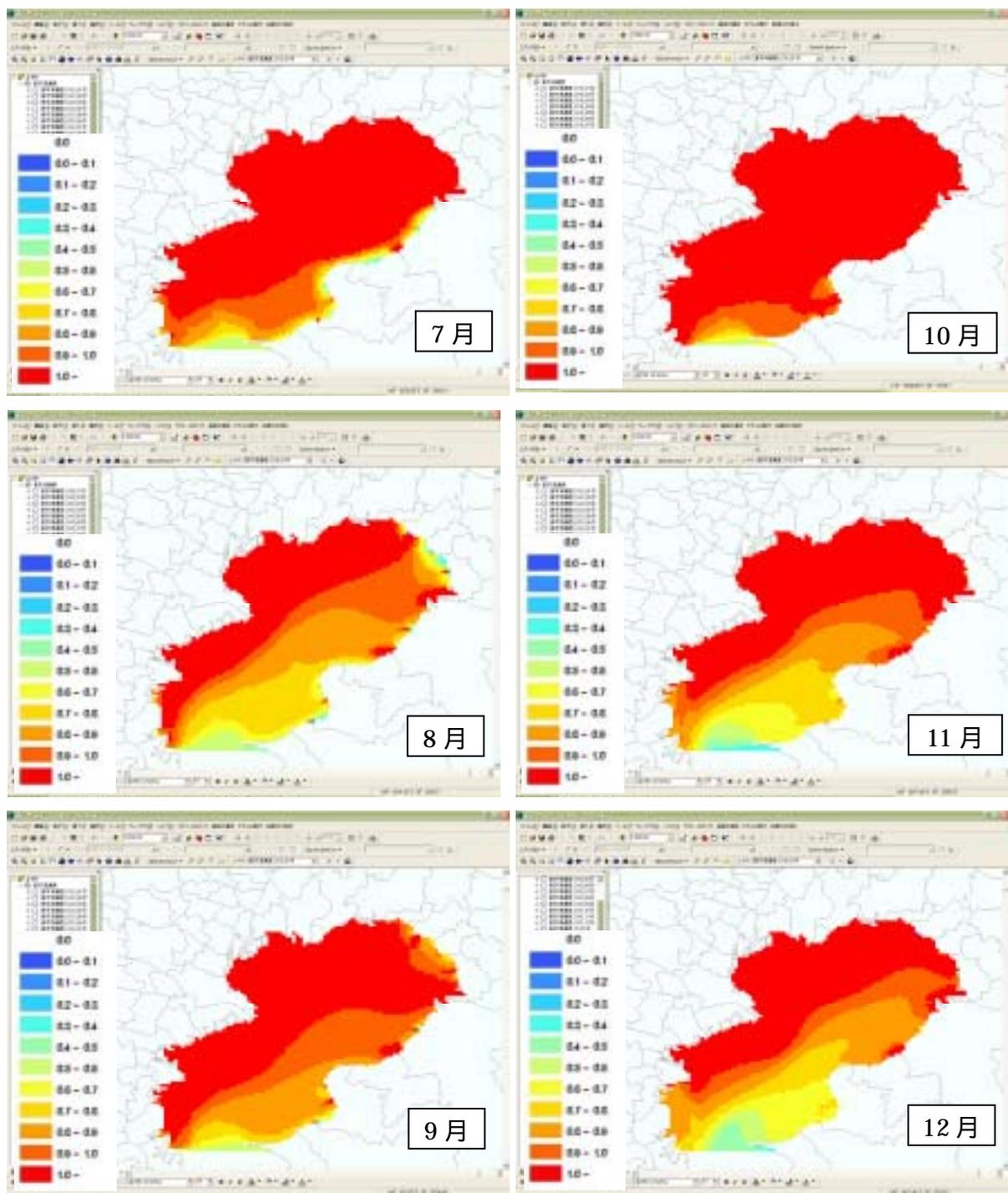


図- 4.3.4.5(4) TN 濃度平面図(1970 年 7 月 ~ 12 月)

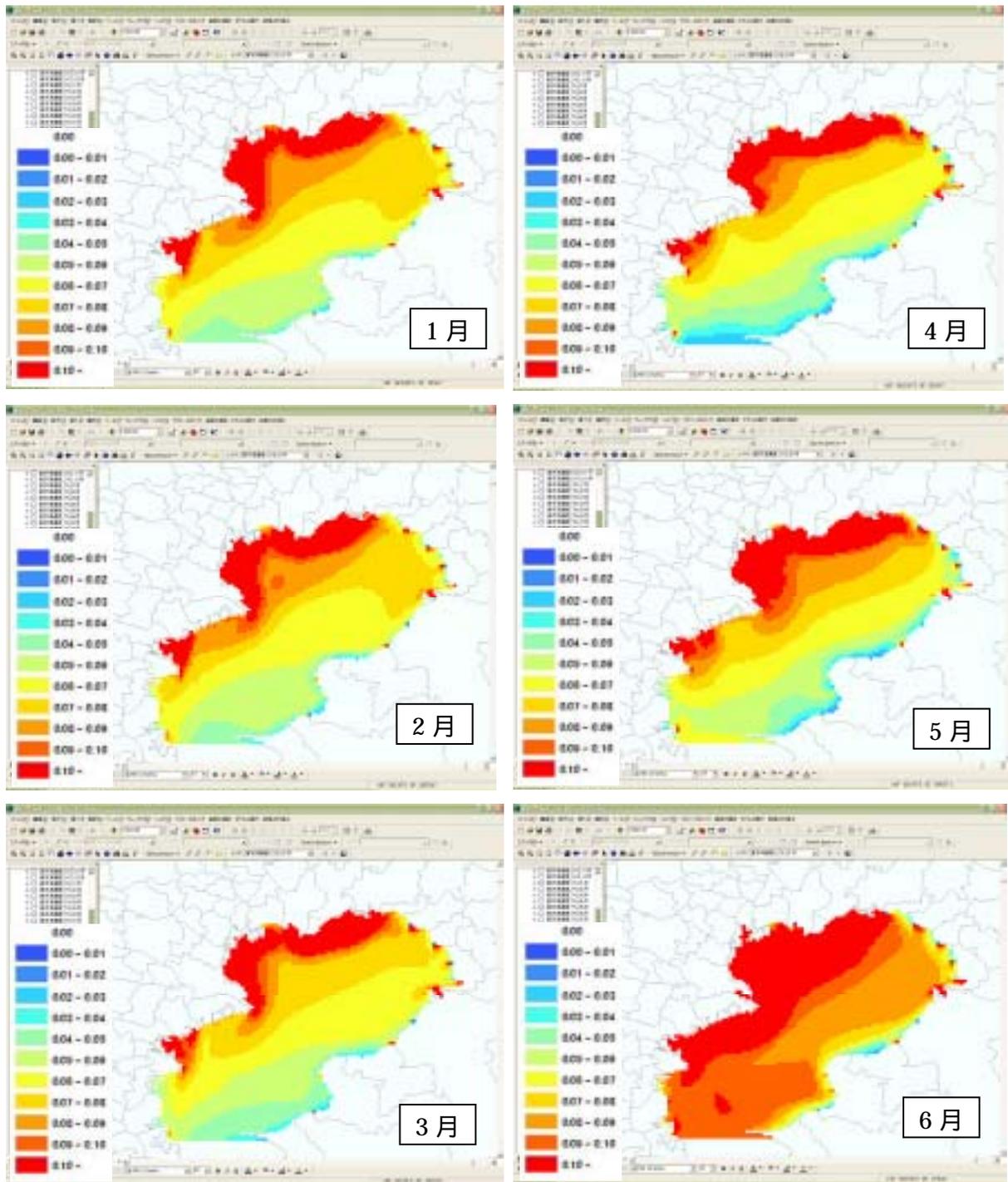


图- 4.3.4.5(5) TP 濃度平面図(1970 年 1 月 ~ 6 月)

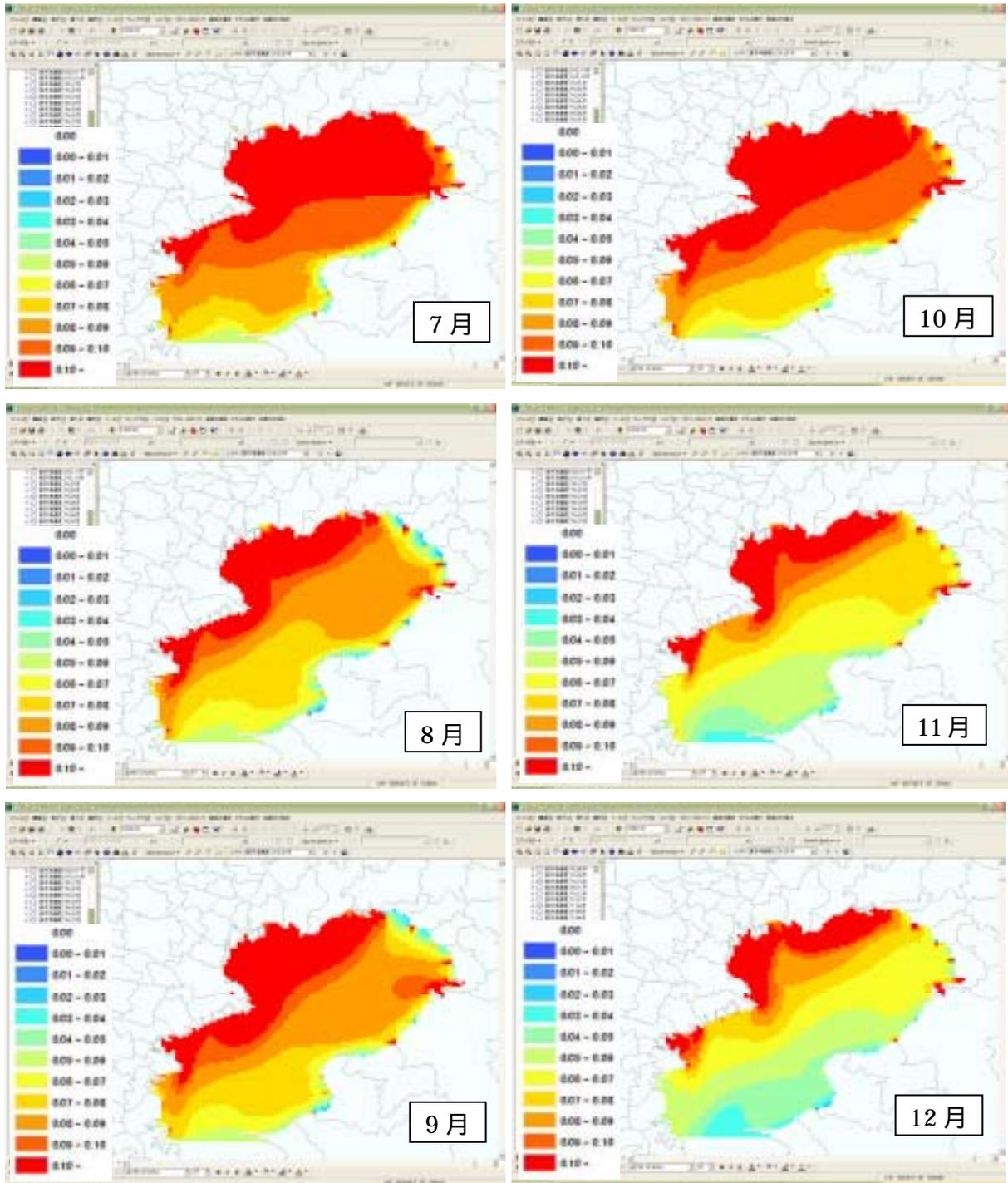


図- 4.3.4.5(6) TP 濃度平面図(1970 年 7 月 ~ 12 月)

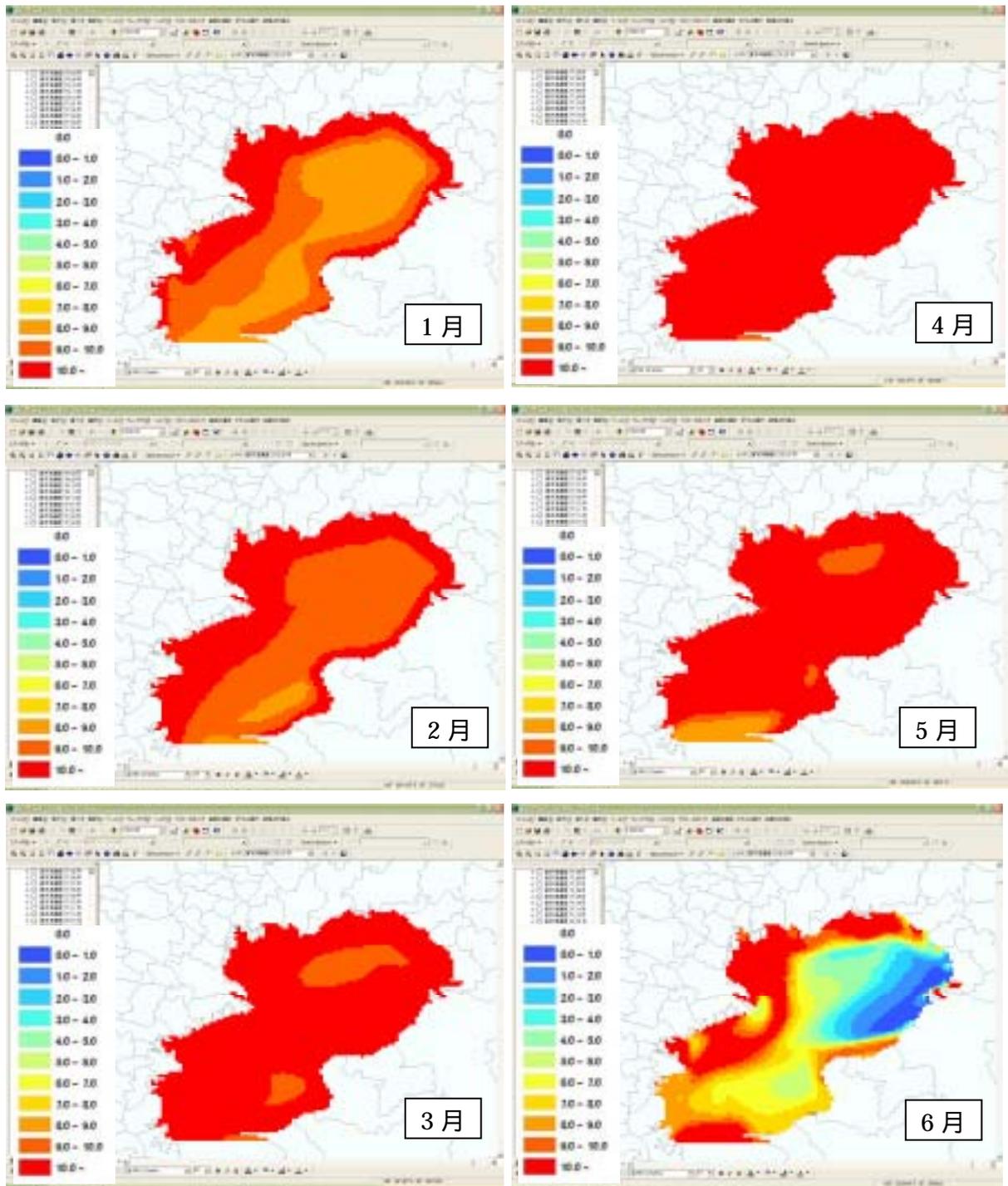


図- 4.3.4.5(7) DO 濃度平面図(1970 年 1 月 ~ 6 月)

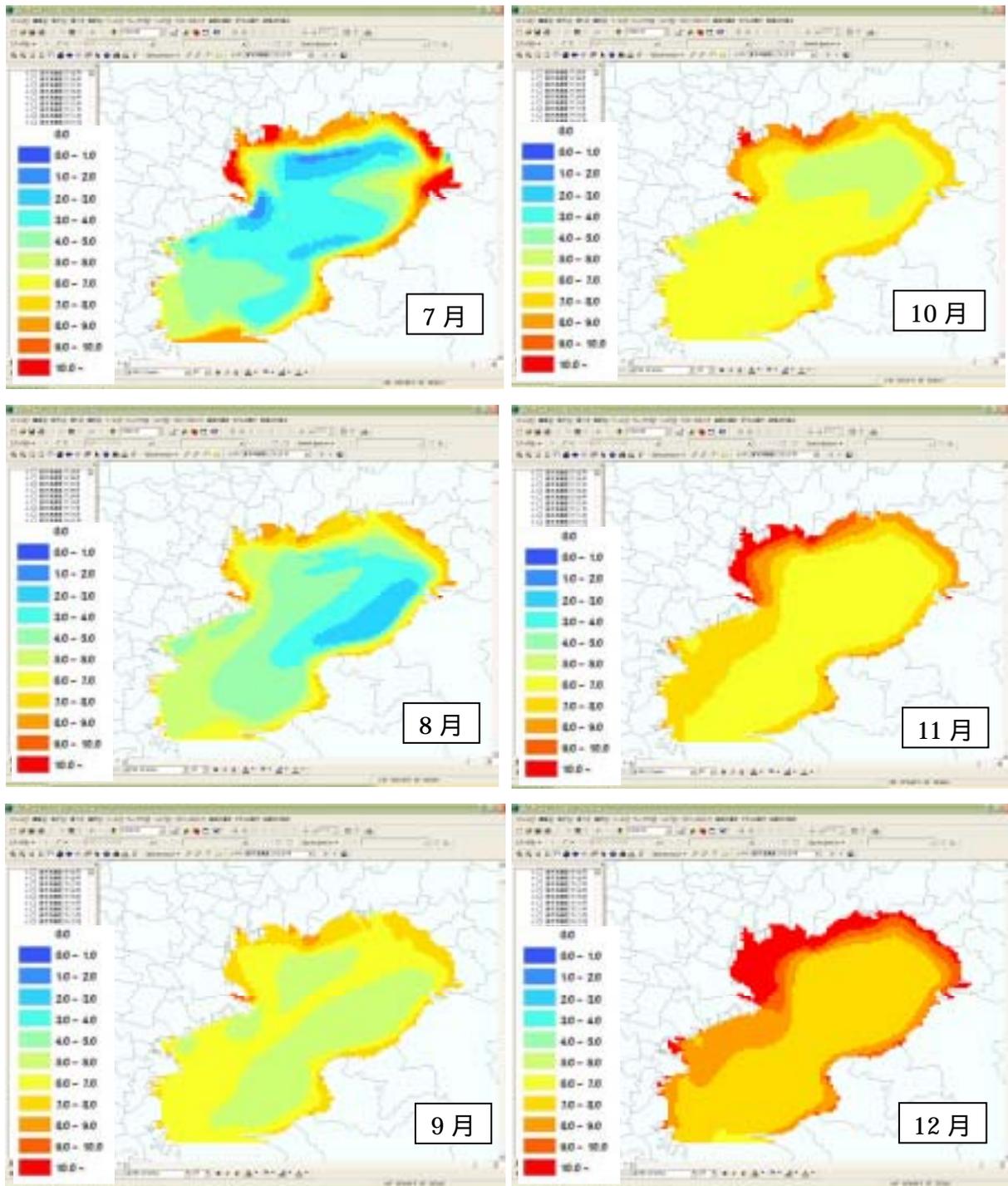


図- 4.3.4.5(8) DO 濃度平面図(1970 年 7 月 ~ 12 月)

(3)1976年再現

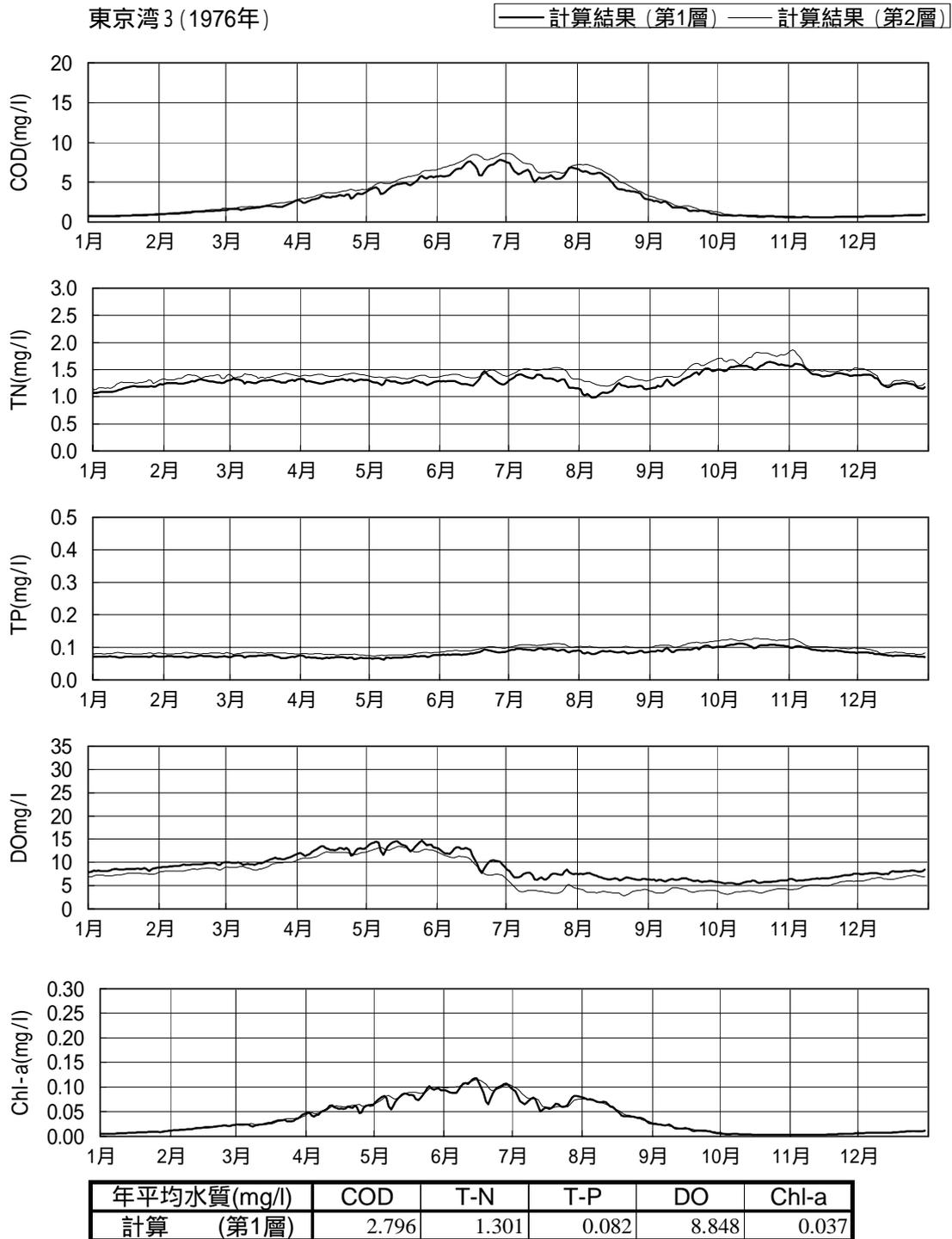
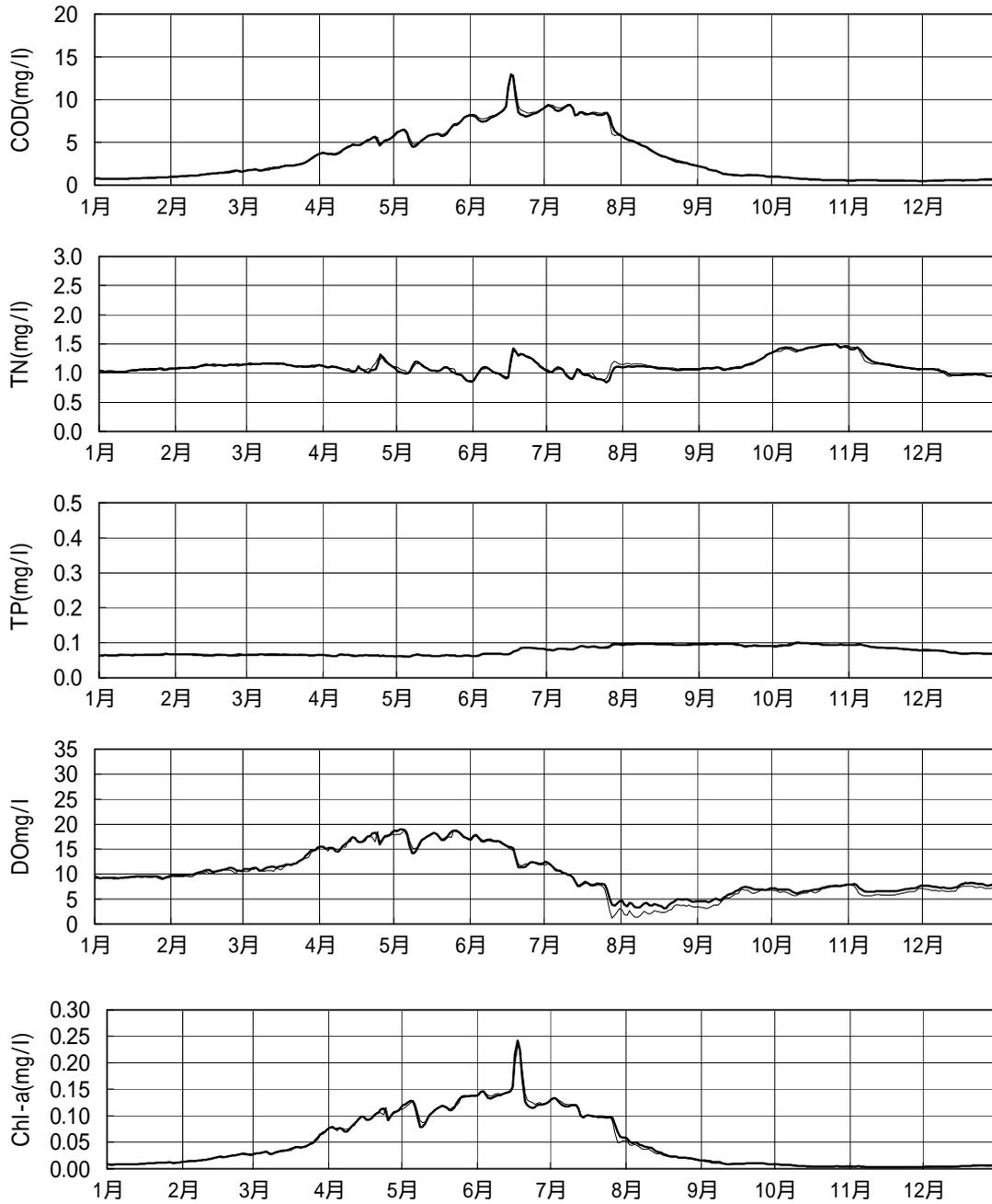


図- 4.3.4.6 (1) 検証グラフ

東京湾5 (1976年)

— 計算結果 (第1層) — 計算結果 (第2層)



年平均水質(mg/l)	COD	T-N	T-P	DO	Chl-a
計算 (第1層)	3.266	1.117	0.077	10.076	0.049

図- 4.3.4.6(2) 検証グラフ

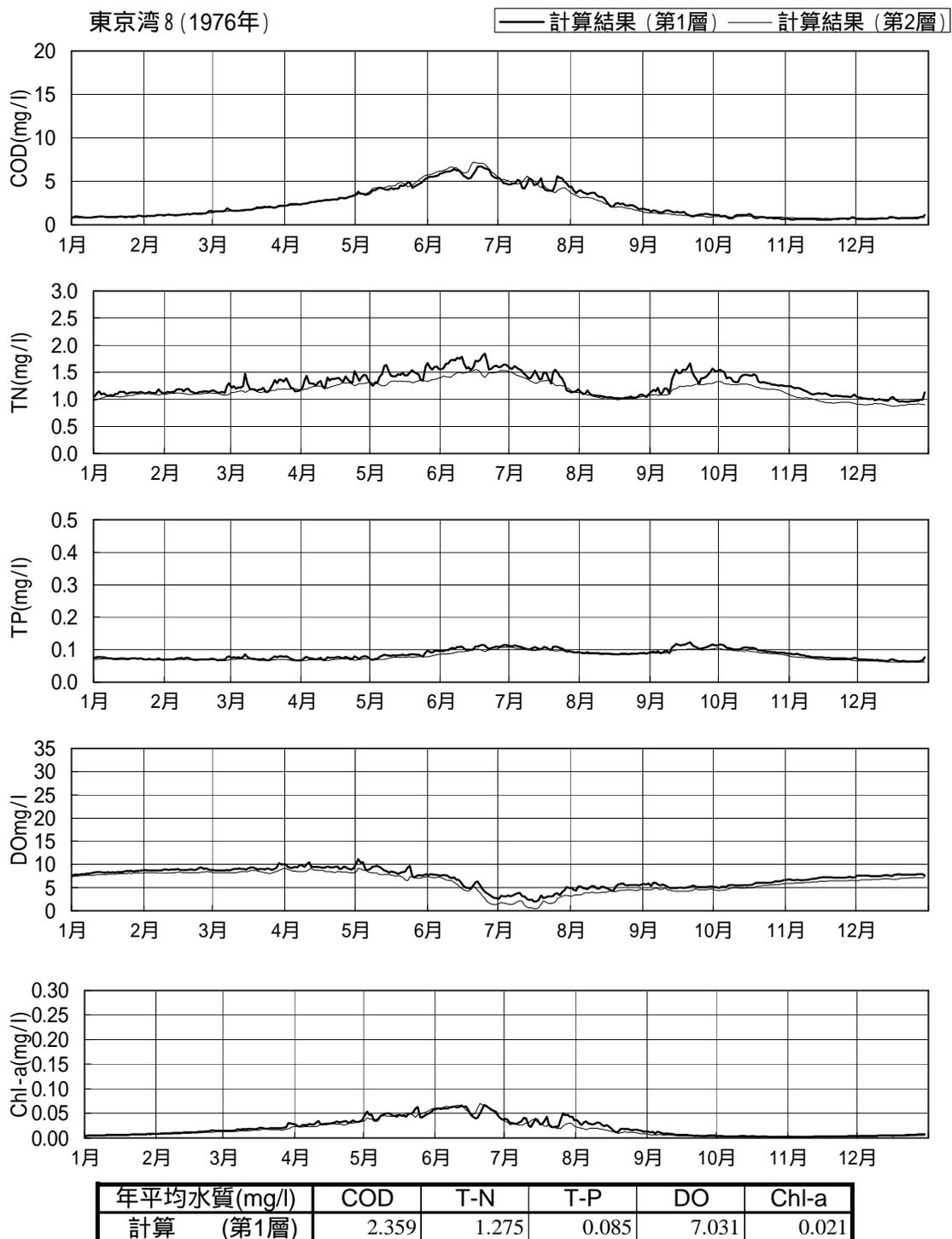


図- 4.3.4.6 (3) 検証グラフ

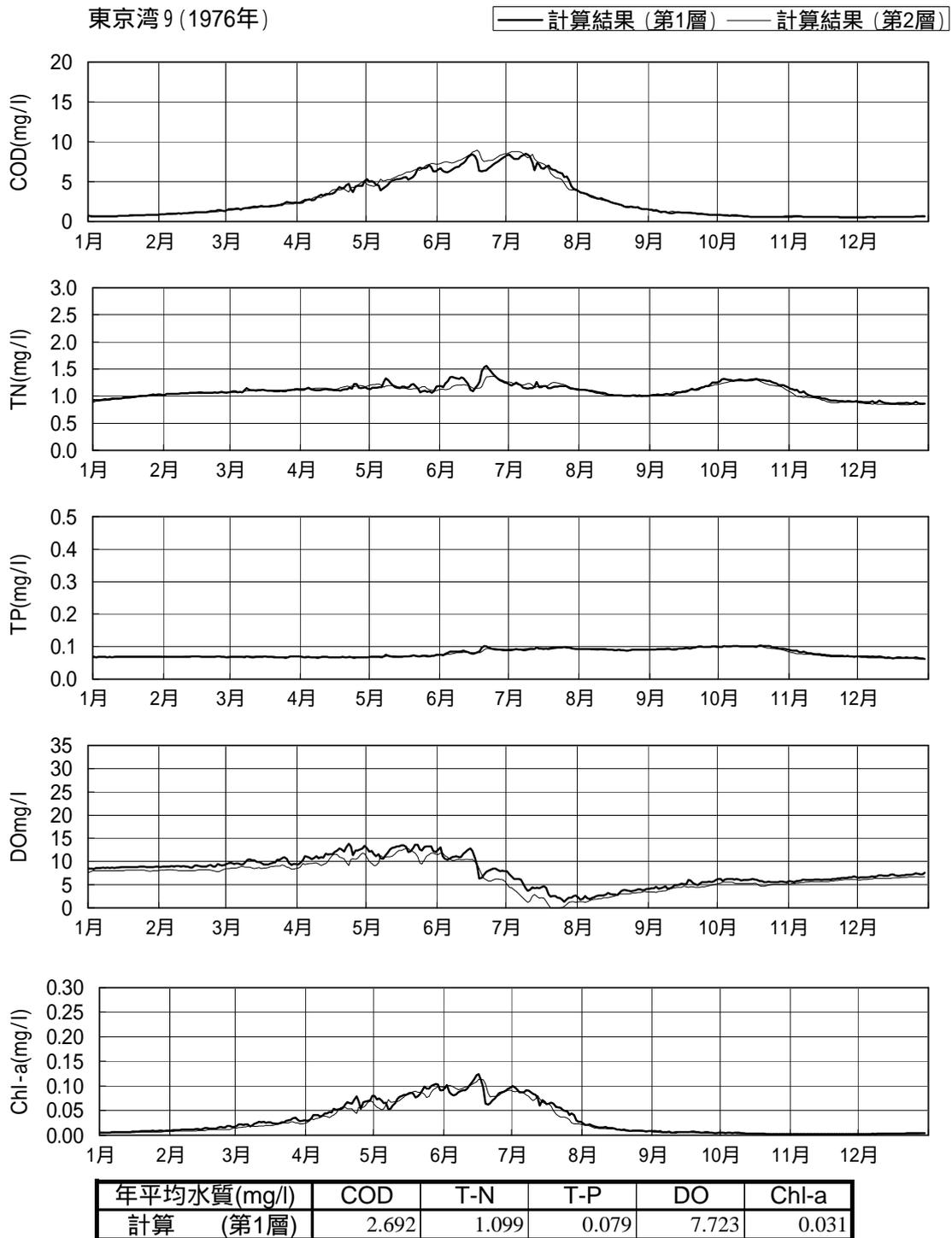
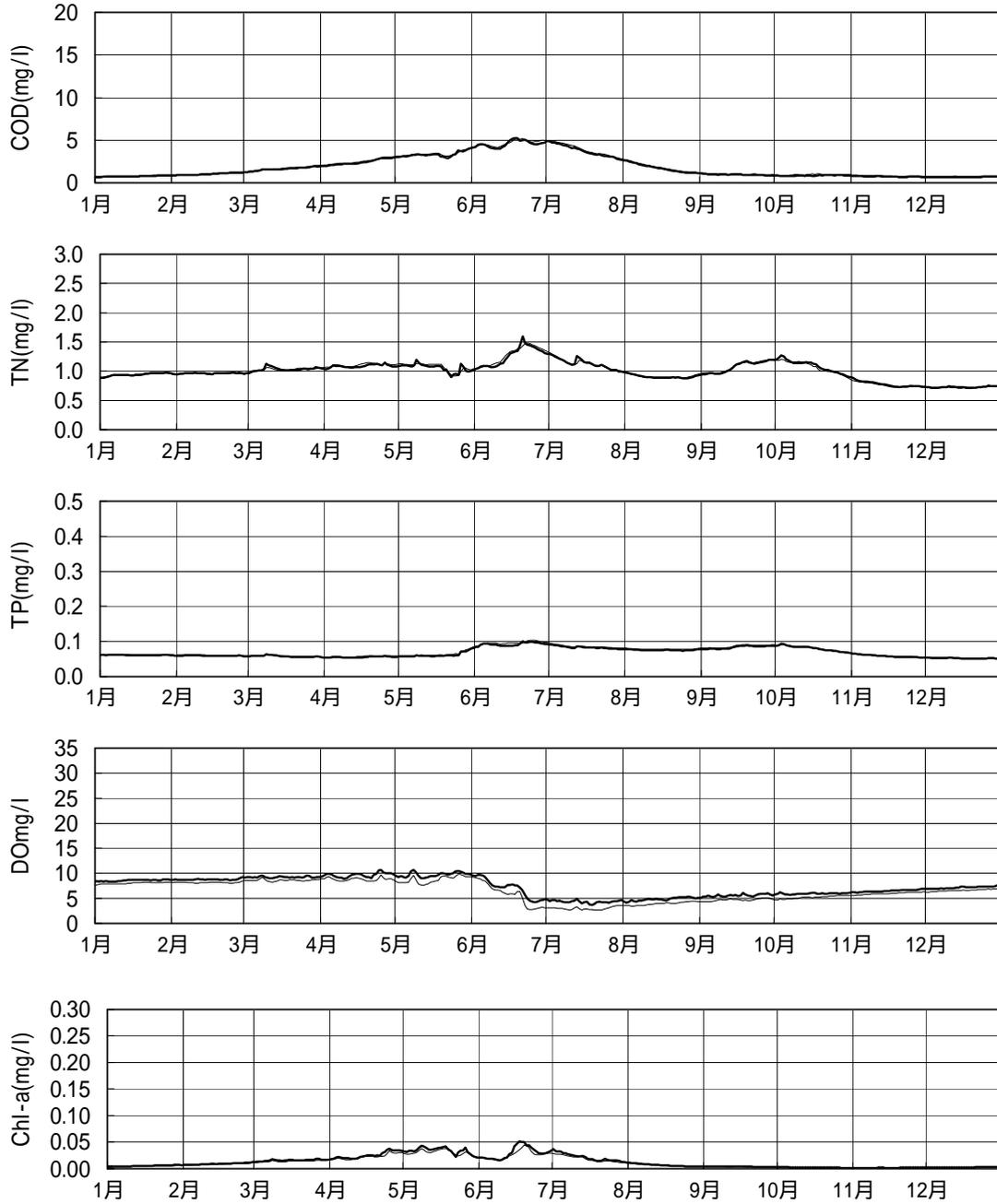


図- 4.3.4.6 (4) 検証グラフ

東京湾15 (1976年)

—— 計算結果 (第1層) —— 計算結果 (第2層)



年平均水質(mg/l)	COD	T-N	T-P	DO	Chl-a
計算 (第1層)	1.869	1.004	0.068	7.288	0.013

図- 4.3.4.6 (5) 検証グラフ

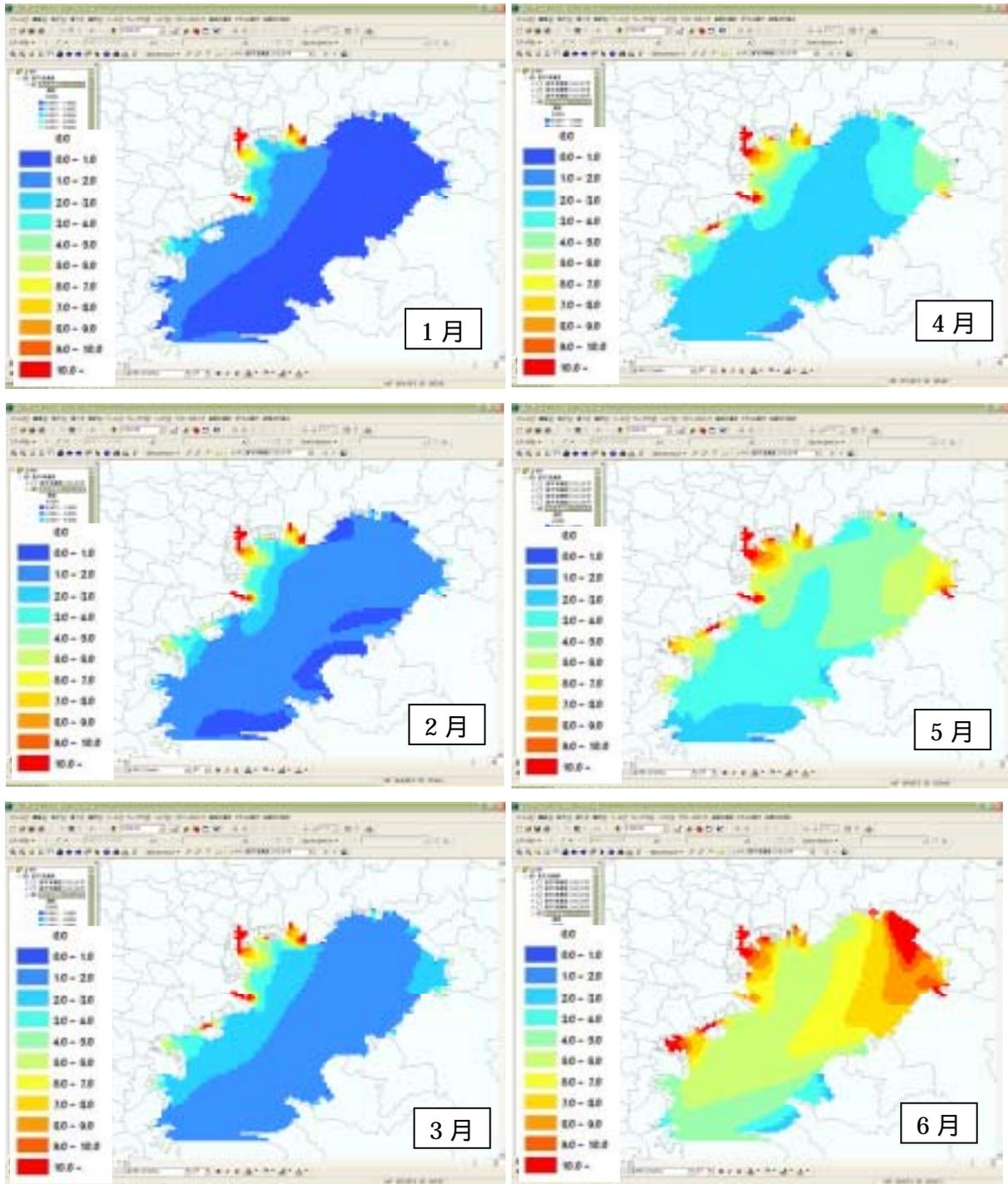


図- 4.3.4.7(1) COD 濃度平面図(1976 年 1 月 ~ 6 月)

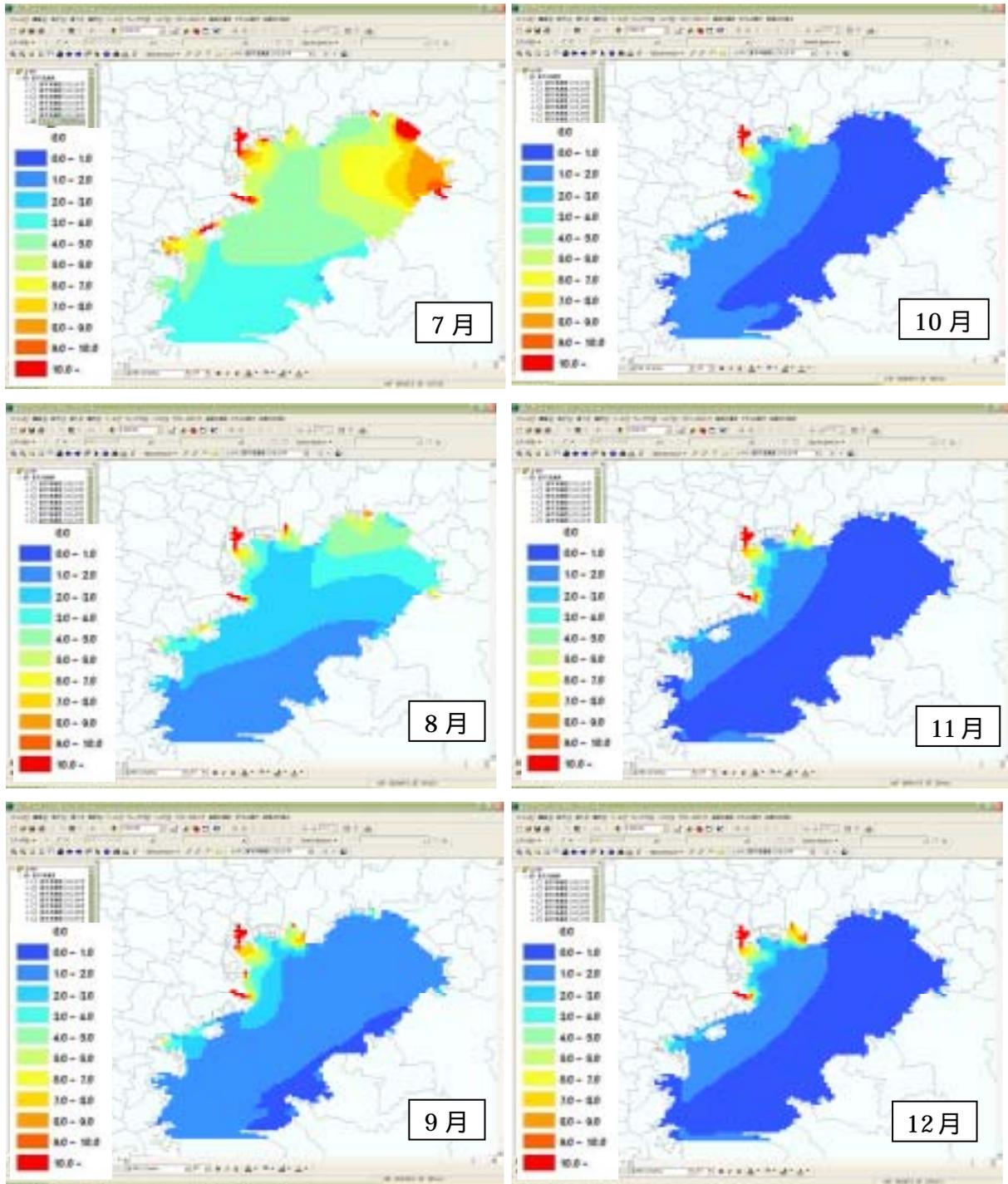


図- 4.3.4.7(2) COD 濃度平面図(1976 年 7 月 ~ 12 月)

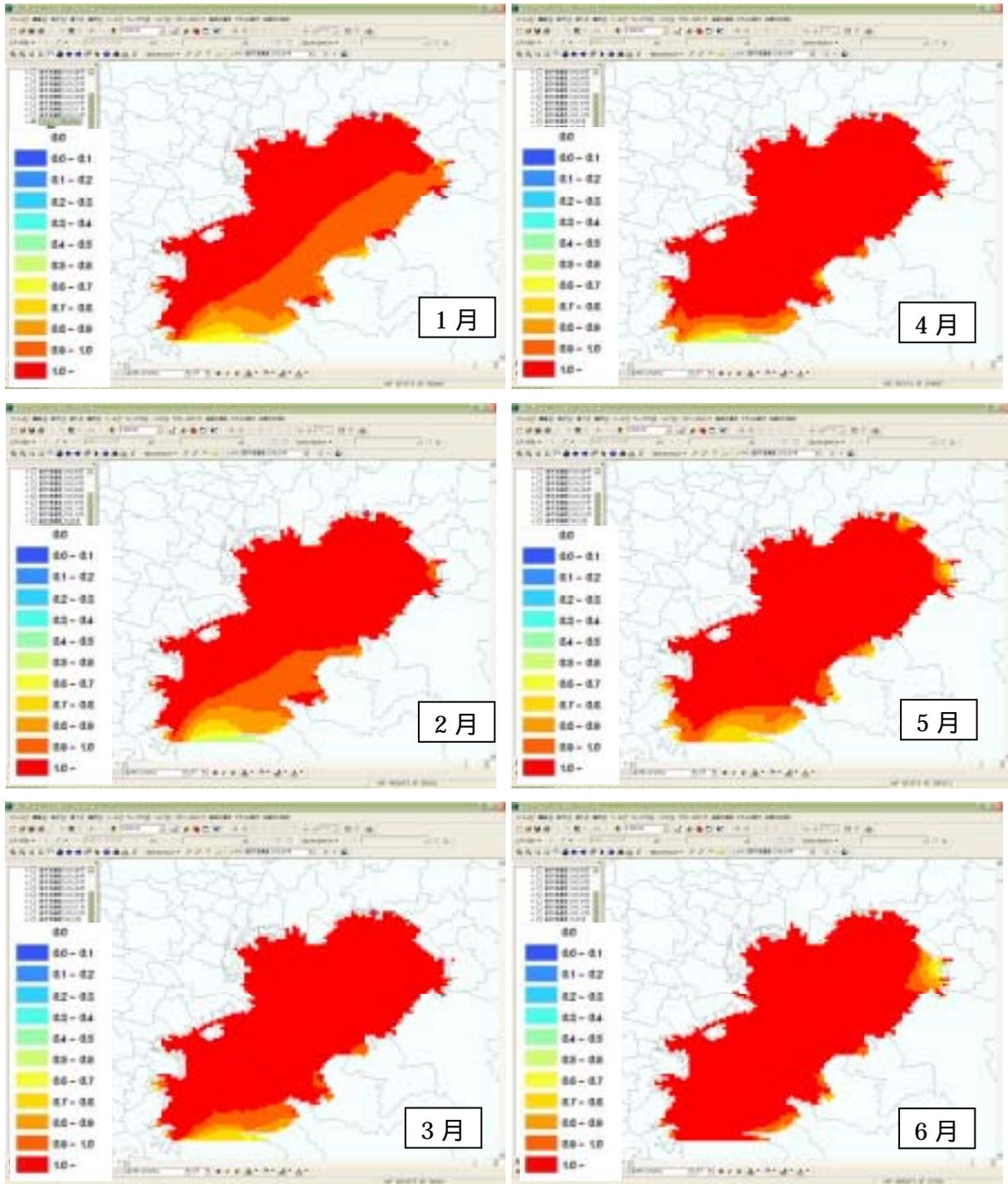


図- 4.3.4.7(3) TN 濃度平面図(1976 年 1 月 ~ 6 月)

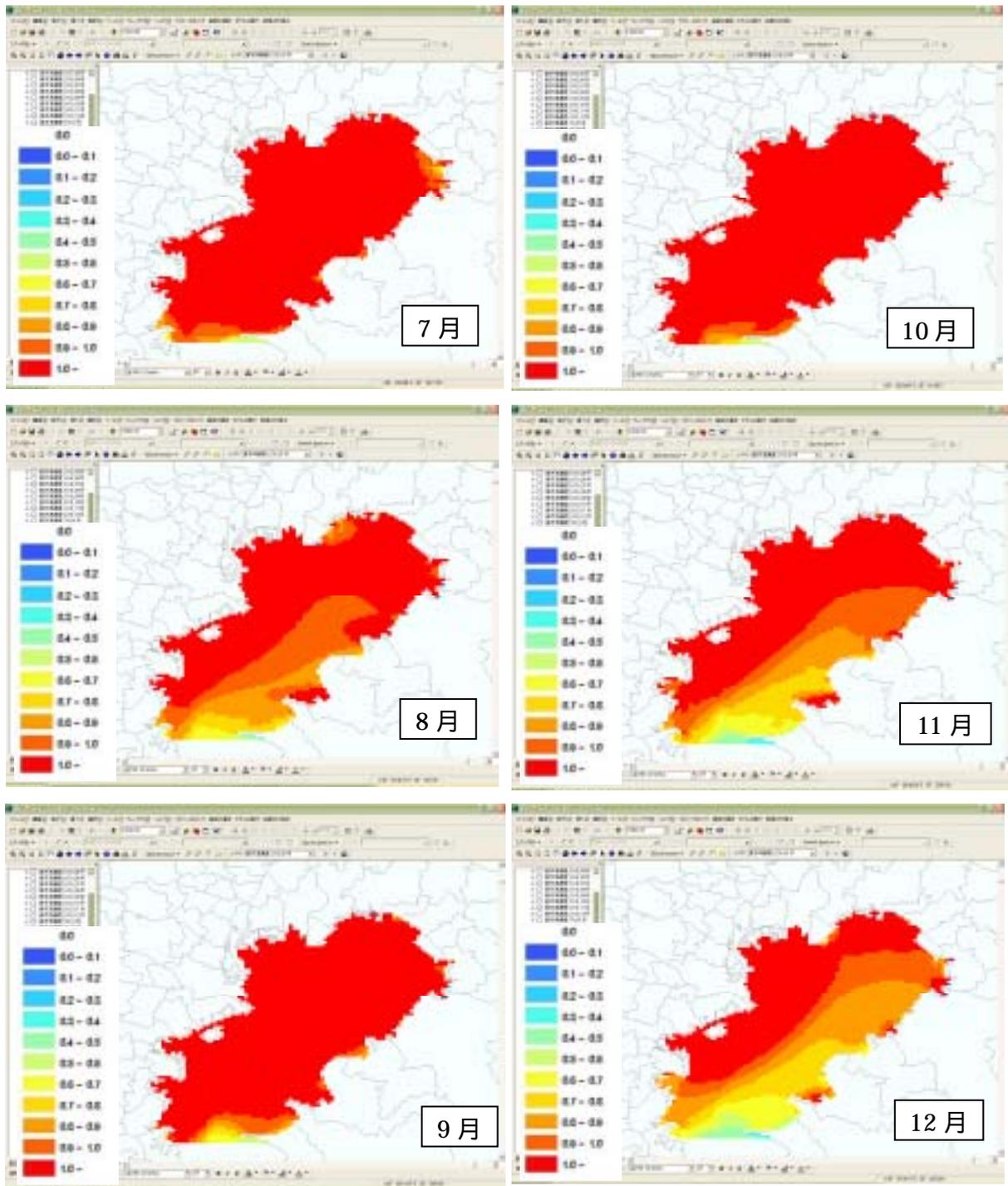


図- 4.3.4.7(4) TN 濃度平面図(1976 年 7 月 ~ 12 月)

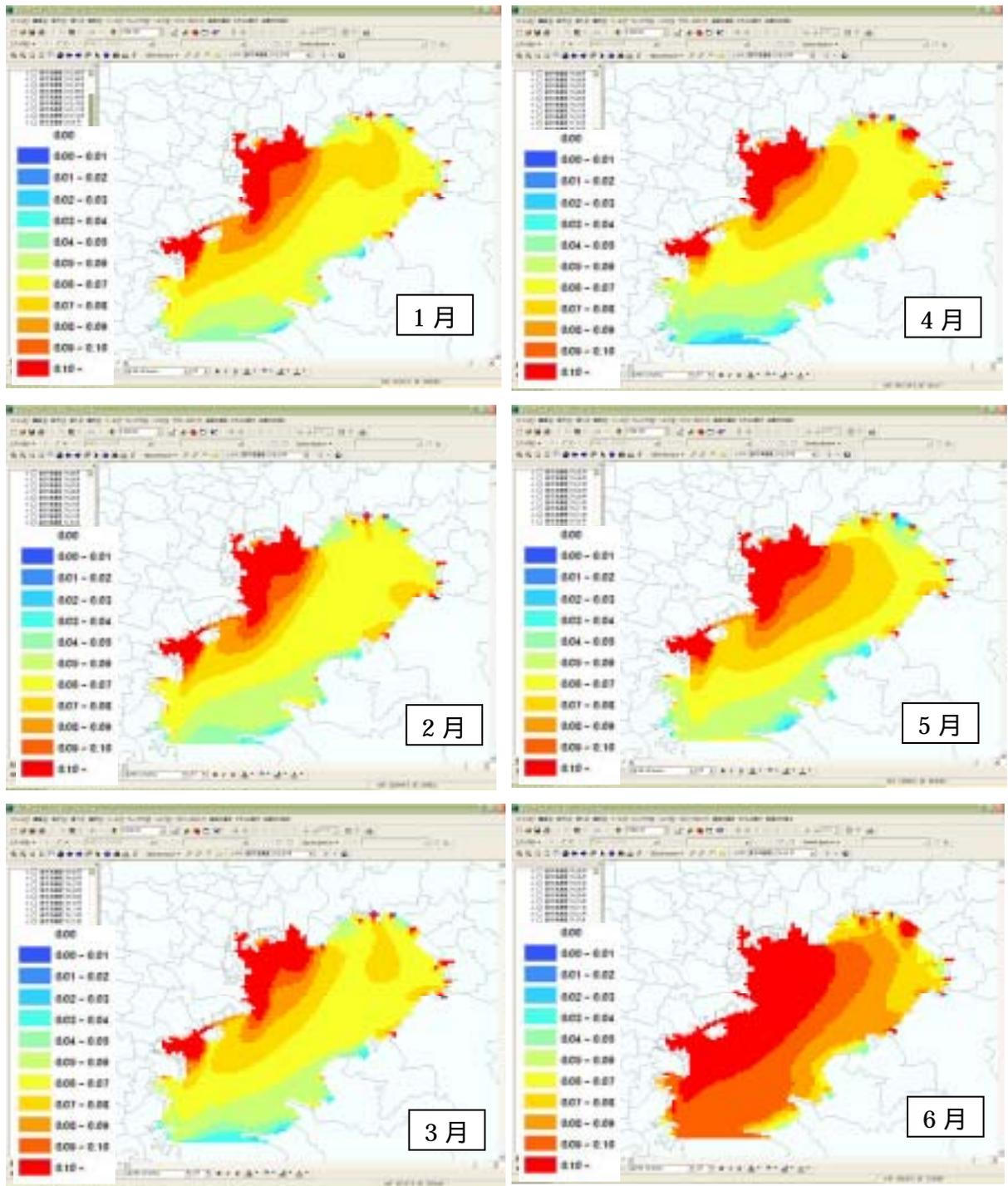


图- 4.3.4.7(5) TP 濃度平面図(1976 年 1 月 ~ 6 月)

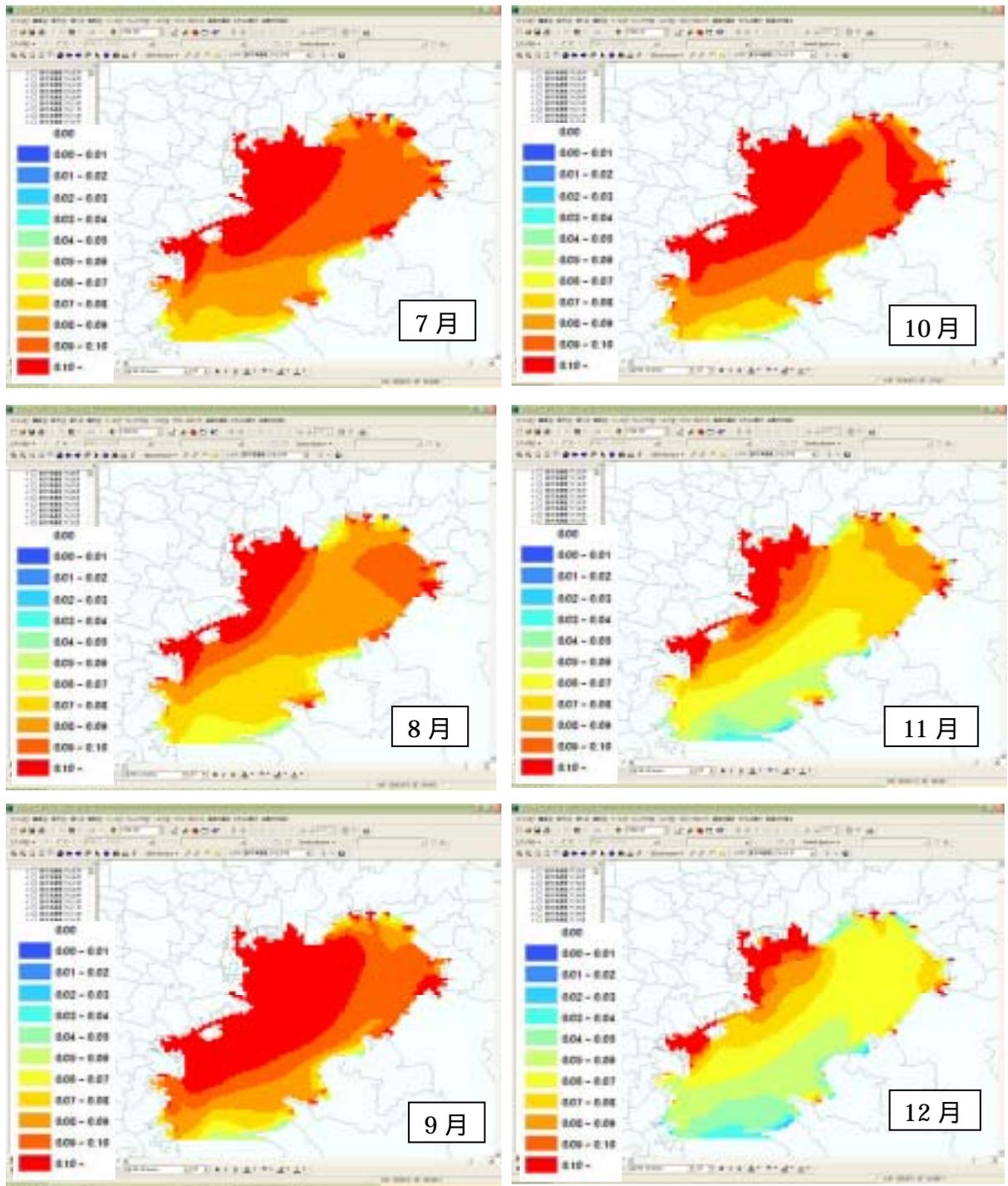


図- 4.3.4.7(6) TP 濃度平面図(1976 年 7 月 ~ 12 月)

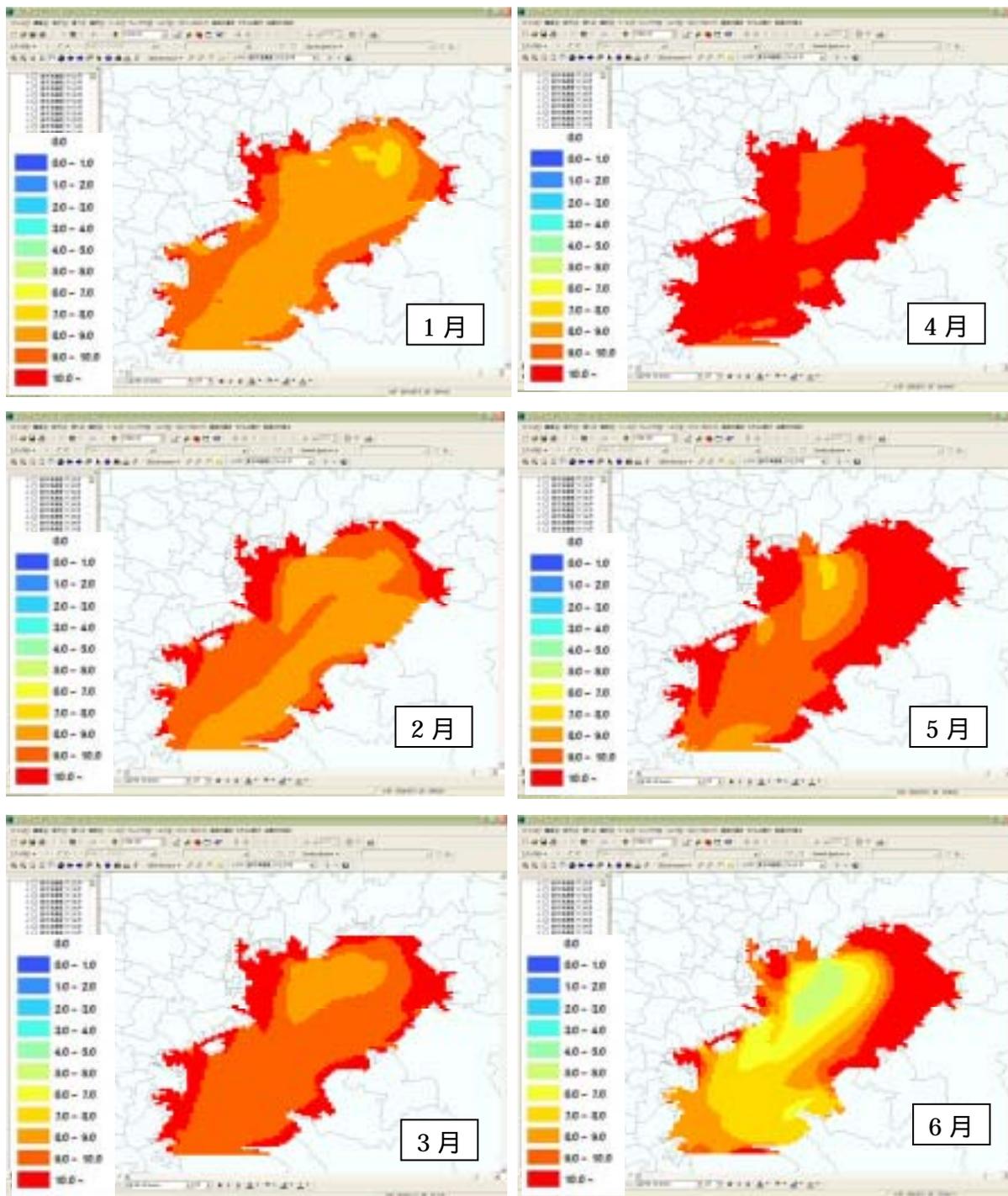


図- 4.3.4.7(7) DO 濃度平面図(1976 年 1 月 ~ 6 月)

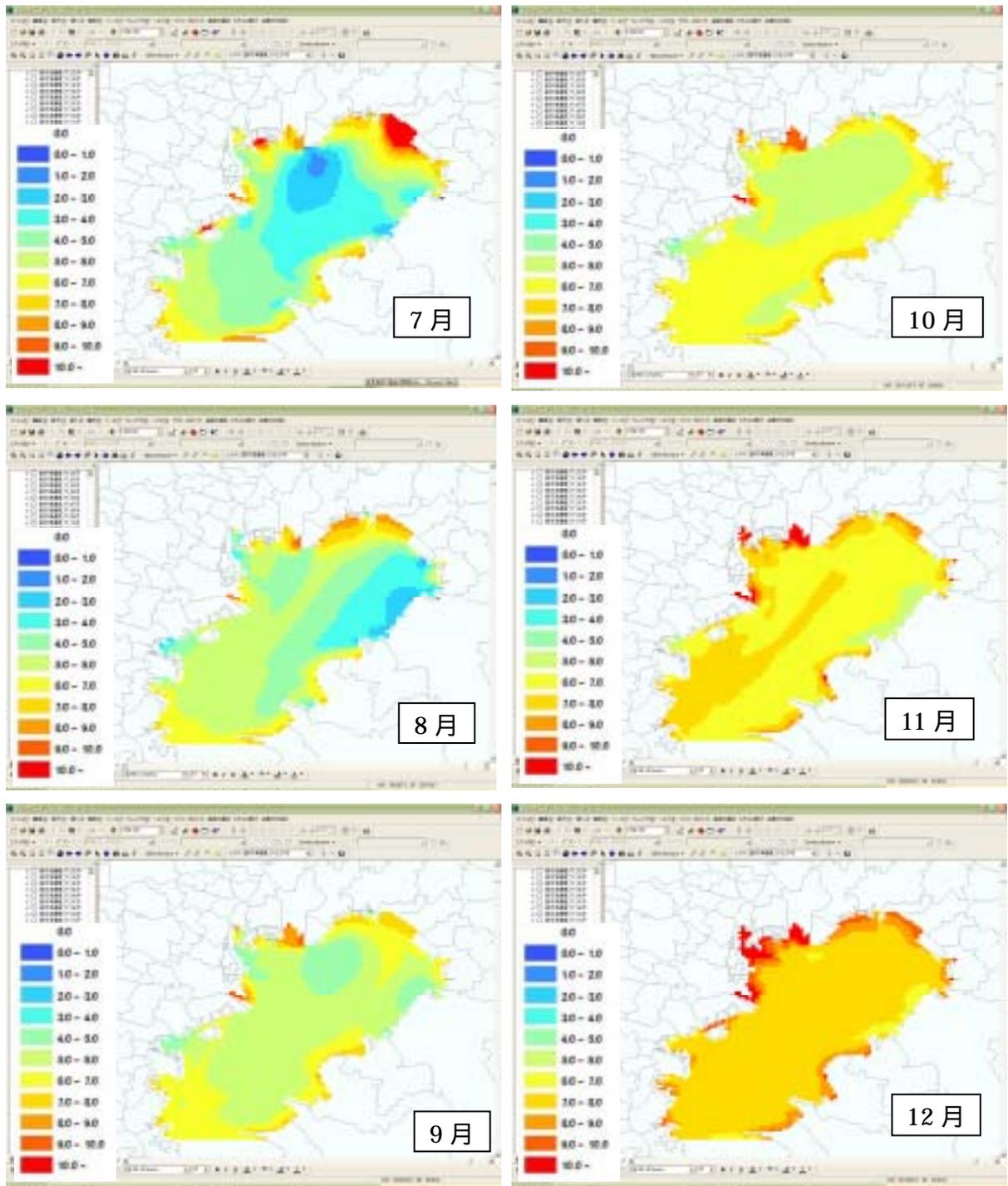


図- 4.3.4.7(8) DO 濃度平面図(1976 年 7 月 ~ 12 月)

ところで、本モデルの大きな特徴の1つは流域モデルと水域モデルを接続した統合モデルであるということである。そこで東京湾の水質（COD,各年7月15日12時）と流入河川の水質（COD,年平均）について本モデルによる計算結果を平面表示したのが図-4.3.4.8である。図示することにより、1970年代ではCODが10mg/lを超える河川が少なからずあったことが容易に理解できるとともに、1950年においても隅田川や鶴見川、多摩川が現在よりも水質が悪かったということと同時に、東京湾の水質は現在よりも良好であったことを示すことができる。また上流域でも支川によっては過去の年代において極めて水質が高かったということが一目で把握できることも本図の大きな効用と言える。

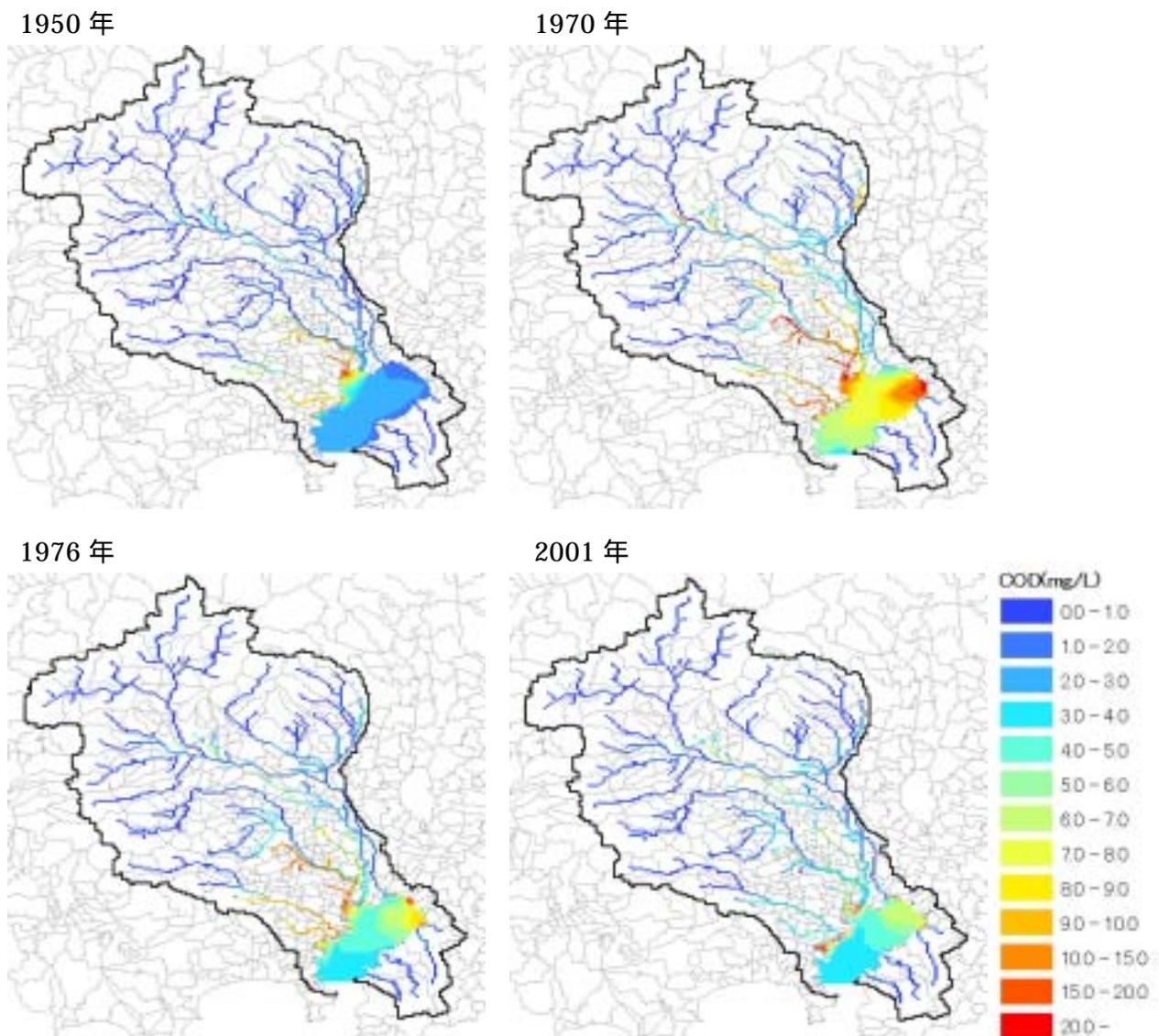
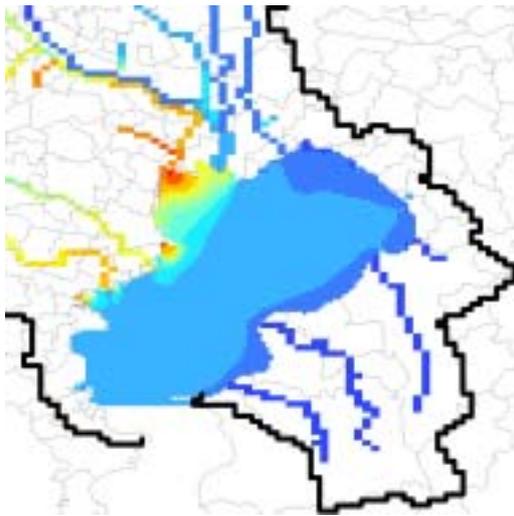
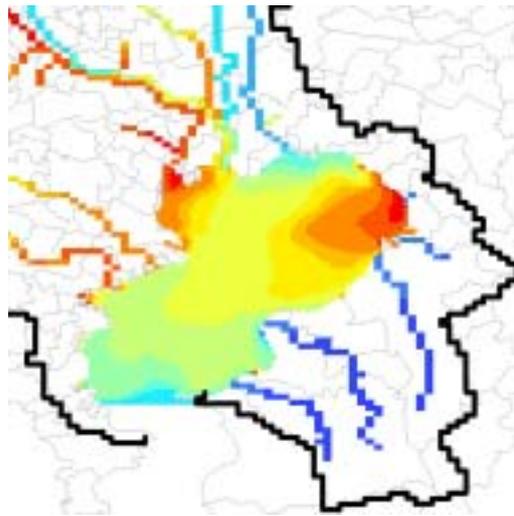


図- 4.3.4.8(1) 東京湾および流入河川の COD 水質の変遷（計算結果）
（東京湾：各年7月15日、流入河川：年平均）

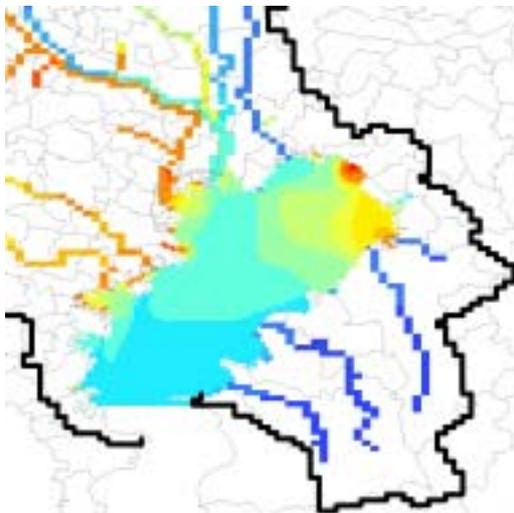
1950年



1970年



1976年



2001年

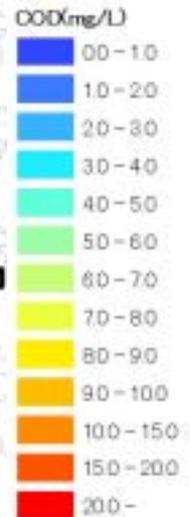
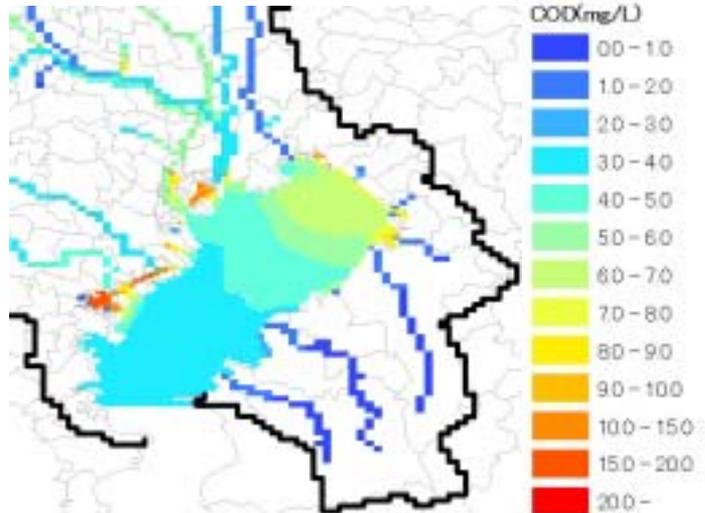


図- 4.3.4.8(2) 東京湾および流入河川の COD 水質の変遷 (計算結果)
(東京湾: 各年 7 月 15 日、流入河川: 年平均)

4.3.5 まとめ

東京湾とその流入河川を対象に、過去の環境条件を設定することで、水物質循環モデルを用いた過去から現在までの水環境変遷の再現について検討を行い、モデルの過去再現計算の適応性について把握した。現況再現と同様のパラメータを用いたモデルに、可能な限り過去の条件を設定して計算を行うことで、過去から現在までの環境変遷のおおまかな再現が可能であることが分かった。

流域水物質循環モデルを用いることによって、流域からの物質の発生過程から流出過程までを実現象により近く記述できることになり、流域から閉鎖性水域までの水物質循環の構造の理解を深めることが可能となる。また、閉鎖性水域の水環境の改善の検討において、流入負荷量の削減が不可欠である。流域水物質循環モデルを閉鎖性水域における物質流動モデルに接続することにより、全体のシステムの中で流域における個々の水物質循環の改善施策の効果を算定することが可能となり、流域管理の議論に資することとなる。

しかし、例えば、底泥への蓄積等が十分に考慮されていない点や、湾内の計算に用いた低次の生態系モデルについても、生態系の構成自体が異なるであろう数十年前の現象を現況計算と同様に扱うことができるかという問題がある。このようなモデル自体がもつ限界に加え、過去再現計算における設定条件についても、データの不足により、かなり大胆に条件を与えたことなど、まだ改良の余地が残されている。

このように再現性に課題は残されているものの、過去から現在に至る水環境の変遷についての大局的な傾向をつかむことができたことは、本検討で用いた水物質循環モデルが、過去からの変遷を踏まえて、現在から未来への環境変遷を推定することへの可能性を示唆するものである。今後の展開としては、流域からの栄養塩等の物質の発生と閉鎖性水域の水質形成機構との関係をより詳細な解明を進めるだけでなく、流域の土地利用形態の変化に伴う水物質循環の動態変化と閉鎖性水域や沿岸海域における生態系の影響に関する検討を進める上で流域水物質循環モデルの活用が有効であると言えよう。

参考文献

- 1) 中央環境審議会：第6次水質総量規制の在り方について(答申)，2005。
<http://www.env.go.jp/council/toshin/t097-h1703.html>
- 2) 建設省関東地方建設局，東京湾流域別下水道整備総合計画検討委員会：東京湾流域別下水道整備総合計画に関する基本方針策定調査報告書，1997.
- 3) 国土交通省港湾局，環境省自然環境局編：干潟ネットワークの再生に向けて～東京湾の干潟等の生態系再生研究会報告書～，pp22-23，2004.
- 4) 岡田知也，中山恵介，宮野仁，古川恵太：総合的内湾水質評価モデルの構築と東京湾への適用，海岸工学論文集，Vol.49，pp1051-55，2002.
- 5) 柳哲雄，屋良由美子，松村剛，石丸貴：東京湾のリン・窒素循環に関する数値生態系モデル解析，海の研究，Vol.13-1，pp61-72，2004.
- 6) 川島博之：東京湾とその流域における窒素収支の歴史的変遷，沿岸海洋研究，33-2，pp147-155，1996.
- 7) 北澤大輔，多和田茂，藤野正隆：陸域からの物質負荷量に対する東京湾の水質の応答，沿岸海洋研究，40-2，pp159-169，2003.
- 8) 眞柄泰基：日本における浄化槽の歴史と現状，第3回世界水フォーラム浄化槽分科会要旨集，2003. <http://www.jeces.or.jp/e/news/images/proceedingsJ.pdf>
- 9) 吉見洋，井上充，小倉光夫，橋本茂，岡敬一，安倍明美，横井武秋，前野道雄：工場排水原単位調査について，水処理技術，19-9，pp63-70，1978.
- 10) 小倉光夫，岡敬一，井上充，野崎隆夫：工場排水中の総リン濃度と排水処理過程での除去率について，水処理技術，21-9，pp61-65，1979.
- 11) 運輸省港湾技術研究所，(財)港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所：平成9年度東京湾の環境管理計画に関する調査-その2-報告書，1998.
- 12) 海上保安庁 HP，潮汐推算，
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TIDE/tide_pred/index.htm

5 東京湾とその流域における水環境改善シナリオの検討

5.1 東京湾とその流域における水環境改善施策

5.1.1 水環境の健全化に向けた検討プロセス

(1) シナリオの検討プロセス

今日、都市における水環境等環境の悪化は、特定の活動や汚濁源によるものというよりも、個々人の生活や産業活動等社会総体による水、エネルギー、資源等の大量消費・排出や、市街化に伴う植生分布や地表面構造の変化等、都市や社会の存在自体に係わるものであり、根本的な問題解決のためには、行政や市民団体等による国土・都市構造の変革とともに、人々のライフスタイルや社会システムについても改善していく必要がある。

そこで、水物質循環の健全化を軸にした環境再生を進めるためのビジョンやプロセスの提示によって、各地域にあったビジョンが地域の主体により実行されることが必要である。これにより多大な環境負荷となっている人の生活や社会システムが、物質的な豊かさ、利便性・快適性等を享受しつつ環境負荷を軽減し、自然システムが健全化されることで、自然が人や社会にもたらす様々な機能・恩恵を増進させることができる。またそのような自然との触れ合いに、安らぎ、喜び、生き甲斐等の新たな価値を見出すことにより、さらに満足度の高い生活の実現を図るとともに、そのための社会的な好循環が形成されていくことを目指している。

上記を踏まえ、ここでは水物質循環の健全化の一般的なプロセスを図-5.1.1.1のように提案する。このプロセスは人の生活という視点から、できる限り実感しやすい将来ビジョン案を複数作成し、これらをもとに地域の関係主体が現在の生活とも比較しながら、望ましい国土・社会のあり方を思考し、実現させていくというものである。

プロセスの第1段階は、「問題の把握・掘り起こし」であり、その地域の人々が本質的な問題点を認識することである。人々が共感し、真にその改善を願う問題の掘り起こしが、「再生」へのエネルギーとなる。

次の段階は「問題の構造の理解」であり、その問題を生じている構造や因果関係を明らかにすることである。この段階においては、種々の環境状況を水循環、物質循環等のシステムとして捉え、このシステムを物理・化学的な法則から解釈・再現するシミュレーションモデルの活用が有効となる。

これにより、「問題の構造」が明らかになれば、続いて問題解決のための施策等の立案を行うとともに、それらを総合的に組み合わせて実施した場合に、どのような環境、社会、生活が実現されるかの検討を行う。ただし、現在の国土・社会の有り様がおおよそ戦後の50年程度の時間スケールで形成されたことを振り返れば、水物質循環における環境再生も数十年の時間スケールで取り組むべきものであり、検討のベースも段階を踏みながら数十年先の将来条件も考慮に入れる必要がある。このような将来条件には、地球温暖化に伴う気象変化、人口減少と年齢構造の変化、経済規模・産業構造等現在直面しつつある問題が関わってくるであろうし、またこれらを将来シナリオに織り込むことにより、これらの問題に対して、国土マネジメントの面からどう対応していくかを具体的に検討することができる。

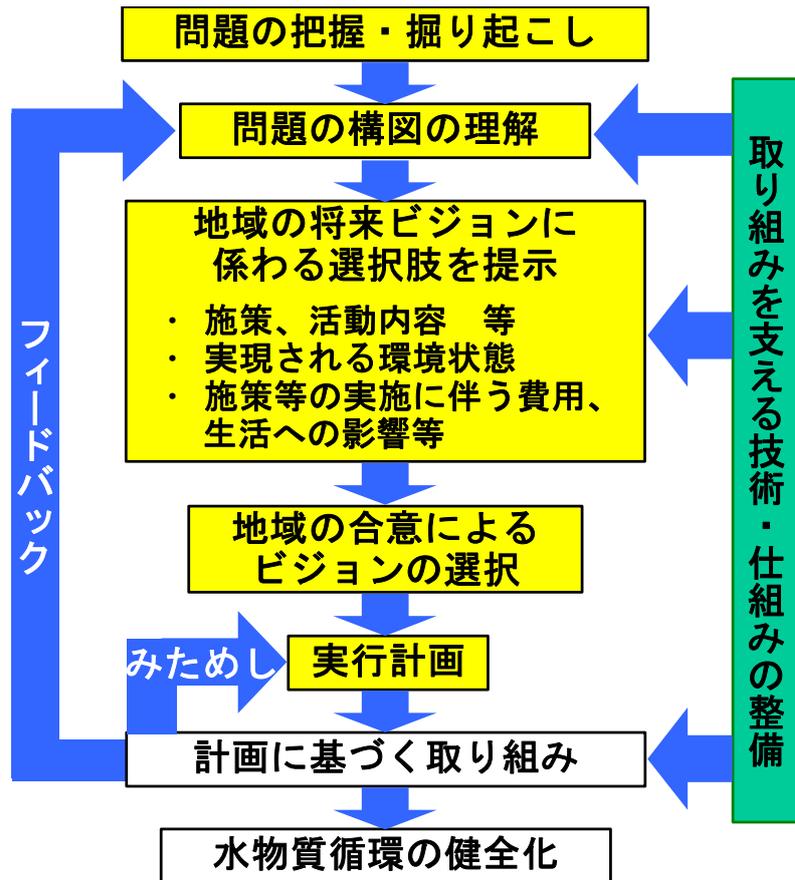


図- 5.1.1.1 水環境の健全化に向けた検討プロセス

ここでは、水環境改善施策について、様々な施策やそれらの組み合わせにより、「現システム維持型」を含めたいくつかのビジョンを、自然との触れ合いに係わる新たな価値観、新たなライフスタイルの提案とともに、できるだけ分かりやすく、実感できるような形で提示し、関係主体間の議論に提供していくこととしている。各ビジョンの検討においては、具体的な施策・活動等の内容だけでなく、それらにより実現される環境条件、それに伴う費用や生活上の制約等を考慮して評価することが必要である。これらの情報をもとに関係主体間の利害調整や、将来像の選択が行われるが、必要な情報に対しては、常に議論から検討へのフィードバックが必要である。

関係主体の総意として水物質循環の健全化に向けたビジョンが選択されれば、それに基づき、目標の明確化、目標達成に向けた具体的な実行方策の検討等が行われ、「実行計画」が策定される。あわせて、それまでの協働活動により、関係主体において、地域社会やライフスタイルの変化に対するモチベーションが形成されていく。

「実行計画」が策定されれば、様々な施策や地域住民の自発的活動をいわゆる「みためし」・「アダプティブマネジメント」を行いながら実施する段階となるが、水循環の健全化に向けたモチベーションや活力を失わず、持続的な取り組みができるための仕組みづくりが重要になる。

(2) シナリオの検討におけるモデルの位置づけと留意点

(1)で示した水物質循環の健全化のプロセスの検討において、地域の抱えている問題に対する構造的な理解や、施策・活動等の組み合わせによる環境改善効果の評価等を行うため、シミュレーションモデル（以下「モデル」）が有効であり、このような政策立案に資するモデル群を体系的に提示することが、水物質循環の健全化を実現していく上での、研究開発からの中核的貢献になる。また、本研究は、その研究開発成果が実践につながるものであり、モデル群を中心とする施策立案ツールが実務に、そして 2.2 で示した課題解決にどう役立っていくかという視点からの吟味が、ツール開発と同等に重要である。

モデルは、既往の知見をベースに、現象を構成する因果関係を数式等で置き換え、これらを組み合わせて現象全体を表現したものである。モデル上で、現在や過去の現象を再現し互いに比較することにより、その現象の内部構造や問題の所在を理解したり、施策の実施等を考慮した入力データに対する環境条件の出力結果から、施策効果を推定することができる。特に、上記プロセスにおいては、何をどの程度実施すると、環境がどの程度良くなるか、生活がどのように変わるかをできるだけ分かりやすく提示し、議論することが重要であり、この点で大変有効である。

ただし、モデルは、あくまでも既存の知見の集積であり、対象とする現象に含まれる未解明部分や入力データの入手制約、モデルの離散化等に伴う誤差を内在するものであることを認識するとともに、使用において以下の点に留意する必要がある。

①モデル構造の妥当性の確認

水物質循環のような自然現象は、様々な現象要素が組み合わさって全体の現象を構成しているが、モデルがこの現象要素全てをモデル化していることはありえず、モデル毎に主要な現象要素以外の多くの現象要素が捨象されているのが通常である。モデルを使用する場合には、把握・評価しようとしている現象に対応したモデル化がされているか、モデル化の方法が既往の研究等に照らし合わせて妥当か等の確認が必要である。

②モデル精度の確認

モデル構造の妥当性が確認されれば、対象とする現象に対してのモデルの精度の確認が必要となるが、精度の確認は現象の再現を通じて行われる。特に、時空間的に境界条件の異なる現象を取り上げ、モデルパラメータが既往の調査結果等と整合した範囲で、それら境界条件の異なる現象について再現性を確認するとともに、特に把握・評価の対象としている条件の変化に対して、計算結果が適切に応答・再現することを確認する必要がある。また、上記について、例えば過去におけるモデル入力条件や検証データを入手できない場合等があるが、関係者の合意の上で、適切なデータを作成しその計算結果を評価することも有効である。

③モデル使用に係わる信頼性と合意

モデルを、問題に対する関係者の理解を深め、解決に向けての合意形成を支援するツ

ルとして考えた場合、関係者がモデルに一定の信頼を置き、そのモデルを適用することに合意することが重要である。モデルの構造、モデルパラメータの設定方法、再現結果等全てをオープンにした上で、関係者間の合意が得られれば、多少の誤差を有するモデルでも十分有効に機能する。

(3) シナリオ検討の基本方針

3.で構築したモデルを活用して、水物質循環の環境改善評価を再生ビジョンに応じて提示することにより、それぞれの環境問題の解決に向けた合意形成に活用する。例えば、東京湾のような閉鎖性水域における水質改善効果の施策評価において、数多くある施策の効果を体系的に把握するために、同じ指向をもった施策同士でグルーピングし、各グループの中にある個々の施策の効果把握、次いで、同一グループに属する全ての施策（以後、施策群と呼ぶ）を実行した場合の効果把握、さらに、異なる施策群を組み合わせた場合の効果把握を順次行うというような階層的検討が有用と考えた。このグルーピングの指向軸として、本論では、図- 5.1.1.2に示すとおり、実施手法にかかわる質の違いに着目して、施策群1；社会資本整備による環境負荷の削減、施策群2；流域の住民等による自発的または誘導的な環境行動の実践、施策群3；面的な土地利用の改変や自然環境の保全・再生、の3つを設定し、各施策群について個別にその効果を評価するとともに、各施策群を組み合わせた場合の効果の検討を行った。

各施策をモデル上で表現するための条件やパラメータ設定に際しては、既往の文献を極力参考にした。ただし、明確な根拠を持って与えることが現時点では難しく、割り切って設定しているものもある。また、前述のように、モデルの実現象再現能力に関しても向上させるべき点を残している。これらの意味で、以下に述べる結果は、種々の環境改善施策に概ね対応するようにパラメータや条件を変えて、モデルの感度分析を行ったものであり、したがって個々の施策の評価に直接資する熟度はまだ有していない。

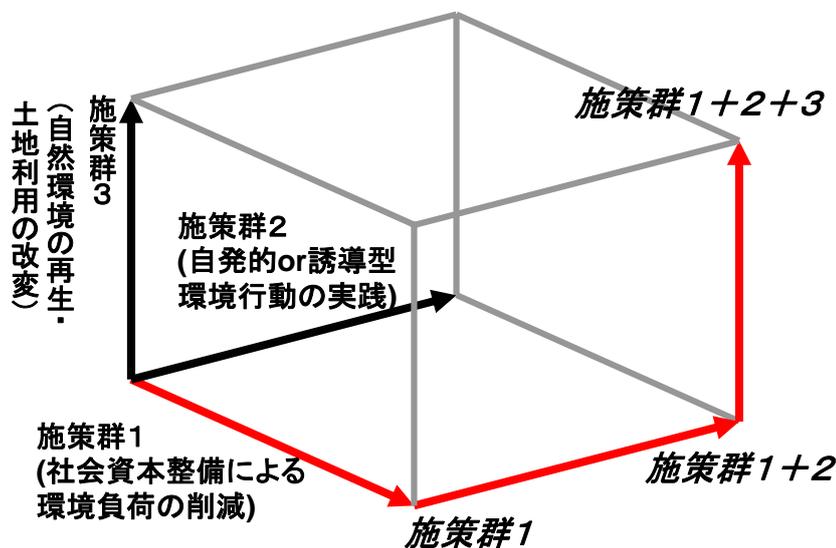


図- 5.1.1.2 施策群設定の概念図

5.1.2 計算の前提条件

(1) 条件の設定概要

再生のターゲットとなる年次を概ね20～30年後とおいた。これに合わせ、施策効果の計算は、将来の数値がある程度公式に推計されているものについては、その推計値を与えて行った。

具体的には、人口について、市町村ごとに算定された国立社会保障・人口問題研究所による2030年の中位推計値を与えた。これにより、本検討の対象範囲としている東京湾流域圏における現況人口の設定値を2897万人(2000年国勢調査)、ターゲット年次の将来人口の設定値を2816万人(2.8%減少)とした。

気象(気温、降水、潮位変動など)については、現在(2004年)と同一の条件を与えた。土地利用、産業などの社会経済活動にかかわる条件については、施策と連動させて与えることとし、対象とする施策がその条件の制御を直接含んでいない場合は、現況(2001年時点)を与えて計算した。また、施策が機能するまでの経過時間(事業期間)は考慮していない。

(2) 将来人口の設定方法の詳細

将来人口設定データとして、国立社会保障・人口問題研究所が求めた「日本の市区町村別将来推計人口(平成15年12月推計)」を用いた。将来推計人口の例として、東京都千代田区の将来総人口を表-5.1.2.1に示す。

表-5.1.2.1 「日本の市区町村別将来推計人口(平成15年12月推計)」の例(千代田区)
13101 千代田区

	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年
総数	34780	36035	37443	39229	41381	43674	45773	47609

上記の例のように、同推計人口は、市区町村毎に2030年までの5年おきの値が求められている。また、各市区町村には行政コードが割り当てられている。そこで、解析範囲内の各3次メッシュ(約1km×約1km)に行政コードを割り振り、推計人口の対象年次と2000年との総人口の比率を各3次メッシュの総人口に掛けることにより、将来人口を求めた。すなわち行政コードjに対応する市区町村のk年次における推計人口を $Np_{j,k}$ とする

と、2000年から2030年への伸び率 $r_{j,2030}$ は、

$$r_{j,2030} = Np_{j,2030} / Np_{j,2000}$$

となる。

行政コードjに属するメッシュiの、2015年における将来推計人口を $n_{i,2015}$ とすると、

$$n_{i,2030} = r_{j,2030} \times n_{i,2015}$$

となる。

市区町村によっては、将来人口が異常な伸びを示すものがあった。これら市区町村については周辺地域で最も高い増加率を示す市区町村の伸び率、若しくは参考推計値を適用した。この補正により各県の市町村の予測人口の合計値と県単位での予測人口がほぼ同じとなったことから、下記の3区村については表-5.1.2.2 に示す設定条件により将来人口を与えた。

表- 5.1.2.2 異常な伸び率を示す市区町村及び対処法

区・村	伸び率の設定
神奈川県横浜市都筑区	神奈川県横浜市青葉区の伸び率を適用
千葉県印旛郡本埜村	千葉県千葉市緑区の伸び率を適用
群馬県多野郡上野村	国立社会保障・人口問題研究所が別途作成した参考推計値を適用

首都圏及び東京湾流域における 2000 年の人口分布、および 2030 年の首都圏および東京湾流域圏の将来人口の分布を図- 5.1.2.1～図- 5.1.2.4に示す。

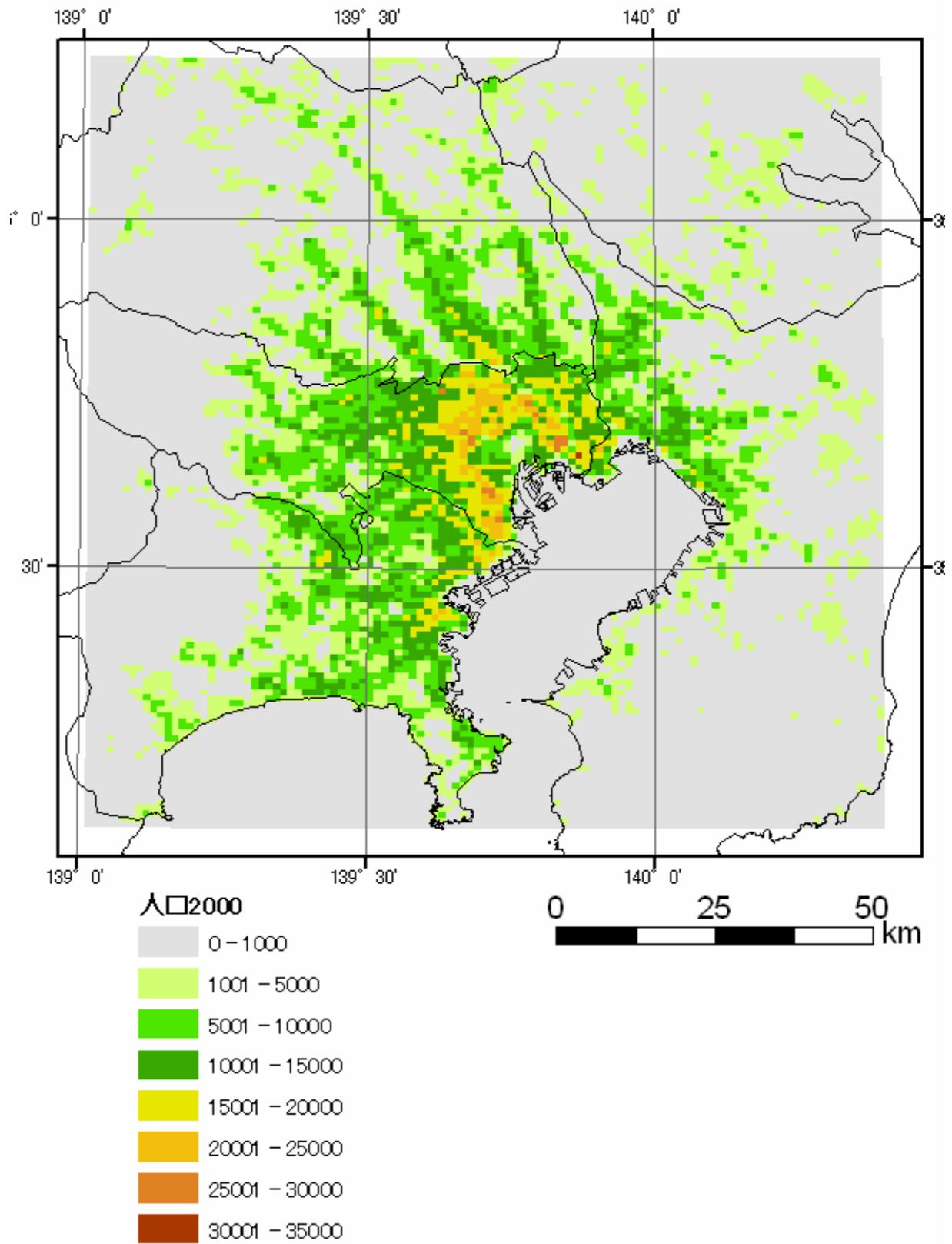


図- 5.1.2.1 首都圏の 2000 年人口

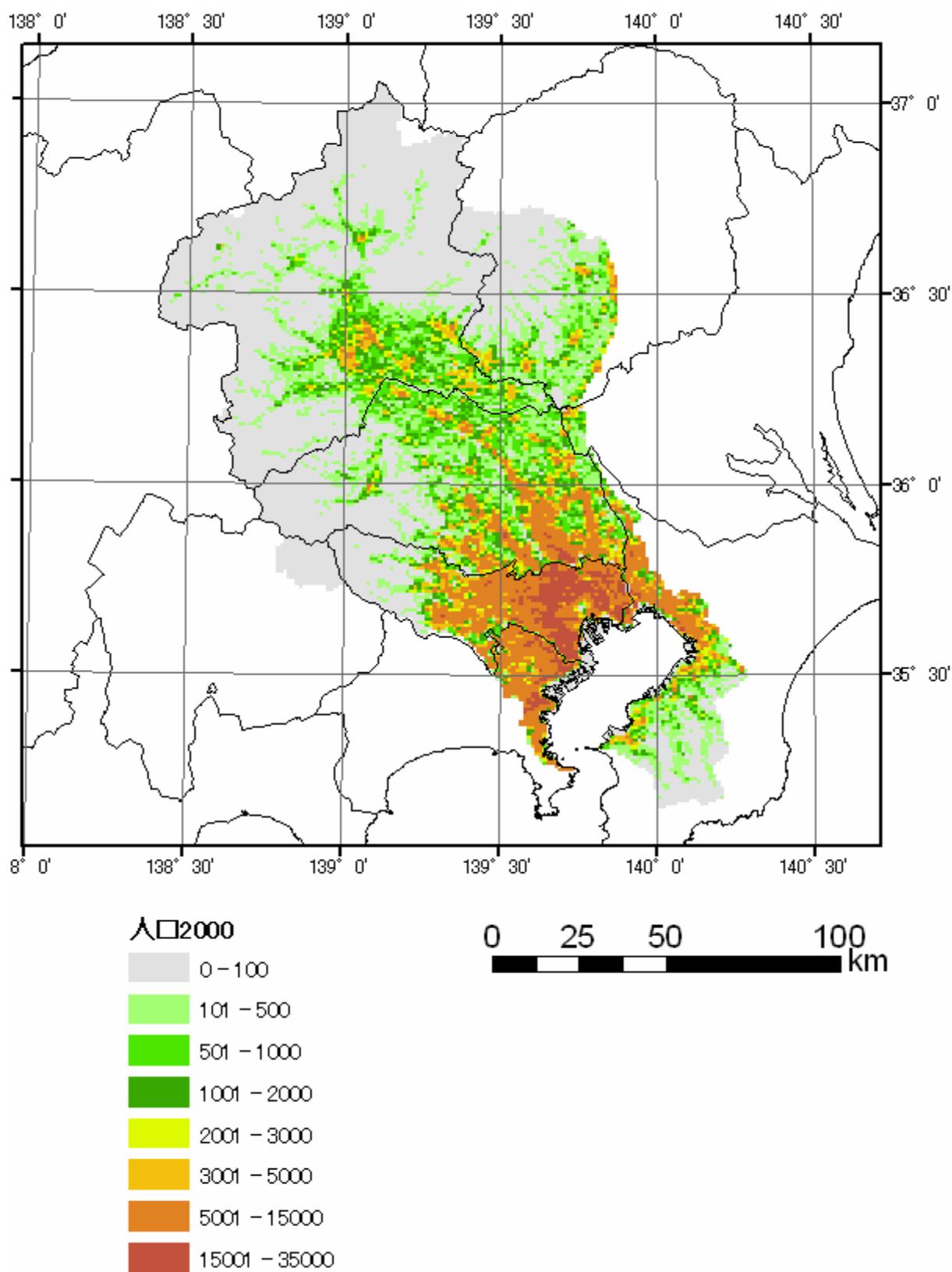


図- 5.1.2.2 東京湾流域の 2000 年人口

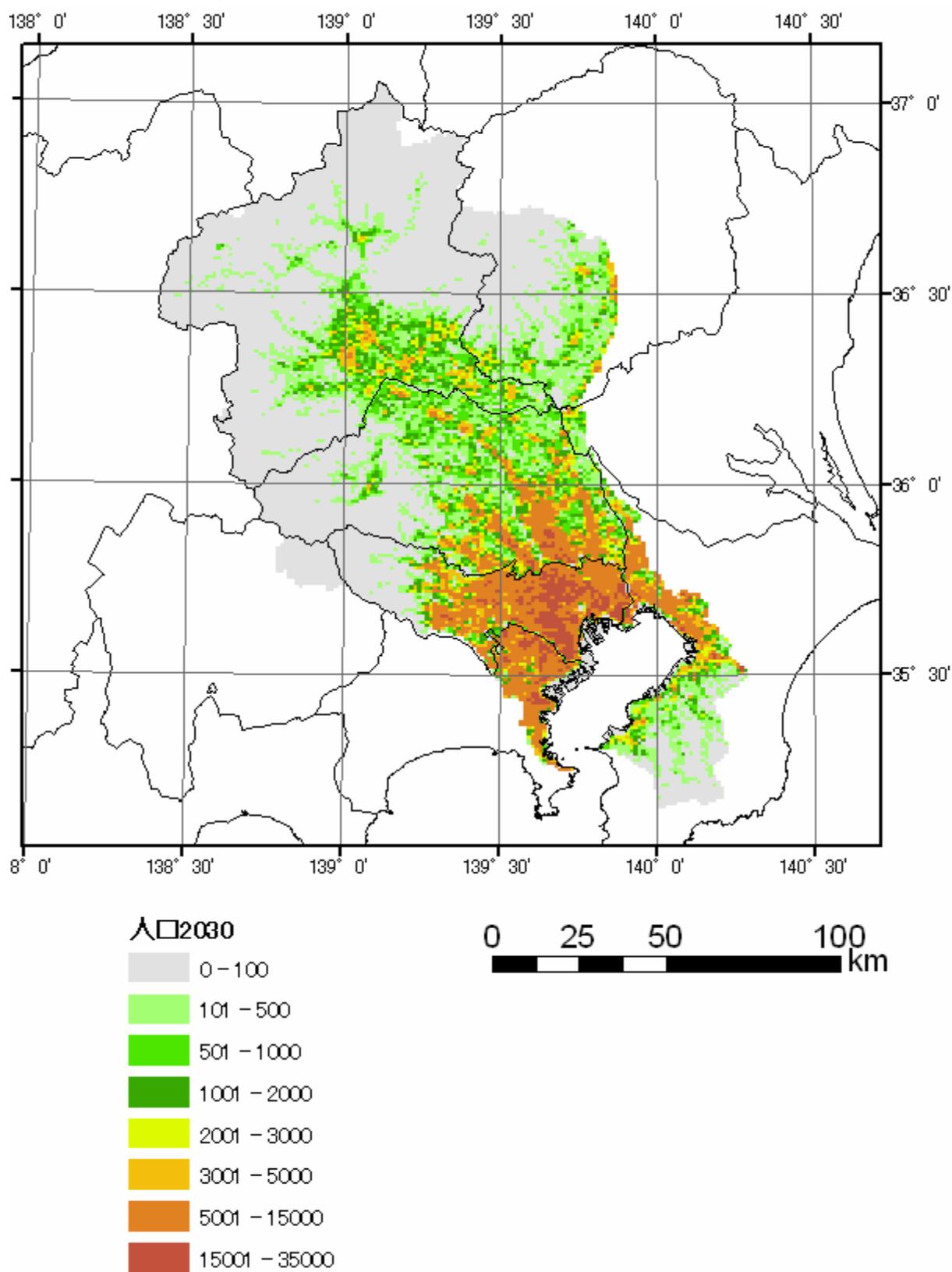


図- 5.1.2.4 東京湾流域の 2030 年人口

5.1.3 対象とする水環境改善施策の概要および設定方法

(1) 水環境改善施策の抽出

河川および東京湾の水質を改善する方法として、表- 5.1.3.1の観点から施策を整理する。

表- 5.1.3.1 水環境改善施策一覧（赤字は水循環にも改善効果がある項目）

区分	施策項目	施策内容（例）
施策群1：社会資本整備による環境負荷の削減	① 下水道整備	現整備率→整備率100%
	②合流改善（雨天時汚濁排水対策）	CSO対策。貯留対策とRTC対策
	③下水処理場での高度処理導入	超高速凝集沈殿など
	④単独浄化槽の合併処理化	単独浄化槽を合併浄化槽に転換
	⑤高度処理型合併浄化槽の設置	下水道整備予定外地域全域に設置
	⑥透水性・保水性舗装の整備	道路・歩道・駐車場等での舗装整備
施策群2：自発的または誘導型の環境行動の実践	⑦環境保全型ライフスタイルへの転換	各家庭での節水・生活水の再利用(節水型社会)および台所での負荷軽減(生活排水対策)
	⑧環境保全型農業	農地の施肥量削減
	⑨下水処理水の再利用	処理水の農地・中水道への利用
	⑩家畜し尿の農地還元	家畜し尿の公共用水域への排出量削減
	⑪雨水貯留浸透施設の整備	各家庭の建物などに雨水貯留浸透施設を整備
施策群3：自然環境の再生・土地利用の改変	⑫市街地の緑地化	市街地の緑地面積の増大
	⑬河川沿いの緑地化	河川の両岸を緑地化
	⑭調整池の確保	流域に雨水の流出を一時貯留させる調整池を整備
	⑮干潟・アマモ場の造成	幕張、稲毛の浜の再生

(2) 水環境改善施策に関する資料の整理

(1)で示した環境改善施策について、各施策を実施した場合の改善効果に関する知見、およびコストの算定に関する既存の資料についての概要を下記に示す。

1) 下水道整備

a) 概要

下水道を流域全体に整備し、生活系の発生汚濁負荷の抑制を図る。

b) 改善効果に関する知見

家庭排水における処理方式ごとの汚濁物質の排出率は日本下水道協会の資料¹⁾によると、合併浄化槽では、COD16%、BOD5%、T-N49%、T-P64%、下水処理場では、COD21%、BOD7%、T-N61%、T-P39%となっており、CODやBODと比較して、T-NやT-Pの排出率が高く、窒素やリンの除去については不十分である。そこでより排出規制が厳しい地域では高度処理型合併浄化槽や下水処理場での高度処理技術が導入されている。

東京湾流域での本モデルにおける下水道普及率は表-5.1.3.2のとおりであり、約80%となっている。

表-5.1.3.2 東京湾流域下水道普及率

流域名	下水人口	単独人口	合併人口	し尿人口	自家処理人口	流域人口	下水道普及率
利根川・江戸川	2,139	1,280	495	568	7	4,490	47.6%
荒川	2,706	539	219	122	3	3,590	75.4%
中川	2,792	591	241	135	4	3,763	74.2%
多摩川	3,873	104	64	52	0	4,093	94.6%
隅田川	6,708	75	31	17	0	6,831	98.2%
養老川	30	22	15	8	0	75	39.6%
小系川	47	21	15	8	0	91	51.3%
小櫃川	31	35	24	13	1	105	30.0%
鶴見川	1,474	24	15	12	0	1,525	96.6%
その他残流域	3,871	258	175	93	4	4,400	88.0%
全域	23,671	2,950	1,294	1,028	20	28,962	81.7%

(人口の単位は千人)

c) コスト算定のための基礎資料

整備費用の概算には以下の資料を用いた。

ア) 新たに下水処理場を建設する場合

従来の浄化槽による処理を下水道による処理に変更した場合、新たに処理場を建設するとすれば、以下のようなコストが発生する。

- ① 下水管渠の建設費
- ② ポンプ施設の建設費・維持管理費
- ③ 二次処理施設の建設費・維持管理費

④ 処理施設の用地費

⑤ 浄化槽の撤去費

この中で、⑤は通常下水道敷設によるコストとして勘定しないので、①～④についてその費用関数を以下に示す¹⁾。

① 管渠の建設費

開削工法、管径 150mm 以上 1200mm 以下の場合：

$$y = 1.23 \times 10^{-5} x^2 + 0.56 \times 10^{-3} x + 9.26$$

x : 径 (mm)

y : m 当たり建設費 (万円/m)

最も簡単な算出法としては、計画処理面積から求める方法もある²⁾。

$$C = \alpha \times A$$

$$\alpha = 25.5$$

C : 面整備費用 (百万円)

A : 計画処理面積 (ha)

本来、 α は近隣町村の実績値を参考にして設定する事が望ましいが、それが困難な場合には本調査結果の平均的な値である 25.5 を用いる。

② ポンプ施設の建設費・維持管理費

建設費 (全体工事)：

$$C = 85.51 Q_1^{0.598} \times (106.7 / 81.1)$$

C : 建設費 (百万円)

Q_1 : 全体計画流量 (m³/分)

維持管理費：

$$M = 1.00 Q_2^{0.690} \times (106.7 / 81.1)$$

M : 維持費 (百万円/年)

Q_2 : 揚水量 (m³/分)

ポンプ施設の費用はケースバイケースの上、他の費用に比べ比較的小さいので、無視してもよいと考えられる。

③ 二次処理施設の建設費・維持管理費

標準活性汚泥法、焼却を含む場合：

$$\text{建設費 (百万円)} : 1129.9 Q_1^{0.7206}$$

$$\text{維持管理費 (百万円/年)} : 28.177 Q_2^{0.7984}$$

Q_1 : 日最大処理水量 (千m³/日)

Q_2 : 日平均処理水量 (千m³/日)

④ 処理施設の用地費

$$C = 6.103Q_1^{0.4864} \times R$$

C: 用地費用 (千円)

Q_1 : 日最大処理水量 (千 m^3 /日)

R: 単位用地当たり費用 (円/ m^3)

イ) これまでの下水処理場を用いて、その処理規模を拡大する場合

一方これまでの下水処理場を用いて、その規模を拡大する場合を考える。ア)と同様、ポンプ施設関連コストと浄化槽撤去費を除外すれば、以下のようなコストが発生する。

- ① 下水管渠の建設費
- ② 二次処理施設の維持管理費

① 管渠の建設費 (延長)

開削工法、管径 150mm 以上 1200mm 以下の場合:

$$y = 1.23 \times 10^{-5} x^2 + 0.56 \times 10^{-3} x + 9.26$$

x: 径 (mm)

y: m 当たり建設費 (万円/m)

最も簡単な算出法としては、計画処理面積から求める方法もある²⁾。

$$C = \alpha \times A$$

$$\alpha = 25.5$$

C: 面整備費用 (百万円)

A: 計画処理面積 (ha)

本来、 α は近隣町村の実績値を参考にして設定する事が望ましいが、それが困難な場合には本調査結果の平均的な値である 25.5 を用いる。

② 二次処理施設の建設費・維持管理費

標準活性汚泥法、焼却を含む場合:

$$\text{維持管理費 (百万円/年): } 28.177Q_2^{0.7984}$$

Q_2 : 日平均処理水量 (千 m^3 /日)

2) 合流改善

a) 概要

東京湾流入流域では、下水道普及率が高い一方で、そのほとんどが合流式であるため、雨天時には処理場の容量を超えた分の生活系汚濁負荷が未処理のまま流出している。合流改善においては貯留施設による対応やポンプ所などの施設運用（RTC）により初期雨水貯留の機能を拡大させるものである。

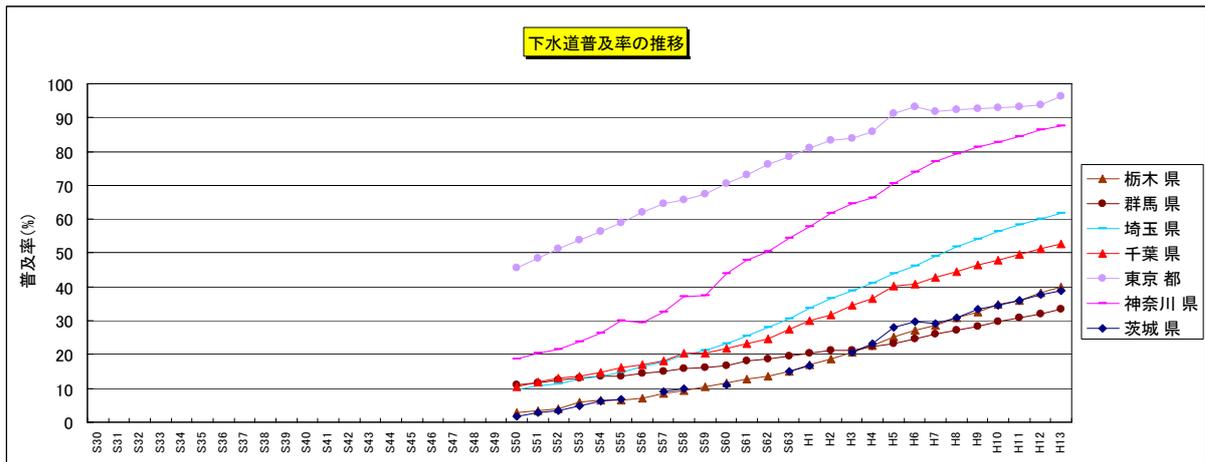


図- 5.1.3.1 下水道普及率の推移

b) 改善効果に関する知見

東京都の合流改善クイックプラン³⁾は平成12年度に策定され、合流式下水道の改善対策として、都民のニーズの高い対策地点や短期での対応を実施する計画として策定された。

その目標は、既存の計画である

1. 雨水時の下水道の送水能力を晴天時汚水量に対し3倍まで確保する
2. 降雨初期の汚濁に対し流域平均8mm相当の雨水貯留池を設ける

に加えて、リアルタイムコントロールシステム（RTC）の導入が位置づけられている。

c) コスト算定のための基礎資料

7) 雨水貯留池単価 7.1 万円/m³

貯留池の建設単価は東京都下水道局のホームページ⁴⁾に平成 12 年度に整備された 1 万 m³あたりの整備費が 7.1 億円となっていることから 1m³あたりの雨水貯留池の整備費を 7.1 万円とする*。

い) 幹線管渠（しゃ集管）の整備 76 億円/km

雨の日に合流式下水道から河川などに放流される下水を、できるだけ多く処理場へ送水する幹線管渠（しゃ集管）を整備する費用を、東京都下水道局のホームページ⁴⁾から、76 億円/km とする*。ただし、東京湾流域圏での整備に必要な幹線管渠の総延長が明らかでないことから概算費用の計算の対象外とする。

う) RTC 導入費用 700 百万円/箇所

RTC 設備は「管渠可動ゲート、管渠水位計、制御計算機システム」で構成するものとし、

- 管渠可動ゲート単価 100 百万円/箇所×3 箇所=300 百万円
- 管渠水位計 10 百万円/箇所×10 箇所=100 百万円
- 計算機システム 1 式 300 百万円

計 700 百万円/箇所

*）単位当たりの費用は、便宜的に 1 年間の整備に要した費用を 2000 年度に完成した管渠の延長などで除して求めている。費用の中には、建設中で完成していない管渠などに要する費用も多く含まれており、実際に幹線管渠や雨水貯留池の整備に要した単位当たりの費用とは異なる。

3) 下水の高度処理化

a) 概要

本検討で対象とする 119 箇所の下水处理場からの排水水質は表- 5.1.3.3の通りである。多くの下水处理場の 2 次処理においては曝気による有機物質の好気的な酸化分解が中心であったが、T-N、T-P の除去については不十分である。そこで高度処理により排水水質を削減するための技術が開発されている。主な技術として凝集沈殿法、生物学的脱リン法、膜分離法、オゾン酸化法などがある。

表- 5.1.3.3 東京湾流域の下水处理場における放流水質原単位（単純平均）

	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
平均値	4.87	9.72	12.31	1.07

b) 改善効果に関する知見

下水处理水の浄化には、処理場において物理的・化学的に高度処理を行う方法と、人工湿地などを用いて行う方法がある。前者について、処理方法ごとの処理効率は日本下水道協会の資料¹⁾では、原水が二次処理水の場合、「急速ろ過法」「凝集沈殿法+急速ろ過法」「凝集沈殿法+急速ろ過法+活性炭吸着法」「急速ろ過法+活性炭吸着法」の 4 ケースについて示されている。その中で最も除去率が高いのは「凝集沈殿法+急速ろ過法+活性炭吸着法」の場合で、BOD で 70~80%、COD で 65~75%、T-N で約 30%、T-P で 60~90% である。

c) コスト算定のための基礎資料

高度処理方式ごとの費用関数が建設費と維持管理費について、日本下水道協会の資料に示されている。費用の概算においては、b)から除去率が最も高い「凝集沈殿法」+「急速ろ過法」+「活性炭吸着法」を採用する。それぞれの費用関数は

7) 建設費

- ・凝集剤添加活性汚泥法

$$C = 54.127 \times Q_1^{0.6703} \times (106.7/105.1)$$

- ・急速ろ過法

$$C = 353.140 \times Q_1^{0.4646} \times (106.7/105.1)$$

- ・活性炭吸着法

$$C = 570.200 \times Q_1^{0.5307} \times (106.7/105.1)$$

ここで、C：建設費（百万円）、 Q_1 ：日最大処理水量（千 m^3 /日）

イ) 維持管理費

- ・凝集剤添加活性汚泥法

$$C = 1.559 \times Q_2^{0.9945} \times (106.7/105.1)$$

- ・急速ろ過法

$$C = 0.9075 \times Q_2^{0.9220} \times (106.7/105.1)$$

- ・活性炭吸着法

$$C = 3.0904 \times Q_2^{0.9159} \times (106.7/105.1)$$

ここで、C：維持管理費（百万円／年）、 Q_2 ：日平均処理水量（千 m^3 /日）

4) 単独浄化槽の合併処理化

a) 概要

し尿のみが処理される単独処理浄化槽では、台所や風呂から排出される生活雑排水が無処理のまま排出されるので公共水域の水質改善において重大な問題となっている。そこで既設の単独処理浄化槽を合併浄化槽に転換する必要がある。

b) 改善効果に関する知見

本検討で用いている原単位を表- 5.1.3.4に示す。単独処理浄化槽を合併浄化槽に転換することにより、排出原単位が BOD は 87%減、COD は 76%減、TN は 40%減、TP は 3%減と BOD や COD については大幅な排出負荷の削減を進めることができる。

表- 5.1.3.4 本検討で用いている処理形態別の排出原単位

扱い	処理形態	排水別	除去率(%)				排出汚濁負荷原単位(g/人/日)				汚濁負荷量算法
			BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP	
点源	下水処理場	し尿+雑排水	-	-	-	-	-	-	-	-	汚水処理量×水質測定値
面源	農業集落排水施設	し尿+雑排水	90	80	45	30	5.8	5.4	6.05	0.91	原単位法
面源	コミプラ	し尿+雑排水	90	80	45	30	5.8	5.4	6.05	0.91	原単位法
面源	合併浄化槽	し尿+雑排水	90	80	45	30	5.8	5.4	6.05	0.91	原単位法
面源	単独浄化槽	し尿	70	45	10	40	5.4	5.5	8.1	0.54	原単位法
面源		雑排水	0	0	0	0	40	17	2	0.4	原単位法
面源	し尿処理場(くみ取り)	し尿	90	80	45	30	1.8	2	4.95	0.63	原単位法
面源		雑排水	0	0	0	0	40	17	2	0.4	原単位法
面源	自家処理	し尿	100	100	100	100	0	0	0	0	原単位法
面源		雑排水	0	0	0	0	40	17	2	0.4	原単位法
面源	未処理	し尿	0	0	0	0	18	10	9	0.9	原単位法
面源		雑排水	0	0	0	0	40	17	2	0.4	原単位法

c) コスト算定のための基礎資料

全国建設研修センターの資料²⁾によると合併処理浄化槽の設置費用は、16～20人槽の場合 308.7万円である(耐荷重工事込みの場合 326.4万円)。

5) 高度処理合併浄化槽の整備

a) 概要

高度処理合併浄化槽は、下水道のサービスを受けていない流域住民を対象として、現在の単独浄化槽、汲み取り処理などから処理能力が高い合併浄化槽に転換していく施策である。合併浄化槽を高度処理合併浄化槽に転換することは、どちらも同じ合併処理浄化槽であることから困難が予想される。従って、手順として、単独浄化槽、し尿処理場、自家処理から着手し、優先的に高度処理合併浄化槽に転換し、その後、現在の施設の老朽化等を待って、順次、合併処理浄化槽、農業集落排水施設に関しても転換を進めていく。

b) 改善効果に関する知見

「高度処理合併浄化槽の除去率」は特に定められたものはないが、茨城県では助成対象となる高度処理合併浄化槽の処理基準が定められており、これに一人あたりの実際の水消費量（250L/日）を考慮して負荷原単位(表- 5.1.3.5)を設定する。表- 5.1.3.5に示す設定条件の場合、表- 5.1.3.4に示す通常の合併浄化槽と比べて、排出原単位が BOD については 57%減、COD については 54%減、TN については 59%減、TP については 73%減の削減効果が得ることができる。

表- 5.1.3.5 高度処理合併浄化槽の負荷原単位

項目	負荷原単位 (g/人・日)
COD (BOD)	2.5
T-N	2.5
T-P	0.25

c) コスト算定のための基礎資料

例えば茨城県では、平成 15 年度から高度処理合併浄化槽に対する補助制度を始め、あらたに建設される住宅などをターゲットに、浄化槽として高度処理浄化槽の設置を進めている。下水道整備地域及び農業集落排水整備地域以外の処理区域以外が対象となる。高度処理合併浄化槽のコストは 5 人槽で約 130 万円（設置工事費を含む）であり、このうち約 64 万円の補助金を定めている。従って、個人負担は 66 万円となる。なお、単独浄化槽からの転換の場合は、撤去費用として 20 万円が新たに加わる。また、メンテナンス費用として、通常の合併浄化槽で 6 万円/年が保守管理に必要で、高度処理合併浄化槽ではさらにこれに 6 万円程度が加算され、12 万円/年が保守管理費用として、個人負担となる。

6) 透水性・保水性舗装の整備

a) 概要

降雨時における路面からの雨水の排除、舗装体中での雨水の一時貯留または地中への還元を目的に 10^{-4}m/s 程度の高い透水性をもつアスファルト混合物で表面を構成して、透水性を持たせたアスファルト舗装が透水性舗装である⁵⁾。これにより、舗装面上に降った雨水を、間隙が多い舗装材の特質を利用して地中に浸透させ、健全な水循環の回復を狙う。

b) 施策実施における課題

透水性舗装は雨水を浸透させる為環境にやさしい舗装といえる。しかし空隙が多く、耐久性に劣る為、交通量の多い車道には適さない。歩道や運動施設、駐車場に適する。従って現在の技術では、市街地の道路のうちそれらの分だけ透水性舗装への転換が可能だと考えるべきである。

c) コスト算定のための基礎資料

「雨水技術資料」36号に透水性平板舗装（歩道）の概略コストとして、平成11年単価として 1m^2 あたり 8,000円～10,000円と示されている。

7) 環境保全型ライフスタイルの転換

a) 概要

流域の住民が水の使用量や排出する汚濁負荷を極力削減する「環境保全型ライフスタイル」の浸透により、一人あたりの負荷原単位の抑制を図る。

b) 改善効果に関する知見

【排水量削減率】

表- 5.1.3.6に示す東京都千代田区の排水量削減目標を参考にする⁶⁾。これによれば、ライフスタイルの転換により、最大 $72.7/200.4=0.36=36\%$ の排水量の削減が見込まれる。本検討でも、この割合をライフスタイル転換による排水量削減率のデフォルト値として設定する。

表- 5.1.3.6 東京都千代田区の家庭用水負荷削減目標⁶⁾

[水使用量削減のための行動事例]

環境保全行動	1世帯あたりの年間水使用削減量 (m ³)	設定条件等
◆蛇口・シャワーのこまめな開け閉め ①歯磨きでの流し放しをやめ、コップに汲んで行う。 5×365日	1.8	流し放し約30秒 (6L) コップ3杯 (0.6L) コップ使用で約5Lの節約 1世帯で1人が実行した場合
②洗濯のためのすすぎを実行する。 55×180回	9.9	流しすすぎ (165L) ためすすぎ (110L) ためすすぎ実行で1回55Lの節約 年に180回洗濯した場合
③週に1回風呂の水の入れ替えを節約する。 180×52回	9.4	180Lの浴槽を使用した場合
④シャワーを1回の使用で1分間短くする。 12×180回	2.1	1回12Lの節約 概ね2日に1回、1世帯で1人が実行した場合
⑤食器洗いは容器を使ってため洗いをする。 100×365回	36.5	流し放し約10分 (120L) 容器約6杯 (20L) ため洗いで100Lの節約 1日1回実行した場合
⑥洗車はバケツに汲んで行う。 180×12回	2.2	ホースで流し放し約20分 (240L) バケツ6杯 (60L) バケツ使用で180Lの節約 月1回実行した場合
◆水の再利用 ⑦洗濯水の3分の1を風呂の残り湯で賄う。 40×180回	7.2	標準型洗濯機 (110L) 水使用量の1/3 (約40L) を残り湯を使い節水 年に180回洗濯した場合
⑧植木や散水等に米のとぎ汁、野菜洗いの水、風呂の残り湯などを利用する。 20×180回	3.6	バケツ2杯分 (20L) 節水 1日おきに撒く場合
①～⑧を全て実行した場合	72.7	

注1：1997年度実績値，出典/東京都水道局

注2：世帯あたり年間水使用量は200.4m³

参考資料：「もしもの時の節水マニュアル」，(社)関東建設弘済会
：東京都水道局データ（一般家庭における節水方法例）

【汚濁負荷原単位削減率】

生活用水により発生する汚濁負荷量が、環境保全型ライフスタイルへの取り組みによってどの程度削減されるかを計算する。生活用水は、洗濯やトイレ、風呂など家庭で使われる「家庭用水」と、営業用水、事務所用水、公共用水などに使われる「都市活動用水」の二つに分けられる。本検討では、家庭における環境保全型ライフスタイルへの取り組みによる効果を見るために、いくつかの具体的対策とその効果を列挙した上で、前者の削減効果を調べることにする。

静岡県生活環境部の調査により、厨房管理によってどの程度生活排水・汚濁が除去されるかが示されている⁷⁾ (表- 5.1.3.7)。これは、

- ①調理くずや食べ残しを流さない
 - ②料理は適正量作り、調理くずや食べ残しはごみとして出すか、土に埋める
 - ③食後の食器や鍋などは紙で拭き取ってから洗う
 - ④廃油は水に流さない
 - ⑤洗剤は過剰に使用しない
- などの対策によるものである。

表- 5.1.3.7 厨房管理による削減効果 (環境庁、1985)⁷⁾

区分 項目	台所排水			風呂 排水	洗濯 排水	その他	合 計		
	無対策	対策	効果 (%)				無対策	対策	効果 (%)
排水量 (L/日)	180	154	14.7	252	244	36	712	686	3.7
BOD (g/日)	54.0	18.7	65.4	39.9	28.6	3.7	126.2	90.9	28.0
T-N (g/日)	2.2	0.8	62.7	1.2	0.9	0.3	4.6	3.2	30.4
T-P (g/日)	0.5	0.2	60.8	0.1	0.7	0.2	1.5	1.2	20.0

注1：婦人リーダーの協力を得て56年度に実施した生活排水の実態調査結果を4人当りに換算し、厨房排水対策を実施した削減効果から全体的な改善効果を試算したデータ。

注2：し尿浄化槽の汚濁負荷原単位は、建設省下水道部調査資料より4人当りに換算したもの。

時間が経てば核家族の増加などにより水使用量の変化することが考えられるが、ここではそれは考えず、「現在上記の対策を講じた場合」の評価を行う。ベースとしては表- 5.1.3.7の環境庁の調査結果を用いる。また現在、以上のような対策を講じている人はいないと仮定して削減量の評価を行う。

本検討においては、負荷量の削減率は雑排水未処理にかかってくるので、上の表の赤枠部分で削減率を評価する。

$$\text{BOD 削減率} : (126.2 - 90.9) / (54.0 + 39.9 + 28.6 + 3.7) = 0.280 = 28\%$$

$$\text{TN 削減率} : (4.6 - 3.2) / (2.2 + 1.2 + 0.9 + 0.3) = 0.304 = 30\%$$

$$\text{TP 削減率} : (1.5 - 1.2) / (0.5 + 0.1 + 0.7 + 0.2) = 0.2 = 20\%$$

BOD と COD の削減率が同じであると仮定すると、ライフスタイル転換により、COD

は 28%、TN は 30%、TP は 20%の削減が見込まれる。本検討でも、この割合をライフスタイル転換による排水量削減率のデフォルト値として設定する。

c) コストの算定について

環境保全型農業に関する技術の普及のための補助金や、啓発活動のための費用などが必要と考えられるが、関連する資料がないためコスト評価の対象外とする。

8) 環境保全型農業

a) 概要

農業地域からのノンポイント汚染源負荷の削減を行う環境保全型農業により排水の改善を図る。

b) 改善効果に関する知見

國松ら⁸⁾、大久保ら⁹⁾、服部¹⁰⁾などを参考に環境保全型農業として考えられるものを以下にまとめる。

★発生源対策

- 施肥量削減
- 施肥法改善
 - ◇全層施肥、局所施肥（側条施肥、深層施肥）
 - ◇追肥重点など
- 肥料改善
 - ・コーティング肥料
 - ・緩効性肥料
- 適正な土づくり
 - ・稲わら還元
 - ・有機物の施用

★排出削減

- 田植工程改善
 - ・早期荒代かき防止
 - ・強制落水しない
 - ・浅水代かき
 - ・掛け流し灌漑しない（自動給水栓の利用）
 - ・畦畔管理（漏水防止）
 - ・減水深の適正化
- 循環灌漑

c) 既往の研究

7) 局所施肥の効果¹¹⁾

茨城県農業試験場の調査によると、局所施肥を行った場合、慣行施肥と比較して最大で約95%のN削減を達成している。しかしこれは施肥後1日目の結果であり、例えば7日目となると削減率は約80%～10%程度まで落ちている。

1) 緩効性肥料の効果¹²⁾

元肥を緩効性のものにしたところ、TN流出量は12%または49%削減可能であったが、収量は10%程度低下した。

ウ) 施肥量削減の効果

農地における N/P の物質収支を調査した事例⁸⁾によれば、灌漑水、降水・降下塵と比較して肥料による供給量が圧倒的に大きい。そこで、施肥量と肥料の流出率 γ から次式で汚濁負荷流出量を求める考え方がある。

$$L = \gamma F$$

L : 排出物質質量・汚濁負荷量

γ : 施肥量と肥料の流出率

F : 施肥量

この γ は施肥量や栽培作物、土壌条件や気候などによっても変わる。その上これらをそれぞれ分離して測定することも困難で、今のところ流出率の時間的変化・人為的影響を表現する適切な方法は提案されていない。

水田においては、窒素、リンの施肥量とその流出率との間に相関は認められず、水田からの肥料の流出率と施肥量との関係は明確ではない。

一方畑地においては、窒素については地下浸透量と施肥量との間に比較的良い相関が認められている¹³⁾。

d) コスト算定のための基礎資料

環境保全型農業に関する技術の普及のための補助金や、啓発活動のための費用などが必要と考えられるが、関連する資料がないためコスト評価の対象外とする。

9) 下水処理水の再利用（中水道の整備）

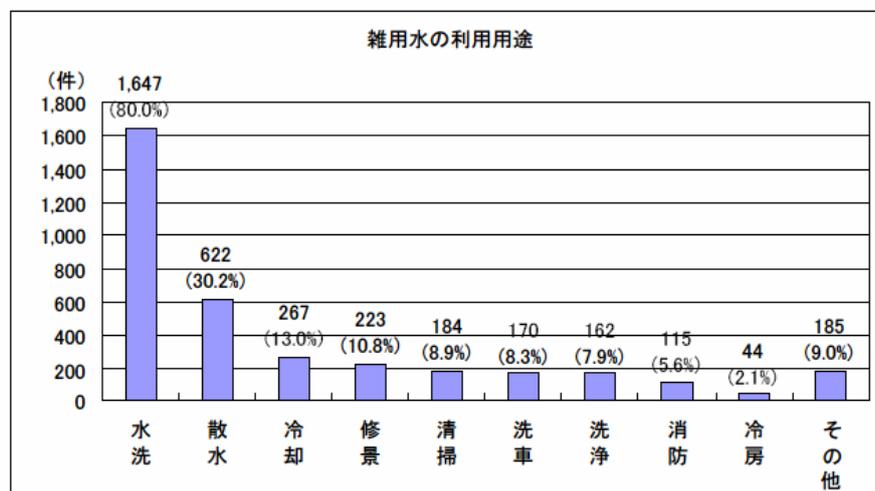
a) 概要

中水道整備の方法として下水処理水の再利用を取り上げ、下水処理水放流量の減少による負荷削減を図る。

b) 改善効果に関する知見

下水処理水の利用用途を調査した結果を 図- 5.1.3.2に示す¹⁴⁾。利用用途は様々であるが、水洗便所への利用が圧倒的に多いことが分かる。そこで本検討では、下水処理水の還元先としては生活用水の水洗便所への利用を取り上げ、還元可能な下水放流量の割合のポテンシャルを設定するものとする。

図- 5.1.3.2 雑用水の利用用途¹⁴⁾



また、日本下水道協会の資料¹⁵⁾には、生活用水の使用目的別構成比が示されており、水洗便所用水の割合は 10%から 20%程度である。その割合の相違は地域性によるものと考えられるが、本システムではその平均的な値 15%を東京湾流域における生活用水中の水洗便所用水の割合と仮定し、下水処理水を生活用水として再利用するポテンシャルとする。

c) コスト算定のための基礎資料

多摩ニュータウンで行われた広域循環型中水道事業¹⁶⁾では、供給計画水量は 3500m³/日、事業費は 60 億円であった。これを参考に、コストは約 170 万円/m³・日とする。

10) 家畜し尿の農地還元

a) 概要

家畜屎尿のコンポスト化などによって、畜産負荷の抑制を図る。

b) 改善効果に関する知見

例えば霞ヶ浦流域においては、TN に関しては畜産系からの発生量約 40t/日のうち、農地系（有機質肥料）に投入されているのが 24t（約 60%）である。従って、残り 40%の発生量は何らかの形で流域内に抑留されていることになり、この負荷量相当分を資源循環系へまわすことができれば、畜産系負荷量の流出を大幅に削減することが可能である¹⁷⁾。化学肥料として投入されている分も考えれば全ての畜産系廃棄物を農地還元することは可能で、そうすれば畜産系からの排出負荷はかなり削減できる。

畜舎汚水の排出負荷原単位は、畜舎汚水の負荷発生源単位と家畜汚水排出率（%）の積で求められる。農地還元や処理の方法によって変化するのは家畜汚水排出率である。これらの情報は現状ではあまり十分とはいえないが、報告例が文献 8)に示されている。

c) コスト算定のための基礎資料

コンポスト化と一言でいっても、わらを混ぜて放置しておくだけの方法から、コンポスト化施設を用いて処理する方法まで様々である。那須¹⁷⁾は、施設を用いたコンポスト化プロセスにかかる費用を以下のように計算している。

$$\text{施設購入費（円）} = 128.76 \times 1,000,000 \times \text{設計処理量(t/day)}^{0.6528}$$

$$\text{初期投資費（円/day）} = \text{施設購入費(円)} \times 0.9 / \text{償却年数(year)} / 365$$

$$\text{運用費（円/day）} = 1.978 \times 1,000,000 \times \text{処理量(t/day)}^{0.9117}$$

$$\Rightarrow \text{再資源化費用（円/day）} = \text{初期投資費} + \text{運用費}$$

11) 各戸雨水貯留・浸透施設の設置

a) 概要

雨水貯留施設を建設することで、治水対策、雨水資源利用、雨天時汚濁対策の3つの機能を果たす。

雨水貯留施設は、建物の屋根や壁面に降った雨を貯留するものであるが、導入時のコストなどにより、一般家庭ではほとんど普及していない。今後、新規の住宅には雨水貯留施設を設置することを義務づけ、現在ある住居には補助金により設置を進めることなどにより、普及を進めることができると考えられる。

b) 改善効果に関する知見

面源汚濁負荷を軽減するための一つの方法として、降雨流出水を貯留施設に一時貯留し、降雨終了後に徐々に処理して放流する方式があり、雨水利用システムの一つの形態と位置付けることができる。その効果を評価する手法が、江藤ら¹⁸⁾により提案されている。水質改善のための処理、貯留施設の効率を評価する指標として、流出負荷量の削減率 e を用いる。

この計算において、洗浄係数 $k_c=0$ 、除去率 $k_t=0.3$ 、流出率 $f=1.0$ 、平均降雨継続時間 $t_r=7(\text{hr})$ 、平均降雨時間間隔 $t_{R}=110(\text{hr})$ 、平均一雨降雨量 $r_A=17(\text{mm})$ （後者3つは東京における値）として計算した削減率 $e(\%)$ が、その貯留容量、処理水量に応じて整理されている。例えば貯留容量を $10(\text{mm})$ とし、処理水量を $4.0(\text{mm}/\text{日})$ と仮定すると、流出負荷量の削減率は 13.9% となる。これは、「建築面積」に降る雨による面源負荷の削減率であるから、市街地の 54% が建物用地であり、うち 50% が建築面積であることを考えると、市街地全体としては、 $13.9 \times 27/100 = 3.8(\%)$ の流出負荷削減率となる。

c) コスト算定のための基礎資料

雨水貯留施設は、基本的に雑用水利用も含めた中水道システムとして構築されることが多い。住宅・都市整備公団¹⁹⁾によれば、貯留槽などの建設や維持にかかる費用は以下のように示されている。ただし、施設の規模や形態によって大きく異なると思われる。一般家庭に設置する場合には、およそ6万円/基である。

表- 5.1.3.8 雨水貯留施設にかかるコスト¹⁹⁾

項目		平均単価等	耐用年限	備考
建設費	槽建設費 ・貯留槽建設費 ・沈殿槽建設費	R C造：7.5万円/t	70年	・貯留槽，沈殿槽ともに平均7.5万円/tとする
	集水管渠整備費	Φ250：2.5万円/m	30年	・口径平均Φ250とする
	給水設備関係費	一式	20年	・利用形態毎に一括概算

一方、屋上緑化施設については、一般的に建設時に掛かる費用は芝など地被類で 2～3 万円/m²、高木を利用した庭園風で 10 万円/m² 以上と幅がある²⁰⁾。今回は広島県庁舎におけるモデル事業の例から、約 3 万円/m² とした^{21), 22)}。さらに緑の維持には管理が必要となる。植栽の管理にはそれ自体が利用の一部として楽しめるのが理想である。

d) 事例

各戸貯留：台東区雨水貯留槽設置助成制度、一宮市雨水貯留槽設置助成制度、千葉市雨水貯留槽・浸透ます設置補助制度など多数

大規模貯留：六甲アイランド、福岡市下水処理水循環利用モデル事業（住宅・都市整備公団、1995）、今津貯留池（26000m³）、寝屋川流域都市水防災総合計画（大枝調整池（30000 m³）、八戸の里雨水貯留施設（8000 m³）、平野川調整池（140000 m³）、飛行場地下道雨水貯留施設（13000 m³）⁵⁾

屋上緑化：アクロス福岡、国立国会図書館関西館、シャルレビル、東京交通会館、大日本印刷市ヶ谷工場、下関市地方卸売市場唐戸市場²⁰⁾

12) 市街地の緑地化

a) 概要

建物用地、道路用地の規模に問わず、建物の周辺や道路の分離帯などに緑化空間を確保することにより、浸透性の向上とともに都市内の自然性の確保を図るものである。

b) 施策実施における課題

民有地についても緑化空間を確保するよう、立体都市公園制度などの法制度の活用とともに、大規模民有地などでは敷地周辺をグリーンベルトとして連続的な緑化空間を確保できるよう、容積率にボーナスを与えることなどによって誘導することも検討すべき課題と考えられる。また民有地を買い上げる政策を取る場合には用地費の手当てが大きな課題となる。

c) コスト算定のための基礎資料

大分県中津市の事例（都市公園整備事業費）²³⁾から、植樹費として 3000 円/m² と設定する。

13) 堤外地も含めた河川沿いの緑地化

a) 概要

河川沿いに緑地帯を確保することにより都市における浸透性の向上に資するだけでなく、エコロジカルネットワークの形成や氾濫原に居住する人口を少なくなるよう誘導することで浸水被害に遭う人口を減少させることができる。

b) 施策実施における課題

12)と重複するが河川沿いの緑化を進める場合、民有地の買収を行うこととした場合、緑地帯の幅が広がるほど民有地の面積が広がるために、買収費の確保とともに転居する住民の理解をどのように得るかが大きな課題となる。スーパー堤防として整備することが有効な方法の1つと考えられる。

c) コスト算定のための基礎資料

12)と同様に植樹費として 3000 円/m²を設定する方法もあるが、河川沿いという特性を踏まえ自然に生長するものとして計上しない。

14) 調整池の整備

a) 概要

都市化が進み不浸透面積率が高いため、調整池を設けることで降雨時の雨水排出を調整し、洪水防止や負荷貯留の効果を果たす。

b) 改善効果に関する知見

極めて都市化が進んでいる鶴見川流域では、約 2000 箇所（約 250 万 m³）もの調整池の整備により、平成 11 年の豪雨において亀甲橋地点での水位が 50cm 低下する効果が得られている²⁴⁾。

c) コスト算定のための基礎資料

愛知県宝飯郡小坂井町の事例(浸透式調整池設置事業)²⁵⁾から、50000 円/m²（深さ 3m）と設定する。

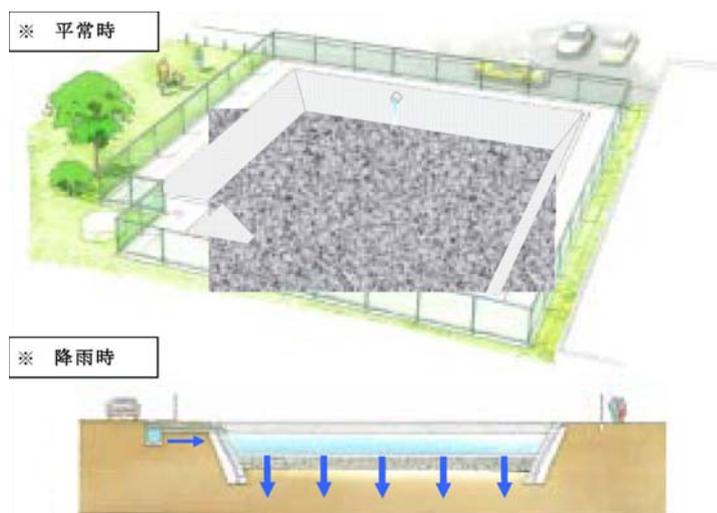


図- 5.1.3.3 調整池の整備イメージ（愛知県宝飯郡小坂井町の事例）²⁵⁾

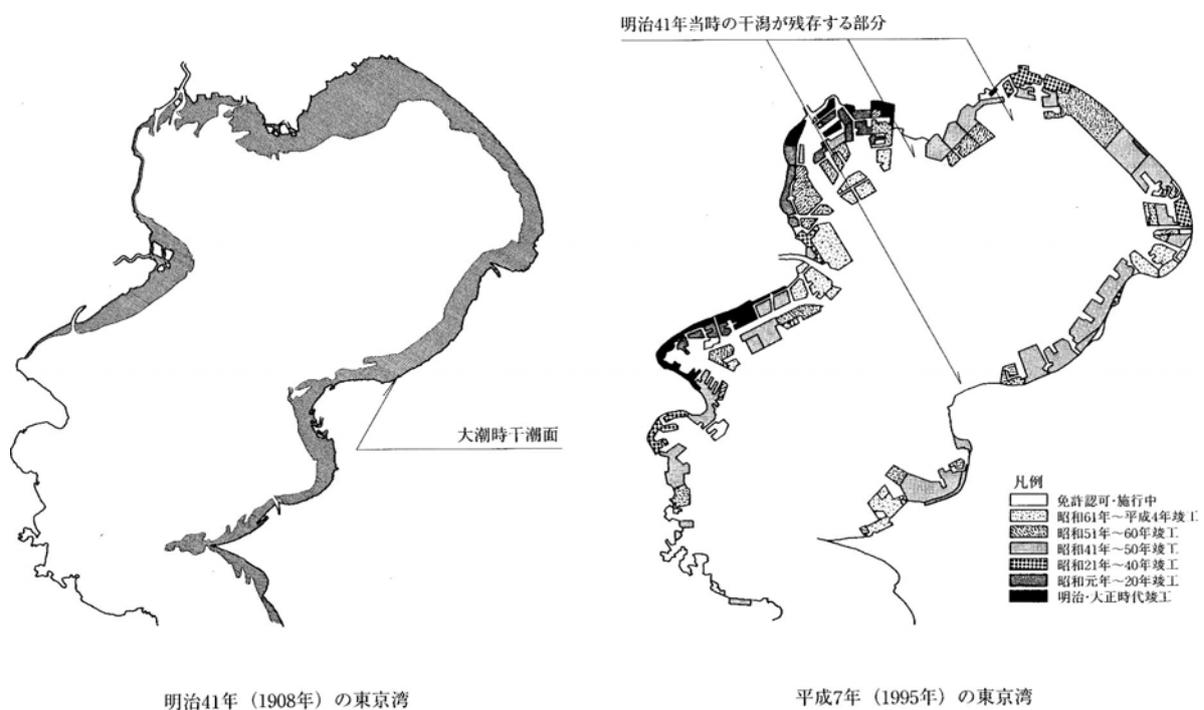
15) 干潟・アマモ場の造成（東京湾）

a) 概要

干潟やアマモ場の浄化機能を活用することにより、東京湾の浄化を図るとともに、人々が水辺で触れ合える空間を創出する。

東京湾の沿岸地形は、明治以後、港湾と埋め立てによる臨海工業地帯の造成により、徐々に改変が進んだ。昭和初期には、川崎沖を主とする京浜工業地帯の造成が進み、昭和 35 年～昭和 45 年頃に東京湾北岸・東岸を主とした大規模な埋立地造成が進行した。

こうして、近年では図・5.1.3.4に示すように、自然の干潟は小櫃川、三角州前面の盤州、江戸川放水路河口の三番瀬、旧江戸川河口の三枚州に限られ、変わって小規模な人工海浜が数ヶ所につくられている²⁶⁾。



図・ 5.1.3.4 東京湾の沿岸地形の変遷²⁷⁾

b) 改善効果に関する知見

干潟の浄化機能については 3. でモデルに組み込んであるが、他にも多くの研究が行われている²⁸⁾⁻³¹⁾。アマモの浄化機能については、アマモの HSI が 1 の時(被度 100%)の 1m²あたりの窒素浄化量を、屋外の水槽実験結果より 20mgN/g plant N/day と設定し³²⁾、被度と株数の関係²⁹⁾、単位株あたりのアマモの重量³³⁾、アマモ体中の窒素重量割合³⁴⁾から 90mgN/m²/day とおく。また、リンについては、アマモ体中の窒素とリンの重量割合が 4.8 : 1 であることから³⁵⁾、その浄化量を 18 mgP/m²/day と設定することにより、水物質循環モデルに組み込むことができる。

c) コスト算定のための基礎資料

水島港玉島地区港湾環境整備（人工干潟）³⁶⁾から 14000 円/m²とする。東京湾湾奥地区
海域環境創造・自然再生事業（関東地方整備局）³⁷⁾、広島市佐伯区の五日市人工干潟再生
事例³⁸⁾などの他の事例と比較しても適切な単価だと考えられる。

(3) 水環境改善施策の実施効果の評価方法

抽出した水環境改善施策を行った場合の効果について、水物質循環モデルを用いて定量的に評価する方法のポイントについてそれぞれの施策毎に下記に示す。

1) 施策群 1：社会資本整備による環境負荷の削減

①下水道整備

下水道整備率を市町村単位で任意に設定することにより、下水道の整備が進んだ場合の水質改善効果を算定する。各メッシュには、生活排水処理形態毎の人口が設定されているが、下水道整備率の上昇に伴いメッシュ内の下水道整備人口を増加させるとともに、その増加分だけ浄化槽やし尿処理場等による下水道未整備人口を、処理形態毎の按分によって減少させた。

また、下水道処理水量の算定にあたっては、下水道整備区域内の水道使用量と下水処理水量の差分である不明水量（下水道管への地下水滲入）が問題となるが、不明水量が下水道整備区域内の水道使用量に比例すると仮定し、下水道整備に伴い不明水量も増加するものとした。

なお、各メッシュから発生する下水は、当該メッシュに対応する処理場で処理・排水されるものとし、処理場からの放流水質は変化しないものとする。

②合流改善

合流式下水道では、雨天時には処理場の容量を超えた分の生活系汚濁負荷が未処理のまま流出している。閉鎖性の高い東京湾の水質形成機構を検討する上で、流入する汚濁負荷の総量を再現することは重要であるため、本モデルでは合流式下水道における雨天時汚濁負荷流出を簡便な方法でモデル化している。

本モデルでの現況再現では日降雨量が 5mm 以下については下水処理場からの排水水質は通常の処理後の排水水質を与えているが、日降雨量が 5mm を超過する場合は、汚水が処理場を経由せずに直接公共水域に排出されるという設定とした。すなわち、日降雨量 5mm 超過分については無処理相当水質分が排出される。合流改善においては貯留施設による対応やポンプ所などの施設運用（RTC）により初期雨水貯留の機能を拡大させるものである。また、雨水排水と汚水排水は異なる場所で行われているケースが多いが、ここでは同一地点で排出されるものとする。

③下水の高度処理化

本モデルで対象とする 119 箇所の下水处理場からの排水水質は下水処理場毎に実績値を与えている。高度処理の対象とする下水処理場からの放流水質を与えることができる。

④単独浄化槽の合併処理化

し尿のみが処理される単独処理浄化槽では、台所や風呂から排出される生活雑排水が無処理のまま排出されるので公共用水域の水質改善において重大な問題となっている。そこ

で既設の単独処理浄化槽を合併浄化槽に転換することとし、各メッシュには、生活排水処理形態毎の人口が設定されているので、転換率に応じて単独処理浄化槽人口を合併浄化槽人口に転換することができる。

⑤高度処理合併浄化槽の整備

下水道整備区域外の地域において、高度処理合併浄化槽が整備された場合の水質改善効果を算定することができる。整備率に応じて各メッシュ毎に高度処理合併浄化槽処理人口を設定するとともに、その増加分を高度処理合併処理浄化槽の未整備人口から、処理形態毎に按分することによって減少させるようになっている。

⑥透水性・保水性舗装の整備

道路面の透水性および保水性を改善し、降雨流出の抑制に伴う路面濁負荷流出抑制による水質改善効果を算定する。道路面の透水性・保水性改善は流域内の市街地一律に行われるものとする。

また具体的なパラメータの変化について、東京湾流域では、土地利用は「森林」、「水田」、「畑」、「荒地」、「市街地」、「その他」の6種類に区別されており、このうち「市街地」は国土数値情報の「7.建物用地」と「9.幹線交通用地（鉄道や道路）」から成る。このため、市街地メッシュのうち道路用地面積に対する透水性・保水性舗装の整備割合を設定する。貯留および浸透を考慮する必要があるので表層モデルの最終浸透能と表面発生高さについて荒地の値を用いる。市街地の道路面積割合を6%と見積もり、この道路部分について表層モデルの最終浸透能と表面発生高さを荒地と同等と設定し、 $100x$ （%）の整備に応じた市街地エリアの最終浸透能および表面発生高さを(式-5.1.3.1) (式-5.1.3.2)により設定する。

$$1.0 \times 10^{-5} \times (1-0.06x) + 5.0 \times 10^{-5} \times 0.06x \quad (\text{cm/s}) \quad (\text{式- 5.1.3.1})$$

$$5.0 \times 10^{-3} \times (1-0.06x) + 1.0 \times 10^{-2} \times 0.06x \quad (\text{m}) \quad (\text{式- 5.1.3.2})$$

2) 施策群 2 : 自発的または誘導型の環境行動の実践

⑦環境保全型ライフスタイルの転換

流域の住民が水の使用量や排出する汚濁負荷を極力削減する「環境保全型ライフスタイル」への転換に取り組んだ場合の水質改善効果を算定する。ここではライフスタイルの転換により人口一人あたりの水道使用量が減るものと仮定し、水使用量原単位を一定率減じる。同時に、単独浄化槽・し尿処置・自家処理・未処理の世帯からの排出負荷量が減るものと仮定し、雑排水の除去率を一定率減じる。

⑧環境保全型農業

施肥に伴う面源汚濁負荷流出を削減する環境保全型農業が実施された場合の水質改善効果を算定する。モデル上では水田・畑のメッシュを対象に、表層タンクの極限堆積負荷量および不飽和タンクの極限溶脱量を設定割合に応じて減少させることができる。

⑨下水処理水の再利用（中水道の整備）

下水処理水をそのまま水域に放流せず流域で再利用した場合の水質改善効果を算定する。本モデルにおいては、下水処理水を再利用する割合を設定し、再利用した割合だけ使用量および下水処理水の放流量を減少させている。排水水質については変化させていない。

⑩家畜し尿の農地還元

家畜し尿を肥料としての農地還元した場合の水質改善を評価する。本モデルでは、家畜し尿の農地還元量に応じて従来の化学肥料等が減少するとして、農地還元した分だけ家畜し尿による汚水排出負荷が減少するとした。

⑪各戸雨水貯留・浸透施設の設置

流域内の家屋が敷地内に雨水貯留施設を設置した場合の水循環への影響及びそれに伴う水質改善効果を算定する。ここでは雨水貯留施設の中に屋上緑化による貯留機能を含むものとする。モデル上では市街地メッシュを対象に、設置面積分の表層タンクの最終浸透能が荒地の最終浸透能になるものとする。市街地メッシュのうち建物用地面積に対する雨水貯留浸透施設設置割合を設定する。貯留も考慮する必要があるため発生高さも全て荒地の値を用いる。

本検討では、市街地に全貯留容量が A (m^3) である雨水貯留施設を建設したとき、表層モデルにおける最大貯留量である「流域市街地面積 $\times S_{f2}$ (m^3)」が A (m^3) 増加すると仮定する。つまり、この雨水貯留施設の建設によって、表面流の発生する高さ S_{f2} (m) が「 A /流域市街地面積 (m)」増加するものとする。

また具体的なパラメータの変化について、雨水貯留施設は通常、建物の屋根や壁面に降った雨を貯留するものであるため、対象地域における雨水貯留のポテンシャルは、地域における「建築面積」（建物外周の柱や壁の中心線で囲まれた部分の水平投影面積）の総和について荒地の最終浸透能および表面発生高さを与えることで評価する。

まず「建築面積」は、以下の式で評価されるものとする。

$$\text{「建築面積」} = \text{「7.建物用地」} \times \text{建坪率}$$

なお建坪率とは建築面積を敷地面積（ここでは「7.建物用地」と考える）で割った値であり、本システムでは50%を仮定する。

さらに、市街地の建物用地面積割合を94%と見積もり、この部分について表層モデルの最終浸透能と表面発生高さを荒地と同等と設定し、 $100x$ （%）の整備（建坪率 $100y$ (%)）に応じた市街地エリアの最終浸透能および表面発生高さをそれぞれ(式-5.1.3.3) (式-5.1.3.4)により設定する。

$$1.0 \times 10^{-5} \times (1-0.94xy) + 5.0 \times 10^{-5} \times 0.94xy \quad (\text{cm/s}) \quad (\text{式- 5.1.3.3})$$

$$5.0 \times 10^{-3} \times (1-0.94xy) + 1.0 \times 10^{-2} \times 0.94xy \quad (\text{m}) \quad (\text{式- 5.1.3.4})$$

3) 施策群 3 : 自然環境の再生・土地利用の改変

⑫市街地の緑地化

モデル上では、各メッシュについて土地利用区分における「市街地」のうち、任意の割合で「森林」区分に変更する。

⑬堤外地も含めた河川沿いの緑地化

河川沿いに任意の距離のバッファを発生させ、該当するメッシュについて土地利用区分を森林に転換する。

⑭調整池の整備

市街地メッシュを対象に、表層タンクの表面流・早い中間流の発生高さを調整池のボリューム相当分に応じて高くする。

⑮干潟・アマモ場の造成（東京湾）

3.で水物質循環モデルの東京湾への適用条件に示した通り、三番瀬、盤洲干潟については I-N、I-P の溶出速度の設定において干潟の浄化機能を考慮している。東京湾の沿岸に干潟を再生することにより、同様の設定をすることで浄化機能の効果を評価することができる。

なお再生エリアの設定にあたっては、明治 41 年当時の干潟が残存する荒川・旧江戸川、江戸川放水路、小櫃川の河口干潟・浅場を保全するとともに、地形勾配が比較的緩やかな湾奥部（花見川河口沿岸域）に干潟・浅場を再生することを想定する（図- 5.1.3.5）。なお、多摩川河口域もかつて広大な干潟が存在したが、河口域の埋立が進んだ現状では、海底勾配が急であるため、当河口域の干潟再生は想定しない。

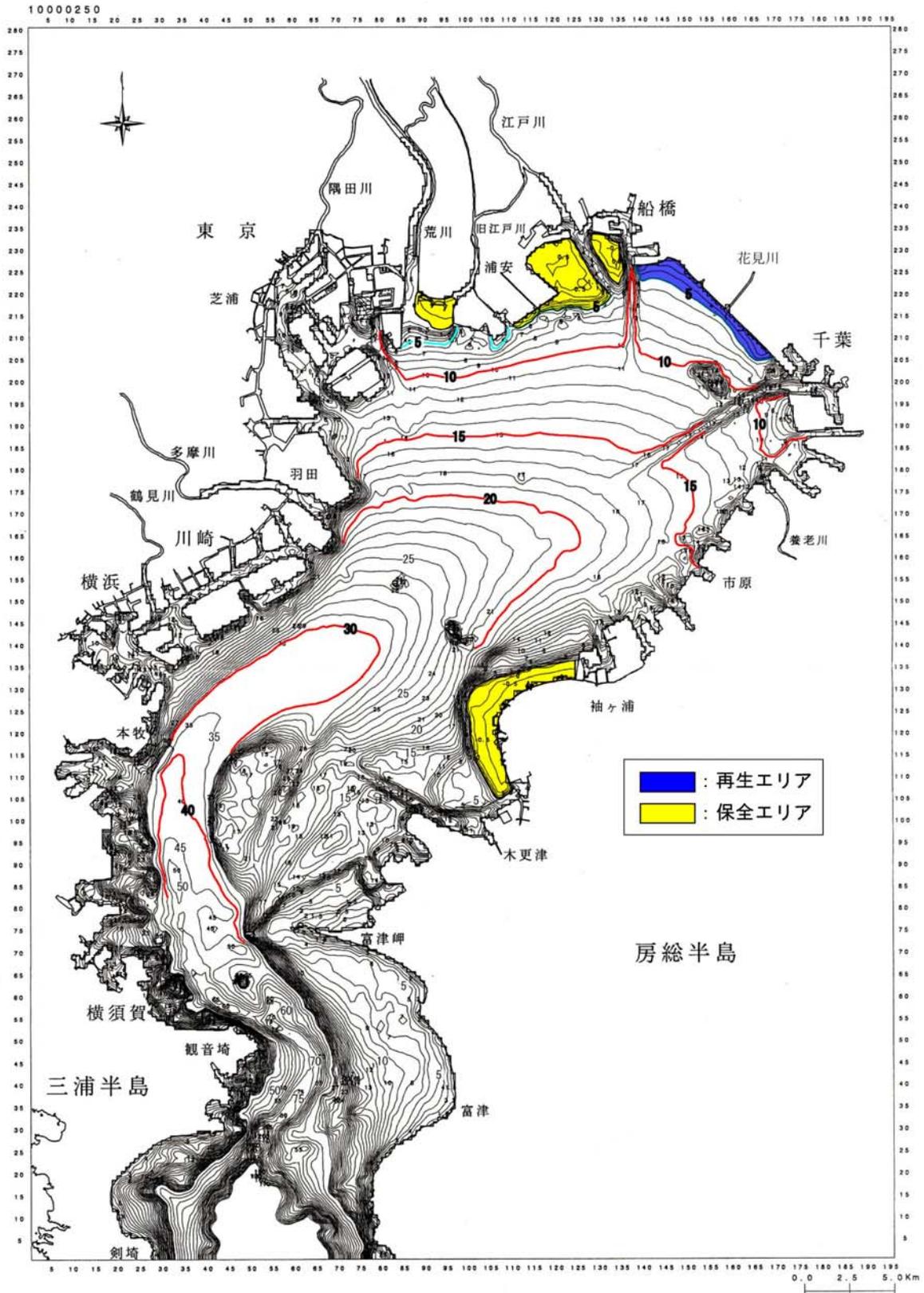


図- 5.1.3.5 東京湾干潟・浅場の保全・再生エリアの想定図

参考文献

- 1) (社)日本下水道協会：流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説，1999.
- 2) 全国建設研修センター：下水計画の手引き，1996.
- 3) 東京都下水道局：新合流改善クイックプラン，pp13, 25, 2004.
- 4) 東京都下水道局：報道発表資料，2002.
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUSA/2002/02/60C2E205.HTM>
- 5) 和田安彦：ノンポイント汚染源のモデル解析，技報堂出版，1990.
- 6) 東京都千代田区：千代田区環境配慮指針，2000.
<http://www.city.chiyoda.tokyo.jp/service/sumai/kankyo/hairyo/hairyo.htm>
- 7) 環境庁水質保全局水質規制課：生活雑排水対策マニュアル，1985.
- 8) 國松孝男・村岡浩爾：河川汚濁のモデル解析，技報堂出版，pp.217-224，1989.
- 9) 大久保卓也：湿地，内湖での既存の調査事例，滋賀県琵琶湖研究所プロジェクト研究報告書 01-A01 湖内現象を考慮したノンポイント負荷削減対策の検討，滋賀県琵琶湖研究所，pp.348-358，2002.
- 10) 服部明彦：湖沼汚染の診断と対策，日刊工業新聞社，1988.
- 11) 平山力・酒井一・間谷敏邦・岡野博文：茨城県農業試験場研究報告，25， pp.147-164，1985.
- 12) 滋賀県農業総合センター：堆肥ならびに被覆緩効性肥料利用による輪換畑小麦からの窒素流出軽減対策，1993. <http://www.pref.shiga.jp/g/nogyo/files/ga36d1039317.html>
- 13) 滋賀県農業試験場ら：琵琶湖－淀川水系における農業廃水の水質改善に関する研究，1985.
- 14) 国土交通省水資源部：雑排水の利用
http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/g_resources/resources01.html，2004.
- 15) 日本下水道協会：水道施設設計指針・解説、日本下水道協会，1990.
- 16) 東京都：事務事業評価票（広域中水道事業（多摩ニュータウン））
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUSA/2000/01/DATA/60A1JS00.PDF>，2004.
- 17) 那須良：有機残渣の循環系構築に向けた再資源化技術と収集システムの最適設計手法，京都大学学位論文，2001.
- 18) 江藤剛治・中西祐啓・栗田秀明：都市雨水貯留施設の水質改善および利水効果評価式の実用化、土木学会論文集、423/II-14，1990.
- 19) 住宅・都市整備公団 建築部：都市型総合水循環システムの実用化に関する研究報告書，1995.
- 20) 森山正和編：ヒートアイランドの対策と技術，学芸出版社，pp88-89，2004.
- 21) 広島県：環境配慮事例の概要
<http://www.pref.hiroshima.jp/eco/h/h2/gaidorain/image/kankyouhairyozirei/kentikuzirei40.pdf>
- 22) セキスイエクステリア WebSite：<http://ys21.jp/green/005.html>

- 23)国土交通省都市・地域整備局：中津市中心市街地活性化地区まちづくり事業計画
<http://www.mlit.go.jp/crd/machi/machiso/data/009nakatsusi.pdf>, 2002.
- 24)国土交通省関東地方整備局京浜工事事務所:鶴見川とその流域の再生ー流域水マスタープラン策定に向けた提言ー, 2002.
- 25)国土交通省：記者発表資料, 2005.
<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/04/040510/03.pdf>
- 26)貝塚編：東京湾の地形・地質と水, 築地書館, pp.16-17, 1993.
- 27)財団法人港湾空間高度化センター、港湾・海域環境研究所：港湾における干潟との共生マニュアル, 1998.
- 28)中田喜三郎, 畑恭子：沿岸干潟における浄化機能評価, 水環境学会誌, Vol. 17(3), pp158-166, 1994.
- 29) 青山裕晃, 鈴木輝明：干潟の水質浄化機能の定量的評価, 愛知県水産試験場研究報告, Vol. 3, pp17-28, 1996.
- 30) 千葉県土木部・千葉県企業庁：市川二期地区・京葉港二期地区計画に係る補足調査結果報告書現況編 I (物質循環と浄化機能), 1999.
- 31) 桑江朝比呂, 細川恭史, 木部英治, 中村由行：メスコスム実験による人工干潟の水質浄化機能の評価, 海岸工学論文集, Vol. 74, pp1096-1100, 2000.
- 32)飯泉仁：海草類の栄養塩取り込みについて, 月刊海洋, Vol.21, No.6, pp317-321, 1989.
- 33)生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会：生物の多様性分野の環境影響評価技術(Ⅱ)生態系アセスメントの進め方について 生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会中間報告書, 2000. <http://assess.eic.or.jp/houkokusho/tayousei0008/>
- 34)輪島毅, 有松健, 伊東永徳, 豊原哲彦, 吉澤忍, 福島朋彦：東京湾藻場分布調査ーアマモ場調査のまとめー, 日本海洋生物研究所 年報, pp31-37, 2004.
- 35)平塚純一, 山室真澄, 石飛裕：アマモ場利用法の再発見から見直される沿岸海草藻場の機能と修復・創生, 土木学会誌, vol.88, no.9, pp79-82, 2003.
- 36)岡山県事業評価監視委員会：岡山県公共事業の再評価について, 2005.
<http://www.pref.okayama.jp/doboku/kanri/saihyouka17.pdf>
- 37) 国土交通省：平成15年度予算に向けた事業評価等実施状況の概要
<http://www.mlit.go.jp/yosan/yosan03/ptyosan/05.pdf>
- 38) 中国新聞：里海いまみらい瀬戸内法 30 年, 2003.
<http://www.chugoku-np.co.jp/kikaku/satoumi/w031006.html>

5.2 水環境改善施策による効果の評価

5.2.1 流域水物質循環モデルによる水環境政策の評価

5.1 で示した水環境改善施策について、その効果とコスト及び社会への影響について評価する。ここでは、施策の特性を把握することを目的とするため、施策条件については、想定される最大限の条件で設定した。

以下の個々の施策評価については、東京湾に流入する全河川の河口（東京湾に直接排出する下水処理水を含む）における水質、流域全体についてはこれらを流量で重み付け平均した水質によることとした。

個々の施策評価の前に人口条件のみを5.1.2で設定した2030年予測人口により計算した場合の東京湾への流達負荷量と流量・流入水質の比較を行う。表-5.2.1.1が2000年における人口条件の場合、表-5.2.1.2が2030年における人口条件の場合の流域別の流達負荷量と流入量・流入水質である。多摩川や鶴見川流域では人口が微増しているため、流達負荷量が増加しているが、全体としては人口が微減のため流達負荷量は減少している。また生活系の取水に関して、人口減による他流域からの取水量が減ることにより、東京湾に流入する流量が減少している。また流入水質については人口減少による流達負荷量の減少によりわずかながら減少している。

5.1.2 で述べた通り、以下の施策検討においては2030年予測人口による評価を行う。

表- 5.2.1.1 2000年人口における流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.4	17.5	27.7	19.1	1.8	1.96	3.10	2.14	0.21
荒川	82.2	21.7	37.3	29.0	1.9	3.06	5.25	4.08	0.27
中川	65.8	27.2	45.1	28.6	2.2	4.79	7.93	5.03	0.39
隅田川	47.8	24.8	47.5	45.4	3.0	6.00	11.52	11.01	0.72
多摩川	53.5	19.5	36.8	30.0	2.3	4.21	7.97	6.49	0.49
鶴見川	14.4	7.2	12.4	8.8	0.8	5.78	10.00	7.06	0.67
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.4	5.2	2.8	0.3	1.36	2.10	1.13	0.12
その他残流域	29.0	9.8	19.5	11.8	1.1	3.93	7.80	4.72	0.44
処理場から湾直接放流	36.8	39.8	45.3	56.6	4.9	12.51	14.24	17.78	1.54
合計(水質は平均)	461.5	170.9	276.9	232.1	18.3	4.29	6.94	5.82	0.46

表- 5.2.1.2 2030年人口における流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	16.9	27.0	18.7	1.8	1.88	3.02	2.09	0.20
荒川	82.4	22.0	37.7	29.6	2.0	3.10	5.30	4.15	0.27
中川	64.2	25.4	42.6	26.9	2.1	4.57	7.68	4.85	0.38
隅田川	46.2	23.1	45.6	43.0	2.8	5.79	11.43	10.78	0.70
多摩川	54.6	20.7	38.2	31.5	2.4	4.40	8.10	6.67	0.50
鶴見川	14.5	7.3	12.6	8.9	0.8	5.82	10.04	7.13	0.67
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
その他残流域	28.8	9.4	19.0	11.4	1.1	3.77	7.64	4.59	0.43
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.2	168.5	273.4	229.8	18.1	4.24	6.88	5.78	0.45

(1) 下水道整備

1) 施策評価

下水道の整備は、生活系の汚濁負荷を削減する最も基本的な施策である。東京湾流域においては、東京湾およびその流域を排水域とするものとして、現在 119 の下水処理場がある。全ての下水処理計画区域の全域に対して整備されたと設定して計算を行ったところ、COD の低下は 0.3mg/l となる。現在、河川や下水処理場から東京湾に流出する COD 水質が 7mg/l 近くあることを考えると、既に東京湾流域圏では下水道整備が相当程度進んでいることもあり、必ずしも新規の下水道整備だけでは東京湾の大幅な水質改善に繋がらないことを示している。生活への影響としては、水洗化による衛生条件の向上、し尿処理の効率化等の生活環境の改善が見込まれる。下水道は後述する高度処理浄化槽に比べて整備費用が大きくなるが、水質管理が一元的、確実に行われること、高度処理技術の導入等が効率的に進められる利点がある。また、下水道の運営・維持・管理のための下水道料金が徴収される。

表- 5.2.1.3 下水道整備による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.6	14.7	24.8	17.8	1.7	1.64	2.77	1.99	0.19
荒川	82.3	20.0	35.7	29.1	1.9	2.81	5.02	4.10	0.26
中川	64.5	21.6	39.5	26.4	1.9	3.88	7.09	4.74	0.34
隅田川	46.4	22.3	45.0	43.3	2.8	5.56	11.22	10.82	0.70
多摩川	54.7	19.8	37.4	31.4	2.3	4.20	7.92	6.65	0.49
鶴見川	14.5	7.0	12.3	8.9	0.8	5.57	9.81	7.10	0.66
小櫃川養老川小糸川	28.6	2.7	4.5	2.4	0.3	1.10	1.82	0.99	0.11
その他残流域	28.5	7.3	16.9	10.5	0.9	2.95	6.88	4.27	0.38
処理場から湾直接放流	38.4	41.4	47.0	58.9	5.0	12.48	14.19	17.78	1.51
合計(水質は平均)	461.4	156.7	263.1	228.8	17.5	3.93	6.60	5.74	0.44

2) 施策実施のためのコスト

ここでは既存の下水道施設を用いてその処理規模を拡大する場合を想定する。その場合、必要なコストは①下水管渠の建設費と②二次処理施設の維持管理費の増分である。東京湾流域の下水道整備計画人口の内、未整備人口は約 200 万人であることから、5.1.3 の処理場の整備の費用関数をもとに概算を行った結果、

①各世帯について下水道管への接続するために必要な管渠を一人当たり 2.5m 必要と仮定すると、管径を 500mm とすると 5.1.3 の下水道整備に関する資料から

(管渠 1m 当たりの建設費) = $1.23 \times 10^{-5} \times 500^2 + 0.56 \times 10^{-3} \times 500 + 9.26 =$ 約 12.6 万円

より、下水道への接続に要する費用は

(下水道への接続に要する敷設費) = $200 \text{ 万} \times 2.5 \times 126,000 = 6,300 \text{ 億円}$

②下水処理場 1 箇所あたりの平均処理量が現状の $0.89 \text{ m}^3/\text{s} (=53.1 \text{ m}^3/\text{分} = 76 \text{ 千 m}^3/\text{日})$ から $0.96 \text{ m}^3/\text{s} (=57.6 \text{ m}^3/\text{分} = 83 \text{ 千 m}^3/\text{日})$ に増加することから、ポンプ施設および二次処理施設

の維持管理費の増分は

$$\text{(ポンプ施設の維持管理費の増分)} = 57.6^{0.69} \times (106.7/81.1) - 53.1^{0.69} \times (106.7/81.1) = 1.2$$

(百万円)

$$\text{(二次処理施設の維持管理費の増分)} = 0.96^{0.8102} \times 19.824 - 0.89^{0.8102} \times 19.824 = 45.2$$

(百万円)

あわせて1箇所当たり46.4百万円が年間の維持管理費として増加するので、119箇所では55億円の増加となる。

(2) 合流改善

1) 施策評価

東京湾流域の119の下水処理場の内、合流式の下水道は約6割の70箇所に上る。モデル上では合流式の下水道では日雨量が5mmを超過した場合は、超過分は汚水がそのまま排出されるとしているが、合流改善により全ての合流式の下水道が日雨量25mmまで処理場で処理されるものとする、CODの改善効果は0.5mg/lとなる。

表- 5.2.1.4 合流改善による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	16.7	26.9	18.7	1.8	1.86	3.00	2.08	0.20
荒川	82.4	19.2	36.1	29.0	1.9	2.69	5.07	4.07	0.26
中川	64.2	23.6	41.6	26.6	2.1	4.25	7.50	4.80	0.37
隅田川	46.2	17.1	41.9	41.6	2.6	4.29	10.50	10.43	0.66
多摩川	54.6	14.2	34.2	29.9	2.2	3.01	7.25	6.35	0.47
鶴見川	14.5	4.1	11.1	8.5	0.8	3.31	8.88	6.77	0.63
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
その他残流域	28.8	9.3	19.0	11.4	1.1	3.75	7.63	4.59	0.43
処理場から湾直接放流	37.2	22.7	36.9	53.7	4.5	7.08	11.49	16.74	1.39
合計(水質は平均)	460.2	129.9	252.5	222.0	17.2	3.27	6.35	5.58	0.43

2) 施策実施のためのコスト

東京都内の整備に要する費用を算出し、それを1処理場当たりの費用に均等割して東京湾流域全体の総コストとして評価する。合流改善には①8mm相当の雨水貯留池の設置、さらに②25mm降雨にまで対応するためにRTCを導入する必要がある。東京都の処理区域面積（雨水吐101カ所、ポンプ排水60カ所の合計161カ所）46,424haで8mm相当の貯留量になるので、3,713,920m³の貯留池が必要となることから、雨水貯留池の単価7.1万円/m³を用い、雨水貯留池を整備するための総事業費は

$$(\text{雨水貯留池整備費}) = 3,713,920 \times 7.1 \text{ 万円/m}^3 = \underline{2,630 \text{ 億円}}$$

となる。一方、RTCの導入はポンプ排水区60カ所、19,788.91haに適用可能である。25mm対応の運転が可能であれば、19,788.91ha×25mm=49,472,000m³に対応可能である。RTCを整備する総事業費は1カ所あたり700百万円より、

$$(\text{RTC整備費}) = 60 \times 700 \text{ 百万円} = \underline{420 \text{ 億円}}$$

都内に下水処理場が21施設あることから、119の下水処理場では

$$(2,630 \text{ 億円} + 420 \text{ 億円}) \times 119/21 = 1 \text{ 兆 } 7280 \text{ 億円}$$

となり、多額の経費を要するが、下水道整備率が100%に近い東京圏周辺の水環境改善には一定の効果があると言える。

(3) 下水の高度処理化

1) 施策評価

古くから稼働している下水処理場では排水水質が高い傾向にある。全ての処理場からの排水水質を BOD, COD, T-N は 8.0mg/l、T-P は 0.4mg/l とした場合（これを下回る水質で排出されている場合は現況のままとする）、COD の改善効果は 0.8mg/l となる。

表- 5.2.1.5 下水の高度処理化による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	16.7	26.8	18.3	1.7	1.87	2.99	2.04	0.19
荒川	82.4	22.0	33.9	22.9	1.7	3.08	4.75	3.21	0.24
中川	64.2	24.3	38.1	22.9	1.9	4.39	6.87	4.14	0.35
隅田川	46.2	22.6	40.0	26.9	1.7	5.66	10.03	6.74	0.44
多摩川	54.6	19.4	35.2	22.0	1.6	4.12	7.47	4.67	0.33
鶴見川	14.5	7.3	12.1	7.5	0.5	5.82	9.68	6.01	0.42
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
その他残流域	28.8	9.4	18.8	11.0	1.0	3.77	7.57	4.42	0.39
処理場から湾直接放流	37.2	33.6	32.1	27.4	1.4	10.46	9.99	8.55	0.44
合計(水質は平均)	460.2	158.3	241.9	161.6	11.9	3.98	6.08	4.06	0.30

2) 施策実施のためのコスト

5.1.3 の下水道の高度処理施設の建設費および維持管理費の費用関数をもとに、嫌気・無酸素・好気法処理施設の場合について概算を行う。現状の処理場 1 箇所あたりの平均処理量が 0.89m³/s(=76 千 m³/日) (下水道整備区域全域に整備後 0.96m³/s(=83 千 m³/日)) であることから

$$(\text{凝集沈殿処理施設の建設費}) = 54.127 \times 76^{0.6703} \times (106.7/105.1) = \text{約 } 10.0 \text{ 億円}$$

$$(\text{急速ろ過処理施設の建設費}) = 353.14 \times 76^{0.4646} \times (106.7/105.1) = \text{約 } 268.2 \text{ 億円}$$

$$(\text{活性炭吸着処理施設の建設費}) = 570.2 \times 76^{0.5307} \times (106.7/105.1) = \text{約 } 576.6 \text{ 億円}$$

$$(\text{凝集沈殿処理施設の維持管理費}) = 1.1559 \times 76^{0.9945} \times (106.7/105.1) = \text{約 } 0.87 \text{ 億円}$$

$$(\text{急速ろ過処理施設の維持管理費}) = 0.9075 \times 76^{0.9220} \times (106.7/105.1) = \text{約 } 0.50 \text{ 億円}$$

$$(\text{活性炭吸着処理施設の維持管理費}) = 3.0904 \times 76^{0.9159} \times (106.7/105.1) = \text{約 } 1.65 \text{ 億円}$$

となる。119 の下水処理場のうち、既に高度下水処理施設が供用されているのが 2002 年度末で 30 箇所¹⁾、2004 年度末で 34 箇所²⁾である。上記の水質条件を既に満たしている下水処理場は 1 つもないが、ここでは残りの 85 箇所について新たに高度処理施設を整備するものとする、

$$(\text{高度下水処理施設の建設費}) = (10.0 + 268.2 + 576.6) \text{ 億円} \times 85 = \text{約 } 7270 \text{ 億円}$$

$$(\text{高度下水処理施設の維持管理費}) = (0.87 + 0.50 + 1.65) \text{ 億円} \times 85 = \text{約 } 260 \text{ 億円}$$

が必要である。

(4) 単独浄化槽の合併処理化

1) 施策評価

既設の単独処理浄化槽を合併処理浄化槽に転換した場合、生活雑排水が処理されて排出されるために、CODは0.4mg/l低下する。

表- 5.2.1.6 単独処理浄化槽の合併処理化による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	13.2	23.8	18.1	1.8	1.47	2.65	2.02	0.20
荒川	82.4	17.8	34.1	28.8	1.9	2.49	4.79	4.05	0.27
中川	64.2	18.7	36.7	25.7	2.1	3.37	6.62	4.64	0.38
隅田川	46.2	22.3	44.9	42.9	2.8	5.59	11.26	10.75	0.70
多摩川	54.6	19.4	37.1	31.3	2.4	4.10	7.86	6.62	0.50
鶴見川	14.5	7.0	12.3	8.9	0.8	5.61	9.86	7.10	0.67
小櫃川養老川小糸川	28.7	2.4	4.3	2.5	0.3	0.95	1.73	1.01	0.12
その他残流域	28.8	7.7	17.6	11.2	1.1	3.10	7.10	4.49	0.43
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.2	149.2	256.6	226.5	18.0	3.75	6.45	5.70	0.45

2) 施策実施のためのコスト

東京湾流域で単独浄化槽人口は約300万人であり、合併浄化槽(16~20人槽)の設置費は326.4万円であることから東京湾流域全域に単独浄化槽から合併処理浄化槽に転換すると仮定すると、

(合併浄化槽の整備費) = 326.4万円 × (300万人/20人) = 約4900億円
の費用が必要である。また単独浄化槽の撤去費は20万円かかることから

(単独浄化槽の撤去費) = 20万円 × (300万人/20人) = 約300億円
の費用が必要である。

さらに維持管理費として

(合併浄化槽の維持管理費) = 6万円 × (300万人/20人) = 約90億円
の費用が毎年必要である。

(5) 高度処理合併浄化槽の整備

1) 施策評価

高度処理合併浄化槽は、COD の他、特にリンについて浄化機能の乏しかった合併処理浄化槽の浄化機能を向上させたものであり、下水道を補完するものとして期待されている。5.1.3 の高度処理合併浄化槽に関する資料から排出負荷量は BOD、COD、T-N は 2.5g/人日、T-P は 0.25g/人日と設定する。下水道整備区域外の人口全てに対して高度処理合併浄化槽が整備されたとして計算を行ったところ、COD の低下は 0.5mg/l となった。

表- 5.2.1.7 高度処理合併浄化槽の整備による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	13.1	23.0	17.1	1.6	1.46	2.57	1.91	0.18
荒川	82.4	17.6	33.2	27.7	1.7	2.48	4.66	3.89	0.24
中川	64.2	18.5	35.3	24.0	1.8	3.34	6.37	4.33	0.32
隅田川	46.2	22.3	44.7	42.7	2.8	5.59	11.22	10.70	0.69
多摩川	54.6	19.3	36.8	30.9	2.3	4.10	7.80	6.55	0.48
鶴見川	14.5	7.0	12.3	8.8	0.8	5.60	9.82	7.04	0.66
小櫃川養老川小糸川	28.7	2.3	4.1	2.3	0.3	0.95	1.67	0.94	0.10
その他残流域	28.8	7.7	17.3	10.7	1.0	3.08	6.95	4.30	0.39
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.2	148.6	252.6	221.5	17.1	3.74	6.35	5.57	0.43

2) 施策実施のためのコスト

下水道整備区域外に居住する人口は約 530 万人である。高度合併処理浄化槽の整備費用としては、約 130 万円（5 人槽の場合）であることから、全体では

（高度合併処理浄化槽の整備費用）＝130 万円/5 人×530 万人＝1 兆 3780 億円となる。

さらに浄化機能の維持のためには、固形物の除去等の定期的な維持管理作業が必要となり、1 基当たり毎年 12 万円程度が必要になると想定されることから流域全体では

（高度合併処理浄化槽の維持管理費用）＝12 万円/5 人×530 万人＝1270 億円が毎年必要となる。

(6) 透水性・保水性舗装の整備

1) 施策評価

流域内の道路面が全て透水性・保水性舗装されたとして計算を行ったところ、COD の低下は 0.1mg/l であり、水質改善効果に大きな期待はできないことが分かる。

表- 5.2.1.8 透水性・保水性舗装の整備による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.8	16.9	26.9	18.6	1.8	1.88	3.00	2.08	0.20
荒川	82.4	22.0	37.3	29.4	1.9	3.08	5.24	4.12	0.27
中川	64.3	25.3	42.2	26.8	2.1	4.55	7.60	4.82	0.37
隅田川	46.2	23.0	44.7	42.6	2.8	5.77	11.22	10.68	0.69
多摩川	54.6	20.6	37.6	31.2	2.3	4.38	7.97	6.61	0.49
鶴見川	14.5	7.2	12.2	8.8	0.8	5.78	9.78	7.00	0.66
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
その他残流域	28.8	9.3	18.7	11.3	1.0	3.74	7.50	4.52	0.42
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.3	168.0	270.2	228.4	17.9	4.22	6.79	5.74	0.45

2) 施策実施のためのコスト

透水性舗装は都市洪水の緩和やヒートアイランド現象の抑制効果を有するが、整備単価については、1m²当たり 9000 円とした場合、流域内の道路面積率を 6%と設定した場合、道路面積 160km²を整備するには

(透水性舗装の整備費) = 9000 円/ m² × 160km² × 10⁶ = 約 1 兆 4000 億円
と効果に対して高額のコストが必要となる。

(7) 環境保全型ライフスタイルの転換

1) 施策評価

「環境保全型ライフスタイルの転換」流域住民の生活から発生する汚濁負荷そのものの削減を図るものであり、流域全住民が水使用量として約 36%、負荷量として BOD,COD : 28%、T-N : 30%、T-P : 20%の削減を行うと仮定したところ、COD の削減効果は 0.9mg/l となった。

表- 5.2.1.9 環境保全型ライフスタイルの転換による
流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	114.2	16.9	27.5	19.7	1.9	1.71	2.79	2.00	0.19
荒川	80.5	17.8	32.8	25.4	1.8	2.56	4.72	3.66	0.25
中川	59.7	19.5	34.9	22.5	1.8	3.77	6.77	4.37	0.36
隅田川	38.5	16.8	37.0	31.7	2.1	5.07	11.14	9.55	0.64
多摩川	52.8	15.7	32.1	24.4	1.9	3.43	7.03	5.36	0.41
鶴見川	12.6	5.3	10.5	7.0	0.7	4.92	9.66	6.44	0.60
小櫃川養老川小糸川	28.7	2.7	4.5	2.6	0.3	1.09	1.83	1.04	0.11
その他残流域	28.9	8.6	18.2	11.1	1.0	3.43	7.27	4.43	0.40
処理場から湾直接放流	23.8	26.1	29.3	36.6	3.1	12.69	14.27	17.83	1.53
合計(水質は平均)	439.6	129.4	226.8	181.1	14.6	3.41	5.97	4.77	0.38

2) 施策実施のためのコスト

生活系の汚濁負荷量が多い東京湾流域では水質改善効果は高く、また対策費用が不要であり、省資源や下水処理場や浄化槽における処理費用の削減にも寄与し、処理施設への負担の軽減という副次的効果が得られる他、東京湾の水環境改善に対する啓発的な取り組みとなることも考えられる。

(8) 環境保全型農業

1) 施策評価

面源対策として過剰施肥を削減し、肥料の水域への流出を抑制するものである。流域内の全ての農地で完全に汚濁負荷の流出が抑止されると仮定したところ、COD の低下は0.2mg/l と評価された。

表- 5.2.1.10 環境保全型農業の実施による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	16.8	25.4	15.6	1.7	1.87	2.83	1.74	0.19
荒川	82.4	22.0	36.5	26.6	1.9	3.09	5.13	3.74	0.27
中川	64.2	25.0	39.2	24.6	2.0	4.51	7.07	4.44	0.36
隅田川	46.2	23.1	45.5	42.2	2.8	5.79	11.41	10.59	0.70
多摩川	54.6	20.7	38.2	31.3	2.4	4.39	8.10	6.63	0.50
鶴見川	14.5	7.3	12.5	8.9	0.8	5.82	10.03	7.09	0.67
小櫃川養老川小糸川	28.7	2.8	3.7	2.1	0.3	1.14	1.51	0.83	0.10
その他残流域	28.8	9.3	18.6	11.0	1.0	3.75	7.50	4.42	0.42
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.2	167.8	265.5	219.5	17.8	4.22	6.68	5.52	0.45

2) 施策実施のためのコスト

この施肥量の設定は極端な設定であるが、施策の実行においては農作物の質や産出量に影響が生じるリスクや、施肥における作業増加や農作物の質の低下や収量の減少等のリスクを伴う。この施策は特定の分野に負担を生じさせるため、公平性の観点から助成制度や不作時の収入補填等の制度を設ける必要がある。

(9) 下水処理水の再利用（中水道の整備）

1) 施策評価

下水処理水の排水水質は放流水域の水質より通常劣るため、下水処理水を再利用し、水域への排出量を削減すれば、その分水域の水質改善が図られる。現在の処理水の10%が再利用されると仮定して計算を行ったところ、CODの低下は0.2mg/lとなる。

表- 5.2.1.11 下水処理水の再利用による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	106.4	17.4	27.6	19.1	1.8	1.89	3.00	2.07	0.20
荒川	82.1	21.7	37.2	28.9	1.9	3.05	5.25	4.07	0.27
中川	63.3	24.7	41.6	26.1	2.1	4.52	7.60	4.77	0.38
隅田川	44.2	21.5	43.5	40.2	2.6	5.64	11.39	10.52	0.69
多摩川	53.9	19.6	36.8	29.6	2.2	4.20	7.89	6.36	0.48
鶴見川	14.0	6.8	12.0	8.4	0.8	5.63	9.98	6.96	0.66
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
その他残流域	28.8	9.4	19.0	11.4	1.1	3.78	7.63	4.57	0.43
処理場から湾直接放流	33.7	36.8	41.5	51.8	4.4	12.65	14.26	17.82	1.52
合計(水質は平均)	455.0	160.9	264.0	218.0	17.2	4.09	6.71	5.55	0.44

2) 施策実施のためのコスト

処理水の系統的な利用を図るためには中水道の整備等が必要となるが、多摩市の中水道整備事業の例から単価を170万円/m³/日と設定し、東京湾流域での整備費用を概算する。現状の処理場1箇所あたりの平均処理量が0.89m³/s(=76千m³/日)(下水道整備区域全域に整備後0.96m³/s(=83千m³/日))であることから、

(中水道整備費) = 170万円/m³ × 76千m³ × 10% × 119 = 15兆4700億円となる。

(10) 家畜し尿の農地還元

1) 施策評価

家畜の不適切な処置による水域への流出を防止するものであり、流域内の畜産全てについて対策を講じた場合、CODの低下は0.2mg/lとなった。

表- 5.2.1.12 家畜し尿の農地還元による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	13.9	24.5	17.4	1.4	1.55	2.74	1.94	0.16
荒川	82.4	21.5	37.3	29.3	1.9	3.02	5.24	4.12	0.27
中川	64.2	24.0	41.6	26.4	1.9	4.33	7.49	4.77	0.35
隅田川	46.2	22.8	45.4	42.9	2.8	5.72	11.38	10.76	0.69
多摩川	54.6	20.6	38.1	31.4	2.3	4.37	8.08	6.65	0.50
鶴見川	14.5	7.0	12.4	8.8	0.8	5.62	9.90	7.06	0.65
小櫃川養老川小糸川	28.7	2.1	4.2	2.2	0.2	0.87	1.68	0.89	0.08
その他残流域	28.8	8.9	18.6	11.2	1.0	3.57	7.49	4.51	0.40
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.2	161.6	267.8	226.9	17.2	4.06	6.74	5.71	0.43

2) 施策実施のためのコスト

家畜し尿のコンポスト化を進めるために500箇所の施設を整備すると仮定した場合、流域に飼養している牛は約214千頭、豚は863千頭であり、排出する糞尿の原単位を流総指針(H11版)から牛は31kg/頭・日、豚は6.7kg/頭・日であることから流域全体で牛は6634t/日、豚は5782t/日となる。500箇所で均等割して施設購入費と運用費を算出すると

$$(\text{施設購入費}) = 128.76 \times 1,000,000 \times ((6634 + 5782) / 500)^{0.6528} \times 500 = \text{約 } 5240 \text{ 億円}$$

$$(\text{運用費}) = 1.978 \times 1,000,000 \times ((6634 + 5782) / 500)^{0.9117} \times 500 = \text{約 } 185 \text{ 億円}$$

が必要となる。また、家畜し尿の再利用には、家畜し尿の保管・堆肥化等のための施設整備、流通システム等の整備が必要となり、畜産業者への助成制度等も必要になると考えられる。また、家畜し尿の再利用に伴う、悪臭、農作物への病原菌の付着、再利用システムの採算性等の問題も懸念される。

(11) 各戸雨水貯留・浸透施設の設置（屋上緑化）

1) 施策評価

雨水貯留施設は雨水を貯留し都市洪水を緩和することを目的とするが、雨水流出の抑制に伴い汚濁負荷流出の抑制を期待できる。全ての家屋（建坪率 50%）が施設整備を行ったと仮定して計算を行ったところ、COD の低下は 0.4mg/l である。

表- 5.2.1.13 各戸雨水貯留・浸透施設の設置による
流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	16.8	26.1	18.3	1.8	1.87	2.92	2.04	0.20
荒川	82.5	21.8	35.8	28.7	1.9	3.06	5.03	4.03	0.26
中川	64.4	25.0	41.0	26.2	2.0	4.50	7.37	4.71	0.36
隅田川	46.2	22.9	41.4	41.2	2.6	5.73	10.37	10.33	0.65
多摩川	54.6	20.5	34.8	29.9	2.2	4.35	7.38	6.35	0.46
鶴見川	14.5	7.2	10.9	8.1	0.8	5.76	8.75	6.52	0.62
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.21	1.93	1.04	0.12
その他残流域	28.8	9.1	17.3	10.7	1.0	3.65	6.96	4.28	0.40
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.4	167.0	258.0	223.0	17.4	4.20	6.49	5.61	0.44

2) 施策実施のためのコスト

雨水貯留施設の一般的な整備単価は 1 戸につき 6 万円であることより、1 戸当たりの居住人数を 3 人と仮定して費用を概算すると、

$$(\text{雨水貯留施設整備費}) = 2,900 \text{ 万人} / 3 \text{ 人/世帯} \times 6 \text{ 万円} = \text{約 } 5800 \text{ 億円}$$

となる。また、屋上緑化（地被植物）の場合大凡 1 万円/m² のコストを要することから、市街地のうち 94% が建物用地（建坪率 50%）と設定した場合、建物用地面積は 2570km² であることから

$$(\text{屋上緑化整備費}) = 1 \text{ 万円/m}^2 \times 2570 \times 10^6 \times 0.5 = \text{約 } 12 \text{ 兆 } 8000 \text{ 億円}$$

と巨額の費用が必要である。

(12) 市街地の緑地化・堤外地も含めた河川沿いの緑地化

1) 施策評価

市街地の3割を緑地化し、さらに多摩川と荒川の両岸500mを緑地化した場合、CODは0.2mg/l低下する。

表- 5.2.1.14 市街地の緑地化・河川沿いの緑地化による
流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	16.7	26.2	18.5	1.7	1.87	2.92	2.06	0.19
荒川	82.5	22.0	35.3	28.2	1.9	3.08	4.95	3.96	0.26
中川	64.2	25.2	41.8	26.7	2.1	4.55	7.52	4.81	0.37
隅田川	46.2	23.0	44.8	42.9	2.8	5.77	11.23	10.76	0.69
多摩川	54.6	20.6	36.1	30.6	2.3	4.38	7.65	6.48	0.48
鶴見川	14.5	7.2	11.7	8.6	0.8	5.78	9.36	6.88	0.65
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.7	2.6	0.3	1.21	1.90	1.03	0.11
その他残流域	28.8	9.2	17.9	11.0	1.0	3.69	7.19	4.43	0.41
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.3	167.8	264.1	226.3	17.7	4.22	6.64	5.69	0.44

2) 施策実施のためのコスト

植樹に要する費用は1m²につき3000円であることから、市街地(約2740km²)の3割を緑化する場合のコストは

$$(\text{市街地の植樹費用}) = 3000 \text{ 円/m}^2 \times 2730 \times 10^6 \times 0.3 = \text{約} 2 \text{ 兆} 4500 \text{ 億円}$$

と巨額の費用を要する(河川沿いの緑化については5.1.3で述べたとおり計上しない)。低層密集住宅から高層住宅への転居費用など見積もるのは容易ではないが、リノベーションと一体となって効率的に進めるよう、都市構造の改変に向けた施策誘導により市街地の緑地化が効率的に図られることが期待される。

(13) 調整池の整備

1) 施策評価

調整池は不浸透化した市街地に初期降雨を貯留することにより都市洪水を緩和すると同時に降雨時の汚濁負荷流出の抑制も目指すものである。調整池を公共施設および中高層住宅について 600 m³/ha (60,000m³/km²)確保することとし、これらが市街地に占める面積が1割と仮定して、パラメータを設定したところ、CODは0.1mg/l改善した。

表- 5.2.1.15 調整池の整備による流域別の流達負荷量と流入量・流入水質

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川江戸川	103.7	16.4	26.3	18.3	1.7	1.83	2.94	2.04	0.19
荒川	82.5	21.5	37.2	29.2	1.9	3.01	5.22	4.10	0.27
中川	64.4	24.6	41.6	26.4	2.1	4.43	7.48	4.75	0.37
隅田川	46.2	22.7	45.6	42.9	2.8	5.68	11.42	10.75	0.70
多摩川	54.6	20.5	38.1	31.4	2.4	4.35	8.09	6.65	0.50
鶴見川	14.5	7.2	12.4	8.8	0.8	5.76	9.94	7.08	0.67
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.7	2.5	0.3	1.19	1.90	1.03	0.11
その他残流域	28.9	8.6	17.6	10.7	1.0	3.45	7.06	4.28	0.40
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.6	165.2	269.4	227.6	17.9	4.15	6.77	5.72	0.45

2) 施策実施のためのコスト

調整池を公共施設および中高層住宅について確保することとし、これらが市街地に占める面積が1割と仮定すると、市街地メッシュが2,741あることから、

$$(\text{確保すべき調整池の容積}) = 2,741\text{km}^2 \times 0.1 \times 60,000\text{m}^3/\text{km}^2 = \text{約 } 1640 \text{ 万 m}^3$$

の調整池を確保する必要がある。調整池の一般的な整備単価が1m²あたり5万円(深さ3mの場合)であることから費用を概算すると

$$(\text{調整池の整備費}) = 1640 \text{ 万 m}^3 \div 3\text{m} \times 5 \text{ 万円/m}^2 = \text{約 } 2700 \text{ 億円}$$

となる。用地費を含んでいないので居住地の高層化や公共施設の建て替え等の機会に応じて調整池が確保されていくよう、法整備を進めることも1つの方向性である。

(14) 干潟・アマモ場の造成(東京湾)

1) 施策評価

東京湾沿岸の中からいなげの浜、幕張の浜を人工干潟として再生した場合について検討した。水質の改善効果については、後述する東京湾での施策評価において説明する。

2) 施策実施のためのコスト

人工干潟の一般的な整備単価が1m²あたり14000円であることから、再生するいなげの浜、幕張の浜の面積は7.5km²と設定しているので、

$$(\text{人工干潟の造成費}) = 14000 \text{ 円/1m}^2 \times 7.5\text{km}^2 \times 10^6 = 1050 \text{ 億円が必要である。}$$

(15) 河川別の施策実施による効果の評価

個別施策実施による東京湾流達ベースの汚濁負荷量・水質の削減効果を河川ごとに整理したものを図- 5.2.1.1 (1)～(7)、表- 5.2.1.16 (1)～(7)に示す。表- 5.2.1.16は各河川の河口部における年平均流量と平均負荷量を示したものである。

水循環に影響を及ぼさない施策については負荷量が削減されるのみであるのは各河川共通である。その一方で、水循環に変化を与える施策については河川毎に特徴がある。とりわけ、環境保全型ライフスタイルの転換や下水処理水の再利用においては、生活系水利用が大きく減少するために、首都圏に水を供給する利根川・江戸川においては流量が増加し、利根川から給水を受ける流域では流量が減少する。また、透水・保水性舗装の実施、各戸雨水貯留・浸透施設の設置、市街地の緑地化、調整池の整備のような透水性の高い土地利用形態にする施策の実施により、最大流量の減少や最小流量の増加が施策効果として表れるが、年平均流量、平均水質としては大きな変化はない。

河川別の施策効果について次ページ以降に考察するとおり、流域により水物質循環の改善効果は多様であり、個々の流域で最適な施策実施の選択において本成果が有効ではないかと考えられる。

○ 利根川・江戸川

高度処理合併浄化槽の整備を行うことによる改善効果が大きい（特に BOD,COD）。また、利根川流域には田・畑は多く分布していることから、環境保全型農業を行うことによる T-N の改善効果、および家畜し尿の農地還元を行うことによる T-P の改善効果も大きくなっている。流量は、環境保全型ライフスタイルの転換、下水処理水の再利用の実施により、他流域への大規模取水が減少することにより、利根川・江戸川の流量が増加する。

表- 5.2.1.16 (1) 個別施策実施による東京湾流達ベース汚濁負荷量削減効果(利根川・江戸川)

江戸川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
現況再現(2030年)	103.7	16.9	27.0	18.7	1.78	1.88	3.02	2.09	0.20
下水道整備	103.6	14.7	24.8	17.8	1.67	1.64	2.77	1.99	0.19
合流改善	103.7	16.7	26.9	18.7	1.77	1.86	3.00	2.08	0.20
下水の高度処理化	103.7	16.7	26.8	18.3	1.72	1.87	2.99	2.04	0.19
単独浄化槽の合併処理化	103.7	13.2	23.8	18.1	1.77	1.47	2.65	2.02	0.20
高度合併浄化槽の整備	103.7	13.1	23.0	17.1	1.58	1.46	2.57	1.91	0.18
透水・保水性舗装の整備	103.8	16.9	26.9	18.6	1.78	1.88	3.00	2.08	0.20
環境保全型ライフスタイルの転換	114.2	16.9	27.5	19.7	1.91	1.71	2.79	2.00	0.19
環境保全型農業	103.7	16.8	25.4	15.6	1.72	1.87	2.83	1.74	0.19
下水処理水の再利用	106.4	17.4	27.6	19.1	1.82	1.89	3.00	2.07	0.20
家畜し尿の農地還元	103.7	13.9	24.5	17.4	1.40	1.55	2.74	1.94	0.16
各戸雨水貯留・浸透施設の設置	103.7	16.8	26.1	18.3	1.76	1.87	2.92	2.04	0.20
市街地の緑地化	103.7	16.7	26.2	18.5	1.74	1.87	2.92	2.06	0.19
調整池の整備	103.7	16.4	26.3	18.3	1.74	1.83	2.94	2.04	0.19

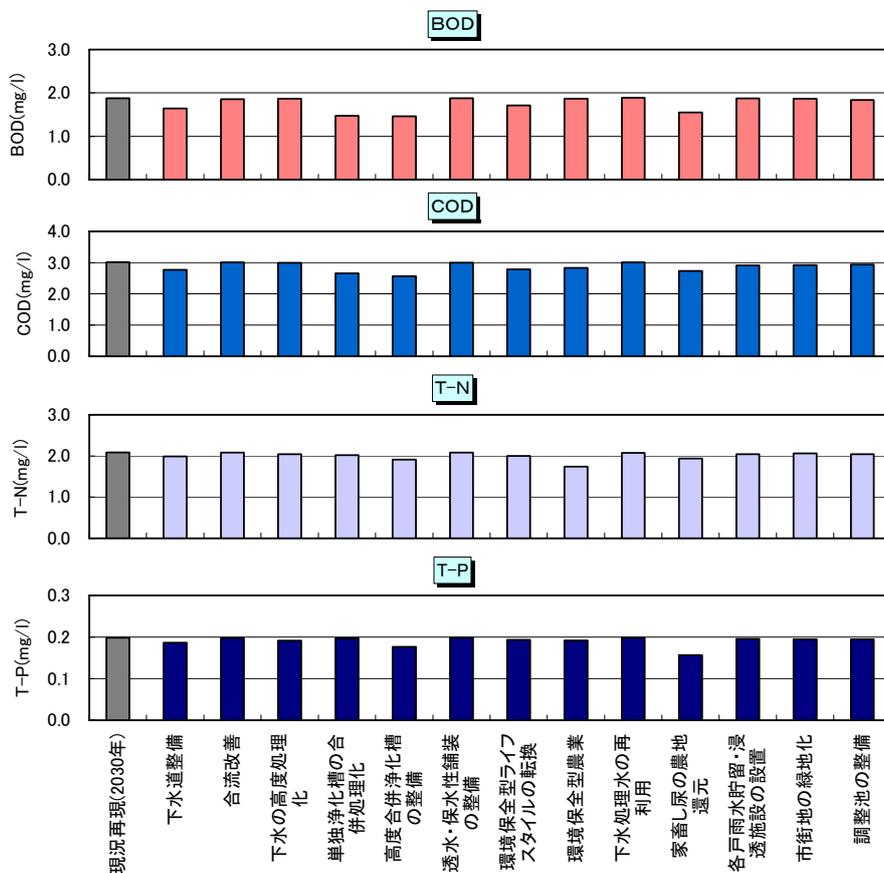


図- 5.2.1.1 (1) 個別施策実施による東京湾流入水質改善効果(利根川・江戸川)

○ 荒川

高度処理合併浄化槽の整備を行うことによる改善効果大きい（特に BOD,COD）。また、下水道の高度処理化を行うことによる T-N、T-P の改善効果も大きくなっている。流量は、環境保全型ライフスタイルの転換、下水処理水の再利用の実施により、利根大堰から取水量が減少することにより、荒川の流量が減少する（以下の河川についても同様）。

表- 5.2.1.16 (2) 個別施策実施による東京湾流達ベース汚濁負荷量削減効果(荒川)

荒川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
現況再現(2030年)	82.4	22.0	37.7	29.6	2.0	3.10	5.30	4.15	0.27
下水道整備	82.3	20.0	35.7	29.1	1.9	2.81	5.02	4.10	0.26
合流改善	82.4	19.2	36.1	29.0	1.9	2.69	5.07	4.07	0.26
下水の高度処理化	82.4	22.0	33.9	22.9	1.7	3.08	4.75	3.21	0.24
単独浄化槽の合併処理化	82.4	17.8	34.1	28.8	1.9	2.49	4.79	4.05	0.27
高度合併浄化槽の整備	82.4	17.6	33.2	27.7	1.7	2.48	4.66	3.89	0.24
透水・保水性舗装の整備	82.4	22.0	37.3	29.4	1.9	3.08	5.24	4.12	0.27
環境保全型ライフスタイルの転換	80.5	17.8	32.8	25.4	1.8	2.56	4.72	3.66	0.25
環境保全型農業	82.4	22.0	36.5	26.6	1.9	3.09	5.13	3.74	0.27
下水処理水の再利用	82.1	21.7	37.2	28.9	1.9	3.05	5.25	4.07	0.27
家畜し尿の農地還元	82.4	21.5	37.3	29.3	1.9	3.02	5.24	4.12	0.27
各戸雨水貯留・浸透施設の設置	82.5	21.8	35.8	28.7	1.9	3.06	5.03	4.03	0.26
市街地の緑地化	82.5	22.0	35.3	28.2	1.9	3.08	4.95	3.96	0.26
調整池の整備	82.5	21.5	37.2	29.2	1.9	3.01	5.22	4.10	0.27

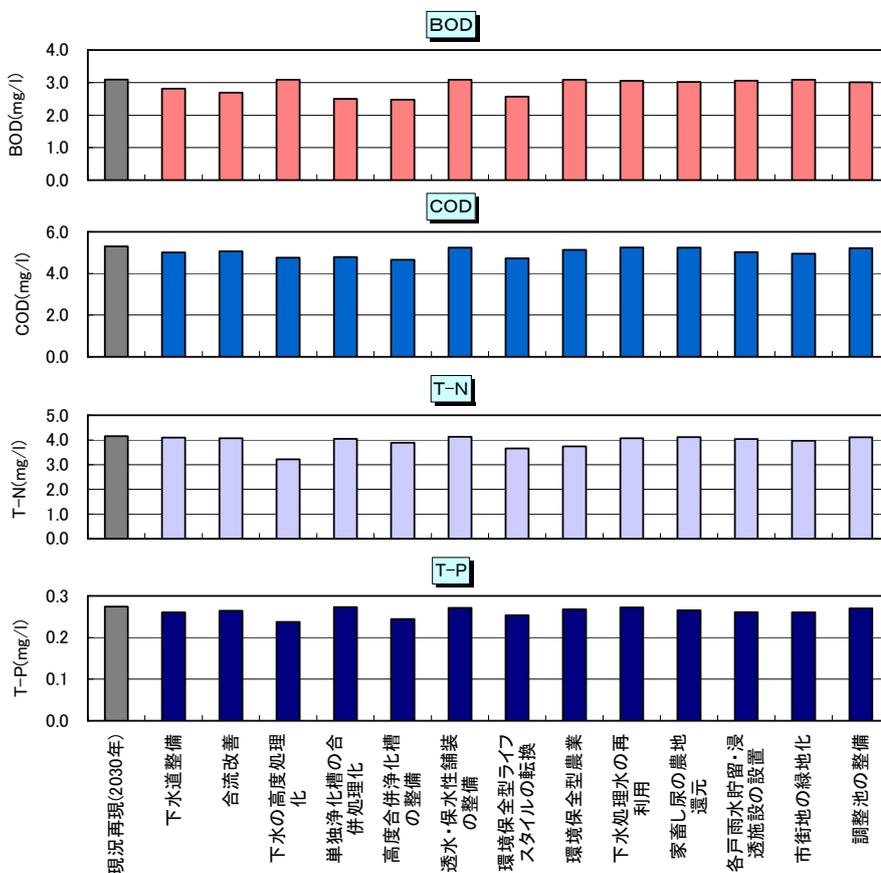


図- 5.2.1.1 (2) 個別施策実施による東京湾流入水質改善効果(荒川)

○ 中川

高度処理合併浄化槽の整備を行うことによる改善効果大きい。また、BOD、COD については単独浄化槽の合併処理化、T-N については環境保全型ライフスタイルへの転換および下水道の高度処理化、T-P については下水道整備を行うことによる改善効果も大きくなっている。

表- 5.2.1.16 (3) 個別施策実施による東京湾流達ベース汚濁負荷量削減効果(中川)

中川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
現況再現(2030年)	64.2	25.4	42.6	26.9	2.1	4.57	7.68	4.85	0.38
下水道整備	64.5	21.6	39.5	26.4	1.9	3.88	7.09	4.74	0.34
合流改善	64.2	23.6	41.6	26.6	2.1	4.25	7.50	4.80	0.37
下水の高度処理化	64.2	24.3	38.1	22.9	1.9	4.39	6.87	4.14	0.35
単独浄化槽の合併処理化	64.2	18.7	36.7	25.7	2.1	3.37	6.62	4.64	0.38
高度合併浄化槽の整備	64.2	18.5	35.3	24.0	1.8	3.34	6.37	4.33	0.32
透水・保水性舗装の整備	64.3	25.3	42.2	26.8	2.1	4.55	7.60	4.82	0.37
環境保全型ライフスタイルの転換	59.7	19.5	34.9	22.5	1.8	3.77	6.77	4.37	0.36
環境保全型農業	64.2	25.0	39.2	24.6	2.0	4.51	7.07	4.44	0.36
下水処理水の再利用	63.3	24.7	41.6	26.1	2.1	4.52	7.60	4.77	0.38
家畜し尿の農地還元	64.2	24.0	41.6	26.4	1.9	4.33	7.49	4.77	0.35
各戸雨水貯留・浸透施設の設置	64.4	25.0	41.0	26.2	2.0	4.50	7.37	4.71	0.36
市街地の緑地化	64.2	25.2	41.8	26.7	2.1	4.55	7.52	4.81	0.37
調整池の整備	64.4	24.6	41.6	26.4	2.1	4.43	7.48	4.75	0.37

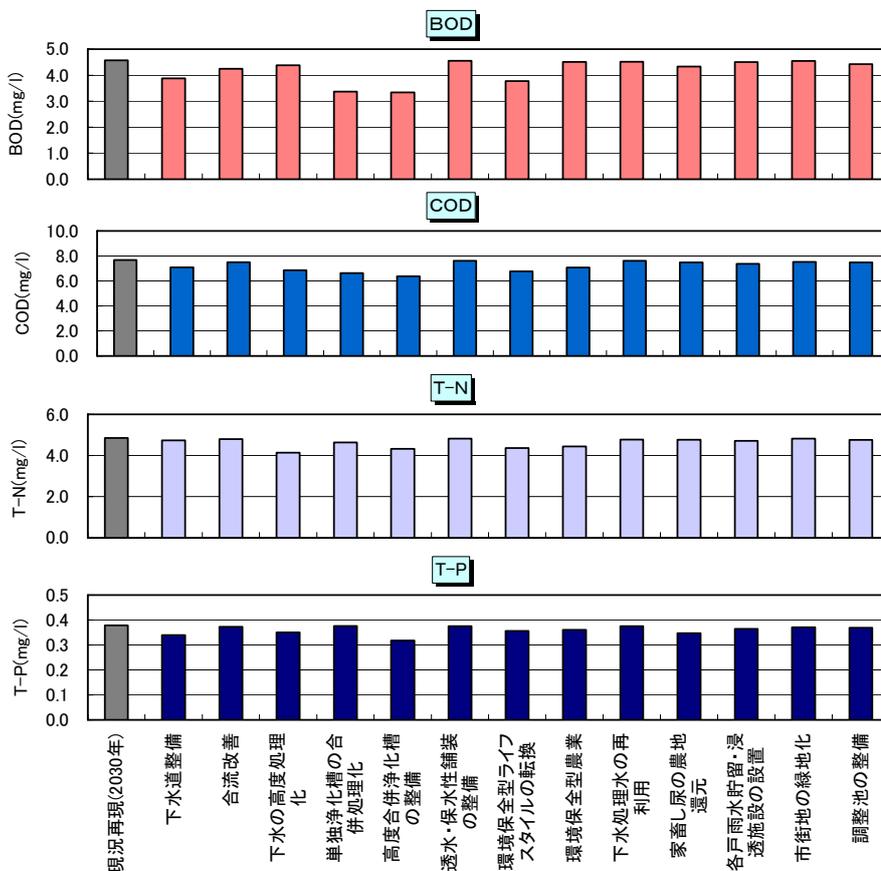


図- 5.2.1.1 (3) 個別施策実施による東京湾流入水質改善効果(中川)

○ 隅田川

流域内に合流式下水道が多いため、合流改善(特に BOD、COD)、および下水道の高度処理化(特に COD、T-N、T-P)を行うことによる改善効果が大きくなっている。

表- 5.2.1.16 (4) 個別施策実施による東京湾流達ベース汚濁負荷量削減効果(隅田川)

隅田川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
現況再現(2030年)	46.2	23.1	45.6	43.0	2.8	5.79	11.43	10.78	0.70
下水道整備	46.4	22.3	45.0	43.3	2.8	5.56	11.22	10.82	0.70
合流改善	46.2	17.1	41.9	41.6	2.6	4.29	10.50	10.43	0.66
下水の高度処理化	46.2	22.6	40.0	26.9	1.7	5.66	10.03	6.74	0.44
単独浄化槽の合併処理化	46.2	22.3	44.9	42.9	2.8	5.59	11.26	10.75	0.70
高度合併浄化槽の整備	46.2	22.3	44.7	42.7	2.8	5.59	11.22	10.70	0.69
透水・保水性舗装の整備	46.2	23.0	44.7	42.6	2.8	5.77	11.22	10.68	0.69
環境保全型ライフスタイルの転換	38.5	16.8	37.0	31.7	2.1	5.07	11.14	9.55	0.64
環境保全型農業	46.2	23.1	45.5	42.2	2.8	5.79	11.41	10.59	0.70
下水処理水の再利用	44.2	21.5	43.5	40.2	2.6	5.64	11.39	10.52	0.69
家畜し尿の農地還元	46.2	22.8	45.4	42.9	2.8	5.72	11.38	10.76	0.69
各戸雨水貯留・浸透施設の設置	46.2	22.9	41.4	41.2	2.6	5.73	10.37	10.33	0.65
市街地の緑地化	46.2	23.0	44.8	42.9	2.8	5.77	11.23	10.76	0.69
調整池の整備	46.2	22.7	45.6	42.9	2.8	5.68	11.42	10.75	0.70

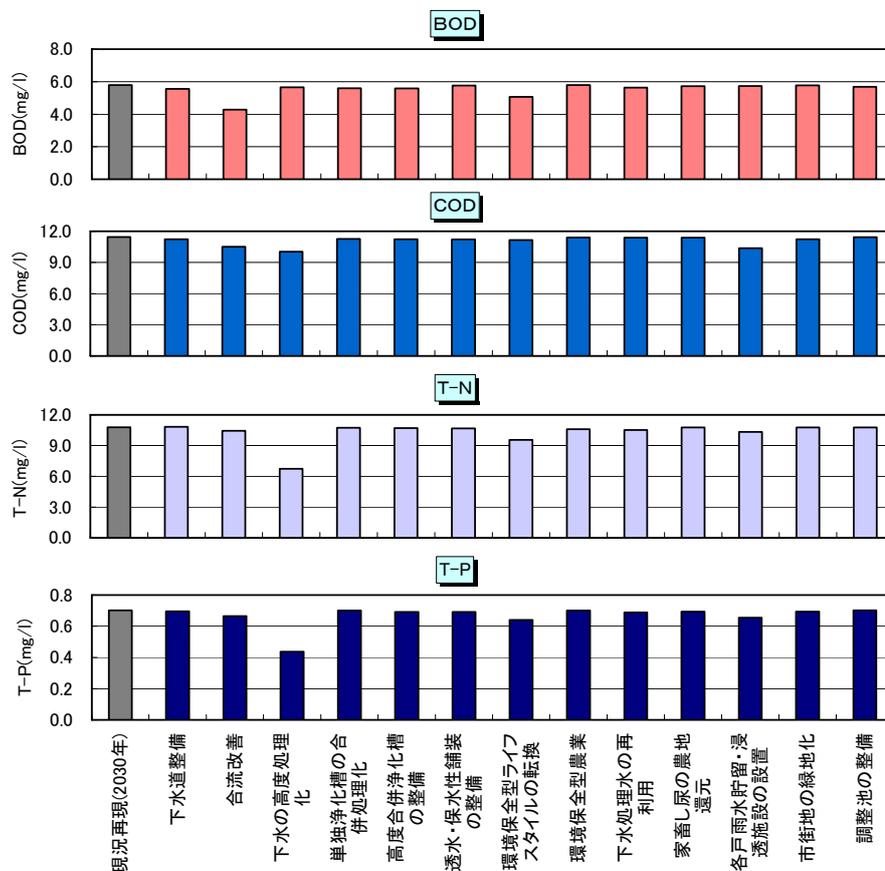


図- 5.2.1.1 (4) 個別施策実施による東京湾流入水質改善効果(隅田川)

○ 多摩川

合流改善(特に BOD、COD)、環境保全型ライフスタイルへの転換、および下水道の高度処理化を行うことによる改善効果が大きくなっている。

表- 5.2.1.16 (5) 個別施策実施による東京湾流達ベース汚濁負荷量削減効果(多摩川)

多摩川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
現況再現(2030年)	54.6	20.7	38.2	31.5	2.4	4.40	8.10	6.67	0.50
下水道整備	54.7	19.8	37.4	31.4	2.3	4.20	7.92	6.65	0.49
合流改善	54.6	14.2	34.2	29.9	2.2	3.01	7.25	6.35	0.47
下水の高度処理化	54.6	19.4	35.2	22.0	1.6	4.12	7.47	4.67	0.33
単独浄化槽の合併処理化	54.6	19.4	37.1	31.3	2.4	4.10	7.86	6.62	0.50
高度合併浄化槽の整備	54.6	19.3	36.8	30.9	2.3	4.10	7.80	6.55	0.48
透水・保水性舗装の整備	54.6	20.6	37.6	31.2	2.3	4.38	7.97	6.61	0.49
環境保全型ライフスタイルの転換	52.8	15.7	32.1	24.4	1.9	3.43	7.03	5.36	0.41
環境保全型農業	54.6	20.7	38.2	31.3	2.4	4.39	8.10	6.63	0.50
下水処理水の再利用	53.9	19.6	36.8	29.6	2.2	4.20	7.89	6.36	0.48
家畜し尿の農地還元	54.6	20.6	38.1	31.4	2.3	4.37	8.08	6.65	0.50
各戸雨水貯留・浸透施設の設置	54.6	20.5	34.8	29.9	2.2	4.35	7.38	6.35	0.46
市街地の緑地化	54.6	20.6	36.1	30.6	2.3	4.38	7.65	6.48	0.48
調整池の整備	54.6	20.5	38.1	31.4	2.4	4.35	8.09	6.65	0.50

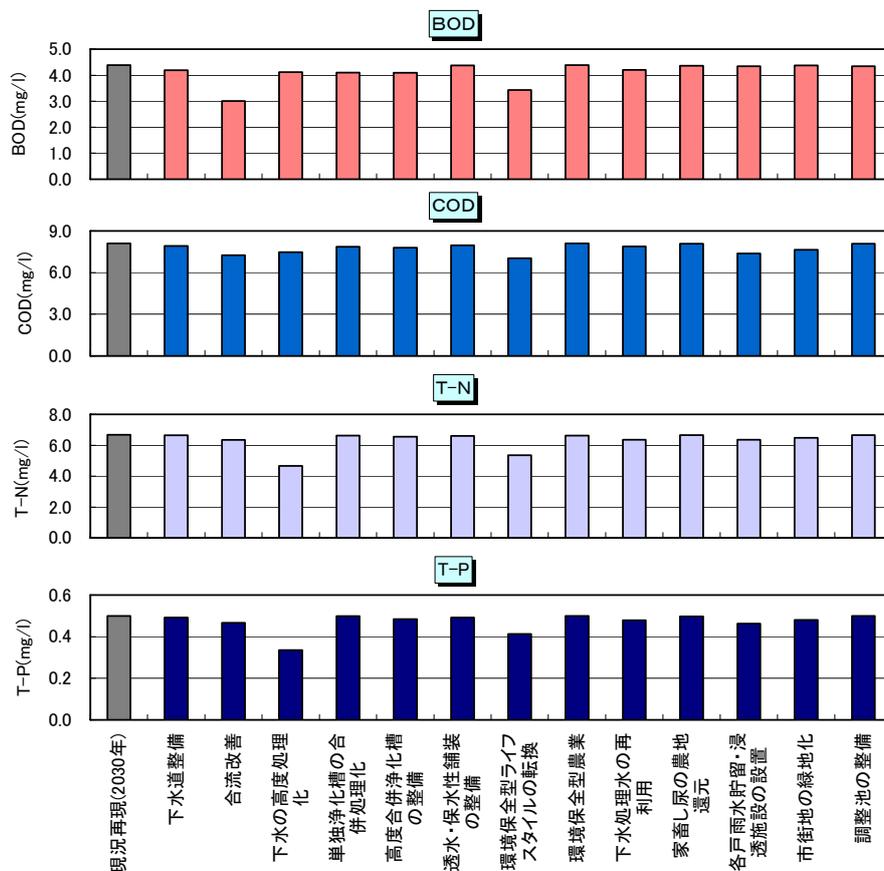


図- 5.2.1.1 (5) 個別施策実施による東京湾流入水質改善効果(多摩川)

○ 鶴見川

合流改善(特に BOD、COD)、各戸雨水貯留・浸透施設整備(特に COD)、および下水道の高度処理化(特に T-N、T-P)を行うことによる改善効果が大きくなっている。

表- 5.2.1.16 (6) 個別施策実施による東京湾流達ベース汚濁負荷量削減効果(鶴見川)

鶴見川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
現況再現(2030年)	14.5	7.3	12.6	8.9	0.8	5.82	10.04	7.13	0.67
下水道整備	14.5	7.0	12.3	8.9	0.8	5.57	9.81	7.10	0.66
合流改善	14.5	4.1	11.1	8.5	0.8	3.31	8.88	6.77	0.63
下水の高度処理化	14.5	7.3	12.1	7.5	0.5	5.82	9.68	6.01	0.42
単独浄化槽の合併処理化	14.5	7.0	12.3	8.9	0.8	5.61	9.86	7.10	0.67
高度合併浄化槽の整備	14.5	7.0	12.3	8.8	0.8	5.60	9.82	7.04	0.66
透水・保水性舗装の整備	14.5	7.2	12.2	8.8	0.8	5.78	9.78	7.00	0.66
環境保全型ライフスタイルの転換	12.6	5.3	10.5	7.0	0.7	4.92	9.66	6.44	0.60
環境保全型農業	14.5	7.3	12.5	8.9	0.8	5.82	10.03	7.09	0.67
下水処理水の再利用	14.0	6.8	12.0	8.4	0.8	5.63	9.98	6.96	0.66
家畜し尿の農地還元	14.5	7.0	12.4	8.8	0.8	5.62	9.90	7.06	0.65
各戸雨水貯留・浸透施設の設置	14.5	7.2	10.9	8.1	0.8	5.76	8.75	6.52	0.62
市街地の緑地化	14.5	7.0	12.3	8.8	0.8	5.60	9.82	7.04	0.66
調整池の整備	14.5	7.2	12.4	8.8	0.8	5.76	9.94	7.08	0.67

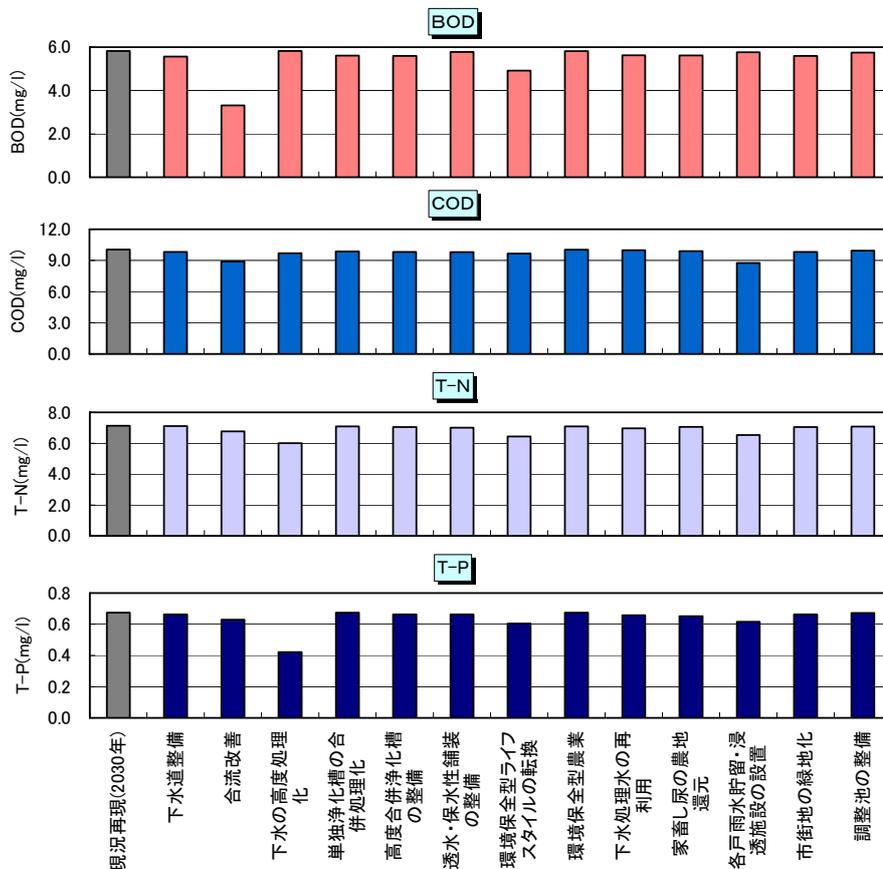


図- 5.2.1.1 (6) 個別施策実施による東京湾流入水質改善効果(鶴見川)

○ 小櫃・養老・小糸川

単独浄化槽の合併処理化(特に COD)、高度合併浄化槽整備、環境保全型農業(特に COD、T-N)、および家畜し尿の農地還元を行うことによる改善効果が大きくなっている。

表- 5.2.1.16 (7) 個別施策実施による東京湾流達ベース汚濁負荷量削減効果
(小櫃・養老・小糸川)

小櫃・養老・小糸川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
現況再現(2030年)	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
下水道整備	28.6	2.7	4.5	2.4	0.3	1.10	1.82	0.99	0.11
合流改善	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
下水の高度処理化	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
単独浄化槽の合併処理化	28.7	2.4	4.3	2.5	0.3	0.95	1.73	1.01	0.12
高度合併浄化槽の整備	28.7	2.3	4.1	2.3	0.3	0.95	1.67	0.94	0.10
透水・保水性舗装の整備	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
環境保全型ライフスタイルの転換	28.7	2.7	4.5	2.6	0.3	1.09	1.83	1.04	0.11
環境保全型農業	28.7	2.8	3.7	2.1	0.3	1.14	1.51	0.83	0.10
下水処理水の再利用	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
家畜し尿の農地還元	28.7	2.1	4.2	2.2	0.2	0.87	1.68	0.89	0.08
各戸雨水貯留・浸透施設の設置	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.21	1.93	1.04	0.12
市街地の緑地化	28.7	3.0	4.7	2.6	0.3	1.21	1.90	1.03	0.11
調整池の整備	28.7	3.0	4.7	2.5	0.3	1.19	1.90	1.03	0.11

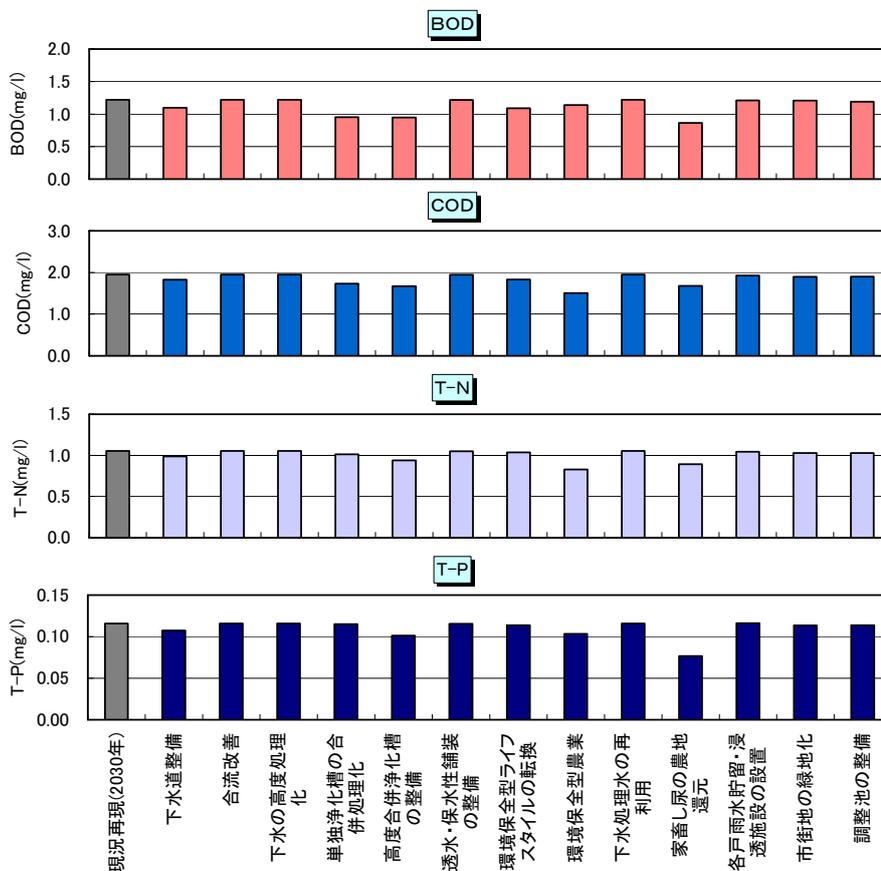


図- 5.2.1.1 (7) 個別施策実施による東京湾流入水質改善効果(小櫃・養老・小糸川)

(16) 施策群の実施効果

以上の施策の概要を表-5.2.1.17にまとめて示す。東京湾に流入する全河川を対象に流量で重み付け平均した水質（以後、「平均水質」と呼ぶ）から、各施策（群）の実施による現況からの改善効果としてCODだけでなくBOD,T-N,T-Pも含めて表- 5.2.1.18、および図-5.2.1.2にまとめた。

図- 5.2.1.2から、排出負荷量の6割を生活排水で占める東京湾流域では、合流改善や下水の高度処理化、高度処理合併浄化槽の整備など生活排水対策の効果が相対的に大きい傾向にあることが把握できる。生活排水対策につながる非ハード的対策（下水処理場への負担を減らすことを含む）、すなわち排水量や排出負荷量の削減を流域住民自らが実践することの重要性も計算結果に現れている。

施策(群)の組合せ効果（各施策を包含する施策群単位の棒グラフにより表示）を見ると、複数の施策の実施により、効果が着実に増大することが確認できる。このことは、異なる施策群を重ねることについても言える（図- 5.2.1.2では、施策群1と2を合わせて実施した場合、施策群1、2、3を合わせて実施した場合も効果の計算値が示されている）。以上のことは、単独の施策(群)では目的に達しない場合に、施策(群)の組み合わせ実施を進めることの重要性を改めて示すものである。

表- 5.2.1.17 東京湾水物質循環モデルでの設定内容

水環境政策	
施策群 1	下水道の整備: 下水処理計画区域の全域に下水道整備を行う
	合流改善: 日雨量25mm(現況5mm)以下までは処理排水を排出
	下水の高度処理化: 処理場からの排出負荷量をBOD,COD,TNは8.0(mg/l), TPは0.4(mg/l)と設定
	単独浄化槽の合併処理化: 下水道整備予定外の地域全体について、単独浄化人口を全て合併浄化人口に転換
施策群 2	高度処理合併浄化槽整備: 下水道整備予定外の地域全域に高度処理合併浄化槽を整備(排出負荷量はBOD,COD,TNは2.5g/人日, TPは0.25g/人日)
	透水性・保水性舗装整備: 市街地メッシュのうち幹線道路面積について表層タンクのパラメータを畑・荒地の値を設定する
	環境保全型ライフスタイルの実践: 全住民が環境保全型ライフスタイルを実行することにより排水量が36%削減されると設定。また生活雑排水未処理人口の生活雑排水からBOD,CODは28%, TNは30%, TPは20%の削減
	環境保全型農業: 環境保全型農業の推進により田畑への施肥量を削減し、作物の生長に必要な分以外を100%削減すると設定
	下水処理水の再利用: 全下水処理水の10%を生活用水として再利用することで生活用水取水量と排水量を削減
	家畜し尿の農地還元: 全家畜し尿を農地に還元することで家畜由来の負荷量を100%削減すると設定
施策群 3	各戸雨水貯留・浸透: 全家庭の屋根全体(建坪率)に貯留浸透施設を設置し表面流出を抑制(市街地メッシュのうち宅地用地面積について表層タンクのパラメータを畑・荒地の値を設定)
	市街地の緑地化: 市街地メッシュの3割と荒川, 多摩川の河道メッシュを緑地化(土地利用を「森林」に設定)
	調整池の整備: 市街地メッシュのうち公共施設, 中高層住宅地について雨水の流出を一時貯留させる調整池を設定(600m ³ /ha)

表- 5.2.1.18 (1) 施策群の実施による汚濁負荷削減効果(河川全体・年平均)

現況(2030年)

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川・江戸川	103.7	16.9	27.0	18.7	1.8	1.88	3.02	2.09	0.20
荒川	82.4	22.0	37.7	29.6	2.0	3.10	5.30	4.15	0.27
中川	64.2	25.4	42.6	26.9	2.1	4.57	7.68	4.85	0.38
隅田川	46.2	23.1	45.6	43.0	2.8	5.79	11.43	10.78	0.70
多摩川	54.6	20.7	38.2	31.5	2.4	4.40	8.10	6.67	0.50
鶴見川	14.5	7.3	12.6	8.9	0.8	5.82	10.04	7.13	0.67
小櫃川養老川小糸川	28.7	3.0	4.8	2.6	0.3	1.22	1.95	1.05	0.12
その他残流域	28.8	9.4	19.0	11.4	1.1	3.77	7.64	4.59	0.43
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.2	168.5	273.4	229.8	18.1	4.24	6.88	5.78	0.45

施策群1

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川・江戸川	103.6	11.8	21.6	16.2	1.4	1.32	2.41	1.81	0.16
荒川	82.3	13.8	26.9	20.2	1.4	1.94	3.78	2.84	0.19
中川	64.5	14.2	27.9	19.1	1.5	2.54	5.00	3.42	0.26
隅田川	46.4	15.6	35.1	25.5	1.6	3.88	8.76	6.36	0.39
多摩川	54.6	11.0	29.3	20.2	1.4	2.32	6.20	4.28	0.29
鶴見川	14.5	3.7	10.0	6.9	0.5	2.93	7.98	5.47	0.37
小櫃川養老川小糸川	28.6	2.2	4.0	2.2	0.2	0.88	1.60	0.90	0.10
その他残流域	28.5	6.4	15.7	9.5	0.8	2.62	6.36	3.86	0.32
処理場から湾直接放流	38.4	18.2	26.5	26.5	1.3	5.50	7.99	8.00	0.40
合計(水質は平均)	461.5	96.8	196.8	146.2	10.0	2.43	4.94	3.67	0.25

施策群2

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川・江戸川	116.0	13.4	22.2	14.8	1.4	1.34	2.21	1.47	0.14
荒川	80.3	16.6	28.8	20.9	1.5	2.39	4.15	3.01	0.22
中川	59.2	17.1	28.2	18.5	1.5	3.33	5.51	3.61	0.29
隅田川	37.3	15.4	31.2	27.3	1.8	4.77	9.68	8.47	0.56
多摩川	52.6	14.6	27.6	21.5	1.6	3.20	6.07	4.74	0.36
鶴見川	12.2	4.7	8.3	5.8	0.5	4.44	7.89	5.46	0.49
小櫃川養老川小糸川	28.7	1.6	2.7	1.6	0.2	0.65	1.09	0.65	0.06
その他残流域	28.9	7.8	15.8	9.7	0.9	3.10	6.31	3.87	0.34
処理場から湾直接放流	21.5	23.6	26.5	33.2	2.8	12.65	14.26	17.82	1.52
合計(水質は平均)	436.9	114.6	191.3	153.2	12.2	3.04	5.07	4.06	0.32

表- 5.2.1.18(2) 施策群の実施による汚濁負荷削減効果(河川全体・年平均)

施策群3

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川・江戸川	103.8	16.4	25.6	18.2	1.7	1.83	2.86	2.03	0.19
荒川	82.6	21.5	34.8	28.0	1.8	3.01	4.87	3.92	0.26
中川	64.4	24.6	40.8	26.3	2.0	4.42	7.34	4.72	0.36
隅田川	46.2	22.7	44.8	42.9	2.8	5.68	11.22	10.73	0.69
多摩川	54.5	20.4	36.0	30.5	2.3	4.34	7.64	6.47	0.48
鶴見川	14.5	7.2	11.6	8.5	0.8	5.73	9.27	6.83	0.64
小櫃川養老川小糸川	28.7	2.9	4.6	2.5	0.3	1.18	1.86	1.01	0.11
その他残流域	28.9	8.5	16.8	10.4	1.0	3.42	6.72	4.18	0.39
処理場から湾直接放流	37.2	40.7	45.8	57.2	4.9	12.69	14.27	17.82	1.53
合計(水質は平均)	460.6	165.0	260.8	224.4	17.5	4.14	6.55	5.64	0.44

施策群1+2

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川・江戸川	115.9	9.2	17.5	12.2	1.1	0.91	1.74	1.22	0.11
荒川	80.3	10.9	21.6	14.5	1.1	1.57	3.12	2.09	0.16
中川	59.4	9.6	18.5	12.7	1.0	1.88	3.61	2.48	0.19
隅田川	37.4	10.9	25.4	17.2	1.1	3.38	7.85	5.31	0.34
多摩川	52.7	8.5	22.3	14.8	1.0	1.88	4.90	3.26	0.22
鶴見川	12.2	2.6	6.9	4.6	0.3	2.43	6.55	4.33	0.28
小櫃川養老川小糸川	28.7	1.0	2.0	1.3	0.1	0.40	0.82	0.51	0.04
その他残流域	28.8	5.5	13.3	8.0	0.6	2.20	5.36	3.24	0.25
処理場から湾直接放流	22.3	10.5	15.4	15.4	0.8	5.48	7.99	8.00	0.40
合計(水質は平均)	437.6	68.8	142.9	100.7	7.0	1.82	3.78	2.66	0.19

施策群1+2+3

河川	流量	負荷量(t/day)				水質(mg/l)			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
利根川・江戸川	116.1	8.8	16.0	11.5	1.0	0.88	1.60	1.15	0.10
荒川	80.4	10.4	19.0	13.3	1.0	1.50	2.74	1.92	0.14
中川	59.4	9.1	16.4	11.8	0.9	1.77	3.20	2.29	0.17
隅田川	37.4	10.6	23.7	16.4	1.0	3.28	7.34	5.08	0.32
多摩川	52.6	8.4	20.5	14.0	0.9	1.85	4.50	3.08	0.21
鶴見川	12.2	2.6	6.2	4.2	0.3	2.42	5.84	4.02	0.25
小櫃川養老川小糸川	28.7	0.9	1.8	1.2	0.1	0.37	0.75	0.47	0.04
その他残流域	28.9	5.0	10.9	6.9	0.5	1.99	4.37	2.76	0.21
処理場から湾直接放流	22.3	10.5	15.4	15.4	0.8	5.48	7.99	8.00	0.40
合計(水質は平均)	437.9	66.3	129.9	94.6	6.4	1.75	3.43	2.50	0.17

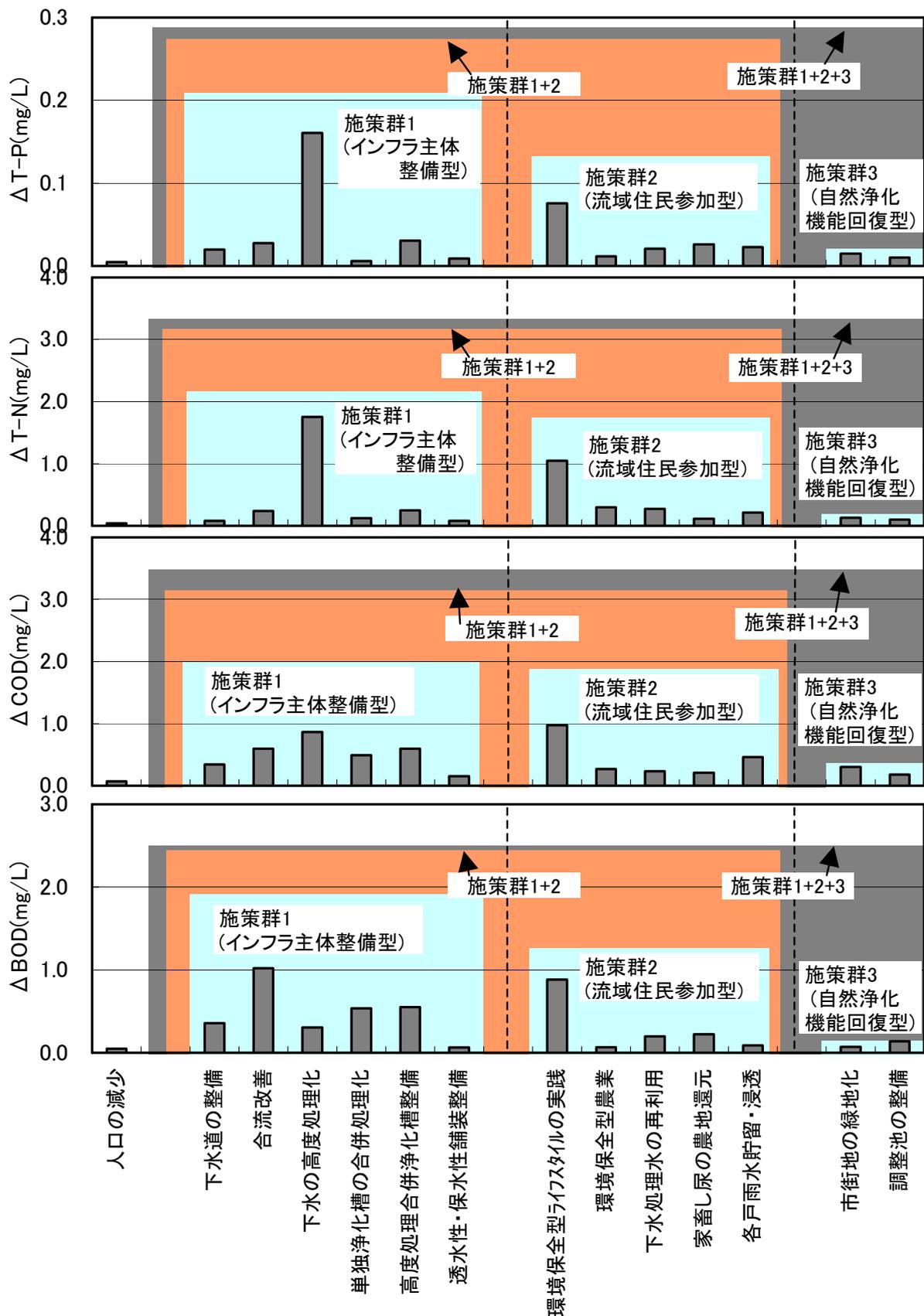


図- 5.2.1.2 東京湾流入河川の平均水質に関する施策(群)の実施効果 (現況との差分)
 (現況(計算値) : BOD 4.3 mg/l、 COD 6.9 mg/l、 T-N 5.8 mg/l、 T-P 0.46 mg/l)

5.2.2 東京湾における水環境政策の評価

(1) 効果把握の対象とする施策群

ここでは、流域及び湾内を対象とした施策の組合せによる水質改善効果を予測する。

予測対象とする施策（群）は、5.2.1で陸域で設定した施策（群）および干潟の再生について検討を行った。

(2) 再生シナリオによる水質改善効果の予測計算条件

1) 対象とする流況年

予測に用いる、流況、気温及び潮位は、現況と同様に平成13年とする。

気温は気象庁（東京）による日平均気温、潮位は第三海保の推算潮位を与えた。

2) 流域からの流出水量及び流出負荷量の条件（河口境界条件）

平成13年を流況年とした各施策群の実施による流域からの流出水量及び流出負荷量には、5.2.1での流域水・物質循環モデルによる流量・水質計算結果を用いた。その他の境界条件については現況と同様とした。

3) 干潟再生の条件

干潟の計算条件として、現状及び干潟再生エリアを図-5.2.2.1に示す。また、干潟の浄化機能を考慮して、底泥からの無機態窒素および無機態リンの溶出速度 W_{in} 、 W_{ip} をそれぞれ表-5.2.2.1に示すとおり設定した。

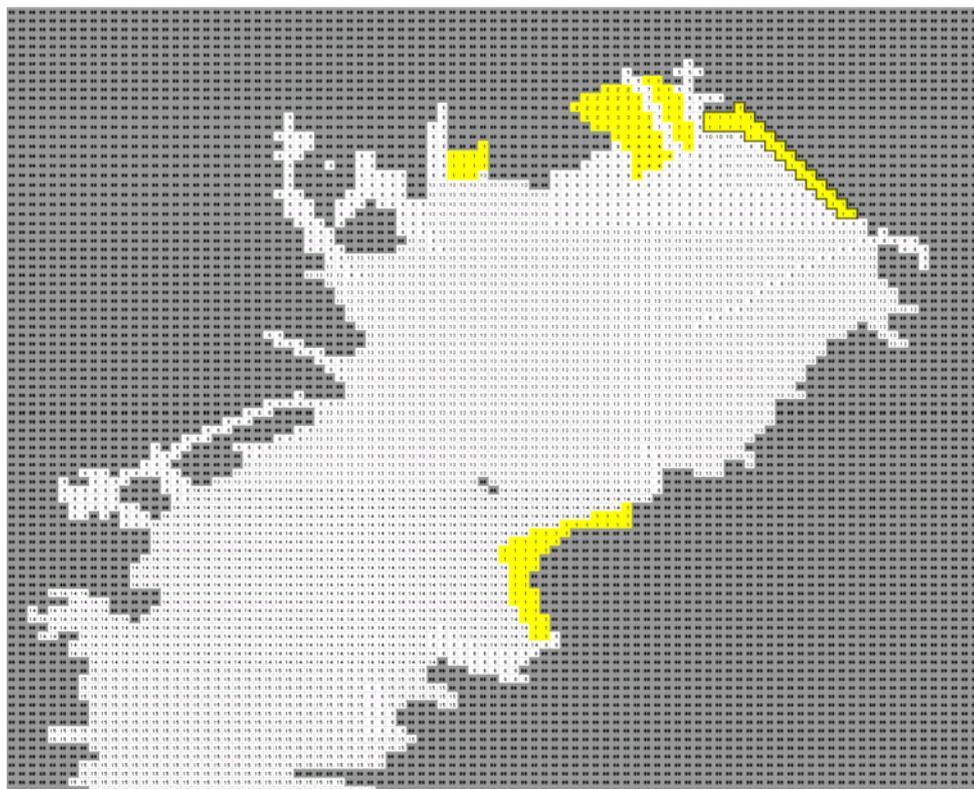


図-5.2.2.1 (1) 干潟設定エリア

黄色網掛が干潟部分（枠囲みは稲毛・幕張の再生エリア）

(3) 再生シナリオによる水質改善効果の予測結果

図- 5.2.2.2は、施策群を1、1 + 2、1 + 2 + 3と重ね合わせていく毎に東京湾の水質分布がどうなっていくかを示したものである(7月15日12時時点)。COD、TN、TPのいずれについても、施策群の重ね合わせが進むと効果が増していき、濃度の高いエリアが湾全体にわたって縮小していく計算結果になっていることがわかる。

5.2.1での図- 5.2.1.2は、流域での施策(群)のいわば地先(施策が実施された場所の近く)での効果を現すもの、図- 5.2.2.2はその遠隔地での集積的效果を現すものと言える。そこで施策(群)の地先での効果と、遠隔地であるが流域で広く問題を共有すべきエリア(ここでは東京湾)への効果を視覚的に理解するために河川水質と東京湾の水質の改善効果を同時に示したのを図- 5.2.2.3に示す。ここでは河川は年平均水質を示し、東京湾は7月15日12時における水質分布を表している。本図からも、流域と流域からの汚濁負荷の影響を受ける水域とをつなげて考えていくことの重要性、有用性を示唆するものと言える。

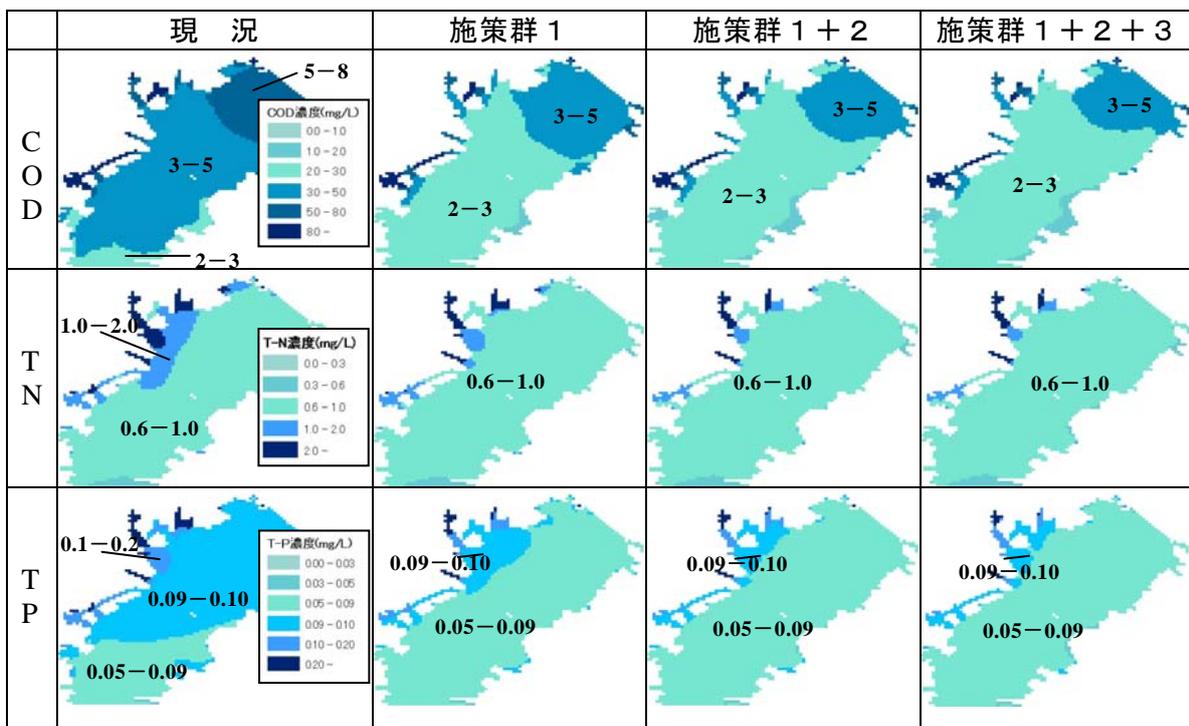


図- 5.2.2.2 東京湾の水質に関する施策群の重ね合わせ効果の計算
(7月15日12時)

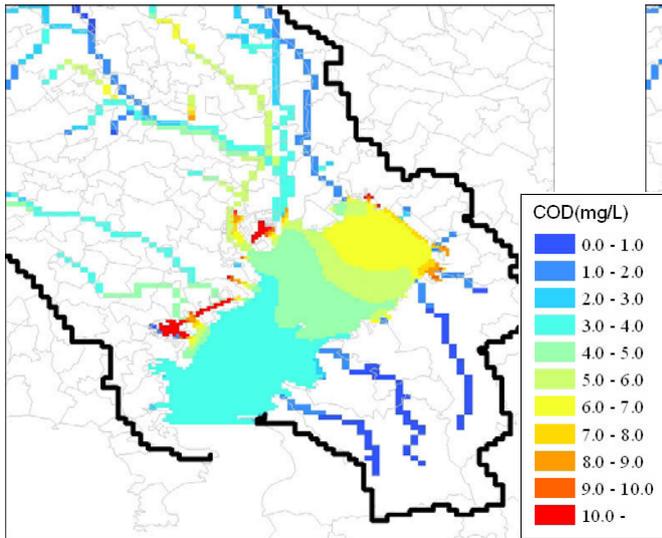


図- 5.2.2.3(1) 現況の水域の COD 分布

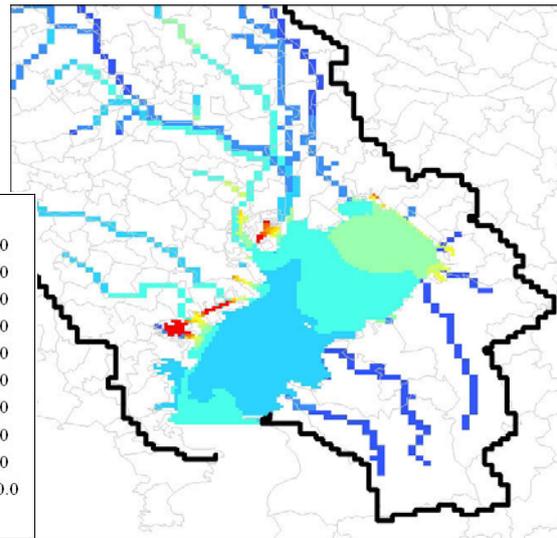


図- 5.2.2.3 (2) 施策群 1 の水域の COD 分布

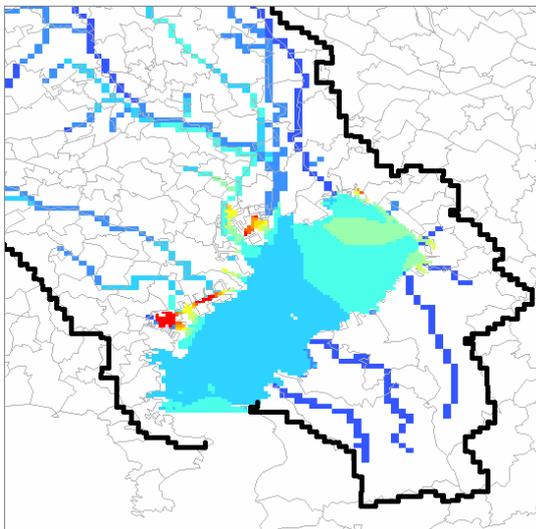


図- 5.2.2.3(3) 施策群 1 + 2 の水域の
COD 分布

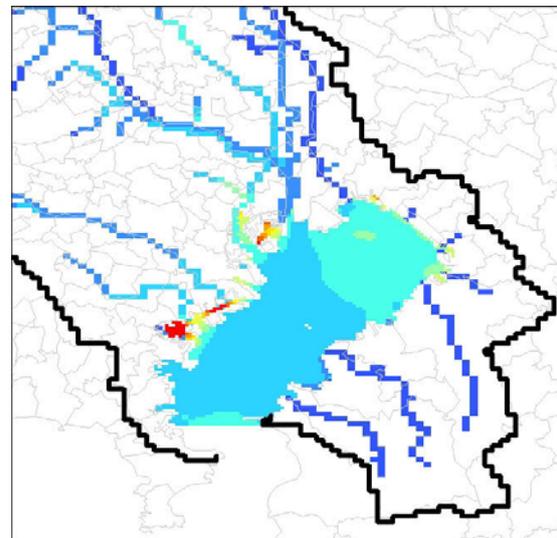


図- 5.2.2.3 (4) 施策群 1 + 2 + 3 の
COD の水質分布

4.2.4 で現況再現の対象地点とした 5 地点における各施策群の実施による水質改善効果を図-5.2.2.4 に示す。全般に施策の追加に伴い、水質が改善されることがわかる（改善率はおおよそ 3 割から 4 割）。

湾奥部の水質低減は COD：約 1.0～1.4 mg/l、T-N：約 0.1～0.4 mg/l、T-P：約 0.01～0.04 mg/l であり、湾央・湾口部の水質低減は COD：約 0.3～0.8 mg/l、T-N：約 0.1～0.3 mg/l、T-P：約 0.01～0.025 mg/l である。

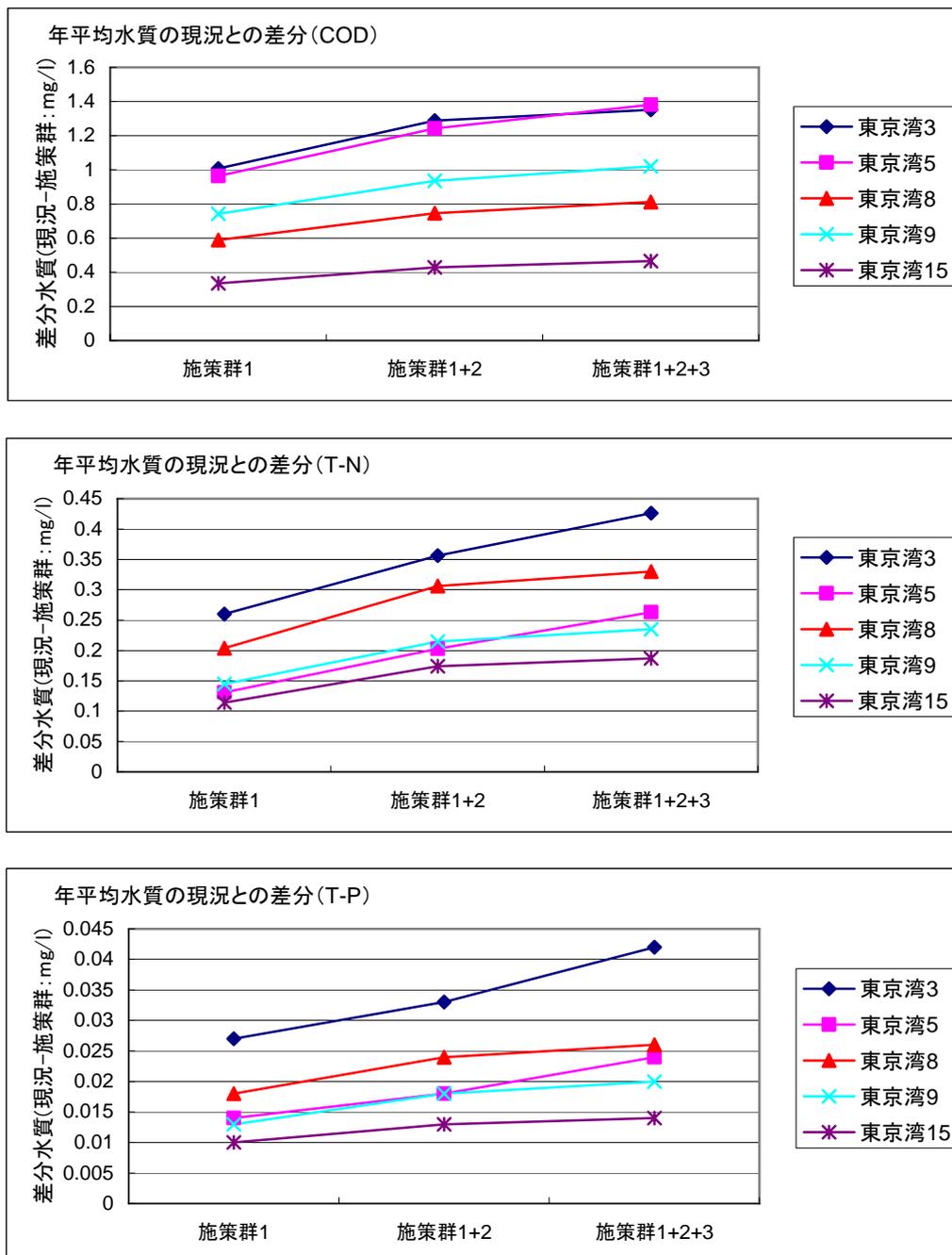


図- 5.2.2.4 各施策群と現況との年平均水質の差分

(4) 透明度でみた効果

水質改善効果を表すわかりやすい指標として、透明度が挙げられる。図- 5.2.2.5は千葉県公共用水域測定地点の東京湾 8 地点（湾央）の COD と透明度の関係を示している。これらの関係を直線近似すると、

$$\text{透明度}(m) = -0.68 \times \text{COD}(\text{mg/l}) + 5.34$$

という関係が得られる。COD 削減量 1mg/l 当たり約 68cm の透明度の伸びが期待されることになる。この関係式は季節変動によるものであり、単純に年平均値としての水質改善効果を透明度の改善度として適用するのは課題があるが、透明度の定量化のため、この相関式を用いて、COD 計算結果を透明度に変換して改善効果を表現した。各地点の透明度の改善度を図- 5.2.2.6 に示す。

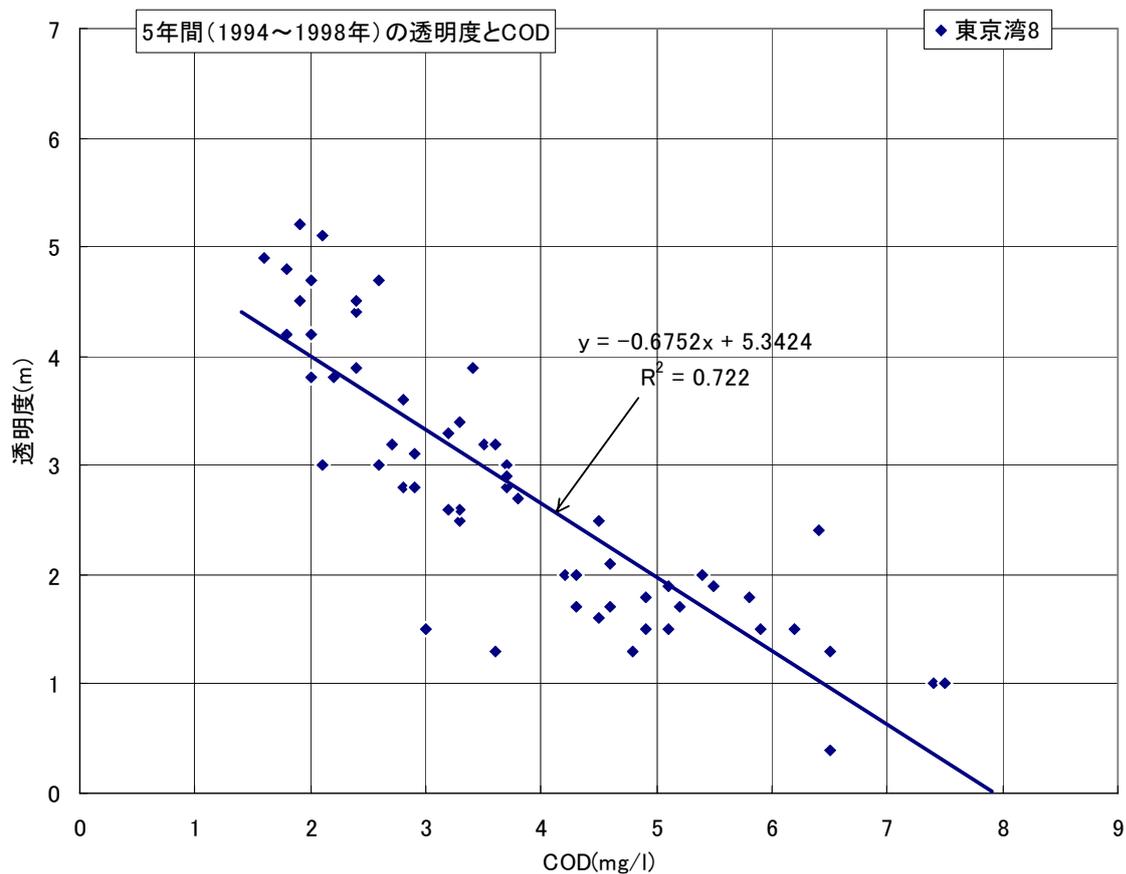


図- 5.2.2.5 COD と透明度の関係

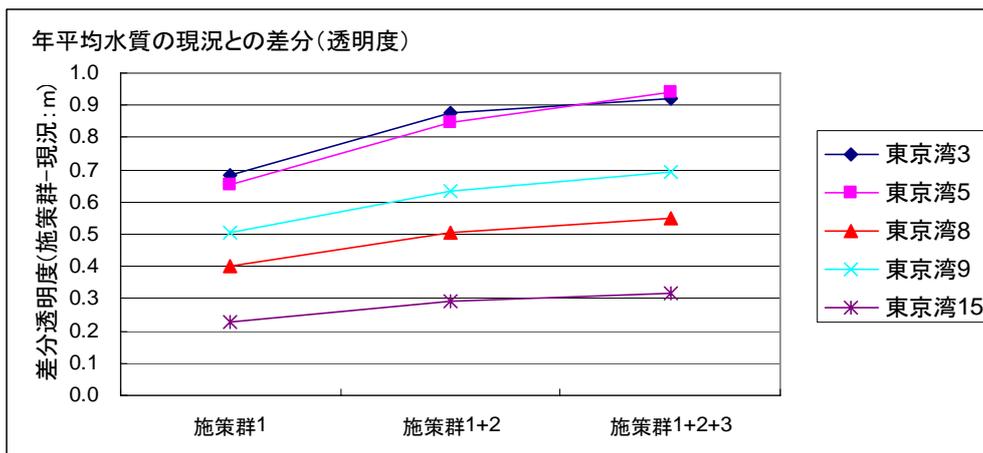


図- 5.2.2.6 各施策群と現況との透明度の差分

(現況のモデル上での透明度：東京湾3；3.0m、東京湾5；3.0m、
東京湾8；3.8m、東京湾9；3.5m、東京湾15；4.1m)

また各施策群の水質の平面図を次ページ以降の図- 5.2.2.7～図- 5.2.2.18に示す。各物質について、6～8月にかけて湾奥部ほど水質が改善されている。

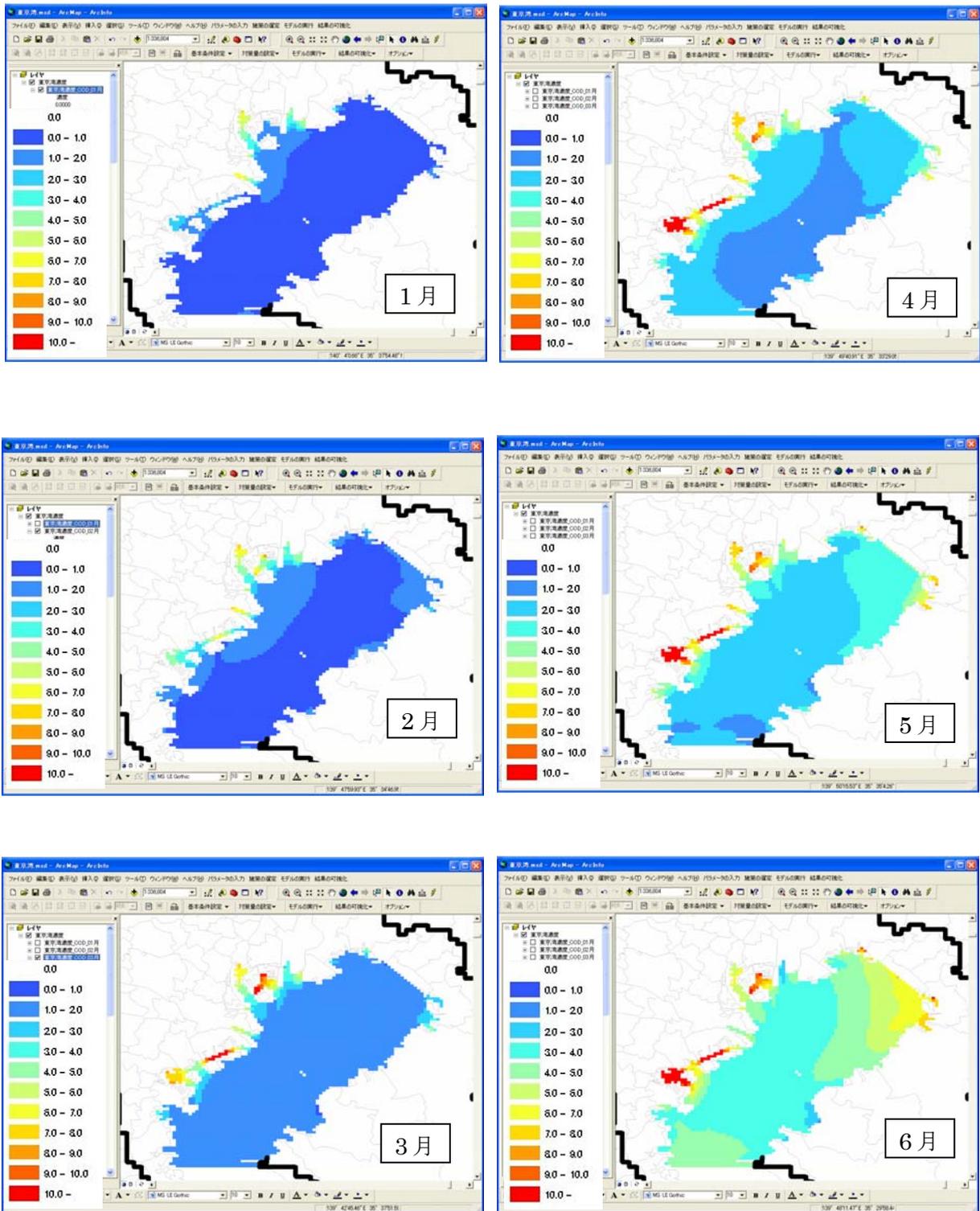


図-5.2.2.7(1) 湾内 COD 平面分布(施策群 1: 1月~6月)

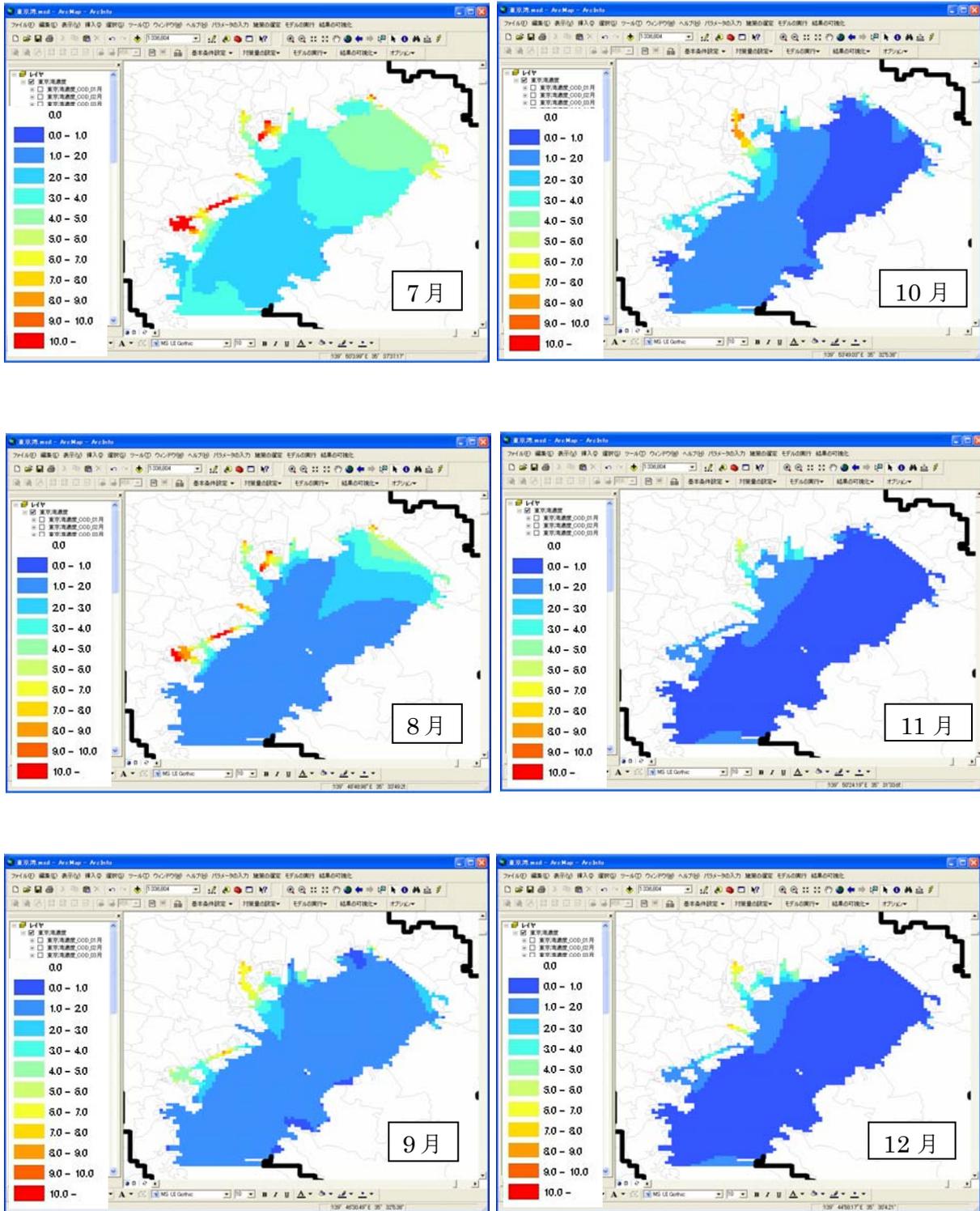


図- 5.2.2.7 (2) 湾内 COD 平面分布(施策群 1 : 7 月~12 月)

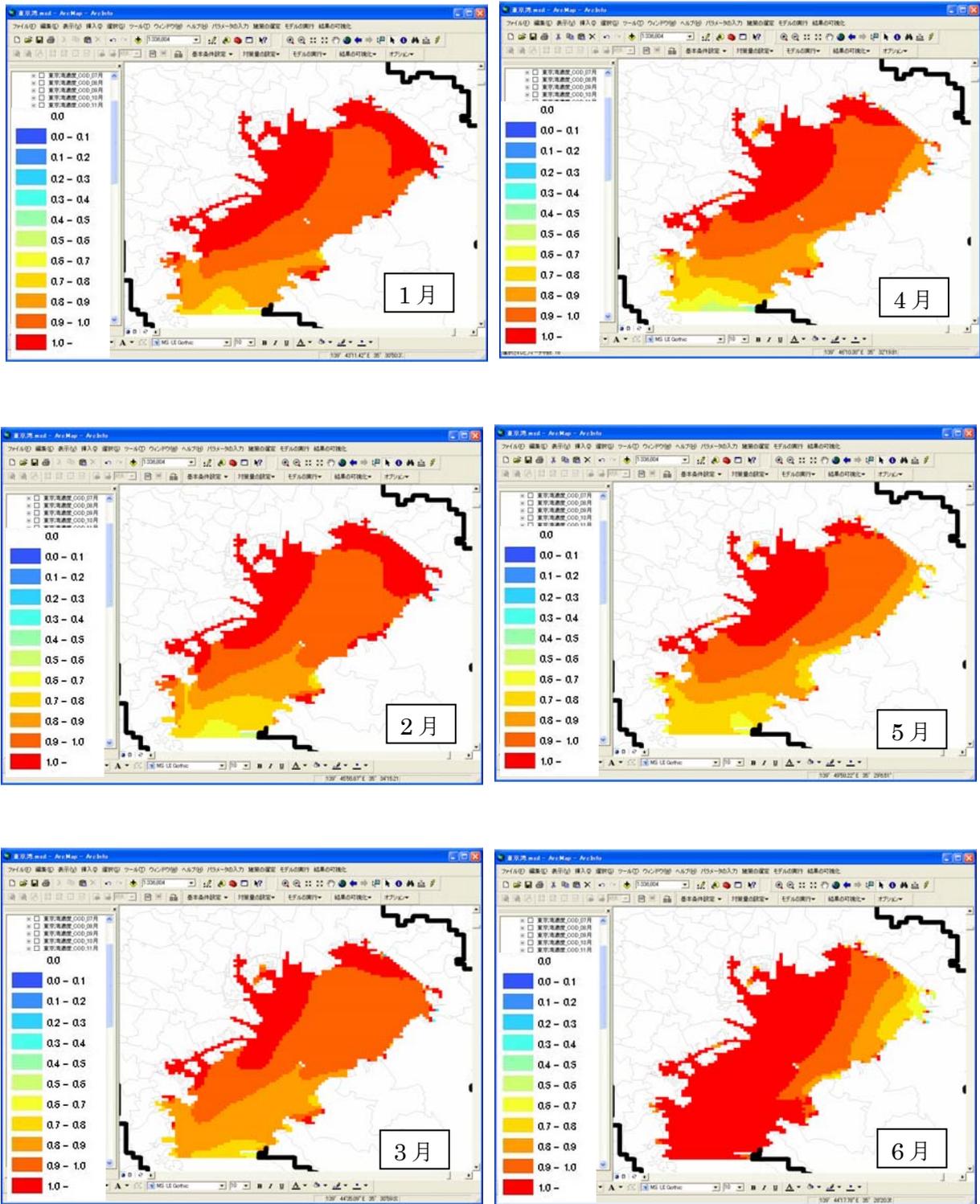


図-5.2.2.8(1) 湾内 T-N 平面分布(施策群 1: 1月~6月)

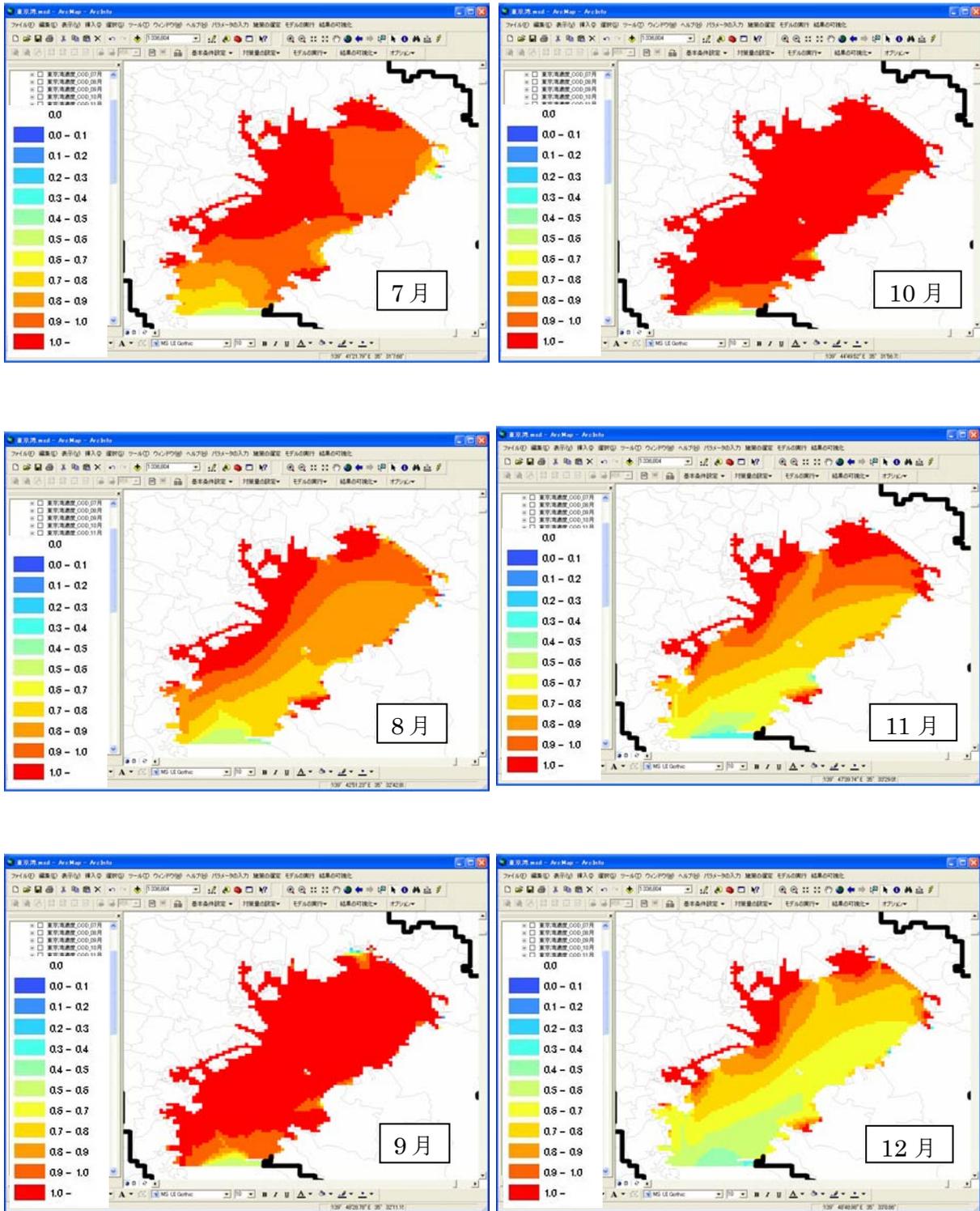


図- 5.2.2.8(2) 湾内 T-N 平面分布(施策群 1 : 7 月~12 月)

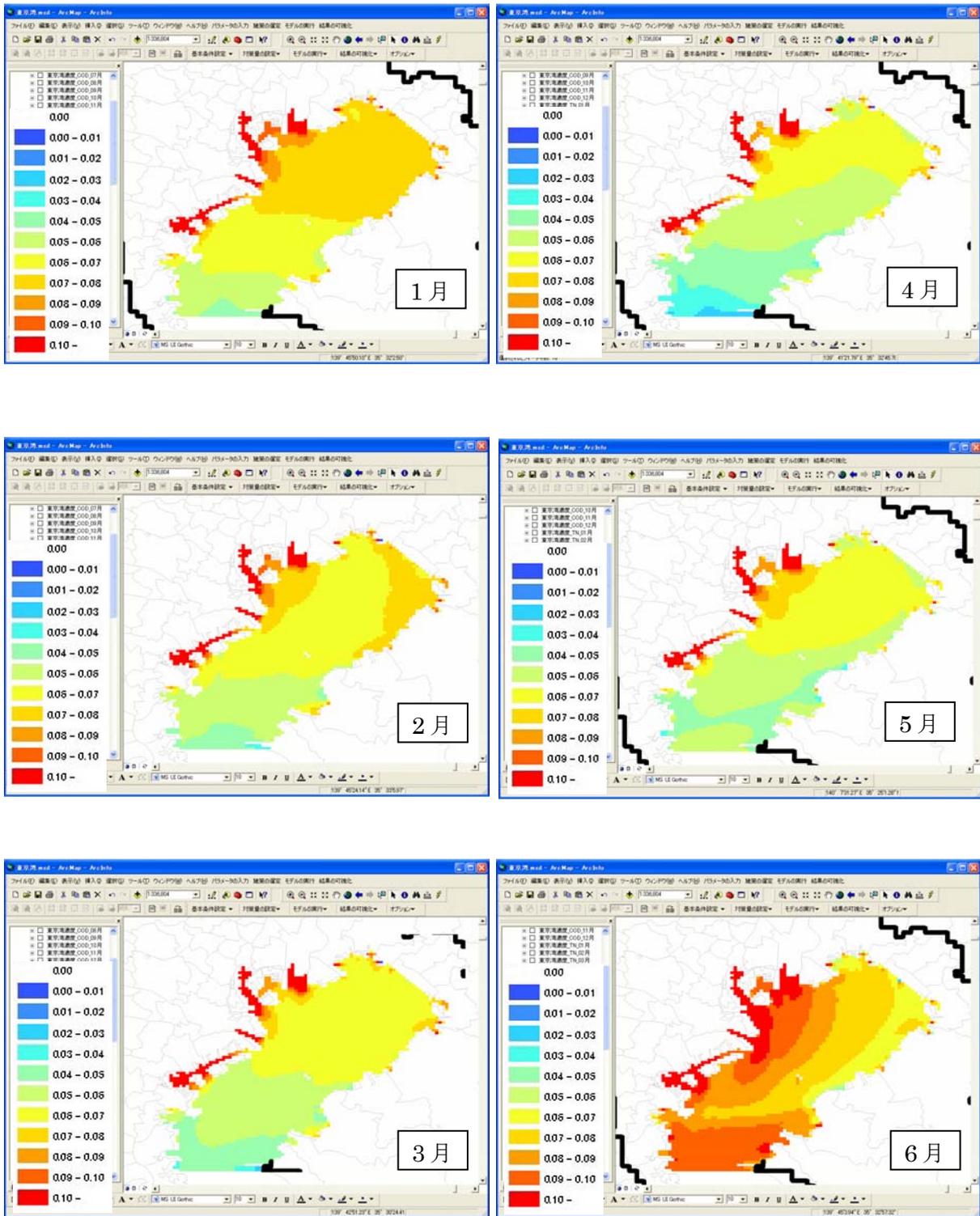


図- 5.2.2.9(1) 湾内 T-P 平面分布(施策群 1 : 1 月~6 月)

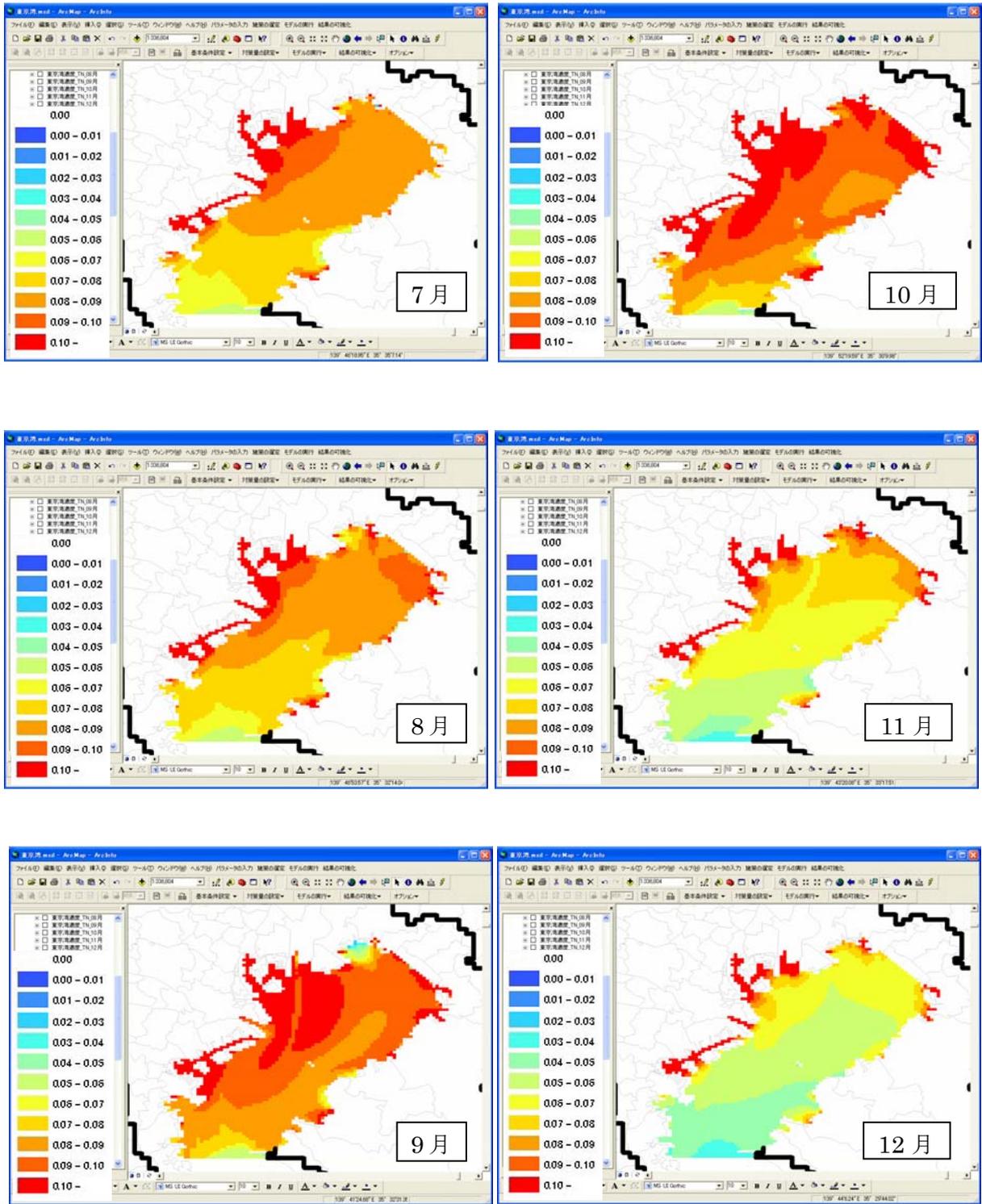


図- 5.2.2.9(2) 湾内 T-P 平面分布(施策群 1 : 7 月~12 月)

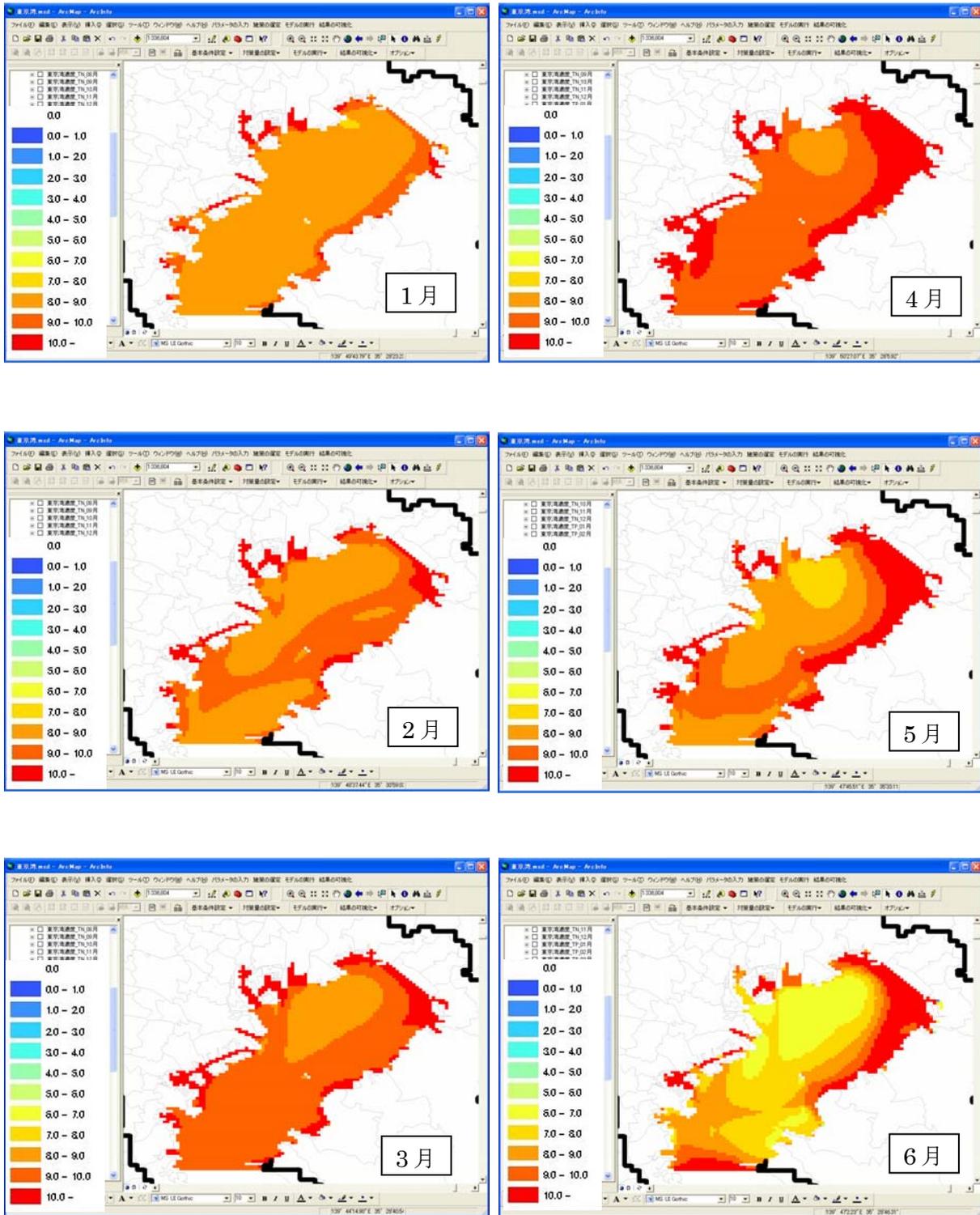


図- 5.2.2.10(1) 湾内 DO 平面分布(施策群 1 : 1 月~6 月)

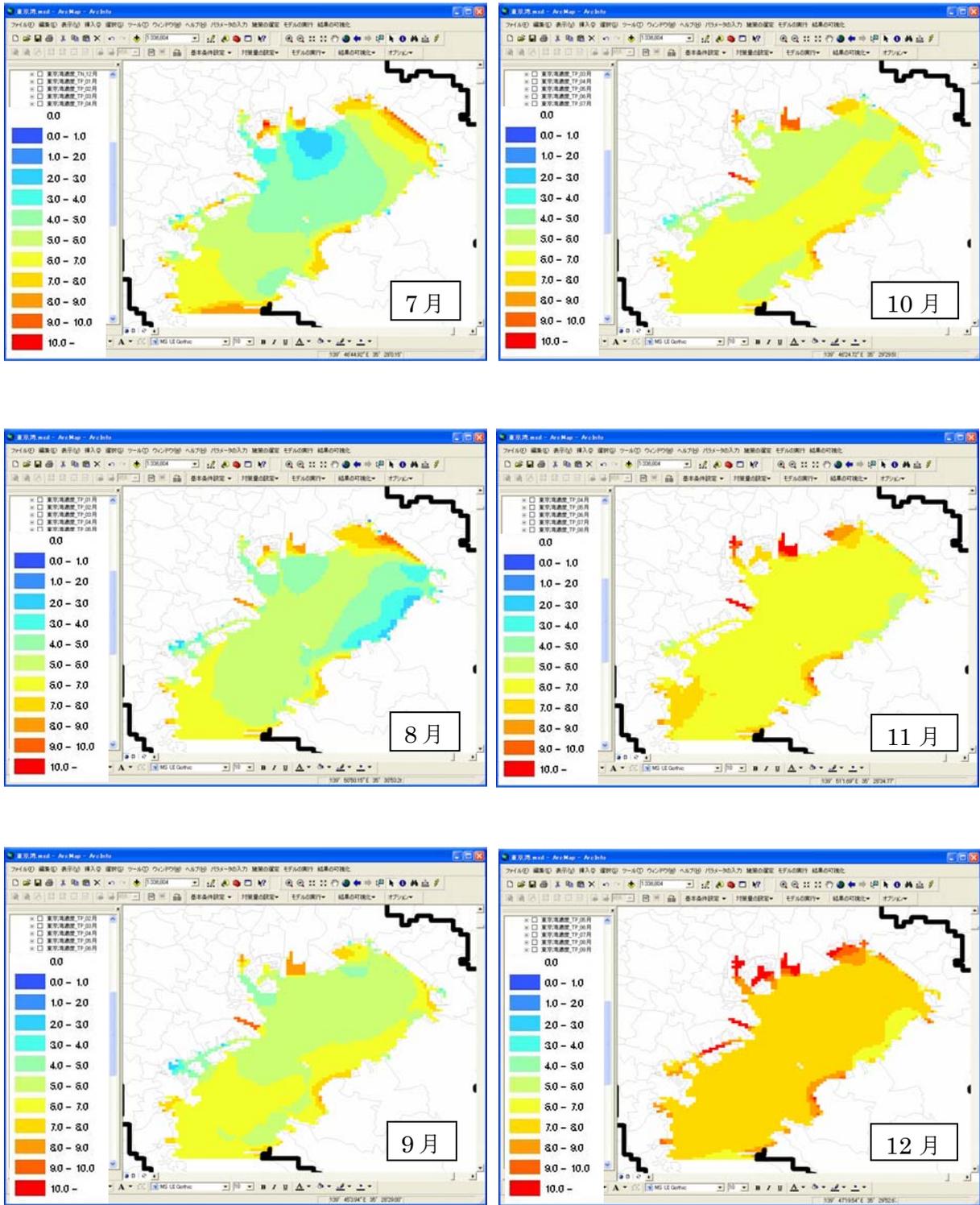


図- 5.2.2.10(2) 湾内 DO 平面分布(施策群 1 : 7 月~12 月)

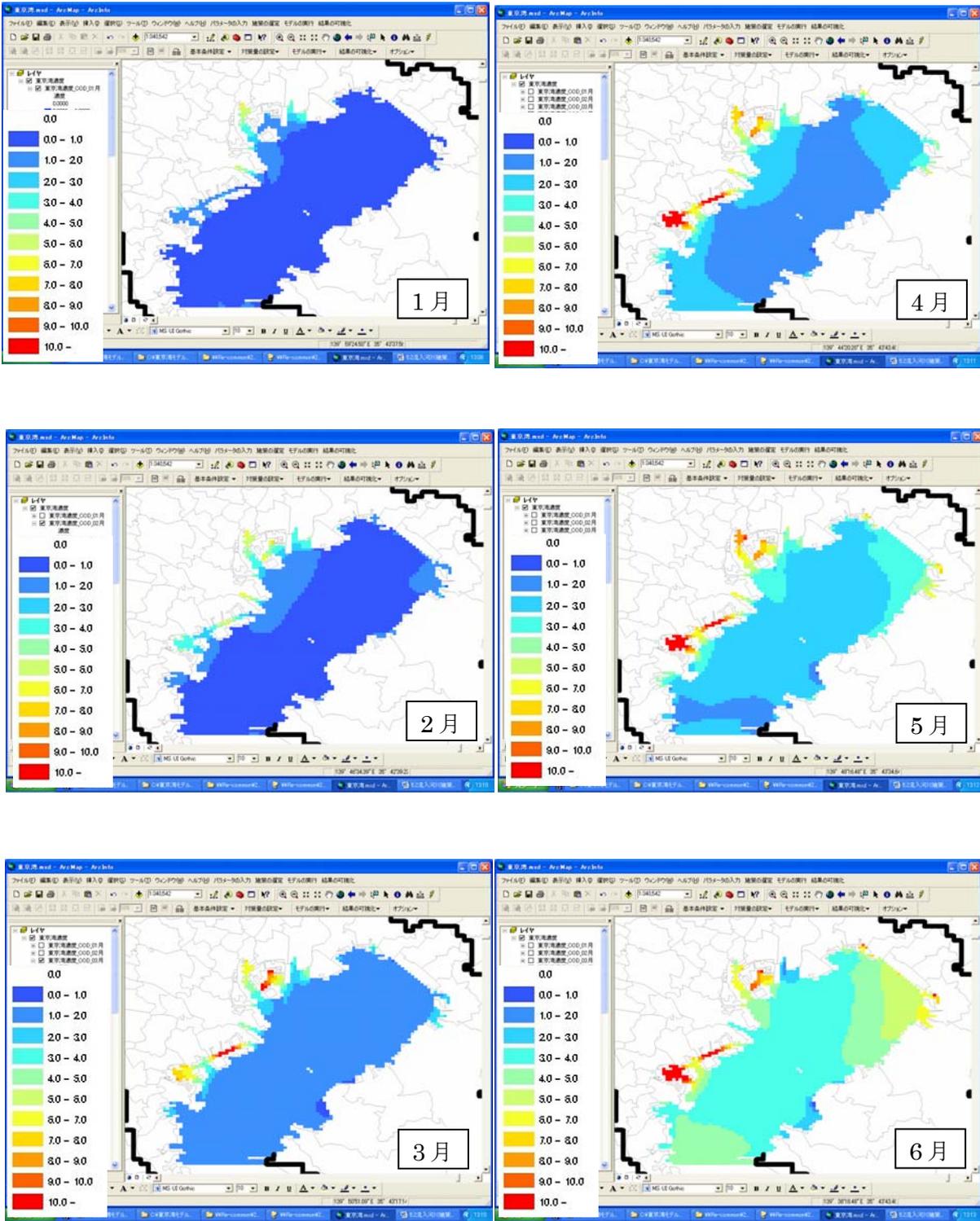


図- 5.2.2.11(1) 湾内 COD 平面分布(施策群 1+2 : 1月~6月)

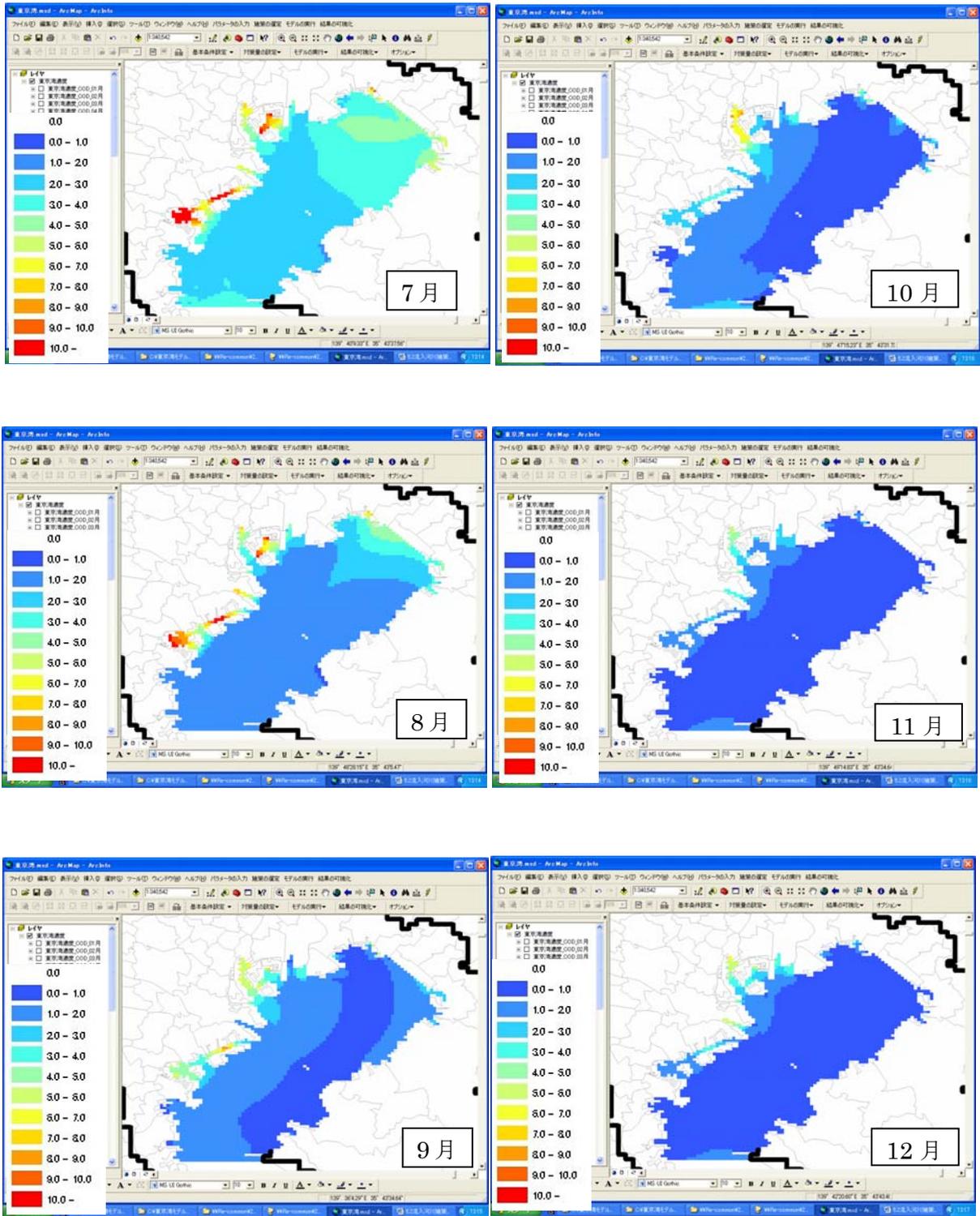


図- 5.2.2.11(2) 湾内 COD 平面分布(施策群 1+2 : 7月~12月)

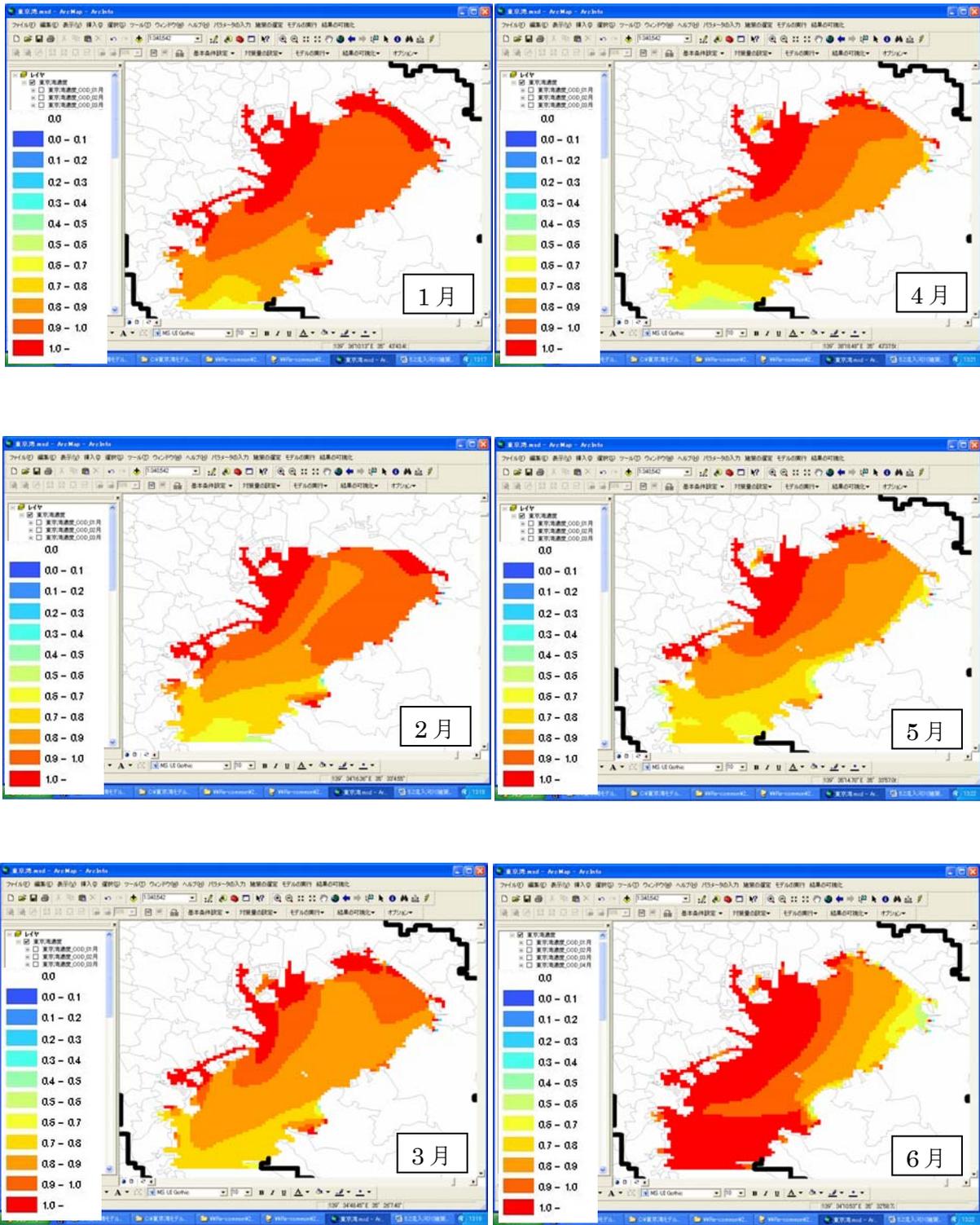


图- 5.2.2.12(1) 湾内 T-N 平面分布(施策群 1+2 : 1月~6月)

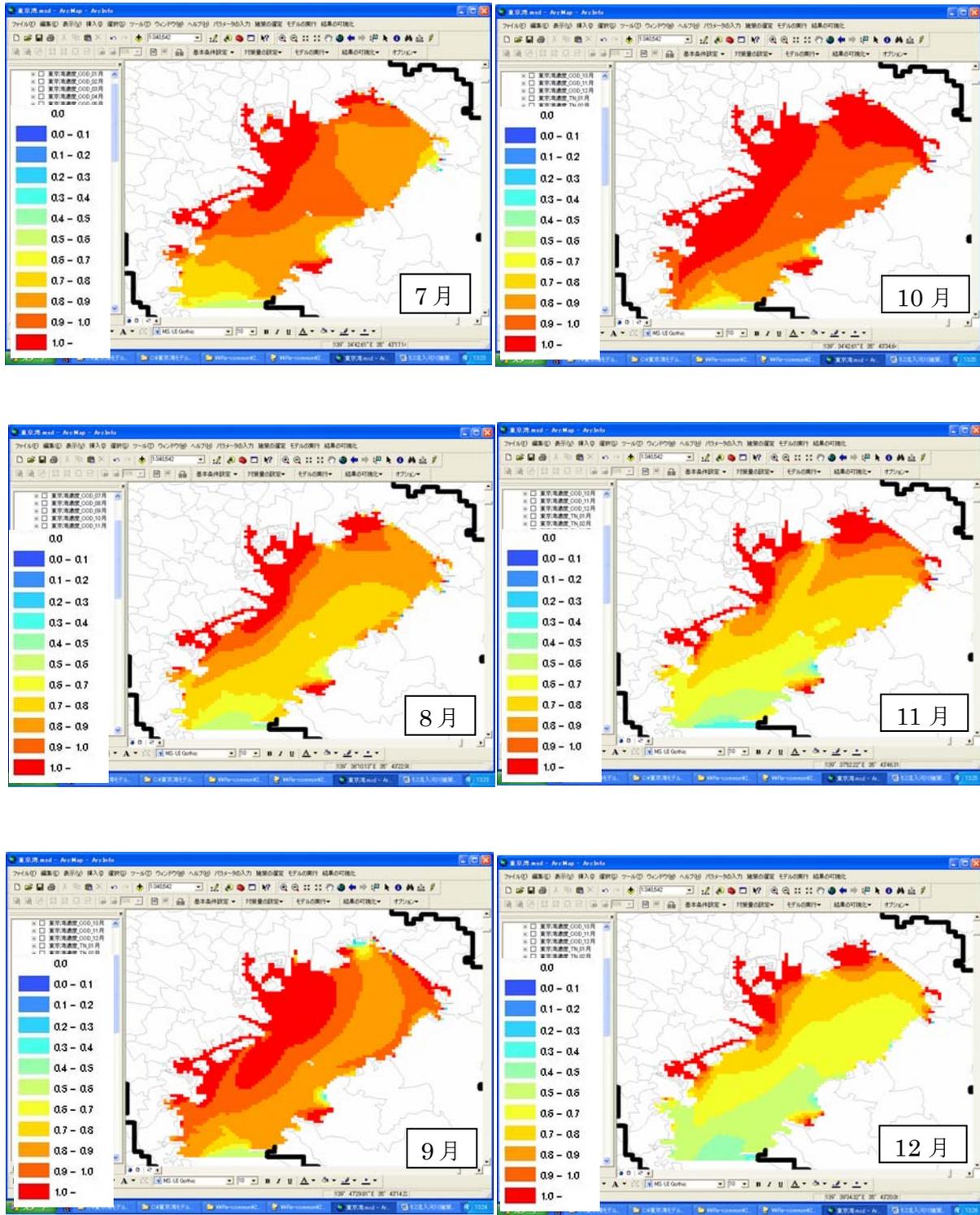


図- 5.2.2.12(2) 湾内 T-N 平面分布(施策群 1+2 : 7 月~12 月)

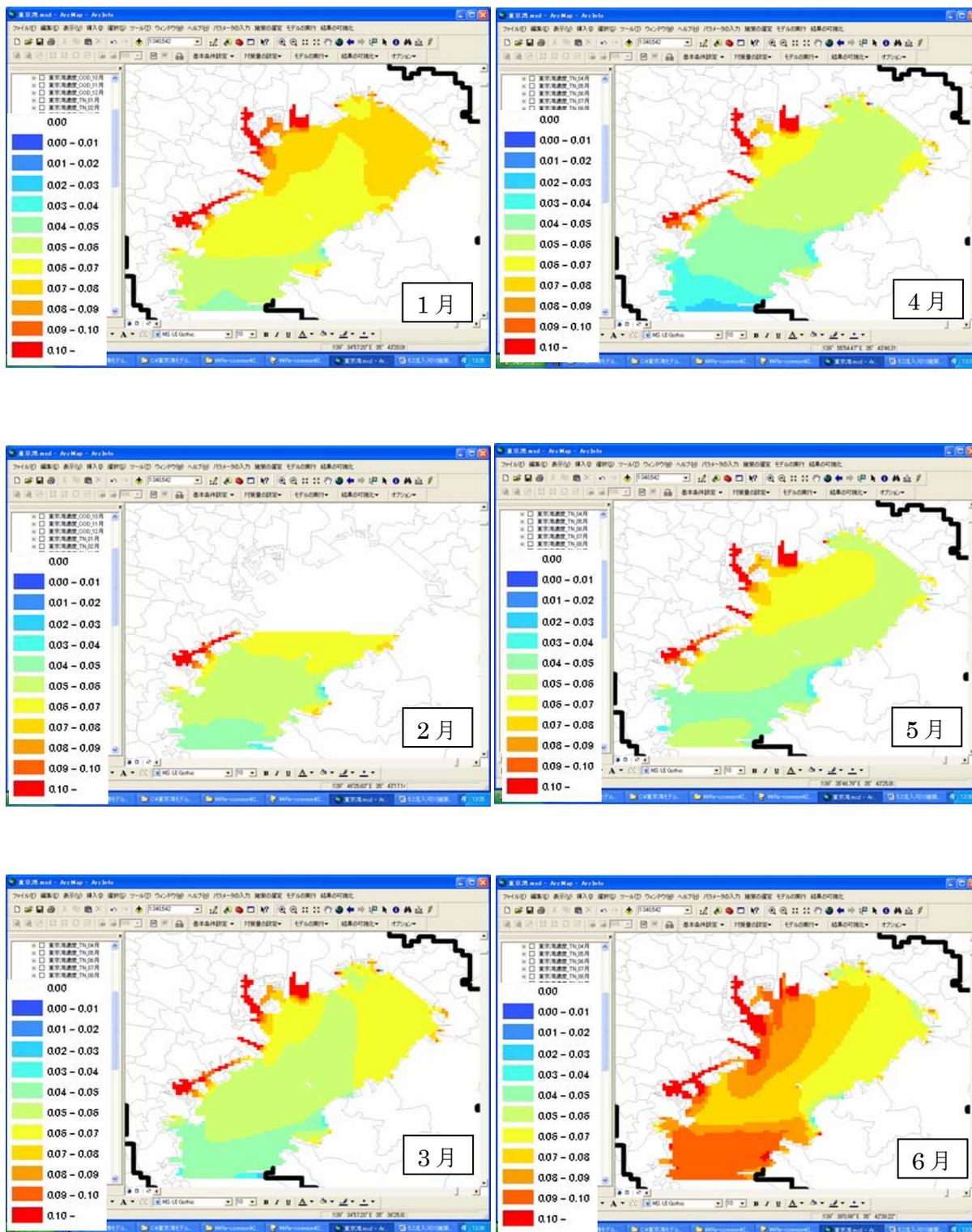


图- 5.2.2.13(1) 湾内 T-P 平面分布(施策群 1+2 : 1月~6月)

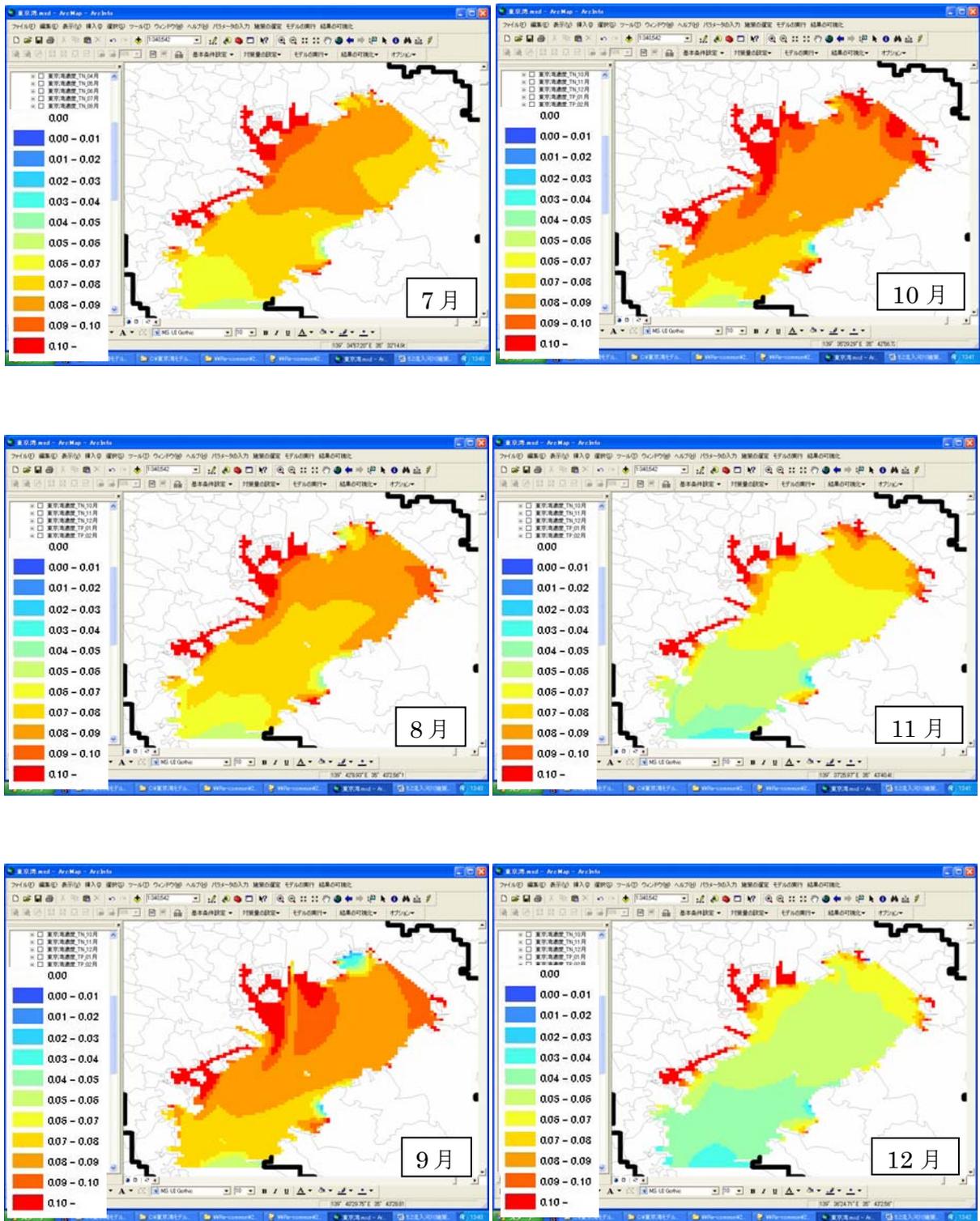


図- 5.2.2.13(2) 湾内 T-P 平面分布(施策群 1+2 : 7月~12月)

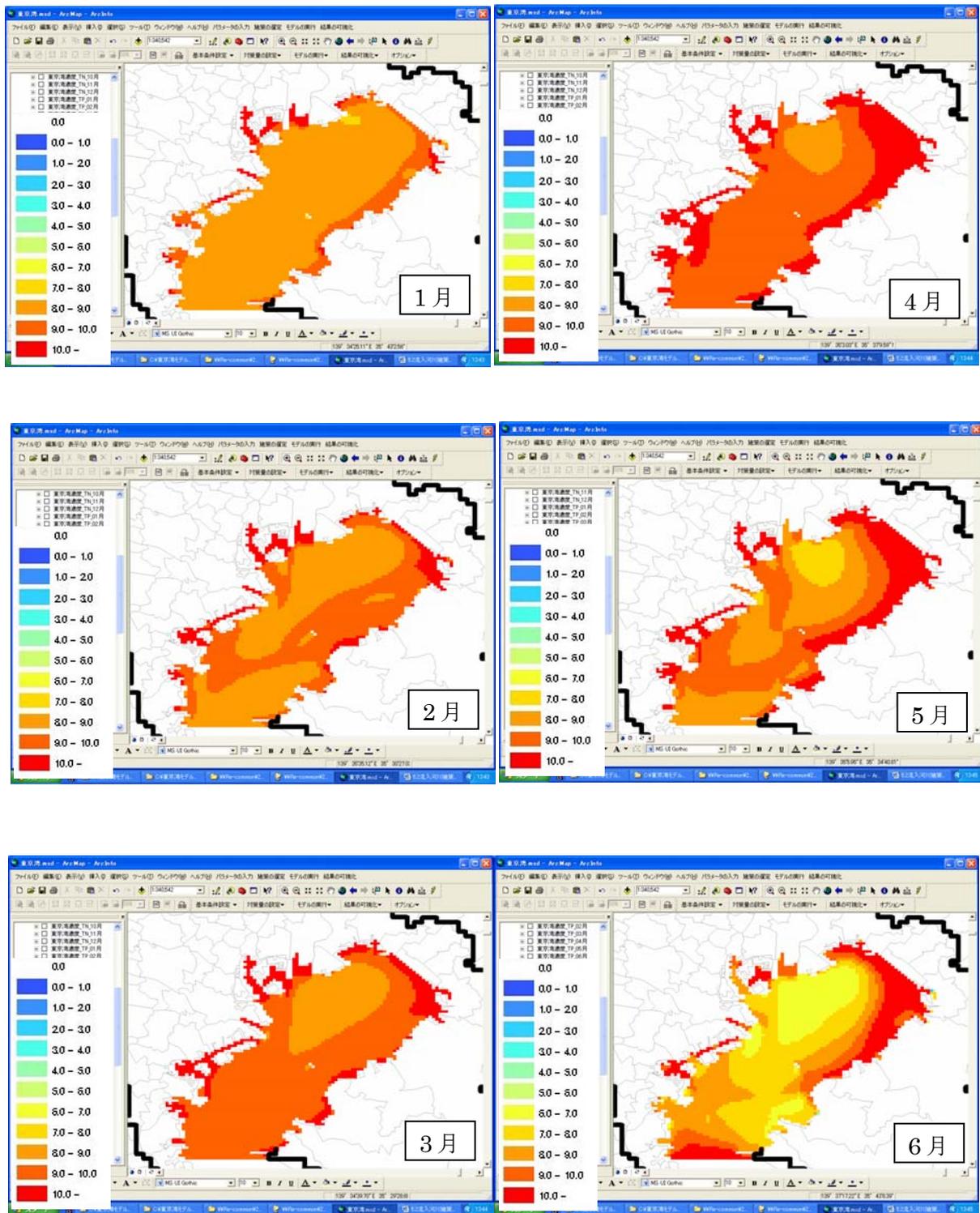


図- 5.2.2.14(1) 湾内 DO 平面分布(施策群 1+2 : 1月~6月)

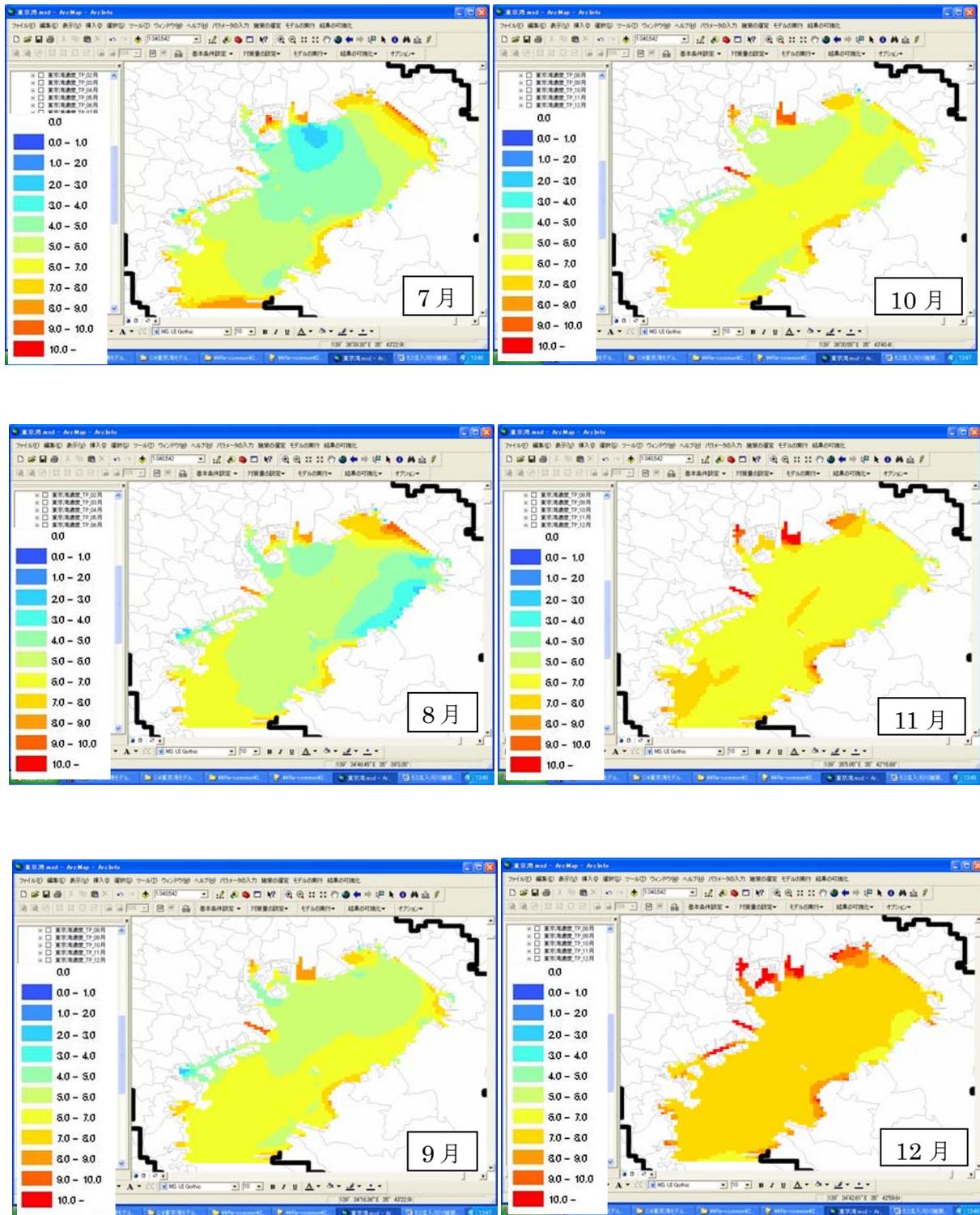


図- 5.2.2.14(2) 湾内 DO 平面分布(施策群 1+2 : 7月~12月)

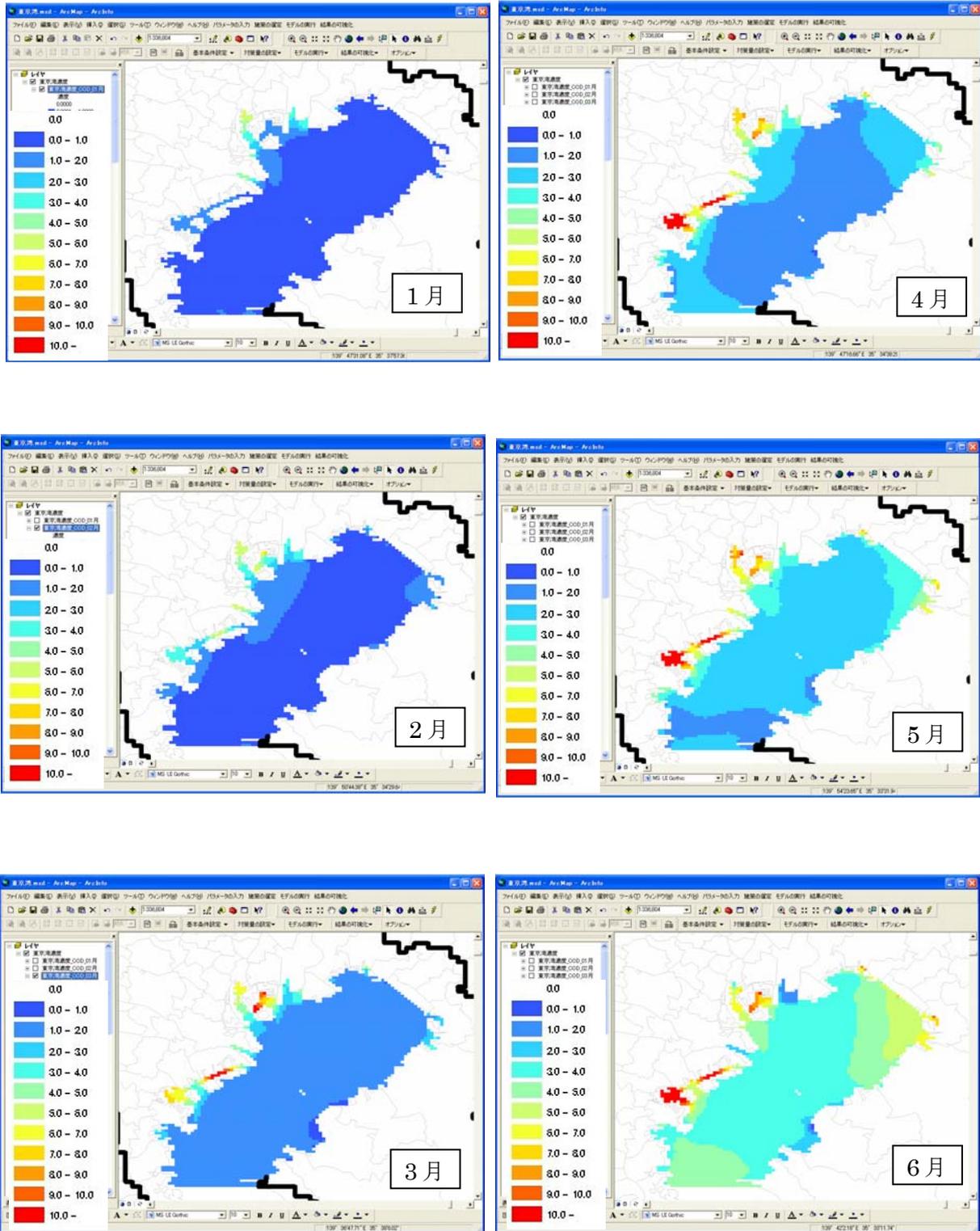


図- 5.2.2.15(1) 湾内 COD 平面分布(施策群 1+2+3 : 1月~6月)

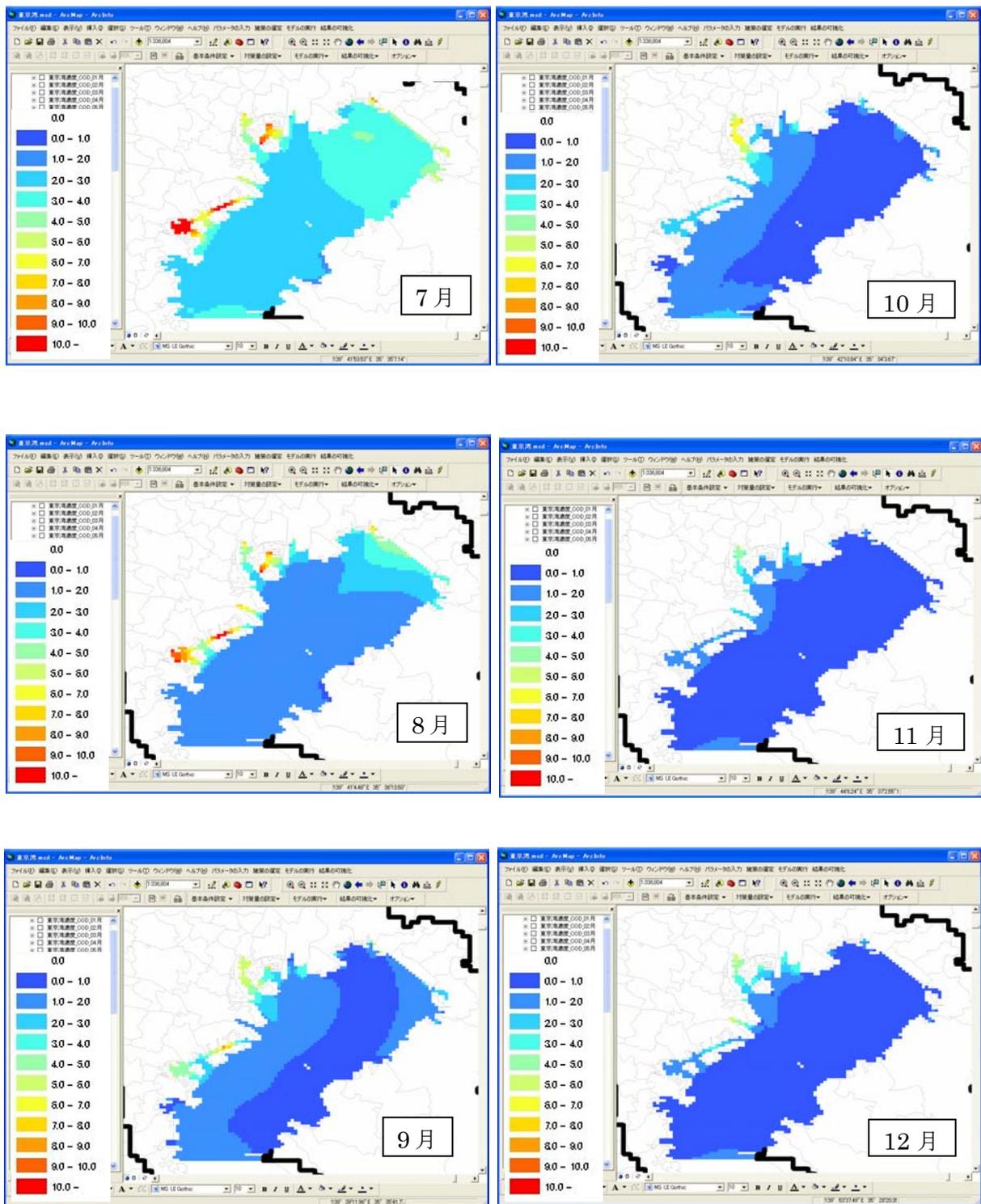


図- 5.2.2.15(2) 湾内 COD 平面分布(施策群 1+2+3 : 7月~12月)

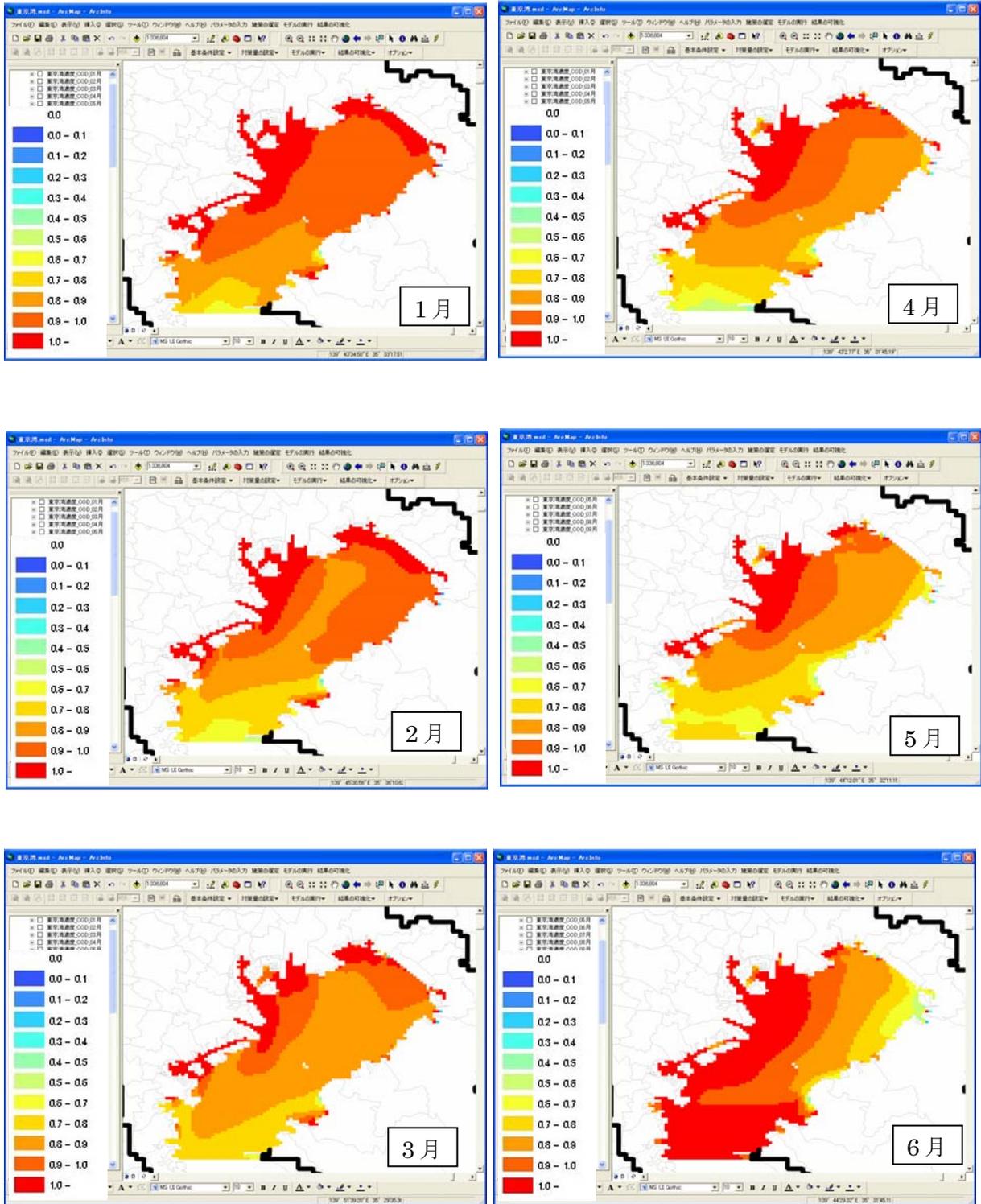


図- 5.2.2.16(1) 湾内 T-N 平面分布(施策群 1+2+3 : 1月~6月)

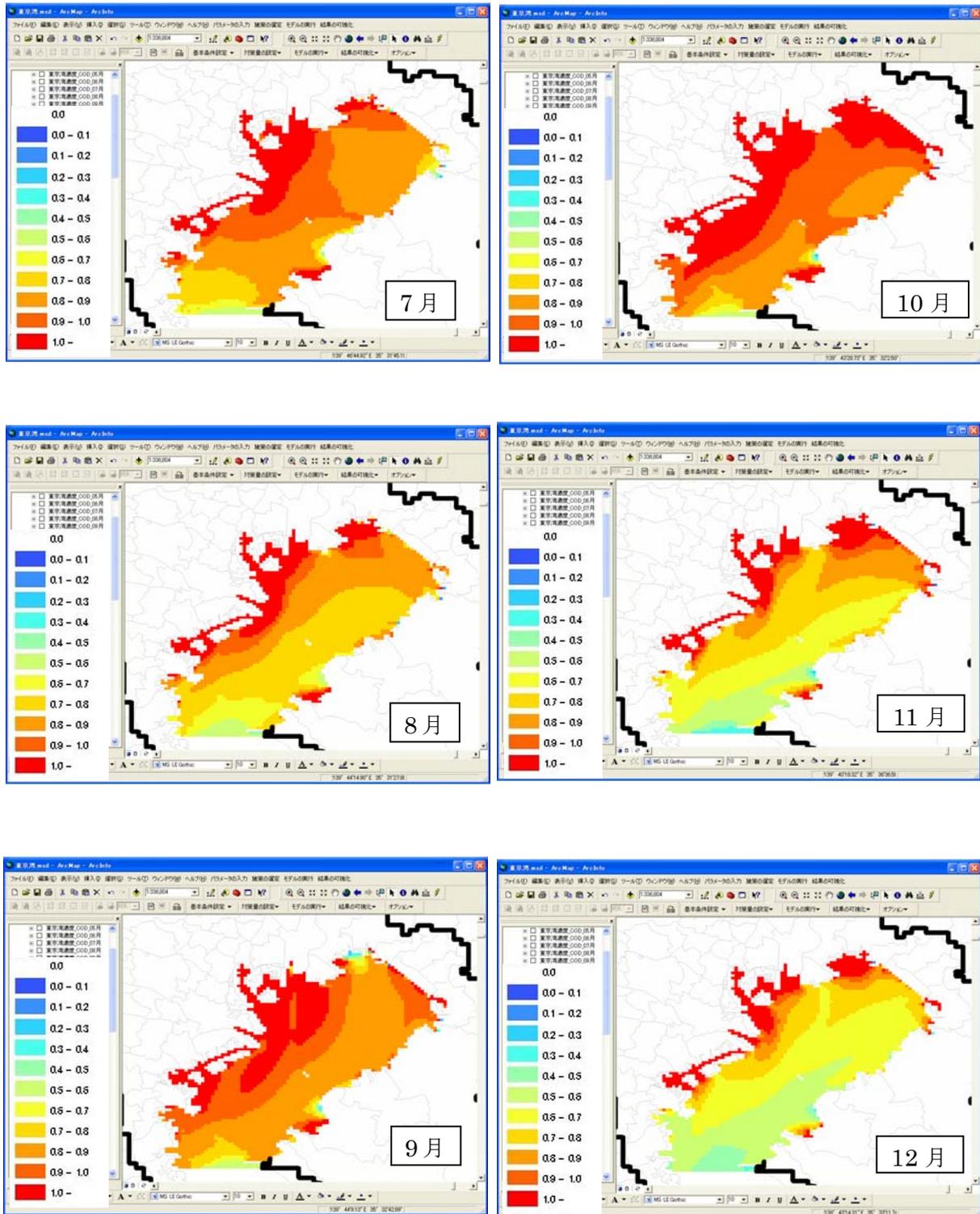


図- 5.2.2.16(2) 湾内 T-N 平面分布(施策群 1+2+3 : 7月~12月)

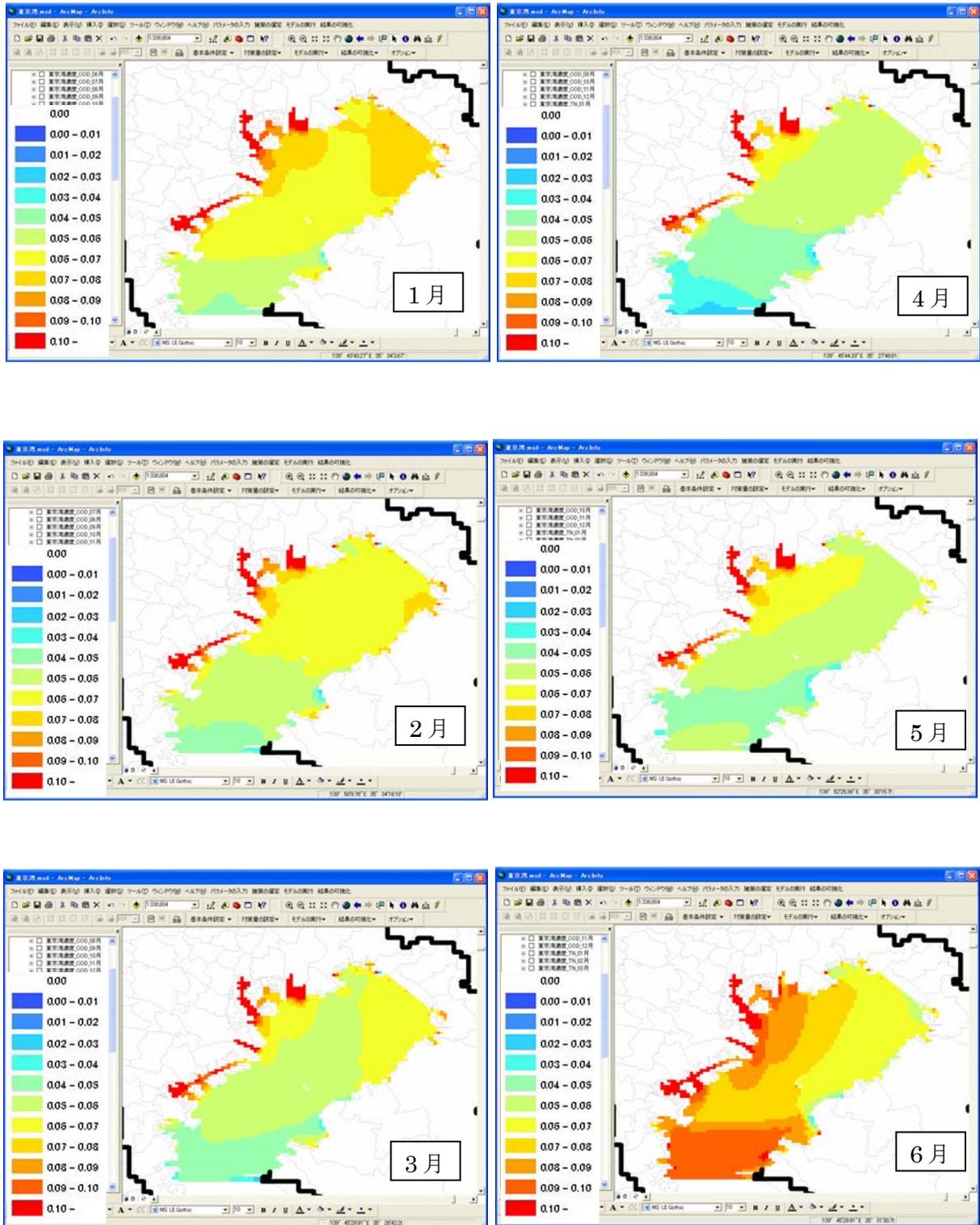


図- 5.2.2.17(1) 湾内 T-P 平面分布(施策群 1+2+3 : 1月~6月)

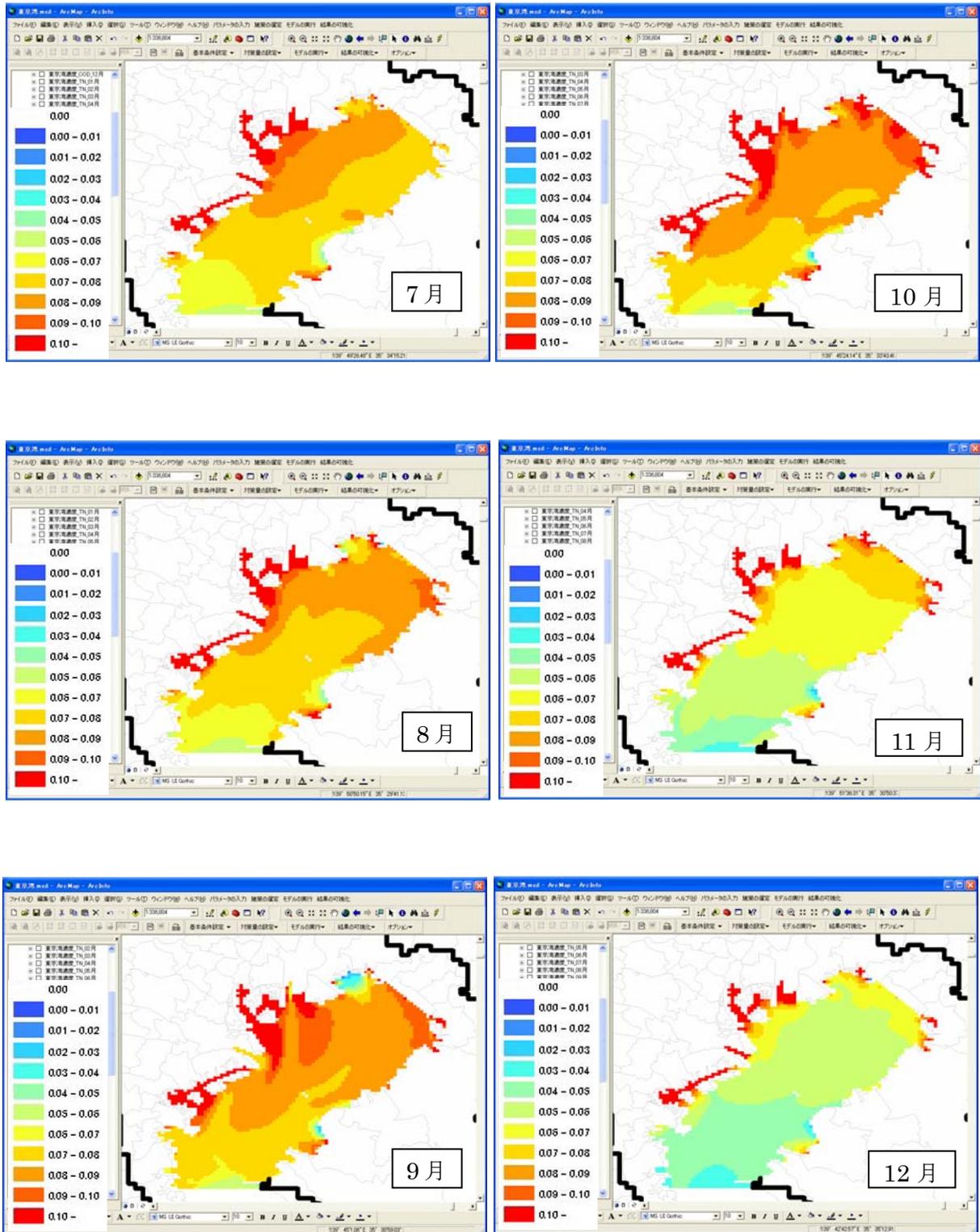


図- 5.2.2.17(2) 湾内 T-P 平面分布(施策群 1+2+3 : 7月~12月)

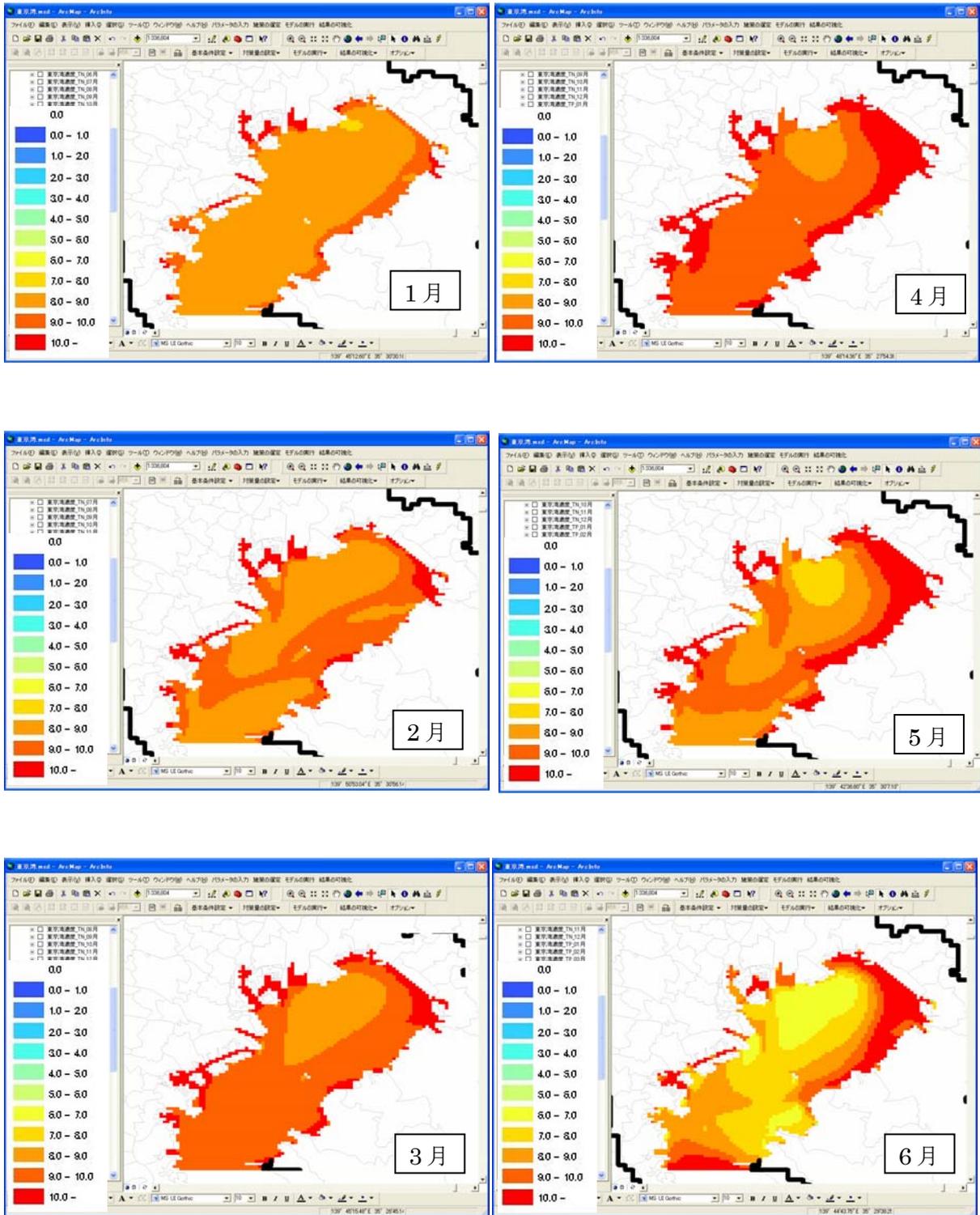


図- 5.2.2.18(1) 湾内 DO 平面分布(施策群 1+2+3 : 1月~6月)

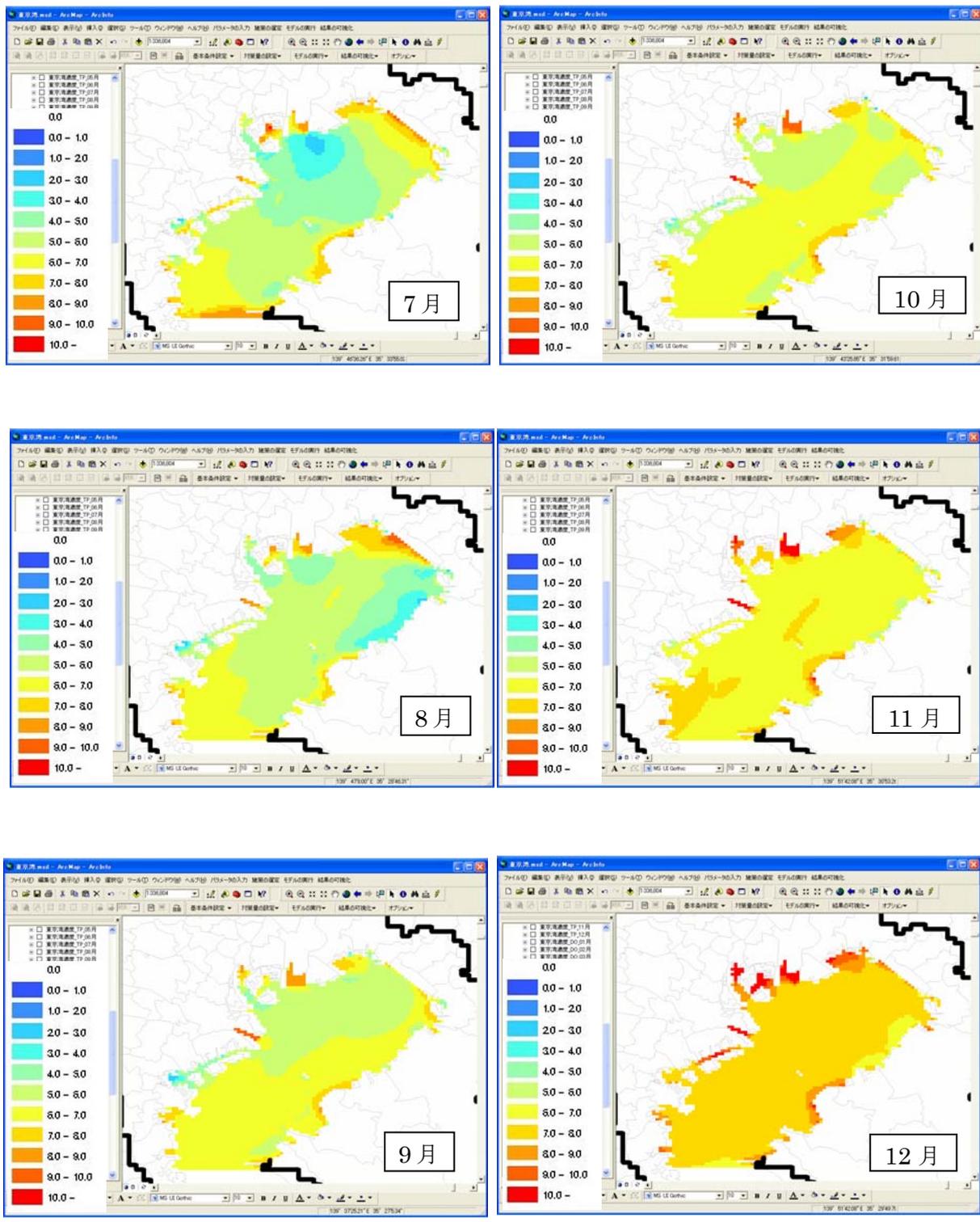


図- 5.2.2.18(2) 湾内 DO 平面分布(施策群 1+2+3 : 7月~12月)

参考文献

- 1) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：平成14年度末高度処理供用箇所一覧,
www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/info/fukyu/h14/seibi_11.pdf
- 2) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：平成16年度末高度処理供用箇所一覧,
www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/data/image/koudoshori_2.pdf

5.3 東京湾とその流域の再生像

5.3.1 流域再生のための施策の実施によるコスト

前節での各施策での検討結果に基づき、施策ごとのコストを表-5.3.1.1 に示す。施策群 1 + 2 + 3 を実施した場合、東京湾流域圏で一律 1 人あたり約 3 万 5 千円の費用が必要という結果となった。単純に各施策のコストを比較するには、収集した知見ではまだ不十分であり、費用概算の精度の向上が必要であるが、コストを踏まえた施策の検討において参考資料の 1 つとなる。

施策群 1 では、透水性・保水性舗装の整備以外の施策については水物質循環の健全化に目的を特化しているため、水質改善の効果は相対的に高いと考えられる。各施策の比較においては、下水処理場での高度処理施設の導入の費用対効果が相対的に高いという結果が得られた。

施策群 2 では、ソフト的な対策を主としているが、中水道の整備と屋上緑化整備に要するコストが極めて高く、広域的に実践するには障害となるものと考えられる。また環境保全型ライフスタイルの実践には金銭的成本が極めて小さいものになると考えられる一方で、いかに社会的に受け入れられるかが大きな課題となる。

また、施策群 3 では、生態系の対策が主であるため、水物質循環の改善効果は施策群 1、施策群 2 と比較して小さい。しかしながら、目に見える生態系の改善効果により環境行動の実践に結びつくという相乗効果が期待されることから、生態系の改善に繋がる自然再生事業の必要性は小さくないと言える。

以上、現時点の各種施策の実施による費用の概算結果をもとに施策間の比較検討を行った。しかしながら、施設整備において用地費が発生する場合が少なくないように、追加的に必要になると考えられるコストについての検討を行う必要があることから、コスト算定結果を踏まえた考察について今後精査する必要がある。

表- 5.3.1.1 施策群の実施に係わるコスト

本表に示す施策の実施によるコストは、既存の資料を用いて概算したものであり、全てのコストを網羅して評価できていないことから、実践に活用するには精査が必要である。

施策群	対策	コスト	備考
施策群 1 (社会資本整備による環境負荷の削減)	下水道整備(整備率100%)	下水管渠の建設費：6,300 億円 二次処理施設等の維持管理費の増分：55 億円/年	
	合流改善(雨天時汚濁排水対策)	雨水貯留池の設置、RTC の整備： 1 兆 7280 億円	雨水貯留池の整備のための用地費が別途想定される。
	下水処理場での高度処理導入	建設費：7270 億円 維持管理費：260 億円/年	施設整備のために用地買収費が必要な場合も考えられる
	単独浄化槽の合併処理化	合併浄化槽の整備費：4900 億円 単独浄化槽の撤去費：300 億円	
	高度処理型合併浄化槽の設置	高度合併処理浄化槽の整備費： 1 兆 3780 億円 高度合併処理浄化槽の維持管理費： 1270 億円/年	
	透水性・保水性舗装(整備率：道路面積の100%)	透水性・保水性舗装の整備費： 1 兆 4000 億円	
合計		5 兆 8630 億円(維持管理費除く)	「合併浄化槽の整備費」は控除(重複するため)
施策群 2 (自発的または誘導的な環境行動の実践)	環境保全型ライフスタイルへの転換(100%の人が実行)	-	流域住民の協力が必要
	環境保全型農業(施肥削減率100%)	-	環境保全型作物の認定制度や、不作時の補償制度等の仕組みの整備が必要
	下水処理水の再利用(再利用率10%)	中水道整備費：15 兆 4700 億円	
	家畜し尿の農地還元(還元率100%)	施設購入費：5240 億円 運用費：185 億円/年	コンポスト化のみで完全に家畜し尿の農地還元を達成できるわけではない
	雨水貯留浸透施設の整備(設置率：全家庭の100%)	雨水貯留施設整備費：5800 億円 屋上緑化整備費：12 兆 8000 億円	
合計		29 兆 3700 億円(運用費等除く)	
施策群 3 (自然環境の再生・土地利用の改変)	市街地・河川沿いの緑地化	市街地の植樹費：2 兆 4500 億円	用地買収費が必要な場合も考えられる
	調整池の確保	調整池の整備費：2700 億円	用地買収費が必要な場合も考えられる
	干潟・アマモ場の造成	人工干潟の造成費：1050 億円	
合計		2 兆 8250 億円	

一人当たりの一年当たりの負担額は維持管理費を含めて(減価償却を50年と仮定)

施策群 1：3540 億円/年(1人あたり 約 12,000 円/年)

施策群 2：6060 億円/年(1人あたり 約 21,000 円/年)

施策群 3：565 億円/年(1人あたり 約 1,900 円/年)

となる。

5.3.2 自然共生社会のイメージ

以上のように、水物質循環に関する統合的な施策の実施による施策群について、東京湾およびその流域という広域的な水質改善度の定量的な評価をコストや社会的負担を含めて行った。

しかしながら、社会環境の変化など数字だけでは表現しきれない評価対象が依然として残されているだけでなく、生態系の改善により実生活にどのような変化が起こるのかなど、実現する社会のイメージ像を専門家でない一般の人々がこれらの結果だけから感覚的に理解することは依然として容易ではない。

そこで、水物質循環や生態系の健全化などによる流域圏の再生像を具体的に提示するために、水環境に焦点を当てて日常的に触れ合える郊外河川や都市河川、さらには家族連れで水生生物と戯れることができる湾岸における干潟について現状と将来像について表現を試みた。5.2 での施策の組合せによる改善効果を踏まえた郊外河川、都市河川、湾岸干潟とその周辺の再生像のイメージを 484 ページ以降に示す。

流域圏再生

水循環の変化がもたらす生活と社会

郊外の風景

郊外河川では川の水が汚れていると、川に対して人が無関心になります。川の水がきれいなること、という意識が多くの人に芽生えます。その要望に対し、川に親しめるように様々な空間整備が実施され、人と川が触れ合えるようになり、さらに植物や生物にとって多様な生息環境が再生されます。

市民と社会の価値観によって生活空間がこんなに変わる

●下水処理の高度化や各家庭での排水対策などの努力により、川の水がきれいになります（水質の改善）。

●切り立った堤防を緩やかな斜面にし、川に近づけるので、川遊びができます。

●川への関心が高まり、ごみがなくなります。

●水がきれいになり、川への関心が高まると、多様な動植物の生息環境の再生が促進されます。



■調整池と他の地域との境界を緩やかにし、緑を増やすことにより、調整池の周りで人が憩うことのできる場が多くなります。

景

で、川と触れ合いた
施されると、川と人



- 空間整備の実施により、低層住宅が高層化され、緑が増加します。
- 川の周りで人が憩うことのできる場が多くなります。



都市河川では多くの場合、川の周辺整備がされていますが、川の水は汚く人の憩える場ではありませにすための様々な施策と都市の再開発を促進することにより、川の水がきれいになり、水辺空間がます。さらに、これらの変化により、人の水環境に対する関心が高まり、動植物の多様な生息環境の再

都市の質的な再開発を促進する水環境

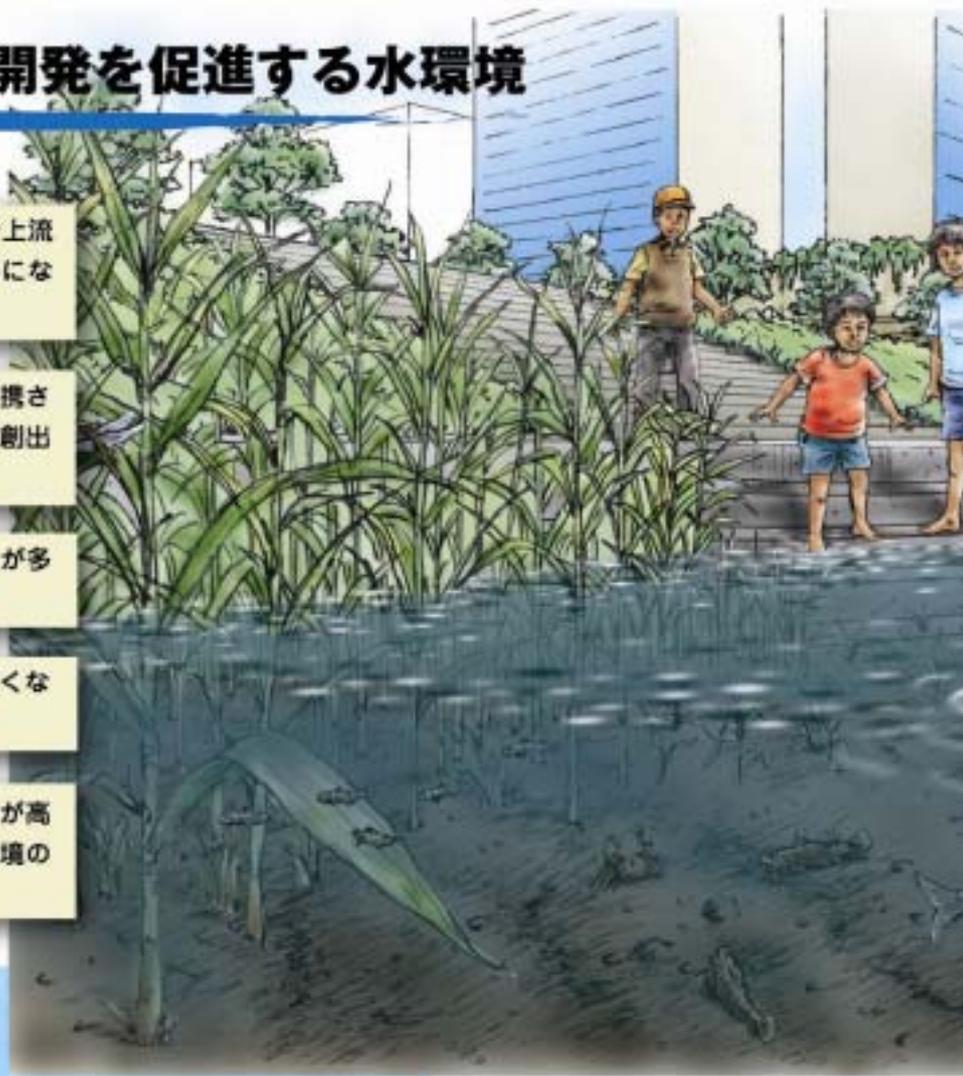
●下水処理場の整備などの施策や上流域での努力により、水がきれいになります(水質の改善)。

●水環境の改善と都市再開発を連携させることで、快適な水辺空間が創出されます。

●快適な水辺空間ができると、人が多く集まります。

●川への関心が高まり、ごみがなくなります。

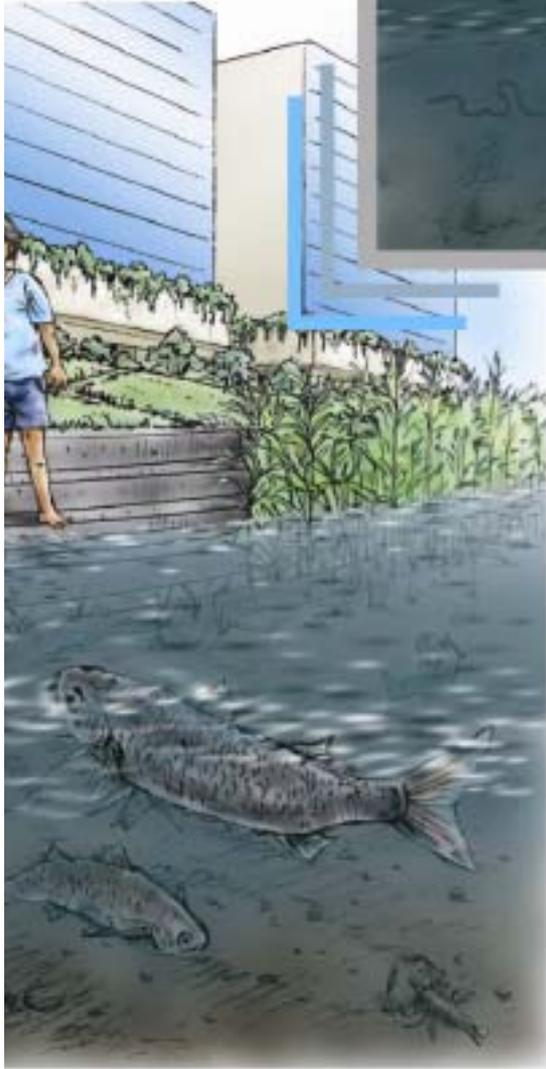
●水がきれいになり、川への関心が高まると、多様な動植物の生息環境の再生が促進されます。



■快適な水辺空間ができ、多くの人が集まるとともに、水中生物だけでなく、水鳥などの生息環境も再生されます。

景

ん。川の水をきれい
人の集まる場となり
主が促進されます。



■低層住宅や工場の高層化などの再開発により、緑が増加し、快適な水辺空間が整備されます、このため、川の近くで休息できるようになる場が多くなります。



流域圏 再生

水循環の変化がもたらす生活と社会

湾岸の風

海岸部では浅瀬がないと人が海と触れ合うことができません。海へ流入する川の水がきれいになり、
れる汚水に対する様々な施策を実施するとともに、浅瀬(干潟)を再生することにより、海岸部の水が
ります。また干潟の再生に加え海岸部の空間整備を行うことにより、海と人々が触れ合えるようにな
植物や生物にとって多様な生息環境が再生されます。

水循環と生態系が人間の行動と市民生活の質を変える



●合流改善などの施策
や流入河川での努力
により、水がきれい
になります。

●浅瀬(干潟)の再生で
さらに水がきれいにな
ります。(他の施
策との連携で、透明
度が向上)

●浅瀬ができ、水がき
れいになると、海で
遊ぶことができます。

●海岸沿いの堤防を整
備することで、海へ
近づきやすくなりま
す。

景

海へ排出さ
きれいにな
り、さらに

環境・生態系は我々にどんな力を与えてくれるか？



●浅瀬がなく人が近づけない

●汚れた海の水（ヘドロ）



●浅瀬ができ、水がきれいになることで、動植物の生息環境の再生が促進されます。



■空間整備の実施により、低層住宅や工場が高層化され、緑が増加します。また、浅瀬の再生により人が海と触れ合えるとともに、動植物の多様な生息環境の再生が促進されます。



6 まとめと今後の展開

6.1 モデル適用の利点と課題

陸域（流域）と水域を統合した水物質循環モデルの効用は、全体状況の把握が容易になることである。その代表例は図-5.2.1.2・図-5.2.2.3であり、それぞれの施策やそれらの組み合わせの効果を横並びで検討できることから、目標達成の観点からの各施策の重要性がわかりやすくなる。

また、流域条件の変更や種々の施策の設定が比較的容易であるという本モデルおよびソフトの特徴を活かすことで、様々な条件下での計算や表示、比較を機動的に行い、問題の構図や各施策の特長の理解増進に役立てるという使い方も可能である。このことは、冒頭に述べた多様な主体による総合的な取り組みに向けた合意形成や結集を促す際の支援になると期待される。

一方、モデルの精度や信頼性に関する限界をどう扱うかが大きな課題として依然残っている。閉鎖性水域の水質形成機構は複雑であり、例えば、青潮の発生と水質の関係や底泥溶出メカニズム等、十分な知見が得られていない現象が少なくない。現象解明に基づくモデル自体の精度向上を図ることの重要性は言うまでもないが、ここで扱っているような多くの過程と支配要因が入り組んだ環境問題特有の複雑な現象については、より適切な施策実行への支援という観点から、その時々で実用性のあるモデルを合理的に使いこなすというアプローチも同時に重視されるべきであろう。

たとえば、構造の異なるモデルを用いて施策効果を検証し、これにより施策効果の幅を織り込んだ（大きなはずれの少ない）施策を選択するという現実的な戦略に役立てることも考えられる。また、施策効果の計算結果に大きな違いをもたらすパラメータや条件を見出すことで、目標達成戦略を立てる上で特に重要な現象解明、モデル化、モニタリングなどのターゲットを客観的に絞ることができる。

さらに、モデルから算出される結果の意味を表現する部分も今後重要になっていく。本論のモデルで言えば、COD 削減値などの水質改善度が評価に用いる代表的な出力であるが、水環境の改善や生物多様性の回復、水物質循環系の改善は、それだけで評価できるものではない。また、それは地域住民にとっても必ずしも理解しやすい指標とは言えない。どの程度水質が向上すればどういう環境が現出されるのかを身近に感じられるように表現することが重要である。

また、長期にわたる環境変遷をモデルでどのように表現していくかも重要な課題であろう。閉鎖性水域等の水環境変化は、その“蓄積性”から、改善プロセスも含め長期にわたることが一般的である。大局的に大きな誤りのないよう施策群を方向付けしていくという観点からは、水環境の悪化以前から現在に至る変化を再現するシミュレーションモデルが必要である。しかし、現状の水物質循環モデルは比較的短期の事象を対象にしており、物質のストックについて十分表現できるものになっていない。また、水質 - 低次生態系モデルについても数十年前の現象が扱えるのかという課題がある。本論では便宜的なやり方で過去と現在を比較したが、その妥当性も含め、長期的な環境変化の分析・予測に対するモデル適用のあり方を検討することも重要と考えられる。

6.2 施策への適用の観点から見たまとめ

このように東京湾とその流域圏を対象に、政策シナリオの検討につながる施策群を具体的に設定し、水物質循環モデルを適用して、施策群に応じた環境改善度合いを把握した。水質が各モデルの出力値として定量化されることにより、施策群実施後の流域環境がある程度描かれることは、水物質循環の健全化に向けて有用な情報になるものと考えられる。また、施策効果を表現しうるシミュレーションモデルを用いた政策検討から得られる重要な観点として以下の点が挙げられる。

a) 多岐にわたる環境問題を解決するための対策を施策パッケージとして評価すること

水物質循環の健全化に向けては、個別に課題の解決の方策を検討するよりも、多くの課題を同時に改善する方法を選択することが効率的である。複数の環境問題に対する解決手法を施策パッケージとして提案し、シミュレーションモデルによる効果把握を試みたことは、具体的な政策決定へのプロセスに活用するという点で意味を持つ。

b) 施策による地先の水質改善効果と閉鎖性水域の水質改善効果の関係性を提示

東京湾の水環境の現状を知る機会が、多くの人にとって極めて少ないと言えよう。本検討において流域水物質循環モデルと東京湾流動・水質モデルを接続したことにより、流域の水質改善効果と東京湾の水質改善効果との連動性を示した。地先の努力が東京湾の水環境の回復にも資することを実感することにより、環境改善行動の実践を促す状況づくりにつなげていくことも、シミュレーションモデルに期待される効用の1つであろう。

c) 多面的な施策評価を忘れてはならない

モデルの結果を評価に用いる際には、各施策の効果やコスト（初期と維持管理段階）の比較とともに、数字だけでは表現できない質の違いにも留意すべきである。これには、施策実行面での確実性・信頼性・迅速性、地域住民への波及・浸透効果と好循環創出効果、自然とのふれ合い増進や教育の効果、地域づくりにかかわる効果など様々なものが考えられ、これらを含めた多面的な評価も施策やその組み合わせの選択において欠かすことができない。

6.3 今後の展開

水物質循環モデルの開発により閉鎖性水域とその流域圏の水環境を改善するための活動・施策と、その再生像（水量・水質として）を提示することが可能になった。しかし、水物質循環の健全化に向けた取り組みを進める過程において、施策実施のための合意形成を円滑に行い、様々な主体の環境施策・環境活動を行っていくことが、公的負担を少なくしつつ効果的な環境再生を行う手法といえる。しかし、多様な関係主体が、それぞれの価値観で行動を起こすには、なおいくつかのハードルがある。

例えば、有機汚濁の減少などの水質指標の変化と、それぞれの主体が積極的に行動する契機となる事象（例えば水質の改善が水域生態系の回復にどのように貢献するかなど）とが直接どう結びつくのか明示されにくいいため、自発的な行動に繋がらない、環境再生の目標を過去に求めても、世代間の意識の違いや、実現性の問題から、共感できる目標に

なりにくい、その施策の意義は認めるが、なるべく自分は経済的や物理的な負担はしたくない、少なくとも不公平に自分が負担する手法では賛成できない、などの問題である。このような問題を解決するには、一つの施策や地域の活動がいくつもの環境改善効果を有し、さらに個人規模から地球規模までの様々なレベルの効果があることを分かりやすく表現することが求められる。またそのための経済的、物理的負担も的確に提示し、それらを踏まえた合意形成をはかる必要がある。この具体の地域活動・施策を活性化し、行政施策と協働して効率的に持続していくための仕組みの研究を進めることが水環境の改善に向けた実践において必要である（図-6.3.1）。

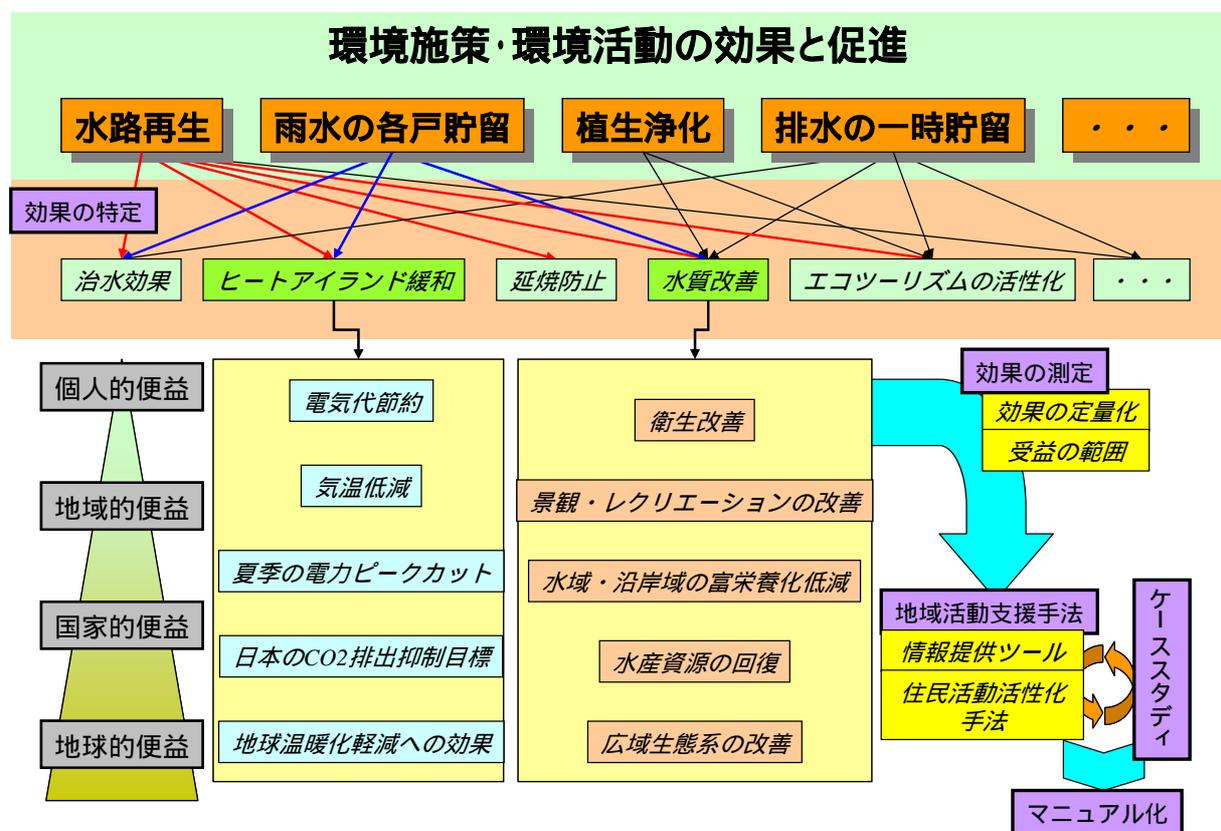


図-6.3.1 地域活動と協働した環境再生

7 参考資料 操作マニュアル

7.1 システムの利用環境

モデルを実行するにあたり必要なソフト・作業環境は以下の通りである。

ArcView9.0、VBランタイム

(ArcView9.0 をインストールするために、以下動作環境が必要)

基本ソフトウェア

Windows 2000 Professional、Windows NT 4.0、Windows XP Home Edition、
Windows XP Professional Edition、Windows 2000 Advanced Server、Windows Server 2003
サービスパック／パッチ

Windows 2000 : SP1、SP2、SP3、SP4 (オプション)

Windows NT 4.0 : SP 6a

Windows XP : SP1、SP2 (制限付きサポート*)

プロセッサ Intel Pentium または Intel Xeon プロセッサ (32 bit)

CPU の速度 800 MHz (必須) 1.0 GHz (推奨)

メモリ/RAM 256 MB (必須) 512 MB 以上 (推奨)

ディスク容量 605MB NTFS 695MB FAT32

7.2 システムのインストール

報告書に添付されている CD-R をパソコンにセットし、エクスプローラ等で CD-R ドライブの内容が表示される。CD-R には複数のフォルダーがある。インストールの際には「インターフェイス」のフォルダーを一式、パソコンの C ドライブ (推奨) にコピーする。フォルダー名は自由に変更することができる。

7.3 システムの操作方法

7.3.1 計算準備およびシステム起動

水循環—物質循環—東京湾内の一連の計算は、ケースごとのフォルダを作成して計算を行う。まず、`¥¥Home¥org¥`以下のファイルをすべてコピーし、`¥¥Home¥ケース 0¥`のように計算フォルダを作成し、[¥¥Home¥CaseDir.txt](#)に以下に示すように、計算フォルダを記す。

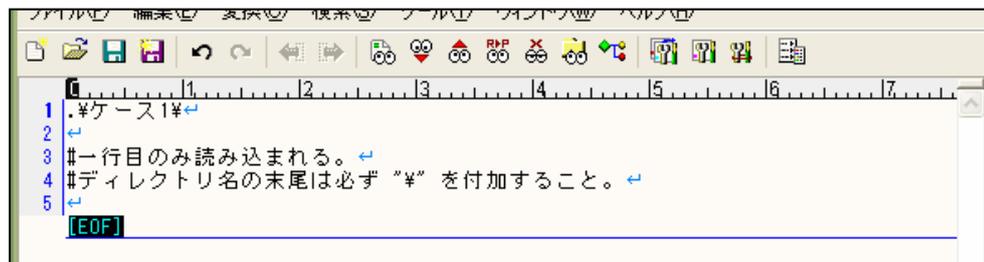


図- 7.3.1.1 CaseDir.txt の内容

以後のパラメータの設定、施策の設定、計算等はすべて¥¥Home¥ケース 0¥内で行う。
ここで、[¥¥Home¥東京湾.mdx](#) をダブルクリックし、システムを起動させる。

GIS システムが起動したら、メニューバー（画面の右上）に①パラメータの入力、②施策の選定、③モデルの実行、④結果の可視化が表示されていることを確認する。

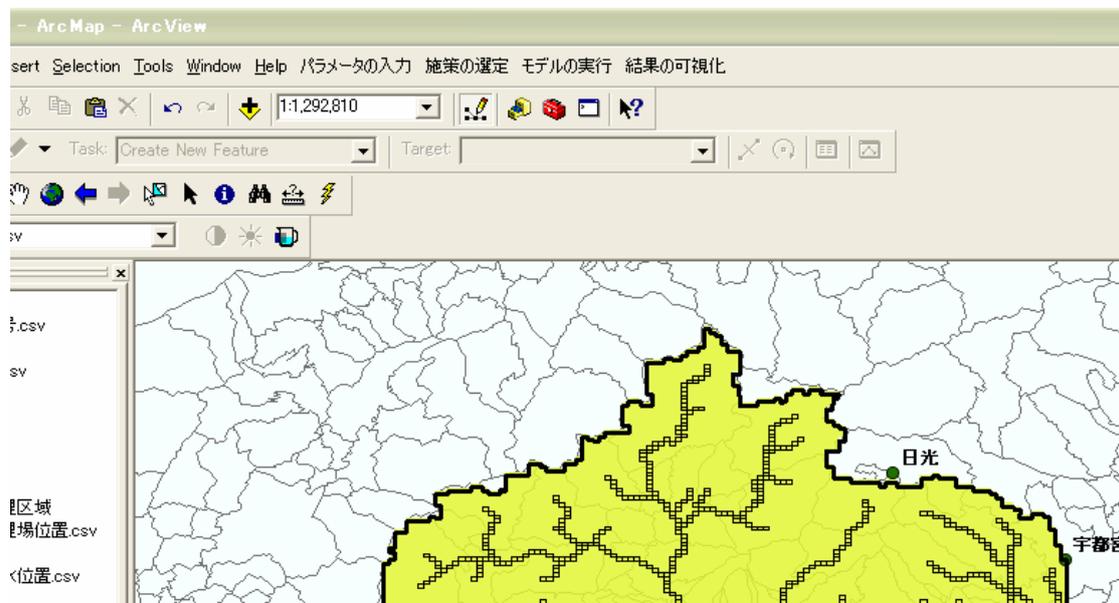
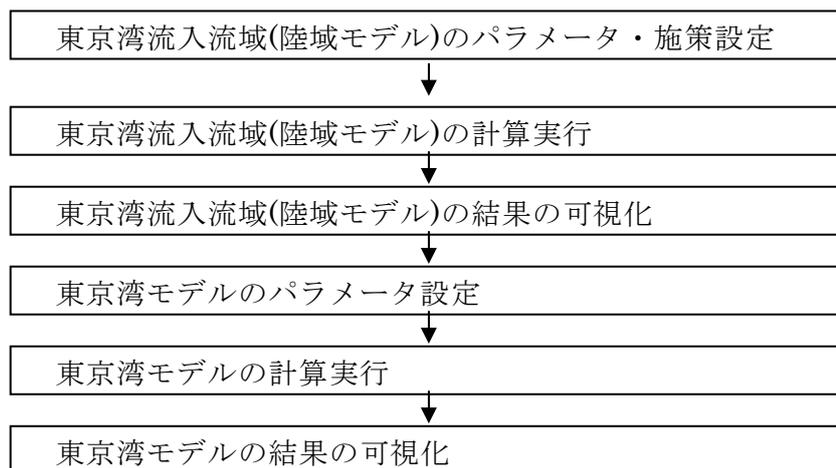


図- 7.3.1.2 システム起動後の画面

以下、下記のフローチャートの手順で計算を行う。



7.3.2 東京湾流入流域(陸域モデル)の計算

(1) パラメータの入力

「パラメータの入力」では、「水循環モデル」、「物質循環モデル」のデータまたはパラメータの確認・変更を行う。



図- 7.3.2.1 パラメータの入力のプルダウンメニュー

1) 水循環モデル

「パラメータの入力」から「水循環モデル」を選択すると「メインスイッチボード（水循環）」が表示される。

データの修正・パラメータの変更の方法は各データとも、修正・変更する箇所にカーソルを合わせ直接入力し、「OK」をクリックする。なお、雨量データ、平均気温データ、最低気温データ、湿度データ、風速データについては一括変換も可能とした。



図- 7.3.2.2 メインスイッチボード（水循環）の画面

A) 準備データ

tran.dat

河川名: 利根川・江戸川 メッシュ数: 8553

タンクNo	フラグ	雨量	気温	湿度	日照	風速	標高
8	1	18	18	12	18	18	1201.43
6	0	18	18	12	18	18	1536.20
4	0	18	18	12	18	18	1301.48
3	0	18	18	12	18	18	1304.89
1	0	18	18	12	18	18	1462.72
2	0	18	18	12	18	18	1335.30
5	2	18	18	12	18	18	1199.42
9	2	18	18	12	18	18	1443.33
13	0	18	18	12	18	18	1556.27
12	2	18	18	12	18	18	1208.59
11	1	18	18	12	18	18	1206.09
16	2	18	18	12	18	18	1108.66
35	1	18	18	12	18	18	1554.50
26	0	18	18	12	18	18	1561.28
18	0	18	18	12	18	18	1677.14
25	2	18	18	12	18	18	1318.78
24	2	18	18	12	18	18	1140.31
22	1	18	18	12	18	18	1249.31
17	1	18	18	12	18	18	1350.26

OK キャンセル

図- 7.3.2.3 準備データ (Tran.dat) の画面

B) モデル定数データ1

モデル定数データ1 (Tntank.dat)

モデル定数データ

計算年度
 前年度から設定年度までを対象とする。

データ年度
 前年度から設定年度までを対象とする。

OK キャンセル

図- 7.3.2.4 モデル定数データ 1 (Tntank.dat) の画面

C) モデル定数データ2

tntank00.dat

表層モデルのパラメータ | 不飽和層モデルのパラメータ | 地下水層モデルのパラメータ | 河道モデルのパラメータ

	最終浸透能 f0(cm/s)	表面流の発生する高さ Sf2(m)	中間流の発生する高さ Sf1(m)	地下浸透の発生する高さ Sf0(m)	地表面の粗度係数 $N(m^{-1/3} \cdot s^{1/2})$
山地	0.00010	0.015	0.010	0.005	0.70
水田	0.00001	0.020	0.005	0.002	2.00
畑	0.00005	0.010	0.005	0.002	0.30
荒地	0.00005	0.010	0.005	0.002	0.30
市街地	0.00001	0.005	0.002	0.001	0.00

OK キャンセル

図- 7.3.2.5 モデル定数データ 2 (Tntank.dat) の画面

D) 雨量データ

雨量データ(precip.dat)

観測地: 古河 全国観測所雨量一括変更(%) 100 変更(ディスプレイは適用されません)

年月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日
2000/01	0	0	0	0	0	0	3	18	4	3	0	0
2000/02	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
2000/03	22	6	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0
2000/04	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000/05	0	2	18	0	0	0	0	18	2	1	5	0
2000/06	0	1	0	0	0	11	27	0	0	9	1	0
2000/07	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
2000/08	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	0
2000/09	0	0	4	7	0	0	0	1	1	50	68	0
2000/10	25	0	0	0	0	0	0	2	0	110	2	0
2000/11	0	0	23	6	8	9	0	0	21	15	0	1
2000/12	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
2001/01	0	0	0	0	0	0	3	18	4	3	0	0
2001/02	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
2001/03	22	6	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0
2001/04	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001/05	0	2	18	0	0	0	0	18	2	1	5	0
2001/06	0	1	0	0	0	11	27	0	0	9	1	0
2001/07	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
2001/08	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	0
2001/09	0	0	4	7	0	0	0	1	1	50	68	0
2001/10	25	0	0	0	0	0	0	2	0	110	2	0
2001/11	0	0	23	6	8	9	0	0	21	15	0	1

OK キャンセル

図- 7.3.2.6 Precip.dat の画面

E) 平均気温データ

平均気温データ(Tmmean.dat)

観測地: 古河 全国観測所最低・平均気温一括変更(度) 0.0 変更(ディスプレイは適用されません)

年月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日
2000/01	5.5	5.2	5.1	2.6	2.8	1.1	0.2	2.1	2.3	4.6	4.3	3.3
2000/02	3.1	3.6	3.3	2.9	3.6	5.2	2.2	3.4	1.8	3.6	3.7	2.4
2000/03	5.6	4.3	5.3	5.4	5.9	8.9	7.3	4.0	2.2	3.6	4.0	3.5
2000/04	6.2	9.0	10.2	9.4	10.4	13.5	15.0	15.8	15.8	17.1	17.3	15.4
2000/05	10.8	11.0	11.3	13.6	15.8	18.0	19.9	18.2	18.7	18.1	17.5	18.5
2000/06	22.9	21.2	21.9	24.1	23.1	18.9	21.0	20.4	21.2	19.8	21.9	19.5
2000/07	27.8	26.0	27.6	30.2	30.3	27.9	25.8	25.6	26.2	26.5	27.7	31.1
2000/08	28.6	25.1	26.5	27.0	24.2	23.4	22.3	23.6	26.2	28.3	24.9	22.2
2000/09	23.8	23.7	22.9	21.1	21.6	21.9	21.1	24.7	26.3	25.8	25.2	27.0
2000/10	17.5	21.0	20.7	17.9	18.4	20.2	18.1	16.1	18.7	15.6	21.0	19.5
2000/11	13.9	15.6	14.4	12.5	9.8	13.7	11.4	10.9	10.9	10.3	9.4	9.0
2000/12	7.5	8.0	10.1	7.5	7.6	7.8	6.7	4.8	5.7	5.8	5.5	4.8
2001/01	5.5	5.2	5.1	2.6	2.8	1.1	0.2	2.1	2.3	4.6	4.3	3.3
2001/02	3.1	3.6	3.3	2.9	3.6	5.2	2.2	3.4	1.8	3.6	3.7	2.4
2001/03	5.6	4.3	5.3	5.4	5.9	8.9	7.3	4.0	2.2	3.6	4.0	3.5
2001/04	6.2	9.0	10.2	9.4	10.4	13.5	15.0	15.8	15.8	17.1	17.3	15.4
2001/05	10.8	11.0	11.3	13.6	15.8	18.0	19.9	18.2	18.7	18.1	17.5	18.5
2001/06	22.9	21.2	21.9	24.1	23.1	18.9	21.0	20.4	21.2	19.8	21.9	19.5
2001/07	27.8	26.0	27.6	30.2	30.3	27.9	25.8	25.6	26.2	26.5	27.7	31.1
2001/08	28.6	25.1	26.5	27.0	24.2	23.4	22.3	23.6	26.2	28.3	24.9	22.2
2001/09	23.8	23.7	22.9	21.1	21.6	21.9	21.1	24.7	26.3	25.8	25.2	27.0
2001/10	17.5	21.0	20.7	17.9	18.4	20.2	18.1	16.1	18.7	15.6	21.0	19.5
2001/11	13.9	15.6	14.4	12.5	9.8	13.7	11.4	10.9	10.9	10.3	9.4	9.0

OK キャンセル

図- 7.3.2.7 Tmmean.dat の画面

F) 最低気温データ

最低気温データ(Tmmini.dat)

観測地: 古河 全国観測所最低・平均気温一括変更(度) 0.0 変更(ディスプレイは適用されません)

年月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日
2000/01	1.4	-0.2	0.9	-0.4	-1.9	-5.0	-5.0	-0.2	-0.6	1.0	1.3	-1.6
2000/02	1.6	-1.5	-2.4	-0.3	-1.7	-1.0	0.3	0.3	-2.9	-3.7	-3.0	-1.2
2000/03	2.2	0.3	-1.6	2.7	2.1	3.3	2.0	-0.5	-1.6	-3.8	-0.3	1.4
2000/04	-0.2	0.5	4.0	5.2	1.4	5.8	9.3	12.1	10.9	13.1	11.5	10.5
2000/05	6.3	9.6	8.6	9.9	11.8	12.2	13.2	14.7	16.5	15.4	13.3	10.7
2000/06	19.0	16.5	14.1	16.3	18.3	17.1	17.8	17.9	18.5	18.0	17.8	17.5
2000/07	21.8	20.8	22.7	23.2	24.5	24.1	21.8	21.8	21.8	21.1	20.8	24.6
2000/08	24.8	23.1	22.5	23.9	21.9	21.3	20.5	21.3	22.0	24.8	23.0	20.5
2000/09	20.6	19.6	20.4	19.0	16.7	20.0	19.8	20.7	24.6	25.0	24.5	23.5
2000/10	16.4	17.1	15.8	14.4	16.3	15.7	15.2	14.7	15.1	14.1	17.5	15.4
2000/11	9.2	10.0	11.4	6.7	4.8	10.4	8.1	4.2	8.5	7.6	4.0	4.4
2000/12	2.0	0.6	6.7	4.4	3.8	6.4	1.9	-0.1	-0.3	1.6	-0.2	-1.8
2001/01	1.4	-0.2	0.9	-0.4	-1.9	-5.0	-5.0	-0.2	-0.6	1.0	1.3	-1.6
2001/02	1.6	-1.5	-2.4	-0.3	-1.7	-1.0	0.3	0.3	-2.9	-3.7	-3.0	-1.2
2001/03	2.2	0.3	-1.6	2.7	2.1	3.3	2.0	-0.5	-1.6	-3.8	-0.3	1.4
2001/04	-0.2	0.5	4.0	5.2	1.4	5.8	9.3	12.1	10.9	13.1	11.5	10.5
2001/05	6.3	9.6	8.6	9.9	11.8	12.2	13.2	14.7	16.5	15.4	13.3	10.7
2001/06	19.0	16.5	14.1	16.3	18.3	17.1	17.8	17.9	18.5	18.0	17.8	17.5
2001/07	21.8	20.8	22.7	23.2	24.5	24.1	21.8	21.8	21.8	21.1	20.8	24.6
2001/08	24.8	23.1	22.5	23.9	21.9	21.3	20.5	21.3	22.0	24.8	23.0	20.5
2001/09	20.6	19.6	20.4	19.0	16.7	20.0	19.8	20.7	24.6	25.0	24.5	23.5
2001/10	16.4	17.1	15.8	14.4	16.3	15.7	15.2	14.7	15.1	14.1	17.5	15.4
2001/11	9.2	10.0	11.4	6.7	4.8	10.4	8.1	4.2	8.5	7.6	4.0	4.4

OK キャンセル

図- 7.3.2.8 Tmmini.dat の画面

G) 湿度データ

湿度データ(Humidity.dat)

観測地: 宇都宮 全観測所湿度一括変更(%) 100 変更(ディスクロは適用されません)

年月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日
2000/01	47	50	36	45	49	54	61	81	75	80	77	56
2000/02	85	53	49	56	58	65	88	67	62	57	53	49
2000/03	88	71	63	84	53	50	54	55	65	56	42	52
2000/04	68	57	69	53	55	55	65	71	71	68	64	77
2000/05	67	83	78	68	69	73	69	85	81	79	63	50
2000/06	57	56	56	50	63	91	86	76	71	82	71	68
2000/07	66	69	71	69	63	73	61	65	67	67	69	66
2000/08	73	75	79	77	71	72	79	75	76	81	91	91
2000/09	70	71	74	83	70	75	80	79	87	91	93	72
2000/10	92	63	59	69	88	72	67	76	69	89	75	73
2000/11	77	68	78	69	73	79	55	64	79	79	67	81
2000/12	68	62	66	80	73	86	52	63	60	57	58	57
2001/01	47	50	36	45	49	54	61	81	75	80	77	56
2001/02	85	53	49	56	58	65	88	67	62	57	53	49
2001/03	88	71	63	84	53	50	54	55	65	56	42	52
2001/04	68	57	69	53	55	55	65	71	71	68	64	77
2001/05	67	83	78	68	69	73	69	85	81	79	63	50
2001/06	57	56	56	50	63	91	86	76	71	82	71	68
2001/07	66	69	71	69	63	73	61	65	67	67	69	66
2001/08	73	75	79	77	71	72	79	75	76	81	91	91
2001/09	70	71	74	83	70	75	80	79	87	91	93	72
2001/10	92	63	59	69	88	72	67	76	69	89	75	73
2001/11	77	68	78	69	73	79	55	64	79	79	67	81

OK キャンセル

図- 7.3.2.9 Humidity.dat の画面

H) 日照時間データ

日照時間データ(Suntim.dat)

観測地: 古河

年月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日
2000/01	9.1	7.9	8.9	4.6	6.7	9.3	3.2	0.7	5.4	1.9	5.4	9.0
2000/02	0.0	4.0	9.4	3.2	4.9	4.7	0.0	8.8	9.4	8.6	9.0	9.0
2000/03	0.0	7.2	6.0	0.0	10.7	9.2	7.5	7.9	8.8	7.5	11.1	4.8
2000/04	10.1	10.5	6.8	10.6	8.2	10.8	9.9	4.2	4.0	4.4	5.9	0.6
2000/05	3.0	0.0	0.0	5.9	0.8	6.6	8.8	0.0	0.0	0.4	7.9	11.8
2000/06	8.4	5.0	12.4	11.1	0.0	0.0	2.5	0.7	3.2	0.0	5.8	0.0
2000/07	5.6	8.6	6.8	7.7	8.2	0.2	9.7	7.8	4.5	6.5	6.6	11.7
2000/08	7.0	0.0	4.4	2.8	0.6	0.0	0.0	0.0	1.5	0.1	0.0	0.0
2000/09	5.5	5.3	0.0	0.8	5.5	0.0	0.0	1.4	0.6	0.0	0.0	9.0
2000/10	0.0	9.9	10.5	1.9	0.0	6.8	2.6	0.4	5.9	0.0	5.9	5.7
2000/11	4.1	7.4	0.0	9.8	0.8	1.6	9.2	8.1	0.0	0.0	7.3	1.0
2000/12	6.1	8.4	6.6	0.0	0.2	0.0	8.6	8.7	9.0	9.0	9.1	8.8
2001/01	9.1	7.9	8.9	4.6	6.7	9.3	3.2	0.7	5.4	1.9	5.4	9.0
2001/02	0.0	4.0	9.4	3.2	4.9	4.7	0.0	8.8	9.4	8.6	9.0	9.0
2001/03	0.0	7.2	6.0	0.0	10.7	9.2	7.5	7.9	8.8	7.5	11.1	4.8
2001/04	10.1	10.5	6.8	10.6	8.2	10.8	9.9	4.2	4.0	4.4	5.9	0.6
2001/05	3.0	0.0	0.0	5.9	0.8	6.6	8.8	0.0	0.0	0.4	7.9	11.8
2001/06	8.4	5.0	12.4	11.1	0.0	0.0	2.5	0.7	3.2	0.0	5.8	0.0
2001/07	5.6	8.6	6.8	7.7	8.2	0.2	9.7	7.8	4.5	6.5	6.6	11.7
2001/08	7.0	0.0	4.4	2.8	0.6	0.0	0.0	0.0	1.5	0.1	0.0	0.0
2001/09	5.5	5.3	0.0	0.8	5.5	0.0	0.0	1.4	0.6	0.0	0.0	9.0
2001/10	0.0	9.9	10.5	1.9	0.0	6.8	2.6	0.4	5.9	0.0	5.9	5.7
2001/11	4.1	7.4	0.0	9.8	0.8	1.6	9.2	8.1	0.0	0.0	7.3	1.0

OK キャンセル

図- 7.3.2.10 Suntim.dat の画面

I) 風速データ

風速データ(windsp.dat)

観測地: 古河 全観測所風速一括変更(%) 100 変更(ディスプレイは適用されません)

年月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日
2000/01	3	1	2	2	3	2	1	2	1	1	1	2
2000/02	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2
2000/03	2	3	1	1	3	2	2	3	2	1	3	2
2000/04	2	1	2	3	1	2	2	1	1	2	1	1
2000/05	2	2	2	2	1	2	3	2	2	1	2	2
2000/06	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1
2000/07	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2
2000/08	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
2000/09	1	1	1	2	1	1	0	1	2	2	2	1
2000/10	1	1	2	1	1	1	2	3	2	4	1	1
2000/11	0	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1	0
2000/12	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	3	1
2001/01	3	1	2	2	3	2	1	2	1	1	1	2
2001/02	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2
2001/03	2	3	1	1	3	2	2	3	2	1	3	2
2001/04	2	1	2	3	1	2	2	1	1	2	1	1
2001/05	2	2	2	2	1	2	3	2	2	1	2	2
2001/06	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1
2001/07	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2
2001/08	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
2001/09	1	1	1	2	1	1	0	1	2	2	2	1
2001/10	1	1	2	1	1	1	2	3	2	4	1	1
2001/11	0	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1	0

OK キャンセル

図- 7.3.2.11 Windsp.dat の画面

2) 物質循環モデル

「パラメータの入力」から「物質循環モデル」を選択すると「メインスイッチボード（物質循環）」が表示される。

データの修正・パラメータの変更の方法は各データとも、修正・変更する箇所にカーソルを合わせ直接入力し、「OK」をクリックする。



図- 7.3.2.12 メインスイッチボード（物質循環）の画面

A) モデルパラメータ1

降雨負荷原単位 (g/m ³)	
COD	1.50
T-N	0.80
T-P	0.04
BOD	1.50

図- 7.3.2.13 モデルパラメータ 1 (Paramet.dat) の画面

B) モデルパラメータ2

表層モデルパラメータ:							
		堆積負荷係数1 m(-)	堆積負荷流出係数 K(-)	堆積負荷係数2 n(-)	極限堆積量 Su(g)	堆積速度係数 Ks(1/day)	初期の堆積0からの経過日数 T0(日)
山地	COD	0	2.000	0	500	0.20	0
	T-N	0	2.000	0	250	0.20	0
	T-P	0	2.000	0	60	0.20	0
	BOD	0	2.000	0	500	0.20	0
不飽和モデルパラメータ:							
		溶脱負荷係数1 m(-)	溶脱流出係数 K(-)	溶脱負荷係数2 n(-)	極限溶脱量 Su(g)	溶脱速度係数 Ks(1/day)	初期の溶脱0からの経過日数 T0(日)
山地	COD	0	2.000	0	500	0.20	0
	T-N	0	2.000	0	250	0.20	0
	T-P	0	2.000	0	60	0.20	0
	地下モデルパラメータ:						
	汚濁負荷濃度 C3(mg/l)						
COD	1.00						
T-N	0.50						
T-P	0.02						
BOD	0.50						
河道モデルパラメータ:							
	脱離率定数 k1(1/day)	沈降・吸着の除去速度定数 k3(1/day)	低層再懸濁の負荷速度定数 xt(1/day)	汚濁物質貯留濃度 CA(mg/l)			
COD	0.200	0.100		0.001	1.000		
T-N	0.200	0.100		0.001	1.000		
T-P	0.200	0.100		0.001	0.100		
BOD	0.300	0.200		0.001	1.000		

図- 7.3.2.14 モデルパラメータ 2 (Paramet.dat) の画面

(2) 施策の選定

「施策の選定」ではモデル実行に際して、どのような施策を選定し組み合わせるかを設定する。

【施策設定方法】

- (A) [YYHomeYケース0YBASEDATAY](#)の中身を書き換える。(施策の設定)
- (B) インターフェイスから計算ファイル作成プログラムの立ち上げ
- (C) データの読み込み・計算期間の設定・メッシュデータの直接読み込み
- (D) データファイルの作成

(A) 施策の設定

BASEDATAの中身はすべてCSVファイルとなっており、これらを施策にあわせて書き換えた後、計算ファイル作成プログラムを実行する。

各CSVファイルの設定項目は以下の通りである。なお、各種設定変更を補助するエクセルファイルを[¥¥Home¥BASEDATA変更¥](#)に保存している。

ファイル	設定項目	変更方法
メッシュ基本データ.csv	<ul style="list-style-type: none"> 工業製品年出荷額(百万円) 牛豚頭数 メッシュ人口 メッシュごと土地利用比率の設定 	<p>エクセルで設定し、CSVファイルを¥¥Home¥ケース0¥BASEDATA¥に保存。</p> <p>メッシュ基本データ.csvは、後述する(C)メッシュデータの直接読み込みでも変更可能。</p> <p>土地利用面積比率を変更する場合は、シート「土地利用条件設定」で設定をする。</p>
下水処理場データ.csv	<ul style="list-style-type: none"> 下水高度処理の設定 	<p>エクセルで設定し、CSVファイルを¥¥Home¥ケース0¥BASEDATA¥に保存。</p>
県基本データ.csv	<ul style="list-style-type: none"> 県別処理形態別汚水処理人口比率の設定 高度処理合併浄化槽の設定 	<p>エクセルで設定し、CSVファイルを¥¥Home¥ケース0¥BASEDATA¥に保存。(※高度処理合併浄化槽の割合は、未処理人口の比率に割り当てている。よって、高度処理を行う時は、同時に負荷原単位.csvを負荷原単位(高度処理合併浄化槽).csvに置き換える必要あり。)</p>
市町村基本データ.csv	<ul style="list-style-type: none"> 下水道普及率の設定 節水率の設定 下水再利用率の設定 	<p>エクセルで設定し、CSVファイルを¥¥Home¥ケース0¥BASEDATA¥に保存。</p>
負荷原単位.csv	<ul style="list-style-type: none"> 生活・工場・家畜負荷原単位の設定 	<p>台所対策を設定する場合、負荷原単位.csvを負荷原単位(台所対策).csvに置き換える。</p>
灌漑パターンデータ.csv	<ul style="list-style-type: none"> 田畑減水深のパターンの設定 	<p>特に変更の必要はなし。</p>
合流式.csv	<ul style="list-style-type: none"> 合流改善の際の基準雨量および未処理放流水質の設定 	<p>合流改善施策を設定する場合、合流式.csvを合流式08mm.csvもしくは合流式25mm.csvに置き換える。</p>

メッシュデータ(210×270)で変更を行うもの(人口の変更等)に関しては次頁で説明。

検討を行った各個別施策の設定方法は以下の通りである。

- ・ BASEDATA を変更するもの→青字
- ・ Arcview 上で設定するもの→黒字

(ア) 各戸雨水貯留・浸透

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
各戸雨水貯留・浸透	各家庭で設置する雨水貯留浸透施設を設定する。	<p>【設定変更の単位】 全流域一律＋流域毎</p> <p>【反映方法・設定変更方法】 市街地メッシュを対象に、設置面積分の表層タンクの最終浸透能が荒地の最終浸透能になるものとする。市街地メッシュのうち建物用地面積に対する雨水貯留浸透施設設置割合を設定する。貯留も考慮する必要があるので発生高さも全て荒地の値を用いる。</p>	デフォルトでは、導入割合を 100%、建ぺい率を 50%、として、0.5 とする。	「パラメータの入力」→「水循環モデル」→「モデル定数データ 2」→「表層モデルのパラメータ」で設定

	最終浸透能 f0(cm/s)	表面流の発生する高さ Sf2(m)	中間流の発生する高さ Sf1(m)	地下浸透の発生する高さ Sfi(m)	地表面の粗度係数 N(m ^{-1/3} ・s ^(^1))	早い中間流の定数 ari(-)
山地	0.00010	0.015	0.010	0.005	0.70	1.0
水田	0.00001	0.020	0.005	0.002	2.00	1.0
畑	0.00005	0.010	0.005	0.002	0.30	1.0
荒地	0.00005	0.010	0.005	0.002	0.30	1.0
市街地	0.00001	0.005	0.002	0.001	0.03	1.0
その他	0.00001	0.005	0.002	0.001	0.03	1.0

デフォルトでは、

- ・ 市街地の最終浸透能 0.00001 → 0.0000288
- ・ 市街地の表面発生高さ 0.005 → 0.00735

とする。

計算式

最終浸透能 =

$$(0.00005 - 0.00001) \times \text{「導入割合」} / 100 \times \text{「建ぺい率」} / 100 \times 0.94_{(\text{建物用地面積比率})} + 0.00001$$

表面発生高さ =

$$(0.010 - 0.005) \times \text{「導入割合」} / 100 \times \text{「建ぺい率」} / 100 \times 0.94_{(\text{建物用地面積比率})} + 0.005$$

(イ) 透水性・保水性舗装

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
透水性舗装	道路や歩道、駐車場に整備する透水性舗装を設定する。	<p>【設定変更の単位】 全流域一律+流域毎</p> <p>【反映方法・設定変更方法】 市街地メッシュを対象に、設置面積分の表層タンクの最終浸透能が荒地地の最終浸透能になるものとする。市街地メッシュのうち幹線道路面積に対する雨水貯留浸透施設設置割合を設定する。</p>	デフォルトでは、導入割合を100%とする。	「パラメータの入力」→「水循環モデル」→「モデル定数データ2」→「表層モデルのパラメータ」で設定

	最終浸透能 f0(cm/s)	表面流の発生する高さ Sf2(m)	中間流の発生する高さ Sf1(m)	地下浸透の発生する高さ Sf0(m)	地表面の粗度係数 N(m ^{-1/3} ・s ^(^1))	早い中間流の定数 ari(-)
山地	0.00010	0.015	0.010	0.005	0.70	1.0
水田	0.00001	0.020	0.005	0.002	2.00	1.0
畑	0.00005	0.010	0.005	0.002	0.30	1.0
荒地	0.00005	0.010	0.005	0.002	0.30	1.0
市街地	0.00001	0.005	0.002	0.001	0.03	1.0
その他	0.00001	0.005	0.002	0.001	0.03	1.0

デフォルトでは、

- ・ 市街地の最終浸透能 0.00001 → 0.0000124
- ・ 市街地の表面発生高さ 0.005 → 0.0053

とする。

計算式

最終浸透能 =

$$(0.00005 - 0.00001) \times \text{「導入割合」} / 100 \times 0.06_{(\text{幹線道路面積比率})} + 0.00001$$

表面発生高さ =

$$(0.010 - 0.005) \times \text{「導入割合」} / 100 \times 0.06_{(\text{幹線道路面積比率})} + 0.005$$

(ウ) 調整池

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
調整池	流域に雨水の流出を一時貯留させる調整池を設定する。	【設定変更の単位】 全流域一律+流域毎 【反映方法・設定変更方法】 市街地メッシュを対象に、表層タンクの表面流・早い中間流の発生高さを調整池のボリューム相当分に応じて高くする。1haあたりの調整池ボリュームを入力する。	東京都の流域対策では大半の河川で 600m ³ /ha となっているので、この数値をデフォルトとする。(発生高さに換算すると 6mm 高くすることになる)	「パラメータの入力」→「水循環モデル」→「モデルパラメータ 2」→「表層モデルのパラメータ」で設定

	最終浸透能 f0(cm/s)	表面流の発生する高さ Sf2(m)	中間流の発生する高さ Sf1(m)	地下浸透の発生する高さ Sf0(m)	地表面の粗度係数 N(m ^{-1/3} ・s ^(^1))	早い中間流の定数 ari(-)
山地	0.00010	0.015	0.010	0.005	0.70	1.0
水田	0.00001	0.020	0.005	0.002	2.00	1.0
畑	0.00005	0.010	0.005	0.002	0.30	1.0
荒地	0.00005	0.010	0.005	0.002	0.30	1.0
市街地	0.00001	0.005	0.002	0.001	0.03	1.0
その他	0.00001	0.005	0.002	0.001	0.03	1.0

デフォルトでは、

- ・ 市街地の表面発生高さ 0.005 →0.011
- ・ 市街地の中間流発生高さ 0.002 →0.008

とする。

計算式

表面発生高さ =

0.005 + 「1ha あたり調整池ボリューム(600m³)」 / 100 / 100 × 「1メッシュあたりの調整池整備可能面積率 (=0.1 と仮定)」

中間流発生高さ =

0.002 + 「1ha あたり調整池ボリューム(600m³)」 / 100 / 100 × 「1メッシュあたりの調整池整備可能面積率 (=0.1 と仮定)」

(エ) 環境保全型農業

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
環境保全型農業	水田、畑への施肥量の削減を設定する。	【設定変更の単位】 全流域一律+流域毎 【反映方法・設定変更方法】 水田・畑のメッシュを対象に、表層タンク、不飽和タンクの極限堆積負荷量を一定率減じる。	デフォルトは100%とする。	「パラメータの入力」→「物質循環モデル」→「モデルパラメータ2」で設定

Parame100.dat

表層モデルパラメータ:

		堆積負荷係数1 m(-)	堆積負荷流出係数 K(-)	堆積負荷係数2 n(-)	極限堆積量 Su(g)	堆積速度係数 Ks(1/day)	初期の堆積0からの経過日数 T0(日)
水田	COD	0	2.000	0	3000	0.20	0
	T-N	0	2.000	0	1250	0.20	0
	T-P	0	2.000	0	400	0.20	0
	BOD	0	2.000	0	3000	0.20	0

不飽和モデルパラメータ:

		溶脱負荷係数1 m(-)	溶脱流出係数 K(-)	溶脱負荷係数2 n(-)	極限溶脱量 Su(g)	溶脱速度係数 Ks(1/day)	初期の溶脱0からの経過日数 T0(日)
水田	COD	0	2.000	0	3000	0.20	0
	T-N	0	2.000	0	1250	0.20	0
	T-P	0	2.000	0	400	0.20	0

地下モデルパラメータ:

	汚濁負荷濃度 C3(mg/l)
COD	1.00
T-N	0.50
T-P	0.02
BOD	0.50

河道モデルパラメータ:

	脱酸定数 k1(1/day)	沈降・吸着の除去速度定数 k3(1/day)	低層再懸濁の負荷速度定数 xt(1/day)	汚濁物質貯留濃度 CA(mg/l)
COD	0.200	0.100	0.001	1.000
T-N	0.200	0.100	0.001	1.000
T-P	0.200	0.100	0.001	0.100
BOD	0.300	0.200	0.001	1.000

OK キャンセル

デフォルトでは、

- ・ 水田・畑の表層タンク極限堆積量 →0
- ・ 水田・畑の不飽和タンク極限溶脱量 →0

とする。

(オ) 家畜し尿の農地還元

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
家畜し尿の農地還元	発生する家畜し尿のうち、現在農地還元されていないものを農地還元させる。	【設定変更の単位】 全流域一律 + 流域毎 【反映方法・設定変更方法】 家畜に関する流出負荷量原単位を一定率減じる。一定減少比率を入力する。	デフォルトは100%減とする。	<i>BASEDATA¥負荷原単位.csv</i> 中の畜産系負荷(牛・豚)の原単位を0とする。

	A	B	C	D	E	F	G
1	種類	BOD	COD	TP	TN		
2	工業系負荷	1.65	3.7	2	0.12		
3	畜産系負荷(牛)	6.4	53	29	0.25		
4	畜産系負荷(豚)	11.4	52	29	0.12		
5	生活系負荷(単独)	22.7	22.5	10.1	0.94		
6	生活系負荷(合併)	2.9	5.4	6.05	0.91		
7	生活系負荷(し尿)	21.8	19	6.95	1.03		
8	生活系負荷(自家処理)	20	17	2	0.4		
9	生活系負荷(未処理)	29	27	11	1.3		
10							
11							
12							

デフォルトではすべて0とする。

(カ) 下水処理場の高度処理化

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
下水処理場の高度処理化	下水処理場の高度処理による下水処理場からの放流水質濃度を設定する。	<p>【設定変更の単位】 全流域一律+流域毎</p> <p>【反映方法・設定変更方法】 下水処理場の汚濁負荷処理原単位を変更する。変更比率を入力する。 ただし、変更が有効となるのは設定水質を越える処理場のみで、削減の下限値は設定水質とする。</p>	<p>東京湾流総(H9)における整備目標より、高度処理水の排水水質は、(デフォルト値として)</p> <p>COD8.0(mg/l) TN8.0(mg/l) TP0.4(mg/l) BOD8.0(mg/l) とする。</p>	<p>下水処理場データ.xlsにおいて、すべての流域に1、水質にデフォルト値(左記)を代入し、下水処理場データのシートをCSV保存。</p>

Microsoft Excel - 下水処理場データ.xls

1 下水道高度処理放流水質の設定

対象流域	現況=0	高度処理=1
利根川・江戸川		1
荒川		1
中川		1
多摩川		1
隅田川		1
小糸		1
養老		1
小櫃川		1
鶴見川		1
その他		1

21 シート'下水処理場データ'をCSVで保存

高度処理放流水質 (mg/l)	
BOD	8.0
COD	8.0
TN	8.0
TP	0.4

デフォルトではすべて1

デフォルトでは
COD8.0(mg/l)
TN8.0(mg/l)
TP0.4(mg/l)
BOD8.0(mg/l)

(キ) 下水道整備

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
下水道整備	下水道整備予定区域に下水道を整備する。	【設定変更の単位】 市町村単位で設定 【反映方法・設定変更方法】 下水道普及率を設定	デフォルト値は 100%	市町村基本データ.xls の「下水道普及率の設定」で、「整備進捗率の設定」を選び、S列「下水道整備進捗率(%)」のすべての市町村の欄に 100 を入力する。 市町村基本データのシートを CSV で保存。

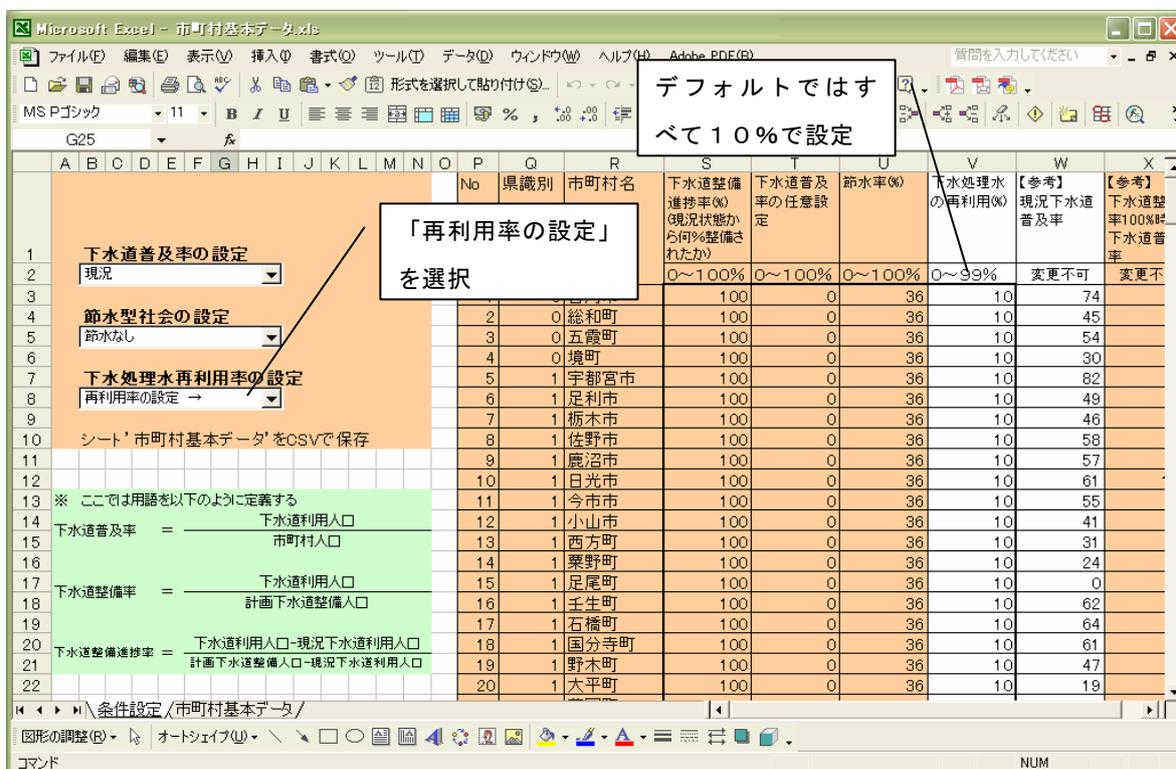
「整備進捗率の設定」を選択

デフォルトではすべての市町村で 100% と設定

No.	県識別	市町村名	下水道整備進捗率(%) (現況状態から何%整備されたか)	下水道普及率の任意設定	節水率(%)	下水処理水の再利用(%)	参考: 現況下水道普及率	参考: 下水道整備率100%時下水道普及率
1	0	古河市	100	0	36	10	74	
2	0	総和町	100	0	36	10	45	
3	0	五霞町	100	0	36	10	54	
4	0	境町	100	0	36	10	30	
5	1	宇都宮市	100	0	36	10	82	
6	1	足利市	100	0	36	10	49	
7	1	栃木市	100	0	36	10	46	
8	1	佐野市	100	0	36	10	58	
9	1	鹿沼市	100	0	36	10	57	
10	1	日光市	100	0	36	10	61	
11	1	今市市	100	0	36	10	55	
12	1	小山市	100	0	36	10	41	
13	1	西方町	100	0	36	10	31	
14	1	粟野町	100	0	36	10	24	
15	1	足尾町	100	0	36	10	0	
16	1	壬生町	100	0	36	10	62	
17	1	石橋町	100	0	36	10	64	
18	1	国分寺町	100	0	36	10	61	
19	1	野木町	100	0	36	10	47	
20	1	大平町	100	0	36	10	19	

(ク) 下水処理水の再利用

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
下水処理水の再利用	下水処理水を生活用水として再利用することにより生活用水取水量と下水排水量を削減する。	【設定変更の単位】 市町村単位で設定 【反映方法・設定変更方法】 生活用水の使用量原単位を一定率減じる(排水負荷量はこれに応じて自動的に減少する)。現況の下水排水量のうちリサイクル率を減少させる。 再利用率を設定する。	東京都の下水処理水リサイクル率が概ね 10%弱で推移している。デフォルトは 10%とする。	市町村基本データ.xls、の「下水処理水再利用率の設定」で、「再利用率の設定」を選び、V列「下水処理水の再利用(%)」のすべての市町村の欄に 10を入力する。市町村基本データのシートをCSVで保存。



(ケ) 合流改善

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
合流改善	合流改善を行い、雨天時越流を抑制する。	【設定変更の単位】 全流域一律+流域毎 【反映方法・設定変更方法】 雨天時越流が発生する基準雨量値を設定	デフォルトは基準雨量を25mmとする。	<i>BASEDATA¥合流式.csv を合流式25mm.csv のものと置き換える。</i>

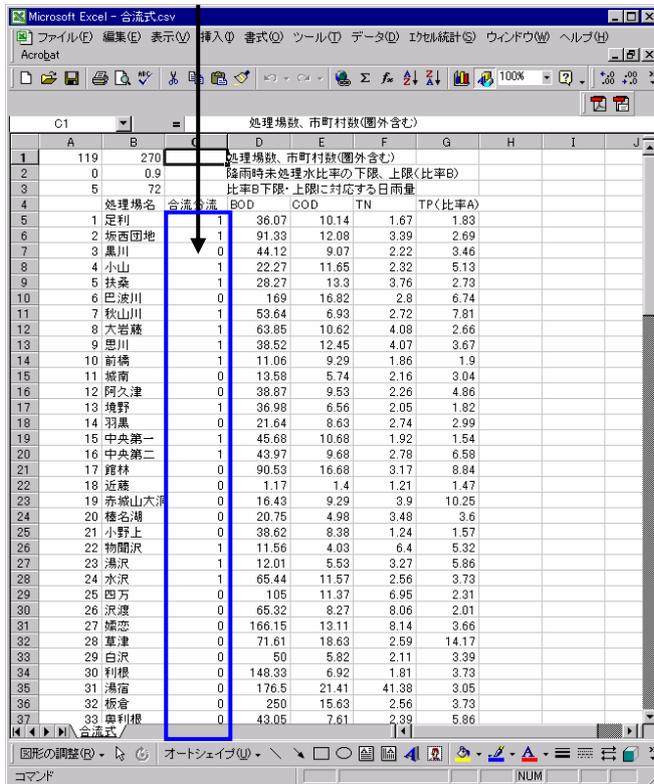
(コ) 合流式下水道から分流式下水道への転換

a) 対象ファイル

....¥Case0¥Basedata¥合流式.csv

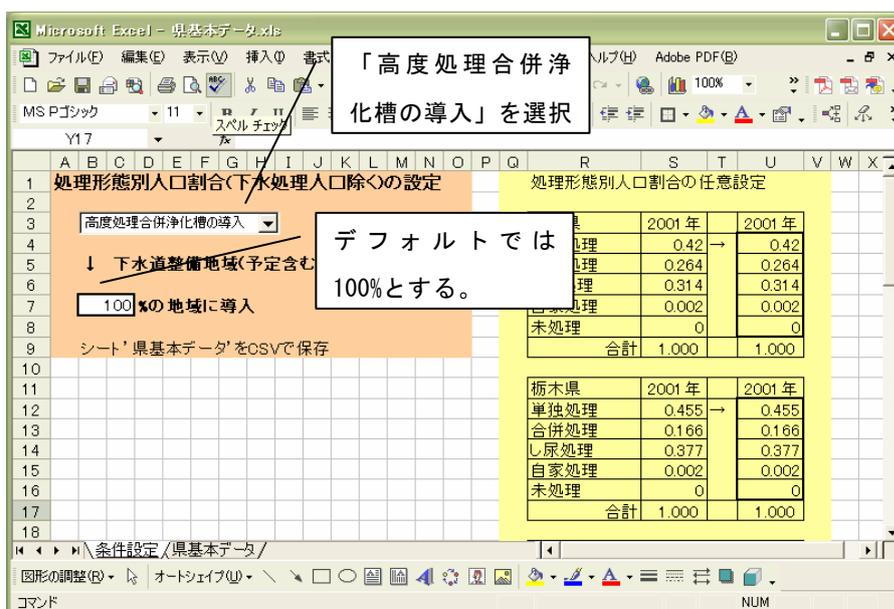
b) 転換方法

合流式.csv をエクセルあるいはテキストエディタで開き、「合流分流」の欄の数値が「1」になっている処理場を全て「0」にする。



(サ) 高度処理合併浄化槽

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
高度処理合併処理槽に整備	下水道未整備地域に高度処理合併浄化槽を導入する。	<p>【設定変更の単位】 全流域一律+流域毎</p> <p>【反映方法・設定変更方法】 高度処理合併処理槽の汚濁負荷処理原単位を変更する。下水道処理以外人口に対して、下水整備予定人口を除いた人口で設定。</p>	<p>デフォルト値は BOD,COD,TNは 2.5g/人日、 TPは 0.25g/人日</p>	<p>県基本データ.xls の「処理形態別人口割合(下水処理人口除く)の設定」で、「高度処理合併浄化槽の導入」を選び、導入割合に 100 を入力する。県基本データのシートを CSV で保存。</p> <p>BASEDATA¥負荷原単位データ.csv を負荷原単位(高度処理合併浄化槽).csv のものと置き換える。 (「未処理」の項目を高度処理合併浄化槽に置き換えてある)</p>



(シ) 環境保全型社会

小項目	概要	反映方法	設定条件	設定方法
生活排水対策 (環境保全型社会)	台所からの負荷量を削減する。	【設定変更の単位】 全流域一律+流域毎 【反映方法・設定変更方法】 単独、し尿、自家、未処理について雑排水の除去率を変更する。	デフォルト値として BOD,CODは28%、TNは30%、TPは20%の削減	<i>BASEDATA¥負荷原単位データ.csv</i> を負荷原単位(台所対策).csv のものと置き換える。
節水型社会 (環境保全型社会)	一人当たりの水使用量が減少する。	【設定変更の単位】 全流域一律+流域毎 【反映方法・設定変更方法】 一人当たり水使用量原単位の変更	デフォルト値は 36%の削減	<i>市町村基本データ.xls</i> を変更、 <i>市町村基本データ.csv</i> 保存。

「節水率の設定」を選択

デフォルトではすべての市町村で36%で設定

市町村	水道整備率(%)	下水道普及率の任意設定	節水率(%)	下水道処理水の再利用(%)	【参考】 現況下水道普及率	【参考】 下水道整備率100%時の 下水道普及率
1 古河市	100	0	36	10	74	91
2 総和町	100	0	36	10	45	45
3 五霞町	100	0	36	10	54	91
4 境町	100	0	36	10	30	46
5 宇都宮市	100	0	36	10	82	93
6 足利市	100	0	36	10	49	81
7 栃木市	100	0	36	10	46	56
8 佐野市	100	0	36	10	58	73
9 鹿沼市	100	0	36	10	57	64
10 日光市	100	0	36	10	61	100
11 今市市	100	0	36	10	55	65
12 小山市	100	0	36	10	41	52
13 西方町	100	0	36	10	31	57
14 栗野町	100	0	36	10	24	28
15 足尾町	100	0	36	10	0	0
16 壬生町	100	0	36	10	62	72
17 石橋町	100	0	36	10	64	67
18 国分寺町	100	0	36	10	61	61
19 野木町	100	0	36	10	47	61
20 大平町	100	0	36	10	19	28
21 藤岡町	100	0	36	10	32	39
22 岩舟町	100	0	36	10	24	35

(ス) 下水の湾内直接流出のオールカット

a) 対象ファイル

.....¥Case0¥Psimulation¥data¥湾直接.csv

b) カット方法

湾直接.csv をエクセルあるいはテキストエディタで開き、「湾直接放流」の欄の数値が「1」になっている処理場を全て「-1」にする。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		処理場名	湾直接放流							
72	71	津田沼	1							
73	72	十余二	0							
74	73	菊間	0							
75	74	松ヶ島	0							
76	75	袖ヶ浦	1							
77	76	君津富津	1							
78	77	花見川	0							
79	78	花見川第二	1							
80	79	江戸川第二	1							
81	80	三河島	0							
82	81	砂町	1							
83	82	芝浦	1							
84	83	小台	0							
85	84	落合	0							
86	85	森ヶ崎	1							
87	86	新河岸	0							
88	87	小菅	0							
89	88	葛西	1							
90	89	中川	0							
91	90	中野	0							
92	91	有明	1							
93	92	新河岸東	0							
94	93	北野	0							
95	94	錦町	0							
96	95	東部	0							
97	96	町田	0							
98	97	鶴見川	0							
99	98	小河内	0							
100	99	北多摩一号	0							
101	100	北多摩二号	0							
102	101	多摩川上流	0							
103	102	浅川	0							
104	103	八王子	0							
105	104	南多摩	0							
106	105	清瀬	0							
107	106	中部	1							
108	107	南部	1							
109	108	北部第一	0							
110	109	港北	0							
111	110	都筑	0							
112	111	神奈川	1							
113	112	金沢	1							
114	113	北部第二	1							
115	114	入江崎	1							
116	115	加瀬	0							
117	116	等々力	0							
118	117	麻生	0							
119	118	下町	0							
120	119	追浜	1							

(B) 計算ファイル作成プログラムの立ち上げ

インターフェイスの「施策の選定」メニューより「施策の選定」を選択し、物質流動データ作成プログラムを立ち上げる。

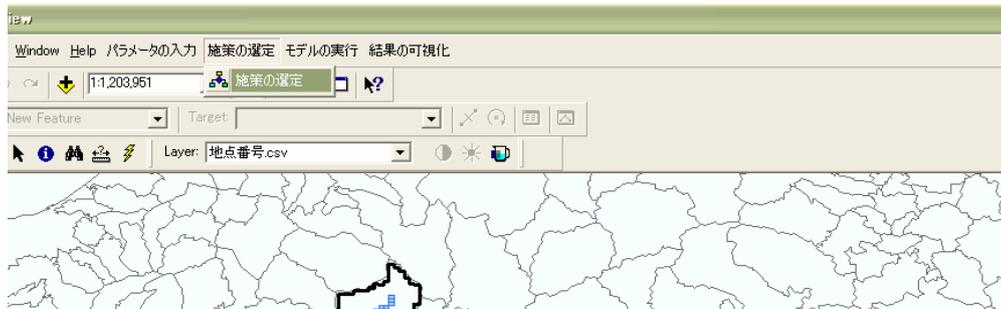


図- 7.3.2.15 施策設定のプルダウンメニュー

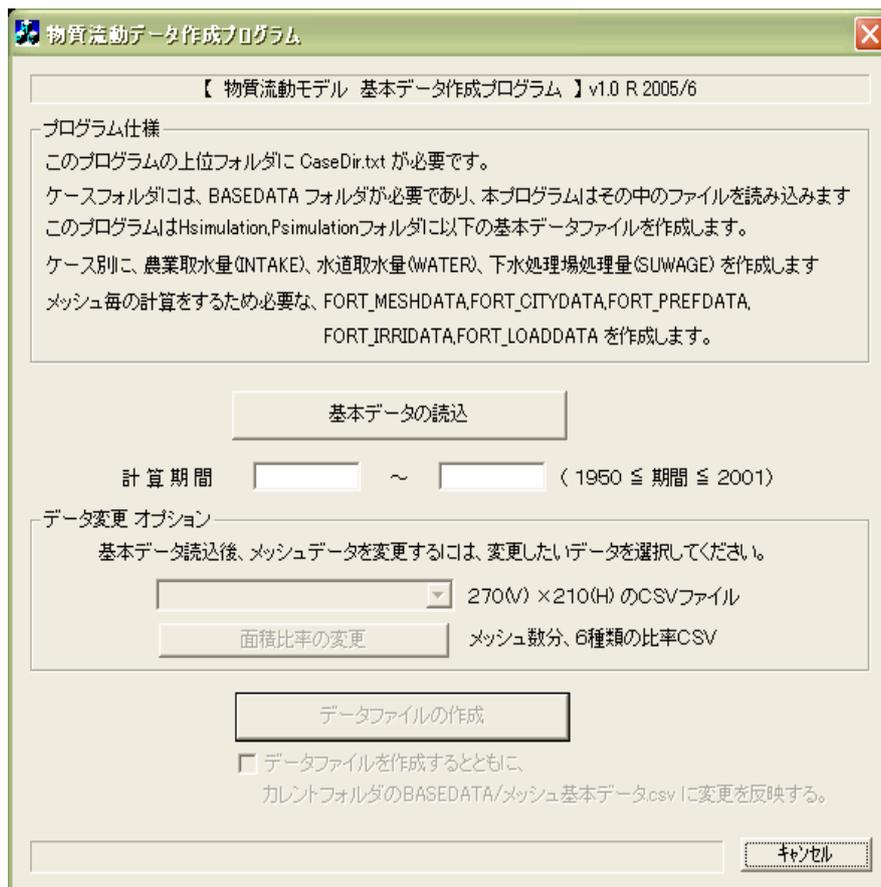


図- 7.3.2.16 施策設定画面

(C) データの読み込み・計算期間の設定・メッシュデータの直接読み込み

- BASEDATAの中のCSVファイルを変更後、「基本データ読み込み」ボタンを押す。
- 2001年の計算を行う場合、計算期間は2000～2001年とする。
- 210×270のメッシュデータを直接取り込む場合、データ変更オプションより該当ファイルを選択する。2100年人口と、2030年人口は[¥¥Home¥BASEDATA変更¥](#)に保存されている。210(東西)×270(南北)メッシュの南西端の3次メッシュは、「52383300」。

(D) データファイルの作成

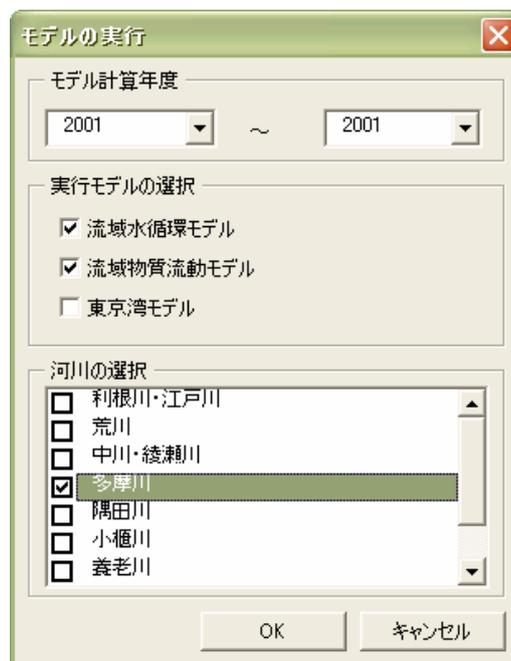
- 「データファイルの作成」ボタンを押す。
- メッシュデータを取り込む場合は、「データファイルを作成するとともに、・・・反映する」のチェックボックスにチェックを入れる。

(3) モデルの実行

「モデルの実行」では「水循環モデル」、「物質循環モデル」、「東京湾モデル」の3つのメニューが表示されるので、実際にシミュレーションを行うモデルを選択する。また河川
の選択メニューより、実際にシミュレーションを行う河川を選択する。この際、「東京湾モ
デル」まで計算を行う場合は全河川を選択する。



図- 7.3.2.17 モデル実行のプルダウンメニュー



1) 水循環モデル

「水循環モデル」をクリックすると図-7.3.2.18の通知画面が表示される。

「OK」をクリックすると、それまでの設定によるシミュレーションが始まる。

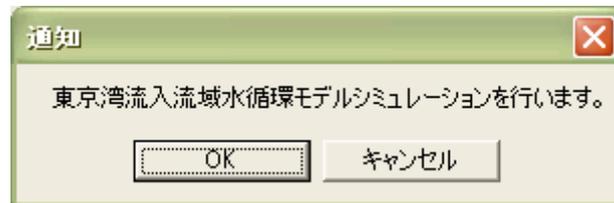


図- 7.3.2.18 水循環モデル／実行の通知画面

2) 物質循環モデル

「物質循環モデル」をクリックすると図-7.3.2.19の通知画面が表示される。「OK」をクリックすると、それまでの設定によるシミュレーションが始まる。

物質循環モデルの実行は、水循環モデルの計算がすべて終了した後に行う。

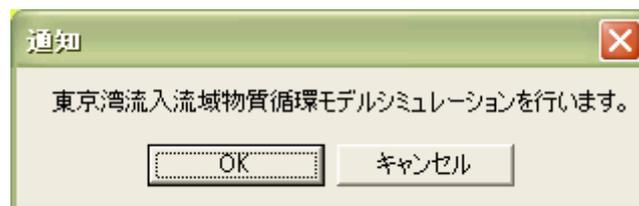


図- 7.3.2.19 物質循環モデル／実行の通知画面

(4) 結果の可視化

結果の可視化では、実際にシミュレーションを行ったモデルの結果が表示される。

1) 地点流量時系列の表示(水循環モデル計算結果)



図- 7.3.2.20 結果の可視化 - 水循環モデルのプルダウンメニュー

「結果の可視化」から「水循環モデル」をクリックすると、「結果表示地点選択」画面が表示される。地点を選択して、流量の図化を行う。



図- 7.3.2.21 結果の可視化 計算結果の選択画面

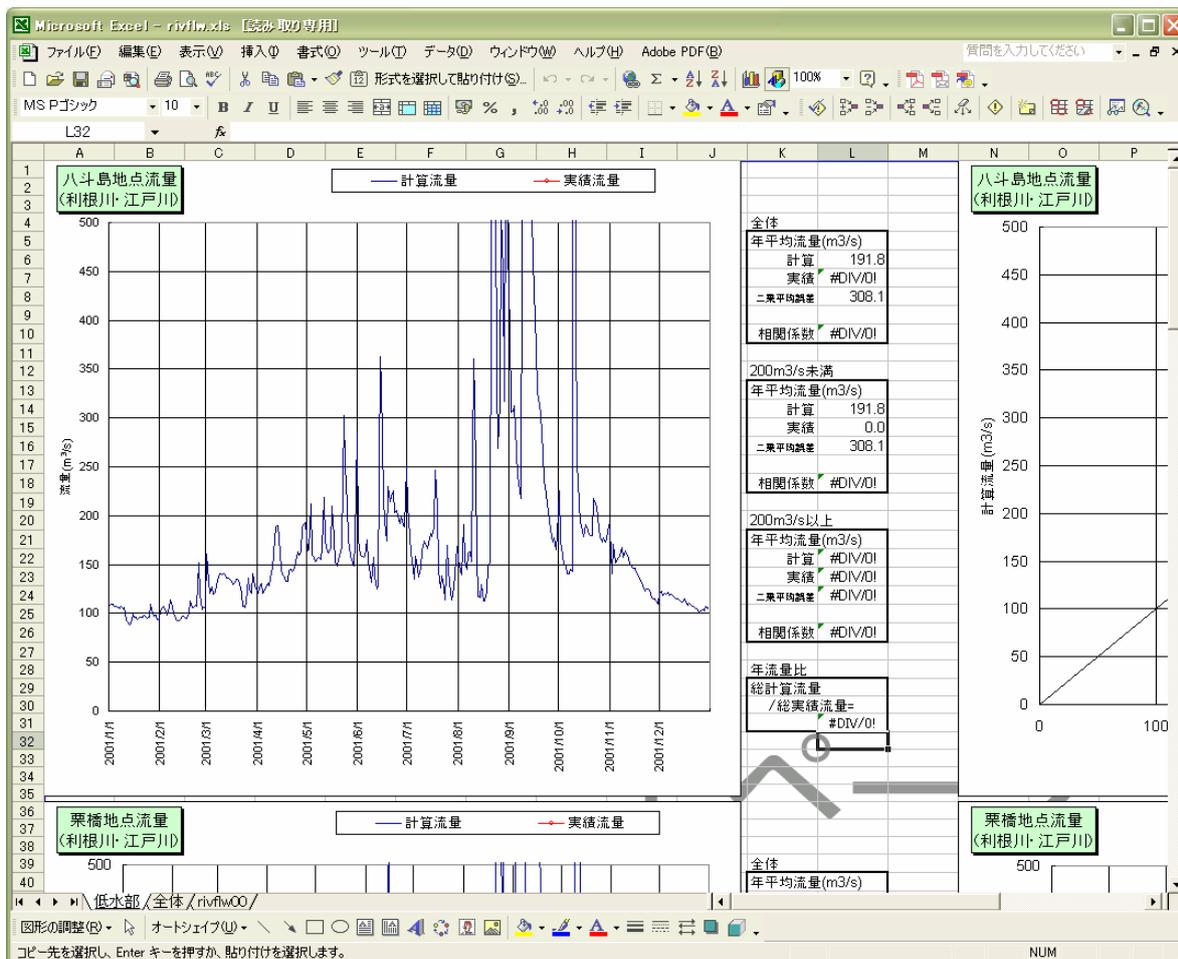
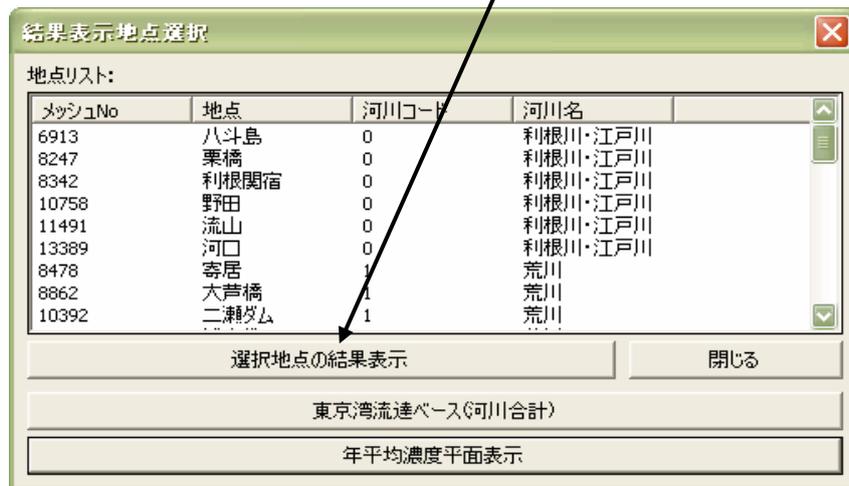


図- 7.3.2.22 地点流量時系列の結果表示

2) 地点別負荷水質時系列図の表示(物質循環モデル計算結果)



図- 7.3.2.23 結果の可視化 - 物質循環モデルのプルダウンメニュー



「結果の可視化」から「物質循環モデル」をクリックすると、「結果表示地点選択」画面が表示される。表示地点を選択し、「選択地点の結果表示」をクリックして水質の図化を行う。

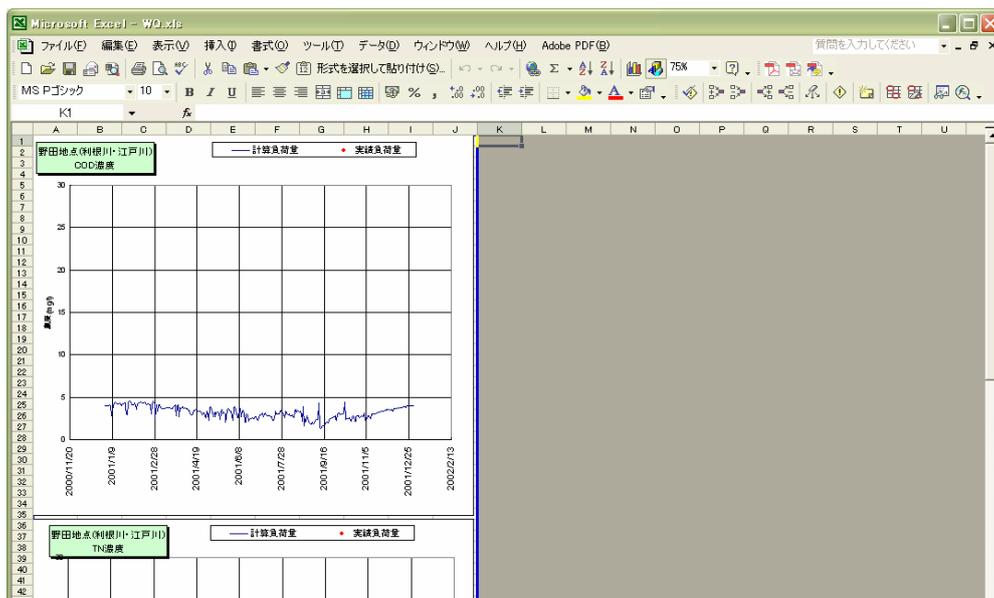


図- 7.3.2.24 物質循環モデルの結果画像

3) 年平均濃度平面図の表示



図- 7.3.2.25 結果の可視化 - 物質循環モデルのプルダウンメニュー



「結果表示地点選択」画面において、「年平均濃度平面表示」をクリックすると、ArcGIS 表示用の Shape ファイルの作成が開始される。

※ここで作成された Shape ファイルは、ケース 0 ではなく、…¥home¥System¥shape 以下に上書きされるため、画像を保存する場合は dbf ファイル(陸域年平均濃度_BOD.dbf 等)を…¥ケース 0¥Flame 以下に保存しておく。

「陸域年平均濃度」を選択し、適当な凡例を与えることにより流域全体の水質の平均値の平面図が表示される。(次頁の図- 7.3.2.26)

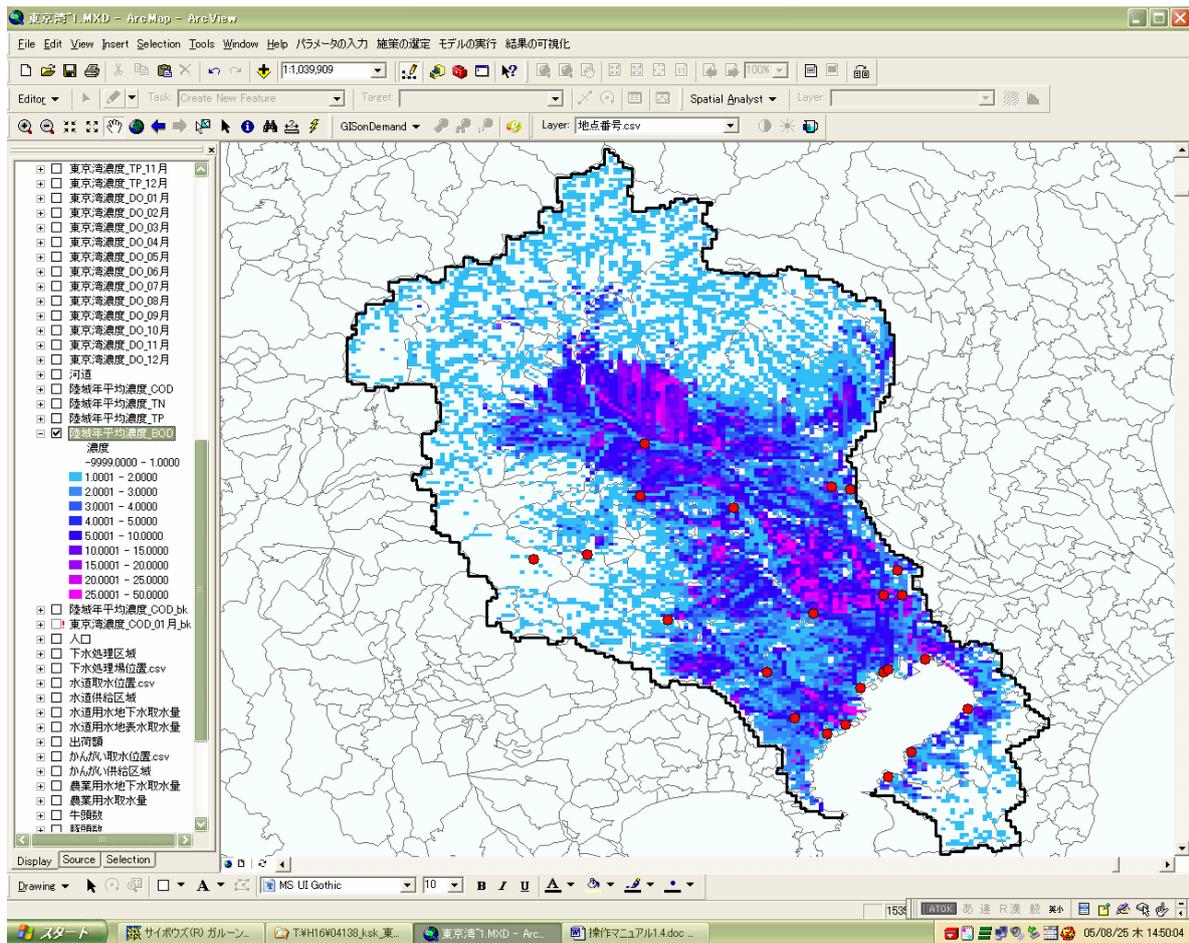


図- 7.3.2.26 年平均水質平面図

・ 生活負荷原単位の変更

		BOD	COD	TN	TP
流 総 指 針 (H11)	(単独)	22.7	22.5	10.1	0.94
	(合併)	2.9	5.4	6.05	0.91
	(し尿)	21.8	19	6.95	1.03
	(自家処理)	20	17	2	0.4
	(未処理)	29	27	11	1.3
流 総 指 針 (S49)	(単独)	17.45	19.075	10.1	0.742
	(合併)	2.2	4.4	6.05	0.679
	(し尿)	16.8	16.8	6.95	0.799
	(自家処理)	15.5	15.5	2	0.4
	(未処理)	22	22	11	0.97

・ 工業系負荷原単位の変更

	BOD	COD	TN	TP
2001年想定	1.65	3.7	2.0	0.12
1976年想定	2.96	6.57	35.05	0.95
1970年想定	19.87	104.58	58.42	2.64
1950年想定	25.54	134.40	75.07	3.40

工業系負荷原単位は¥BASEDATA 変更¥過去再現用¥工業負荷原単位(過去再現用).xlsで計算年と排水水質を設定することで算出される。

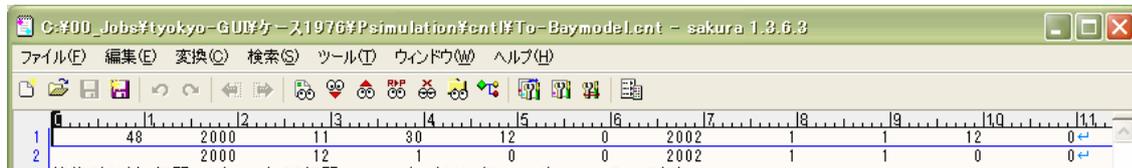
工業系負荷原単位を変更する場合は同時に、「県基本データ」(工業取水量原単位)、「メッシュ基本データ」(出荷額)を書き換える必要がある。

¥BASEDATA 変更¥過去再現用¥メッシュ基本データ(過去再現用).xlsで西暦年を選択し、CSVで保存する。

¥BASEDATA 変更¥過去再現用¥県基本データ(過去再現用).xlsで西暦年を選択し、CSVで保存する。

⑦ to-baymodel.cnt の変更

¥ケース 1976¥Psimulation¥cntlにある「To-Baymodel.cnt」の1、2行目の西暦を変更する。1976年を計算する場合は、下図において2箇所ずつ2000→1975、2002→1977に変更する。



以上の設定が終了後、インターフェイスで「施策の設定」の処理を行う。このとき計算年が例えば1976年の場合は、「計算期間」の入力は1975～1976とする。ただし、1950年の計算を行う場合のみ、1950～1951を入力する。

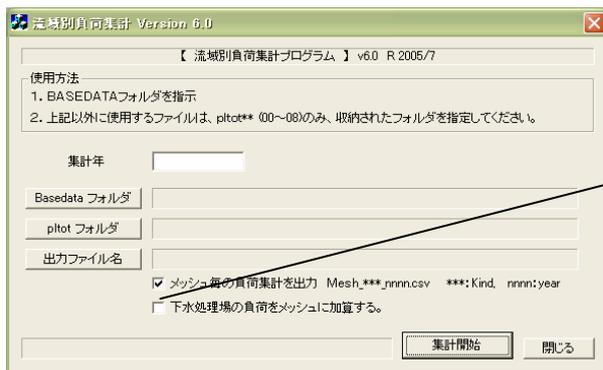
2) 負荷集計計算

① 流域別流達負荷量の作成方法

- a. すべての流域で水循環・物質循環の計算を行う。
- b. ¥ケース 0¥Psimulation¥bin¥AfterPsim_sys.bat を実行。
- c. ¥ケース 0¥Psimulation¥result¥に e_ave_day.dat が作成される。
- d. ¥ケース 0¥Psimulation¥result¥e_ave_day.dat をエクセルで読み込み、ツールバーの「データ→区切り位置」でセルに分割
- e. ¥ケース 0¥流域別流達負荷量.xls のシート「e_ave_day」に上書きで貼り付ける。
- f. 流域別流達負荷量.xls のシート「最終表示」に結果が表示される。

② 流域別発生負荷量の作成方法

- a. ①で AfterPsim_sys.bat を実行した際に、¥ケース 0¥Psimulation¥result¥に e_sum_day.dat が同時作成される。
- b. ¥ケース 0¥Psimulation¥result¥e_sum_day.dat をエクセルで読み込み、ツールバーの「データ→区切り位置」でセルに分割
- c. ¥ケース 0¥流域別発生負荷量.xls のシート「e_sum_day」に上書きで貼り付ける。
- d. ¥ケース 0¥流域別負荷集計.exe を実行する。以下の画面が表示される。



- ・ 集計年「2001」。
 - ・ BASEDATA フォルダは「¥ケース 0¥BASEDATA」を選択。
 - ・ Pltot フォルダは「¥ケース 0¥Psimulation¥result」を選択。
 - ・ 任意の出力ファイル名(例:aaa)を設定し、集計開始ボタンを押す。
 - ・ aaa.csv が同じフォルダに作成される
- e. aaa.csv を流域別発生負荷量.xls のシート「発生」に上書きで貼り付ける。
- f. 流域別発生負荷量.xls のシート「最終表示」に結果が表示される。

3) 河口・水質測定地点上流域全体の表面,中間,基底の流出負荷、水質のグラフ作成方法

a) 使用データファイル

- ・ 流量データ¥Case0¥Hsimulation¥result¥Flwtot**.dat
- ・ 負荷量データ¥Case0¥Psimulation¥result¥Pltot**.dat

計算を行っているフォルダ(フォルダ名は可変)

※ **は流域番号を表す。

- ・ Tran**.dat の番号と流域の対応は下記のとおり

00 利根川・江戸川流域	01 荒川流域	02 綾瀬川・中川流域
03 多摩川流域	04 隅田川流域	05 小櫃川流域
06 養老川流域	07 小糸川流域	08 鶴見川流域
09 村田川(千葉)	10 帷子川(神奈川)	11 都川(千葉)
12 目黒川(東京)	13 帷子川南残流域 1	14 花見川(千葉)
15 帷子川南残流域 2	16 養老～小櫃川残流域 1	17 養老川～小櫃川残流域 2
18 矢那川(千葉)	19 海老川(千葉)	20 養老川～村田川残流域
21 江戸川～中川残流域	22 目黒川～多摩川残流域	23 都川～村田川残流域
24 海老川～花見川残流域	25 荒川～隅田川残流域	

b) 作成グラフフォーマットファイル

- ・ 物質収支グラフフォーム(集計).xls

c) グラフ作成手順

ア) 流量データの貼り付け

- ・ Flwtot**.dat をテキストエディタで開く。
- ・ 流量測定地点および河口地点ごとに成分流出量のデータが1年分ずつ縦方向に格納されているので、表示させたい地点の一年分のデータをテキストエディタ上でコピーする。

flwtot03.dat - ワードパット

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ヘルプ(H)

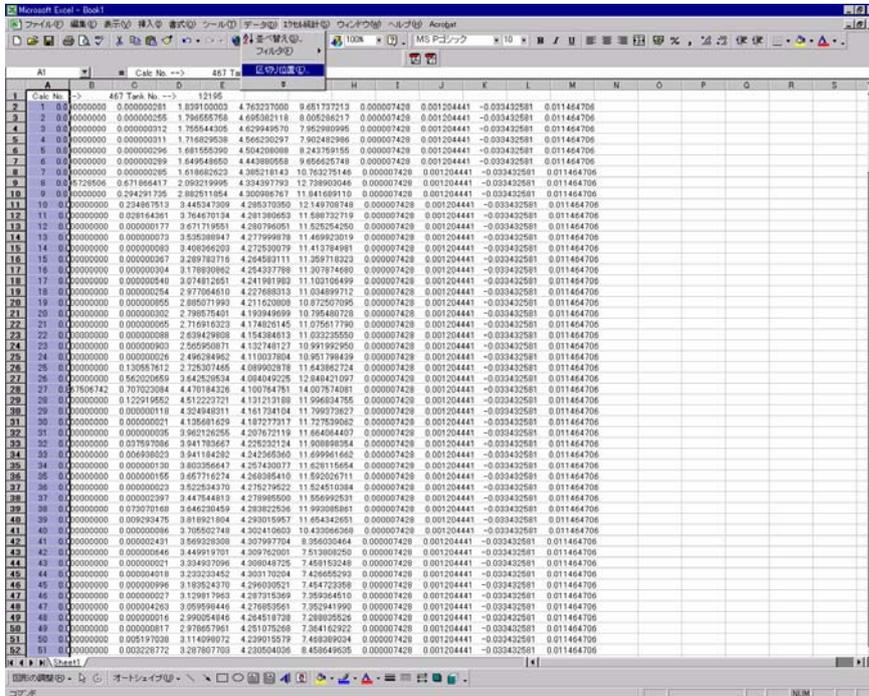
487 Tank No. --> 12185

Calc No.	Tank No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0.00000000	0.00000281	1.899100003	4.768237000	9.851787218	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.00000255	1.786555758	4.695382118	9.005286217	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000312	1.765544305	4.629949570	7.365298095	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000311	1.716829538	4.566230287	7.302482986	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000298	1.691555390	4.504208088	9.243759155	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000289	1.649548650	4.444930558	9.356825748	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000285	1.618682623	4.385218143	10.7683275146	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.005728506	0.671966417	2.083219995	4.334397793	12.738903046	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.294291785	2.882511854	4.300986767	11.841688110	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.234867518	3.446347309	4.236370350	12.143708748	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.022164981	3.724670134	4.201930953	11.598792719	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000177	3.671719551	4.280788051	11.525254250	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000073	3.585388947	4.277938778	11.489923019	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000083	3.408368203	4.272530079	11.413784981	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000387	3.289783716	4.264531111	11.365718923	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000304	3.178930882	4.254837788	11.307874680	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000540	3.074912851	4.241931983	11.103108499	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000254	2.977064100	4.227688213	11.034899712	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000855	2.885071993	4.211620808	10.872507095	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000302	2.788575401	4.193949593	10.795480728	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000855	2.716916323	4.174828145	11.075817790	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000000	2.639429008	4.154934613	11.032335560	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000903	2.585350871	4.132748127	10.391992950	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000026	2.486284962	4.110037804	10.3951798439	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.130557612	2.725307465	4.089002978	11.643862724	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.562020859	3.642526534	4.084043225	12.343421037	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.887508742	4.470184926	4.100724551	14.007574081	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.122918552	4.512232721	4.131213189	11.996834755	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000118	4.324348311	4.161734104	11.799378627	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000021	4.136581629	4.187277317	11.727538062	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000835	3.982126255	4.207672119	11.684064407	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.037537086	3.941789687	4.225232124	11.308899354	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000000	3.841184292	4.242936380	11.893861892	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000190	3.809356847	4.257430077	11.828115854	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000155	3.657716274	4.268385410	11.592026711	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000023	3.522534370	4.276279522	11.524510384	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000002387	3.447544813	4.278935500	11.566392531	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.078070188	3.646230459	4.283225336	11.393093881	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.003293475	3.818921804	4.298015357	11.654342651	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000886	3.705502748	4.302410503	10.433068368	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000002481	3.589323808	4.307897704	8.356030464	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000046	3.449919701	4.308732001	7.513808250	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000021	3.334997936	4.308045725	7.458153248	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000004018	3.233233452	4.308170204	7.428655293	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000986	3.183524370	4.296030521	7.454723358	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000000027	3.129817963	4.287815389	7.359364510	0.000007428	0.001204441	-0.033432581	0.000000000	0.000004283	3.059588446	4.276835861	7.352341990	0.000007428	0.001204441	-0.033432581

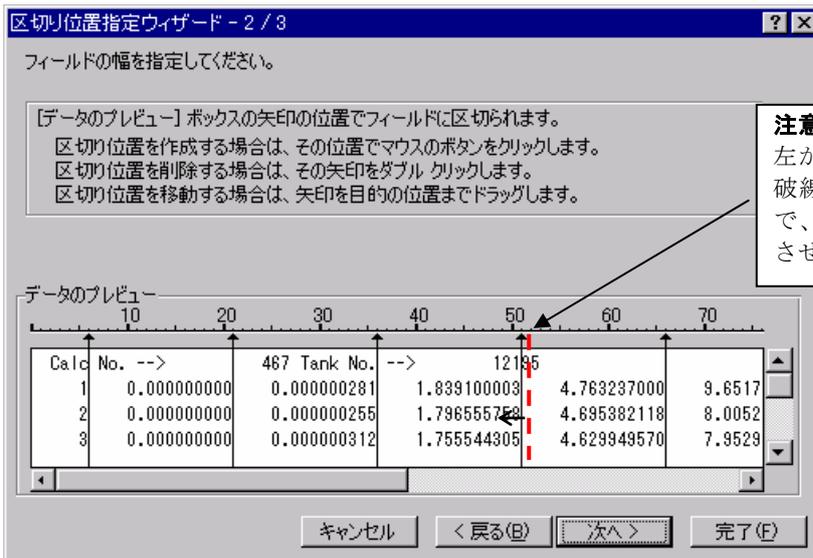
F1 キーを押すとヘルプを表示します。

Flwtot03.dat(多摩川流域)をワードパットで開いた画面
 地点ごとの一年分の日データの先頭に計算順(Calc No.)およびメッシュ番号(Tank No.)が記載されているので、これにより地点を判別する。(番号と地点の対応は後述。「Calc No.」をキーワードとしてエディタの検索機能を用いると、比較的簡単に図化したい地点の先頭にカーソルを移動させることができます。)

- ・コピーしたデータをエクセル新規シートに貼り付ける。
- ・データを貼り付けたエクセル新規シートの「A列」を全て選択し、ファイルメニューの「データ→区切り位置」を選択する。



- ・元データの形式が「スペースによって...」の方にチェックされていることを確認し、「次へ」をクリックする。
- ・区切り位置がデータの末尾になっていることを確認し、「完了」をクリックする。



注意！！
 左から 4 番目の区切り位置が赤破線となっていることが多いので、ラインをドラッグして移動させてください。

- 区切り位置を直したデータを全て選択し、「物質収支グラフフォーム.xls」の「流量」シートに貼り付ける。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	0	2.81E-07	1.8391	4.76237	9.651737	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
2	0	2.58E-07	1.796556	4.698282	9.602286	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
3	0	3.12E-07	1.765544	4.62995	7.952981	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
4	0	3.11E-07	1.71683	4.56423	7.902483	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
5	0	2.96E-07	1.681555	4.504208	7.843759	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
6	0	2.89E-07	1.649549	4.443891	9.656226	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
7	0	2.85E-07	1.618683	4.385218	10.76328	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
8	0.005729	0.671866	2.89222	4.234398	12.7299	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
9	0	0.284292	2.882512	4.300987	11.84169	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
10	0	0.294868	2.448347	4.28637	12.14971	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
11	0	0.028164	3.76467	4.281381	11.68878	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
12	0	1.77E-07	3.67172	4.280796	11.52526	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
13	0	7.3E-08	3.538389	4.278	11.46992	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
14	0	8.3E-08	3.408366	4.27283	11.41378	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
15	0	3.67E-07	3.289784	4.264883	11.35972	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
16	0	3.04E-07	3.178931	4.254338	11.30787	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
17	0	5.4E-07	3.074813	4.241982	11.10311	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
18	0	2.54E-07	2.977685	4.227688	11.0249	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
19	0	0.85E-07	2.885072	4.211621	10.87251	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
20	0	0.02E-07	2.798575	4.19395	10.79548	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
21	0	6.5E-08	2.716916	4.174826	11.07562	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
22	0	8.0E-08	2.63943	4.154395	11.03324	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
23	0	0.02E-07	2.568961	4.132748	10.99199	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
24	0	2.4E-08	2.496285	4.110338	10.9518	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
25	0	0.130558	2.725307	4.089903	11.64386	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
26	0	0.562021	3.642529	4.084849	12.84842	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
27	0.067807	0.707022	4.870184	4.100765	14.00757	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
28	0	0.12292	4.512224	4.131213	11.99683	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
29	0	1.18E-07	4.324848	4.161734	11.79937	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
30	0	2.1E-08	4.13662	4.187277	11.72754	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
31	0	3.4E-08	3.962126	4.207872	11.66406	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
32	0	0.037597	3.941784	4.225232	11.9089	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
33	0	0.006928	3.941184	4.242365	11.69996	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
34	0	1.3E-07	3.803357	4.25743	11.63812	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
35	0	1.85E-07	3.657716	4.268885	11.59203	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
36	0	2.3E-08	3.525204	4.27828	11.52451	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
37	0	2.4E-06	3.447545	4.278986	11.85699	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
38	0	0.07307	3.64623	4.283823	11.99309	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
39	0	0.009293	3.818922	4.292016	11.45434	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
40	0	8.4E-08	3.705503	4.302411	10.43307	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
41	0	2.43E-06	3.569328	4.307998	9.35603	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
42	0	0.44E-07	3.44992	4.309762	7.913908	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
43	0	2.1E-08	3.334937	4.308849	7.48153	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
44	0	4.02E-06	3.23223	4.30317	7.426855	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
45	0	9.94E-07	3.183524	4.296031	7.454723	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
46	0	3.7E-08	3.129818	4.297315	7.395905	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
47	0	4.24E-06	3.059696	4.296854	7.929242	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
48	0	1.4E-08	2.999055	4.264519	7.388836	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
49	0	8.17E-07	2.978685	4.251078	7.364163	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				
50	0	0.003193	3.114496	4.239316	7.400388	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				

「コピー」



A2	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	流量	流入	中間	流出	中間	流出	中間	流出	中間	流出	中間	流出	中間
2	0	2.81E-07	1.8391	4.76237	9.651737	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				2.81E-07
3	0	2.58E-07	1.796556	4.698282	9.602286	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				2.55E-07
4	0	3.12E-07	1.765544	4.62995	7.952981	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				3.12E-07
5	0	3.11E-07	1.71683	4.56423	7.902483	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				3.11E-07
6	0	2.96E-07	1.681555	4.504208	7.843759	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				2.96E-07
7	0	2.89E-07	1.649549	4.443891	9.656226	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				2.89E-07
8	0	2.85E-07	1.618683	4.385218	10.76328	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				2.85E-07
9	0.005729	0.671866	2.89222	4.234398	12.7299	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				0.077695
10	0	0.284292	2.882512	4.300987	11.84169	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				0.284292
11	0	0.294868	2.448347	4.28637	12.14971	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				0.234868
12	0	0.028164	3.76467	4.281381	11.68878	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				0.028164
13	0	1.77E-07	3.67172	4.280796	11.52526	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				1.77E-07
14	0	7.3E-08	3.538389	4.278	11.46992	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				7.3E-08
15	0	8.3E-08	3.408366	4.27283	11.41378	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				8.3E-08
16	0	3.67E-07	3.289784	4.264883	11.35972	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				3.67E-07
17	0	3.04E-07	3.178931	4.254338	11.30787	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				3.04E-07
18	0	5.4E-07	3.074813	4.241982	11.10311	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				5.4E-07
19	0	2.54E-07	2.977685	4.227688	11.0249	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				2.54E-07
20	0	0.85E-07	2.885072	4.211621	10.87251	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				8.55E-07
21	0	6.5E-08	2.798575	4.19395	10.79548	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				3.02E-07
22	0	8.0E-08	2.716916	4.174826	11.07562	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				6.5E-08
23	0	0.02E-07	2.63943	4.154395	11.03324	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				8.8E-08
24	0	0.02E-07	2.568961	4.132748	10.99199	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				9.03E-07
25	0	2.4E-08	2.496285	4.110338	10.9518	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				2.4E-08
26	0	0.130558	2.725307	4.089903	11.64386	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				0.130558
27	0	0.562021	3.642529	4.084849	12.84842	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				0.562021
28	0.067807	0.707022	4.870184	4.100765	14.00757	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				0.707022
29	0	0.12292	4.512224	4.131213	11.99683	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				0.12292
30	0	1.18E-07	4.324848	4.161734	11.79937	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				1.18E-07
31	0	2.1E-08	4.13662	4.187277	11.72754	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				2.1E-08
32	0	3.4E-08	3.962126	4.207872	11.66406	7.43E-06	0.001204	-0.03343	0.011465				

イ) 負荷量データの貼り付け

- ・ Pltot**.dat をテキストエディタで開く。
- ・ 水質測定地点および河口地点ごとに成分流出負荷量のデータが1年分ずつ縦方向に格納されているので、表示させたい地点の一年分のデータをテキストエディタ上でコピーする。

Calc No.	Tank No.	0.00	0.00	0.00	0.06	0.03	0.00	0.06	0.13	0.06	0.00	0.13
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.03	0.00	0.06	0.13	0.06	0.00	0.13
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.05	0.12	0.06	0.00	0.12
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.05	0.12	0.06	0.00	0.12
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.05	0.12	0.06	0.00	0.12
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.05	0.12	0.06	0.00	0.12
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.05	0.11	0.06	0.00	0.11
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.04	0.11	0.06	0.00	0.11
8	1.55	0.85	0.08	1.55	0.08	0.04	0.00	0.08	0.11	0.06	0.00	0.11
9	0.31	0.13	0.01	0.31	0.14	0.07	0.00	0.14	0.12	0.06	0.00	0.12
10	0.18	0.08	0.01	0.18	0.21	0.10	0.00	0.21	0.12	0.06	0.00	0.12
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.12	0.01	0.25	0.12	0.06	0.00	0.12
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.12	0.01	0.23	0.12	0.06	0.00	0.12
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.11	0.01	0.22	0.12	0.06	0.00	0.12
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.20	0.12	0.06	0.00	0.12
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.09	0.00	0.19	0.12	0.06	0.00	0.12
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.09	0.00	0.18	0.12	0.06	0.00	0.12
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.08	0.00	0.16	0.11	0.06	0.00	0.11
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.08	0.00	0.15	0.11	0.06	0.00	0.11
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.07	0.00	0.14	0.11	0.06	0.00	0.11
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.07	0.00	0.14	0.11	0.05	0.00	0.11
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.06	0.00	0.13	0.11	0.05	0.00	0.11
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.06	0.00	0.12	0.11	0.05	0.00	0.11
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.06	0.00	0.11	0.10	0.05	0.00	0.10
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.05	0.00	0.11	0.10	0.05	0.00	0.10
25	0.05	0.02	0.00	0.05	0.13	0.06	0.00	0.13	0.10	0.05	0.00	0.10
26	1.11	0.46	0.04	1.11	0.23	0.12	0.01	0.23	0.11	0.06	0.00	0.11
27	10.41	4.34	0.38	10.41	0.35	0.17	0.01	0.35	0.13	0.06	0.00	0.13
28	0.07	0.03	0.00	0.07	0.35	0.18	0.01	0.35	0.13	0.07	0.00	0.13
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.16	0.01	0.32	0.13	0.07	0.00	0.13
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.15	0.01	0.30	0.13	0.06	0.00	0.13
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.14	0.01	0.27	0.12	0.06	0.00	0.12
32	0.01	0.00	0.00	0.01	0.27	0.13	0.01	0.27	0.12	0.06	0.00	0.12
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.13	0.01	0.27	0.12	0.06	0.00	0.12
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.12	0.01	0.25	0.12	0.06	0.00	0.12
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.11	0.01	0.23	0.12	0.06	0.00	0.12
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.11	0.01	0.21	0.12	0.06	0.00	0.12
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.20	0.12	0.06	0.00	0.12
38	0.02	0.01	0.00	0.02	0.23	0.11	0.01	0.23	0.12	0.06	0.00	0.12
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.13	0.01	0.25	0.12	0.06	0.00	0.12
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.12	0.01	0.24	0.12	0.06	0.00	0.12
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.11	0.01	0.22	0.11	0.06	0.00	0.11
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.10	0.00	0.21	0.11	0.06	0.00	0.11
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.10	0.00	0.19	0.11	0.05	0.00	0.11
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.09	0.00	0.18	0.11	0.05	0.00	0.11
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.09	0.00	0.17	0.11	0.05	0.00	0.11
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.08	0.00	0.17	0.11	0.05	0.00	0.11
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.08	0.00	0.16	0.10	0.05	0.00	0.10

Pltot03.dat(多摩川流域)をワードパットで開いた画面

地点ごとの一年分の日データの先頭に計算順(Calc No.)およびメッシュ番号(Tank No.)が記載されているので、これにより地点を判別する。(番号と地点の対応は後述。「Calc No.」をキーワードとしてエディタの検索機能を用いると、比較的簡単に図化したい地点の先頭にカーソルを移動させることができます。)

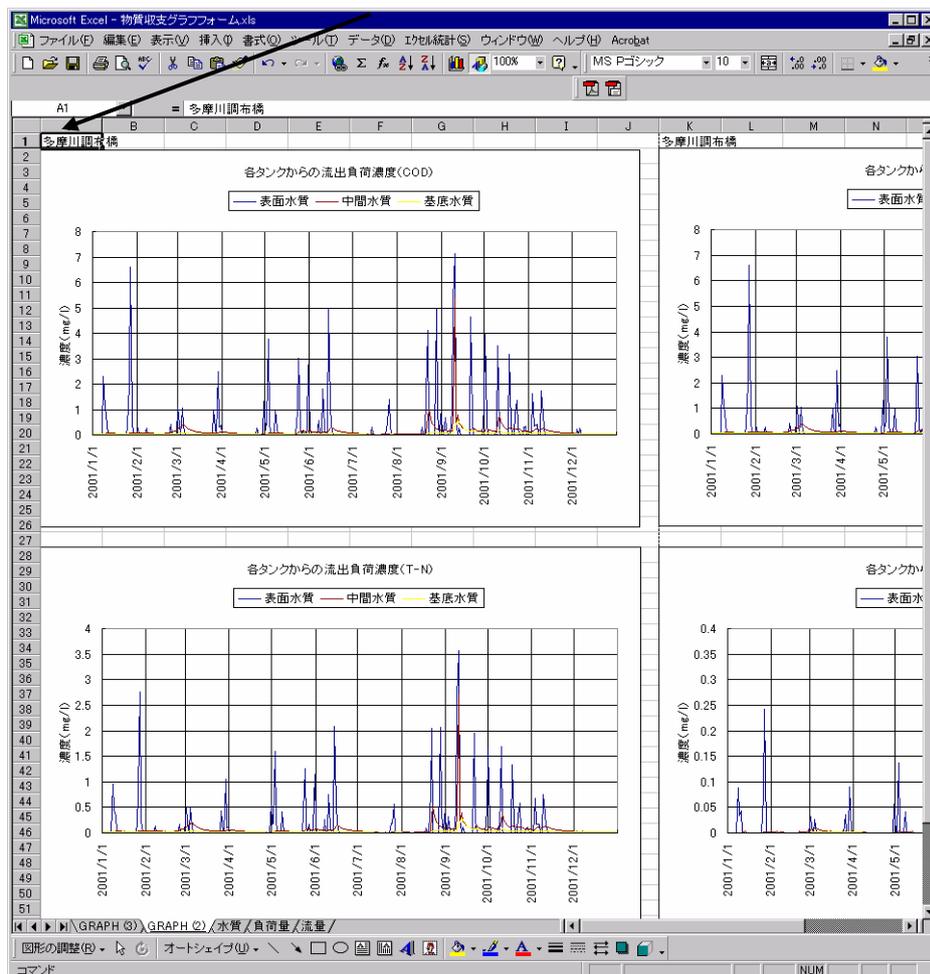
注意！！

Pltot**.dat には、同じ地点で3種類のデータが縦方向に並んでいます。最初にタンクごと流出成分集計データ、次に点源の生活系・工業系・畜産系集計データ、最後に面源の土地利用別(畑・畑以外)集計データという並びです。

(以下の手順は流量データ貼り付けと同じようなものとなります。)

- ・コピーしたデータをエクセル新規シートに貼り付ける。
- ・データを貼り付けたエクセル新規シートの「A列」を全て選択し、ファイルメニューの「データ→区切り位置」を選択する。
- ・元データの形式が「スペースによって...」の方にチェックされていることを確認し、「次へ」をクリックする。
- ・区切り位置がデータの末尾になっていることを確認し、「完了」をクリックする。
- ・区切り位置を直したデータを全て選択し、「物質収支グラフフォーム.xls」の「負荷量」シートに貼り付ける。(次頁参照)

以上の手順により、「GRAPH(3)」シートの負荷量グラフ、「GRAPH(2)」シートの水質グラフおよびグラフ下の負荷量・濃度の平均値表数値が更新されます。各シートの「A1」のセルに貼り付けたデータの地点名を入力してください。



Microsoft Excel - Book2

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) 17544E17(1) ヘルプ(H) Acrobat

MS Wordコンタクト

100%

MS Wordコンタクト

10

MS Wordコンタクト

NUM

シート1

オートシェイプ

資料=1199001

「コピー」

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Cat	No.→	467	Tank No.→	12195									
2	1	0	0	0	0	0.06	0.03	0	0.06	0.12	0.06	0	0.12	2.1
3	2	0	0	0	0	0.05	0.03	0	0.05	0.12	0.06	0	0.12	2.1
4	3	0	0	0	0	0.05	0.03	0	0.05	0.12	0.06	0	0.12	2.1
5	4	0	0	0	0	0.05	0.03	0	0.05	0.12	0.06	0	0.12	2.1
6	5	0	0	0	0	0.05	0.02	0	0.05	0.12	0.06	0	0.12	2.1
7	6	0	0	0	0	0.05	0.02	0	0.05	0.11	0.06	0	0.11	2.1
8	7	0	0	0	0	0.04	0.02	0	0.04	0.11	0.06	0	0.11	2.1
9	8	1.55	0.65	0.06	0.31	0.08	0.04	0	0.08	0.11	0.06	0	0.11	2.1
10	9	0.31	0.09	0.01	0.31	0.14	0.07	0	0.14	0.12	0.06	0	0.12	2.1
11	10	0.19	0.06	0.01	0.19	0.21	0.1	0	0.21	0.12	0.06	0	0.12	2.1
12	11	0	0	0	0	0.25	0.12	0.01	0.25	0.12	0.06	0	0.12	2.1
13	12	0	0	0	0	0.23	0.12	0.01	0.23	0.12	0.06	0	0.12	2.1
14	13	0	0	0	0	0.22	0.11	0.01	0.22	0.12	0.06	0	0.12	2.1
15	14	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0.2	0.12	0.06	0	0.12	2.1
16	15	0	0	0	0	0.19	0.09	0	0.19	0.12	0.06	0	0.12	2.1
17	16	0	0	0	0	0.18	0.09	0	0.18	0.12	0.06	0	0.12	2.1
18	17	0	0	0	0	0.16	0.08	0	0.16	0.11	0.06	0	0.11	2.1
19	18	0	0	0	0	0.15	0.08	0	0.15	0.11	0.06	0	0.11	2.1
20	19	0	0	0	0	0.14	0.07	0	0.14	0.11	0.06	0	0.11	2.1
21	20	0	0	0	0	0.14	0.07	0	0.14	0.11	0.05	0	0.11	2.1
22	21	0	0	0	0	0.13	0.06	0	0.13	0.11	0.05	0	0.11	2.1
23	22	0	0	0	0	0.12	0.06	0	0.12	0.11	0.06	0	0.11	2.1
24	23	0	0	0	0	0.11	0.06	0	0.11	0.1	0.06	0	0.1	2.1
25	24	0	0	0	0	0.11	0.05	0	0.11	0.1	0.05	0	0.1	2.1
26	25	0.05	0.02	0	0.05	0.13	0.06	0	0.13	0.1	0.05	0	0.1	2.1
27	26	1.11	0.46	0.04	1.11	0.23	0.12	0.01	0.23	0.11	0.06	0	0.11	2.1
28	27	10.41	4.34	0.36	10.41	0.35	0.17	0.01	0.35	0.13	0.06	0	0.13	2.1
29	28	0.07	0.03	0	0.07	0.35	0.16	0.01	0.35	0.13	0.07	0	0.13	2.1
30	29	0	0	0	0	0.32	0.16	0.01	0.32	0.13	0.07	0	0.13	2.1
31	30	0	0	0	0	0.3	0.15	0.01	0.3	0.13	0.06	0	0.13	2.1
32	31	0	0	0	0	0.27	0.14	0.01	0.27	0.12	0.06	0	0.12	2.1
33	32	0.01	0	0	0.01	0.27	0.13	0.01	0.27	0.12	0.06	0	0.12	2.1
34	33	0	0	0	0	0.27	0.13	0.01	0.27	0.12	0.06	0	0.12	2.1
35	34	0	0	0	0	0.25	0.12	0.01	0.25	0.12	0.06	0	0.12	2.1
36	35	0	0	0	0	0.23	0.11	0.01	0.23	0.12	0.06	0	0.12	2.1
37	36	0	0	0	0	0.21	0.11	0.01	0.21	0.12	0.06	0	0.12	2.1
38	37	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0.2	0.12	0.06	0	0.12	2.1
39	38	0.02	0.01	0	0.02	0.23	0.11	0.01	0.23	0.12	0.06	0	0.12	2.1
40	39	0	0	0	0	0.25	0.13	0.01	0.25	0.12	0.06	0	0.12	2.1
41	40	0	0	0	0	0.24	0.12	0.01	0.24	0.12	0.06	0	0.12	2.1
42	41	0	0	0	0	0.22	0.11	0.01	0.22	0.11	0.06	0	0.11	2.1
43	42	0	0	0	0	0.21	0.1	0	0.21	0.11	0.06	0	0.11	2.1
44	43	0	0	0	0	0.19	0.1	0	0.19	0.11	0.05	0	0.11	2.1
45	44	0	0	0	0	0.18	0.09	0	0.18	0.11	0.05	0	0.11	2.1
46	45	0	0	0	0	0.17	0.09	0	0.17	0.11	0.05	0	0.11	2.1
47	46	0	0	0	0	0.17	0.08	0	0.17	0.11	0.05	0	0.11	2.1
48	47	0	0	0	0	0.16	0.08	0	0.16	0.1	0.05	0	0.1	2.1
49	48	0	0	0	0	0.15	0.08	0	0.15	0.1	0.05	0	0.1	2.1
50	49	0	0	0	0	0.15	0.08	0	0.15	0.1	0.05	0	0.1	2.1
51	50	0	0	0	0	0.17	0.08	0	0.17	0.1	0.05	0	0.1	2.1



Microsoft Excel - 物質収支グラフフォーム.xls

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) 17544E17(1) ヘルプ(H) Acrobat

MS Wordコンタクト

100%

MS Wordコンタクト

10

MS Wordコンタクト

NUM

シート1

オートシェイプ

資料=1199001

「貼り付け」

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		表面負荷												人工系負荷
2		COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP	BOD	COD
3	Cat	No.→	467	Tank No.→	12195									
4	1	0	0	0	0	0.06	0.03	0	0.06	0.12	0.06	0	0.12	2.1
5	2	0	0	0	0	0.05	0.03	0	0.05	0.12	0.06	0	0.12	2.1
6	3	0	0	0	0	0.05	0.03	0	0.05	0.12	0.06	0	0.12	2.1
7	4	0	0	0	0	0.05	0.03	0	0.05	0.12	0.06	0	0.12	2.1
8	5	0	0	0	0	0.05	0.02	0	0.05	0.12	0.06	0	0.12	2.1
9	6	0	0	0	0	0.05	0.02	0	0.05	0.11	0.06	0	0.11	2.1
10	7	0	0	0	0	0.04	0.02	0	0.04	0.11	0.06	0	0.11	2.1
11	8	1.55	0.65	0.06	1.55	0.08	0.04	0	0.08	0.11	0.06	0	0.11	2.1
12	9	0.31	0.13	0.01	0.31	0.14	0.07	0	0.14	0.12	0.06	0	0.12	2.1
13	10	0.19	0.06	0.01	0.19	0.21	0.1	0	0.21	0.12	0.06	0	0.12	2.1
14	11	0	0	0	0	0.25	0.12	0.01	0.25	0.12	0.06	0	0.12	2.1
15	12	0	0	0	0	0.23	0.12	0.01	0.23	0.12	0.06	0	0.12	2.1
16	13	0	0	0	0	0.22	0.11	0.01	0.22	0.12	0.06	0	0.12	2.1
17	14	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0.2	0.12	0.06	0	0.12	2.1
18	15	0	0	0	0	0.19	0.09	0	0.19	0.12	0.06	0	0.12	2.1
19	16	0	0	0	0	0.18	0.09	0	0.18	0.12	0.06	0	0.12	2.1
20	17	0	0	0	0	0.16	0.08	0	0.16	0.11	0.06	0	0.11	2.1
21	18	0	0	0	0	0.15	0.08	0	0.15	0.11	0.06	0	0.11	2.1
22	19	0	0	0	0	0.14	0.07	0	0.14	0.11	0.06	0	0.11	2.1
23	20	0	0	0	0	0.14	0.07	0	0.14	0.11	0.06	0	0.11	2.1
24	21	0	0	0	0	0.13	0.06	0	0.13	0.11	0.05	0	0.11	2.1
25	22	0	0	0	0	0.12	0.06	0	0.12	0.11	0.06	0	0.11	2.1
26	23	0	0	0	0	0.11	0.06	0	0.11	0.1	0.05	0	0.1	2.1
27	24	0	0	0	0	0.11	0.05	0	0.11	0.1	0.05	0	0.1	2.1
28	25	0.05	0.02	0	0.05	0.13	0.06	0	0.13	0.1	0.05	0	0.1	2.1
29	26	1.11	0.46	0.04	1.11	0.23	0.12	0.01	0.23	0.11	0.06	0	0.11	2.1
30	27	10.41	4.34	0.36	10.41	0.35	0.17	0.01	0.35	0.13	0.06	0	0.13	2.1
31	28	0.07	0.03	0	0.07	0.35	0.16	0.01	0.35	0.13	0.07	0	0.13	2.1
32	29	0	0	0	0	0.32	0.16	0.01	0.32	0.13	0.07	0	0.13	2.1
33	30	0	0	0	0	0.3	0.15	0.01	0.3	0.13	0.06	0	0.13	2.1
34	31	0	0	0	0	0.27	0.14	0.01	0.27	0.12	0.06	0	0.12	2.1
35	32	0.01	0	0	0.01	0.27	0.13	0.01	0.27	0.12	0.06	0	0.12	2.1
36	33	0	0	0										

ウ) Tank 番号と地点の対応

各河川の出カメッシュと地点の対応

	メッシュNo	地点
00利根川・江戸川	6913	八斗島
	8247	栗橋
	8342	利根関宿
	10758	野田
	11491	流山
	13389	河口
	01荒川	10392
10588		浦山ダム
8478		寄居
8862		大芦橋
12036		笹目橋
13665		河口
02中川・綾瀬川		11487
	13600	河口
03多摩川	12195	調布橋
	13640	石原
	14435	河口
04千葉1	14754	河口
05隅田川	13943	河口
06千葉2養老川	14224	河口
07千葉3	14992	河口
08鶴見川	14336	亀の子橋
	14554	河口

その他の残流域は河口地点のみ

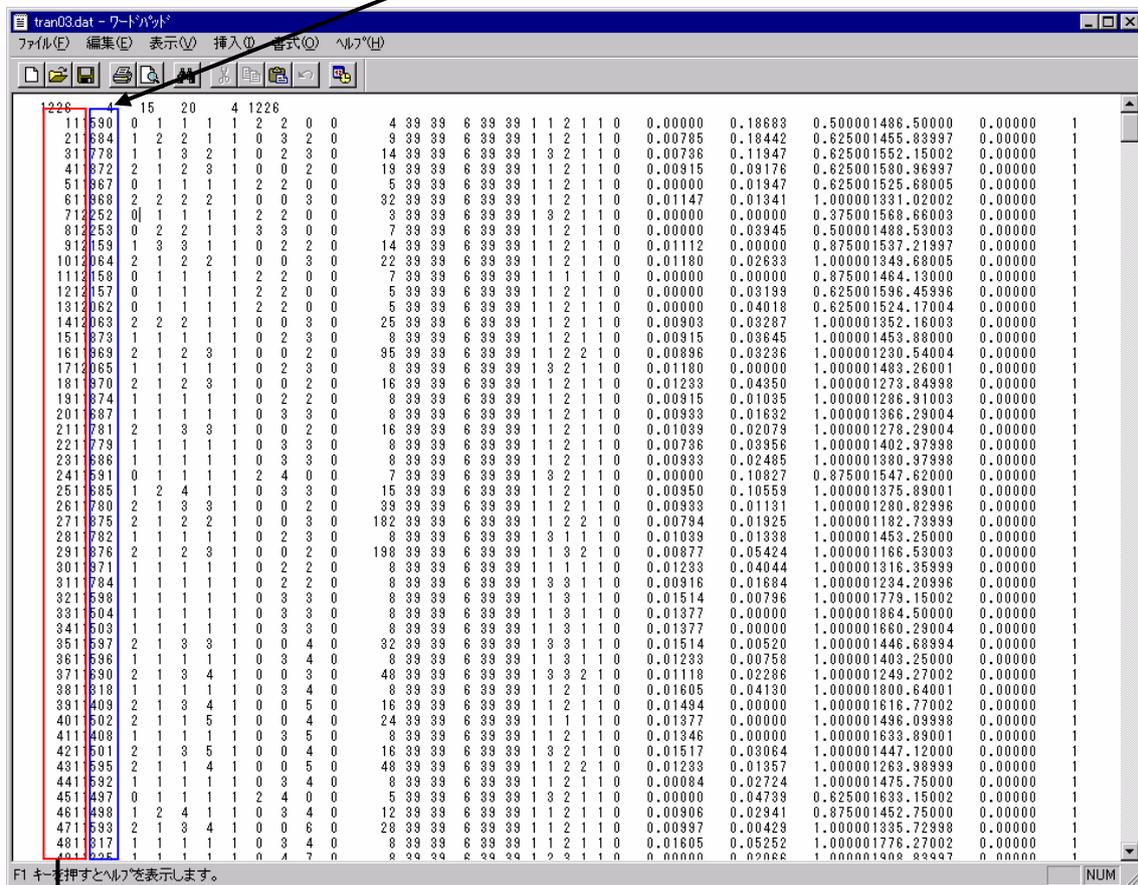
I) 河川メッシュの抽出方法

(1) 対象ファイル

....¥Case0¥Hsimulation¥cnt¥Tran**.dat (**は河川流域の番号)

(2) 抽出方法

- Tran**.dat をテキストエディタで開く。
- 2行目以降に河川流域ごとの計算メッシュ順の設定データが並んでいる。
- 2行目以降：
 最初の5カラム：計算順
 6カラム目から10カラム目：メッシュ番号
 11カラム目から13カラム目：メッシュのタンク構造を規定する番号 → **これが「3」となっているものが河道メッシュ**



5桁のメッシュ番号

図- 7.3.2.27 多摩川の例

7.3.3 東京湾モデルの計算

(1) パラメータの入力

「パラメータの入力」から「東京湾モデル」を選択すると「メインスイッチボード（東京湾）」が表示される。

計算時間ステップや溶出速度についてはインターフェイス上で変更する。



その他の項目については下記の手順で設定テキストファイルを変更を行う。

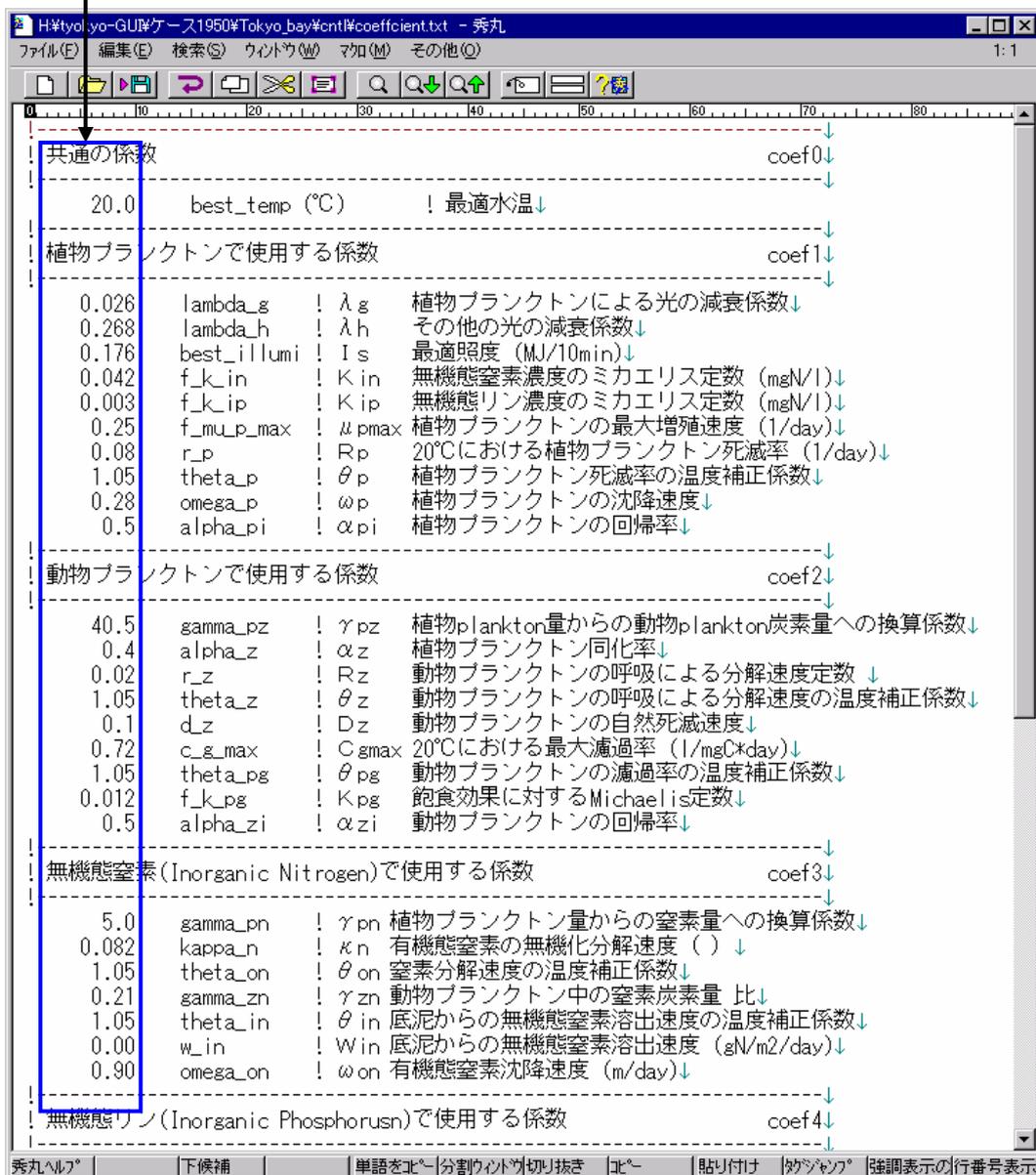
1) 水質モデルのパラメータの変更

a) 対象ファイル

....¥Case0¥Tokyo_bay¥cntl¥ **coefficient.txt**

b) 変更方法

coefficient.txt をテキストエディタで開き、変更したいパラメータの欄の数値を変更する。



2) 下水処理場水温相関式の書き換え方法

a) 対象ファイル

....¥Case0¥Psimulation¥cntl¥To-Baymodel.cnt

b) 書き換え方法

To-Baymodel.cnt をエディタで開き、「水温-気温一次相関式」の a,b 欄の数値を変更する。

流域・処理場名	T-N	I-N	T-P	I-P	a	b
6江戸川放水	0.8670	0.6790	0.8316	1.7140	0.8670	0.8316
6荒川	0.8900	0.3240	0.6780	5.6685	0.8900	0.3240
4日江戸川	0.8670	0.6790	0.7951	2.5911	0.8670	0.6790
3多摩川	0.8900	0.3970	0.6056	4.2425	0.8900	0.3970
2隅田川	0.8900	0.3240	0.6780	5.6685	0.8900	0.3240
1小櫃川	0.8924	0.5505	0.8967	0.9089	0.8924	0.5505
1養老川	0.7784	0.4147	1.1126	-1.2645	0.7784	0.4147
1小糸川	0.7671	0.4147	0.7836	2.6665	0.7671	0.4147
2鶴見川	0.9159	0.8460	0.6454	7.7714	0.9159	0.8460
1村田川	0.7784	0.4147	1.1126	-1.2645	0.7784	0.4147
1帷子川	0.9159	0.8460	0.6454	7.7714	0.9159	0.8460
1都川	0.7784	0.4147	1.1126	-1.2645	0.7784	0.4147
1目黒川	0.8900	0.3240	0.6780	5.6685	0.8900	0.3240
1帷子残1	0.9159	0.8460	0.6454	7.7714	0.9159	0.8460
1花見川	0.8670	0.6790	0.8316	1.7140	0.8670	0.6790
1帷子残2	0.9159	0.8460	0.6454	7.7714	0.9159	0.8460
1養老小櫃1	0.7784	0.4147	1.1126	-1.2645	0.7784	0.4147
1養老小櫃2	0.8924	0.5505	0.8967	0.9089	0.8924	0.5505
1矢那川	0.7671	0.4147	0.7836	2.6665	0.7671	0.4147
1海老川	0.8670	0.6790	0.8316	1.7140	0.8670	0.6790
1養老村田残	0.7784	0.4147	1.1126	-1.2645	0.7784	0.4147
1江戸中川残	0.8670	0.6790	0.7951	2.5911	0.8670	0.6790
1目黒多摩残	0.8900	0.3970	0.6056	4.2425	0.8900	0.3970
1都村田残	0.7784	0.4147	1.1126	-1.2645	0.7784	0.4147
1海老花見残	0.8670	0.6790	0.8316	1.7140	0.8670	0.6790
1荒川隅田残	0.8900	0.3240	0.6780	5.6685	0.8900	0.3240
1砂町処理場	0.9048	0.1667	0.8020	10.0000	0.9048	0.1667
2葛西処理場	0.9048	0.1667	0.8020	10.0000	0.9048	0.1667
3入江崎処理	0.9048	0.1667	0.8020	10.0000	0.9048	0.1667
4芝浦処理場	0.9048	0.1667	0.8020	10.0000	0.9048	0.1667
5君津富津	0.9048	0.1667	0.8020	10.0000	0.9048	0.1667

- ① : 流域・処理場名 ② : T-N に対する I-N の割合 ③ : T-P に対する I-P の割合
 ④ : 水温-気温一次相関式の定数 a ⑤ : 水温-気温一次相関式の定数 b

下水処理場水温相関式を書き換えた場合は、再度物質シミュレーション後のポストプロ

セッサである、¥ケース0¥Psimulation¥bin¥AfterPsim_sys.bat を実行する。

(2) モデルの実行

「モデルの実行」で「東京湾モデル」を選択する。

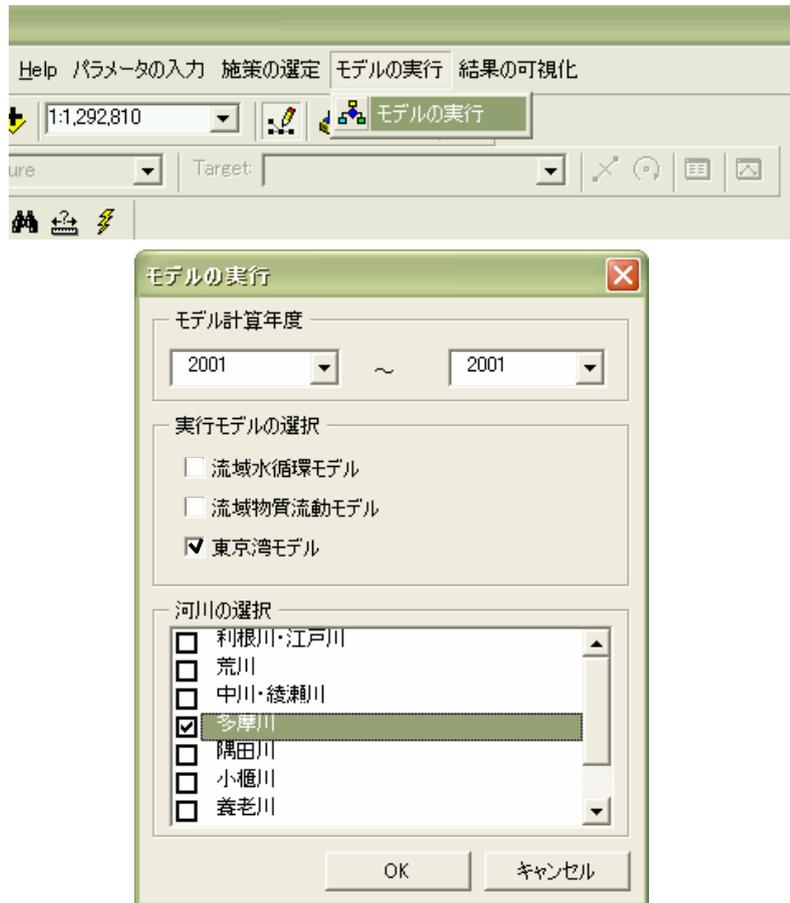


図- 7.3.3.1 モデルの実行のプルダウンメニュー

「東京湾モデル」をクリックすると図-7.3.3.2 の通知画面が表示される。「OK」をクリックすると、それまでの設定によるシミュレーションが始まる。

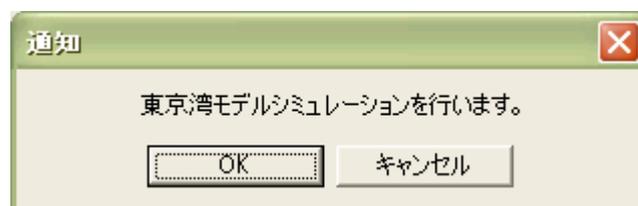


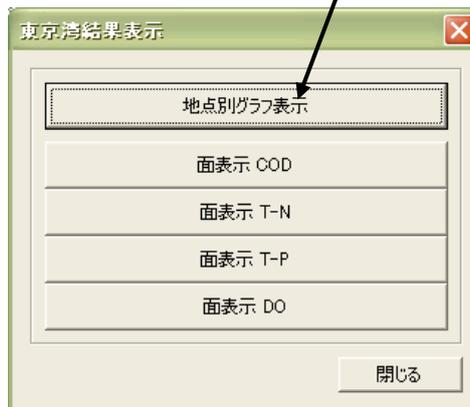
図- 7.3.3.2 東京湾モデル／実行の通知画面

(3) 結果の可視化

1) 東京湾特定地点の時系列グラフ作成



図- 7.3.3.3 結果の可視化 - 水循環モデルのプルダウンメニュー



「結果の可視化」から「東京湾モデル」をクリックすると、「東京湾結果表示」画面が表示される。ここで、「地点別グラフ表示」をクリックするとエクセルが起動し、特定地点における水質の時系列グラフが作成される。

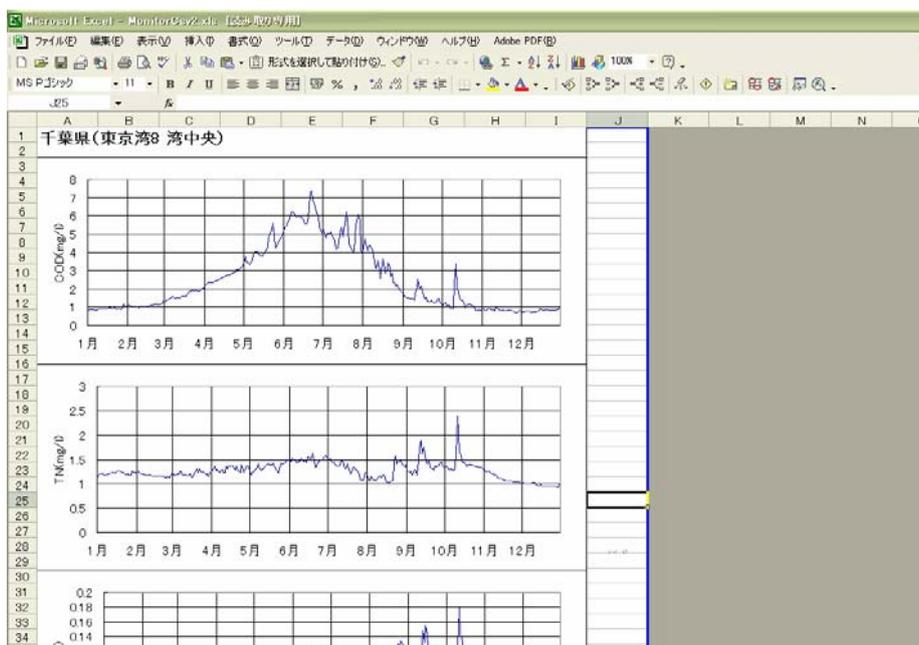
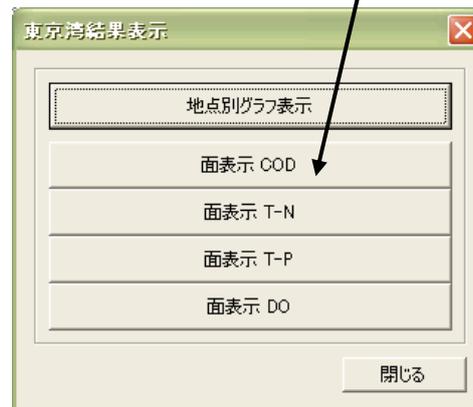


図- 7.3.3.4 東京湾各特定地点の時系列グラフの結果画像

2) 東京湾モデル計算結果の平面表示



図- 7.3.3.5 結果の可視化 - 水循環モデルのプルダウンメニュー



「東京湾結果表示」の画面で表示したい水質項目の面表示ボタンをクリックすることにより、平面表示のための Shape ファイルが作成される。

※ここで作成された Shape ファイルは、ケース 0 ではなく、…¥home¥System¥shape 以下に上書きされるため、画像を保存する場合は dbf ファイル(東京湾濃度_COD_01 月.dbf 等)を…¥ケース 0¥Flame 以下に保存しておく。

表示したい項目にチェックを入れると次頁の図-7.3.3.6 のように結果が表示される。

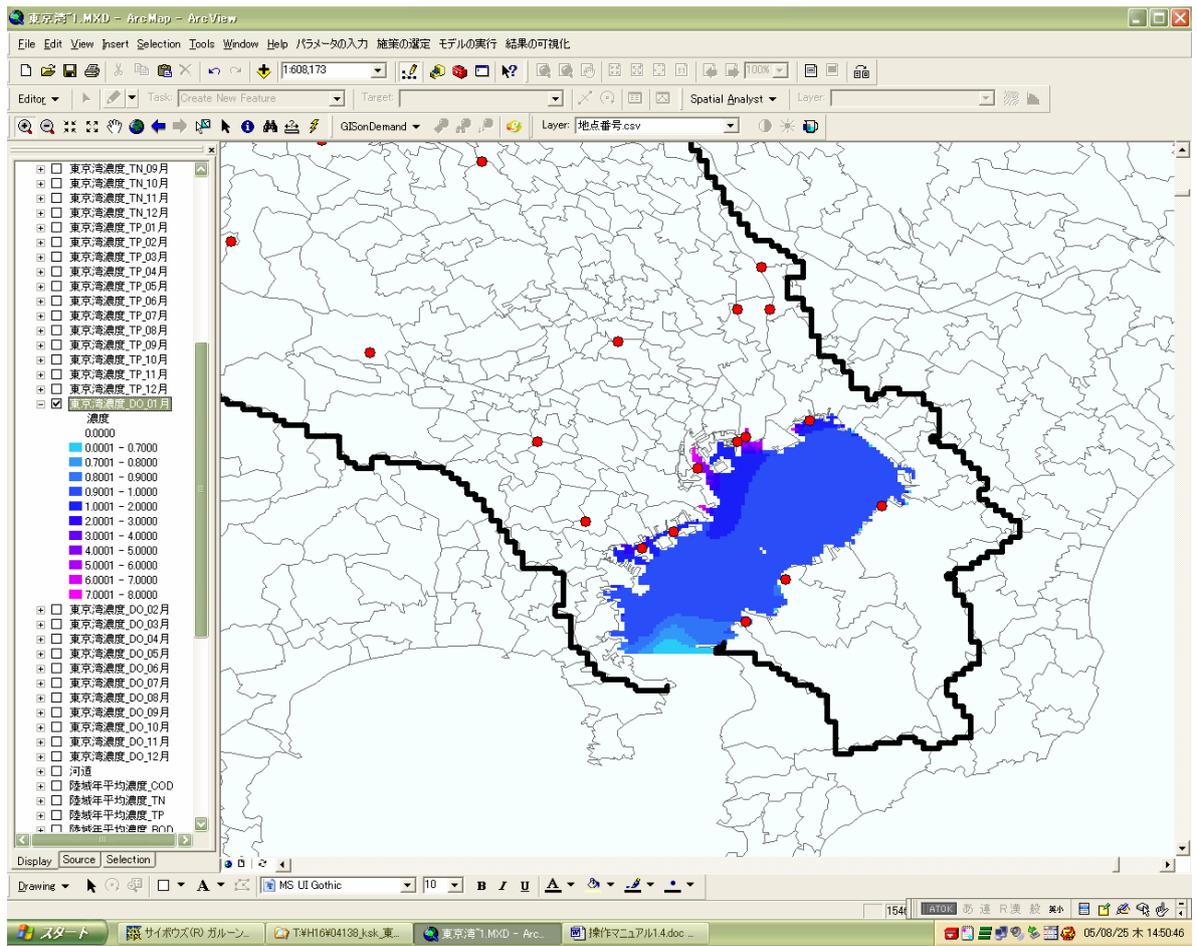


図- 7.3.3.6 東京湾水質計算結果平面表示

CD-ROM の内容

CD-ROM には、本報告書を電子文書化した資料と水物質循環モデルとそのインターフェイスを納めています。本資料(CD-ROM)は「国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告 自然共生型流域圏・都市の再生」の DVD に収録されている東京湾における水物質循環モデルの説明資料と同様の資料であり、東京湾における水物質循環モデルやインターフェイスは DVD と同一のデータが収録されています。

収録データの利用にあたっては、CD-ROM の内容を表示するウィンドウに表示される「CD-R の内容」をご参考下さい。

フォルダ・ファイル名	内容
(1) 「CD-R の内容」	CD-R の内容の説明
(2) 「本文」	本報告書の PDF ファイル
(3) 「モデル」	水物質循環モデルおよびそのインターフェイス

国土技術政策総合研究所
TECHNICAL NOTE of N I L I M
No . 298 February 2 0 0 6

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305 0804 茨城県つくば市旭1番地
企画部研究評価・推進課 TEL 029 - 864 - 2675