

4 霞ヶ浦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 資料の収集

霞ヶ浦流域において、流域水物質循環モデルを構築するにあたり、必要となる資料を収集した。表- 4.1.1.1に示す収集資料は、水物質循環モデルへの入力データおよび出力結果の検証データとして活用する。

表- 4.1.1.1 収集資料一覧

カテゴリ	項目	No.	資料名	媒体	作成年 データ収集期間	作成者
人口	人口	1	統計資料	電子ファイル		各市町村
地形・地質	土地利用	2	国土数値情報(100mメッシュ)	電子ファイル	平成9年	国土地理院
	標高	3	国土数値情報(50mメッシュ)	電子ファイル	平成9年	国土地理院
	表層地質	4	国土数値情報	電子ファイル		国土地理院
	土壌	5	国土数値情報	電子ファイル		国土地理院
	ボーリングデータ	6	茨城県地盤情報システム	CD	平成15年	茨城県土木部河川課
	湖沼地形	7	広域深浅測量	CD	平成13年度	霞ヶ浦河川事務所
	降雨量	8	アメダスデータ	CD	平成11～15年	気象庁
気象	気温	9	アメダスデータ	CD	平成11～15年	気象庁
	日射量	10	気象資料	資料	平成11～15年	気象庁
水量	河川水位	11	流入河川水位データ(7河川)	CD	平成11～15年	霞ヶ浦河川事務所
	河川流量	12	H-Q式	資料	平成11～15年	霞ヶ浦河川事務所
	湖沼水位	13	霞ヶ浦・水位データ(14地点)	CD	平成11～15年	霞ヶ浦河川事務所
	地下水水位	14	地下水水位データ(2地点)	電子ファイル	平成11～15年	霞ヶ浦河川事務所
水質	河川水質	15	公共用水域水質測定結果	資料	平成10～14年	茨城県霞ヶ浦対策課
	湖沼水質	16	霞ヶ浦水質分析業務報告書	CD一部資料	平成11～15年	霞ヶ浦河川事務所
	地下水水質	17	公共用水域水質測定結果	資料	平成10～14年	茨城県霞ヶ浦対策課
利水	上水	18	取水・浄水場位置、上水給水範囲	GIS		茨城県
	工水 農水	19	水理資料整理業務 整理情報ファイル	CD	平成16年度	霞ヶ浦河川事務所
農業	水田受益地・ 取排水	20	農業用水揚水機場および受益地	図面	(不明)	茨城県農村計画課
	農業カレンダー	21	茨城県栽培基準	資料	平成11年	茨城県
	施肥量	22	施肥量	資料	平成11年	茨城県
畜産	畜産頭数	23	農業センサス畜産(牛・豚)頭数データ(町丁目別)	資料		(財)農業統計協会
工業	特定事業所 排水	24	事業所排水量(届出施設)	電子ファイル	(不明)	茨城県
漁業	漁獲量	25	内水面漁業生産統計調査	資料	平成14年	茨城県
	コイ養殖量	26	コイ養殖量データ	資料	平成14年	茨城県
排水処理	下水道整備 区域	27	下水道整備済区域	GIS	平成14年	茨城県
	下水処理場	28	下水処理場位置	GIS	平成14年	茨城県
	農業集落排 水整備区域	29	農業集落排水整備区域図	資料	(不明)	茨城県各土地改良事務所
	し尿処理場	30	し尿処理施設状況	資料	平成14年	茨城県
	汚水処理形 態分布	31	汚水処理形態別の整備済区域	GIS	平成14年	茨城県
河道	河道諸元	32	利根川水系霞ヶ浦圏域河川整備計画	資料	(不明)	茨城県
		33	利根川水系花室川全体計画水理計算書	資料	昭和55年	茨城県
湖沼	底泥	38	霞ヶ浦底質調査業務報告書	CD	平成15年9月	霞ヶ浦河川事務所
		39	北浦、常陸利根川底質調査業務報告書	CD	平成15年9月	霞ヶ浦河川事務所
その他	湖沼計画関 連	40	第4期湖沼計画策定に関わるデータ	電子ファイル	平成12年	茨城県霞ヶ浦対策課
		41	第4期の霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画策 定関係資料集	資料	平成16年	茨城県霞ヶ浦対策課
	その他	42	霞ヶ浦開発事業誌	書籍	平成8年3月	水資源開発公社霞ヶ浦開 発事業建設部

4.1.2 GIS - DB の構築

既存の資料および収集資料にもとづき、流域水物質循環モデルでの解析に必要なデータを、GISを用いて、霞ヶ浦流域 GIS-DB として整理した。GIS-DB の整理は霞ヶ浦流域を 500m×500m で分割した正方メッシュ単位で行った。

整理した項目を表- 4.1.2.1に示す。なお、その作成方法、データ出典については巻末の参考資料 2 を参照されたい。

表- 4.1.2.1(1) 霞ヶ浦 GIS-DB (属性一覧)

No	分類	フィールド名	単位	種別	幅	少数桁数	内容	出典	図面名
1		ID	-	数値	5	0	ID番号	-	-
2	座標	X_CODE	-	数値	5	0	左下のメッシュを起点(1)として左方向に振った番号	-	-
3		Y_CODE	-	数値	5	0	左下のメッシュを起点(1)として上方向に振った番号	-	-
4	行政界	市町村CODE	-	文字	5	-	コード表参照	国土数値情報「行政界」	市町村
5	河川流域	河川ID	-	数値	5	0	1コード表参照(河川、流域、バッファー等の区分)	霞ヶ浦管内図、数値地図25000(地図画像)	河川・流域範囲
6		流域ID	-	数値	5	0	2コード表参照(小流域界の区分)	霞ヶ浦管内図、数値地図25000(地図画像)	流域界
7		河川メッシュ番号	-	数値	5	0			
8		流入流域界	-	数値	5	0	3コード表参照(霞ヶ浦に流入する7流域)	-	霞ヶ浦流入流域界
9	地形地質	表層地質	-	数値	5	0	4コード表参照(表層地質の岩石区分)	国土数値情報「土地分類」3次メッシュ	表層地質
10		土壌	-	数値	5	0	5コード表参照(土壌統計郡)	国土数値情報「土地分類」3次メッシュ	土壌
11		地形分類	-	数値	5	0	6コード表参照(地形分類の主分類)	国土数値情報「土地分類」3次メッシュ	地形分類
12		標高	m	数値	8	2	標高	数値地図50mメッシュ(標高)	標高
13		低地台地	-	数値	5	0	7コード表参照(低地台地の分類)	数値地図50mメッシュ(標高)より作成	低地台地
14		地質特性	-	数値	5	0	8コード表参照(浸透能力)	数値地図50mメッシュ(標高)より作成	地質特性
15	土地利用	田	ha	数値	12	2	田の面積	国土数値情報「土地利用」100mメッシュ	土地利用
16		畑	ha	数値	12	2	畑、果樹園、その他の樹木畑の面積	国土数値情報「土地利用」100mメッシュ	
17		森林	ha	数値	12	2	森林の面積	国土数値情報「土地利用」100mメッシュ	
18		市街地宅地	ha	数値	12	2	建物用地の面積	国土数値情報「土地利用」100mメッシュ	
19		道路	ha	数値	12	2	幹線交通用地の面積	国土数値情報「土地利用」100mメッシュ	
20		荒地	ha	数値	12	2	荒地、ゴルフ場の面積	国土数値情報「土地利用」100mメッシュ	
21		その他	ha	数値	12	2	その他用地の面積	国土数値情報「土地利用」100mメッシュ	
22		水面	ha	数値	12	2	河川地、湖沼、海域の面積	国土数値情報「土地利用」100mメッシュ	
23	気象	ティーセン	-	数値	8	0	9コード表参照(アメダス観測地点のティーセン分割)	気象庁アメダス観測地点より作成	アメダス観測点
24		ティーセン2	-	数値	8	0	9・14コード表参照	気象庁アメダス観測地点と国交省雨量観測地点より作成	雨量観測地点(ティーセン)
25	人口	人口	人	数値	12	2	500mメッシュ当たりの人口	各市町村の人口統計データ(土地利用データによる重みづけ)	人口
26		人口H12	人	数値	12	2	500mメッシュ当たりの人口	H12年国勢調査人口33メッシュ100mメッシュに変換し、500mメッシュで集計	人口(H12年国勢調査3次メッシュデータより作成)
27	汚水処理形態別人口	水洗化人口	人	数値	10	2	500mメッシュ当たりの水洗化人口	流域水情報WebGISデータ(関東地整)	汚水処理形態別人口(水洗化)
28		農集排処理	人	数値	10	2	500mメッシュ当たりの農業集落処理人口	流域水情報WebGISデータ(関東地整)	汚水処理形態別人口(農集排)
29		合併浄化槽	人	数値	10	2	500mメッシュ当たりの合併浄化槽処理人口	霞ヶ浦湖沼計画第4期データ	汚水処理形態別人口(合併浄化槽)
30		高度処理型	人	数値	10	2	500mメッシュ当たりの高度処理型合併浄化槽人口	-	-
31		単独浄化槽	人	数値	10	2	500mメッシュ当たりの単独浄化槽人口	霞ヶ浦湖沼計画第4期データ	汚水処理形態別人口(単独浄化槽)
32		し尿処理	人	数値	10	2	500mメッシュ当たりのし尿処理人口	霞ヶ浦湖沼計画第4期データ	汚水処理形態別人口(し尿処理)
33		自家処理	人	数値	10	2	500mメッシュ当たりの自家処理人口	霞ヶ浦湖沼計画第4期データ	汚水処理形態別人口(自家処理)
34	家畜頭数	豚	頭	数値	8	2	豚の頭数	霞ヶ浦湖沼計画第4期データ	家畜頭数(豚)
35		肉牛	頭	数値	8	2	肉牛の頭数	霞ヶ浦湖沼計画第4期データ	家畜頭数(肉牛)
36		乳牛	頭	数値	8	2	乳牛の頭数	霞ヶ浦湖沼計画第4期データ	家畜頭数(乳牛)
37	下水道	下水処理域	-	数値	8	0	10コード表参照(下水処理場の処理範囲)	流域水情報WebGISデータ(関東地整)	汚水処理形態別整備区域
38		将来下水道	-	数値	8	0	10コード表参照(将来下水処理場整備域)	-	(仮想)将来下水処理場整備域
39		し尿処理場収集範囲	-	数値	8	0	13コード表参照(し尿処理場)	-	し尿処理場収集範囲
40	農業	灌漑受益地	-	数値	5	0	11コード表参照(灌漑用水受水地)	利根川水系利水現況図(霞ヶ浦)	灌漑用水受水地
41	工業	事業所系排水量比率	-	数値	10	2	事業所系排水量比率		-
42		事業所系排水質比率	-	数値	10	2	事業所系排水質比率		-

表- 4.1.2.1(2) 霞ヶ浦 GIS-DB (属性一覧)

No	分類	フィールド名	単位	種別	幅	少数桁数	内容	出典	図面名
45	汚水量	汚水生活	L/日	数値	20	9	-		汚水量(生活系)
46		汚水し尿	L/日	数値	20	9	-		汚水量(生活系し尿処理場)
47		汚水事業	L/日	数値	20	9	-		汚水量(事業所系)
48		汚水工場	L/日	数値	20	9	-		汚水量(工場系)
49		汚水合計	L/日	数値	20	9	-		汚水量(合計)
50	COD負荷量	COD生活	kg/日	数値	20	9	-		COD負荷量(生活系)
51		COD下水・し尿	kg/日	数値	20	9	-		COD負荷量(生活系し尿処理場)
52		COD畜産	kg/日	数値	20	9	-		COD負荷量(畜産系)
53		COD事業	kg/日	数値	20	9	-		COD負荷量(事業所系)
54		COD工場	kg/日	数値	20	9	-		COD負荷量(工場系)
55		COD合計	kg/日	数値	20	9	-		COD負荷量(合計)
56	TN負荷量	TN生活	kg/日	数値	20	9	-		TN負荷量(生活系)
57		TN下水・し尿	kg/日	数値	20	9	-		TN負荷量(生活系し尿処理場)
58		TN畜産	kg/日	数値	20	9	-		TN負荷量(畜産系)
59		TN事業	kg/日	数値	20	9	-		TN負荷量(事業所系)
60		TN工場	kg/日	数値	20	9	-		TN負荷量(工場系)
61		TN合計	kg/日	数値	20	9	-		TN負荷量(合計)
62	TP負荷量	TP生活	kg/日	数値	20	9	-		TP負荷量(生活系)
63		TP下水・し尿	kg/日	数値	20	9	-		TP負荷量(生活系し尿処理場)
64		TP畜産	kg/日	数値	20	9	-		TP負荷量(畜産系)
65		TP事業	kg/日	数値	20	9	-		TP負荷量(事業所系)
66		TP工場	kg/日	数値	20	9	-		TP負荷量(工場系)
67		TP合計	kg/日	数値	20	9	-		TP負荷量(合計)
68	流域対策	浸透施設設置面積	m ²	数値	10	2	浸透施設設置面積	-	-
69		透水性舗装整備面積	m ²	数値	10	2	透水性舗装整備面積	-	-
70		転換取組率	-	数値	10	2	転換取組率	-	-
71		排水量削減率	-	数値	10	2	排水量削減率	-	-
72		未処理負荷削減率	-	数値	10	2	未処理負荷削減率	-	-
73		豚し尿還元率	-	数値	10	2	豚し尿還元率	-	-
74		牛し尿還元率	-	数値	10	2	牛し尿還元率	-	-
75		調整池の有無		数値	10	0	調整池の有無(有:1、無:0)	-	-
76		調整堤防高さ	m	数値	10	1	調整堤防高さ	-	-
77		調整池流出高さ	m	数値	10	1	調整池流出高さ	-	-
78		調整池流出幅	m	数値	10	1	調整池流出幅	-	-
79		調整池底面積	m ²	数値	10	1	調整池底面積	-	-
80		調整沈降速度	m/s	数値	10	7	調整沈降速度		
81		農業用水の再利用水量	m ³ /s	数値	10	7	下水処理水の再利用(農業用水)	-	-
82		生活用水の再利用水量	m ³ /s	数値	10	7	下水処理水の再利用(生活用水)	-	-
83		処理水質COD	mg/L	数値	10	3	下水処理場の処理水質COD	-	-
84		処理水質TN	mg/L	数値	10	3	下水処理場の処理水質TN	-	-
85		処理水質TP	mg/L	数値	10	3	下水処理場の処理水質TP	-	-
86		湿地浄化湿地面積	m ²	数値	自動	自動	下水処理場の処理水質COD	-	-
87		湿地浄化湿地水深	m	数値	自動	自動	下水処理場の処理水質TN	-	-
88		湿地浄化間隔率	%	数値	自動	自動	下水処理場の処理水質TP	-	-
89		湿地浄化浄化流量	m ³ /s	数値	自動	自動	下水処理場の処理水質TP	-	-
90									

4.1.3 モデル入力条件の設定

モデル入力条件の設定方法について、以下に示す。

(1) 陸域モデル

1) 計算領域

- ・ 流域界は、霞ヶ浦流域管内図および数値地図 50m メッシュデータ(標高)から作成した。
- ・ 流域界の外に地下水計算を行うためのバッファ領域(緩衝領域)を設けた。
- ・ バッファ領域の境界は、地下水の水位および水質の境界条件を与えることができるように、東端を鹿島灘、南端を利根川とした。

2) 河川メッシュ

- ・ 霞ヶ浦流域管内図を参考に、霞ヶ浦流入河川のうち、主要河川を抽出し、河川メッシュとして設定した。

3) 標高

- ・ 数値地図 50m メッシュを用い、500m メッシュに変換して作成した。
- ・ 500m メッシュに含まれる 50m メッシュ標高データ約 100 個を、500m メッシュ中心からの距離により重み付け平均し、500m メッシュの標高データとした。

4) 土地利用

- ・ 国土数値情報「土地利用」100m メッシュデータを、表- 4.1.3.1に示す 8 つの土地利用区分に再区分した(土地利用は区分数、地目名ともに目的に応じて任意に設定可能)。
- ・ 500m メッシュに含まれる約 25 個の 100m メッシュ土地利用データを集計し、その 500m メッシュでの土地利用区分ごとの割合を計算した。

表- 4.1.3.1 土地利用の再区分

100mメッシュ土地利用区分		霞ヶ浦流域での再区分	
1	田	1	田
2	畑	2	畑
3	果樹園		
4	その他の樹木畑	3	森林
5	森林		
6	荒地	6	荒地
7	ゴルフ場		
8	建物用地	4	市街地・宅地
9	幹線交通用地	5	道路
10	その他用地	7	その他
11	湖沼、河川	8	水面
12	海浜		
13	河水域		

5) 低地台地等分類

- 地下水の漏出係数を与えるために、数値地図の地形分類等(3次メッシュデータ)を参考に、表-4.1.3.2に示す5つの低地台地等に分類した。

表- 4.1.3.2 低地台地等分類

No.	1	2	3	4	5
低地台地分類等	崖	低地	台地	山地	水面

6) 気象

収集・整理項目

収集整理を行った気象データは、以下の通り。

項目：降雨量(毎時データ)30地点、気温13地点、全天日射量(日データ)1地点

地点：アメダス13地点(協和、笠間、柿岡、筑波山、美野里、鉾田、長峰、土浦、江戸崎、鹿嶋、竜ヶ崎、佐原、東庄) 全天日射量は館野

国土交通省霞ヶ浦河川事務所降雨観測所17地点(瓦会、岩瀬、牛久、湖心、小川、小野川、真壁、筑波、潮来、土浦、藤沢新田、日川、白浜、平山、北浦、木原、恋瀬川)

期間：1999年～2003年の5ヶ年

降雨量観測地点ティーセン分割

流域全体をカバーできるよう、流域内および周辺の、気象庁アメダス観測地点13地点および国交省観測地点17地点の合計30地点の降雨量観測地点データを用いて、流域メッシュのティーセン分割を行った。

降雨量観測地点ごとの1999～2003年の年間降雨量を表-4.1.3.3に示す。

表- 4.1.3.3 降雨量

	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	5年平均
1協和	1,120	1,345	1,130	990	1,212	1,159
2笠間	1,176	1,418	1,368	1,164	1,385	1,302
3柿岡	1,167	1,383	1,220	1,069	1,463	1,260
4筑波山	1,159	1,334	1,270	1,183	1,556	1,300
5美野里	1,380	1,526	1,358	1,217	1,402	1,377
6鉾田	1,198	1,357	1,384	1,233	1,562	1,347
7長峰	1,046	1,213	1,143	1,002	1,308	1,142
8土浦	1,160	1,277	1,185	1,124	1,454	1,240
9江戸崎	1,258	1,332	1,205	1,102	1,372	1,254
10鹿嶋	1,284	1,279	1,362	1,198	1,525	1,330
11竜ヶ崎	1,487	1,279	1,634	1,287	1,676	1,473
12佐原	1,420	1,285	1,606	1,339	1,559	1,442
13東庄	1,251	1,387	1,368	1,228	1,546	1,356
14瓦会	1,218	1,385	1,414	1,133	1,429	1,316
15岩瀬	1,310	1,435	1,428	1,206	1,361	1,348
16牛久	1,050	1,213	1,138	987	1,318	1,141
17湖心	755	729	1,018	807	932	848
18小川	1,118	1,162	1,433	1,042	1,335	1,218
19小野川	1,017	1,191	1,201	997	1,386	1,158
20真壁	1,153	1,242	1,425	1,068	1,274	1,232
21筑波	1,079	827	1,192	932	1,157	1,037
22潮来	1,242	1,095	1,374	1,179	1,427	1,263
23土浦	992	1,189	1,085	959	1,304	1,106
24藤沢新田	1,068	1,108	1,102	988	1,393	1,132
25日川	1,112	1,337	1,549	1,295	1,537	1,366
26白浜	1,207	1,173	1,259	1,192	1,387	1,244
27平山	1,091	1,204	1,305	1,136	1,449	1,237
28北浦	1,127	1,142	1,334	1,082	1,289	1,195
29木原	955	1,098	1,043	959	1,182	1,047
30恋瀬川	968	1,113	1,137	972	1,238	1,086

16牛久の2000年データは欠測が多いため、直近の長峰のデータを用いた。

7) 水量・水質(検証用)

a) 河川

河川流量

7 河川、毎時データ、1999年～2003年の5ヶ年(観測地点は図- 4.1.3.1参照)

観測機関：国土交通省霞ヶ浦河川事務所

河川水質

7 河川、公共用水域水質測定データ(約1回/月)(観測地点は図- 4.1.3.1参照)



図- 4.1.3.1 河川流量・水質観測位置

b) 地下水

地下水位

流域内計 2 地点(観測地点は図- 4.1.3.2参照)

データ出典：国土交通省霞ヶ浦河川事務所(毎時測定)

データ項目：地下水位

データ期間：1999 年～2003 年



図- 4.1.3.2 地下水位観測位置

地下水水質

流域内計 31 地点(観測地点は図- 4.1.3.3参照)

データ出典：公共用水域水質測定データ(年 1 回測定)

データ項目：硝酸態窒素および亜硝酸態窒素(COD、リンはない)

測定方法：井戸水を採水、分析

資料に井戸深さの記載なし



図- 4.1.3.3 霞ヶ浦流域内地下水水質観測地点と窒素濃度
(窒素濃度は、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素)

8) 蒸発散

a) 可能蒸発散能の算出

- ・ 気象庁アメダスデータ(土浦)の気温(平年値)を用い、以下の通り、算出した。

表- 4.1.3.4 可能蒸発散能

月	可照時間	平均気温 t_j 土浦(平年値)	$(t_j/5)^{1.514}$	Ep
	12hr/day			mm/day
1	0.830	3.6	0.61	0.18
2	0.900	4.2	0.77	0.25
3	0.992	7.3	1.77	0.63
4	1.087	12.7	4.10	1.60
5	1.167	17.2	6.49	2.72
6	1.209	20.3	8.34	3.63
7	1.191	23.8	10.61	4.55
8	1.123	25.7	11.92	4.82
9	1.033	22.2	9.55	3.55
10	0.938	16.7	6.21	2.09
11	0.854	11.0	3.30	1.01
12	0.809	6.0	1.32	0.38
			J=	65.00
			a=	1.52

b) 蒸発散モデルパラメータの設定

- ・ 蒸発散モデルにおける必要なパラメータは、再現性を見ながら、くり返し計算により、以下の通り設定した。

表- 4.1.3.5 蒸発散モデルパラメータ

パラメータ	変数	単位	地目名							
			田	畑	森林	市街地・宅地	道路	荒地等	その他	水面
最大土壌水分量	SM_{max}	mm	350	350	450	30	20	70	50	20
土壌保水能	SM_{18}	-	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
逓減係数		-	0.8	0.8	1	0.1	0.1	0.5	0.3	0.3
最終浸透能	f	mm/hr	0.125	5	6	0.3	0.1	1	1	0.001
蒸発散比	PET	-	0.9	0.9	1.1	0.8	0.8	0.9	0.8	1
蒸発散比を求めるための係数	k	-	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1

c) 初期条件の設定

後述する地下水の初期条件の設定方法と同様に、長期間(90年間)の初期計算を行うことにより設定した。

9) 地下水

a) 地層分割・地層厚の設定

ボーリング柱状図から、以下の通り3層とする。

第1帯水層：低地でのボーリングデータから、T.P.-2.0mの位置に難透水層があることから、第1帯水層の底面標高をT.P.-2.0mとする。ただし、層厚が80mを越えないものとする。

第1難透水層：第1難透水層の底面標高をT.P.-5.0mとし、層厚を3.0m(T.P.-2m～T.P.-5mの厚さ)とする

第2帯水層：第2帯水層の底面標高をT.P.-85mとする。ただし、層厚が80m(T.P.-5m～T.P.-85mの厚さ)を越えないものとする。

b) 透水係数等パラメータ

- ・ 蒸発散モデルにおける必要なパラメータは、再現性を見ながら、くり返し計算により、以下の通り設定した。

表- 4.1.3.6 地下水モデルパラメータ

	低地台地等分類		透水係数	漏水係数	有効間隙率	貯留係数
			m/s	m/s	-	-
第1帯水層	1	崖	1.0E-05	1.0E-02	0.3	-
	2	低地	1.0E-05	5.0E-03	0.3	-
	3	台地	1.0E-05	8.0E-03	0.3	-
	4	山地	1.0E-05	7.0E-05	0.3	-
	5	水面	1.0E-05	1.0E-02	0.3	-
難透水層	1	崖	-	1.0E-08	-	-
	2	低地	-	1.0E-08	-	-
	3	台地	-	1.0E-08	-	-
	4	山地	-	1.0E-08	-	-
	5	水面	-	1.0E-08	-	-
第2帯水層	1	崖	1.0E-05	-	-	0.01
	2	低地	1.0E-05	-	-	0.01
	3	台地	1.0E-05	-	-	0.01
	4	山地	1.0E-05	-	-	0.01
	5	水面	1.0E-05	-	-	0.01

c) 土壌の吸着・分解パラメータの設定

本検討では、土壌の吸着・分解のパラメータは「0」として設定した。

d) 初期条件

地下水位、地下水質の初期条件は、年降雨量程度の降雨を定常で与え長期間計算を行い、地下水位がほとんど変化しなくなった時点初期条件として設定した。

- ・ 地下水位：年間降雨量を定常的に与え、90年間の初期計算を行った後の地下水位
- ・ 地下水水質：地下水位と同様に、90年間の初期計算を行った後の地下水質

10) 地表流

a) 粗度係数

- ・粗度係数は、表- 4.1.3.7に示すとおり、土地利用の地目ごとに設定した。

表- 4.1.3.7 粗度係数

地目名	田	畑	森林	市街地 ・宅地	道路	荒れ地 等	その他	水面
粗度係数	3	0.4	0.8	0.1	0.1	0.4	0.4	0.02

b) 水田の水稻栽培期と用水量

- ・茨城県内での標準的な水稻の作期(図- 4.1.3.4)を参考に4つの栽培期を設定した。
 - ・用水量係数は、年間の用水量の合計値が現況の水田用水量に合うように調整した。
- 設定した4つの栽培期と、それぞれの期における用水量係数を、表- 4.1.3.8に示す。

表- 4.1.3.8 かんがい期と期別水田用水量係数

栽培期 ID	1	2	3	4
栽培期名	苗代	代かき・ 田植え	生育期	落水期
開始月	4	5	6	10
開始日	21	21	1	1
終了月	5	5	9	10
終了日	20	31	30	5
維持湛水深[m] = 欠口高さ	0	0	0	0
用水量係数	1.05	1.2	1.05	1.05

県内における水稻の作期

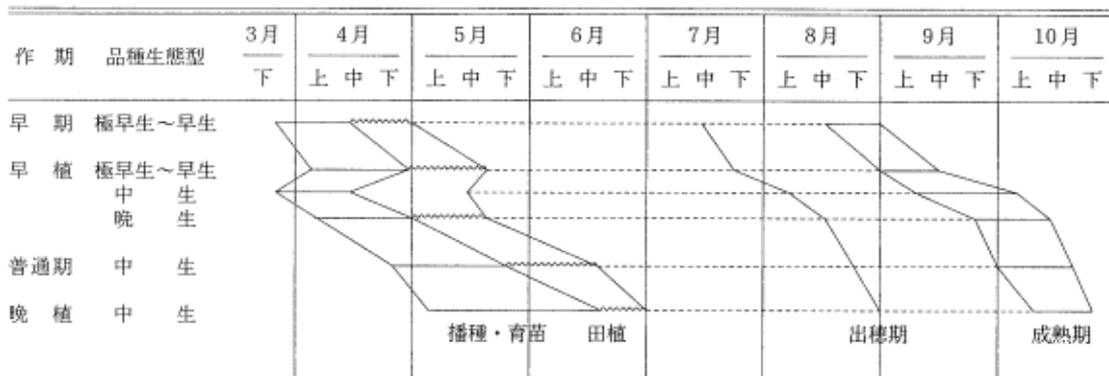


図- 4.1.3.4 水稻栽培の作期¹⁾

11) 降雨水質

降雨水質は、霞ヶ浦湖沼水質保全計画(第3期)²⁾の値を設定した。

表- 4.1.3.9 降雨水質(mg/L)

項目	COD	T-N	T-P
水質	1.538	0.826	0.0347

12) 面源発生負荷パラメータ

面源発生負荷のパラメータは、くり返し計算により、以下の通り設定した。

表- 4.1.3.10 面源発生負荷パラメータ

地目名	田	畑	森林	市街地・宅地	道路	荒地地等	その他	水面	
k (-)	COD	0.02	0.02	0.01	0.04	0.08	0.035	0.03	0
	T-N	0.01	0.01	0.005	0.02	0.04	0.015	0.01	0
	T-P	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0008	0.0003	0.0003	0
m (-)	COD	0.6	0.6	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8
	T-N	0.6	0.6	0.5	0.7	0.8	0.6	0.6	0.8
	T-P	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.6	0.6	0.8
n (-)	COD	1	1	1	1	1	1	1	1
	T-N	1	1	1	1	1	1	1	1
	T-P	1	1	1	1	1	1	1	1
Smax (g/m ²)	COD	2	2	0.5	2.5	5	2	2	0.005
	T-N	2	2	0.1	1.5	3	1.4	1	0.0005
	T-P	0.01	0.01	0.005	0.025	0.05	0.02	0.015	0.00005
ΔS (g/m ² ·day)	COD	0.2	0.2	0.05	0.25	0.5	0.2	0.2	0.0005
	T-N	0.2	0.2	0.01	0.15	0.3	0.14	0.1	0.00005
	T-P	0.001	0.001	0.0005	0.0025	0.005	0.002	0.0015	0.000005
qc (m ³ /s)	COD	0	0	0	0	0	0	0	0
	T-N	0	0	0	0	0	0	0	0
	T-P	0	0	0	0	0	0	0	0

水面については、表面流出による負荷量は発生しないとして、k=0で設定した。

最大堆積負荷量(Smax)は、和田³⁾によるBODの堆積汚濁負荷量の値(不浸透域10kg/ha、浸透域1kg/ha)を参考に設定し、パラフィットを行い調整した。

13) 農業施肥量

a) 水田

田淵・高村(1985)⁴⁾によると、水田における窒素の流入、排出、施肥量、水稻吸収量からみた収支はほぼ釣り合っている。若干の差がある部分についても、ここでは測定されていない脱窒、固定といった土壤中の残存量変化に起因するものだと考えられる。また、リンについては排出がほとんど無く、かなりの部分が土壤中に残存している。

したがって、本モデルにおいては、水田の施肥量は見かけ上 0 となるようにモデルへインプットした。なお、COD についてはデータがないため、N と同様の仮定とした。

b) 畑

畑への施肥量は、表- 4.1.3.11に示す作物のうち、標準施肥量が高いトマトの値を用いて算出した。また、田淵・高村(1985)⁴⁾によると、標準施肥区における作物による吸収量は施肥量の約 4 分の 3 である。そこで本モデルにおいても、作物による吸収量は 4 分の 3 と設定し、残存する量(4 分の 1)をモデルへのインプット値として与えた。

$$N : 30\text{kg}/10\text{a} \times 1/4 = 75\text{kg}/\text{ha}$$

$$P_2O_5 : 20\text{kg}/10\text{a}(\text{分子量比 } 15 \times 2 : 8 \times 5 = 3 : 4) \times 1/4 = 21\text{kg}/\text{ha}$$

なお、COD についてはデータがないため、N の値を設定値とした。

表- 4.1.3.11 霞ヶ浦流域市町村における畑作物の作付面積と標準施肥量

No.	作物名	作付面積 (ha)	標準施肥量 (kg/10a)		施肥量 (kg)	
			窒素 (N)	リン酸 (P ₂ O ₅)	窒素 (N)	リン酸 (P ₂ O ₅)
1	かんしょ(じゃがいも)	3,293	12	20	395,160	658,600
2	小麦	2,114	7	13	147,980	274,820
3	ばれいしょ	1,021	12	20	122,520	204,200
4	大豆	899	3	8	26,970	71,920
5	陸稲	839	7.5	10	62,925	83,900
6	だいこん	668	12	10	80,160	66,800
7	にんじん	571	20	15	114,200	85,650
8	大麦・裸麦	379	8	13	30,320	49,270
9	ねぎ	323	17	30	54,910	96,900
10	ほうれんそう	296	15	15	44,400	44,400
11	キャベツ	209	25	20	52,250	41,800
12	はくさい	207	15	15	31,050	31,050
13	トマト	173	30	20	51,900	34,600
14	すいか	143	15	15	21,450	21,450
15	さといも	120	15	15	18,000	18,000
16	なす	83	45	25	37,350	20,750
17	たまねぎ	63	25	25	15,750	15,750
18	レタス	47	20	20	9,400	9,400
19	きゅうり	46	50	40	23,000	18,400
20	ピーマン	26	80	60	20,800	15,600
21	いちご	25	25	25	6,250	6,250
22	茶	15	48	36	7,200	5,400
合計		11,560			1,373,945	1,874,910
加重平均					11.9	16.2

作付面積：茨城県統計書から、霞ヶ浦流域に含まれる市町村で合計した値
標準施肥量：茨城県栽培基準に記載の値

14) 河道

a) 河道幅・河床標高

- ・ 収集した資料⁵⁾、⁶⁾に記載のある河川の区間については、資料のデータにもとづき、縦断面図・平面図・標準断面図等から設定した。
- ・ 資料のない河川・区間については、地図等から推定して設定した。

【河道幅・河床標高を資料に基づいて設定した河川】⁵⁾、⁶⁾

- ・ 新利根川：0k～25k
- ・ 小野川：16k～29k、乙戸川：0k～13k、桂川：0～9k
- ・ 清明川：0k～10k
- ・ 桜川：0k～42k、大川：0k～4k、観音川：0k～4k
- ・ 境川：0k～1.5k
- ・ 恋瀬川：0k～10k
- ・ 梶無川：1k～5k
- ・ 城下川：0k～2k
- ・ 巴川：0k～12k
- ・ 花室川：0k～10k

b) 河道浄化係数

河道状況に応じて、河道の浄化係数を設定する。

水理公式集⁷⁾によると、日本の河川の係数は0.16～7.6の範囲にある。本モデルでは、再現計算結果から、「0.1」を採用した。

15) 人工系負荷

a) 生活系排水負荷量の算出

人口分布の作成

土地利用のうち、市街地・宅地にのみ人が居住すると仮定し、重み付けによって人口分布を設定した。

元データ：市町村人口(第4期霞ヶ浦湖沼水質保全計画策定時フレーム)

作成方法：市町村人口を、その市町村範囲にある市街地・宅地メッシュ(100mメッシュ)に等配分する。その後、500mメッシュで集計する。

汚水処理形態別人口分布の作成

市町村毎の水洗化人口および汚水処理形態別人口比率をもとに、メッシュ毎の汚水処理形態別人口を設定した。

元データ：第4期湖沼計画策定時(H12)の市町村別人口、市町村別汚水処理形態別人口フレーム、下水道整備域、農業集落排水施設整備域

作成方法：表-4.1.3.12に示す。

表-4.1.3.12 汚水処理形態別人口分布の作成方法

処理形態	人口分布の作成方法
下水処理	市町村別の水洗化人口をその市町村の下水道整備エリア内の市街地・宅地メッシュ(100mメッシュ)に等配分し、それを500mメッシュで集計
農業集落排水処理	水洗化人口での方法と同様に、市町村ごとに農集排整備エリアに含まれる市街地・宅地メッシュ(100mメッシュ)に等配分し、それを500mメッシュで集計
その他処理 合併処理浄化槽 単独処理浄化槽 し尿処理場 未処理	<ul style="list-style-type: none"> ・第4期湖沼計画策定時のフレームでの、市町村ごとの合併・単独・し尿・自家の割合を用いる。 ・メッシュの全人口から水洗化人口、農集排人口を差し引いた残りの人口を合併・単独・し尿・自家処理の人口とする。 ・その人口を市町村ごとの合併・単独・し尿・自家の割合で配分し、各々の処理形態の人口とする。

生活系汚水量・排出負荷量の算出

で作成した 500m メッシュごとの汚水処理形態別人口分布に、汚水量原単位(270L/人・日)、表- 4.1.3.13に示す第 4 期湖沼計画の原単位を適用して、生活系汚水量・排出負荷量を算出した。

し尿処理については、生活雑排水のみ計上し、し尿分については、流域内の各し尿処理場の「処理水量×処理水質」により求まる負荷量を、し尿処理場が位置するメッシュに上乘せした。

表- 4.1.3.13 原単位(第 4 期湖沼計画⁸⁾より引用)

区分		項目	単位	COD	T - N	T - P	備考
発生原単位	生活系	し尿	g/人・日	10.1	9.0	0.77	
		生活雑排水		19.2	3.0	0.40	
		計		29.3	12.0	1.17	
	畜産系	牛	g/頭・日	530	290	50	
		豚		130	40	25	
排出原単位	生活系	下水道	mg/L	湖北流域	6.4	8.17	0.16
				水郷流域	5.2	6.28	0.08
				出島特環	6.2	3.87	0.6
				玉造特環	5.9	3.78	1.06
				計	6.4	8.17	0.16
		し尿処理場	mg/L	湖北	2.4	1.3	0.43
				筑北	7.2	1.6	0.04
				潮来牛堀	4.2	7.4	0.09
				麻生	5.8	6.8	0.06
		生活雑排水	g/人・日	15.36	2.55	0.36	生活雑排水発生原単位に、ストレーナの除去率(COD20%、TN15%、TP10%)を考慮した。
	農業集落排水施設	1.566		1.782	0.3105	排水量原単位(270L/人・日)に、水質(mg/L; H12全施設平均値)を掛け合わせた。	
	合併処理浄化槽	5.86		6.00	0.585	雑排水の負荷が考慮されていないので、計算の際にはこの値に「雑排水未処理」の値を加える。	
	単独処理浄化槽	3.535		7.65	0.6545		
	し尿自家処理	0.606	0.648	0.00385			
	畜産系	牛	0.078	0.083	0.0004	注2)	
		豚	0.266	0.288	0.002		
	水産系	こい養殖	kg/生産量(トン)・年	130.9	51.7	11.4	
	面源系	降雨	mg/L	1.538	0.826	0.0347	
				市街地	-	-	-
		水田	kg/km ² ・日	水稲田	-	-	-
転作田				-	-	-	
不作付田				-	-	-	
ハス田				-	-	-	
計				-	-	-	
畑		kg/km ² ・日	山林	-	-	-	
			ゴルフ場	-	-	-	
			その他	-	-	-	
			計	-	-	-	
			山林等	-	-	-	

注1) 基本的に湖沼計画第4期の原単位にのっとるが、値の間違い、モデルの相違により変更させた部分を青枠で示している。

注2) 実際には、畜産系し尿のうちのかかなりの部分が農地還元などの形で再利用されている(湖沼計画第4期より)。湖沼計画ではこの利用分の負荷量を畜産系からの負荷として計上しているため表記の値より畜産系原単位ははるかに大きい。分布型モデルである本検討では農地系に負荷が計上されると考え、畜産系ではゼロカウントする。

b) 事業所系排出負荷量の算出

霞ヶ浦流域内特定事業所(排水量 10m³/日以上)の排水量、排水水質データから、排出汚水量、排出負荷量を算出し、500m メッシュで集計して算出した。

c) 工場系排出負荷量の算出

工業統計 3 次メッシュデータの各業種出荷額と、表- 4.1.3.14に示す排水量原単位と排水水質値から、工場系排水量、排水負荷量を算出した。

3 次メッシュ(約 1km メッシュ)データであることから、これを一旦、100m グリッドデータに等分し、100m グリッドデータを 500m メッシュで再集計することにより、500m メッシュのデータを作成した。

表- 4.1.3.14 業種別の排水量原単位と排水水質⁸⁾

		排水水質			排水量原単位				
		COD	T-N	T-P	H8	H9	H10	H11	H12
12	食料品	11.8	3.15	0.53	0.931	0.627	0.642	0.646	0.779
13	飲料	8.6	2.96	0.46	0.774	0.777	0.881	0.866	0.953
14	繊維	6.4	2.6	0.67	0.11	-	-	-	-
15	衣服	6.4	2.6	0.67	0.446	0.195	0.203	0.223	0.338
16	木材	14.6	1.84	0.29	0.27	0.073	0.089	0.096	0.173
17	家具	19.6	1.84	0.29	0.181	0.092	0.089	0.103	0.146
18	パルプ	3.3	0.78	0.12	0.311	4.857	5.255	4.883	5.19
19	出版	20	4	0.47	0.103	0.126	0.137	0.175	0.334
20	化学	3.3	1.15	0.16	0.46	2.23	2.239	2.331	2.552
21	石油	3.3	1.15	0.16	-	1.299	1.756	1.54	1.019
22	プラスチック	-	-	-	0.777	0.683	0.681	0.653	0.731
23	ゴム	5.2	3.37	0.22	0.74	0.681	0.594	0.555	0.655
24	なめし	20	20	1.5	1.536	0.349	0.12	0.06	0.131
25	窯業土石	5.7	0.72	0.06	1.024	0.763	0.804	0.83	1.349
26	鉄鋼	5.2	2.68	0.15	0.557	3.426	3.679	4.274	4.335
27	非鉄金属	4	2.6	0.21	0.525	0.382	0.349	0.418	0.434
28	金属製品	6.3	3.97	0.2	0.267	0.322	0.335	0.377	0.408
29	一般機械	3.9	1.68	0.06	0.121	0.216	0.218	0.231	0.224
30	電気機械	4.6	3.47	0.15	0.124	0.241	0.287	0.321	0.391
31	輸送機械	3.4	1.23	0.07	0.266	0.202	0.278	0.252	0.298
32	精密機械	3.3	4.49	0.15	0.226	0.223	0.167	0.182	0.237
34	その他	4.2	1.56	0.27	0.145	0.137	0.161	0.138	0.148

排水水質:mg/L 排水量原単位:L/日/万円

d) 畜産系排出負荷量の算出

「茨城の主要家畜市町村別累計統計書」⁹⁾の市町村ごとの豚・乳牛・肉牛の頭数を、メッシュに分配した。この際、市町村内における畜産頭数の分布が不明であるため、市町村に含まれる全メッシュ(湖沼域は除く)に一律で頭数を等分した。

この家畜頭数に表- 4.1.3.13の原単位を適用し、500m メッシュにおける畜産系排出負荷量を算出した。

(2) 湖沼モデル

湖沼モデルとしては、今回の検討対象が湖沼水域全体の空間的、時間的な平均水質であることから、閉鎖性水域の水質を再現できる最も簡潔なモデルとして、ボックスモデルを選定した。水域をその形状や流域条件から水質が概ね等しいと想定される、複数の水域ボックスに分割し、ボックス間の水の移動、物質の移流・拡散は考慮しつつも、ボックス内における水・物質の流動現象は考慮しないモデルである。なお、閉鎖性水域においては、富栄養化現象が重要となるため、植物プランクトンの増殖を組み込んでいる。

湖沼モデルの計算条件を以下に整理する。

1) 取水量および排水量・排水負荷量

a) 日別地点別取水量データの整理

霞ヶ浦からの取水として、上水、工業用水、農業用水、雑用水(内水面試験場)がある。これらの用途別取水地点別取水量日別値を、国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所が保有する報告書¹⁰⁾に基づき整理したものを図- 4.1.3.5(1)～(3)に示す。それぞれの取水地点が属するボックスから、この取水量を取水すると設定した。

霞ヶ浦からの取水量

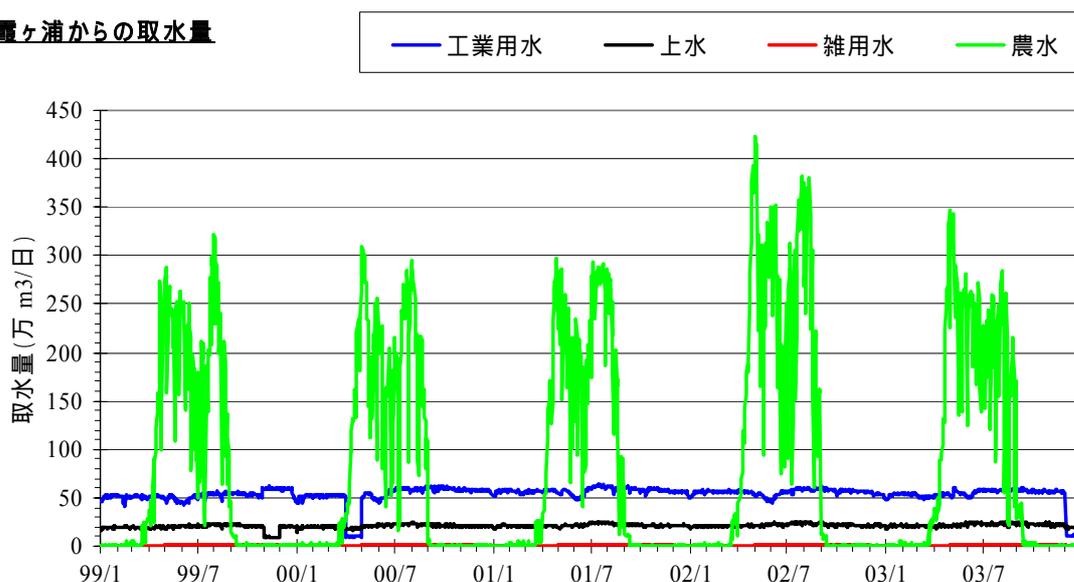


図- 4.1.3.5(1) 霞ヶ浦からの取水量(全体取水量)

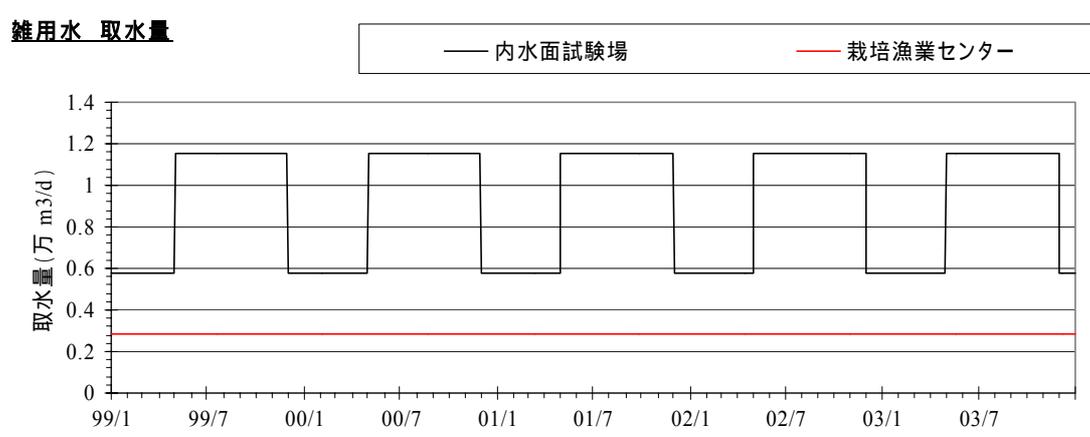
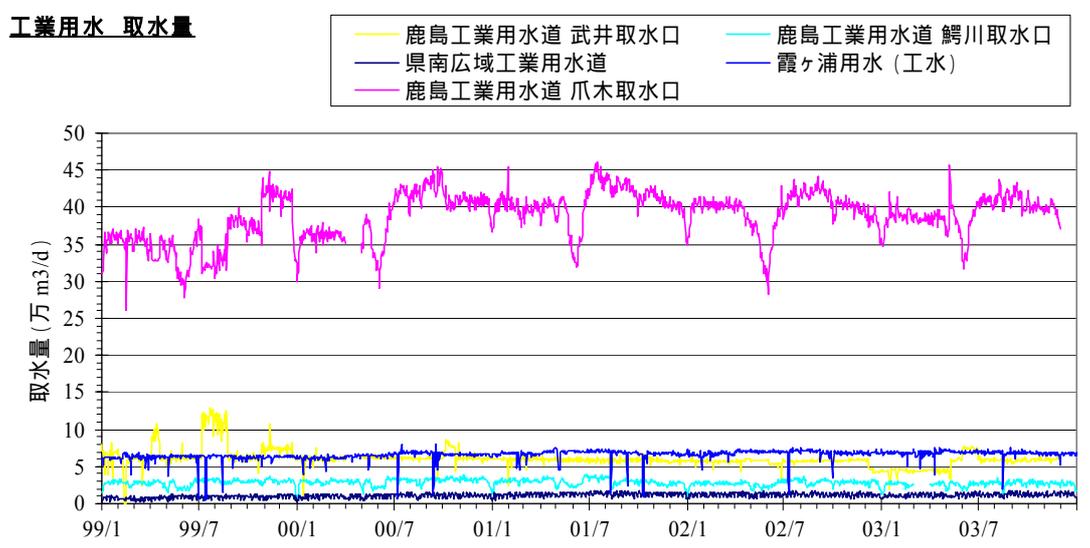
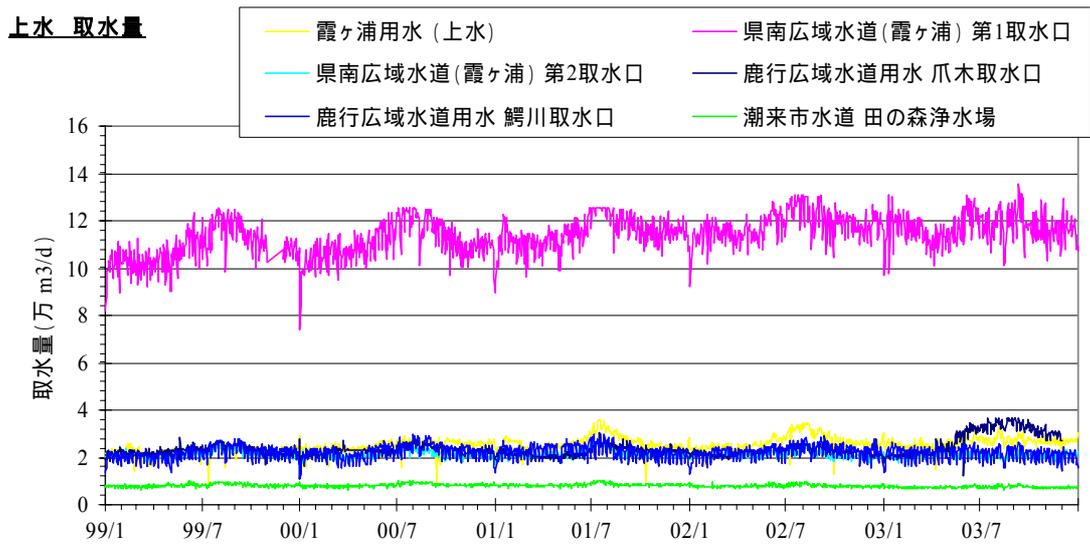


図- 4.1.3.5(2) 霞ヶ浦からの取水量
(上：上水取水量、中：工業用水取水量、下：雑用水取水量)

農業用水 取水量

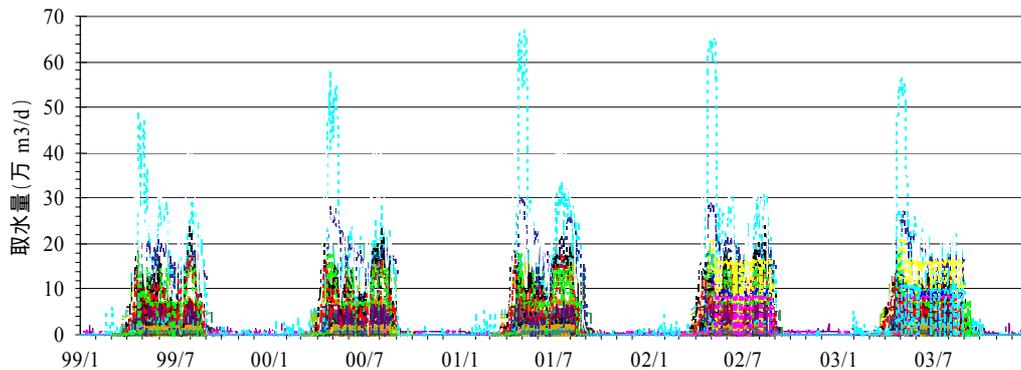


図- 4.1.3.5(3) 霞ヶ浦からの取水量(農業用水取水量)

b) 排水量・排出負荷量

下水処理場、し尿処理場の処理場別排水量・排出負荷量は、「4.1.3(1) 15)人工系負荷」で第4期湖沼計画データをもとに設定したデータを湖沼モデルの入力条件とした。設定した排水量および負荷量を図-4.1.3.6に示す。

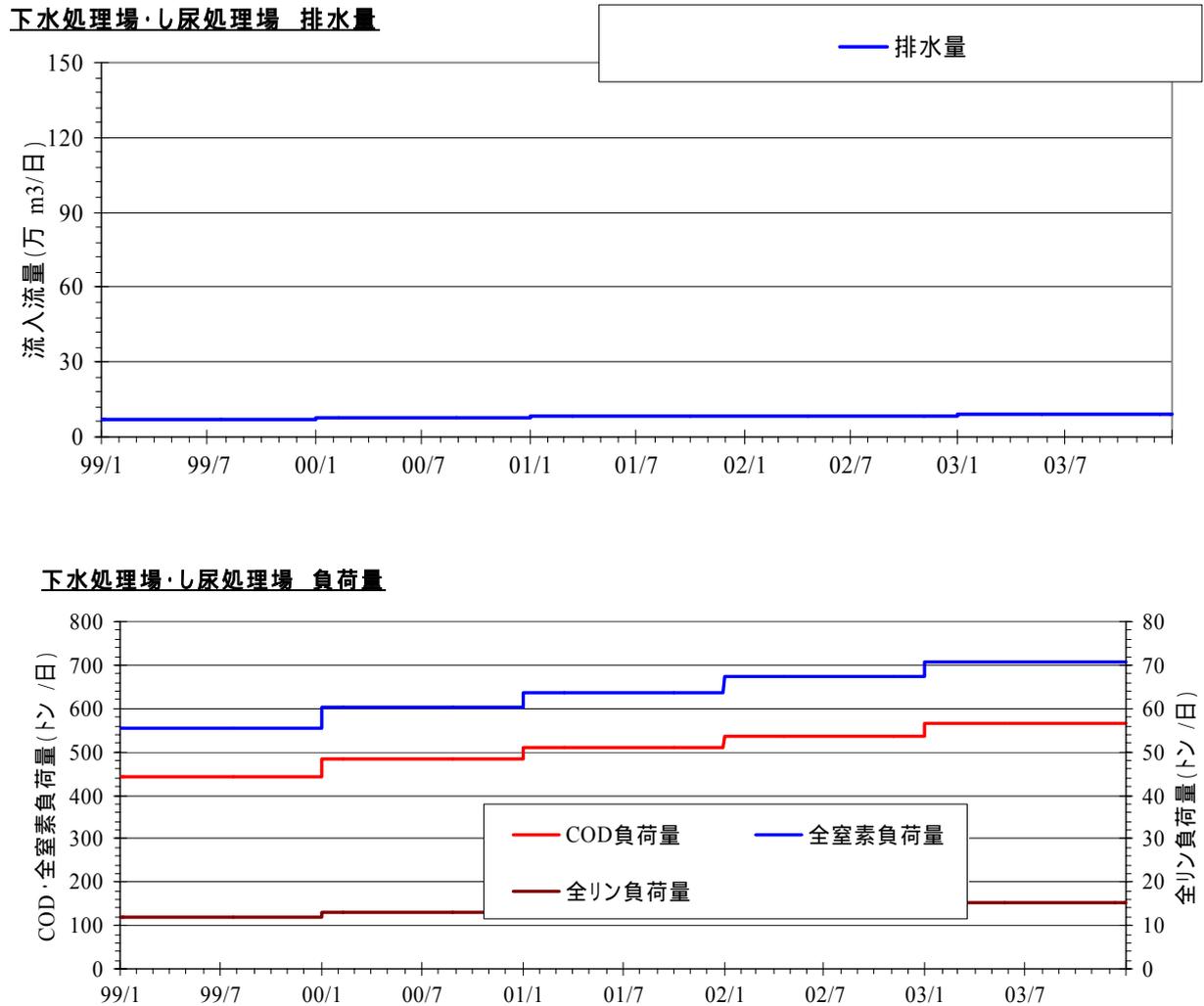


図-4.1.3.6 下水処理場、し尿処理場の排水量および排出負荷量

c) 取排水地点位置設定

上水、工業用水の取水地点および下水処理場、し尿処理場の排水地点は、関東地方整備局によるアンケート調査¹¹⁾のデータを使用した。

雑用水の取水地点のうち、内水面試験場は地図から位置を確認して取水地点を設定した。栽培漁業センターは、鹿島港に位置すること、センターの WEB サイトでは取水先は鹿島港である旨記されていること、取水量は全体から見ると小さいことなどから、解析には用いなかった。

農業用水の取水地点位置は、既往報告書¹²⁾で構築された GIS データを用いた。

d) 取排水地点位置と取排水量データとのリンク

取排水量データを GIS のテーブルとして整備し、取水地点位置ポイントデータとリンクさせた。この位置情報から、水質解析のボックス毎の取排水量を計算した。

なお、農業用水については、既往報告書¹²⁾の取水地点と 1999 年～2003 年の取水量データが存在する取水地点の名称を比較し、名称が完全に一致する、または一致すると推測されるものについて、データをリンクさせた。

2) 湖面降雨量、湖面降雨負荷量

湖面降雨量は、アメダスデータ土浦地点の降雨量に、ボックス毎の面積を乗じて求めた。

湖面降雨負荷量は、湖面降雨量に表- 4.1.3.15に示す第 3 期湖沼計画の原単位から割り戻して算出した降雨水質を乗じて求めた。

表- 4.1.3.15 降雨水質²⁾

	COD	T-N	T-P
降雨水質(mg/L)	1.538	0.826	0.0347

COD は銚田町における実測値、窒素、リンは水産センターによる測定値

3) 蒸発散量

蒸発散量は、ソーンズウエイト式により可能蒸発散量を求め、ボックス毎の面積を乗じて算出した。

4) 水温・全天日射量

水温は、水質観測時の気温、水温測定値(1999～2000年、全20地点、N=1,401)から図-4.1.3.7に示す気温-水温相関式を作成し、土浦地点の気温データ(アメダス、1999～2003年、日別値)にこの相関式を適用して求めた。

全天日射量は、館野地点のデータ(アメダス、1999年～2003年、日別値)を用いた。なお、全天日射量に一部欠測がみられたが、欠測日の前日のデータを当該日にも適用した。

湖沼モデルの計算に用いた水温および全天日射量を図-4.1.3.8に示す。

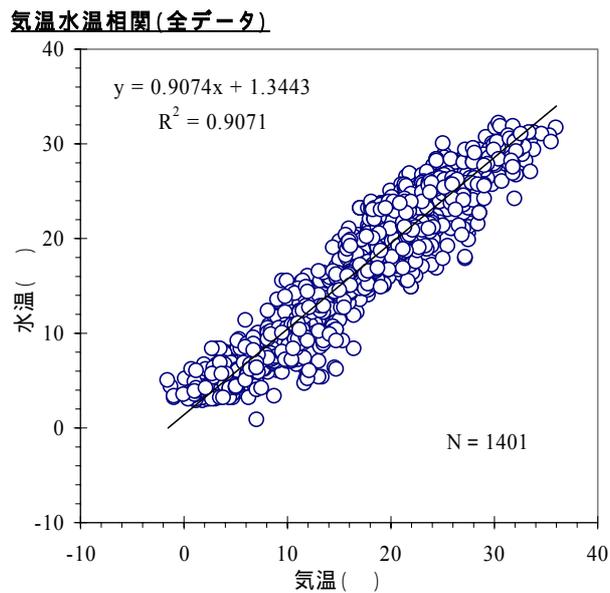


図-4.1.3.7 気温 - 水温相関式

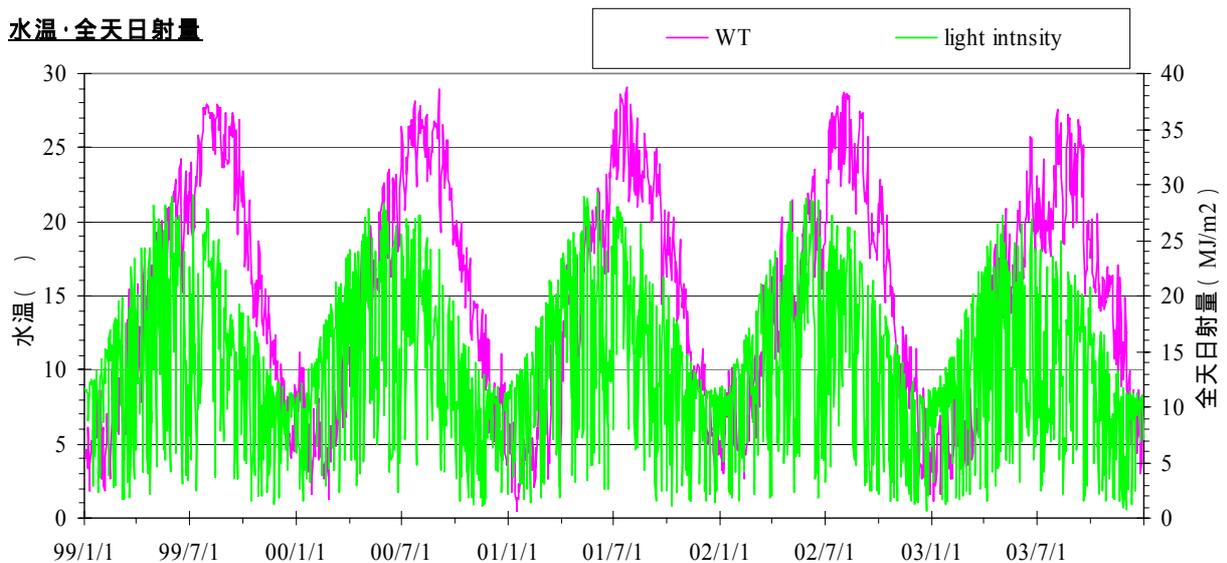


図-4.1.3.8 計算に用いた水温および全天日射量(1999～2003年)

5) 水位

水位は、霞ヶ浦河川事務所より入手した水位データから、西浦出島地点のデータ(1999～2003年、日別値)を用いた(図-4.1.3.9)。

水位

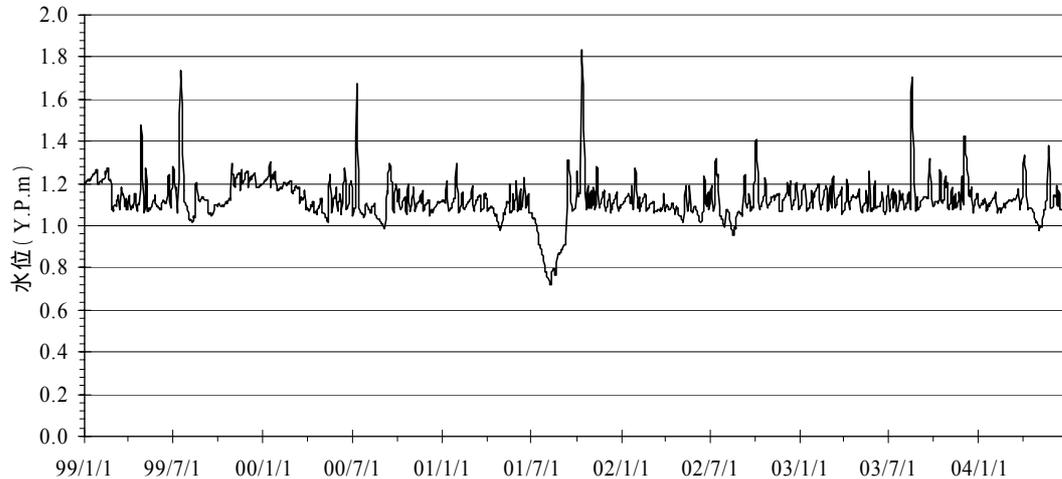


図- 4.1.3.9 西浦出島地点の水位変化(1999～2003年、日別値)

6) 溶出速度

a) 底泥濃度

2003年度に霞ヶ浦河川事務所において実施された、底泥濃度、溶出量に関する調査¹³⁾¹⁴⁾の内容を整理した。調査の概要を表-4.1.3.16に、これらの調査結果から設定したBOXごとの底質濃度を表-4.1.3.17に示す。

表- 4.1.3.16 霞ヶ浦河川事務所による底泥濃度分布調査の概要

調査内容	調査地点	分析項目
潜水土による柱状採泥、鉛直方向に採泥資料を分割しての含有量分析	合計 300 地点 西浦 158 地点 うち掛馬沖 60 地点、高崎沖 22 地点、湖心 76 地点 北浦 129 地点 鱒川・外浪逆浦・常陸利根川 13 地点 1 地点あたり 13 深度 粒度組成、比重、硫化物のうち 48 地点	含水比 COD 全窒素 全リン 強熱減量 粒度組成 比重 硫化物

表- 4.1.3.17 BOX ごと底質濃度(mg/g 乾泥)

項目	BOX1	BOX2	BOX3	BOX4	BOX5	BOX6	BOX7
COD	45.7	78.8	71.9	11.3	65.6	65.6	5.1
T-N	3.6	5.6	5.4	0.8	8.1	8.1	0.9
T-P	0.96	2.24	1.15	0.30	1.57	1.57	0.40

各 BOX 内の調査地点における平均値を設定値とした。

BOX5、6 は北浦全体の平均値を、BOX7 は外浪逆浦の平均値を設定値とした。

b) 底泥溶出試験による溶出速度

底泥調査と同じ地点で霞ヶ浦河川事務所により底泥溶出試験が実施されている^{13)・14)}。試験は柱状採泥試料を用いた嫌気 20、28 日間の静置溶出試験で、分析項目は、D-COD、D-N、D-P、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、オルトリン酸態リン、電気伝導度である。表- 4.1.3.18に溶出試験結果を示す。

表- 4.1.3.18 溶出試験より求めた溶出速度(mg/m²/day)¹³⁾

	平均	中央	最小	最大
COD	64.7	59.2	21.9	158.4
T-N	18.47	16.96	8.03	49.56
T-P	4.66	4.15	1.07	14.34

c) シミュレーションにおける溶出速度の設定

シミュレーションにおける溶出速度は表- 4.1.3.17に示す底質濃度等を参考として、再現計算によるパラメータフィッティングを行い、再現性を見ながら、なるべく表- 4.1.3.18に示す実測データの範囲内となるよう、溶出速度を設定した。設定した溶出速度(水温 20 における値)を表- 4.1.3.19に示す。

表- 4.1.3.19 シミュレーションで用いる溶出速度(mg/m²/day)

	BOX1	BOX2	BOX3	BOX4	BOX5	BOX6	BOX7
COD	41	87	30	47	84	84	28
T-N	25.8	49.6	46.3	8.10	48.8	45.7	8.05
T-P	1.07	1.13	1.10	1.09	1.90	2.51	1.09

なお、水温による溶出速度の変化については、以下に示す 1992 年度調査結果をもとに提案された溶出速度式¹⁵⁾に、20 における底質速度が表- 4.1.3.19に示した値となるように設定した仮想の底質濃度を入力し、計算を行った。

$$\text{COD 溶出速度(mg/m}^2\text{/日)}=0.29 \times (C_{\text{COD}} - 15)^{1.5} \times 1.096^{\text{水温} - 20} \times f$$

$$\text{窒素溶出速度(mg/m}^2\text{/日)}=1.79 \times (C_{\text{N}} - 1)^{1.5} \times 1.121^{\text{水温} - 20} \times f$$

$$\text{リン溶出速度(mg/m}^2\text{/日)}=4 \times (C_{\text{P}} - 0.387)^{1.5} \times 1.115^{\text{水温} - 20} \times f \quad f=2/(\text{水深} - 2)+1$$

7) 沈降速度

沈降速度は、既往検討モデルで採用された沈降速度を参考に、現況再現性を考慮して設定した。表- 4.1.3.20に水域別物質別の沈降速度設定値を示す。

表- 4.1.3.20 シミュレーションで用いる沈降速度

項目	単位	BOX1	BOX2	BOX3	BOX4	BOX5	BOX6	BOX7
藍藻	m/day	0	0	0	0	0	0	0
珪藻	m/day	0	0	0	0	0	0	0
懸濁態リン	m/day	0.032	0.036	0.044	0.018	0.035	0.050	0.050
懸濁態窒素	m/day	0.048	0.054	0.061	0.032	0.020	0.040	0.110
懸濁態 COD	m/day	0.037	0.023	0.041	0.014	0.025	0.035	0.020
デトリタス	m/day	0.032	0.036	0.031	0.014	0.020	0.020	0.020

本モデルは、デトリタスを計算で考慮しているため、藍藻・珪藻の沈降速度はゼロとする(藻類は生存している間は沈降せず、枯死してデトリタスとなってから沈降する)。

懸濁態の粒径や性状は、物質ごとに異なると考え、物質ごとに沈降速度を設定している。

8) その他モデル定数

その他のモデル定数は、現況再現性を鑑み、表- 4.1.3.21に示す通り設定した。

表- 4.1.3.21 その他モデル定数一覧表

項目	変数		単位	値
光合成	最大比増殖速度	藍藻	1/日	1.2
		珪藻	1/日	1.8
	リン半飽和定数	藍藻	g/m ³	0.014
		珪藻	g/m ³	0.008
	窒素半飽和定数	藍藻	g/m ³	0.14
		珪藻	g/m ³	0.14
	藻類増殖最適日射量	藍藻	MJ/m ² /day	14.65
		珪藻	MJ/m ² /day	14.65
	藻類増殖最適水温	藍藻	degree	25
		珪藻	degree	15
温度指数	藍藻	-	2	
	珪藻	-	2	
	混雑効果定数		m ³ /g	2
動物プラ増殖	20度における最大ろ水速度		m ³ /gC/day	0.5
	飽食効果に関する半飽和定数		gChl.a/m ³	0.06
	動物プラによる植プラ捕食時同化率		-	0.6
呼吸	呼吸速度定数	藍藻	1/日	0.015
		珪藻	1/日	0.015
		動プラ	1/日	0.01
	呼吸速度を求めるための温度定数	藍藻	-	1.06
珪藻		-	1.06	
枯死・死亡	藻類枯死速度定数	藍藻	1/日	0.015
		珪藻	1/日	0.015
	動物プラ死亡速度定数	動プラ	1/日	0.03
	枯死速度を求めるための温度定数	藍藻	-	1.06
珪藻		-	1.06	
分解	分解速度定数	OP	1/日	0.008
		ON	1/日	0.01
		COD	1/日	0.005
		デトリタス	1/日	0.1
	分解速度を求めるための温度定数	OP	-	1.05
		ON	-	1.05
		COD	-	1.05
デトリタス	-	1.02		
物質換算係数	リン/クロロフィルa		mgP/mgChla	0.5756
	窒素/クロロフィルa		mgN/mgChla	3.013
	COD/クロロフィルa		mgCOD/mgChla	24.12
	リン/動物プランクトン(炭素量)		mgP/mgC	0.026
	リン/デトリタス(炭素量)		mgP/mgC	0.026
	窒素/動物プランクトン(炭素量)		mgN/mgC	0.2
	窒素/デトリタス(炭素量)		mgN/mgC	0.2
	COD/動物プランクトン(炭素量)		mgCOD/mgC	2.96
	COD/デトリタス(炭素量)		mgCOD/mgC	2.96
	動物プランクトン(炭素量)/クロロフィルa		mgC/mgChla	50
	デトリタス(炭素量)/クロロフィルa		mgC/mgChla	50
デトリタス(炭素量)/動物プランクトン(炭素量)		mgC/mgC	1	
拡散速度			m ² /day	8,540

9) 計算条件

湖沼モデルの計算条件は表- 4.1.3.22のとおりである。

表- 4.1.3.22 湖沼モデルの計算条件

項目	計算条件
水域分割	霞ヶ浦を 7BOX に分割(既往検討 ¹³⁾ を参考に設定) 鉛直方向には 1 層
水位	全 BOX 同じ水位を与える。
入力条件 流入出流量 流入出負荷量 水温、日射量 等	流域水物質循環モデルの出力値を用いる。
流域モデルとの連携 流入出流量 流入出負荷量 等	BOX 毎に、関連する流域メッシュの出力を統合(合計)して、入力データとした。
水収支	BOX 毎に流入流量、取水量、容積変化を計算し、超過分を下流 BOX 流す、または下流 BOX から補う。
水質モデル	生態系モデル
初期値	実測水質から設定
検証値	実測水質を用いる。

a) 水域分割

既往検討報告書¹⁵⁾に従い、図- 4.1.3.10のとおり 7つの BOX に分割する。また、各 BOX の諸元を表- 4.1.3.23に示す。

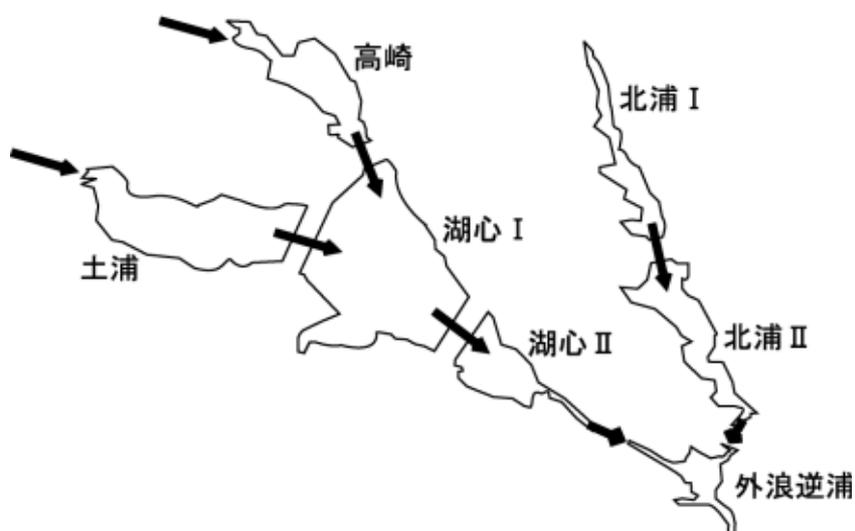


図- 4.1.3.10 霞ヶ浦の 7 分割図¹⁵⁾

表- 4.1.3.23 各ボックスの諸元¹³⁾

BOX No.	BOX1	BOX2	BOX3	BOX4	BOX5	BOX6	BOX7	備考
BOX 名	土浦	高崎	湖心	湖心	北浦	北浦	外浪逆浦	
表面積 (km ²)	48.42	23.69	79.56	19.11	14.08	21.54	13.63	一定値
湖容積 (10 ⁶ m ³)	160.86	70.37	344.37	66.50	77.08	95.34	33.53	Y.P.+1m の時の値、計算時はHV式で求める。
平均水深 (m)	3.32	2.97	4.33	3.48	5.47	4.43	2.46	Y.P.+1m の時の値、計算時はVA式で求める。

b) 水位

水位は、流域水物質循環モデルの入力データファイル(出島水位)を用い、全 BOX で水位を一定として扱った。

c) 陸域モデルと湖沼モデルの接続

陸域モデルと湖沼モデルを接続し、流域からの流出水量、流出汚濁負荷量が水域の水質に反映されるよう、流域のメッシュ分割と水域ボックスを対応付け、陸域モデルの出力湖沼モデルの入力となるようプログラムの調整を行った。陸域モデルから湖沼モデルへ受け渡すデータの種類、変換方法等については、表- 4.1.3.24の通りである。

表- 4.1.3.24 流域水物質循環モデルからのデータの受け渡し

流域モデル出力	変換処理		湖沼モデル入力
	平均・合計	変換	
水位(流域モデル入力条件)	全湖一定値	変換なし	水位
平均気温	内部メッシュ平均	気温 水温	水温
正味放射量	内部メッシュ平均	変換なし	日射量
降雨量	内部メッシュ合計	3項目を合計	BOX への流入量
河川流入量からの流入量	隣接メッシュ合計		
下水処理水排水量	隣接メッシュ合計		
蒸発量	内部メッシュ合計	3項目を合計	BOX からの流出量
生活・工業・農業用取水量	隣接メッシュ合計		
常陸利根川水門放水量 (BOX7のみ)	隣接メッシュ合計		
降雨負荷量 (COD、窒素、リン)	内部メッシュ合計	3項目を合計 懸濁・溶存分離	COD 負荷量
流域からの負荷量 (COD、窒素、リン)	隣接メッシュ合計		窒素負荷量 (Inorg-N,Org-N)
下水排水負荷量 (COD、窒素、リン)	隣接メッシュ合計		リン負荷量 (Inorg-P,Org-P)

d) 容積、表面積、水深の設定

毎日の水位(入力条件)と、既往検討で示される HV 関係式を用いて、水位から、各 BOX の容積を換算した。ついで、この容積を上表の表面積の値で割って、平均水深を算出した。

H(Y.P.m)	(×100万m ³)							
	BOX1	BOX2	BOX3	BOX4	BOX5	BOX6	BOX7	合計
-5.00	0.00	0.02	0.15	0.00	2.97	3.68	0.00	6.82
-4.50	0.40	0.09	3.61	0.32	7.03	8.69	0.00	20.14
-4.00	2.81	0.26	19.61	1.71	12.21	15.10	0.22	51.92
-3.50	7.39	0.81	43.78	4.12	17.55	21.72	0.84	96.21
-3.00	14.95	2.61	71.94	7.49	22.80	28.21	1.52	149.52
-2.50	25.90	7.08	102.22	11.84	28.88	35.72	2.23	213.87
-2.00	39.85	13.15	133.40	17.16	34.85	43.10	2.95	284.46
-1.50	55.97	20.88	163.97	23.27	41.17	50.93	6.32	362.51
-1.00	74.56	29.07	196.43	30.55	47.71	59.01	9.76	447.09
-0.50	94.43	37.99	229.69	38.52	54.74	67.73	15.54	538.64
0.00	115.48	47.87	265.71	47.14	61.98	76.68	21.42	636.28
0.50	137.49	58.74	304.18	56.76	69.47	85.95	27.43	740.02
1.00	160.86	70.37	344.37	66.50	77.08	95.34	33.53	848.05
1.20	169.21	74.02	362.23	69.95	81.08	100.28	35.27	892.04
1.30	173.44	75.87	371.28	71.69	83.11	102.79	36.15	914.33
2.85	237.78	104.02	509.03	98.29	113.94	140.92	49.57	1,253.55

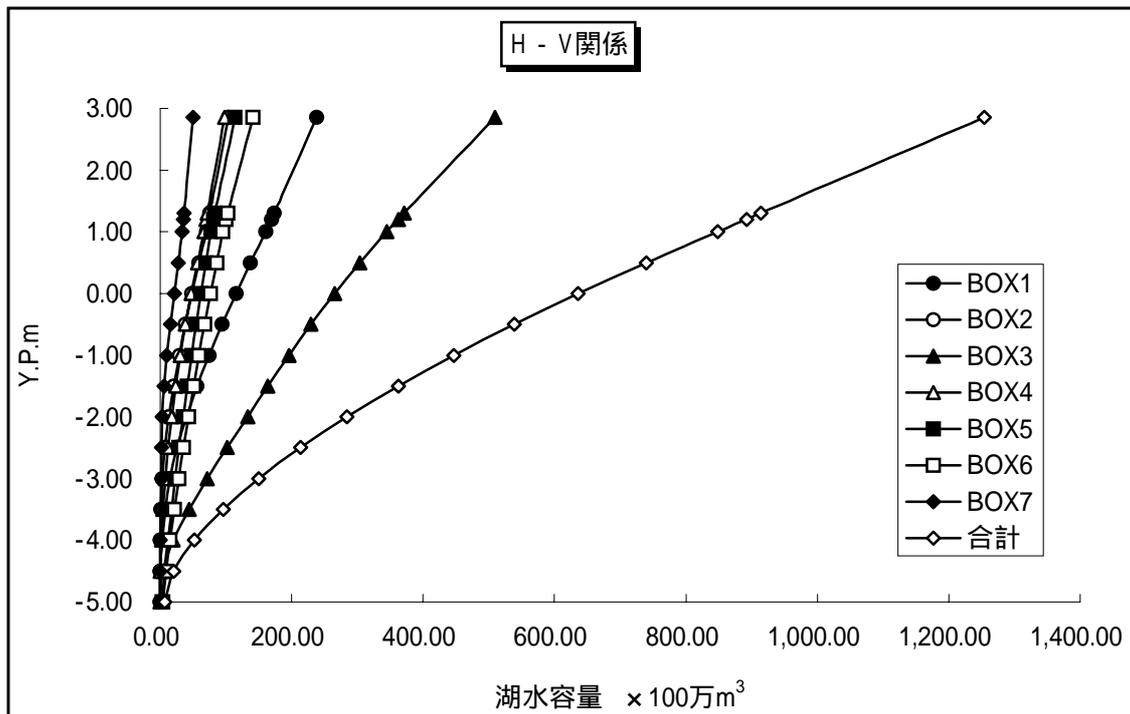


図- 4.1.3.11 各 BOX の水位 - 容量関係¹⁵⁾

e) 水収支

BOX 毎に流入流量、取水量、容積変化を計算し、超過分を下流 BOX に流す、または下流 BOX から補う。また、ボックス間の流れは、水平方向の移流と拡散から構成される。