

概 要 約 集

汚水性状と管路施設の劣化に関する調査	本文 41 ページ	平成 13 年度
--------------------	-----------	----------

全体計画	下水道事業調査費 平成 12～14 年度	下水道研究室
------	----------------------	--------

(目的)

我が国の下水道処理人口普及率は 62% (H12 年度末) に達し、これまでに整備された下水道管路総延長はおよそ 32 万 km に及ぶ。下水は管路を通じて下水処理場まで輸送される過程で物理的、化学的、生物学的に様々な変質を遂げるが、これらの水質変化は、下水処理場での処理効率や管路の維持管理に影響を及ぼす。例えば、湖沼・内湾等の富栄養化防止を目指した栄養塩類の生物学的除去では、酢酸など低級脂肪酸の下水中含有量が処理効率に大きく影響すると言われているが、これらは管路内の環境条件によりその量が変わる。また、水質変化の中には、圧送管路における硫化物生成のように、コンクリート腐食の原因となるものもある。コンクリート管路の腐食による破損は、道路陥没のような重大事故を引き起こす可能性があり、事実、大都市を中心としてそのような事故の報告例が増えている。本稿では、実験と生物学的プロセスに関する理論から、下水道管路内で生じている水質変化をモデル化し、それをを用いた管路内水質変化シミュレーション技術について報告する。

(結果)

1. 実験管路における水質変化調査

(1) 有機物の変質ならびに硫化物の生成

酢酸などの易分解基質を保持しつつ硫化水素の生成を抑制できるような空気注入量を検討するため、空気注入ポンプを設置した実験管路にて、実下水を用いて実験を行い、下水の変質速度を求めた。

空気注入を行わない Case1 では、下水中の易分解基質は管路終点まで保持されており、硫化物では管路終点で 10g-S/m³ を超える高濃度となった。必要酸素量 $Q_{A(t)}$ の空気注入を行った Case4 では、硫化物の生成は完全に抑制されている一方で、下水中の易分解基質は管路中間点でほぼ消費されつくしていた。空気注入量を、 $Q_{A(t)}$ の 50% (Case3)、25% (Case2) と減少させることで下水中の溶存酸素は低濃度となり、管路後半では嫌気状態となる。その結果、管路後半では硫化物が生成しはじめているが、易分解基質の減少速度は好気状態の時に比べてかなり低下していた。

(2) 圧送管路における硫化物生成速度

これまでに提案されてきた圧送管路における硫化物生成速度予想式は、全て有機物濃度に関する指標として BOD あるいは COD が用いられている。ここでは、高い相関を示したことから、易分解基質を水質シミュレーションの硫化物生成速度予想式に使用した。

(3) 再曝気速度

下水中溶存酸素濃度の経時変化をシミュレートするためには、気相部から下水中への酸素移動に関する係数が必要となる。(1)の実験結果から総括酸素移動係数を求めた。

2. 数学モデルによる水質シミュレーション

管路内好気・嫌気水質変化の各プロセスと、それらに参与する物質間の量論関連を上記結果の係数から数式化し、実験時の物質質量変化をシミュレーションした。シミュレーション結果は、各条件とも概ね実測値に近い物質質量変化を再現できており、モデルの構成が実用的であることが確認できた。

- ・硫化物
本モデルには硫化物酸化プロセスが含まれていないため、生成硫化物が好気状態の下水中で酸化除去される現象は再現できない。
- ・溶存酸素
絶対値に大きな差がみられるものの、好気状態から嫌気状態に移行する点はほぼ再現できた。

研究担当者：森田弘昭、森一夫、能勢正樹

キーワード	硫化水素腐食、空気注入量、易分解基質、水質シミュレーション
-------	-------------------------------

発展途上国に適した低コスト型新下水道システムの開発に関する研究	本文 47 ページ	平成 13 年度
---------------------------------	-----------	----------

全体計画	試験研究費 平成 13～16 年度	下水道研究室・下水処理研究室
------	-------------------	----------------

(目的)

発展途上国においては、著しい都市化の進展により衛生環境が悪化し、水環境の改善と水資源の確保が、従前にも増して重要となってきた。都市周辺市街地では、都市中心部よりも、排水を処理することの理解が乏しく、住民は水系伝染病の蔓延や水資源の不足により、劣悪な衛生環境におかれている。これらの課題を解決するには、都市中心市街地に加えて周辺住宅地においても、都市内河川や湖沼等の水質改善を優先して、水路、腐敗槽等の既存施設や土壌、植生等を水質向上手法として組み入れた低コスト下水道システムを構築し、下水処理水の水質を向上させ水資源としての価値を高める必要がある。

そのため、本研究ではこれら周辺地域を対象として、住民参加、効率的な下水道管理等のソフト面も考慮しつつ、既存施設の下水収集・処理機能を評価し土地、気候、安価な労力等開発途上国の長が活用できる低コスト型の新下水道システムを開発する。

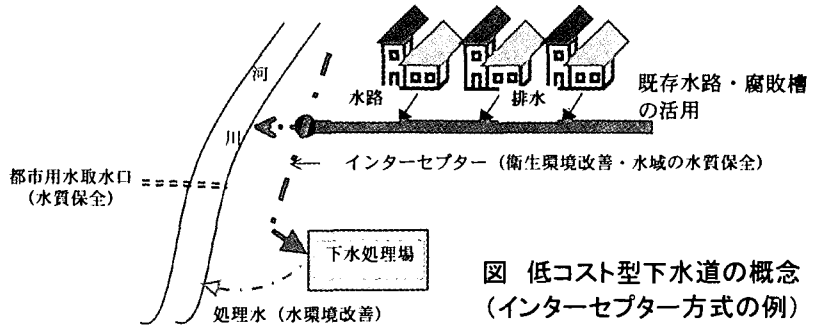


図 低コスト型下水道の概念 (インターセプター方式の例)

(調査概要)

1. 発展途上国における低コスト型下水道システムの課題

下水道に関する JICA 開発援助専門家経験者にヒアリングを行い、インターセプター方式、腐敗槽、ラグーン処理等を活用した低コスト型下水道システムの課題を整理した。下記のような課題が指摘された。

- ・タイにおけるラグーンの処理場の区域は、インターセプター方式を採用しており、腐敗槽、管渠内での浄化（沈殿を含む）、地下水浸透等により、処理場への流入水濃度が処理水質とほとんど変わらない。腐敗槽の浄化、管渠内の浄化の定量的な評価、ラグーン処理の効率化の検討が必要である。
- ・バンコクでは、通常水路の底泥は汚く、雨天時には堆積物の影響等により大幅に悪化する。既設水路、下水側溝にゴミ、砂がたまり、定期的に浚渫が必要であり、極力浚渫しなくてよい水路構造が望ましい。
- ・大都市においては、不法占拠等の問題もあり処理場用地の確保が困難であり、ラグーン処理のスペース確保は不可能である。土地所有の困難な箇所での処理方法を提案することも必要である。
- ・腐敗槽の多くは適切に汚泥の引き抜きが行われておらず、腐敗槽汚泥の引き抜き、処理が課題である。

また、平成 13 年度に国際協力銀行がタイにおいて実施したプロジェクトに対し技術支援を行った。その際住民参加の現状について情報収集を行った。

2. 実施施設を使用した検討

発展途上国は、我が国と比べ気候条件・風土・経済性・社会性の面で大きな違いがある。このため、発展途上国に適した技術の開発と維持管理に関する研究を行う必要がある。今回の検討では特に、熱帯・亜熱帯地域の発展途上国を対象とした下水道システムとして、ラグーンシステムの検討を行った。実験は、日本唯一の亜熱帯地域である沖縄県において、同県との共同研究で行う。

熱帯・亜熱帯地域の発展途上国の中には、下水管路が屋外開放型になっている場合があり、この場合、管路内で沈降・浄化作用が加わり、計画値に比べかなり低負荷の流入水が処理場に流入している現状がある。そこで、実験では、人為的に低負荷の流入水を作製し、ラグーンに流入させる形式をとった。実験結果としては、水温 20℃を境に、ラグーン内の藻類の繁殖が良好になり、光合成による槽内の酸素供給が活発に行われるようになった。しかし、処理水中の藻類濃度も上昇するため、T-BOD・T-COD・SS の値がかなり上昇し、T-COD 値は処理水と流入水の値がほぼ同じ値を示した。

研究担当者：森田弘昭、中島英一郎、植松龍二、川嶋幸徳、山縣弘樹、平出亮輔

キーワード	発展途上国、水環境の改善、良質な水資源の確保、低コスト型下水道システム
-------	-------------------------------------

水系における病原性微生物の挙動に関する研究	本文 53 ページ	平成 13 年度
-----------------------	-----------	----------

全体計画	試験研究費 平成 10～13 年度	下水処理研究室
------	-------------------	---------

(目的)

上水道取水源上流域での下水道普及の進展や国民の水辺回復要求の高まり、水の循環・再生利用の必要性増大等の現状を受けて、水系の衛生学的基準のあり方について再検討する必要が高まってきている。しかし、放流先水系での病原性微生物の挙動についてはいまだ不明な部分が多い。本研究は、このような衛生学的基準についての判断資料とすべく、消毒方法や水系状況の相違に伴う下水処理水中の病原性微生物の水系での挙動について調査を行うものである。

平成 10 年度の調査では、塩素消毒により一度は細菌が減少したにもかかわらず、100～200 時間後には再増殖する傾向が確かめられた。平成 12 年度の調査では、未消毒の下水処理水の放流先を模した水路の流下過程で細菌が減少する傾向が見られた。これらの結果を受け、平成 13 年度は塩素消毒後の下水処理水中の細菌が放流後の水系でどのような消長を示すかを平成 12 年度と同様に模型水路を用いて調査することとした。

(結果)

平成 13 年度は、塩素消毒した下水二次処理水、及びそれをチオ硫酸ナトリウムで中和した水を供試水とし、水路に 120～150 時間循環させて通水し、通水前と通水後の大腸菌(クロモカルト寒天培地による)、大腸菌群(デソキシコール酸塩培地、及びクロモカルト寒天培地による)、一般細菌を調査した。実験条件を表-1 に示す。その結果を以下に示す。

表-1 実験条件

	RUN 1	RUN 2	RUN 3	RUN 4	RUN 5	RUN 6	RUN 7	RUN 8
水路形状	30,000mm ^L × 200mm ^W × 100mm ^H × 2往復							
水路床	SUS				五砂利			
塩素中和	無	無	有	無	有	無	無	無
流量 [L/min]	15	15	15	15	15	100	100	15
勾配 [%]	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	6.67	2.33
平均砂利高 [mm]	0.0	19.0	19.0	19.6	19.0	20.0	19.1	19.0
平均水深 [mm]	10.3	21.7	21.7	18.4	21.7	45.3	36.7	21.7
平均流速 [m/sec]	0.121	0.058	0.058	0.068	0.058	0.184	0.227	0.058
[m/hr]	7.3	3.5	3.5	4.1	3.5	11.0	13.6	3.5
レイルス数	867	1,151	1,024	808	1,151	4,389	5,353	1,024
水路容量 [m ³]	0.12	0.26	0.26	0.22	0.26	0.54	0.44	0.26
循環水槽容量 [m ³]	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
全容量 [m ³]	0.60	0.74	0.74	0.70	0.74	1.02	0.92	0.74
水路滞留時間 [min]	8	17	17	15	17	5	4	17
循環時間 [min/回]	40	49	49	47	49	10	9	49

※玉砂利の性状: 85%が粒径8～12mm、空隙率36.7%

※塩素注入率は0.5mg/L

※「平均水深」は玉砂利の空隙率を考慮した値

- 1) 塩素消毒した下水二次処理水を模型水路に通水した結果、各指標細菌は水温、及び塩素の中和の影響を受けることとなったが、本実験の範囲では水路床、水量、水路の勾配の影響は受けなかった。
- 2) 水路床を生物層とした場合には各指標生物が減少することが予想されたが、本実験では巻き上げられたSS等の影響により確認できなかった。
- 3) 各指標生物の相関係数を調べたところ、デソキシコール酸塩培地による大腸菌群と一般細菌には相関が見られた。しかし、実際の病原性微生物との相関は不明であるため、今後の研究が必要と考えられる。
- 4) 玉砂利に付着した指標細菌数は全指標細菌数に比べて極めて微少であり、通水により減少した指標細菌はほとんどが付着以外の要因(例えば被補食、死滅)によるものと考えられた。

研究担当者：中島英一郎、斎野秀幸

キーワード	下水処理水、放流、大腸菌、大腸菌群数、一般細菌
-------	-------------------------

微生物群制御による内分泌攪乱物質の分解手法に関する研究		本文 59 ページ	平成13年度
全体計画	試験研究費 平成13年度～15年度	下水処理研究室	

(目的) 都市活動によって排出される内分泌攪乱化学物質等は下水道に流入しており、下水処理で効果的に削減を図る必要がある。多くは、下水処理過程で除去されているが、処理が困難で残留割合が高い物質が存在している。一方、これらをよく分解する微生物が見出されており、それらを利用して既存施設の能力内で除去率を高めることができれば、好都合である。そこで本研究では、この特別な能力を有する微生物が活性汚泥のような複合微生物系の中で、どのような挙動をしているかを検討し、その能力を十分発揮させるために必要な事項を明らかにして、環境ホルモン等によるリスクを低減させる下水処理技術を確認しようとするものである。

(結果) 平成13年度は12年度以前の調査によって活性汚泥から分離されたノニルフェノール資化性微生物について、希釈培養条件下のノニルフェノール除去特性を検討した。また、活性汚泥の運転条件とノニルフェノール分解性の関係を把握するため、室内実験による検討を行った。

ノニルフェノール資化性微生物9株によるノニルフェノール除去の経時変化を調べた結果、全ての株でノニルフェノールを含む培養液に菌浮遊液を摂取した直後にノニルフェノールの吸着によると見られる液相中濃度の減少が見られた。その後、液相中濃度の減少が続いたが、培養開始後24時間～48時間の間は全ての株で一旦吸収したノニルフェノールの放出と見られる液相中濃度の上昇が観察された。その後は緩やかに変動しながら減少もしくは同一濃度の保持で推移した。この様な結果から、ノニルフェノール資化性株の多くは、ノニルフェノールを吸着する能力は大きいものの、資化・分解能力は小さいものと推察された。

膜分離活性汚泥法でSRTを50日と100日に保って下水に添加したノニルフェノールの除去性および収支を比較検討した。下水中のノニルフェノールの除去に関しては図-1に示す通り、SRT100日のSY1系の方が処理水濃度が低く、除去性が高かった。

活性汚泥中のノニルフェノールを様々な抽出液で抽出した結果、室内実験の汚泥ではノニルフェノールのほとんどがアセトン抽出部分に含まれていることが判明した。比較実験期間の物質収支を計算したところ、水中から除去されたノニルフェノールの大部分が検出できない不明分となっていた。分解変質したか、今回用いた抽出法では抽出不可能な部分に移行したかであるが、分解されずに残留している場合、汚泥のノニルフェノール含有率は2%以上に達することになり、分解・変質の可能性が高いと考えられる。

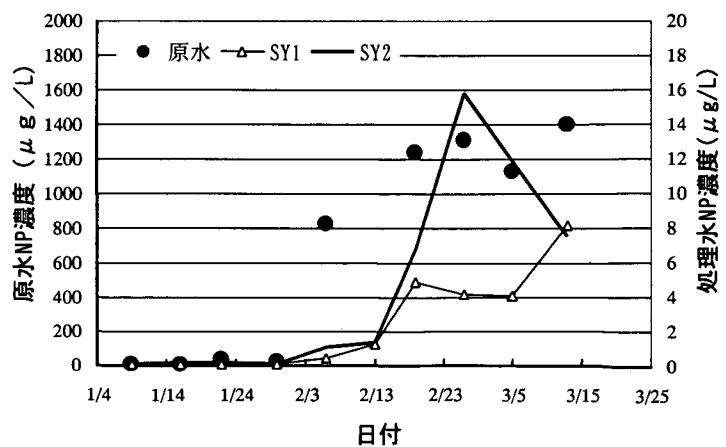


図-1 SRT比較実験結果

研究担当者：中島英一郎、小越真佐司、北中 敦

キーワード：内分泌攪乱物質、ノニルフェノール、吸着、生物分解、活性汚泥、下水処理

病原性微生物の同定方法および挙動に関する研究		本文 65 ページ	平成 13 年度
全体計画	試験研究費 平成 11～17 年度（課題再編・継続）	リサイクルチーム	
<p>（目的）</p> <p>下水処理水が関与した病原性微生物による集団感染の未然防止、また、下水処理水や汚泥の再利用にあたり、下水処理水や下水汚泥に含まれる病原性微生物に関する安全性確保が求められている。このため本研究課題では、上記の要請を踏まえ、環境水・下水・汚泥中の極微量の病原性微生物（ウイルスおよび原虫）を、分子生物学的手法（特に PCR (Polymerase Chain Reaction) 法）により、迅速かつ高感度に検出する手法を提案すること、また、下水処理過程や環境中での挙動を解明することを最終目的とする。</p> <p>H13 年度は、</p> <p>①水系病原ウイルスの検出に PCR 法を適用する場合、試料の適切な濃縮精製方法の開発と、ウイルスの生死判定が大きな課題となる。そこで PCR 法の適用に先立ち、比較対照として、現在一般的に用いられている培養法で得られたウイルスデータから、下水処理水再利用におけるウイルス感染の危険性の現状を把握した。さらに、その制御手法の選定方法についても検討した。</p> <p>②原虫に関してはクリプトスポリジウムを研究対象としているが、現在クリプトスポリジウムオーシストの検出は、蛍光抗体染色を施した後、顕微鏡観察により検出されている（検鏡法）。しかし、多くの夾雑物を含む環境水や下水試料中のオーシストを検鏡法で検出することは困難である。このことから、簡便かつ迅速な試験方法として、リアルタイム PCR 法による定量検出方法を検討した。</p> <p>（結果）</p> <p>①再生水中のウイルス濃度の分布と、人が誤摂取する再生水量から、ウイルスに感染するリスクを計算し、ウイルス制御手法の選定方法を提示した。塩素・オゾン・紫外線消毒のいずれにおいても、二次処理水より三次処理水の方がウイルスは不活化しやすい傾向があったことから、砂ろ過により下水処理水中の濁度を減らした後で、各消毒方法を適用するのが効果的であるといえる。</p> <p>ウイルスを完全に制御するためには、再生水中の極微量ウイルスを実際に測定して安全性を確認する必要がある。今回の研究結果から、ウイルス検出に PCR 法を適用する際に求められる、精度上の要件が明らかになった。効果的な濃縮精製などの、試料前処理方法を含めた技術開発が必要であるといえる。</p> <p>②リアルタイム PCR 法によるクリプトスポリジウムの検出では、ハイブリダイゼーション法を用いることにより特異性の高い検出が可能となることがわかった。その精度は、オーシスト数 20 個以上から検出可能であり、100 個以上から定量可能となることがわかった。また、mRNA を標的とすることにより生存オーシストの検出も可能となることがわかった。</p> <p>研究担当者：鈴木 稔、北村 友一、中村 みやこ</p>			
キーワード	ウイルス、クリプトスポリジウム、PCR 法、下水処理水再利用、感染リスク		

都市排水由来の化学物質の水環境中での挙動に関する研究		本文 75 ページ	平成 13 年度
全体計画	試験研究費 平成 13～17 年度	水質チーム	

(目的)

近年、水環境中での界面活性剤の分解物質や人畜由来のホルモンなどによって野生生物の内分泌攪乱が生じる場合があると報告されている。こうした内分泌攪乱物質について、発生源や排出源などで効率的なリスク削減対策を講じるためには、これら物質の水、底泥などの水環境での挙動を把握し、水域に与える影響を把握することが必要である。本研究では、適切な前処理、抽出法を用いたこれらの物質の機器分析手法を開発するとともに、生物分解等による環境中での変化現象を調査し、モデルを用いて挙動をシミュレートすることで、環境リスク評価や予測に必要な知見を得ることを目的としている。

(結果)

平成 13 年度は、環境水試料を対象とした、LC/MS/MS によるエストロゲン分析法の前処理法の簡易化を目的とした改良を行った。ノニルフェノキシ酢酸の分析法に関する検討を実施し、固相カラム及び陰イオン交換樹脂カラムを用いた前処理からの GC/MS による分析手法を確立した。また、水環境中での挙動をシミュレートするための化学物質の挙動モデルの開発に着手し、以下の結果を得ることができた。

(1) 簡易化した新しい前処理法を用いて標準溶液の繰り返し測定を行った結果(表-1)より、バラツキを標準偏差(σ)で表した場合の 10σ の検出下限値として、実試料を対象とした場合に E2 で 1.3ng/L、E1 で 0.5ng/L、EE2 で 1.6ng/L という結果となり、従来法と同等の精度が得られた。

表-1 標準液の繰り返し(n=8)測定結果 (ng/mL)

	E2	E1	EE2
平均値	1.91	2.17	1.76
σ	0.125	0.045	0.155

(2) メチル化し GC/MS を用いる手法によって、NPEC 標準メタノール溶液を繰り返し分析した結果(表-2)から、実試料での 10σ の定量下限値として 0.03 μ g/L が得られた。また、精製水、下水二次処理水、同一次処理水への NPEC 標準物質の添加回収試験の結果から、77.9%~102%と良好な回収率を得ることができた。

表-2 標準試料の繰り返し分析結果 (ng/ μ L)

	NPOEC	NP1EC	NP2EC
1	0.071	0.045	0.046
2	0.066	0.042	0.041
3	0.065	0.041	0.042
4	0.064	0.042	0.044
5	0.063	0.040	0.040
平均	0.066	0.042	0.043
標準偏差 σ	0.0031	0.0019	0.0024
CV(%)	4.7	4.5	5.7

(3) 内分泌攪乱物質を含む化学物質の水環境中での挙動について、流入及び流出、大気への揮散、大気からの吸収、分解反応、吸着及び溶出、懸濁成分の沈降、底泥の巻き上げ、底泥からの溶出、底泥内での拡散、生物への蓄積をユニットプロセスとして組み込んだエレメント(図-1)を単位とした AQUATOX ベースの槽列モデルを構築、河川での挙動シミュレートに関する検討を行った。対象物質の濃度分布を流れ方向の拡散の無い押し出し流れと槽列モデルを比較した場合の誤差から、完全混合槽列で適切な槽数を設定することによって、河川のシミュレートが可能であるという結論に達した。

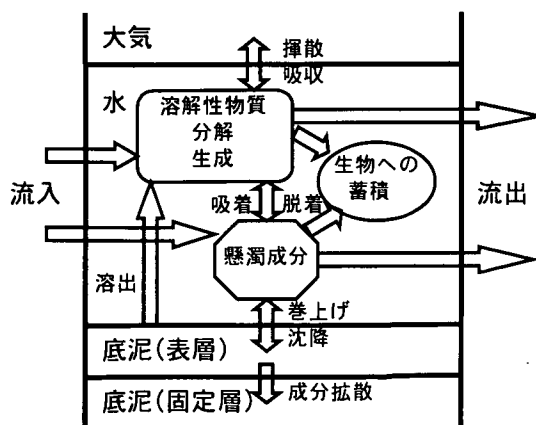


図-1 モデルのエレメントの構造

研究担当者：田中 宏明、小森 行也、佐々木 稔、岡安 祐司、八十島 誠

キーワード 都市排水、化学物質、内分泌攪乱物質、水環境

(目的)

近年の内分泌攪乱化学物質問題において、イギリスと同様、日本においてもコイの雌性化の報告がなされたことから、これらの物質が河川水中の水生生物に与える影響とその原因物質の由来把握が求められている。このため本研究は、バイオアッセイを用いて河川水及び下水処理水等の水環境中に存在するこれらの影響レベルを把握するとともに、原因物質の由来推定を行うための手法を検討することを目的としている。

(結果)

平成13年度は、遺伝子組み換え酵母を用いて河川水及び下水処理水等に存在しているエストロゲン様活性の性状把握と由来推定のための手法の検討を行った。本手法の検討においては、極性の違いを利用した分画方法を選定し、特にこの中でも、比較的操作が容易な固相カラムを用いた手法(下図-1)と、目的とした物質のグループごとに分画することが可能なHPLCによる方法(下図-2)についての検討を行った。

これらの分画手法で分離した成分について、遺伝子組み換え酵母法と微量化学分析による測定を行い、本分画手法の有用性とエストロゲン様活性の特性把握に関する知見を得た。

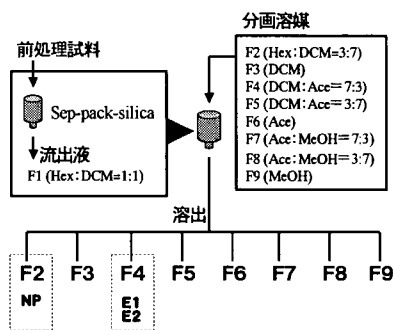


図-1 固相カラムを用いた分画手法

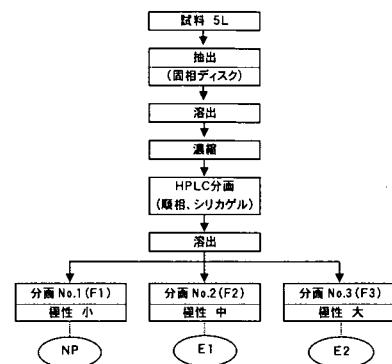


図-2 HPLCを用いた分画手法

固相カラムを用いた下水及び下水処理水の分画手法

- 1) 下水及び下水処理水中に存在するエストロゲン様活性の主要な由来物質はE1, E2であり、下水処理工程を経るに従いE1の占める割合が高まった。主要物質として着目した3物質(E1, E2, NP)の理論活性値だけでは説明できないエストロゲン様活性は、処理場、調査時期によって大きく異なっていた。
- 2) エストロゲン様活性は低極性～高極性まで広く検出され、主要なエストロゲン様物質が分画されるF2～F4で全体のエストロゲン様活性の大半を占めた。また、E1, E2及びNPだけでは説明できないエストロゲン様活性もF2～F4を中心として多く存在していることが明らかとなった。
- 3) 分画試料間の相互的な作用については、LASが存在するF6～F7を加えたケースで相乗的な作用が確認されたが、それ以外のケースでは明瞭な相乗作用、拮抗作用は確認できなかった。
- 4) 試料中にLASが存在することによって、エストロゲン様活性は最大で2.5倍程度高く見積もられる可能性が示唆された。

HPLCを用いた河川水及び下水処理水の分画手法

- 1) 今回検討したHPLCを用いた分画手法は、水環境中に存在する主要3物質(E1, E2及びNP)を個々のグループに分画できる手法であることが確認できた。
- 2) 河川水及び下水処理水を3つの主要成分の分画に分離した結果、下水処理水のエストロゲン様活性の多くがF2分画(E1が分離されるグループ)に分画された。しかし、このF2分画には、E1の検出濃度から算出した理論活性値だけでは説明の出来ないエストロゲン様活性が多量に存在していることも確認できた。
- 3) E1, E2及びNPだけでは説明の出来ないエストロゲン様活性は、下水処理水や下水処理水放流地点の下流域に多く存在していたが、この活性値は分画の前後で顕著な変化を示さなかった。この結果から、今回分離した主要3分画の相互(相乗)作用の影響は小さいかもしくはほとんどないことが示唆された。

研究担当者:田中 宏明、玉本 博之、宮本 宣博

キーワード

エストロゲン様活性、分画、固相カラム、HPLC、組み換え酵母、環境ホルモン、

生態系の観点からみた下水再生システムのあり方に関する研究		本文87ページ	平成 13 年度
全体計画	測量及び試験費 平成 13～17 年度	下 水 処 理 研 究 室	
<p>(目的)</p> <p>下水処理水の放流水域、下水処理水を修景用水として再利用することで再生した都市河川や新たに創出されたせせらぎ等、下水処理水により形成された水辺環境では、創出される藻類や水生昆虫、魚類等といった水生生物の良好な生息環境の創出までには至っていないのが現状である。</p> <p>これは、下水再生システムの目標が、BOD や衛生学的安全性、外観に関する水質項目（大腸菌群数や SS、色度等）に限られているためである。そのため、下水処理水が再利用される場合には、比較的高度とされる下水処理プロセスを採用している事例は少ない。また、それらの下水処理プロセスの水生生物への影響や効果が十分解明されておらず、良好な水生生物の生息環境を実現するために必要な下水処理方式や処理レベル等に関する知見が求められている。</p> <p>そこで、下水処理水の放流先において、水生生物の良好な生息環境を再生、創出するために、藻類、底生動物、魚類等の水生生物相と、下水処理方式や処理水質、放流先水域の水理条件等といった環境要因の関係を明らかにし、生態系の観点から効果的かつ経済的な下水再生システムのあり方を提示することを目的として、調査研究を実施している。</p> <p>(方法)</p> <p>本年度は、下水処理方式や処理水質等の条件を変えた下水処理水を流下させて、対照実験を行うための室内実験水路を製作した。実験水路の構造は、長さ 2m、幅が 5cm 及び 9.5cm の 2 種類の SUS 製水路をそれぞれ 6 連ずつ設置し、供給水量や流速等の様々な条件に対応できるようにしている。また、各水路の上流側には付着藻類試験に供する付着板を、下流側には底生動物試験を行うためのレキを設置できるような構造とした。</p> <p>また、この実験水路を用いて、本年度は、下水処理水の栄養塩類濃度と形成される付着藻類相及び底生生物相との関連性に着目した対照実験を行った。実験に用いた下水処理水は、①：標準活性汚泥法実験プラントによる下水処理水、②：嫌気好気法実験プラントによる下水処理水、③：嫌気無酸素好気法と砂ろ過法を併用した実下水処理場からの下水処理水、④～⑥：③の下水処理水に段階的に栄養塩を添加したものの 6 種類を使用した。</p> <p>(結果及び考察)</p> <p>実験の結果、水路中の付着藻類の生育速度は、流した下水処理水のリン濃度と必ずしも比例しなかった。これは、処理系統の違いによる原水中に含まれる藻類量の差や、窒素・リン以外の栄養物質の差等が要因として考えられる。</p> <p>また、栄養塩濃度が高いほど生産される生物量も増えることが想定されるが、今回の実験では、栄養塩濃度が 10 倍以上異なる設定としたにもかかわらず、生産される生物量に差が生じなかった。これらの要因としては、栄養塩濃度が一定以上の濃度となると、生物が栄養素として利用しきれない余剰分となり、生産される生物量に反映されないことや、空間的に生物の増殖が限界となって生物量の増加が制限されたことが考えられる。</p> <p>なお、底生動物については、出現した種数は少なく、ヒルやユスリカがほとんどであった。また、供給された処理水が同じ処理系統を経ている場合は、栄養塩濃度と関係なくほぼ同じ種類の底生動物が出現していた。</p> <p>研究担当者：中島英一郎、小越真佐司、竹歳健治</p>			
キーワード	下水処理水、再利用、水生生物相、付着藻類、底生動物		

下水汚泥有効利用に伴うリスク評価に関する研究	本文101ページ	平成13年度
------------------------	----------	--------

全体計画	地球環境保全等試験研究費 平成13～15年度	リサイクルチーム
------	------------------------	----------

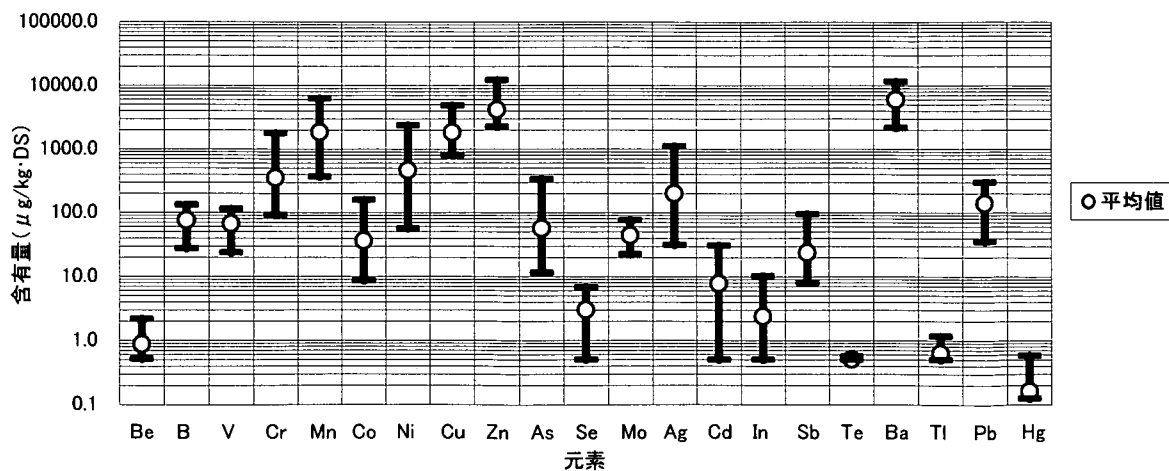
(目的)

下水汚泥の有効利用を促進するためには、汚泥製品の安全性を確保することが重要である。平成13年度に施工された「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(PRTR法)では、人の健康や生態系に有害な影響を及ぼす可能性のある無機物質として、第1種指定化学物質(18物質)および第2種指定化学物質(3物質)の計21物質が指定されている。下水道事業者は、届出および説明責任の観点から、これらの無機物質の下水処理施設における挙動および排出の実態を明らかにする必要がある。しかし、下水処理過程でのPRTR対象重金属の挙動や汚泥製品からの溶出量については明らかでない。本研究では水処理プロセスおよび汚泥処理プロセスにおけるPRTR対象無機物質の挙動を明らかにし、汚泥への移行特性を明らかにし、汚泥を再利用した場合におけるPRTR対象無機物質の環境に対する負荷量を把握することを目的とする。

(結果)

13年度は、PRTR対象無機物質をICP-MSにより分析するものとし、最適な前処理方法および分析条件の検討を行った。固体試料の分解には、固体試料に硝酸5ml、フッ化水素酸1mlを添加し、マイクロウェーブ分解することにより、対象重金属を測定できることがわかった。液体試料は、硝酸5mlを加えて加熱する方法で十分測定可能であった。なお、水銀は水銀分析計で別途測定したが、分解方法は王水分解が適していた。

さらに、最適化された分析条件により実下水処理試料(流入水、放流水、脱水汚泥、焼却灰、熔融スラグ、コンポスト)の分析を行い、全国各地の22処理場における実態調査を行った。その結果、脱水汚泥、焼却灰、熔融スラグ、コンポスト中のPRTR対象重金属の含有量分布は似通っていることがわかった。下図に、焼却灰中のPRTR対象重金属の含有量を示す。



焼却灰中のPRTR対象無機物質の含有量分布

研究担当者：鈴木 穰、北村 友一

キーワード	PRTR、下水、汚泥、重金属、ICP-MS
-------	-----------------------

CH ₄ 、N ₂ O のインベントリーの精緻化と開発中核技術の内外への普及「下水道施設を活用した CH ₄ 、N ₂ O の排出抑制中核技術の汎用化と普及に関する研究」	本文119ページ	平成 13 年度
---	----------	----------

全体計画	環境研究総合推進費 平成 12～14 年度	下水処理研究室
------	-----------------------	---------

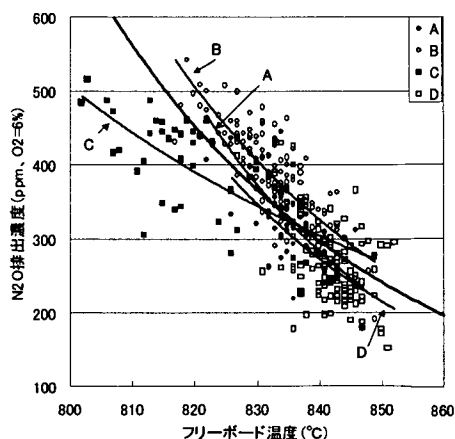
(目的)

下水の処理にともない温室効果ガスが排出されている。下水処理場から排出される温室効果ガスとしては、バイオマス由来の二酸化炭素(CO₂)を除くと、汚泥焼却に伴う N₂O、下水処理に伴う CH₄、および電力や燃料、薬品等の使用に伴う CO₂ が主なものである。今後予想される下水道の普及拡充や下水汚泥焼却の増加は、下水道からの温室効果ガスの排出増加をもたらす可能性が高い。このため、下水処理場における温室効果ガスの排出を制御する技術の確立と普及が急がれる。

本研究は、下水の処理過程で生成する CH₄ 及び N₂O の排出を抑制する対策技術の確立・普及とその評価を目的としている。研究は、水処理プロセスと汚泥処理プロセスに分けて行い、水処理プロセスでは、嫌気性槽の導入による CH₄ 排出の制御効果の把握・評価と、処理方法別の N₂O 排出量原単位の精緻化を目的とし、汚泥処理プロセスでは、汚泥焼却炉からの N₂O 排出抑制のための燃焼温度制御の安定化手法を確立するとともに制御効果を評価することを目的とする。今年度は、汚泥処理プロセスを中心に、実炉による調査を行った。

(結果)

N₂O 排出量の大きい高分子系脱水汚泥の流動床式焼却実炉 4 機において、炉の運転法と N₂O 排出量の関係を把握するための連続調査を産業技術総合研究所つくば西事業所エネルギー利用部門クリーン燃料研究グループと共同で実施した。その結果、経過時間ごとの N₂O 排出濃度は、4 炉共に 200～600ppm(O₂=6%)の間を激しく上下しており、排出係数では平均値に比べ 50～200%の変動幅があった。このことから、炉からの N₂O 排出量を特定する場合、短期的な調査では必ずしも焼却炉の代表値にはならないことが確認できた。フリーボード温度と N₂O 排出濃度の関係は、これまでの研究同様、フリーボード温度の上昇により N₂O 排出濃度が低下する傾向にあった。A,B,D 炉の近似線はほぼ同じような傾向にあったが、C 炉だけ若干傾きが緩やかであった。C 炉の違いの原因が、炉の規格による特性か、当日の測定方法の問題か、現段階では不明であるが、全体的に見た場合、フリーボード温度と N₂O 排出濃度はほぼ一定の曲線を中心に分布していることが確認できた。これは、フリーボード温度を把握することで、N₂O 排出量を推定することができることを示している。



図－1 N₂O排出濃度とフリーボード温度の関係

研究担当者：中島 英一郎、川嶋 幸徳、平出 亮輔

キーワード	温室効果ガス、下水処理、汚泥焼却、メタン、亜酸化窒素
-------	----------------------------

(1) 下水道整備による公共用水域の水質保全効果の評価

①目的と方法

公共事業の実施におけるアカウンタビリティの確立が求められるなかで、事業効果を定量的に評価し、費用効果分析の適用により事業の経済的効率性を示すことが求められている。本調査では、下水道整備による公共用水域の水質保全効果のうち、住民が受ける環境価値（図-1）について、仮想評価法（CVM）を適用した評価手法について検討を行った。平成10~12年度に二段階二項選択方式によるケーススタディを3ケース（茨城県下中小河川、荒川流域、埼玉県不老川）行い、支払意思額が水質の改善レベルや住民属性にどの程度影響されるかについて検討した。

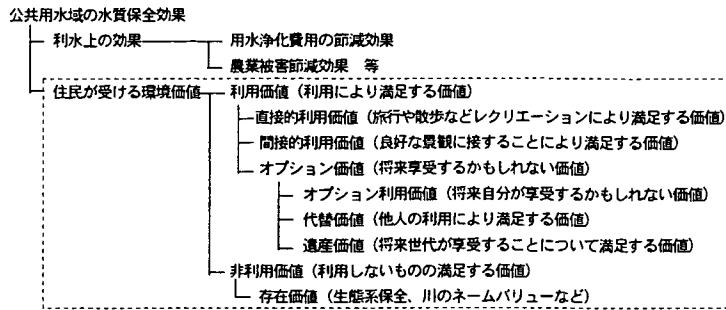


図-1 公共用水域の水質保全効果の分類（点線内は本調査の対象範囲）

②結果と今後の課題

支払意思額関数による分析により、現状の水質レベルが悪いほど、水域を利用する人ほど、それぞれ水質改善に対する支払意思額が高くなる傾向が示された。

今後は、水質改善効果に関するCVMの調査事例を収集・整理し、こうした特性の普遍性を検証する必要がある。さらに、水質改善効果に関する便益関数を同定することが課題である。

(2) ディスポーザーの利便性便益の評価

①目的と方法

ディスポーザーは、下水道施設等への負荷増大を懸念して、下水道管理者により設置自粛が要請されているが、将来ごみ減量化や生ごみ分別の手段としてディスポーザーの導入が検討されることが想定される。その場合、ごみ関連行政経費の削減、ディスポーザーによる利便性便益（ごみ出し労力の軽減、台所・ごみ集積場の環境改善等）、下水処理費用・環境負荷の増加等を総合評価することが望ましい。そこで、本調査では、ディスポーザー導入の社会実験を実施している北海道歌登町内のディスポーザー設置世帯を対象に、CVMを適用することにより、ディスポーザーによる利便性の便益評価を行った。平成13年度は、年齢、家族人数、家事・ごみ捨てへの従事、ごみ集積場への不満等の回答者の属性が、ディスポーザーに対する利用意志、支払意思額にどの程度影響しているかを統計分析を行い検討した。

②結果と今後の課題

ディスポーザーのメリットを感じる人程今後もディスポーザーを使い続けたいと考える傾向にあった。特に、年齢が高くなるほどごみ出し労力の軽減のメリットをより感じる傾向が見られた（表-1）。

ディスポーザーの利便性に対する支払意思額は、ディスポーザーを今後も利用したい人、ごみステーション（ごみ集積所）への不満がある人ほど高くなる傾向がある一方で、所得・年齢・性別は支払意思額にはあまり影響していないことが示された。今後は、住宅条件、所得・年齢、ごみ集積場の環境状態等の条件の異なる都市地域において、同様の分析を行うことにより、ディスポーザーの利便性を評価する必要がある。

表-1 回答者の属性とディスポーザーに対する評価の関連性の検討（歌登町）

変数	利用意志	置き場所減少	台所臭い減少	ごみ出し不快感減少	ごみ出し労力減少	料金増加	音	トラブル	利用開始	使用状況	性別	年齢層	家族人数	洗い物	ごみ出し	距離	不満	家族年収
利用意志	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
メリット	置き場所減少	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	台所臭い減少	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ごみ出し不快感減少	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ごみ出し労力減少	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
デメリット	料金増加	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	音	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
トラブル	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
利用開始(H12年:1)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
使用状況	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
性別(女性:1)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
年齢 (10,20...70)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
家族人数	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
回答者が洗い物をやる	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
回答者がごみ出しをやる	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ゴミステーションへの距離	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
ゴミステーションへの不満	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
家族年収(100,300...1100)	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

凡例: 変数間の関連性が有意であることの信頼度 **+** 信頼度99.9%以上 **+** 信頼度99%以上 **+** 信頼度95%以上
 符号: 相関係数の符号

研究担当者: 森田 弘昭、吉田 敏章、山縣 弘樹

キーワード: 下水道、便益評価、仮想評価法 (CVM)、ディスポーザー

高濃度生活排水等の受け入れ基準に関する調査		本文131ページ	平成 13 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 12～15 年度	下水道研究室・下水処理研究室	
<p>(目的)</p> <p>社会基盤施設整備の進展に伴い、市民の行政ニーズは多様化してきている。また、厳しい財政状況のもと、効率的な行政サービスの実施も強く求められている。このような背景の中で、既に整備された社会基盤施設を利活用して、より質の高い行政サービスを実現させようとするプランが提案されている。</p> <p>厨芥を粉碎して水とともに排水管に流し出すディスポーザーの導入は、下水道システムを活用して、住環境の向上、高齢者の福祉対策、都市環境の改善等をはかろうとするものであるが、下水道システムへの負担や都市全体のエネルギー消費量増大などの悪影響が懸念されている。このため、ディスポーザーの導入にあたっては、下水道施設・ゴミ処理施設への影響や地域全体の環境への影響評価など総合的な評価に基づく判断が求められている。</p> <p>本調査は、ディスポーザー導入に関する総合的な評価のなかで、ディスポーザー導入が下水道施設に与える影響について検討を行い、下水道システムにディスポーザーを導入する場合の技術基準を提案することを目的として実施する。</p> <p>(結果)</p> <p>調査対象地域とした北海道歌登町では、下水道整備区域内の一部の町営住宅にディスポーザーを公的に設置する施策を進めている。平成 11 年度より設置を開始し、11 年度に「若葉団地」、12 年度に「光南団地」、13 年度に「新栄団地」に設置を行った。また、14 年度には「檜垣団地」に設置予定であり、下水道区域内の約 4 割の住宅に設置する計画である。</p> <p>ディスポーザー設置により、管路施設では汚濁負荷量増加、堆積物の増加、硫化水素の発生（高濃度化）が予想される。ディスポーザー設置による汚濁負荷量への影響を調べるために、通日での採水、流量測定によるディスポーザー設置前後の管渠負荷量調査を行った。堆積物への影響を調べるために、TVカメラによる管渠内堆積物量調査、管渠勾配調査を行った。硫化水素への影響を調べるために、硫化水素計設置による歌登町管渠の硫化水素調査、室内実験によるディスポーザー排水、厨芥を含む汚水の硫化物濃度経時測定を行った。</p> <p>処理施設ではディスポーザーの設置数の増加による経年的な変化を精密に追跡するために、通日調査を行った。また、歌登町終末処理場は OD 法を採用しており最初沈殿池がないため、ディスポーザーの導入の影響評価を一般化できるように、ディスポーザー排水の沈降特性の把握を初沈模型実験で行った。</p> <p>○管渠負荷量調査</p> <p>新栄団地ではディスポーザー設置後に汚濁負荷量が増加していたが、光南団地ではディスポーザー設置後に減少していた。原因としては、管末の調査であるため、水質の時間変動などが影響しているものと考えられる。そのため、ディスポーザーの設置により汚濁負荷量が増えるかどうかは言及できなかった。</p> <p>○管渠内堆積物量調査</p> <p>ディスポーザー設置前には確認されなかった堆積物がディスポーザー設置後に調査区間の 10～13%で確認され、堆積区間の平均堆積量は 1300cm³/m であった。堆積箇所傾向としては、管渠がたわみ、逆勾配、レベルになっている箇所で堆積物が確認された。堆積物は主に卵殻であった。</p> <p>ディスポーザー設置により管壁の付着物が増加することが確認され、バイオフィームや有機物を主成分としていることが確認された。</p> <p>○硫化水素調査</p> <p>現地における硫化水素の測定では未検出であった。去年の調査でもほぼ未検出であったため、歌登町の管渠条件では硫化水素は発生しないものと考えられるが、室内実験ではディスポーザー排水、厨芥量が多いほど、汚水中の硫化物は高濃度になった。</p> <p>○処理施設通日調査</p> <p>現時点（ディスポーザー設置率：約 20%）では、下水処理場への流入水質や発生汚泥量等には、ディスポーザーの影響は、明確には認められなかった。</p> <p>研究担当者：高橋正宏，森田弘昭，森一夫，豊田忠宏，竹歳健治，斎野秀幸，浜田知幸</p>			
キーワード	ディスポーザー、堆積物、歌登町		

都市における水循環システムの最適化マニュアルに関する調査		本文149ページ	平成 13 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 12～15 年度	下水道研究室、建設システム課	

(目的)

都市域における各種施策を定量的に評価できる水循環モデルを構築し、良好な水環境達成のための効率的な事業手法についてコスト面も含めて検討するとともに、モデル構築の手法を一般化し、望ましい水環境像についての合意形成を図るための支援ツールとして活用しようとするものである。

(結果)

(1) 水循環モデルの構築

水循環モデルの対象流域に川崎市内を流れる平瀬川（1級河川多摩川水系）の流域を選定した。モデルの形態は、土地利用や局所的な施策を反映でき、パラメータ設定も比較的容易な分布型の土地利用別タンクモデル（複合タンクモデル）とした。また通常の河川流域で対象とする水循環要素（降雨、流出、浸透、蒸発散など）に加え、流域内への上水道の配水および漏水、下水道への地下水浸入水、雨天時浸入水、その他の排水処理施設からの流入等を取り込んだ。対象流域は 250m のメッシュで分割し、これらを落水線の方向に連結した。降雨量と気温、日照時間をモデルへの入力とし、各地点における水量、水質 (BOD, COD, T-N, T-P) を出力として計算を行う。計算時間間隔は 1 時間とした。

モデル定数の同定の結果、実測値と計算値がよく一致しない場合も見られた。今回構築した水循環モデルにはいくつかの課題が残っており、今後これらの点について検討、改良を加えていく必要がある。

(2) 建設コスト分析

モデルとして実際に下水道計画が策定されている処理区でケース 1（国道での枝線縦横断占用の影響）、ケース 2（国道での幹線横断占用の影響があると認められる区域）を選択した。それぞれの処理区における下水道管路の国道での最小土被りを基準緩和以前を 3m、緩和後を 1m とし、各条件下における下水道事業計画の認可設計程度の管路網施設計画を策定して、管径、土被りごとの管路延長を算定しその変化を分析した。次に、開削、推進等の工法を想定した上土被りごとの平均的な建設費を用いて処理区全体の事業費を算定しそれぞれの全体事業費の比較、工法ごとの事業費シェアの変化を分析することにより基準緩和による管路建設コストの削減効果の評価を試みた。

試算の結果、道路埋設基準改定に伴う管路建設コストの削減効果が処理区全体の事業費に及ぼす影響が無視できない程度存在することがわかった。

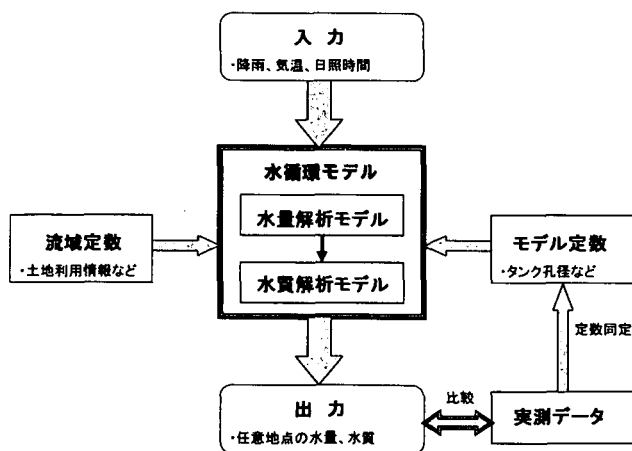


図1 水循環モデルの構成と解析の流れ

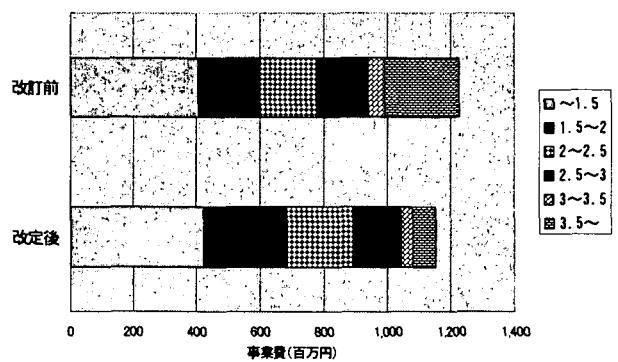


図2 基準改定に伴う事業費の変化（ケース2）

研究担当者：森田 弘昭、溝口 宏樹、松原 誠、高村 和典

キーワード	水循環、土地利用別タンクモデル、道路埋設基準、管路建設コスト
-------	--------------------------------

管路施設の維持管理基準に関する調査		本文 159 ページ	平成 13 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 13～15 年度	下水道研究室	
<p>(目的)</p> <p>一般的に、下水道管渠の耐用年数は 50 年と言われているが、我が国の下水道整備は戦後本格化したため、今後、急速に、耐用年数を超える老朽管渠が増加する。これに伴い、クラック、継手のずれ、腐食などの破損により、その機能を失い、補修あるいは布設替を必要とする管渠が増加することが予測されている。</p> <p>平成 11 年度末に我国の下水道管渠の総延長は、314,357km に達しており、この膨大な下水道ストックの急激な機能喪失は、都市の健全な営みを壊滅させる恐れがあり、そのような事態の招来は是が非でも避けなければならない。そのためには、いわゆる予防的な維持管理を行う必要がある。予防的な維持管理を行うためには、管理する管渠の健全度の実態把握や効率的な診断技術、補修・布設替技術の確立が必要である。しかし、我が国では、下水道整備の遅れもあり、下水道施設の維持管理について十分な配慮がなされてきたとは言いがたい状況にある。特に、下水道管渠は、施設のすべてが地下に建設されるため、十分な維持管理はもとより、その実態についても十分に把握されていない。さらに、下水道管渠の補修・布設替と言った観点から、その実態を全国的に解析した事例は皆無であり、管渠の効率的維持管理を推進するための政策立案上の大きな課題となっている。そこで、本研究では、平成 11 年度に実施された管渠補修・布設替工事すべてを対象に実態調査を行い、管渠の劣化状況および補修・布設替の実態について考察を行った。</p> <p>(調査の方法)</p> <p>調査方法は、地方公共団体へのアンケート調査手法を用いた。調査対象は、平成 11 年度に、管渠の補修・布設替を行ったすべての地方公共団体で、都道府県にアンケート調査票を送付し、管内の下水道事業実施市町村への調査表配布と回収を依頼した。</p> <p>平成 11 年度末において下水道を供用開始している地方公共団体数は 1679 団体であり、その内、452 団体 (27%) が補修、布設替を実施している。今回の調査ではこの内 414 団体から回答が得られた。また、回答を管路補修布設替延長で、見てみると、平成 11 年度の管路補修布設替延長は 390,413m であり、このうち 295,844m について回答が得られた。</p> <p>なお、調査は、補修布設替工事 1 件毎に作成するよう依頼しており、その総数は、5,353 件であった。</p> <p>(結果)</p> <p>補修布設替の対象となっている管渠の最も一般的な類型は「φ300mm 以下の小口径管で、材質はコンクリート管か陶管、供用開始後 20 年以上経過している」というものであった。</p> <p>症状については、コンクリート管は、クラック、浸入水、継手のズレが、塩ビ管はクラック、継手のズレ、タルミ・蛇行が、陶管は管壁の破損、クラックが高い割合であった。流下不能になってから補修布設替が実施されたのは全延長の 3.3% であった。</p> <p>供用開始後の経過年数と補修布設替の関係について見ると、経過年数が 0 から 40 年までは、供用延長あたりの補修布設替延長が年々増加していた。41 年以上経過したものについては増加する傾向はみられなかった。</p> <p>管きょ劣化の発見方法は TV カメラ調査によるものが最も多かった。</p> <p>地表面の陥没は 415 件発生しており、そのほとんどが陶管およびコンクリート管であった。またこれ以外に、取付管が原因の道路陥没が 2,888 件報告された。</p>			
研究担当者：	森田弘昭、森一夫		
キーワード	下水道管きょ、補修、布設替、アンケート調査		

都市雨水対策システムの機能向上に関する調査		本文 167 ページ	平成 13 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 13 ～ 15 年度	下水道研究室	
<p>(目的)</p> <p>近年では、東海豪雨や地下室水死事故に代表される都市型水害、お台場オイルボールに端を発する合流式下水道問題の顕在化など、量・質の両面から都市雨水の問題がクローズアップされている。そこで本調査においては、これらの問題に対処するための方策として、政策支援および技術基準策定の観点から下水道施設の計画・設計手法について新たな考え方の導入を検討する。具体的には、質対策として①合流式下水道改善対策、量対策として②空気噴出を考慮した管路設計手法を調査の主たる対象とする。</p> <p>①については、合流改善目標や雨天時放流水の管理指標の検討、ならびに雨天時汚濁負荷流出モデルの開発等に取り組む。新たな視点として放流先水域を考慮するとともに、公衆衛生の指標項目である大腸菌群数、糞便性大腸菌群数を検討の対象に加える。</p> <p>②については、マンホール蓋の浮上・飛散を未然に防止することを目的に、管内に存在する（もしくは外部から持ち込まれる）空気を検討の対象に加え、かつ急激に雨水が流入するような非定常な現象を考慮することにより、豪雨時にも安全な管路設計手法の提案を目指す。水理模型実験と数値解析モデルによるシミュレーションを併用して検討を進める。</p> <p>(結果)</p> <p>(1) 合流式下水道における雨天時汚濁負荷流出モデルについて</p> <p>①合流式管きょ内における晴天時の大腸菌群数について調査を行った。午前中に大きなピークがあるが、夕方から深夜にかけては漸減傾向であり、概ね $10^1 \sim 10^5$ 個/mL の範囲での変動であった。</p> <p>②合流式管きょ内における雨天時の大腸菌群数について調査を行った結果、次の 3 点が特徴的であった。</p> <p>a) ファーストフラッシュのピークは他の項目と比べ 20 ～ 30 分程度早く現れる傾向が見られた。</p> <p>b) 地表面からの負荷流出を考慮する必要がある。</p> <p>c) 堆積物の表層のみが負荷流出に寄与し、下層部分の寄与は小さいことが推測される。</p> <p>③集中型土研モデルにおける管渠内初期堆積負荷量 P_p の晴天時負荷流出量に対する比率を L_R と定義した場合、L_R の大きさは $BOD > T-P > T-N$ となる。</p> <p>④分布型土研モデルの式形について検討し、流域モデルと管路モデルの 2 つを組み合わせるものとした。</p> <p>⑤上記の分布型土研モデルによりシミュレーションを行った結果、負荷量について集中型モデルと同程度の再現が可能であり、加えて水質の急激な上昇・下降の過程についても再現が可能であった。</p> <p>(2) 空気噴出を考慮した雨水管路設計手法について</p> <p>①上流人孔が突入流式の場合、定常状態における空気混入量は人孔内水位に比例する。混入率は通水流量の数 10% 程度であり、無視できない量である。</p> <p>②上流人孔が階段式の場合、突入流式の場合と比較して空気混入量が小さく、特に人孔内水位が高まると混入率が 5% 以下程度となる。</p> <p>③空から満管に移行する過程において排出される空気量の最大値は、通水流量の 1.3 ～ 1.8 倍程度であった。</p> <p>④上記のような非定常状態においては、下流人孔のみならず上流人孔からも相当の空気噴出が計測された。空気噴出対策を講ずる場合には、下流側のみならず上流側の人孔にも対策が必要である。</p> <p>⑤混入率 α、排気率 β について縮尺効果の検討を行った。α、β とも縮尺効果が見られたが、検討の範囲においては、α に比べ β の縮尺効果は比較的小さいものであった。</p> <p>研究担当者：下水道研究室 室長 森田 弘昭 主任研究官 松原 誠 交流研究員 尾崎 平</p>			
キーワード	雨水対策、空気噴出、合流改善、分布型モデル、水理模型実験		

(目的)

窒素・りん除去法は標準活性汚泥法よりもエネルギーを多量に消費するため、本処理法の普及により地球環境への負荷が増加するおそれがある。本調査は、窒素・りん除去法の消費エネルギーの削減を目的として、単位プロセスおよびシステムのエネルギー効率改善の観点から、窒素・りん除去の運転および設計手法等の検討を行うものである。

(結果)

平成 13 年度は、運転管理手法及び処理プロセスの違いが曝気に関する消費エネルギー特性に及ぼす影響について、実処理場における酸素移動効率に着目して調査を実施し、以下の結果を得た。

1. 疑似嫌気好気活性汚泥法（嫌気好気法において、嫌気槽の攪拌を機械攪拌ではなく微小曝気によって行っている処理法）および標準活性汚泥法の曝気エネルギー比較

疑似嫌気好気法及び標準活性汚泥法における曝気に関する消費エネルギーを比較したところ、図-1に示すようにほぼ同等であった。化学量論的に考察すると、「標準法で未硝化」の場合と、「高度処理で完全硝化脱窒」の場合とを比較すると、高度処理において1.6倍程度は酸素消費量が增大するものと予想されるが、「標準法で硝化促進（完全硝化）」されている場合は、脱窒まで行った方が酸素消費量が0.8倍～0.9倍程度に減少すると予想される。

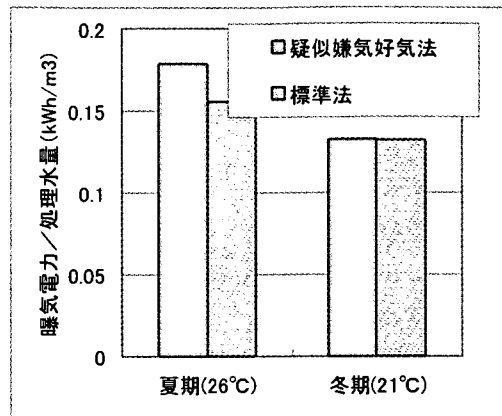


図-1 処理水量あたりの曝気エネルギー

従って、実処理場の運転条件下を想定して、標準法における硝化の進行、流入水質変動等に備えた余裕ある曝気条件を前提とした場合は、栄養塩類除去の高度処理の採用によって、酸素消費量の増大に由来して明確に曝気量が増えて消費エネルギーが増大することはないものと考えられた。

2. 異なる高度処理プロセスの処理場間の曝気エネルギー比較

豊川浄化センターの空気倍率は他処理場の2倍以上と高く、処理水量あたりの曝気エネルギーも2倍以上であった。また、BOD負荷量あたりの曝気エネルギーについても豊川センターが最も高く、矢作浄化センターも比較的高かった。各処理場で、窒素りん除去プロセス及び曝気装置がそれぞれ異なっているため単純な比較は困難であるが、運転方法の違いにより2倍以上も消費エネルギーに差が出るとは考えがたく、散気装置の特性等、施設的な要因がエネルギー消費特性に大きく影響していると想定される。従って、曝気の効率化には、運転管理の改善のみでは限度があり、根本的には散気装置の効率化等の施設対応が必要である。

3. 曝気効率の変化とα値（下水中の酸素移動効率の清水に対する補正係数）の関係把握

図-2に示すとおり、反応槽の物質収支より算出したKLa（総括酸素移動容量係数）は各処理法で概ね一致しており、処理の進行に伴い増大する傾向にあった。また、α値については、データのばらつきはあるが、処理の終了に向けて増加がみられ、KLaの増加に関係していると考えられた。

しかし、α値は処理の進行に伴い単調に増加するのではなく、流入水質等様々な要因に左右されていると推察されるため、予測に際して余裕を見込む必要があり、流入水質の変動に対応した高度な管理指標として直ちに用いることは難しい。

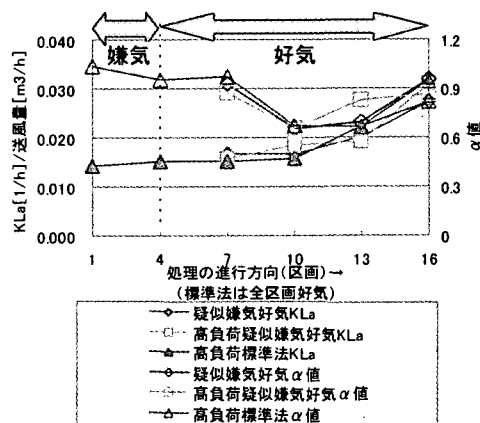


図-2 処理進行に伴うα値及びKLaの変化（夏期）

研究担当者：中島英一郎、山下洋正、斎野秀幸

全体計画

下水道事業調査費 平成 10～13 年度

下水処理研究室

(目的)

下水道の普及や水利用の高度化に伴い、取排水系統が複雑化して下水処理場の放流点下流で水道取水が行われ、また、都市河川等で下水処理水が河川流量の大きな割合を占める等の状況が見られている。また、水資源の有効利用、新規水需要の抑制の観点から、高度処理した下水処理水を再利用水として様々な形態で利用する事例も近年増加傾向にあり、都市・流域の水循環における下水処理水の影響が重要となってきている。

一方、下水道にはヒトの排泄物が流入するため、ヒト腸管系の疾患をもたらす様々な水系感染症の原因微生物が下水中に存在することが想定され、細菌のみならず、塩素消毒により強い耐性を持つウィルス、原虫類等の新たな病原微生物が存在することが報告されており、下水道においても制御が重要となっている。

本調査は、このような病原微生物に関して発生源の把握、負荷削減手法等の対策の検討を行うものである。

(結果)

平成 13 年度は、下水処理中のクリプトスポリジウム (*Cryptosporidium Parvum*) 存在量の全国的なモニタリング調査を実施し、その存在量を把握して定量的リスク評価を行い、以下の結果を得た。

1. クリプトスポリジウム測定法の検討

クリプトスポリジウムのオーシストの測定法について検討し、ふるいとり紙によるろ過、遠心分離による濃縮、免疫磁気ビーズによる分離、直接抗体染色蛍光試薬によるオーシスト壁染色、DAPI 試薬によるスポロゾイト核染色、プレパラート調製、落射蛍光顕微鏡及びノマルスキー微分干渉顕微鏡による検鏡・内部観察を行う手法を調査の標準手法とした。オーシストの回収率は、過去の調査結果より流入下水で 27.5%、二次処理水で 35.1%と算出され、測定値をこの回収率で換算して真のオーシスト濃度を求めることとした。

2. クリプトスポリジウム存在量の全国調査

平成 13 年 10 月より平成 14 年 3 月までの 6 ヶ月間、全国 8 下水処理場において、月 1 回流入下水、二次処理水及び再生水のクリプトスポリジウム濃度測定を行った結果、冬期に濃度が上昇する傾向が若干見受けられ、また、処理法が二次処理のみ→砂ろ過→凝集剤+砂ろ過と高度になるほどクリプトスポリジウム濃度が減少し、下水処理によりクリプトスポリジウムが除去されていることが確認された。

3. クリプトスポリジウム濃度の確率分布の推定

測定値及び得られた近似直線は 80%の信頼性で対数正規分布に従うことが示された。得られた分布パラメータに基づいて濃度分布を試算した結果(図-1)、流入下水、二次処理水及び砂ろ過水中のクリプトスポリジウム濃度は、幾何平均値でそれぞれ約 13 個/L、約 0.6 個/L 及び約 0.06 個/L であった。流入下水のクリプトスポリジウム濃度と比較して、処理水は全般的に概ね 2 Log 程度除去され、対数平均値で比較すると流入下水から二次処理水で約 1.3Log、二次処理水から砂ろ過水で約 1Log の除去となっていた。

4. 現状リスク評価

リスク計算を Monte Carlo 法により各 500 回試行で行った。現実的なシナリオとして、再生水に砂ろ過水、放流水に二次処理水を用いた場合に想定されるヒト一人当たりのクリプトスポリジウム年間感染リスクは、平均値及び 95%信頼区間上限値ともに $10^{-4} \sim 10^{-2}$ の範囲と推定された(図-2)。

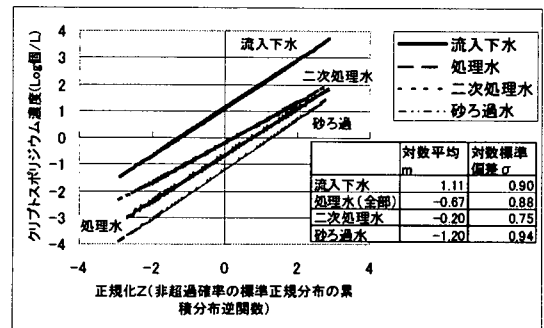


図-1 クリプトスポリジウム濃度分布推定

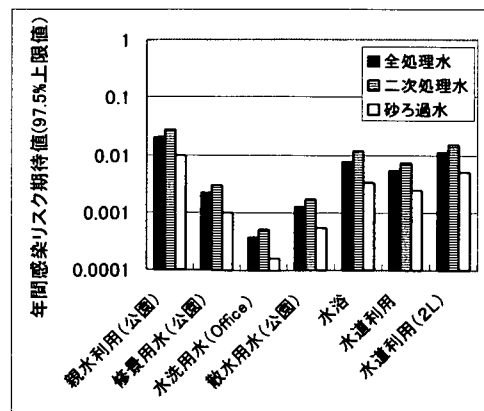


図-2 Monte Carlo 法による下水処理水の年間感染リスク期待値(95%信頼区間上限値)の評価

研究担当者：中島英一郎、山下洋正、斎野秀幸

キーワード

病原微生物、クリプトスポリジウム、オーシスト、*Cryptosporidium Parvum*、定量的リスク評価、年間感染リスク、Monte Carlo 法、再生水、砂ろ過、流入下水、二次処理水

(目的)

近年、河川中に微量に存在する内分泌かく乱物質（環境ホルモン）による生態系への影響（河川中の水生生物のメス化等）が懸念されている。建設省の平成 10～12 年度の内分泌かく乱物質に関する実態調査によれば、下水処理場の放流水中からも、ノニルフェノール（以下、NP）や 17β エストラジオール（以下、E2）等の内分泌かく乱物質が微量に検出されているため、下水処理場でも内分泌かく乱物質を極力除去していくことが望まれる。そのような中、建設省の実態調査では、SRT や HRT が長い処理場では内分泌かく乱物質の除去率が高くなっていることも明らかとなっている。そこで、平成 13 年度は平成 12 年度に引き続き、SRT と HRT に着目し下水処理場において効果的に内分泌かく乱物質を除去できる運転方法を確立することを目的として調査を行った。

(結果)

平成 13 年度は、実下水を用いた反応槽容量 10m³ の下水処理パイロットプラントを用いて、SRT を 8.3、10、12.5 日と 3 段階に変えて内分泌かく乱物質の除去の違いについて調査した。その結果、以下の知見を得た。

- 1) E2 は SRT の違いにより除去速度に差が見られ、SRT が長い方が除去速度は速かった。一方、NP では SRT の違いによる除去速度の差は確認できなかった。
- 2) SRT が短い場合に、E2 および E1 が好気槽で生成される傾向が見られた。この原因として E2 抱合体の存在を仮定すると、E2 抱合体、E2、E1 の分解速度の差によること、および SRT が短い場合には E2 および E1 分解速度が十分でないことが考察された。
- 3) E2 および E1 分解微生物が十分に増殖するために必要な SRT は、それぞれ 10 日、12.5 日程度であることが推定された。

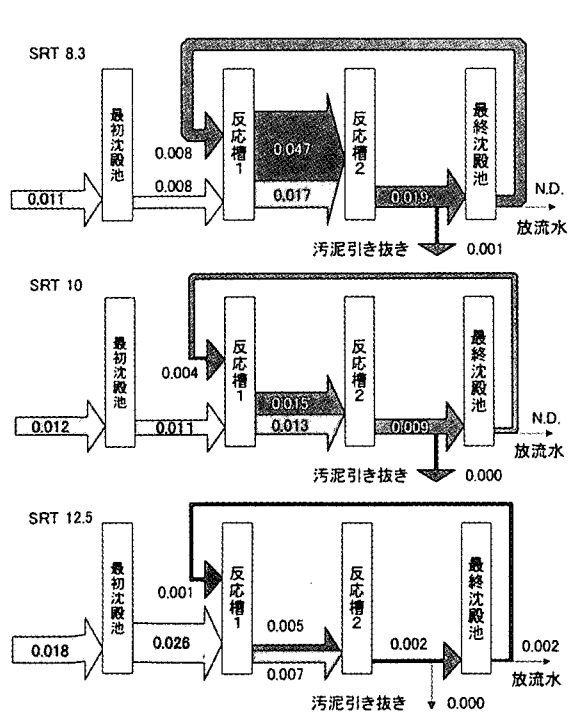


図-1 E2 の反応槽内収支 (mg/hr)

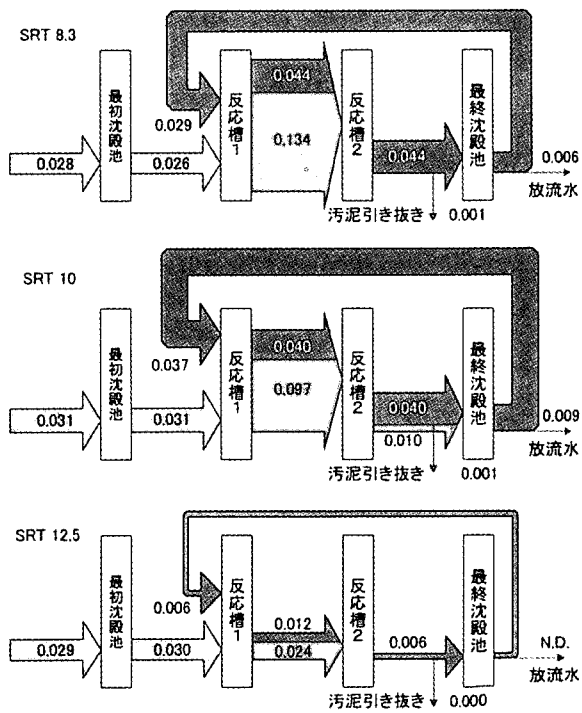


図-2 E1 の反応槽内収支図 (mg/hr)

研究担当者：中島英一郎、齋野秀幸

下水処理水再利用システムの技術基準に関する調査		本文 197 ページ	平成13年度
全体計画	下水道事業調査費 平成13年度～15年度	下水処理研究室	

(目的) 下水処理水は低質の水資源として、様々な用途に利用可能であると考えられており、我が国では、都市の様々な用途に下水処理水の再利用が図られている。しかし、それらの中には、再生水の水質に基づく施設の障害など重大な問題に直面しているものも出てきている。再生水を都市の水資源として活用して行くためには、水質に適合した材料・構造の採用や適切な維持管理の実施が不可欠である。本調査は、下水処理水再利用に伴う障害や事故を未然に防止するための手法を検討し、安全・快適かつ安定した再利用システムを構築するために必要な技術を、再利用形態別に明らかにすることを目的としている。

(結果) 平成13年度は室内実験による腐食に関連する要因の定量的な検討と再生水による利用機器の汚損原因であるスライムの付着現象について現地調査及び室内実験を行った。

再生水管路を構成する素材として使用される鉄と青銅の再生水による腐食について検討した結果、試験に用いた鋳鉄は腐食されやすく2週間で素材中の鉄の2.2～9.2%が溶解又は酸化された。青銅は鉄より腐食され難いが、合金成分である各金属の溶出があり、亜鉛、鉄、銅の順に溶出しやすかった。これらの腐食は水温や残留塩素濃度が高いと促進され、pHあるいはアルカリ度が高いと抑制されることが判明した。

スライムの付着に関する現地調査及び室内実験によって以下の各号の結果を得た。

1) 実施貯留槽での塩素消費速度は水温、TOCが高いと増加し、pH、アンモニア性窒素が高いと低下する傾向を示した。

2) 付着物の生成には一般細菌の増殖だけでは説明できない部分があり、無機物の付着や独立栄養微生物の影響が考えられる(図-1参照)。一般細菌は水温と有機物濃度が高い場合に増加し、塩素濃度が高いと増加は抑制された。

3) 再生水中有機物をSephadexG15で分画した場合に得られるピークのうち、分子量が大きい方に含まれる物質にはスライム付着を早める性質を有する物質が含まれていると考えられる。

4) オゾン処理によるCODの除去率はオゾン処理の強度に関わり無く高々25%に過ぎなかった。しかし、一部の低分子有機物は分解され、高分子のものは少し低分子化されていた。また、オゾン吸収量が多いほど生物処理水の残存BODが低下する傾向を示した(図-2参照)。

研究担当者：中島英一郎、小越真佐司、平出亮輔

キーワード：下水処理水、再利用、給水管、配水管、腐食、スライム、残留塩素

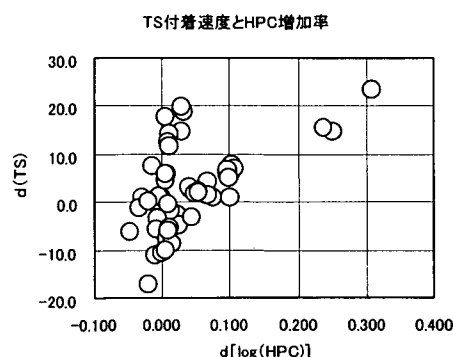


図-1 付着速度と細菌増殖

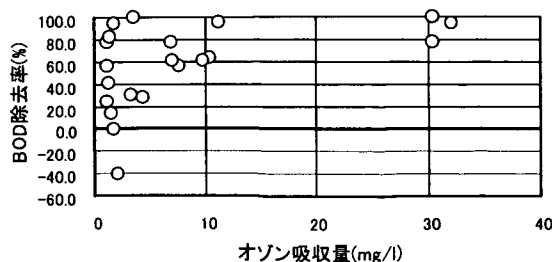


図-2 オゾン吸収率とBOD除去率(初沈流出水除く)

下水道システムのLCA評価に関する調査		本文203ページ	平成13年度
全体計画	下水道事業調査費 平成13～15年度	下水処理研究室	

(目的)

今日、公共事業の実施にあたっては、事業の効率化、透明性の確保、説明責任の向上、さらには地球環境問題への対応が強く求められており、ライフサイクルアセスメント（LCA）が、下水道システムのような社会資本整備の施設の建設から運転、廃棄に至るライフスパンにわたって環境負荷を評価する手法として注目されている。本研究は、主として下水道事業の計画・設計段階における事業評価、住民への説明のためのツールとしてLCAを用いることを想定し、素材等のレベルから環境負荷を積み上げる方法により、処理プロセスの違いが結果に反映する評価システムの構築を目的としたものである。また、本研究では、下水の高度処理や汚泥の有効利用など、発生負荷とその波及効果がトレードオフの関係にあるようなケースを評価するため、LC-CO₂やLC-Energyに加え水質項目や他の環境負荷項目を考慮した総合的な評価を行うための基礎的知見を得ることをあわせて目指している。

(結果)

1. 積み上げ計算の簡略化

過年度に行ったケーススタディーの結果をもとに、処理場設備のLC-CO₂の算定方法を簡略化する手法について検討した。管渠施設、処理場土木施設および処理場建築施設については一定の簡易化の方向性を示していたが、今年度はLC-CO₂に占める割合の大きな処理場設備（機械電気）の運転時負荷の簡略化について検討し、ポンプ、送風機、脱臭ファン等について、これら設備の能力・容量をパラメータとする算定方法により簡略化できる可能性を示した。

2. 積み上げ計算の標準化の検討

下水道事業の計画・設計段階において、代替案を含めた比較検討を行う場合、比較対象のそれぞれのシステムを代表する算定結果によって評価を行う必要がある。このため、実施設のケーススタディーから類似施設の代表値を得るための「標準化」の手法について検討した。この結果、ポンプ、送風機、ファン等の運転条件の影響が大きいため、ケーススタディーの結果にもとづいて類似の施設の評価を行う場合、各設備のバランスおよび設備容量と流入水量のバランスがとれた仮想条件を設定する必要があることを示した。

3. 高度処理におけるLC-CO₂の算定

下水道施設のLCAにおいて、トレードオフ効果を考慮した総合的な評価を行うための基礎的知見を得るため、標準法、OD法および高度処理（N、P除去）を行っている各処理場について、建設段階から運転、廃棄に至るまでの各段階におけるLC-CO₂の比率を比較した。この結果、各方式とも建設と運転で大部分を占めている中で、特に高度処理を行っているK処理場において運転時の割合が大きかった。

また、各処理場の処理水量当たりLC-CO₂を比較した結果では、標準法のI処理場と比較してK処理場は1.33倍、OD法のT処理場は1.49倍となった。（図1）

現段階では、この差を高度処理を行っていることに起因するものとするには十分な解析が出来ていないが、この差の内容を精査し、処理水質の違いに相当する負荷量の差と水環境改善効果に関連づけて評価していくことが今後の課題である。

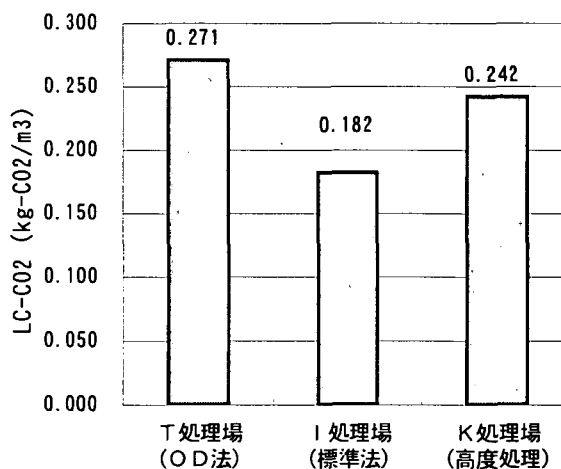


図1 処理方式の異なる処理場における処理水量当たり LC-CO₂ の比較

研究担当者：中島英一郎，川嶋幸徳，平出亮輔

キーワード	下水道、ライフサイクルアセスメント、二酸化炭素排出量、エネルギー消費量
-------	-------------------------------------

下水汚泥中内分泌かく乱物質の消長に関する調査	本文209ページ	平成 13 年度
------------------------	----------	----------

全体計画	下水道事業調査費 平成 11～13 年度	リサイクルチーム
------	----------------------	----------

(目的)

近年、人や野生生物の内分泌作用をかく乱し、生殖機能阻害等を引き起こす可能性のある内分泌かく乱物質による環境汚染が各国で報告されており、下水処理場においてもこれらの物質の制御方法の検討が不可欠である。本調査は下水汚泥処理系および下水汚泥リサイクル製品施用先での内分泌かく乱物質の挙動・消長を明らかにすることを目的としている。13 年度は、前年度に引き続き、下水汚泥試料中の内分泌かく乱物質の分析手法の検討、下水汚泥処理系における内分泌かく乱物質の挙動に関する調査、下水汚泥リサイクル製品の施用先における内分泌かく乱物質の挙動に関する調査を行った。

(結果)

平成 13 年度までに得られた結果をまとめると以下のとおりである。

1. 下水汚泥試料中の内分泌かく乱物質の分析手法を開発するため、汚泥からの内分泌かく乱物質の抽出方法の検討を行った。その結果、乾燥汚泥からのノニルフェノール (NP)、ノニルフェノールエトキシレート (NPEO) の抽出に高速溶媒抽出法 (PFE 法) を用いることで、一般的に用いられている加熱還流法による抽出と比較し、抽出時間が 1/4 以下で、1.03～1.3 倍の NP、NPEO を抽出することが可能であることが明らかとなった。(図-1)
2. 下水汚泥リサイクル製品の施用先における内分泌かく乱物質の挙動に関する調査としてライシメータを用いたコンポスト施用土壌からの内分泌かく乱物質浸出実験を行い、内分泌かく乱物質の浸出状況を調査した。その結果、降雨による NP の累積浸出率は初期存在量の 0.22～0.48%と少なく、土壌中で分解する傾向にあることが明らかとなった。

この他、下水汚泥処理系における内分泌かく乱物質の挙動に関する予備調査として、既存の分析手法を用いて嫌気性消化過程における内分泌かく乱物質の消長を把握するための実験を行ったところ、投入汚泥よりも消化汚泥の内分泌かく乱物質含有量が多い結果となった。また、コンポスト化実験を行ったところ、実験の前後で特筆すべき NP、NPEO の含有量の差は見られなかったが、実験途中で NPEO (n≥5) 含有量が上昇するという現象が見られた。

なお、内分泌かく乱物質の下水汚泥処理系および下水汚泥リサイクル製品施用先での挙動・消長をより明確にするためには、NP、NPEO に加え、ノニルフェノキシ酢酸等の NP の関連物質、エストラジオールやエストロン等の物質収支を明らかにする必要があるが、現時点では下水汚泥試料の分析手法については検討すべき課題が多く残されており、今後も検討を進める必要がある。さらに、改良された分析手法を適用し、より詳細な実験、実処理場での実態調査を行い、物質収支を明らかにする必要がある。

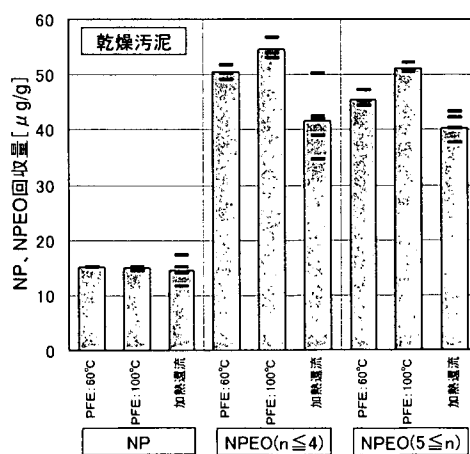


図-1 PFE法と加熱還流法との回収量の比較

研究担当者：鈴木 稔、落 修一、南山 瑞彦

キーワード	内分泌かく乱物質、下水汚泥、分析、コンポスト、ライシメータ
-------	-------------------------------

下水汚泥保有エネルギーの高度利用システムに関する調査		本文 219 ページ	平成13年度
全体計画	下水道事業調査費 平成12～15年度	リサイクルチーム	

(目的)

下水汚泥は固形物当たり 19kj/g ほどを有するエネルギー資源であるにも拘わらず、これまでの下水処理には多くの電力や化石燃料を必要とし、下水汚泥が保有しているエネルギーの3割ほどしか利用されて来なかった。本調査は、現有の汚泥処理プロセスをエネルギー生産プロセスに変革すべく、下水汚泥が持つ保有エネルギーを高度に開発、利用するシステムを構築することを目的とする。そのために、現有の焼却プロセスを発電プロセスに改変して、これと嫌気性消化プロセスとの一体化を図ることにより、メタンガスの再資源化を組み入れた電力・熱回収技術の開発を目指すものである。

(結果)

平成13年度は、開発システムをより効果的なものとするために、既存施設における主要設備・機器の電力消費の年間変動を調べる連続測定に着手した。また、発電プロセス開発のために(株)クボタ、月島機械(株)、石川島播磨重工業(株)並びに(独)産業技術総合研究所との共同研究「有機性排出物保有熱量の高度電力変換技術に関する調査・研究」を開始し、基本システムの検討に入った。消化ガスの安定・高度利用のために、鶴岡市並びに(財)下水道新技術推進機構と行っている「消化ガス吸着貯蔵技術に関する共同研究」を継続し、実施建設のための設計を支援するとともに、LCA解析に必要なデータを整備した。さらに、土木工事や公園・緑地管理から発生する草木のバイオガス化について実験を行い、実用性の高い方法を見出した。

図-1は、計画処理人口：205,400人、現有日最大処理能力：134,000m³/日の高度処理までを実施している下水処理場の消費電力量の時間変化である。消費電力は時間的に、時期的に大きく変動していることが分かる。この変動に効果的に対応できるエネルギー生産・利用システムの構築が必要となる。

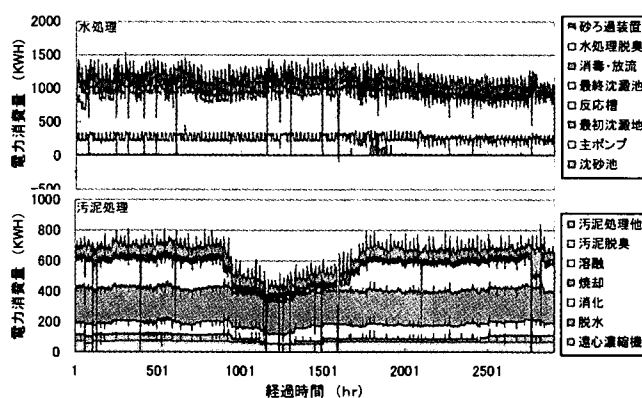


図-1 水処理及び汚泥処理における電力消費の変化(例)

鈴木 稔, 落 修一, 越智 崇

キーワード	エネルギー、下水汚泥、バイオガス、発電、省エネルギー、コージェネレーション
-------	---------------------------------------

性状の異なる汚泥の共同処理に関する調査		本文 225 ページ	平成 13 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 12～13 年度	リサイクルチーム, 旧. 汚泥研究室	

(目的)

排水処理事業には、国土交通省所管の下水道事業、農林水産省所管の集落排水事業、環境省所管の合併処理浄化槽、し尿処理事業などがあるが、スケールメリットが働きやすい汚泥処理に関しては発生する汚泥を省庁横断的に集約して処理し、事業の効率化を図ることが求められている。本調査は、下水汚泥と他事業から発生する汚泥との共同処理の推進に寄与するために、下水汚泥処理プロセスを活用した共同処理の方法について技術的な検討を加えるとともに実用規模の共同コンポスト化の実験を行い、円滑な共同処理への移行、拡充を図るための方法、方策を提案するものである。

(結果)

調査では、既存施設の処理能力や処理の余力が「下水道施設計画・設計指針と解説」に基づいているものとして、共同処理により受け入れる汚泥の性状及び量が下水汚泥の処理プロセスへ及ぼす影響を考察、評価するとともに、そこで何らかの対策・対応が必要となる場合にはその具体の方法を提案した。また、コンポスト化プロセスにおける共同処理では汚泥の増量分が直ちに施設の増設に繋がる可能性が高く、必要な知見やデータを得るための実用規模の共同コンポスト化の実験を行った。その結果、汚泥間に多少の性状の違いがあっても、発酵は支障なく円滑に進行することが示され、そのための要点について述べた。

表-1 は、下水汚泥処理プロセスにおいて共同処理を行うとした場合の処理能力を評価するためのパターン分析を全国を対象に行った結果である。表中には国土交通省制定の MICS 事業にて実施可能所についても整理、記載した。

表-1 共同処理検討のためのパターン分析結果

(自治体数：(組合方式、流域下水道、流域関連が主体を除く)、平成11年度末時点)

計画処理人口	ケース(1)	ケース(2)	ケース(3)	計		
				内、MICS ^{注)} 制度にて実施可	内、MICS ^{注)} 制度にて実施可	
85,000 ≤ (大規模)	57	53	34	32	144	142
10,000 ~ 85,000 (中規模)	65	169	161	99	395	333
10,000 > (小規模)	36	119	273	96	428	251
計	158	341	468	227	967	726

ケース(1)：[下水道・人口普及率] ≥ ([計画1日平均汚水量] / [計画1日最大汚水量])

ケース(2)：[下水道・人口普及率] < ([計画1日平均汚水量] / [計画1日最大汚水量])

AND ([下水道・計画処理人口] / [行政人口]) ≥ ([計画1日平均汚水量] / [計画1日最大汚水量])

ケース(3)：[下水道・人口普及率] < ([計画1日平均汚水量] / [計画1日最大汚水量])

AND ([下水道・計画処理人口] / [行政人口]) < ([計画1日平均汚水量] / [計画1日最大汚水量])

注) MICS：国土交通省 汚水処理施設共同整備事業

鈴木 穰, 森田 弘昭, 落 修一, 斎野 秀幸

キーワード	下水処理、排水処理、汚泥処理、共同処理、コンポスト
-------	---------------------------

下水道における微量化学物質の評価に関する調査	本文 231 ページ	平成 13 年度
------------------------	------------	----------

全体計画	下水道事業調査費 平成 13～17 年度	水質チーム
------	----------------------	-------

(目的)

現在、下水中には、人や生物に対して、内分泌かく乱作用や毒性作用を示す微量化学物質が含まれている可能性が指摘されているが、これら微量化学物質が原因物質と疑われる下水処理への影響もいくつか報告されている。我が国の下水処理は生物処理が主体であり、有害性のある微量化学物質の影響評価は重要な課題である。本調査は、下水道に流入する可能性のある微量化学物質の評価手法の開発を目的とし、

- ① 微量化学物質の検出方法の簡易化、迅速化
- ② 微量化学物質の下水道での挙動把握と下水処理への影響把握
- ③ 下水道での微量化学物質の評価技術の開発

を行う。なお、本調査では、平成 11 年 7 月に公布された PRTR 法で対象となる物質を中心に、種々の化学物質を対象とする。

(研究内容および結果)

1. 下水道における内分泌かく乱物質の迅速測定法の開発

下水中の 17β エストラジオール (E2) を ELISA 法を用いて、簡易に定量する手法の開発を検討した。特に、下水試料中の E2 を濃縮し、かつ交差反応・妨害等を示す物質を分離できる抽出手法を発見することを目的とした。結果としては、下水試料中の E2 の抽出方法を工夫することにより、ある程度交差反応・妨害を示す他の物質を分離することが可能であると推定された

2. 硝化細菌バイオセンサの開発

アンモニア酸化細菌を固定化したバイオセンサ (毒物センサ) の下水道施設への適用性を検討した。

本装置の下水道施設への適用に関する課題は、

- ・ 濁質を大量に含む下水を連続的に採取・濾過・バイオセンサへ送液する除濁装置の運転が安定して行うことができない。
- ・ 特定のアンモニア酸化細菌に対して阻害を与える化学物質以外を検出することができない。

前者については、随時、除濁装置の改良を実施し、後者については、固定化する細菌の種類を多様化することで、アンモニア酸化細菌に対しては阻害を及ぼさない化学物質を新たに検出することを試みた。13 年度は、亜硝酸酸化細菌を固定化したバイオセンサを開発した。結果としては、半年間の実下水処理施設での運転が可能となり、また、亜硝酸酸化細菌を用いたバイオセンサで呼吸阻害を示した 5 物質のうち、アジ化ナトリウム、6 価クロムは、従来のアンモニア酸化細菌を用いたバイオセンサでは検出することができず、両センサを組み合わせることで、広範囲の有害物質を検出可能であることがわかった。

3. 下水道に流入している微量化学物質 (PRTR 対象物質を含む) の挙動把握

数値シミュレーションモデルを用いて、PRTR 第一種指定化学物質のうち、揮発性有機化合物 33 物質について、全国の平均的な下水処理場の運転条件を設定し、生分解性を考慮しない場合の活性汚泥処理における挙動・運命の予測を行い、排出係数 (流入量に対する各環境媒体への移行割合) を算出した。また、異なる運転条件を設定した場合の移行性の違いについても推定、検討した。結果としては、処理方式、運転条件を変化させることにより、排出係数が変化することが示唆された。

4. 下水道に流入している微量化学物質 (PRTR 法の対象物質を含む) の影響把握

茨城県霞ヶ浦流域下水道湖北処理場内のパイロットプラント内の活性汚泥処理実験プラントに、化学物質の流入事故を想定した化学物質の添加を行い、その用量と、下水処理システムに発生する生物処理阻害の影響の関係を調査した。13 年度は添加する化学物質として、硝化工程へ阻害影響を与えることが報告されているチオ尿素を選定し検討を行った。結果としては、低用量では、速やかに硝化活性が回復する (可逆的な現象である) のに対して、ある用量を超えた場合は、速やかに硝化活性が回復しない (不可逆的な現象である) ことが観察された。今後、実験結果を集積し、硝化細菌の活性、個体数を考慮したモデル化を検討する必要があると考えられた。

研究担当者：田中 宏明、小森行也、岡安祐司

キーワード 内分泌かく乱化学物質, ELISA 法, 毒物センサ, PRTR, 挙動推定モデル

(目的)

下水道の整備に伴い河川水に占める下水処理水の割合が変化し、下水処理水が放流先河川の水生態系に与える影響が大きくなるものとなっている可能性がある。特に都市域では水資源の再利用に伴い、下水処理水の河川へ占める割合は大きくなっており、再利用比率が 90%を超えるような河川も報告されている。本調査では、下水道の整備が河川流域の変化に与える影響を把握するとともに、このような変化が河川水質や水生生態系といった水環境に及ぼす影響や、下水処理水中に存在している化学物質、特に女性ホルモン作用を持つ内分泌攪乱物質が魚類を始めとした水生生物に及ぼす影響について検討する。

(結果)

(1) 水量・水質の循環機構に関するモデルの構築

水及び汚濁物質の循環過程について調査を行い、循環過程等の流域情報をデータベース化、さらに水量・水質汚濁物質等を含めた河川流域内での循環機構のモデル化に関する検討を行った。

手賀沼に流入する都市河川である大津川と関連都市排水路の流況に関する気象データや過年度調査のデータを整理、流量の時間変動や長期的な変動を明らかにしたとともに、手賀沼流域の汚濁負荷に関するデータの収集し流域フレームを作成、同流域の汚濁負荷発生状況について整理し、データベース化を行った。作成したフレームデータを処理、水量・水質の循環機構を解明するための環境水シミュレーションモデルに関し、文献調査を実施した。

(2) 生物検定法の高度化に関する検討

下水処理水を始めとした都市排水中に存在している化学物質、特に女性ホルモン作用を持つ物質が魚類を始めとした水生生物に及ぼす影響に関して、遺伝子を組み換え酵母によるバイオアッセイ手法を用いて多摩川の多摩大橋付近での詳細な実態調査を行ない、下水処理水中のエストロゲン様物質が放流先河川の水生態系に及ぼす影響の評価を検討し、また水生生物への評価手法の課題等について検討を行なった。

下水処理水に含まれるエストロゲン様物質のうち、活性の寄与として高いものはE1であり、調査地点によっては、エストロンの理論活性値によってエストロゲン様活性が殆ど説明できる結果となった。しかしこれ以外の調査時には、これら17β-エストラジオール、エストロン、ノニルフェノールの理論活性値では説明の出来ないエストロゲン様活性の存在が示唆された。水質項目と同様、下水処理水の下流域では左右岸で横断的な濃度勾配が形成されていた。排水樋管の中には下水処理水と異なりNPの寄与が非常に大きい地点も確認され、またバイオアッセイに用いた遺伝子組み換え項に対する酵母毒性が認められ評価を十分に行えない地点も確認された。

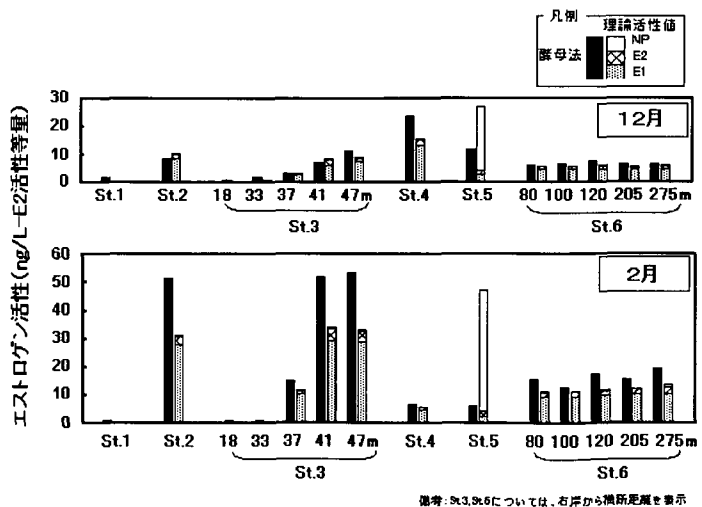


図-1 エストロゲン様活性と各エストロゲン様物質の理論活性値

研究担当者：田中 宏明、小森 行也、玉本 博之、佐々木 稔、宮本 宣博

下水汚泥および植物発生材のリサイクルに関する調査	本文 243 ページ	平成 13 年度
--------------------------	------------	----------

下水道事業調査費 平成 11～13 年度	緑化生態研究室
----------------------	---------

(目的)

リサイクルへの関心の高まりから、従来、廃棄処分されていた下水汚泥と街路樹の剪定枝葉も、リサイクル材料としての有効利用が求められている。リサイクル方法として堆肥化が挙げられ、これまでの研究では、土壌改良材としての使用を念頭に、下水汚泥と剪定枝葉を混合した堆肥（汚泥枝葉堆肥）の製造方法、施用効果が確認されている。しかし、土壌改良材としての堆肥利用では、利用量が限られているのが現状であり、利用の拡大のため、利用目的に応じた汚泥枝葉堆肥の品質向上が求められている。

ここでは、汚泥枝葉堆肥の土壌改良材以外の利用用途として、のり面緑化材料としての利用に着目した。建設事業に伴って発生するのり面面積は広く、その多くで緑化が行われることから、汚泥枝葉堆肥をのり面緑化材料として用いることができれば、リサイクルの推進に大いに貢献するものと考えられる。

本調査では、下水汚泥と剪定枝葉の混合割合を変化させた基材を用いて、盛り土のり面において施工試験を行い吹付作業性、基盤の適性について評価を行った。

(のり面緑化吹付試験の方法)

試験地は、国土技術政策総合研究所の盛り土のり面（勾配 1:1, 延長 54m, のり高 2m）とした。試験区の内容は 8 試験区とし、堆肥の粒径が 10mm 未満の①～③と、3mm 以上 10mm 未満の④～⑥と、2つのパーク堆肥試験区を設けた。①～⑥については、粒径区分ごとに堆肥とピートモスの混合割合が、(50%,50%),(70%,30%),(90%,10%)の 3 区分を設けた。対照区であるパーク堆肥区は、粒径 12mm 未満の⑦試験区、粒径 8mm 未満の⑧試験区を設けた（表-1）。調査項目は、跳ね返りロス量、吹付速度、吹付機械の閉塞の有無、土壌硬度の測定を行った。

表-1 試験区の内容

試験区番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
堆肥の種類	汚泥枝葉堆肥						パーク堆肥	
堆肥の粒径	10mm未満			3mm以上10mm未満			12mm未満	8mm未満
堆肥とピートモスの混合割合	堆肥	50%	70%	90%	50%	70%	90%	50%
	ピートモス	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%
侵食防止剤	4kg/m ³							
緑化基礎工:金網	50mm×50mm φ2mm							
吹付厚さ	50mm							

(のり面緑化吹付試験の結果)

吹付作業性

- ・跳ね返りロス量は、粒径 10mm 未満の試験区の方が、粒径 3mm 以上 10mm 未満の試験区に比べて有意に少なかった。
- ・吹付速度は、分散分析の結果、堆肥の粒径、割合、種類による有意な差は確認されなかった。
- ・吹付機械等が閉塞した試験区は、③,④,⑦試験区であった。
- ・基盤の評価
- ・土壌硬度が 27mm 以上の場合、植物の生育を阻害すると言われている。堆肥の混合割合が高くなるほど土壌硬度が有意に高くなることが確認されたが、どの試験区も 27mm 以下であった。

(まとめ)

以上のことから、汚泥枝葉堆肥をのり面緑化材料として用いる場合、粒径 10mm 未満、堆肥とピートモスの混合割合 50% : 50%もしくは 70%:30%を用いることが望ましいと考えられる。

研究担当者：藤原宣夫、石坂健彦、石曾根敦子

キーワード	リサイクル、下水汚泥、剪定枝葉、のり面緑化、堆肥化
-------	---------------------------

浸水被害軽減のための各種施設の組合せに関する調査		本文249ページ	平成13年度
全体計画	下水道事業調査費 平成10～13年度	水害研究室	

(目的)

都市域の雨水排水対策としては、下水管路、都市下水路の他、防災調節・調整池、排水機場、地下貯留管、雨水貯留・浸透施設等があり、逐次整備が行われている。これらの各施設を都市の実状に応じて組み合わせることにより、浸水被害の軽減が期待される。また、その整備については、将来にわたって合理的手法により決定される必要がある。

本調査では、幹線施設だけでなく流域規模での流出抑制施設の水利効果を評価するために、流出から氾濫までを一連の現象としてとらえた分布型流出・氾濫モデルを作成し、その検証を行う。そして、各種流出抑制施設の組合せによる浸水被害軽減効果を算出し、望ましい都市雨水対策を提案するものである。

(結果)

● PWR Iモデルの改良

PWR Iモデルについては、平成12年度に引き続き改良を行い、より精緻な下水道管路網の解析が行えるように、ポンプ施設、逆勾配管路、人孔部における水の出入り等のモデル化を行った。

図-1および2にはポンプ施設および逆勾配管路の解析結果例を示す。図-1からはポンプ施設が稼働と同調して、管路内の流量の増加している様子の解析を行っていることが確認できた。図-2からは、管路が逆勾配になっている地点において、下流側(図中30m地点)管路下端における限界水深まで、管路内に湛水を生じている様子の解析を行っていることが確認できた。

● 水位-流量(H-Q)曲線の作成

平成12年度にM流域において行った下水道管路内の現地流量観測では、浮子を用いて人孔部間を流下する時間から流速を算出する手法を採用した。しかし、この手法で得られる観測結果の信頼性の高いものとはいえなかった。そこで平成13年度は再度現地流量観測を行い、新たにH-Q曲線を作成した。観測においては、十分な雨量および出水を捉えることができ、H-Q曲線も良好なものを作成することができた。

PWR Iモデル解析結果からは、非常に良好な傾向が見受けられることから、今後各種施設の組合せによる浸水低減効果の精緻な検討を行う際には、有効に用いることができるようになると思われる。また、実流域およびその管路内における各種の観測のデータ類は、今後モデルのさらなる精度向上に向けて有益な情報になると考えられる。

研究担当者：

金木 誠、三輪 準二、水草 浩一

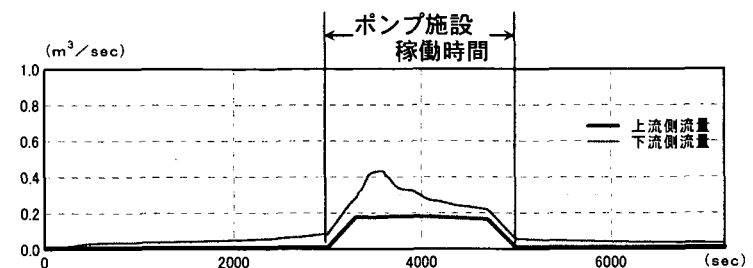


図-1 仮想流域管路内におけるポンプ施設稼働の確認解析
(ポンプ施設設置管路での流量の時系列変化)

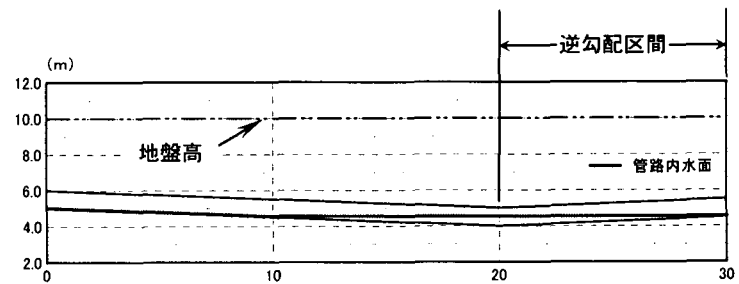


図-2 仮想流域における逆勾配管路の確認解析
(縦断水面形)

キーワード 浸水被害、都市雨水排除施設、PWR Iモデル

下水道工事積算の体系化に関する調査		本文255ページ	平成13年度
全体計画	下水道事業調査費 平成11～13年度	建設システム課	
<p>(目的) 新土木工事積算大系(以下「新大系」という)は、公共土木工事の請負契約の透明性向上、契約内容の明確化、建設事業の国際化に対応する目的で、整備を進めているが、下水道事業分野においては中核的整備項目である工事工種の体系化・積算基準書の体系化は整備完了しているが、下水道土木工事共通仕様書の作成・体系化、数量算出要領等の作成・体系化は実施されていない。</p> <p>下水道事業におけるコスト縮減については、道路埋設基準について平成11年3月31日に建設省より通達され、下水道管路等を地下に設ける場合の埋設の深さ等についての基準が緩和されていることから、本施策により、特に処理区の上流部に国道横断箇所がある場合や面整備管路を国道に埋設せざるをえなかったケースにおいて大きなコスト縮減効果が期待される。</p> <p>本研究は、一連の下水道分野の上記積算・契約関連図書類の作成・体系化を行うことを目的として「下水道土木工事共通仕様書(案)」を作成した。また、管路埋設基準緩和による管路建設コストの低減効果について処理区単位での評価を試みた。</p>			
<p>(結果)</p> <p>1. 下水道土木工事共通仕様書(案)の作成 一般土木分野(河川、道路等)の共通仕様書に、下水道編として下水道固有の工種と国土交通省仕様書に記載されていない工種(推進工種など)を追加整備する形で作成した。また、工事工種体系のレベル1～4の階層構成に合わせた編・章・節等の目次構成により、各体系レベルの仕様・品質が明確に明示できる形とした。記述上の留意点として、契約上の監督職員・請負者権限、及び契約条件の明確化を図るため、「指示」「承諾」「提出」等の行為を明確にすると共に、「設計図図書」「契約図書」に記述されるべき工事仕様については、「…は、設計図書による」等の表現とし、また、工事目的物の品質確保に関係しない工種においては施工任意性を阻害しないよう配慮した。</p> <p>2. 埋設基準緩和による管路建設コストの低減効果 管路埋設基準の改定により、特に国道横断部分での管路埋設深への影響が大きく、ケース1:枝線が国道を縦横断している場合、ケース2:幹線が国道を横断しているケース、をモデルとし埋設基準緩和前と緩和後での管路建設コストの低減効果を分析した。その結果、処理区全体で、ケース1の場合で約1割、ケース2で約7%の建設コストの低減効果があることが分かった。</p>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>ケース1</p> <p>対象区域 5.4 ha</p> <p>影響面積 1.1</p> <p>影響幹線管路延長 1.8 km</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ケース2</p> <p>対象区域 5.2</p> <p>影響面積 1.1</p> <p>影響幹線管路延長 1.3 km</p> </div> </div>			
キーワード	新土木工事積算大系、下水道土木工事共通仕様書(案)、管路埋設基準の改定、コスト縮減		

管路施工法の合理的な評価・選定手法に関する調査		本文261ページ	平成13年度
全体計画	下水道事業調査費 平成12～14年度	土木研究所施工技術チーム	
<p>(目的) 下水道管路の整備は、従来建設費を最小とする設計が行われてきたが、近年、維持管理費の増大に伴い、これらのコストを総合的に考慮した「ライフサイクルコスト」を最小とする設計が求められている。しかし、下水道管路におけるライフサイクルコストの算定にあたっては、以下に示すような問題点があるため、現在のところ具体的な算定方法が確立されていないのが実状である。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 推進工法などにおいて、多種多様な工法・材料が開発されており、施工条件に応じた合理的な工法選定手法が十分に整理されていない。 ② 管路の埋設・使用環境に応じた耐用年数について体系的なデータ整理がなされておらず、機能上の耐用年数に関する考え方が確立されていない。 ③ 管路の使用目的・規模等に応じた適切な維持管理手法の考え方が統一的に整理されていない。このため、支障が生じた場合の緊急対応的な維持管理が主となっている。 ④ 管路の補修・改築工法が各種開発されているが、更新後の耐用年数が明確になっていない。 <p>本調査は、これらの問題点を考慮し、中小規模の地方自治体の技術者が、下水道管路におけるライフサイクルコストを加味した合理的な工法選定手法を確立することを目的とする。</p> <p>(結果) 今年度は、①推進工法に注目した管路施工法選定資料集の作成、②下水道管路の機能上の耐用年数算定方法の検討を行った。</p> <p>(1) 管路施工法選定資料集の作成 各種新工法が開発されている推進工法に注目し、各種工法の特徴を整理し、工法毎の周辺環境への影響の度合いについて検討するとともに、施工条件毎の工法選定フロー案を作成した。周辺環境への影響については、土質による適用範囲の狭い圧入方式が最も影響が小さく、適用範囲の広い泥水方式が最も影響が大きいことが分かった。</p> <p>(2) 下水道管路の耐用年数について 下水道管路の耐用年数を決定する要因として以下のものが考えられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 物理的耐用年数：管路構造物そのものの耐久性によって決定される耐用年数 ② 機能的耐用年数：流下下水がその容量をこえることによる機能上の耐用年数 ③ 経済的耐用年数：維持管理・補修費と更新費との比較から決まる耐用年数 ④ 社会的耐用年数：他の構造物の建設に伴う撤去など、他の外的要因により決まる年数 ⑤ 災害上の耐用年数：地震等により管路がその構造耐力や機能を失う災害により決まる耐用年数 <p>以上の要因のうち、下水道管路の耐用年数を決定するために考慮すべき要因としては、物理的耐用年数と経済的耐用年数を対象とすることが妥当と考えられる。</p> <p>物理的耐用年数は、管路の使用材料によってその耐用年限が大きく異なるが、コンクリートを例にとると、劣化原因としてはコンクリートの中酸化に伴う鉄筋の腐食と硫化水素に起因するコンクリートの劣化に大別される。下水道管路におけるコンクリートの中酸化について、経年50年以上の下水道管路に対する調査結果によると、概ね0.5mm/年程度の劣化を考慮すれば良く、通常使用されるヒューム管（鉄筋被り15mm程度）では、耐用年数は概ね30年と考えられる。</p> <p>経済的耐用年数については、東京都下水道局で減価償却費と平均維持管理費を考慮した経済的耐用年数の検討法が提案されているが、今後下水道管路の経年と維持管理費の関係を上記の物理的耐用年数との関係から検討し、合理的なライフサイクルコストの算定法を提案していきたい。</p>			
研究担当者：大下 武志、小野寺 誠一、橋本 聖			
キーワード	管路施工法、推進工法、ライフサイクルコスト		

下水道施設への新素材の活用技術に関する調査	本文267ページ	平成13年度
-----------------------	----------	--------

全体計画	下水道事業調査費 平成13～15年度	土木研究所新材料チーム
------	--------------------	-------------

(目的)

下水道整備を効率的に進めるためには、従来から広く利用されている鉄筋コンクリートよりも耐食性の高い新素材を活用する技術開発が求められている。本課題はこのような新素材を探索し、下水道施設での耐食性・適用性を調査する。さらに、下水道施設用防食材料としての改良・技術開発を行う。本課題の研究項目は下記の2項目である。

- ①下水道施設用防食材料の高性能化・高機能化技術の開発
- ②抗菌材料に関する調査

近年、下水道施設用の防食指針類が整備されたので、新設構造物の防食性能は向上している。また、下水道の整備率は平成12年度末で62%と増えているため、既設構造物補修の重要性が高まりつつある。これらの理由から、研究対象を下水道施設のコンクリート補修材料とした。

(結果)

1. 下水道施設用防食材料の高性能化・高機能化技術の開発

本報告で検討した新材料のうち、ライニング材として適用できる材料の性能を比較した結果を表1に示す。

表 1 新材料のライニング材としての性能比較

	遮蔽性	耐酸性	耐アルカリ性	接着性	施工性	コスト	備考
塗布型ライニング材(比較)	△	○	○	○	△	○	
シートライニング材(比較)	○	◎	◎	△	△	△	
チタン箔	◎	◎	◎	△	△	○	
連続繊維シート工法	○	◎	◎	○	○	△	耐震補強の可能性
CFRPシートライニング材	○	◎	◎	△	△	△	
ポリウレ樹脂系塗布型ライニング材	△	○	○	○	◎	○	

凡例：◎ 非常に優れている，○ 優れている，△ 改善の余地あり

シートライニング材は、塗布型ライニング材よりも、遮蔽性、耐酸性、耐アルカリ性は優れているが、接着性、コストが劣っている。チタン箔は、遮蔽性、耐酸性、耐アルカリ性はさらに優れているが、接着性に関する技術開発が不可欠である。チタン箔のコストは塗布型ライニング材と同程度である。連続繊維シート工法の遮蔽性はチタン箔に及ばないが、構造物補強の可能性が期待できる。CFRPシートライニング材の性能は、従来のGFRPのシートライニング材と同程度である。新しい塗布型ライニング材（ポリウレ樹脂）は、施工性は高いが、ややコスト高である。

したがって、チタン箔は、接着性が技術開発されれば新しいライニング材として利点が多い。また、連続繊維シート工法も構造物補強が必要な場合には有力である。

2. 抗菌材料に関する調査

(1) 抗菌性コンクリート

硫黄酸化細菌による硫酸生成を抑制するために、硫黄酸化細菌の活性を阻害する物質（防菌剤や抗菌剤）を混入する、抗菌性コンクリートが開発されている。平均硫化水素ガス濃度が10ppm程度以下の環境（B種環境）では、硫黄酸化細菌の抑制効果があるといわれている。

(2) 銅箔

銅は酸化した場合に有毒な塩となる可能性がある。また、硫化水素の作用で表面に硫化銅が発生し、抗菌性能が低下する。したがって、下水道施設では適応が困難と考えられる。

研究担当者：明嵐 政司、西崎 到

キーワード	下水道施設、耐食性、抗菌性、新材料
-------	-------------------

更新時の下水道管渠の構造的評価と補修工法に関する調査		本文275ページ	平成 13 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成13～15年度	土木研究所 材料地盤研究グループ(土質)	
<p>(目的) 下水道整備の拡大とともに既存施設が増大するにつれて、耐用年数を超過した管渠も増え始めており、今後老朽化は急速に進むと予測される。しかし、その補修工法選定において重要な要素となる、既設管渠に作用する土圧等外力の状態は不明な点が多く、場合によっては管渠に想定以下の土圧しか作用せず、補修が過剰となることも考えられる。合理的な下水道管渠の維持、補修を進めるにあたっては、管渠に作用する土圧の経年変化等を明らかにする必要がある。本研究では、長期間経過後の管渠周り地盤の特性について調査すると共に、管渠に作用する土圧の経年変化等について実験的及び解析的検討を進め、作用土圧の評価手法を提案する事が最終的な目的である。</p> <p>(結果) 土圧(特に地中構造物周辺の土圧)の経年変化に関する文献調査を行ったところ、埋設管に作用する土圧の長期的変化は既往の研究例が皆無に等しく、実験、現場測定、解析ともに事例が極めて少ないことがわかった。時間経過に伴い埋設管上の鉛直土圧が増加する場合と減少する場合がそれぞれ報告され、地盤・地下水・埋設条件などに複雑に影響されているものと思われる。まず、地中構造物に作用する土圧が長期的に変化する場合は以下のよう考察した。</p> <p>A. 地中構造物周辺の地盤に外的条件(外力)が加わって変位が生じた場合。 B. 地中構造物の変形によってその相互作用として周辺地盤に変位が生じた場合。 C. 周辺地盤自体の力学特性が時間経過に伴って変化した場合。</p> ここでAの外的条件としては、上載荷重、交通振動、地震、地下水の上下、溝型や突出型の埋設管敷設に伴う近接地山部分との摩擦などが考えられる。Bの作用は埋設時においてはとくにたわみ管を使用した場合に影響が大きく、長期間にわたって管自体が劣化または破損し変形することも考えられる。また、Cにあがった地盤材料の時間効果は粘性効果(速度効果やクリープ、リラクゼーションなど)と年代効果(セメンテーションや構造化などのエイジング作用)に大別される。 今年度は、埋設管の変形に伴う地盤との相互作用による土圧変化と、地盤自体の力学特性の時間効果の2点に着目して次のような調査・実験を実施した。 <p>① 長期間経過後の地中構造物周辺地盤の実態調査：宮城県塩竈市にて、敷設後30年を経過した下水管の周辺地盤の調査を実施した。調査地は軟弱地盤上に埋立てを施しており全般に地盤沈下が著しい。埋立てに用いられている土は細粒分まじりの砂礫で、ごく一般的に用いられる埋立て材であった。表面波探査によるS波速度の測定および目視による観察では、周辺地盤には顕著な年代効果は確認できなかった。</p> <p>② 地中埋設管に作用する土圧の長期モニタリング：土槽内のモデル地盤にひずみゲージを装着した管を埋設し、埋設時及び埋設後の周辺地盤土圧や管の変形を計測した。剛性管とたわみ管で土圧分布特性に違いが見られた。計測は本研究終了時まで継続する予定であるが、現在までのところ埋戻し後の時間経過に伴う大きな変化は見られない。</p> <p>③ 降下床実験による緩み土圧の時間効果の計測：豊浦標準砂で土槽内に作成したモデル地盤に対して降下床の移動速度を様々に変化させた実験を行い、その速度効果やリラクゼーションによる応力変化などを調べた。今回の実験の範囲内では土圧-降下変位関係は降下速度の影響を受けない事がわかった。</p> 以上から今年度得られた知見をまとめると以下の通りである。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 埋戻し土の固結などの年代効果は数十年の期間では期待できない。 ・ 地中構造物のわずかな変位で土圧は大きく変化する。下水管理程度程度の荷重レベルでは土圧と変位の関係はその速度履歴に影響されない。 <p>研究担当者：恒岡 伸幸、桑野 玲子、古本 一司</p>			
キーワード	埋設管、土圧、時間効果		

(目的)

下水道施設の地震被害としては地盤の液状化による被害が最も多いが、現行の設計基準では具体的な対策方法は示されておらず、実用的な対策工の提案が求められている。そこで 13 年度は、前年度に引き続き液状化による管渠の液状化被害を防止するために必要な埋戻し部の締め固め程度を明らかにし、管渠の液状化被害を防止するために必要な埋戻し施工管理基準の提案を目的として、下水道管渠の浮上りに関する動的遠心模型実験を行い、管渠の浮上り被害程度と埋戻し材の液状化特性との関係を調べ、また、下水道処理施設の液状化対策技術としての矢板締切り工法の設計法を検討した。

(結果)

埋戻し土の室内試験、および管路の浮上りに関する動的遠心模型実験（図-1）より、締め固め度 $D=90\%$ 程度に締め固めておけば、埋戻し部が液状化しても周辺地盤の液状化の有無にかかわらず管路模型の浮上りは生じないこと、液状化強度がある程度高ければ管渠の浮上りは生じないこと、を明らかにした（図-2）。これらの成果をもとに、締め固め度を指標とした液状化被害防止の観点からの下水道管渠の埋戻し施工管理基準を提案した。

また、下水道処理施設の液状化対策技術としての矢板締切り工法について、矢板の曲げ剛性に応じた地震時土圧を考慮する設計法を提案した（図-3, 4）。これにより、従来より合理的な矢板締切り工法の設計が可能となる。

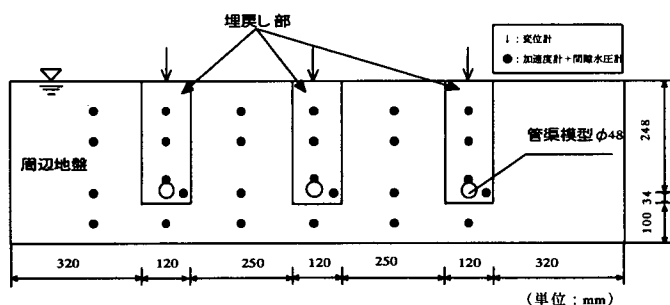


図-1 管渠の浮上りに関する遠心実験模型

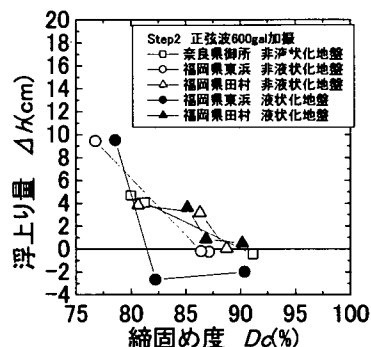


図-2 埋戻し部の締め固め度と浮上り量の関係

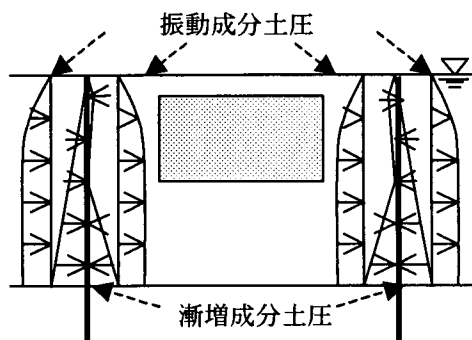


図-3 矢板締切り工設計モデル

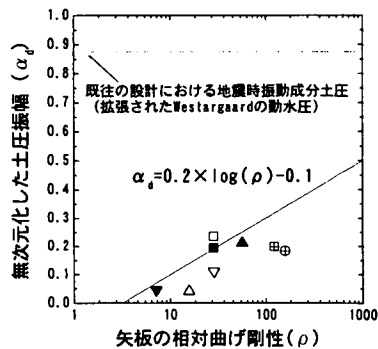


図-4 矢板曲げ剛性と地震時振動成分土圧の関係

研究担当者：田村 敬一、佐々木哲也

キーワード	下水道管渠、下水道施設、液状化、埋戻し、矢板締切り工
-------	----------------------------

河川水質調査法の体系化に関する調査	本文287ページ	平成 13 年度
-------------------	----------	----------

全体計画	治水勘定 平成 12～14 年度	水質チーム
------	------------------	-------

(目的)

現在、水質調査は河川砂防技術基準（案）に基づいて実施されているところであるが、詳細な調査地点、調査頻度などについては各河川管理者の判断に委ねられている。測定の意味を明確にし、河川水質調査の合理的な調査条件を設定し、水質調査の効率化を図る必要があるが、現状では必ずしも河川水質調査の体系化が図られていない。このため、本調査は水質調査の体系を図り、水質調査要領にとりまとめることを目的に各技術事務所と共同で実施している。特に、土木研究所では、河川管理者が実施する水質調査の基本的な考え方と調査方法の体系化が不十分な底質の調査手法について検討を行う。

(結果)

平成 13 年度は、柱状採泥方法の整理・検討と底泥からの栄養塩類の溶出試験条件の検討を行った。

1) 底質を柱状に採取する柱状採泥器として種々のものが考案されており、調査の目的、底泥の状況等を考慮し、それらに適した機器が選択されている。

柱状採泥器は、採泥管の貫入方法の違いから表-1のように分類され、各型式のうち、③～⑦は主に土木工学、地質学の分野で使用されるもので、比較的水深の浅い水域での調査では、①の押し込み型柱状採泥器、又は②の重力型柱状採泥器が主となる。

平成 13 年度は、水深が 2 m 程度の手賀沼において①、②の型式の採泥器により底泥の柱状採取を行い、以下の結果を得た。

・押し込み型柱状採泥器を用いたダイバーによる採泥（1 m）を行った。手賀沼底泥は比較的柔らかく、採泥深度 1 m においても採取成果は良好であった。

・重力式柱状採泥器（50 cm）により数回底泥採取を行った。底泥表面の攪乱は無く、柱状採取状況は良好であったが、採取する度に採取泥厚が異なっていた。採泥器の落下速度を一定にする工夫が必要である。

2) 底泥からの栄養塩類の溶出量、溶出速度と温度の関係把握のため、間隙水中の栄養塩類濃度変化に温度が与える影響について試験した。

10℃、20℃の恒温室内で試験した結果、測定した各栄養塩類、D-TOCとも10℃、20℃の温度条件と間隙水中の濃度変化との明確な関係られなかった。

研究担当者：

田中 宏明、小森 行也、佐々木 稔

表-1 柱状採泥器の種類

型式	動作原理	備考
①押し込み型柱状採泥器	浅い所で小舟、橋上、川岸等から人力（ダイバーによる場合もある）によって採泥管を貫入させる方法で、補助的に重錘による打撃を加えるものも含まれる	主に浅い水深域で適用
②重力型柱状採泥器	採泥管と重錘で構成され、所定の水深までワイヤーで垂下され、そこからは自重で落下し底泥中へ貫入する	最も種類の多いタイプ
③振動型柱状採泥器	採泥管の上部にパイプレータを取り付け、その振動により底泥を液状化させて摩擦抵抗を減じながら貫入させる	砂質土でも採取可能
④衝撃型柱状採泥器	採泥管が重力落下により底質内に貫入した後に、さらに重錘の落下または火薬の爆発等の衝撃力によって貫入深度を増大させる	砂層や岩盤に適用可能
⑤差圧型柱状採泥器	採泥管に取り付けられたチャンバ（耐圧容器）内の気圧と周囲水圧との圧力差を貫入力に変換するもので、着底後チャンババルブが開放され、高圧の外界水が流入して採泥管を押し下げる	貫入能力の制御が課題
⑥回転型柱状採泥器	採泥管に回転を与えて底泥中に貫入させる	採取コアの乱れが大きい
⑦噴射型柱状採泥器	水ジェットにより基盤上に体積している比較的軟らかい底泥を除去し、目的の基盤岩に達した後に岩石コアを採取する	岩石コア採取に適用可能

キーワード	水質調査、底質調査、底泥、柱状採泥器、栄養塩類、溶出
-------	----------------------------

（目的）

近年、極微量でも高い毒性を持つとされているダイオキシン類による汚染が全国的に大きな問題となっている。底質中のダイオキシン類の濃度は位置により大きく変化する可能性があるため、万一その汚染が発見された場合に効率的な対策を行うには、簡易かつ低コストで迅速に概略のダイオキシン類の分布状況を推定し、施工管理や対策評価をより適切に行う必要がある。一方、底質中のダイオキシン類測定は、一般に試料採取から分析結果の解析までに長時間を必要としており、施工管理等の建設事業に対応したより簡易で迅速に結果が得られる分析手法の検討、開発が必要である。

本研究は、底質中に含まれる可能性のあるダイオキシン類の分析にあたり、建設事業に対応するため、より迅速に結果が得られる分析手法の検討、開発を目的としている。13 年度は、前年度に引き続き、底質試料中のダイオキシン類の分析手法の各工程のうち、乾燥、抽出工程の迅速化に関する比較検討を行った。

（結果）

河川の底質試料を採取し、同じ試料を用いて乾燥、抽出手法の違いが分析結果に及ぼす影響を検討した。これまでに検討した抽出手法の主な操作を比較し表-1に示す。13 年度は高速溶媒抽出法（Pressurized Fluid Extraction、以下 PFE 法）を用いて抽出条件の検討を行った。

PFE 法の各抽出条件で得られた分析結果とソックスレー抽出法での分析結果の比を各異性体毎に図-1に示す。PFE 法の条件 A、条件 C での分析結果は、ほとんどの異性体でソックスレー抽出法での分析結果より高い値を示した。一方、条件 B、条件 D での分析結果は、ほとんどの異性体でソックスレー抽出法、湿泥-ヘキサン抽出法での分析結果より低い値を示した。

条件 A は、環境庁法であるソックスレー抽出法を PFE 法に置きかえたものである。高温での有機溶媒と試料との接触により、抽出が促進されたものと思われる。条件 B は条件 A から風乾を除いた操作条件であり、試料中の水分が残留していることから、有機溶媒が試料に接触できず、抽出が十分行われなかったものと考えられる。一方条件 C では、風乾による乾燥のかわりにアセトンによる脱水を行うことで、有機溶媒との接触が効率よく行われたものと考えられる。条件 D は、操作の単純化のため、脱水用のアセトンと抽出用のトルエンを混合したものであるが、十分な脱水、抽出効率の向上には至らなかった。

PFE 法は抽出時間が比較的短かい抽出方法である。特に、抽出操作条件 C では乾燥工程を要さないため乾燥・抽出時間が短くなるのみならず、ほとんどの異性体の分析結果がソックスレー抽出法での分析結果より高い値を示し、いわゆる安全側の分析結果を得ることができる可能性が高いことが明らかとなった。これらことから、条件 C は迅速なダイオキシン類抽出法として有望な手法の一つであると考えられる。

今後、より迅速な乾燥、抽出手法の検討、性状の異なる底質試料を用いた検討、迅速な乾燥、抽出手法により得られる抽出物を簡易な検出手法に適用するための検討を進める必要がある。

研究担当者：鈴木 稔、落 修一、南山 瑞彦

表-1 各抽出法の主な操作と所要時間

	ソックスレー抽出法	湿泥-ヘキサン抽出法	高速溶媒抽出法(Pressurized Fluid Extraction法)			
			条件A	条件B	条件C	条件D
乾燥	風乾 (数日～十日)		風乾 (数日～十日)			
抽出	トルエンでソックスレー抽出 (16時間以上)	水酸化カリウムエタノール溶液を入れ、室温放置 (1夜) + ヘキサンで振とう抽出 (10分3回)	トルエンで抽出 (20分2回)	トルエンで抽出 (20分2回)	アセトンで抽出 (20分) + トルエンで抽出 (20分)	20%アセトン含有トルエンで抽出 (20分2回)

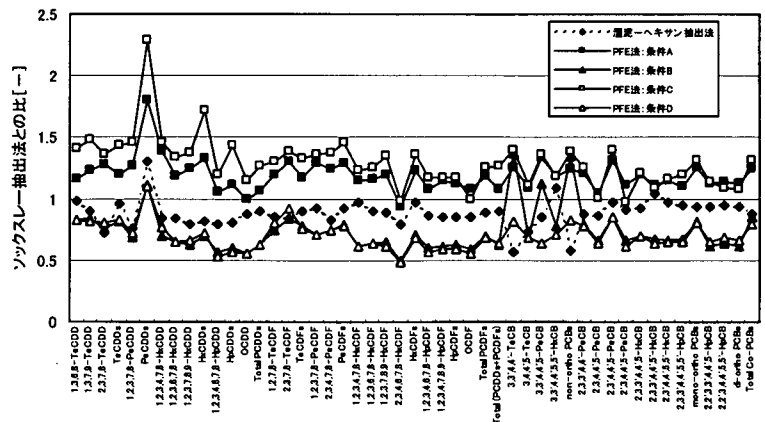


図-1 ソックスレー抽出法と各種抽出法によるダイオキシン類分析結果の比較

キーワード ダイオキシン類、底質、分析、抽出、迅速化

ダイオキシン類の存在形態とモニタリング・分析手法に関する研究(3)		本文291ページ	平成13年度
全体計画	一般勘定 平成12～14年度	水質チーム	

(目的)

河川底質のダイオキシン類汚染対策を実施するために、先ず、どこが最も汚染されていて優先的に対策を講じる必要があるのか見極める必要がある。そのためには、汚染区域を詳細に調査することが重要であるが、既存の分析方法（公定法）では、高価な分析機器が必要であり、分析費用が高額で前処理が煩雑で分析に時間を要する等課題も多い。そのため、公定法と比較して簡易に、迅速に、一般的な実験室、現場にて試料の前処理から測定までできる新たな技術の開発が望まれている。

本研究では、抗原抗体法(ELISA)などを用いた簡易な検出技術の開発を目的としている。また、公定法の精度管理手法は分析同様複雑で、専門家でないとは判定が難しいが、本研究ではこれらをパターン化、システム化し、誰でも簡単に判定することができる手法の提案を行うことを目的としている。

(研究内容および結果)

1. 簡易分析手法の開発

河川底質のダイオキシン類対策を実施することを想定した場合、公定法での監視の他に①調査段階では汚染範囲の確認調査、②工事段階では工事境界での底泥の巻き上げ状況把握、上下流への輸送状況の監視、工事区域外の水質、底質への影響、中間処理・処分施設等の監視を行う必要がある。また、③工事終了後においては汚染現場の改善効果の把握、底質処分場の環境影響を監視する目的でモニタリングを実施する必要がある。

これらのモニタリングでは多数の試料の測定、連続的モニタリングが対象となることから、分析時間が短い、あるいは低コストである方法について検討を行うことが必要である。また、簡易分析法であっても分析信頼性の確認は重要であり、その分析方法の特徴を十分把握した上で目的にあった利用が望まれる。表-1に簡易モニタリング技術の検討において優先すべき事項を示す。

2. 精度管理手法の検討

河川水、底質のダイオキシン類の分析において、データの信頼性を確保する手法の確立を目的とし、既存マニュアルの精度管理手法を整理し検討するとともに、現在、専門家が実施している精度管理手法をパターン化、システム化し、比較的簡単に判定できる手法を提案する。

表-1 河川底泥のダイオキシン類対策にあたって必要となる調査・工事段階における簡易モニタリング技術の要件

	調査段階		工事段階				工事終了後	
	汚染範囲確認調査	工事の影響範囲調査	工事境界における底泥の巻き上げ、上下流への輸送の監視	工事区域外の水質、底質への影響の監視	中間処理・処分施設での固液分離液、仮置きヤードのモニタリング	底質処分場からの漏出の有無の監視	汚染現場の改善効果の把握	底質処分場の環境影響の監視
分析時間短縮	○	○	○	◎	○	◎		◎
連続モニタリング			◎		◎			
低コスト化	◎	◎		○			◎	
分析信頼性	○	○		○	○	○	○	○

注：簡易モニタリングの検討において考慮すべき事項
◎：最も優先すべき事項 ○：優先すべき事項

研究担当者：田中 宏明、小森 行也、岡安 祐司、八十島 誠

キーワード ダイオキシン類、底質、水質、簡易分析、精度管理

全体計画	測量及び試験費 平成13~14年度(新規)	リサイクルチーム
------	-----------------------	----------

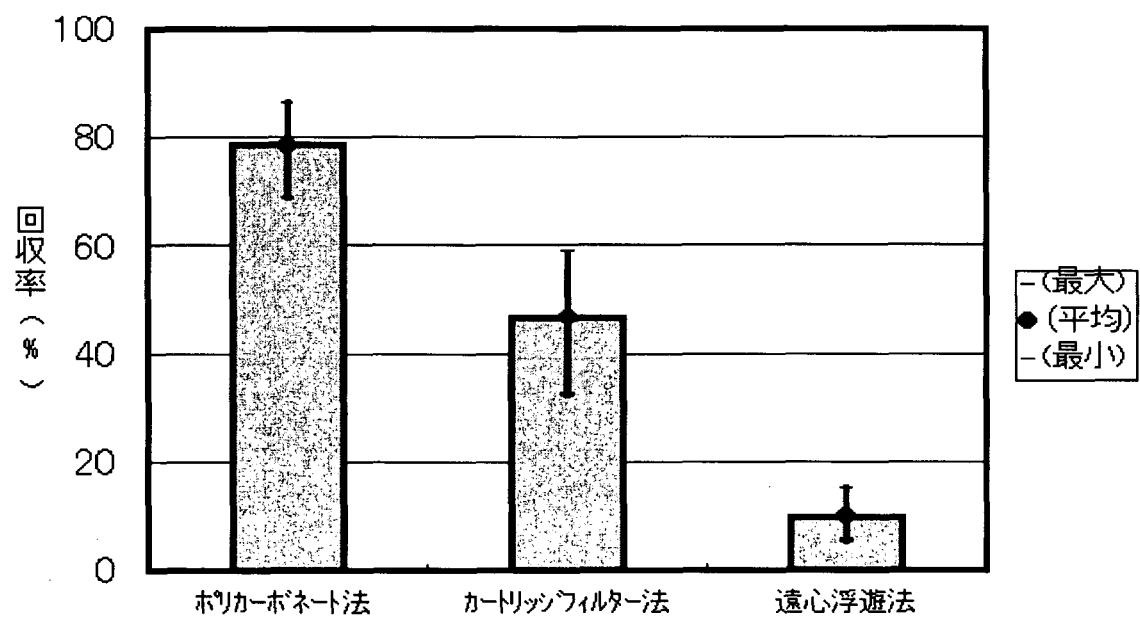
(目的)

河川水の衛生上の安全性を評価するためには、河川水中のクリプトスポリジウム原虫の存在量を把握することが重要である。特に、河川水が水道水源や親水として利用されている場合、河川水中のクリプトスポリジウム原虫はヒトに対して重大な健康影響を及ぼす可能性がある。注意勧告などのクリプトスポリジウム原虫対策を迅速に行うためには、河川水中のクリプトスポリジウムを常にモニタリングする必要がある。しかし、クリプトスポリジウム原虫の高感度測定方法は確立されていない。

本研究では河川水中のクリプトスポリジウム原虫の濃縮・回収方法の開発と回収されたクリプトスポリジウムの種類や由来を遺伝子解析から同定するための試験法の確立を目指す。

(結果)

13年度は、河川水からクリプトスポリジウムの濃縮方法を検討した。検討した濃縮方法は、ポリカーボネートフィルター法、カートリッジフィルター法、遠心浮遊法である。なお、各濃縮試料からのクリプトスポリジウムの回収は免疫磁気ビーズに統一した。最もクリプトスポリジウムの回収率が高かった方法は、ポリカーボネートフィルター法であり、クリプトスポリジウムの回収率は80%に達した。



河川水中のクリプトスポリジウムオーシストの濃縮方法と回収率の関係

研究担当者：鈴木 穰、北村 友一

キーワード	クリプトスポリジウム、回収方法、ポリカーボネートフィルター、免疫磁気ビーズ
-------	---------------------------------------

河川水中のエストロゲン様物質に関する調査		本文 295 ページ	平成13年度
全体計画	平成11年～平成13年	水質チーム	

(目的)

国土交通省では、いわゆる環境ホルモン問題に対して、河川における実態を把握することを目的に全国109の一級河川において環境ホルモン物質の実態調査を行っている。環境中には人間活動に由来する多くの化学物質が存在すると考えられるが、実態調査において測定対象としている化学物質の種類は限られたものであり、さらにそれらが複合的に作用した場合の生物影響については考慮されていない。

本調査においてはエストロゲン様活性を総合的に把握するため、遺伝子操作によりを測定する機構を組み込んだ酵母菌(組み換え酵母)を測定する方法の検討を行い、河川水への評価手法の適応を試みてきた。13年度は全国一級河川においてエストロゲン活性の測定を行い、全国一級河川におけるエストロゲン活性の実態を整理した。

(結果)

全国一級河川106水系122地点でエストロゲン様活性の一斉調査を行い、類型毎のエストロゲン様活性の把握を行った。その分布状況を図-1に、環境省が指定している環境基準の類型別に整理をしたものを表-1に示す。

今回の結果から、類型がC、D、Eの水質汚濁の高い河川になるとエストロゲン様活性は高くなる傾向が確認されたが、A-B類型間、B-C類型間及びA-C類型間では明瞭な差があるとはまでは言えないレベルであった。本年度調査を行った全地点の平均値は0.5ng/Lであり、平成11年、12年の平均値(H11:0.4ng/L, H12:0.8ng/L)とほぼ同じ結果であった。

表-1 類型別エストロゲン様活性の比較

	エストロゲン様活性 (ng/L-E2活性等量)						全体
	類型 AA	A	B	C	D	E	
試料数	5	54	40	9	3	1	112
最小値	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2.1	-	<0.2
最大値	0.4	1.1	1.4	1.7	5.8	-	5.8
平均値	0.2	0.3	0.4	0.7	3.3	2.7*	0.5
中央値	0.2	0.2	0.3	0.7	2.1	-	0.3

*:E類型は試料数が1検体のため平均値の欄に結果を示した。

本調査により、汚濁が最も低いレベルであるとされる環境基準がAA類型の河川においても、定量下限以下であるもののエストロゲン様活性の存在が確認された。このことは、都市排水の影響のほとんど考慮されない水域での、エストロゲン様物質の存在を示しており、国内一級河川に存在するエストロゲン様活性が、下水処理水等の排水由のものだけではなく、農地などに用いられている農薬等による可能性が示唆された。

今後は、エストロゲン様活性の成分分析手法を組み合わせることで、遺伝子組み換え酵母法で検出されているエストロゲン様活性の特性と由来を確認していく必要があるものと考えられる。

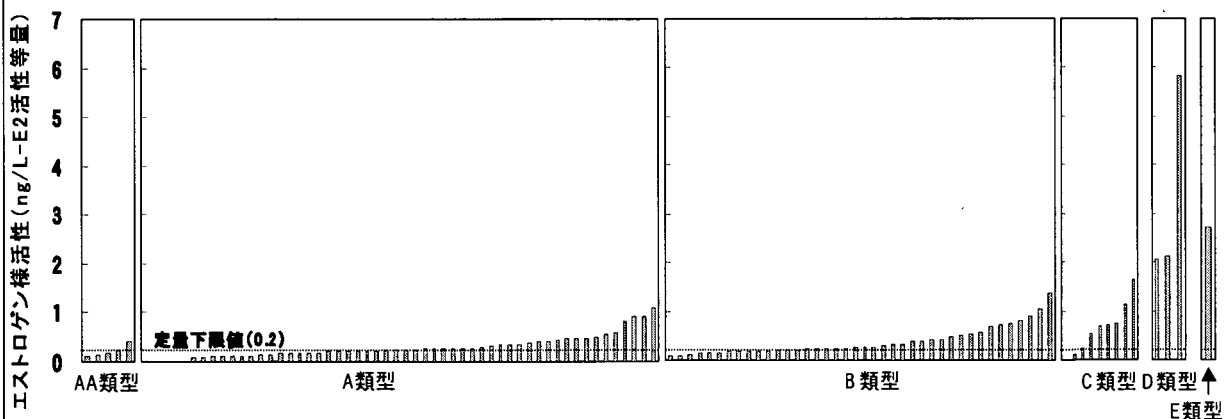


図-1 全国一級河川におけるエストロゲン様活性の類型別分布

研究担当者: 田中 宏明、玉本 博之、宮本 宣博

キーワード	エストロゲン様活性、バイオアッセイ、組み換え酵母、環境ホルモン、全国一級河川
-------	--

底泥－水間の物質移動に関する調査		本文 297 ページ	平成 13 年度
全体計画	測量及び試験費 平成 12～17 年度	水質チーム	

(目的)

流域からの汚濁負荷の他に、底質からの汚染物質の溶出が水質改善の遅れの原因となっており、また、底質の改善の遅れが水質の他にも棲息する生物環境にも影響を与えている。効果的な底泥の対策を立てるため、また、将来の水質を予測するために、底質に含まれる栄養塩類等の汚染物質の変化機構を解明し、底泥が水質に与える影響を評価する手法の確立が求められている。本調査は対象物質として栄養塩類を中心とし、底泥からの溶出機構の解明、底泥からの溶出量推定のための試験法の提案、底泥が水質に与える影響の推定方法の提案を目的としている。

(結果)

平成 13 年度は、アクリル製カラム及びコニカルチューブを用い、嫌気条件下での底泥からの静置溶出試験を実施した。試験に用いた底泥は、渡良瀬貯水池南ブロックのほぼ中心で、エクマンバージ型採泥器を用いて採取を行った。調査において複数容器に封入して条件を変えて試験を行ったことから、底泥試料間の差異を極力減ずるために底泥試料の均質化操作を行った。均質化操作は 50L ポリバケツにいった底泥試料を攪拌機を用いて混合攪拌、攪拌の後に 2mm メッシュのふるいを通して固形夾雑物を取り除くという手順で行った。室内静置溶出試験での底泥直上水や間隙水中の栄養塩濃度の変化から、温度や試験容器内の底泥充填厚等の試験条件と溶出量の関係について調査を行い、以下の結果を得ることができた。

(1) 静置溶出による溶出速度試験

アクリルカラムの下側をゴム栓で塞ぎ、底泥を厚さ約 30cm 及び 15cm となるように 3 本ずつ計 6 本充填、直上水として窒素曝気によりほぼ無酸素状態とした蒸留水を壁面伝いに満水となるまで静かに注入、注入後に初期水質分析用の直上水を採取した後に、上側開口部をゴム栓で塞ぎ嫌気状態となるよう密閉、溶出試験に供した(図-1)。

直上水への各水質項目の溶出速度と充填した泥厚との関係から、泥厚を 30cm とした場合の溶出速度と同 15cm の場合の溶出結果にはカラム毎のバラツキがあり、有意な差はみられなかった。このバラツキが生じた原因は、試験中のカラムの目視観測から、底泥封入時のカラム内壁面への付着による誤差が出てしまったものと推察された。また、 $\text{NO}_x\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ との濃度の推移と試験期間中の気泡の発生状況より、カラム内で脱窒が起こり直上水中の窒素各態項目の濃度変化に影響を与えている可能性が推察された。



アクリルカラム
内径φ 15cm
有効高さ51cm
(ゴム栓を除く)
充填泥厚
30cm及び15cm

図-1 アクリルカラム

(2) 間隙水中の栄養塩濃度変化と温度の関係

溶出試験に用いた同じ底泥試料を 50g ずつコニカルチューブに密封、10℃及び 20℃の恒温室内で嫌気条件下での底泥間隙水中の栄養塩濃度変化を調べる試験を実施した。溶出試験同様に 3 日、7 日、14 日経過後の底泥間隙水の水質を分析した結果、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は 14 日後まで一貫して 20℃条件で 10℃条件のほぼ倍の溶出がみられた。 $\text{NO}_x\text{-N}$ は 3 日及び 7 日経過時点では 20℃条件の溶出量が 10℃条件より多かったが、14 日経過時点では差はみられなかった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ に関しては濃度変化があまりみられず、日数、温度条件ともに溶出量との相関が明確には顕れなかった。

研究担当者：田中 宏明、佐々木 稔

キーワード	底泥、栄養塩、物質移動、直上水、間隙水
-------	---------------------

水生生態系から見た河川水質の評価に関する調査		本文 299 ページ	平成13年度
全体計画	平成 12～17 年度	水質チーム	

(目的)

環境保全を目的とした下水道事業や河川整備が水生生態系に及ぼす影響は、河川水量等の物理的な要因については把握されているものの、水質等の質的な関係についての調査事例は少なくほとんど把握されていない。この質的な関係把握のためには、水質等の変動が激しい都市部の河川を調査対象河川として選定し、そこに生息している水生生物と水質との関係についての基礎的情報を収集しておく必要がある。

本調査では、下水処理水等の河川への放流に伴い、その上下流域で空間的な水質の分布差が明確に生じている多摩川水系多摩大橋付近に焦点を当て、都市河川の水質と水生生物との関係を把握することを試みた。平成 13 年度は、平成 12 年度調査に引き続き、下水処理場からの放流水を含む排水が放流先河川に流入した際の、水質混合特性の把握を行った。

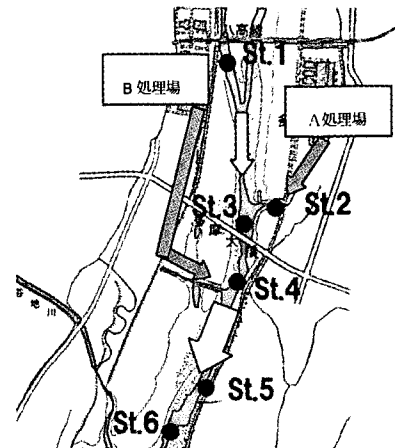


図-1 調査地点の概略図

(結果)

調査地点の概略図を図-1に示す。調査地点として、下水処理場 (A 処理場) からの放流水を含む排水樋管の出口 (St.2)、ここから下流方向に 4ヶ所の調査地点を設定した (St.3～St.6)。対照地点として上流域の St.1 を設定した。

- ① A 処理場の下水処理水は St.2 の排水樋管を経由して多摩川本川に流入しているが、St.2 からの排水は多摩川本川に流入後直ちに混合しているわけではなく、さらに下流の St.3 (St.2 から約 100m 下流) 及び St.4 (St.2 から約 500m 下流) においても余り混合されない状態であることが、横断面的な水質分布から分かった (図-2)。
- ② St.4 までは、水温、栄養塩類濃度、電気伝導度等、殆どの水質項目において下水処理場 (A 処理場) からの放流水流入側である左岸側の値が高く、右岸側と比較すると大きな差が生じていた。
- ③ これら左右岸の測定結果の差は、河川の水温の低下する冬期に顕著であり、特に本川の中央部付近で急激な栄養塩類濃度、電気伝導度等の濃度勾配を形成していた。この勾配は、水温等によって大きく異なっていた。
- ④ St.4 よりもさらに約 800m 下流の調査地点 (St.6) では、栄養塩類、電気伝導度は、概ね横断方向に均一となっており、上流にある 2つの下水処理場 (A、B 処理場) の放流水が多摩川本川で十分混合している地点であることが確認できた。
- ⑤ St.6 では、アンモニア性窒素に着目して横断的に見た場合、2月では左岸側にアンモニア性窒素が高くなったケースが見られた。これは、排水量が少ないものの、St.6 の直上流地点にあるため、その下流にある St.6 の左右岸で濃度勾配が確認されるケースがあることも確認できた。

本調査により、都市排水が河川に流入した場合、均一化されるまでかなりの距離が必要であることであり、その混合状況は流況や季節によって大きく変化することが確認されたことが挙げられる。また、排水量の少ない樋管であっても水質項目 (アンモニア性窒素等) によってはその下流域で濃度勾配を生じる場合もあることが確認できた。

<本研究の一部は、河川生態学術研究会の総合的な調査研究の一環として実施されたものである。>

研究担当者：田中 宏明、玉本 博之、
宮本 宣博

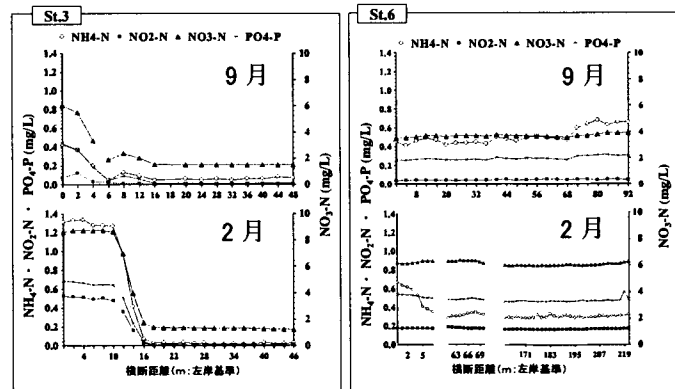


図-2 St.3、St.6地点における各態窒素・リンの横断分布

表-1 St.1、St.2、St.4、St.5地点における各態窒素・リンの調査結果

	St.1		St.2		St.4		St.5	
	9月	2月	9月	2月	9月	2月	9月	2月
NH ₄ -N	0.07	0.03	2.27	1.43	3.44	0.32	0.68	5.02
NO ₂ -N	<0.01	<0.01	0.10	0.32	0.17	0.08	0.02	0.01
NO ₃ -N	1.52	1.31	7.27	7.69	8.75	15.07	1.61	0.18
PO ₄ -P	0.01	0.01	0.74	0.61	1.53	1.59	0.20	1.09

キーワード

都市排水、混合特性、下水処理水、栄養塩類、水生生態系

水環境の評価に関する調査		本文 301ページ	平成13年度
全体計画	平成13年～平成17年	水質チーム	

(目的)

河川の流域から都市排水や農業排水等が河川へ流入するに伴い、これらの排水中の内分泌攪乱化学物質によるヒトや生態系への影響が懸念されている。特に、現在、河川水中に存在するこれらの化学物質が魚類等の水生生物に及ぼす影響の把握が求められている。そこで本調査では、水質自動監視所を活用して新鮮な河川水を用いる魚類試験装置の検討を行い、魚類試験を実施した。また、この試験結果から魚類曝露試験法を確立するための課題を抽出した。

(結果)

平成13年夏期にメダカ曝露試験を実施した。その結果、卵の孵化率は70%であり、稚魚は若干死亡する個体があったものの曝露試験を継続することができた。しかし、餌の供給が止まったため、3ヶ月の曝露飼育で体長10～22mmであり、成長は遅い傾向がみられた。

VTG (ビテロゲニン) を測定した結果、雄のVTG生成は確認できなかった。雌のVTG生成も3個体で確認されたのみであり、性成熟に至るまでにはなお時間が必要であると考えられた。河川実態調査等の水質データを参考に今回の水質測定結果をみると、この河川水のエストロゲン作用は強いとは考えられなかった。

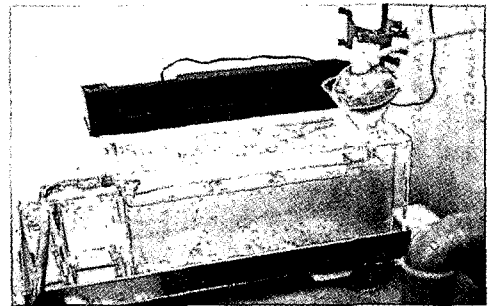


写真-1 メダカ曝露水槽

表-1 メダカ曝露試験結果 一覧表

メダカ曝露試験結果			
最終個体数	雄21匹、雌20匹、不明3匹 (3ヶ月経過後)		
VTG測定結果	<0.4μg/g-wet : 雄21匹、雌17匹、不明3匹 0.4～1.0μg/g-wet : 雌2匹 1.0～10.0μg/g-wet : 雌1匹		
水質試験結果 (μg/L)	7月第1週	8月第1週	9月第1週
17β-エストラジオール(E2)	<0.00001	<0.00001	—
エストロン	0.00013	0.00025	—
ノルフェノール	0.07	0.06	0.17
ノルフェノールエトキシレート	0.51	0.18	0.91
ノルフェノキシ酢酸	2.67	0.66	2.18
エストロゲン様活性(E2活性等量)	0.00023	0.00017	0.00071

(魚類曝露試験を確立するための課題)

本試験の結果、魚類曝露試験を確立するため下記のとおり課題を抽出した。

- (1) 監視所によって取水状況 (ポンプ稼動時間帯、取水量) が異なっていた。また、水位低下などによってポンプが停止し、取水が行われない場合があった。このため、どのような取水状況にも対応できる魚類試験装置を設計する必要があると考えられた。
- (2) 河川水とともに流入する砂泥が予想以上に多く、これが目詰まりの原因となった。砂泥の除去方法に工夫を要すると考えられた。
- (3) 予備通水では藻類の過剰供給が確認されたため、今回の試験では、この流入を抑えつつ一部を餌にすることとした。しかし、試験開始後はまったく藻類が供給されなかったため、メダカを順調に飼育することが不可能であった。今後の試験では、試験条件として餌を明確に定め、その種類や給餌量を規定する必要があると考えられた。

研究担当者: 田中 宏明、玉本 博之、宮本 宣博

キーワード	魚類モニタリング、環境ホルモン、全国一級河川
-------	------------------------