

# 概 要 約 集

**(目的)**

本研究は、ディスポーザーを地域に導入した場合の下水道施設への影響を明らかにすることを目的としている。

**(調査概要)**

○ディスポーザー導入状況

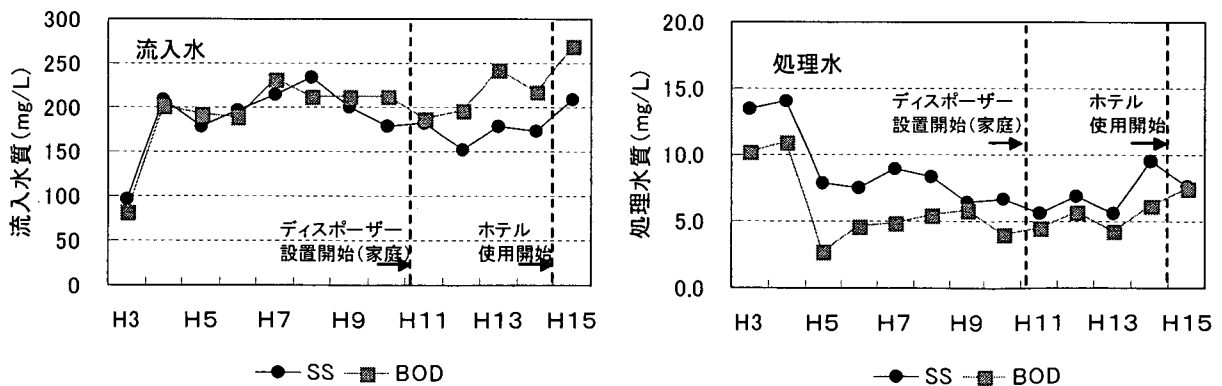
北海道歌登町では、平成 11 年 8 月から平成 14 年 3 月までに町営団地を中心に試験的にディスポーザーを 301 戸 (639 人) に設置し、現在、ディスポーザー普及率は 36% (/人) である。

○調査内容

北海道歌登町において、ディスポーザー導入前後の管渠、ポンプ場、下水処理場の影響について現地調査を実施した。管渠については、TV カメラ調査により管渠内の状況を把握し、堆積物を採取し組成調査を行った。ポンプ場については、維持管理に関する聞き取り調査およびポンプ場内の堆積物の分析を行った。処理場については、月 2 回の午前 9 時に採水される流入水および処理水のスポットサンプルについてディスポーザー導入の影響を解析した。

**(結果)**

- 1) 管渠内にはディスポーザー設置後卵殻を主体とする堆積物が確認された。
- 2) ディスポーザー導入の有無に係わらず、管渠側面には付着物が発生していることが確認された。
- 3) 下水道施設維持管理担当者への聞き取り調査の結果、ディスポーザー設置後、ポンプ施設の清掃頻度および堆積物量に変化はみられないという回答が得られた。
- 4) ポンプ場内の堆積物について組成調査の結果、土砂 86.5%、生ごみ 8.0%が含まれていることがわかった。また、堆積物の n-Hex 含有率は 3.83%、強熱減量は 34.8%であった。
- 5) ディスポーザー普及人口が 919 人 (下水道接続人口の約 40%) の段階において、流入水量の増加は観測されず、普及率 100%時にもその影響は極わずかなものと推定された。
- 6) ディスポーザー普及人口の増加に伴い、午前 9 時の流入水 (スポットサンプル) の BOD,SS 濃度は増加した。すなわち、ディスポーザー使用のピーク時間帯には、家庭からのディスポーザー排水が処理場の流入水質に影響を及ぼすことが示唆された。
- 7) 処理水の明確な悪化はみられなかった。ディスポーザー普及率 100%時にも、硝化に必要な ASRT が確保できるため、良好な処理が可能であると推定された。



● SS ■ BOD  
 図1 流入水質と処理水質の経年変化(午前9時採水のスポットサンプル)

研究担当者：高橋正宏、藤生和也、吉田綾子、浜田知幸、平出亮輔

管路施設の維持管理基準に関する調査		本文 51 ページ	平成 15 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><b>(目的)</b></p> <p>現在、管渠の耐用年数は 50 年といわれている。我が国の下水道整備は、第 1 次下水道整備五箇年計画の制定に伴い昭和 40 年頃から本格化した。一方、古くから下水道に着手した大都市などでは、既に布設後 50 年以上経過した管渠も多くある。このことから、今後急速に老朽化した管渠が増加すると考えられる。管渠は老朽化すると、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うこととなるが、下水道ストックの急激な機能喪失は、健全な生活環境の確保するために、避けなければならない重要な課題である。</p> <p>管渠の機能を持続的に確保していくには、管渠の現状把握技術、効率的な改修技術の確立が必要である。しかし、管渠は地下に建設される施設であるため破損箇所の把握が難しく、また、管渠の老朽化の実態も十分に把握されていない現状にあり過去の改修実績から適切な改修時期を予測することも困難である。</p> <p>全国的な管渠の改修工事の実態を把握していない現在、経過年数と老朽化に伴う改修時期との関係については不明である。効率的な管渠の維持管理を行うためには、全国の管渠改修工事の実態を把握し、これまでの工事実績から、管渠の破損状態および要因、改修に至るまでの経過年数を解析することが重要である。</p> <p>本研究では、統計資料により、管種別の布設状況を把握するとともに、全国の自治体を対象に管渠改修工事の実態調査を行い、管渠改修の現状について、改修に至るまでの経過年数について考察した。さらに、改修を必要とする管渠の状況、すなわち、破損状況と管種との関係を把握するために、破損状況を分類し、破損に至る要因を管種別に推定した。なお本原稿では改築ならびに修繕のことをまとめて改修と記載した。</p> <p><b>(結果)</b></p> <p>本調査では、管渠をコンクリート管、塩化ビニル管、陶管、その他の 4 種類に分類し、現在布設されている管渠の実態を整理するとともに、平成 11 年度に改修工事を実施した管渠についてアンケート調査を行い、改修管渠の管種ごとの実態について解析し、以下のことが明らかとなった。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 管径 1,000mm 以上の管渠ではコンクリート管の割合が 92%と高く、管径 500mm 以下の管渠では塩化ビニル管の割合が 48%と最も高かった。</li> <li>2) 改修管渠については、コンクリート管、塩化ビニル管、陶管ともに管径 500mm 未満の割合が高く、全体の 81%であった。</li> <li>3) 改修管渠の経過年数は、コンクリート管で 15 年以上 35 年未満のものが、陶管で 20 年以上 40 年未満のものが最も多くなり、それぞれの布設年度あたりの改修延長は 5.7km/年、1.0km/年程度であった。塩化ビニル管では経過年数 30 年前後の改修延長の増加は見られず、布設年度あたりの改修延長は 0.2km/年程度であった。</li> <li>4) 管種別の破損症状は、コンクリート管で腐食性のものと、クラック、継手のズレによるもの、塩化ビニル管でタルミ・蛇行や継手のズレなどによるもの、陶管でクラック、継手のズレなどによるものと、管壁の破損によるものが多いという傾向で見られた。</li> <li>5) 地表面の陥没は、経過年数が 30～35 年もしくは 60 年以上のコンクリート管と、経過年数が 30 年以上の陶管で多く発生しており、逆に塩化ビニル管ではほとんど発生していなかった。</li> <li>6) 地表面の陥没があったコンクリート管、陶管では、クラック、管壁の破損といった症状が同時に発生しているケースが多く見られた。</li> <li>7) 腐食の発生については、コンクリート管でのみ見られ、その要因としては圧送管、事業場排水が高い割合を示した。</li> </ol> <p>研究担当者：藤生 和也、行方 馨</p>			
キーワード	下水道、管渠、改築、修繕、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 59 ページ	平成 15 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><b>(目的)</b></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、合流改善や雨天時放流水の管理等に必要な雨天時汚濁負荷流出モデルの開発等に取り組む。新たな視点として分布型に改良するとともに、栄養塩類や大腸菌群数への適用性について検討する。</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正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><b>(結果)</b></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) 分布型山口・中村モデルについて検討し、流域モデルと管路モデルの2つを組み合わせたモデルを検討した。前年度までに整理した3都市の流域データ及び実測降雨量・水質データを基に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ることが示された。</p> <p>2) 分布型モデルであることから、段階的な合流改善計画の評価や対策手法の比較等が容易になるため、現在多くの地方公共団体で使われている集中型モデルに代わって、流出負荷量予測が可能であると考えられる。</p> <p>3) 従来のBOD、COD、SSに加えて、窒素及びリンについても同様の計算方法による再現が可能であることが示されたが、大腸菌群数については、一定の適用性が確認されたが、他流域でのデータ等から一層の検討を進める必要がある。</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) 雨水貯留管でのマンホール蓋の浮上・飛散現象について、高落差流入により形成された空気と水の混相流モデルを検討した。前年度までに実施した水理模型実験結果を基に数値解析を行い、簡易判定図表を用いた安全性照査手法を示した。</p> <p>2) 施設の設計段階から空気噴出に対する危険性を定量的に算出することができるので、より安全で効率的な施設設計が可能となると考えられる。</p> <p>3) 今後の課題としては、数値解析モデルの精度向上と、流入形式の差異や中間人孔等に対応可能な、より適用範囲の広いモデルへの改良が必要と考えられる。</p> <p>研究担当者：藤生和也、森田弘昭、那須基、森博昭、山田和弘</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)**

公共用水域の望ましい水質改善レベルを決定するためには、費用効果分析の適用が有効である。下水道事業による公共用水域の水質改善効果は、レクリエーション等による利用価値、生態系保全等利用を伴わない非利用価値に分類される。非利用価値を含めた水質改善効果を評価する方法として仮想評価法 (Contingent Valuation Methods, CVM) があるが、わが国での適用事例はまだ少なく、汎用的な適用手法の確立が求められている。一方、CVM を環境評価において先進的に採用してきたアメリカでは、水浄化法 (Clean Water Act) による全米の水質改善効果の経済評価のために、全米 61 個所で CVM 調査を行い、その結果得られた支払意思額 (WTP) 原単位を全国民に適用するという便益移転 (Benefit Transfer) の方法が採用されている。わが国においても、便益移転の方法を確立することにより、全国での公共用水域の水質改善効果の経済評価が可能になると考えられるが、便益移転について確立された方法はまだない。そこで、本調査は、わが国における便益移転の手法を検討することにより、公共用水域の水質改善効果の汎用的な経済評価手法を提示することを目的とする。

また、社会資本形成における下水道投資という観点から、既存の下水道施設の機能を維持し、さらに変化する諸状勢を受け下水道施設を効率的に管理していくために、アセットマネジメントという観念が積極的にとりいれていくことが重要である。そこで、本調査の一貫としてアセットマネジメントに関する基礎的な調査を実施した。

**(結果)**

昨年度の便益移転手法に関するレビュー結果を踏まえ、今年度は荒川流域を対象とし、便益移転のケーススタディを実施する。使用したデータは、下水道研究室が荒川流域で実施した 2 段階 2 項選択法による CVM 調査<sup>3)</sup>であり、上流部、中流部、下流部ごとに、住民属性 (所得、水環境に関する意識等)、地域性を説明変数とした便益関数の推定およびその検証を行う。2 段階 2 項選択法によって得られたデータから、WTP を導出する方法はいくつかあるが、ここでは、ロジットモデルの適用を想定するランダム効用モデルを適用して分析を行うこととした。推定式例は (1) 式のとおりである。

$$Pr(yes) = 1 / \{ 1 + \exp(-C - \gamma \cdot PAY - \alpha_1 \cdot UNO - \alpha_2 \cdot INC) \} \quad (1)式$$

Pr(yes) : 提示額(PAY)に yes と回答する確率    C,  $\gamma$ ,  $\alpha_i$  : パラメータ    PAY : 提示額 (円)  
 UNO : 荒川の利用の有無 (利用せず : 1, 利用する : 0)    INC : 回答者の所得ランク(大きいほど高所得)

上流部のデータを使用したモデルの INC (収入) のパラメータが統計的に有意ではなかったが、それ以外のパラメータ (除く定数項) は全て有意水準 5%あるいは 1%で 0 と有意に異なることが明らかとなった。

「n-1 モデル」は、3 地域 (上・中・下流) のデータから 1 地域 (例えば、下流部) を除外した推定結果である。表の左から 3 列目の「n-1 モデル」の欄は、下流地域データを除外した推定結果のみを示している。同様に、それ以外の 2 地域についても n-1 モデル推定を行った。n-1 モデルに、政策対象地 (例えば、下流部) と既存評価値 (政策対象地が下流部の場合は、それ以外の中流部と上流部のデータ) の属性データの平均値を外挿することにより、政策対象地 (下流部) の予測値が得られる。そして地域モデルによって得られた値とこれらの予測値を比較することにより、環境評価の収束的妥当性を検証することができた。

**n-1 モデルによる便益移転関数の検証結果**

政策対象地 変数	下流(3区市)		中流(3市町)		上流 地域モデル 係数
	地域モデル 係数	(t値)	n-1モデル 係数	(t値)	
提示額    PAY	6.59626E-04	(6.11104)	5.82907E-04	(7.74839)	5.32387E-04
荒川を利用しない    UN	1.09282	(3.85622)	0.684733	(2.91002)	0.769022
収入ランク    INC	-0.18893	(-2.43770)	-0.141994	(-2.95286)	-0.10358
定数項    C	-0.322982	(-0.99171)	9.22E-03	(-0.03845)	-9.83E-03
サンプル数	350		661		308
対数ゆ一度	-194.588		-367.191		-168.718
適合度	0.702857		0.698941		0.688312

研究担当者：森田 弘昭、吉田 敏章、山縣 弘樹

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 77 ページ	平成15年度
全体計画	下水道事業調査費 平成13～16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いくためには、水質に適した材料・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おいて問題となりやすい美観の確保や施設機能障害防止の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15年度は、以下の2つの事項について調査研究を行った。

- (1) 美観の確保及び施設機能障害防止の観点を踏まえた、下水処理水再利用に関する技術上の諸基準に関する検討
- (2) 下水処理水再利用用途によっては問題となる可能性があるエアロゾル発生量の評価手法に関する基礎的な検討

(1) については「下水処理水の再利用に関わる水質基準等に関する委員会（委員長：金子光美 摂南大学教授）」において平成15年度より審議検討を行っている。審議の主な内容は以下の通りである。

- ① 基準の適用範囲は水洗用水、散水用水、修景用水、親水用水とし、散水用水の利用形態として、植樹帯、芝生、路面、グラウンドへの利用を、修景用水・親水用水の利用形態として池、せせらぎ、滝、噴水への利用を想定する。
- ② 処理水再利用における苦情・トラブルの実態を踏まえ、美観的要素及び施設機能障害の観点で検討すべき事項は表-1の通りとする。
- ③ 再生水の色、濁り、臭いに関する利用者の意識についてのアンケート調査を行った結果を踏まえ、色度の基準設定が特に重要となる。

なお、委員会では、技術基準の策定に向け、平成16年度も引き続き審議を行っていく予定である。

(2) については、K浄化センター内にあるパイロットプラントの生物反応槽をエアロゾル発生源とし、ろ過捕集法により大腸菌群及び一般細菌の測定を実施した。その結果、以下の事項が明らかとなった。

- ① 大腸菌群は全く検出されず、生物反応槽由来の一般細菌が検出されたことから、一般細菌を指標細菌として定量的な評価を行う方法も視野に入れるべきであることが示唆された。
- ② 空気吸引時間と生物反応槽由来の一般細菌数は比例関係にあり、乾燥による一般細菌の死滅はあまり考慮する必要がないことが示唆されたが、空気吸引量が十分ではなく、ろ過捕集法以外の測定法も検討すべきである。

(研究担当：中島英一郎、田陽淳)

表-1 美観的要素及び施設機能障害の観点で検討すべき事項

分類	用途	検討事項
美観的要素	水洗用水	色、濁り、臭気、付着物による汚れ、ユスリカ
	散水用水	なし
	修景・親水用水	色、濁り、臭気、藻類による汚れ
施設機能障害	水洗用水	腐食、腐食が関与する閉塞
	散水用水・修景用水・親水用水	なし

キーワード	下水処理水、再利用、技術基準、エアロゾル
-------	----------------------

下水道システムのLCAに関する調査		本文 83 ページ	平成15年度
全体計画	下水道事業調査費 平成13～16年度	下水処理研究室	

**(目的)**

近年、下水道事業のみならず様々な分野において事業の効果やその事業によりもたらされる影響を評価することが強く求められており、その一つとして地球環境保全の視点からみた事業の評価が重要な課題となっている。地球環境への事業影響評価にあたっては、施設の建設、維持管理段階さらには施設の廃棄を含めたライフサイクルアセスメント(LCA)を用いることが有効な手段であると考えられている。

本調査は、下水道事業におけるLCAによる評価手法を確立し、その手法を実務に適用することを最終目標として、平成13年度より実施している。主な調査内容としては、自治体等から提供を受けた計画・建設・維持管理等に関するデータをもとにケーススタディを実施して機器や製品毎、或いは処理施設毎等の原単位を作成し、簡易にLCAを実施するための基礎データを収集・整理している。また、政策決定段階においてLCAを適用することを想定して、異なる汚水処理方法から算定した環境負荷量を評価・比較検討するとともに、比較検討手法を「マスタープランレベルにおけるLCA手法適用マニュアル(案)」として整備している。さらに、「地球温暖化」「オゾン層破壊」「富栄養化」等の様々な環境要因(環境問題)を統合的に評価する手法についての検討も行っている。

ここでは、異なる汚水処理方法から算定した環境負荷量の違いを評価・比較検討した事例を報告する。

**(結果)**

下水道事業計画区域のうち、市街地から少し離れた処理分区を対象地区として選定し、選定した対象地区において個別処理を適用した場合と集合処理を適用した場合を想定して、各処理方法による環境負荷量(CO<sub>2</sub>排出量, エネルギー消費量)を算定した。その結果、以下ことが分かった(表-1, 図-1参照)。

1. 個別処理よりも集合処理の方が環境負荷量が小さい結果となった。4つのケースを比較検討すると、環境負荷量は、概ね、以下の順に小さい結果となった。
  - (1) 集合処理—区域外の既設処理場に接続して処理する場合(ケース②-2)
  - (2) 集合処理—区域内に処理場を新設して処理する場合(ケース②-1)
  - (3) 個別処理—一般型浄化槽で処理する場合(ケース①-1)
  - (4) 個別処理—高度処理型浄化槽で処理する場合(ケース①-2)
2. 全てのケースにおいて建設時よりも運転・維持管理時においてより大きな環境負荷量が発生しており、運転・維持管理時における環境負荷量の傾向がライフサイクル全体の傾向に類似することとなった。

表-1 想定ケース

ケース区分	個別処理(ケース①)		集合処理(ケース②)	
	一般型浄化槽	高度処理型浄化槽	区域内に処理場を新設して処理する場合	区域外の既設処理場に接続して処理する場合
汚泥処理法	区域外へ汚泥を運搬し処理	区域外へ汚泥を運搬し処理	区域外へ汚泥を運搬し処理	区域外の既設処理場で焼却処理
ケースNo.	ケース①-1	ケース①-2	ケース②-1	ケース②-2

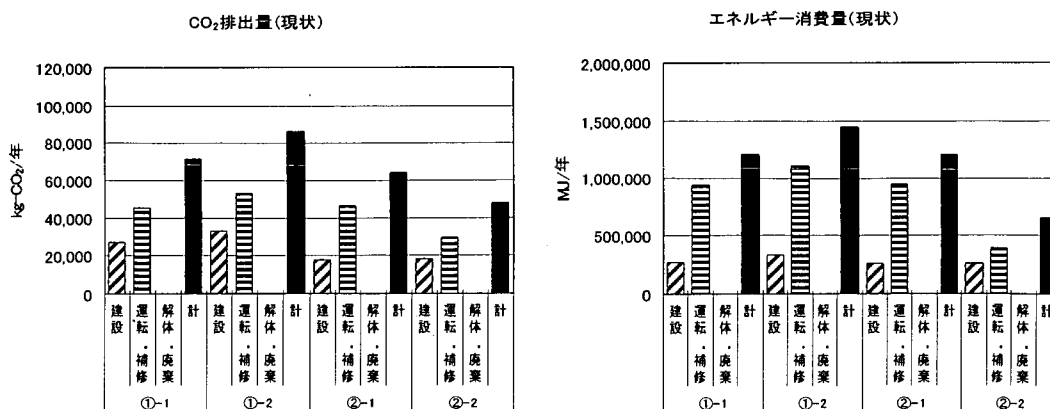


図-1 算定結果(現状の場合)

研究担当者：中島英一郎，荒谷裕介，平出亮輔

キーワード	ライフサイクルアセスメント, 個別処理, 集合処理
-------	---------------------------

下水高度処理の評価手法に関する調査	本文 91 ページ	平成 15 年度
-------------------	-----------	----------

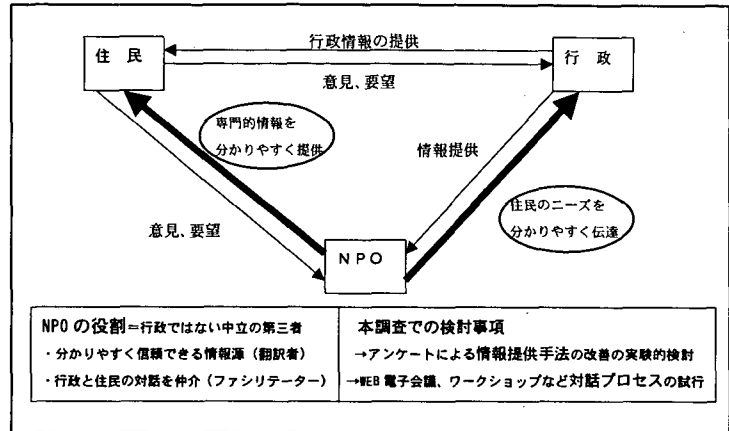
全体計画	下水道事業調査費 平成 14～16 年度	下水処理研究室
------	----------------------	---------

**(目的)**

閉鎖性水域の水質改善、下水処理水の安全性の向上等が求められており、そのためには下水の高度処理が不可欠である。本調査の目的は、高度処理に関する評価手法を開発し、高度処理に関して科学的知見に基づく明確なシナリオ及び意志決定のための合意形成手法を提示することにより、高度処理を推進するための政策提言を行うことである。また、提示にあたっては、琵琶湖流域等をモデルケースとし、提言の実用性を検証する。

**(結果)**

平成 15 年度は、琵琶湖の水質保全や下水道に関する活動を行っている NPO と協力して、地域住民や NPO、学識経験者など多様な利害関係者が参加した社会実験として、行政・NPO 協働による住民参加型の下水高度処理の評価手法に関する調査を実施した。調査のイメージを図-1 に示す。



**1. NPO 等アンケートにみる水質保全施策への意識**

琵琶湖の水質保全に関する既往施策に対する NPO 等の意識を調査した結果、社会全体として重点的に進められるべき取り組みは、環境教育、生活排水対策、農業対策、下水道施策で、身近な問題を解決できる対策や汚濁物が削減できる対策が重視される傾向があった（表-1）。一方、団体として関心を持つ取り組みは環境教育、生活排水対策、水源林保全、農業対策で、同じく身近な問題を解決できる対策が重視される傾向があった。また、「植林・里山保全活動」のような身近な問題と感じられて取り組みやすい活動では関心が高くなるが、下水道のような身近に感じられず団体としての取り組みが難しい分野では必要と認識しつつも関心は低くなると考えられた。

**2. 住民アンケートを用いた効果判別手法**

琵琶湖の水環境保全に関する住民意識アンケート結果より、琵琶湖の水環境に関して高い知識レベルを持っている回答者グループの方が、低い知識レベルのグループと比較して、琵琶湖の水質改善のためにより高い支払い意志額を示す傾向があった（高、中、低知識グループの各単純平均値で 789、564、593 円/月・家庭）。

情報に対する住民ニーズをアンケート結果より検討したところ、琵琶湖の水環境に関する知識レベルが高い人ほど、下水道を含めた環境問題に関する関心や意識が高い傾向が見受けられた。従って、これらの問題に関する正しい知識を持つことが関心や意識向上に不可欠であり、情報の常時・積極的な提供が必要と考えられた。また、もともと関心や意識が高くない人に対してはニーズを考慮して身近な情報から提供していくなど、情報提供手法に工夫が要求されるものと考えられる。

今後は、ワークショップの開催など住民参加型評価プロセスの試行、住民参加型評価手法の有効性の検証、手法の選択・開発へのフィードバックを繰り返すことにより、行政・NPO 協働による住民参加型の下水高度処理の評価手法の確立を目指すものとする。

研究担当者：中島英一郎、山下洋正、荒谷祐介

図-1 行政・NPO 協働の住民参加型評価手法の調査イメージ

表-1 社会全体として進めるべき施策

	度数	表%
工場の排水規制の強化	17	8.3
下水道未整備地域での整備強化	23	11.3
下水処理レベルの向上	1	.5
雨水対策	7	3.4
家畜糞尿の処理対策	3	1.5
農地での肥料や農薬の減量	25	12.3
湖内対策	11	5.4
ヨシ群落の保全	2	1.0
自然浄化の回復	13	6.4
水源林の保全、土壌浸食の防止	18	8.8
生活排水対策	31	15.2
節水・水の再利用	2	1.0
環境学習・普及啓発活動	34	16.7
水環境に関する情報提供	2	1.0
その他	1	.5
不明・無回答	14	6.9

キーワード	高度処理、住民参加、合意形成、P I、NPO
-------	------------------------



下水処理水の安全性に関わる技術基準に関する調査		本文 95 ページ	平成 15 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 14～16 年度	下水処理研究室	
<p><b>(目的)</b>  近年、下水処理水は修景・親水用水等への再利用、河川流量の維持等、その重要性が増大している。一方、原虫クリプトスポリジウムによる集団感染やノロウイルス（SRSV）による食中毒等、水系の病原微生物による被害が発生しており、それらが下水処理水中に存在する可能性があるため対策が求められている。  本調査の目的は、国民の健康保護に資する観点から、下水処理水の安全性が適切に確保されるために必要な技術基準を提示することである。</p> <p><b>(結果)</b>  平成 15 年度は、細菌及びウイルスについて、関東及び関西の 8 処理場について流入水、放流水及び再生水中の存在量を把握し、定量的リスク評価を行った。また、原虫についてもデータの追加を行った。さらに、下水処理水の病原リスクに関するリスクコミュニケーションの一環として、前年度に実施したアンケート調査の詳細な解析を行った。</p> <p><b>1. 細菌に関する調査</b>  指標菌として大腸菌群、糞便性大腸菌群、大腸菌、糞便性連鎖球菌、腸球菌、嫌気性芽胞（ウェルシュ菌）、病原細菌としてサルモネラ、レジオネラ、カンピロバクター、0-157 を培養法で測定した。病原細菌についてはほとんどの試料で不検出であり、存在確率の定量的推定は難しいが、年間感染リスクは <math>10^{-2}</math> をはるかに下回ると推定された。サルモネラ、カンピロバクター、0-157 については、処理場出口での適切な消毒（塩素等）により不活化されるため特段の対応は必要ではないが、レジオネラについては、配管内での生物膜（スライム）などに由来する再増殖によるリスクが懸念されるため引き続き調査が必要と考えられた。</p> <p><b>2. ウィルスに関する調査</b>  RNA ウィルスとしてエンテロウィルス、ノロウィルス（遺伝子型 G1 及び G2）、DNA ウィルスとしてアデノウィルスをリアルタイム PCR 法で測定し、MPN 法にて定量した。流入下水、二次処理水からは各ウィルスが高濃度で検出され、高度処理水からもノロウィルスが検出される場合があった。PCR 法での陽性（遺伝子の検出）は感染性ウィルスの存在と同義ではないが、ノロウィルスについては培養法がないため安全側としてリスク評価をせざるを得ない。また、ノロウィルス感染の用量反応モデルがないため、他のウィルスモデルで代替するなど暫定的なリスク評価手法で対応する必要がある。親水用水など感染リスクが高いと想定される用途については、オゾンや紫外線などより高度な消毒施設の導入を検討する必要があると考えられた。</p> <p><b>3. 原虫に関する調査</b>  測定した原虫は、クリプトスポリジウム及びジアルジアである。測定は前年度と同様に検鏡法で行った。クリプトスポリジウムの存在量は前年度調査より低下しており、両原虫を同時捕集する測定方法への変更による影響が考えられた。ジアルジアは流入下水では存在量が多いが、二次処理水以降ではシストの内部構造が確認できないものが多かった。それらを全て感染性ありとみなして定量的リスク評価を行うとかなりの高リスクと計算されるが、ジアルジア症の発生状況から考えて過大評価と考えられる。ジアルジアのシストは塩素消毒などに対してクリプトスポリジウムのオーシストよりは弱い耐性を示すため、下水処理プロセスにおいてある程度不活化されていると推定され、その点を考慮したリスク評価手法の構築が求められる。</p> <p><b>4. リスクコミュニケーション調査</b>  インターネットアンケート結果（有効回答数 2,213 票）に基づき、水洗用水などの各用途に関する利用・事前知識の有無と、当該用途に対するクリプトスポリジウム対策への意見との関係を <math>\chi^2</math> 乗検定及び Kruskal-Wallis 検定により調べた。例えば水洗用水については両検定とも <math>p</math> 値 <math>&lt; 0.01</math> で有意であり、利用・事前知識の有無と対策への意見に相関があることが明らかとなった。利用経験または事前知識がある場合は、そうでない場合と比べて、ゼロリスクを求める回答が少なく、有限の範囲内でリスク削減を求める回答及び対策案を容認する回答が多かった（<math>\chi^2</math> 乗検定で <math>p</math> 値 <math>&lt; 0.01</math> で有意）。従って、国民に対して十分な情報提供を行い適切な事前知識を持ってもらうことが、ゼロリスク要求を減らして現実的な対策案についての議論を進めるために有効であると考えられた。</p>			
研究担当者：中島英一郎、山下洋正、斎野秀幸、桜井健介			
キーワード	病原微生物、ノロウィルス、エンテロウィルス、レジオネラ、クリプトスポリジウム、ジアルジア、定量的リスク評価、年間感染リスク、技術基準、リスクコミュニケーション		

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 99 ページ	平成 15 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)**

下水汚泥が持つ潜在的な保有エネルギーは、下水道施設全体の大幅な省エネルギー、省コストに繋げられる可能性を秘めた固有資源であり、それを高度に開発・利用するシステム構築が求められる。本調査は、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・熱回収システムの構築を目指すものである。

**(結果)**

調査では、エネルギー生産が可能な高温燃焼システムと消化ガスの吸着貯蔵システムを開発し、その効果をケーススタディーにより評価した。開発した高温燃焼システムのフローを図-1に示す。開発システムは約 0.3MPa の加圧流動燃焼炉に集塵セラミックフィルターと過給機を組み込んだものであり、稼働時に外部からの動力を必要とせず、多量に生産する圧縮空気を下水処理のエアレーションタンクに供給できるものである。消化ガスの吸着貯蔵システムは、従来の常圧(大気圧に近い圧力)貯蔵法の 20～30 倍、1MPa 未満(10 気圧未満)の圧力で貯蔵する加圧貯蔵法の 3～7 倍の貯蔵能力を有するものである。

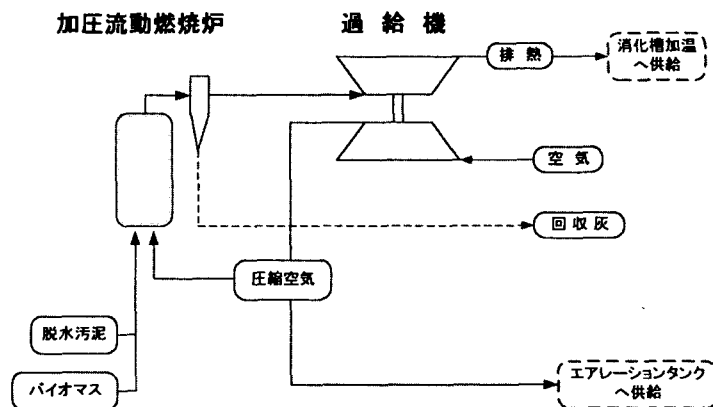


図-1 開発した高温燃焼システムのフロー

鈴木 稷, 落 修一, 越智 崇, 長沢 英和

キーワード	エネルギー、下水汚泥、燃焼プロセス、バイオガス、ガス貯蔵
-------	------------------------------

下水汚泥中内分泌かく乱物質の汚泥処理過程及び土壌環境中での挙動に関する調査		本文 107 ページ	平成 15 年度
---------------------------------------	--	------------	----------

全体計画	下水道事業調査費	平成 14~17 年度	リサイクルチーム
------	----------	-------------	----------

**(目的)**

我が国の下水処理場への内分泌かく乱化学物質の流入が報告されており、それらが水処理系から汚泥処理系へ移行する可能性が指摘されている。本研究は、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実施するものである。

**(結果)**

15 年度は、下水汚泥処理過程のうち嫌気性消化過程におけるノニルフェノール (NP) 類の挙動把握のための室内実験を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ① 実下水処理場より採取された濃縮汚泥を用い、滞留時間約 28 日、35℃で運転している嫌気性消化実験装置に NP の前駆物質の一つであるノニルフェノールモノエトキシレート投入したところ、約 40% に相当する量が NP に変換されて消化汚泥中に存在することが明らかとなった。(図-1、図-2)
- ② 実下水処理場より採取された濃縮汚泥を用い、滞留時間約 28 日、35℃で運転している嫌気性消化実験装置に NP の前駆物質の一つであるノニルフェノキシ酢酸 (NP1EC)、およびその前駆物質の一つであるノニルフェノールモノエトキシカルボン酸 (NP2EC) を投入した。その結果、投入した NP1EC のほぼ全量が NP に変換されて消化汚泥中に存在することが確認された。一方、NP2EC に関しては、20 日程度までは NP の増加が認められなかった。

NP 類の挙動を明確にするためには、NP1EC 類等、NP の関連物質を含めた物質収支を明らかにする必要がある。今後、下水汚泥試料を対象とした分析手法の検討を進め、NP 類の挙動に関する把握を進めるとともに、下水汚泥処理過程における制御手法に関する検討を行う必要がある。

濃縮汚泥(+NP1EO or NP1or2EC)

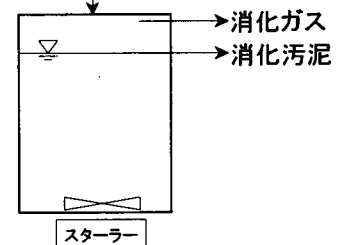


図-1 実験装置概略

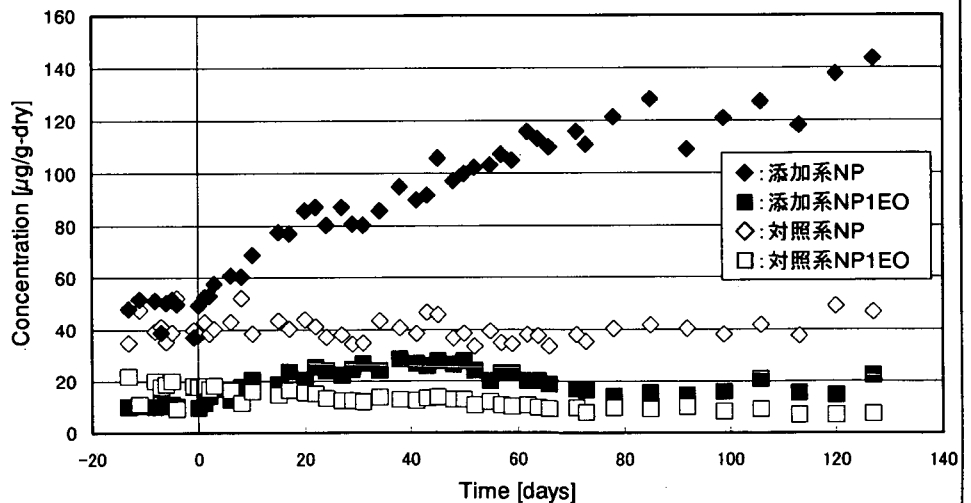


図-2 NP1EO添加実験結果

研究担当者：鈴木 穰、落 修一、南山 瑞彦

キーワード	内分泌かく乱物質、下水汚泥、嫌気性消化
-------	---------------------

下水汚泥を活用した有機質廃材の資源化・リサイクル技術に関する調査	本文 113 ページ	平成 15 年度
----------------------------------	------------	----------

全体計画	下水道事業調査費 平成 14～17 年度	リサイクルチーム
------	----------------------	----------

**(目的)**

土木工事や道路、河川、海岸、空港、公園等の管理からは多量の廃木や刈草が発生している。しかし、これらの草木に代表される有機質廃材のリサイクル手法は限られており、有機質資源として利活用の拡大が図られる技術開発が求められている。一方、下水処理場では多量のエネルギーと有機系の薬品を必要としていることから、有機質廃材はこれらの代替となる可能性が高い。また、下水汚泥は多量の有機物とともに多種多様な微生物群と豊富なミネラル分を含むことから微生物資源としての価値も高い。このために、本調査は、草木等の有機質廃材と下水汚泥との混合発酵により資源化を図る方法、及び有機質廃材を改質・加工して下水処理に活用する方法を開発し、草木系バイオマスと下水汚泥の利活用推進に寄与しようとするものである。

**(結果)**

平成15年度は、蒸煮・爆砕した木質と下水汚泥との混合・嫌気性消化法から得られる消化汚泥の流動性や処理性について調べた。その結果、蒸煮・爆砕木質と下水汚泥との固形物混合比が1:1以内までは、槽内攪拌設備への大幅な負荷増大に繋がる危険性は少ないと思われ、得られる脱水汚泥の含水率も下水汚泥単独の場合よりも相当に低いものであった。また、木質から下水の高度処理に用いる有機酸を生産する発酵技術を開発するために、純粋なセルロースパウダーを用いた基礎的な実験を行った結果、図-1に示すように、酸発酵活性はpH6.5～8の中性近傍で高く、そこでの主成分は酢酸であり、その濃度は10,000 mg/Lを越えるものであった。

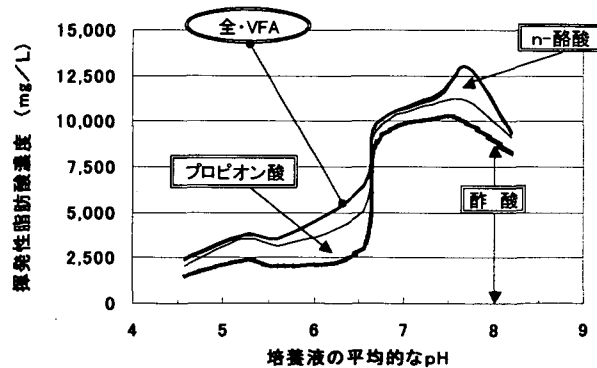


図-1 培養液の平均的な pH と可溶化ピーク時に生成された揮発性脂肪酸濃度の関係

研究担当者：鈴木 穰，落 修一，長沢 英和

キーワード	バイオマス、バイオガス、草木、下水汚泥、メタン発酵、リサイクル
-------	---------------------------------

下水道における微量化学物質の評価に関する調査	本文 119 ページ	平成 15 年度
------------------------	------------	----------

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

**(目的)**

下水道は、生活排水や一部の事業場排水を受入れ、処理を行い環境中に排出しているが、現在、下水中には、内分泌かく乱作用が懸念される微量化学物質が含まれている可能性が指摘されており、これらの微量化学物質の環境への排出量の削減および下水処理水の環境安全性を確保することが求められている。

本調査は、下水道に流入する可能性のある内分泌かく乱作用が懸念され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を行う。

**(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

下水試料中の17β-エストラジオール (E2) 測定用 ELISA 法における前処理として、前処理法①：採水、冷蔵保存、C18 固相抽出 (ジクロロメタン溶出) 前処理法②：採水時にアスコルビン酸による固定化、冷蔵保存、C18 固相抽出+フロリジル固相抽出+アミノプロピル固相抽出の2つの設定方法を比較した。両手法とも、E2 の回収率は確保されていた。流入下水試料では、前処理法①、②とも ELISA 法による測定結果は、LC/MS/MS 法による測定結果に比べて、1.5 倍程度以内となっており、明確な差は見られなかった。二次処理水試料では、前処理法①、②とも、ELISA 法による測定結果は、LC/MS/MS 法による測定結果に比べて約 2 倍以上であり、前処理法①、②間の明確な差は見られなかった。

2. 微量化学物質の下水道での挙動把握

15 年度は、下水道における実態の知見が少ない抱合体エストロゲンを含めたエストロゲンについて、20 箇所の下水処理場 (標準活性汚泥法：13 処理場、嫌気-好気活性汚泥法：3 処理場、その他：4 処理場) において、各処理場の流入下水と二次処理水をスポット採取し、遊離体および抱合体エストロゲンについて、測定分析を実施した。なお、本研究で測定対象としたエストロゲンは、遊離体のエストロゲンが estrone (E1)、17β-estradiol (E2)、estriol (E3)、合成エストロゲンの 17α-ethinylestradiol (EE2)、E1、E2、E3 の硫酸又はグルクロン酸の抱合体が estrone-3-sulfate (E1-S)、β-estradiol 3-sulfate (E2-S)、estriol 3-sulfate (E3-S)、Estrone β-D-glucuronide (E1-G)、β-estradiol 17-(β-D)-glucuronide (E2-G)、estriol 3-(β-D)-glucuronide (E3-G)、β-estradiol 3-sulfate 17-glucuronide (E2-S&G)、estradiol 3,17-disulfate (E2-diS) の 12 化合物である。本分析法における各エストロゲンの回収率は、流入下水、二次処理水、精製水とも遊離のエストロゲンでは 90%以上なのに対し、硫酸抱合体では精製水の場合 90%以上であるが、二次処理水で 42～71%、流入下水で 34～49%であった。グルクロン酸抱合体では精製水においても 48～51%、二次処理水で 13～18%、流入下水で 4～11%であり、その他のエストロゲンに比べ流入下水、二次処理水での回収率はかなり低かった。20 処理場の流入下水及び二次処理水の測定結果を表-1 に示した。流入下水、二次処理水中の E1、E2、E3、EE2 等、遊離の各エストロゲンについては、これまで報告されている値と大きく異なることはなかった。しかし、流入下水中の硫酸又はグルクロン酸抱合体については、報告例が少ない中で比較すると、これまでの報告値に比べ数倍大きな値となっていた。また、二次処理水中のエストロゲン抱合体の報告例はほとんど無く、本調査によりその実態を明らかにすることができた。特に、E2-diS の存在については、本調査により初めて明らかにすることができた。

表-1 下水処理場におけるエストロゲンの実態調査結果

	流入下水 (ng/l)			二次処理水 (ng/l)		
	最小値	中央値	最大値	最小値	中央値	最大値
E1	10	24	57	< 0.5	12	180
E2	< 0.5	5.7	21	< 0.5	< 0.5	11
E3	27	110	220	< 0.5	1.5	5.8
EE2	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.5
E1-S	12	41	170	7.5	13	34
E2-S	26	110	410	27	52	94
E3-S	6.5	22	79	37	69	160
E1-G	0.7	11	88	34	74	140
E2-G	5.3	18	100	47	91	210
E3-G	4.1	22	73	37	72	150
E2-S&G	0.8	5.4	38	3.7	8.9	17
E2-diS	9.0	78	670	160	360	1500

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 内分泌かく乱物質、エストロゲン、ノニルフェノール類、ELISA 法

下水道による水環境への影響に関する調査		本文 125 ページ	平成 15 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 13 年～平成 17 年	水質チーム	
<p>(目的)</p> <p>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。</p> <p>本調査では、下水道の整備が河川水質や水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。</p> <p>平成15年度は、手賀沼に流入する都市河川である大津川を対象に解析モデルの構築を試みた。また、下水処理水のエストロゲン作用が魚類に及ぼす影響を調べるため、下水処理場に設置した水槽によりメダカを用いた曝露試験を実施した。下水処理水が放流先河川の水質に与える影響を評価するため、AGP 試験について、多数の試料を迅速に処理できるように試験方法の改良を試みた。</p> <p>(結果)</p> <p>本年度は、下記の通り成果を得た。</p> <p>(1) 手賀沼の流入河川である大津川を対象として解析モデルを構築するため、モデル選定、データ収集を行った。選定したモデルは、下水道への適用を想定しているため、浄化槽処理水を主な排出源とする流域を下水道の管渠にどのように置き換えるのかを検討する必要のあることがわかった。</p> <p>(2) 下水処理水のエストロゲン作用が魚類に及ぼす影響を調べるため、当水質チームで考案、作製した現場型魚類曝露システム(写真-1)を下水処理場に設置し、メダカを用いた曝露試験を実施した。メダカの成魚を2週間曝露した後、肝臓の抽出液についてビデロジェニン(VTG)を測定したが、VTG 生成は認められなかった。エストロゲン活性が認められたにもかかわらずVTG が誘導されなかった原因として、水温が設定温度よりも低い期間があったことが影響していると考えられた。</p> <p>(3) AGP 試験について、マイクロプレートを三角フラスコの代わりに用い(図-1)、マイクロプレートウェル内の藻類の細胞濃度を吸光度で測定する方法を試みた。その結果、本法により多量の試料を同時に処理することができるようになった。また、三角フラスコを用いた方法と同様に評価することが可能であることがわかった。</p>			
			
写真-1 現場型魚類曝露試験システム		図-1 マイクロプレートを用いたAGP試験の様子	
研究担当者: 田中 宏明、津森 ジュン、宮島 潔、東谷 忠、山下 尚之、壬生 勝泰			
キーワード	魚類モニタリング、環境ホルモン、AGP 試験、下水道		

下水道事業の設計積算の効率化のための体系化に関する調査		本文 133 ページ	平成 15 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 14 ～17 年度	建設システム課	
<p><b>(目的)</b></p> <p>新土木工事積算大系（以下、「新大系」）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し、また、発注者側の積算業務の効率化に資するため、契約・積算に関する手法や図書類を密接に関連づけながら体系的改善を図る一連の整備大系である。下水道分野では「新大系」の中核をなす工事工種の体系化が概成し、積算基準書、共通仕様書、大系用語集等の関連図書の整備を進めてきたが、「土木工事施工管理基準及び規格値」、「土木工事数量算出要領・数量集計表様式」はまだ整備されていない。</p> <p>また、効率的なコスト縮減を進めるためには、工事費の占める割合が大きい分野を重点的に推進していくことが必要であり、そのためには、工事工種体系における各工種の価格構成比や機械・労務・材料費の価格構成比等を分析することが有効である。</p> <p>本研究は、「新大系」における大系関連図書の整備の一環として、「下水道土木工事施工管理基準及び規格値」、「下水道土木工事数量算出要領・数量集計表様式」の整備を進めると共に、積算実績を基に、下水道分野における建設コスト構造の分析をおこなうものである。</p> <p><b>(結果)</b></p> <p>(1) 「下水道土木工事施工管理基準及び規格値」の案</p> <p>先に作成した土木工事共通仕様書と同様な形態とし、国交省施工管理基準の一般土木編（道路編や河川編等）と同様に下水道編として下水道関係工種を追加整備する。さらに、下水道編のみ単独で使用される場合も考慮し、国交省施工管理基準の一般土木編に既に記載されている下水道関係工種（河川編：函渠工等）も再度下水道編に記載することによって、共通編のみを参照すれば運用可能な形態とした。記載内容については、工程管理、出来形管理、品質管理、及び写真管理の四つの管理項目とした。</p> <p>(2) 「下水道土木工事数量算出要領・数量集計表様式」の素案</p> <p>施工管理基準と同様、編集方針、記載内容等は、既に整備されている国土交通省数量算出要領・数量集計表様式に準拠したものとした。</p> <p>数量算出要領に記載する内容は、数量算出項目、数量算出区分、単位、数量算出方法とした。</p> <p>数量集計表様式については、管路の工事発注単位は、基本的にレベル2の、開削工法・小口径推進工法・推進工法・シールド工法に大きく4つに分けることができ、さらに、それぞれのレベル2工種において、マンホール工・特殊マンホール工・取付管・ます工・地盤改良工・付帯工・立坑工等が必要に応じて計上される。そこで、記載形式としては、実際の工事発注単位を考慮し、レベル2工種ごとにファイルを作成した。基本構成として、①レベル1（工事区分）～レベル6（積算要素—数量区分）、②積算用単位、③数量計算用単位、④数量区分、⑤工区、⑥内訳数量表別紙を記載する。</p> <p>(3) 下水道土木工事コスト構造の分析</p> <p>平成13年度の発注実績を基に管路の建設コスト構造を分析することとし、工事工種ごとの価格シェアを明らかにした。</p> <p>その結果、開削においては「管路土工」が約25%で最も高いシェアを占め、以下、「管路土留工」、「組立マンホール工」、「舗装復旧工」、「管布設工」、「舗装撤去工」、「管基礎工」と続き、これら7工種で金額シェアは90%であった。また、推進（小口径）においては、各種小口径推進工が約25%で最も高いシェアを占め、以下仮管併用推進工、小口径泥水推進工、土留工と続きこれら4工種で工種金額シェアは60%であることが明らかになり、これらの工種でコスト縮減が図られれば、コスト縮減効果が高いことが言える。</p> <p>研究担当者：溝口宏樹、中筋康之</p>			
キーワード	新土木工事積算大系、コスト構造、コスト縮減		

都市域における流出・氾濫モデル開発に関する調査		本文 139 ページ	平成 15 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 14～17 年度	水害研究室	

**(目的)**

水害研究室が開発を行ってきたNILIMに関しては、一般への公開することで全国において有効に利用および活用されることが最終目的となる。特に特定都市河川流域における都市浸水想定区域図を作成するには、都市域における氾濫解析が必要不可欠となるため、NILIMが解析に利用される可能性は高い。

モデルの公開に当たっては、一般的に、そのモデルの解析結果に対する信頼性の担保を公開者が示すことで、利用者によるモデルの有効性が判定される。このため、モデルの公開に先立って、モデルの精度検証を行い、解析結果の信頼性を検証しておくことは不可欠である。また、既に類似のモデルが一般に存在する場合は、それら既存モデルとの特性、長短所、対象可能域等の差異を明確にしておき、利用者によるモデルの選択を容易にしておくことも市場から求められる。

したがって、本調査では、NILIMの公開にともなう、モデルの解析結果に対する信頼性の評価を行い、また他の類似モデルとの比較によるNILIMの特性把握を目的とする。

**(結果)**

平成15年度は、NILIMの一般公開に向けて、実流域および仮想流域における解析を行い、浸水実績や水位等の計測データや市販モデルとの整合性を比較し、その性能面での信頼性を担保するための検証を行った。また、特定都市河川浸水被害対策法の施行にともない、特定都市河川流域において都市浸水想定区域図の作成が必要となるが、その際に用いられる解析モデルについて、市販モデルを含め最適な解析手法の検討を行った。

仮想流域を対象とした管路内流出量およびその最大値に関する比較からは、管路内水理計算を水収支の物理量で行うNILIMと、動水勾配を用いたエネルギー収支で行う市販モデルで、計算過程の相違から若干の差異は生じるものの、概ね同等の結果を得られることが判明した。

氾濫解析の結果(各メッシュ・仮想開水路の最大浸水深)に着目すると、氾濫域を50mのメッシュで設定しているNILIMと比較して、氾濫域に仮想道路開水路を設定した市販モデルの方が深めの結果となった。これは、互いに氾濫水による浸水を許容する面積が異なり、その結果、溢水量を浸水許容面積で除し、浸水深を計算する際に生じる差異であると推定される。このことから、地表面の浸水を許容する面積の設定は非常に重要であり、NILIMにおいては地表面粗度の他に浸水を除外する面積の設定、市販モデルにおいては浸水を許容する面積も含めた仮想の道路幅の設定に留意する必要があることが判明した。

表-1 仮想流域における解析結果

解析モデル名			NILIM	InfoWorksCS	MOUSE	XP-SWMM
対象流域名			仮想流域			
対象降雨			仮想台形降雨(最大強度200mm/hr)			
外水位条件			自由放流			
ポンプ施設有無			なし			
管内流出量	ピーク量	上流P1 (m <sup>3</sup> /秒)	3.060	4.116	3.820	3.551
		中流P2 (m <sup>3</sup> /秒)	15.300	14.441	15.949	16.529
		下流P3 (m <sup>3</sup> /秒)	61.900	72.118	68.131	68.179
	総量	上流P1 (m <sup>3</sup> )	14,585	13,010	17,642	15,835
		中流P2 (m <sup>3</sup> )	84,195	64,821	84,114	82,985
		下流P3 (m <sup>3</sup> )	376,803	390,325	403,912	389,066
溢水量	降雨開始後30分 (m <sup>3</sup> )	4,500	3,444	126	3,763	
	降雨開始後60分 (m <sup>3</sup> )	79,400	85,130	67,508	72,615	
	降雨開始後90分 (m <sup>3</sup> )	119,000	107,954	97,406	100,338	
	降雨開始後120分 (m <sup>3</sup> )	68,800	25,693	33,212	34,357	
	降雨開始後150分 (m <sup>3</sup> )	29,200	5,201	8,466	9,446	
	最大溢水量 (m <sup>3</sup> )	117,000	118,290	102,704	105,946	
		最大溢水量発生時刻(降雨開始後)	85分	80分	80分	80分
計算時間 (分)			5.0	0.1	3.5	3.8

今回の調査により、下水道管路を考慮した都市域で氾濫解析を行う場合には、地表面の浸水面積の設定に十分な注意を払えば、NILIMと市販モデルのどちらを用いても、大きな差異もなく同様の結果を得られることが判明した。

研究担当者：  
廣木 謙三、佐々木 淑充、水草 浩一

キーワード 内水氾濫解析、都市浸水解析、NILIM



下水道管渠の補修工法選定のための作用土圧の評価に関する調査		本文 145 ページ	平成 15 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><b>(目的)</b>  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><b>(結果)</b>  地中構造物に作用する土圧が長期的に変化する場合の要因を、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、に分類し調査を進めている。H13 年度は主に B の要因について検討した。H14、15 年度は H13 年度の調査をさらに拡張するとともに、A と C の要因にも着目し、地盤材料に人工的に粘性や固結性を添加した実験や、ゆるみ土圧に微小攪乱を付加した実験、及び繰返し荷重を作用させる実験を行った。</p> <p>① 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。埋戻し材料に砂質土を用いたところ、埋設後 1 年間のモニタリング期間中に時間経過に伴う大きな変化は見られなかった。そこで、埋戻し材料にセメント改良砂を使用し、固結性を有する材料に対して埋設管土圧がどのように変化するか計測した。埋設時は材料にセメンテーションが発現していないため砂質土による埋戻しと同様の土圧の傾向が観察された。固結後は地盤が一体となって挙動し土圧の増減が見られたが、管の変形は抑制された。</p> <p>② 移動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。H13 年度に行った実験をより厳密な条件下で実施し、土圧-降下変位の基本的な関係は降下速度の影響を受けないが、降下速度の一時的変化に対して数%程度の変化が生じることがわかった。また、細粒分混じり砂を使用すると、土圧の変化が変位量に対して鈍感になるが、変位速度変化に対しては敏感であることがわかった。</p> <p>③ 移動床実験による緩み土圧の攪乱要因の分析：  ②で得られた緩み土圧状態において、移動床を微小に上下させる他、地表面から繰返し荷重を作用させ、一旦地盤内に形成されたアーチ効果がどの程度影響されるかを調べた。移動床の変位は周辺地盤の応力分布に変化をもたらすが、繰返し荷重はほとんど影響ないことがわかった。</p> <p>以上から得られた知見をまとめると以下の通りである。  固結性のない材料では、長期間経過しても、土圧に有意な変化は見られない。しかしながら、地中構造物のわずかな変位で周辺の土圧分布は大きく変化する。細粒分や固結性を有する材料では、構造物の変位や繰返し荷重の作用に対して攪乱されにくい (ゆるみにくい) 性質をもつことが示唆された。下水管渠の更新にあたって、安定した土圧を保持するためには、周辺地盤をゆるませない (管渠の変位をおこさない) 方法が効果的である。また、管渠埋設にはゆるみにくい材料を選択することも重要である。</p> <p>研究担当者：小橋 秀俊、桑野 玲子、古本 一司、山内 慶太</p>			
キーワード	埋設管、土圧、時間効果、アーチ効果		

下水道施設への新素材の活用技術に関する調査	本文 153 ページ	平成 15 年度
-----------------------	------------	----------

全体計画	下水道事業調査費 平成 13 ～16 年度	新材料チーム
------	-----------------------	--------

**(目的)**

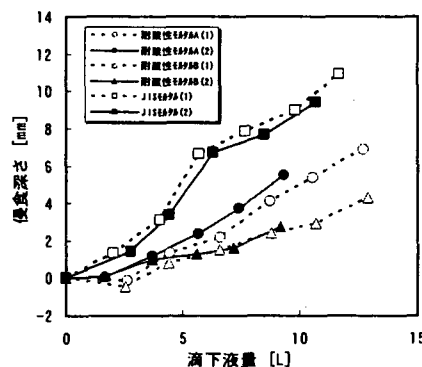
下水道施設の維持管理を軽減するために、耐食性に優れた新素材の活用による鉄筋コンクリートの防食性能の向上が求められている。本課題ではこのような新素材とそれを用いた補修技術を探査し、下水道施設での耐食性・適用性を調査する。さらに、それらの新素材を活用した下水道施設用防食材料と補修方法の改良を行う。

平成 15 年度には、「耐酸性モルタル」「塗布型ライニング材」「炭素繊維シート」「シートライニング材」の下水処理施設用コンクリート補修材料について、材料開発や現在の材料・施工方法の問題点の改善のため試験を実施した。なお、本研究の主要部分は、民間 1 社と公益法人 1 団体との共同研究により実施している。

**(結果)**

**(1) 耐酸性モルタル**

壁面で微生物により生成される硫酸を模擬し、実際の条件により近くかつ容易に行える試験方法として、「硫酸滴下試験」を考案した。この滴下試験により、耐酸性モルタルおよび JIS モルタルの耐硫酸性、侵食形態等を比較検討した。これらの結果から、耐酸性モルタルの侵食量が JIS モルタルより少ないことが確認できた。さらに耐酸性モルタルの侵食速度と硫酸濃度の関連を明らかにした。

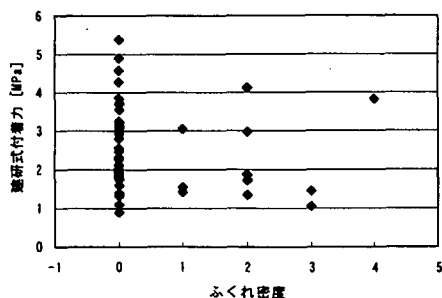


図－1 滴下試験による耐硫酸モルタルの侵食深さの変化 (pH0, 40℃)

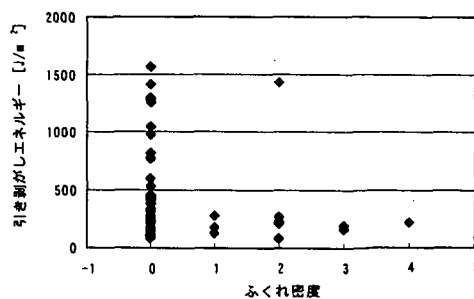
**(2) 塗布型ライニング材**

温冷水繰り返し浸せき試験により、塗布型ライニング材のふくれ抑制効果を検討した。建研式付着力に比べ引き剥がし試験で得られるデータがふくれ抑制効果の指標としては、適していることを明らかにした。

尚、「炭素繊維シート」「シートライニング材」の検討結果については、平成 16 年度に報告予定である。



図－2 塗布型ライニング材のふくれと建研式付着力の関係



図－3 塗布型ライニング材のふくれと引き剥がしエネルギーの関係

研究担当者：西崎 到、富山禎仁

キーワード	防食材料、補修材料、耐酸性モルタル、塗布型ライニング材、シートライニング材
-------	---------------------------------------

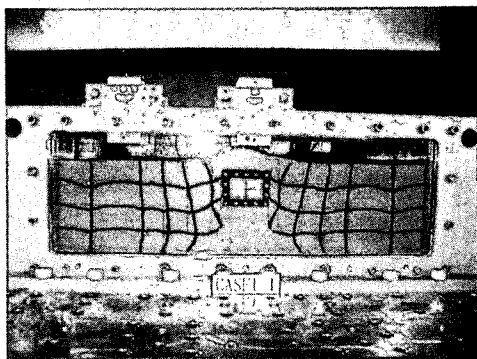
下水道施設の変形量を考慮した液状化対策工の設計法に関する調査		本文 159 ページ	平成 15 年度
全体計画	下水道事業調査費 平成 15～17 年度	土木研究所 耐震研究グループ 振動チーム	

**(目的)**

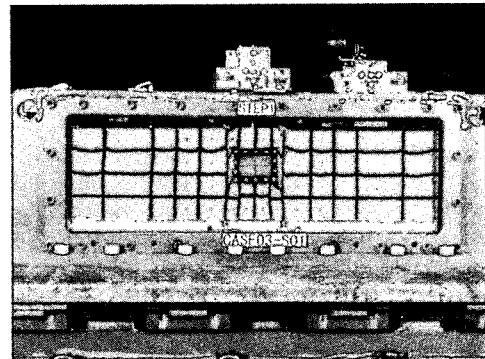
兵庫県南部地震を契機として、社会資本の耐震性向上が強く求められている。下水道施設の場合、地震被害としては地盤の液状化による被害が最も多く、このような地震被害を軽減するための耐震対策技術の開発が求められている。本研究は、下水道施設の液状化対策技術として矢板締切り工法等を採り上げ、対策工を施した下水道施設の地震時挙動を明らかにし、下水道施設の浮上がり変形量を考慮した液状化対策工の設計法を提案することを目的に実施するものである。15 年度は、動的遠心模型実験により締切り矢板を施した下水道施設の地震時挙動を詳細に調べるとともに、締切り矢板内での下水道施設の浮上がり変位予測手法について検討し、液状化対策工を施した下水道施設の変形量予測手法を提案した。

**(結果)**

動的遠心模型実験を実施し、矢板締切り工法により液状化による地中構造物の浮上がり変位を抑制できることを明らかにした(図-1)。地震時の矢板の健全性を照査する手法として、矢板の曲げ剛性に応じた地震時振動成分土圧の評価手法、地震時漸増成分土圧に対する矢板の健全性を検討するモデルを提案した(図-2)。また、矢板締切り対策を施した地中構造物の浮上がり変位予測手法として、矢板のたわみによる構造物の浮上がり変位を予測する手法、および浮上がり中の構造物に浮上がり速度に比例した抵抗が作用すると仮定した矢板締切り内での砂の回り込みによる浮上がり変位予測手法を提案し、これにより、矢板締切りを施した地中構造物の遠心模型実験による浮上がり変位をおおむね予測できることを示した(図-3)。



(1) 無対策



(2) 矢板締切り対策

図-1 動的遠心模型実験による加振後の模型の変形状況

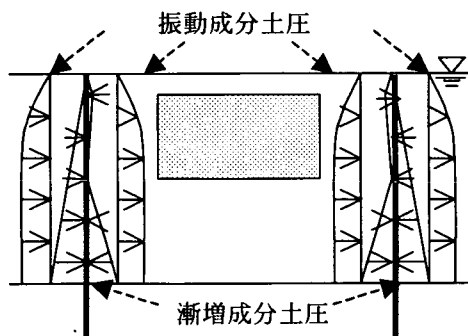


図-2 矢板締切り工設計モデル

研究担当者：田村 敬一、佐々木哲也、石原雅規

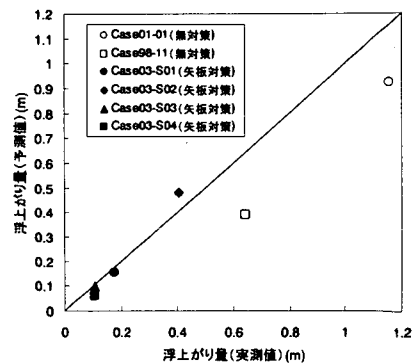


図-3 浮上がり変位の実測値と予測値の比較

キーワード	下水道施設、地震、液状化、液状化対策、遠心模型実験
-------	---------------------------

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 167 ページ	平成 15 年度
---------------------------------	------------	----------

全体計画	政府開発援助試験研究費 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。

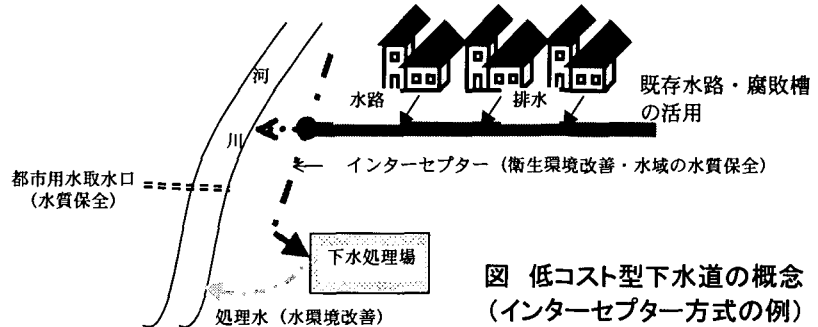


図 低コスト型下水道の概念 (インターセプター方式の例)

**(概要)**

**1. インターセプター下水道の現況調査**

インターセプター下水道は、今後整備が求められる発展途上国の郊外部に適した方式と期待される。インターセプター下水道の整備・維持管理状況を明らかにし、問題点を把握するために、インターセプター下水道が採用されているタイ王国東部のコンケン市において、平成 16 年 3 月に下水道管理者へのヒアリング調査及び資料収集を実施した。その結果、①家庭への下水道接続が進んでおらず、腐敗槽と土壌浸透枘を利用した個別処理も十分に機能していない、②インターセプター内の堆積により流下能力の低下が懸念されるが、管渠の維持管理方法に関するガイドラインがなく、維持管理を行う人的・財政的余裕もないため、適切な維持管理が行われていない、③処理場の計画処理能力は、下水道接続が進んだ状態を想定しているが、現時点では BOD の流入負荷量は計画の 2 割弱に過ぎず、施設能力が過大であるため、流入負荷量に応じ適切な維持管理方法を検討する必要があることなどの問題点が示された。

**2. 実施設を使用したラグーン処理機能の改善に関する検討**

当検討では、低負荷流入水におけるラグーン処理の適正な維持管理に関する検討と、ラグーン処理水のさらなる高度化のため、植生帯の処理能力に関する検討を行った。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った。

調査の結果、ラグーンの維持管理を行う場合、汚濁物の処理を考えると流入 BOD 50 mg/L では HRT 5 d、流入 BOD 100 mg/L では HRT 10 d、流入 BOD 200 mg/L では HRT 10 d が最低限必要な HRT である。大腸菌群数などの衛生学的な面から考えると流入 BOD 50 mg/L では HRT 10 d、流入 BOD 100 mg/L では HRT 20 d、流入 BOD 200 mg/L では HRT 30 d が最低限必要な HRT であると考えられる。

ラグーンの処理状態を確認する場合、T-BOD などのトータルサンプルのみの確認では不十分である。そのため、槽内の DO やクロロフィル a 値を確認し、藻類の繁殖状態を把握しながら、D-BOD などの溶解性サンプルに関しても合わせて確認する必要がある。

研究担当者：藤生和也、中島英一郎、山縣弘樹、平出亮輔、桜井健介

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
-------	-------------------------------------

水循環・物質循環変動による影響評価技術の開発に関する調査	本文 173 ページ	平成 15 年度
------------------------------	------------	----------

全体計画	技術研究開発調査費 平成 14～16 年度	下水道研究室
------	-----------------------	--------

**(目的)**

これからの我が国の国土づくりを進めていく上で、流域圏・都市を自然と共生したものとすることは重要な視点であり、とりわけ都市における健全な水循環を構築する取り組みが求められている。中でも、健全な水循環に重大な影響を与える合流式下水道の雨天時越流水については、平成 14 年 3 月に「合流式下水道の改善対策に関する調査報告書」として最終報告がとりまとめられ、対策が強力に進められているところである。

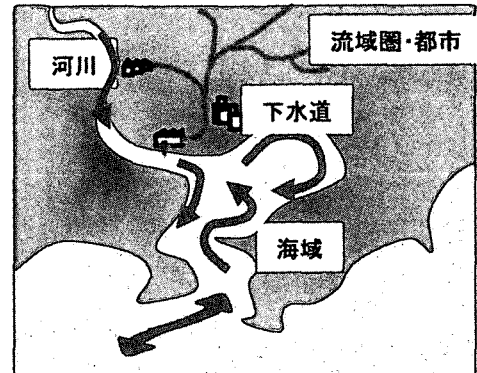


図 流域圏と各種施策の連携

しかしながら、合流式下水道越流水と放流先水域の水質の関係について検討された事例や調査データがほとんどなく、具体的な議論が十分ではないのが現状である。このような背景から、本調査では、放流先を含めた流域圏と都市を対象として、合流式下水道越流水の与える影響を評価するための手法を検討し、効率的な合流式下水道の改善の推進に資することを目的とし、本年度は、放流先となる海域への重要な汚濁負荷源となる合流式下水道の越流水について流出解析モデルの構築について検討した。

**(結果)**

海域における流出負荷を検討する上で陸域からの重要な供給源として、合流式下水道の雨天時越流水について流出解析モデルを構築するため、窒素、リン、大腸菌群の水質実態調査を行い、その流出特性として次のことがわかった。

- (1) 晴天時の流出状況は午前中にピークが 1 回みられる。
- (2) 雨天時にはいずれの水質も BOD 等と同様にファーストフラッシュがみられ、降雨初期に高濃度の流出となり、その後は晴天時を下回り、BOD 等と比べ回復するには時間がかかる傾向である。
- (3) 窒素、リンは他の流域での調査と同様に BOD、COD に近い流出特性であると考えられる。大腸菌群は他の汚濁負荷と違い、ファーストフラッシュによりほとんどが流出していると考えられる。
- (4) 窒素、リンは BOD、COD と同様な流出特性であるのでモデル構築においては BOD、COD と同様な式形を用い検討を行うことができると考えられる。大腸菌群は路面流出負荷量の影響の少ないモデルとして検討を行う必要があると考えられる。

今後は、過去の調査結果を含め合流式下水道からの汚濁負荷流出特性についての取りまとめ、流出解析モデルを構築するとともに、その海域への流出及び海域での挙動をモデル化することとしている。課題としては、特に大腸菌群について、路面からの流出負荷量の把握、温度等による消長を含めた検討を行い、モデルの構築を行う必要があると考えられる。

研究担当者：藤生和也、森田弘昭、那須基、山田和弘

キーワード	流域圏、都市再生、水環境の改善、合流式下水道、大腸菌群数
-------	------------------------------

厨房の管渠内流送特性に関する研究		本文 177 ページ	平成 15 年度
全体計画	試験研究費 平成 14～16 年度	下水道研究室	
<p><b>(目的)</b></p> <p>本研究では、ディスポーザー導入後、下水管渠内で堆積がみられた「卵殻・貝殻」が掃流される流速・限界掃流力を求めることを目的として、卵殻・貝殻のディスポーザー粉碎後の形状を調べるとともに、管渠内での堆積、掃流条件を管渠模型実験から検証した。</p> <p><b>(調査概要)</b></p> <p>1) 供試固形物の性状 ディスポーザー導入後に管渠内で堆積がみられた卵殻、貝殻の性状を把握するため、卵殻、貝殻をディスポーザーで粉碎して物性を調べた。</p> <p>2) 既堆積物掃流実験 卵殻および貝殻を堆積させた一様順勾配の管渠にて通水実験を行い（以下、既堆積物掃流実験）、堆積物移動開始時の水理量を調べ、砂粒子の掃流特性との相違を検討した。</p> <p>3) 一様順勾配管渠での連続堆積・掃流実験 実管渠では、卵殻や貝殻はディスポーザーの使用に伴って半連続的に供給される。ディスポーザー使用時の卵殻および貝殻の供給状態を模した実験を行い、堆積状況の経時的な変化（堆積高、堆積延長）と水理量の関係を検討した。</p> <p>4) 「たわみ」管渠での連続堆積・掃流実験 ディスポーザー導入地区の管渠内堆積物の大部分が不同沈下などによって生じた管渠の「たわみ」区間で発生していることが確認されている。「たわみ」区間における堆積および掃流状況を把握するために、「たわみ」を再現した管渠模型を用いて実験を行った。</p> <p><b>(結果)</b></p> <p>1) 堆積物塊の下流端を粘土で固定して行った掃流実験では、堆積物が連続的な移動を起す「全面移動」時の流速は、卵殻 0.52m/s、貝殻 0.59m/s、混合物 A（卵殻：貝殻=40：1） 0.57m/s であり、設計指針に規定されている最小流速 0.60m/s よりも小さく、このときの摩擦速度は 0.03～0.04m/s であった。</p> <p>2) 堆積物塊の下流端を粘土で固定して行った掃流実験では、粉碎物の平均粒径を用いた解析により、その掃流特性が、砂粒子を対象として提案されている既往の掃流式でよく表現されることがわかった。</p> <p>3) 実際のディスポーザー粉碎物投入状況を想定した一様順勾配管渠での連続堆積・掃流実験では、通水量が 0.001m<sup>3</sup>/s 以上確保されると、堆積高は 3cm 以上に成長することはなかった。</p> <p>4) 実際のディスポーザー粉碎物投入状況を想定した一様順勾配管渠での連続堆積・掃流実験では、堆積物は 0.35～0.50m/s で掃流され、これが実管渠における堆積物掃流流速と推測された。</p> <p>5) 設計流速を 0.6m/s とすれば、堆積が生じた管渠においても堆積物掃流流速 0.35～0.50m/s を概ね確保でき、設計流量に対しては 3cm 程度以上の堆積は生じないものと推定された。</p> <p>6) 「たわみ」管渠では、時間経過とともに「たわみ」部が堆積物で満たされ、最終的には堆積物表面が順勾配になり、順勾配管渠と同様の流況になることがわかった。</p> <p>7) 「たわみ」部の仮想管底ラインより下部の堆積物が掃流されるためには、順勾配管渠の堆積物や仮想管底ライン上部の堆積物の堆積物掃流流速よりも大きな流速が必要であることがわかった。</p> <p>研究担当者：藤生和也、吉田綾子、浜田知幸</p>			
キーワード	ディスポーザー、管渠内堆積物、掃流特性		

生ごみ等有機系廃棄物の最適処理による環境負荷低減技術に関する研究		本文 183 ページ	平成 15 年度
全体計画	試験研究費 平成 14～16 年度	下水道研究室	
<p><b>(背景・目的)</b>          家庭にディスポーザーを導入し、生ごみを破碎して下水道に排出し、下水処理場でメタンガスや有機肥料として有効利用することにより、家庭生ごみの効率的な回収および有効利用の促進が期待されている。またディスポーザーには、ごみ捨て労働の軽減等利便性の向上が期待されるため、高齢化社会における福祉対策としても注目されている。しかし、わが国の下水道施設では、ディスポーザー受入が想定されていないため、ディスポーザーの導入により、下水管渠の堆積物増加、下水処理場の過負荷、合流式下水道雨天時越流水 (CSO) の汚濁負荷の増加等の影響が懸念される。</p> <p>本研究は、環境負荷の低減、循環型社会システムの構築や高齢者福祉に資する最適な有機系廃棄物処理・循環システムの確立を目指して、ディスポーザーに着目し、ディスポーザー排水を下水道で収集、下水道システムで生活廃水として処理した場合の地域への影響を評価するとともに、地域でディスポーザーを導入する場合の計画手法を提案することを目的とし、1 下水道による有機系廃棄物収集・処理技術に関する研究、2 ディスポーザー導入による環境影響等の総合評価に関する研究の 2 課題に取り組んでいる。</p> <p><b>(調査概要)</b></p> <p><b>1 下水道による有機系廃棄物収集・処理技術に関する研究</b>          ディスポーザー排水を下水道で受入れた場合の下水道施設 (管渠) への影響とそれに対する効率的な管渠の維持管理 (特に堆積物除去) 技術について、既にディスポーザー普及率の高い米国の都市を対象として調査を行った。また、ディスポーザー導入による増加負荷量の推定を目的に、国内で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においてディスポーザーによる汚濁負荷増加量の推定、さらに、モデル地域を選抜して合流式下水道越流水への影響について予測計算を実施した。平成 15 年度は、北海道歌登町におけるディスポーザー導入による汚濁負荷増加量、モデル地域における合流式下水道越流水への影響に関する予測について取りまとめた。</p> <p><b>2 ディスポーザー導入による環境影響等の総合評価に関する研究</b>          本研究では、ディスポーザー導入 (家庭のみ、事業所は対象としない) による下水道システム (管渠、処理場)、ごみ処理システム (収集・焼却施設、最終処分場)、家庭への影響について、LC-CO<sub>2</sub> および LCE により総合的に評価する手法 (ライフサイクルアセスメント) を用い検討した。</p> <p><b>(結果)</b></p> <p><b>1 下水道による有機系廃棄物収集・処理技術に関する研究</b>          北海道歌登町におけるディスポーザーの導入による流入下水の負荷増加量の推定、合流式下水道越流水への影響について、得られた結果を以下に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 歌登町においてディスポーザーに投入される生ごみ量は、99g/人・日 (非超過率 75%値 135 g/人・日) と推定された。</li> <li>2) 生ごみ 100g 中の汚濁負荷量は、SS : 8.2g、BOD : 11.3g、COD<sub>Mn</sub> : 5.5g、TN : 0.73g、TP : 0.11g、Cl : 0.33g、n-Hex : 1.75g であった。</li> <li>3) ディスポーザー導入により、合流式下水道における雨天時の放流負荷が増加すると推定された。</li> </ol> <p><b>2 ディスポーザー導入による環境影響の総合評価に関する研究</b>          モデル都市 A 市 (標準活性汚泥法、人口 17 万人) において、ディスポーザー導入 (家庭のみ、事業系は対象としない) による下水道システム (管渠、処理場)、ごみ処理システム (収集・焼却施設、最終処分場)、家庭への影響を LC-CO<sub>2</sub> および LCE により総合的に評価する手法 (ライフサイクルアセスメント) を用い検討した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ディスポーザーの導入により、下水処理場の電力および汚泥焼却時の亜酸化窒素排出量の増加し、ごみ処理システムではごみの発電量の減少するため、CO<sub>2</sub> ベースでの環境負荷が増加した。</li> <li>2) ディスポーザーの導入により、ごみ処理システムにおけるエネルギー消費量は減少したが、下水道システムにおけるエネルギー量がそれを上回って増加したため、エネルギーベースでの環境負荷は増加した。</li> <li>3) 家庭でのディスポーザー使用時の電力・上水使用増加、下水汚泥高分子凝集剤の増加、ごみ収集車の走行距離減少、最終処分場の残余年数の延長にともなう環境負荷の減少は、相対的に小さかった。</li> </ol> <p>研究担当者：藤生和也、吉田綾子、山縣弘樹</p>			
キーワード	生ごみ、ディスポーザー、海外調査、LCA、CVM		

**(目的)**

都市活動によって排出される内分泌かく乱物質は下水道に流入しているため、下水処理で効果的に削減を図る必要がある。その多くは下水処理過程で除去されているが、処理しきれない部分もある。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、内分泌かく乱物質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15年度は、内分泌かく乱物質分解微生物の活性汚泥中における17βエストラジオール(E2)除去効果を確認する実験を行った。その結果、以下のことがわかった。

1) バッチ実験では、内分泌かく乱物質分解微生物を付着させた担体を投入させた場合でも、投入しなかった場合でも、E2の大部分は速やかに分解された。しかし、担体を投入させた場合の方が分解量は多く、特にE2投入直後の段階ではその差ははっきりと確認された。

2) パイロットプラントを用いた実験では、担体を添加した場合の方が処理水中E2濃度が小さい状態で推移していた。また、E2、エストロン(E1)の収支をとったところ、担体を添加した場合の方がE2、E1ともに流出量が少なくなっており、分解速度が大きくなっていることが示唆された。

また、E2、エストロン(E1)の収支をとったところ、担体を添加した場合の方がE2、E1ともに流出量が少なくなっており、分解速度が大きくなっていることが示唆された。

研究担当者：中島英一郎，斎野秀幸

キーワード 内分泌かく乱物質分解微生物、17βエストラジオール、エストロン

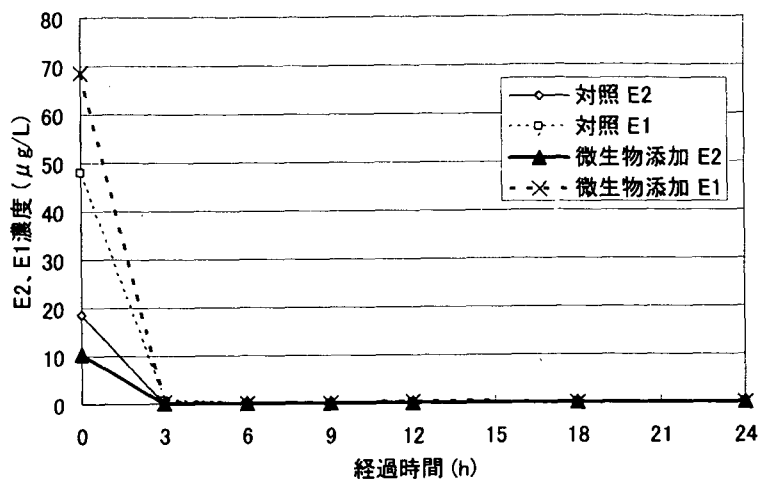


図-1 バッチ実験の結果

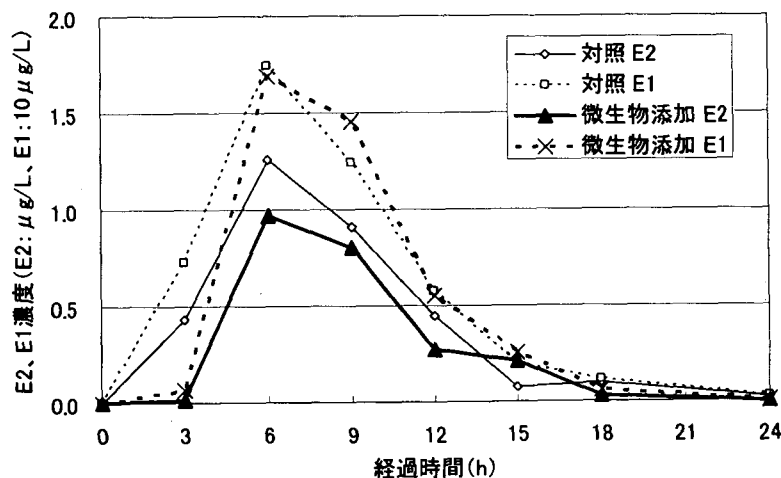


図-2 パイロットプラント実験の結果



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 197 ページ	平成15年度
全体計画	地球環境保全等試験研究費 平成13～17年度	下水処理研究室	
<p><b>(目的)</b></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、衛生学的安全性、大腸菌群数、外観に関する水質項目（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、水生生物にとって良好な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>本研究は、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、放流先水域の水力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、実施されている。</p> <p><b>(方法)</b></p> <p>本年度は、以下の視点から調査を行った。</p> <p>(1) 昨年度までの調査で得られた知見のうち、リン濃度と付着藻類相との関係を検証することを目的として、横浜市港北下水処理場放流先においてフィールド調査を行った。当処理場は、標準活性汚泥法および高度処理法（嫌気・硝化内生脱窒法）それぞれの放流口を有しており、また、リン濃度の処理水質に大きな違いがあることから、各放流先水路に人工河床を設置し、リン濃度の違いによる付着藻類相の変化を観察するための調査を行った。</p> <p>(2) 下水処理水を再生水として利用する場合の放流先水生生物相へ及ぼす影響を調査する目的で、香川県多度津町においてフィールド調査を行った。多度津町の計画によると、平成16年度当初から再生水として放流を開始する予定となっていることから、今年度は放流される前の事前調査を行うこととし、次年度以降実施する放流後調査結果と比較することとした。</p> <p>(3) 昨年度行われた残留塩素濃度と付着藻類相との関係に関する水路実験において、塩素の毒性という視点から阻害率を算定した結果、低濃度域までカバー出来ていないことがわかったことから、これを補完する目的で、再度塩素を用いた水路実験を行った。</p> <p>(4) 消毒方法を塩素消毒からオゾン・紫外線消毒に変更した場合の生物相に及ぼす影響の変化を調査する目的で水路実験を行った。</p> <p><b>(結果)</b></p> <p>(1) について、付着藻類生物量に違いはみられなかったものの、リン濃度が高くなると「緑藻類が優占する」、「種の多様性が低下する」といった傾向がフィールド調査においてもうかがわれた。</p> <p>(2) について、調査対象箇所を2箇所選定し、処理水放流前の事前調査を行った。桜川水系（東桜川および桜川）においては、各河川放流口の上流及び下流において、付着藻類及び底生動物を採取し、分析を行った。栄町せせらぎ水路においては、放流口の付着藻類及び底生動物を採取して分析を行い、上水で試験運転されている現状を把握した。</p> <p>(3) について、塩素注入率0.1～1.0mg/L（残留塩素濃度0.04～0.3mg/L）で付着藻類生物量に大きな変化がみられ、注入率1.0mg/Lで阻害率がほぼ100%であったのに対し、0.1mg/Lでは付着藻類に対する生物阻害はほとんど確認されなかった。</p> <p>(4) について、実験は現在も継続中であり、別の機会に結果を報告する予定である。</p> <p>研究担当者：中島英一郎、荒谷裕介、田嶋 淳</p>			
キーワード	下水処理水、栄養塩類、消毒、付着藻類		

**(目的)**

下水道の整備が進み、下水処理場から多量の下水処理水が放流されており、放流先の河川等に占める処理水の割合が増加している。また、都市域内における貴重な水資源確保の観点から下水処理水の再利用が進み、下水処理水が場外に送水され、水洗用水や修景用水、植樹帯散水、工業用水等として利用されている。その様な背景から、一般住民が下水処理水に接する機会がますます増大してきていると言える。

一方、下水中には、人間生活から排出される多種類の病原微生物が含まれており、大腸菌群のような指標細菌が病原微生物の存在を示唆するものとして伝統的に用いられてきたが、大腸菌群の指標性についての問題点が指摘されている。下水処理水や環境水の衛生学的安全性を適切に保つためには、大腸菌群のみならず各種の指標細菌の特性を把握し、目的に応じ適切な指標を選択するのが最善と考えられる。本研究では、従来から使われている大腸菌群と大腸菌、糞便性連鎖球菌、ウェルシュ菌芽胞の下水放流先での挙動を比較し、下水放流先の河川や沿岸域、下水処理水を利用したせせらぎ等の水辺利用地域中での、指標細菌の特性を把握することを目的として調査をする。

**(方法)**

「模型水路実験」及び「現地調査」を行った。「模型水路実験」では、図-1の模型水路を使って、消毒した下水処理水等をポンプを用いて循環するように水を流し、経時的に指標細菌の測定を行った。「現地調査」では、下水処理水が河川へ放流される前、放流された直後、その下流など、それぞれの調査対象につき5～6箇所を採水し、それらの指標細菌や水質を即日分析した。

**(結果)**

**「模型水路実験」**

放流先での指標細菌の消長を把握することを目的に、模型水路調査を行った。実験結果の例を図-2に示す。

- ・ デソキシコール酸塩寒天培地を用いた大腸菌群数は、塩素消毒から経過した時間により変動があるという実験結果から、下水放流水を測定する際、測定までの時間によって、菌数が増減して計数されることが考えられた。一方、今回利用した培地により測定した大腸菌は、塩素消毒後も増加して測定されなかった。
- ・ 糞便性連鎖球菌は、塩素消毒の有無に関わらず大腸菌よりも生残性が低かった。また、塩素消毒を行った際は、大腸菌と同様に、塩素消毒後のコロニー数の増加は見られなかった。
- ・ ウェルシュ菌芽胞は塩素消毒の有無によって影響を受けなかった。塩素消毒を行わなかった場合は、放流直後から濃度の減少を示し、明らかに他の指標細菌（大腸菌群、大腸菌、糞便性連鎖球菌）と消長が異なっていた。

**「現地調査」**

模型水路の結果を確かめるため、現地調査を行った。

- ・ 現地調査において処理水が河川水に希釈されることによる指標細菌の減少が測定できた。一方、水路実験で確認された大腸菌群の増加は、確認されなかった。

研究担当者：中島英一郎、斎野秀幸、桜井健介

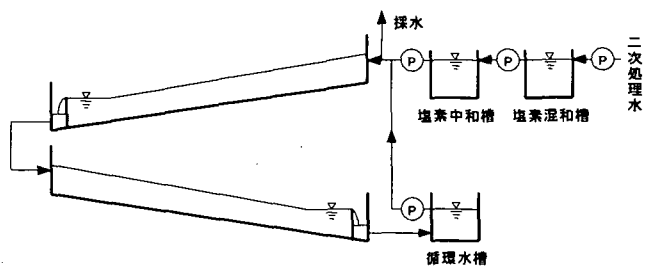


図-1 模型水路の概要

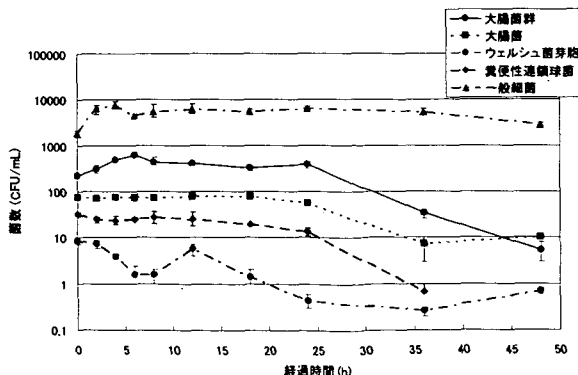


図-2 塩素添加量 0.5mg/L での消長

水環境再生技術の開発に関する研究		本文 221 ページ	平成 15 年度
全体計画	技術研究開発調査費 平成 14～16 年度	下水処理研究室	
<p><b>(目的)</b>  近年、水環境における内分泌攪乱物質をはじめとする微量環境汚染物質の問題が大きくなってきている。これらの物質は、微量ではあっても自然環境や生態系、人体への影響が懸念されるものである。下水処理における内分泌攪乱物質の挙動については、流入下水中の内分泌攪乱物質が下水処理の過程で大きく低減するとの知見が得られているが、内分泌攪乱物質が生態系に与える影響については、明らかにし得る知見が十分ではなく、今後更なる削減が求められる可能性がある。本研究は、下水処理工程において、これら微量環境汚染物質の除去に対して有効であると言われているオゾン処理の効率的な運転方法を確立することを目的としている。</p> <p><b>(結果)</b>  平成 15 年度は、平成 14 年度の成果等を踏まえ、以下の通り実験内容の検討を行うとともに、実験装置の設置を行った。</p> <p>(1) 除去対象物質の選定  (2) オゾン処理前処理水（原水）の性状  (3) 原水における除去対象物質濃度  (4) オゾン注入率・接触時間・反応塔高さ</p> <p>(1) については、内分泌攪乱物質として、「平成 12 年度下水道における内分泌攪乱化学物質に関する調査報告書」（以下「平成 12 年度調査」と呼ぶ）において下水道で留意すべき物質として挙げられたもののうち、魚類に対し内分泌攪乱作用の可能性がある旨指摘されている NP 及び BPA、他の物質に比べエストロゲン作用が大きい人畜由来ホルモンである E1 及び E2 を除去対象物質として検討することとした。</p> <p>(2) については、原水の性状が内分泌攪乱物質の除去効果に与える影響を把握するため、原水としてパイロットプラントにおける標準活性汚泥法及び A2O 法による処理水を用いるとともに、実処理場の砂ろ過水を用いることとした。</p> <p>(3) については、原水槽に内分泌攪乱物質の標準液を所定濃度 (NP=1.0 μg/L、BPA=0.5 μg/L、E1=0.06 μg/L、E2=0.003 μg/L；平成 12 年度調査における下水処理場放流水の最大濃度程度) となるように投入し、実験を行うこととした。</p> <p>(4) については、オゾン注入率及び接触時間は必要最小限とすることが、運転管理費用及びオゾン処理施設建設費低減の観点から重要であること、平成 14 年度の研究では、オゾン注入率 5～20mg/L 及び接触時間 7～20min の範囲内では、NP、E2、BPA が検出限界以下にまで除去されたとの結果が得られていることから、平成 14 年度の研究では確認できなかったオゾン注入率 5mg/L 以下及び接触時間 7min 以下の条件での除去効果を確認することとした。また、水深が対象物質の除去効果や溶解効率及び発生効率等に与える影響も把握できるように、反応塔の高さを 1.6m～4.1m の範囲内で 4 段階に変更できるようにした。</p> <p>以上を踏まえ、オゾン反応塔の仕様として、SUS 反応塔 φ200mm×4,480mmH (但し、H=1,600mm、2,350mm、3,100mm、4,100mm で可変式) を用い、オゾン注入方式を散気方式とし、オゾン発生装置としてオゾン発生量：12gO<sub>3</sub>/h、オゾン濃度：40g/Nm<sup>3</sup> の仕様の実験装置を作成し設置した。</p> <p>また、実験条件として、オゾン注入率を 1.5mg/L～10mg/L の範囲内で 4 段階、原水流量を 6L/min～17.5L/min の範囲内で 4 段階、接触時間を 3～15min の範囲内で 4 段階、反応塔高さを 2 段階に設定し、これらの条件及び原水の性状がオゾン処理による内分泌攪乱物質等の除去効果に与える影響を把握することとした。</p>			
研究担当者：中島英一郎、田嶋淳			
キーワード	オゾン処理、内分泌攪乱物質、オゾン注入率		

河川等環境中における化学物質リスクの評価に関する研究	本文 227 ページ	平成15年度
----------------------------	------------	--------

全体計画	試験研究費 平成15～17年度	下水処理研究室
------	-----------------	---------

**(目的)**

ダイオキシン、環境ホルモン等の化学物質によるヒトや生態系への影響は、社会的に大きな問題となっているところである。また、平成11年に「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」によってPRTR制度(Pollutant Release and Transfer Register: 環境汚染物質排出移動登録制度)が導入され、事業者は354物質の排出や移動について登録しなければならないこととなった。さらに、水生生物保全という新たな観点から環境基準の検討が行われ、平成15年11月5日環境省告示第123号によって全亜鉛が環境基準として位置づけられた。以上のように、近年、化学物質に対する関心が非常に高まっているところである。

国土交通省は、河川、下水道、道路等を管理する立場から、環境中における化学物質のリスク管理を、地域の利害関係者ととも担っていく責務を負っている。しかしながら、それらの化学物質の環境中での実態はほとんど明らかとなっていない。そこで本研究では、総合的な化学物質リスク管理手法の構築に向けて、河川等にて事例研究を行い、PRTR対象の未規制物質を含めた化学物質の存在量(濃度等)の実態、環境中での質変換等を明らかにし、環境中でのリスク管理を行う上で必要な情報を集積、整理するとともに、人の健康や動植物の生息・生育に対する影響等に関し、不足している科学的知見を明確にし、必要な研究開発を提示することとする

**(結果)**

平成15年度は適当な河川を選定し、そこでの主要な化学物質の実体を明らかにすることとした。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 黒川(工場排水の影響が小さい)では、有機物と重金属について下水処理場の影響が大きかった。しかしながら流下過程でこれらの物質は減少していた。ただし、化学工業に関する有機物では下水処理場の影響が全く見られず、下水処理場以外の要因で増加していた。今後は、減少速度等について詳しい分析が必要と考えられた。
- 2) 谷田川(工場排水の影響が大きい)では、下水処理場の影響を確認することはできなかった。一方、化学工業に関する有機物は採水箇所によって大きく異なっていたことから、業種ごとに排出している化学物質が異なるものと考えられた。したがって、今後は業種ごとに排出する化学物質を把握することが重要と考えられた。

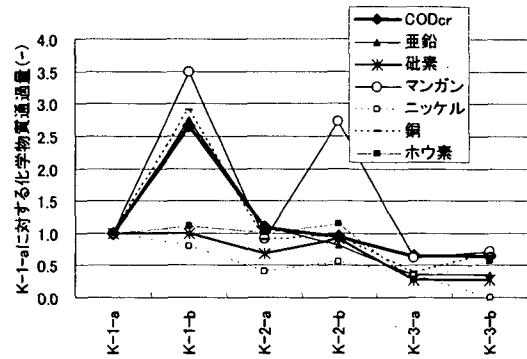


図-1 黒川における重金属量の変化

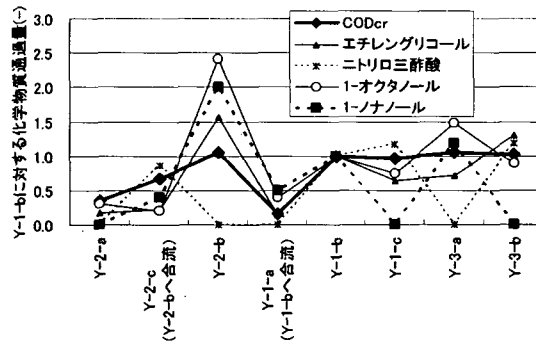


図-2 谷田川における有機物量の変化

研究担当者：高橋正宏，斎野秀幸

キーワード	化学物質、PRTR、リスク管理
-------	-----------------

人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ ガンジス川流域における水質保全対策の評価	本文 235 ページ	平成 15 年度
--	------------	----------

全体計画	戦略的創造研究推進事業委託研究費 平成 15～20 年度	下水処理研究室
------	------------------------------	---------

**(目的)**

急激な人口増加や都市開発、産業発展による水問題の深刻化や、人間活動による水循環の変動などの問題がアジアを中心とした地域で進行している。これに対処するため、アジアの特徴を有する 9 河川流域を対象として、政策シナリオを提示することが、本研究の目的である。本研究は、対象地域が広大であり、かつ、多くの課題を有していることから、山梨大学砂田教授を研究代表者としたチーム型研究 (CREST タイプ) の形式をとっている。国総研 下水処理研究室では、「ガンジス川流域」を対象地域として、水質問題に重点を置いた政策シナリオの提示を担当する。

ガンジス川は、アジアで最も流域人口が多い河川流域であり、人口の増加や都市化にともなう、水質汚濁それにとまなう衛生的な水不足、洪水が大きな問題となっている。ガンジス川に代表されるアジアの河川は、人々の生活に不可欠な存在であり、多くの人々が、沐浴・洗濯・排泄などを行っている。このため、水系由来による伝染病が蔓延し、特に都市化された地域では、水質汚濁とともに、病原性微生物などによる健康被害が大きな社会問題になっている。このため、主としてガンジス川中流域を事例として、病原性微生物による健康被害を防止するための水質保全対策の提示を行う。

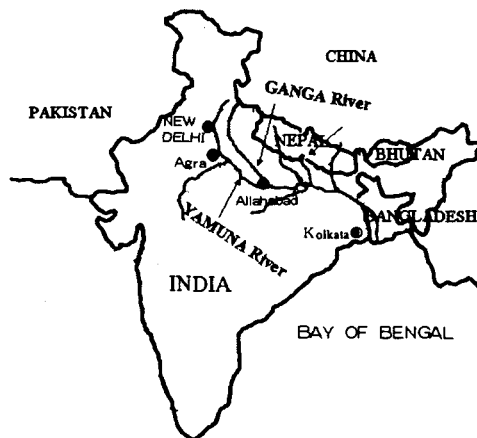


図-1 ガンジス川流域の概略図

**(調査概要)**

本研究では、現地調査により、現地住民の生活様式や河川の汚濁状況、汚濁源、原単位などの基礎資料を十分に収集し、それを基に将来を想定した段階的な下水道整備手法の整理を行い、水質問題に重点を置いた政策シナリオの提示を行う。現地調査では、特に水質汚濁の悪化が著しいインド国の首都ニューデリーを中心に調査を行う。ニューデリーには、ガンジス川の支川であるヤムナ川があり、現地住民は生活用水としてその河川を使用している。

研究初年度である平成 15 年度の調査内容としては、基礎資料の充実を図るため、現地インドでの現地調査を実施した。調査は、ニューデリーおよびその周辺地域において、現地視察と水質測定を行った。

結果として、河川上流部では良好な水質であったが、都市部を通過すると水質がかなり悪化する。下水処理場が不足していることと、人口が密集しすぎていることも原因ではあるが、ニューデリーでは特に、上流部で灌漑用水・浄水場で河川水を使用し、都市域への河川送水量が少なすぎるのが問題であると考えられる。

表-1 ヤムナ川の水質

項目	単位	上流			下流			備考
		Palla	Okhla	Mahatpur	Palla	Okhla	Mahatpur	
pH		7.2	7.5	7.1				
DO	mg/L	5.7	2	0				
T-BOD <sub>5</sub>	mg/L	<1	30	35				
T-COD <sub>Cr</sub>	mg/L	3	96	122				
T-N	mg/L	1.6	32.4	45.53				
K-N	mg/L	1.4	20	37				
NH <sub>4</sub> -N	mg/L	1	17	32				
NO <sub>2</sub> -N	mg/L	0.2	0.7	0.03				
NO <sub>3</sub> -N	mg/L	<1	11.7	8.5				
PO <sub>4</sub> -P	mg/L	1.3	3.1	9.1				
SS	mg/L	5	61	27				
大腸菌群数	MPN法	MPN/100mL	2.4E+05	1.5E+07	9.4E+08			
	平板培養法	cfu/mL	4.0E+02	1.1E+05	8.0E+05			
糞性大腸菌群数	MPN法	MPN/100mL	2.4E+05	1.5E+07	9.4E+08			
	平板培養法	cfu/mL	2.1E+03	8.5E+04	7.1E+06			
大腸菌	MPN法	MPN/100mL	2.4E+05	1.1E+07	9.4E+08			
	平板培養法	cfu/mL	2.7E+03	7.8E+04	6.1E+05			
腸球菌	MPN法	MPN/100mL	2.3E+03	9.4E+05	9.4E+06			
サルモネラ菌			検出	検出	検出			

※ T-N=K-N+NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N より計算した。検出下限値以下の場合には 0 とした。

研究担当者：中島 英一郎、平出 亮輔、桜井 健介

キーワード	人口急増、アジア、ガンジス川、水質汚濁、政策シナリオ
-------	----------------------------

下水汚泥有効利用に伴うリスク評価に関する研究		本文 255 ページ	平成 15 年度
全体計画	受託業務費 (環境省) 平成 13~15 年度	リサイクルチーム	
<p><b>(目的)</b></p> <p>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 年度に施行された「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。</p> <p><b>(調査方法)</b></p> <p>平成 15 年度は、汚泥有効利用製品を対象にし溶出試験および含有量試験を行うことにより、汚泥有効利用製品における PRTR 対象重金属類の含有量・溶出傾向、溶出量の実態を明らかにし、それに伴うリスク評価を実施した。</p> <p><b>(調査結果)</b></p> <p>本年度の調査結果より以下のことが明らかとなった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却灰、焼成レンガを対象とし、再生資材評価法におけるろ過孔径を変えた場合、<math>0.45\mu\text{m}</math> と <math>1.0\mu\text{m}</math> での分析値に差は生じなかった。</li> <li>・肥料向け汚泥有効利用製品に再生資材評価法を適用させる場合の液固比、ろ過孔径は、溶出傾向および操作性を考慮し 50、<math>1.0\mu\text{m}</math> とした。</li> <li>・建設資材向け汚泥有効利用製品の 1 つである焼成レンガを再生資材評価法に供した場合、溶出傾向は異なるものの Cu, Mn, Co, Cd, Ba, Pb, Zn, Mo, Ag にて継続的な溶出が確認された。</li> <li>・高分子系コンポストを対象とし、再生資材評価法による溶出試験を行った場合、建設資材向け汚泥有効利用製品に比べ段階的に溶出する重金属類が多い傾向がみられた。</li> <li>・製造方法から汚泥有効利用製品を大まかに、建設資材(焼成品)、建設資材(非焼成品)、高分子系コンポストの 3 つ分類したところ、重金属の溶出傾向に差がみられた。</li> <li>・マイクロ波加熱分解法に対する溶出(含有)量は、再生資材評価法と環告 46 法では建設資材:12%以下、高分子系コンポスト:45%以下であり、環告 19 法では建設資材:84%以下、高分子系コンポスト:95%以下であった。</li> <li>・雨水と二酸化炭素を溶解させた純水を用い溶出試験を行ったところ、重金属類毎に溶出挙動が異なる傾向がみられた。</li> <li>・暴露試験の結果から、経年劣化などにより汚泥有効利用製品が破損した場合、溶出量が高まる可能性が考えられた。</li> <li>・媒体を水、ヒトへの接触経路を経口ならびに溶出液の直接摂取を想定してリスク評価を行ったところ、ハザード比は建設資材においては <math>10^{-1}\sim 10^{-2}</math>、高分子系コンポストにおいては <math>10^{-1}\sim 10^0</math> の範囲にあった。高分子系コンポストにおいてはハザード比が 1 を超えたのは As および Pb であった。</li> <li>・汚泥製品から溶出した重金属の環境中での挙動やヒトへの暴露評価をさらに行い、より実状に近いリスク評価を行う必要がある。</li> </ul> <p>研究担当者:鈴木 穰、諏訪 守、五十嵐 勲</p>			
キーワード	PRTR、重金属、汚泥有効利用製品、溶出試験、含有量試験、リスク評価		

病原性微生物の同定方法および挙動に関する研究	本文 277 ページ	平成 15 年度
------------------------	------------	----------

全体計画	運営費交付金（一般勘定） 平成 11～17 年度	リサイクルチーム
------	--------------------------	----------

**(目的)**

下水処理水が関与した病原微生物による集団感染を未然に防止するため、下水処理水に含まれる病原微生物に関する安全性確保が求められている。下水処理水の衛生的安全性を評価するためには、下水中の極微量の病原微生物を、迅速・簡便・安全に検出できる方法の開発と、下水処理過程や環境水中での病原微生物の挙動を解明することが重要である。

本研究では上記の要請を踏まえ、分子生物学的手法（特に PCR (Polymerase Chain Reaction) 法）により、下水中・環境水中のウイルスおよび原虫を、迅速かつ高感度に検出できる手法を提案することを目的としている。

平成 15 年度は、Real Time PCR 法の下水試料への適用性評価および濃縮・分離操作や下水性状の違いが Real Time PCR 法による *Cryptosporidium* オーシストの検出感度に及ぼす影響を把握するとともに、下水試料に適したウイルス濃縮法の提案を行った。

**(結果)**

本実験の成果として、以下のことが明らかとなった。

- ① ミリ Q 水、砂ろ過水、流入下水に添加したオーシストの回収率は、約 20～70%の範囲であったことから、リアルタイム PCR 法は顕微鏡観察と比較して、高濃度域においても同程度の検出感度であると考えられた。
- ② 流入下水のウイルス濃縮・誘出法では、超遠心処理法や PEG 沈殿法により約 60%の回収率が得られたことから、これらの方法は流入下水試料からウイルスを検出する上で適しているものと考えられた。
- ③ 二次処理水、砂ろ過水試料に対しては、セルロース吸着・凝集法により約 60～100%の回収率が得られたことから、この方法は二次処理水、砂ろ過水試料からウイルスを検出する上で適しているものと考えられた。
- ④ リアルタイム PCR 法によるウイルスの最小検出感度は、5 コピーであった。

表-1 セルロース吸着・凝集法による Qβ ファージの回収率

	2次処理水		3次処理水	
	Qβ 添加	Qβ 無添加	Qβ 添加	Qβ 無添加
回収率 (%)	5.9	56	4.3	98

表-2 各種濃縮法による Qβ ファージの回収率

濃縮法	回収率 (%)		
	流入下水	2次処理水	3次処理水
陽電荷膜法	0.68	2.3	13
陰電荷膜法	5.5	1.7	0.6
超遠心法	59	30	20
PEG沈殿法	58	36	38

研究担当者：鈴木 穂、諏訪 守、陶山 明子

キーワード	クリプトスポリジウム、ウイルス、Real Time PCR
-------	-------------------------------

下水処理水再利用のための残存物質の高度除去手法に関する研究	本文 283 ページ	平成 15 年度
-------------------------------	------------	----------

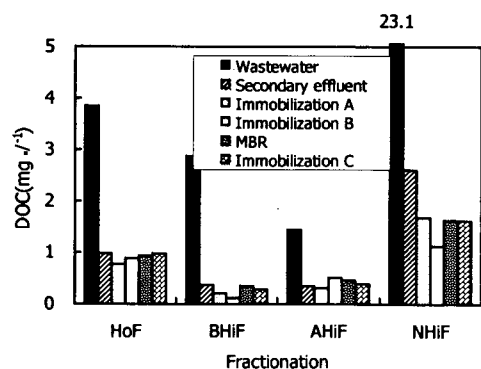
全体計画	運営費交付金（一般勘定） 平成 14～17 年度	リサイクルチーム
------	--------------------------	----------

**(目的)**

都市域から発生し流量および水質が安定している下水処理水は、都市域の代替水源として期待されているが、低濃度の残存有機物を含むため、再利用施設における微生物の再増殖や放流先生物相の中腐水性化などの問題を引き起こしている。このため本研究は、これらの問題を解決することを目的として、下水処理水中残存有機物を高度に、しかも安価かつ効率的に除去する手法の開発を行うものである。

**(結果)**

平成 15 年度は、前年度に引き続き、下水処理水の結合固定化担体法および膜分離活性汚泥法による高度処理実験を行うとともに、ゲルクロマトグラフィー（GPC）分画、UF 膜を用いた分子量分画、親水／疎水性および酸／塩基性の程度に基づく溶存有機物（DOM）分画を高度処理前後の試料水に適用し、処理水質の特性を調査した。得られた成果は次の通りである。①：結合固定化担体法あるいは膜分離活性汚泥法を経ることにより、付着微生物量として評価した微生物の増殖ポテンシャルが下水処理水の場合の半分程度に低下した。このため、これらの高度処理は、微生物の再増殖を抑える上で有効であると考えられる。②：生物高度処理によって減少する下水処理水中の DOM 分画は、親水性中性物質である。このため、下水処理水中に残存する親水性中性物質が微生物の増殖に関与していると考えられる。図-1 は、DOC 分画結果の例である。



ここで、  
 Immobilization A は、Secondary effluent の固定化処理水で、Immobilization B は、Immobilization A の固定化処理水で、Immobilization C は、MBR の固定化処理水である。  
 また、MBRは、Secondary effluentの膜分離活性汚泥法処理水である。

図-1 固定化法およびMBR法による下水二次処理水およびその処理水のDOC分画

HoF：疎水性酸，BHIF：親水性塩基，AHIF：親水性酸，NHIF：親水性中性物質

研究担当者：鈴木 穰，金 時俊

キーワード	下水処理水、再利用、残存有機物、中腐水性化、結合固定化法、膜分離活性汚泥法
-------	---------------------------------------



**(目的)**

近年、有機性有害物質による環境汚染が懸念されている。閉鎖性水域には、その流域内で発生・使用された有機性有害物質が河川等を経由して集まること予想されるため、それらの物質による汚染が懸念されている。特に、多環芳香族炭化水素類（Polycyclic aromatic hydrocarbons、以下、PAHs）による底泥の汚染が指摘されており、底泥中でのPAHsの存在実態の解明が必要である。

**(結果)**

15 年度は、閉鎖性水域の底泥中のPAHs等の有機性有害物質の存在実態に関する研究を行うとともに、閉鎖性水域の底泥中の有機性有害物質の挙動に関する研究に着手した。本検討の成果として、以下のことが明らかとなった。

① 比較的人為的な汚染が進んでいる閉鎖性水域（水域A）の底泥中のPAHsの定量を行ったところ、4環以上のPAHsの含有量が高くなっており、流入河川からもたらされると考えられるPAHsが、河口近傍で沈積している可能性が示唆された。

② 比較的人為的な汚染が進んでいないと予想された閉鎖性水域（水域B）の底泥中のPAHsの定量を行ったところ、1960年代以降、大気由来のPAHs負荷が上昇している可能性が示唆された。（図-1）

③ 河川河口部近傍に湖内湖等を設け、PAHsを含む粒子の沈降をすすめることにより、湖内湖にPAHsを集積させることにより、閉鎖性水域本体へのPAHsの流入負荷を減少させるとともに、湖内湖に集積させたPAHsを対象とした除去、分解等の対策を施す可能性が示唆された。

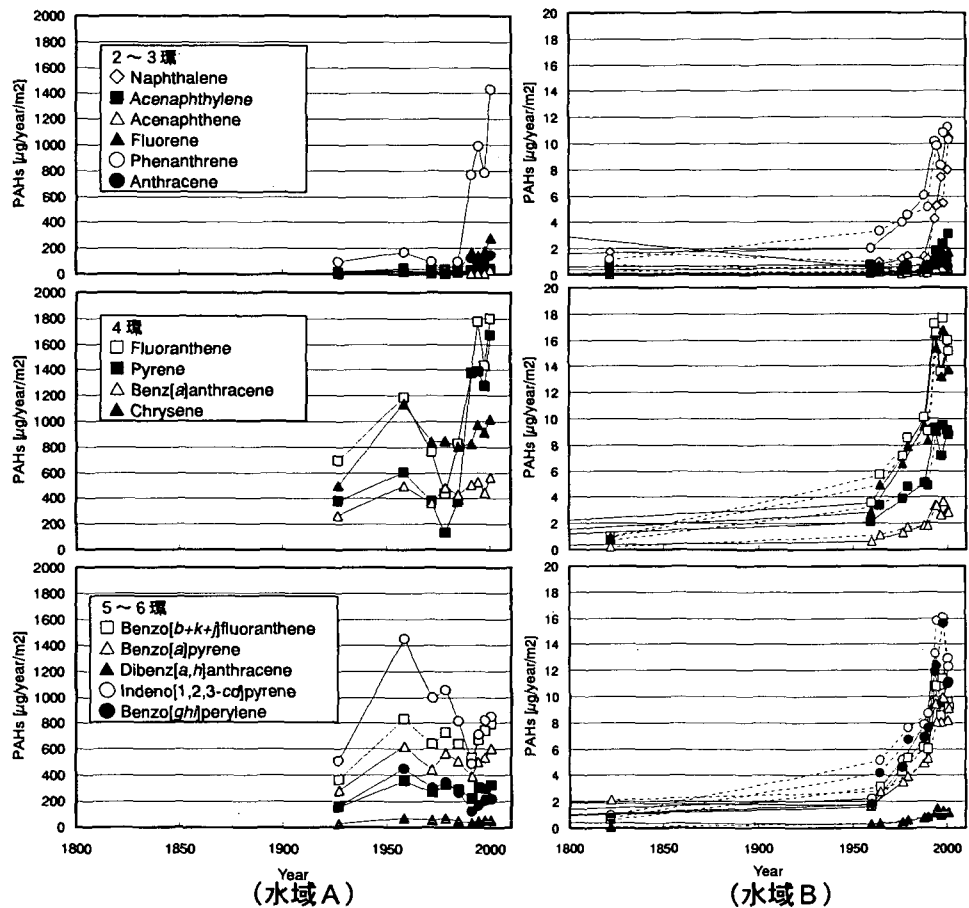


図-1 底泥へのPAHs堆積速度

水域Aの試料の年代は土木研究所調査に基づき算出

研究担当者：鈴木 穰、南山 瑞彦

キーワード 多環芳香族炭化水素類、底泥、実態調査

草木廃材の緑化資材としての有効利用技術に関する研究		本文 301 ページ	平成 15 年度
全体計画	運営交付金（一般勘定） 平成 14～17 年度	リサイクルチーム	

**（目的）**

土木工事や河川、道路、公園緑地等の管理から大量の草木が発生している。他方、掘削や盛土などの土工にともなう法面保護や緑化・緑地造成のために多くの有機質資材が投入され、中には海外からの天然材に依存しているものもある。

本研究は、大量に発生する草木材を法面保護、緑化・緑地造成、或いは緑地、土壌保全のための資材として活用する技術を開発するとともに、地域・流域や広域的な資源化・循環システムについて検討、提案するものである。

**（結果）**

平成 15 年度は、草木材の発生量を把握するための調査と、法面吹付け材を開発する研究に着手した。その結果、草木材の発生量については地域限定的ではあるがデータの収集が出来た。図-1 にダム流木調査結果の一例を示す。吹付け材の開発では、発生材をチップ化した後、これに蒸煮・爆砕を施すことにより物性の良好な吹付け資材となることが示され、現地での試験施工に供せられるレベルに達したと判断された。

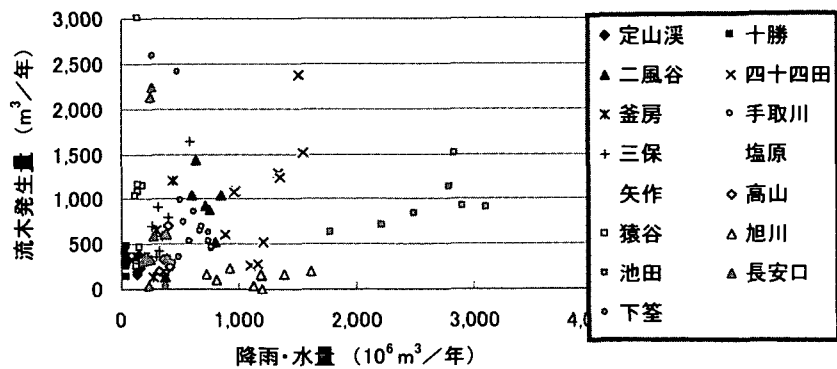


図-1 ダムにおける年間の降雨・水量と流木発生量の関係（一例）

ここで、[降雨・水量] = [降雨量(mm/年)] × [流域面積(km<sup>2</sup>)] である。

鈴木 穰, 落 修一, 南山 瑞彦, 宮本 綾子, 長沢 英和

キーワード	河川管理、道路管理、公園管理、緑地管理、流木、刈草、剪定枝、資源化、吹付け材
-------	--

アジア・モンスーン地域の下水処理施設における病原微生物の消長に関する研究	本文 309 ページ	平成 15 年度
--------------------------------------	------------	----------

全体計画	受託業務費（文部科学省） 平成 15～18 年度	リサイクル・水質チーム
------	--------------------------	-------------

**(目的)**

都市への人口集中に伴い発展途上国においても、水環境の悪化が懸念されている。水環境の改善、水資源の確保は重要であり、下水道整備によりその対応を講ずることが望まれる。発展途上国では一般的にラグーンなどにより下水処理が行われているが、処理方法や放流水系状況の違いによって病原微生物の消長は変化すると考えられ、水環境の改善、水資源の確保の観点からその実態を解明する必要がある。

本研究は、病原微生物を細菌、原虫、ウイルスに分類し、各々の分類毎に指標となる微生物の評価を行うとともに、ラグーン施設の運転条件が病原微生物の除去に及ぼす影響を把握し、水系での消長を解明することを目的としている。

平成 15 年度は、発展途上国での代表的な下水処理方式のラグーンなどによる病原微生物の除去特性を解明するため、以下の調査を沖縄県 A 浄化センター内にあるラグーン実験施設において実施した。

- 1) ラグーンにおける降雨、流出SS、日間変動などが病原微生物の消長に及ぼす影響を調査
- 2) ラグーン処理水の処理レベルの高度化を図るため、植生浄化法による病原微生物の消長調査

**(結果)**

本調査の成果として、以下のことが明らかとなった。

- ① ラグーンによる各々の除去率は大腸菌群数、ファージ（細菌ウイルス）70～80%、ウイルス90%、原虫類のジアルジアで80～90%程度であった。
- ② 降雨により各指標微生物の除去率には大きな影響は見られなかったが、降雨に伴うラグーン施設からの流出流量は設定流量に対し10%程度増加した。このため、病原微生物としての流出汚濁負荷量は若干上昇するものと考えられた。
- ③ 植生浄化法では、大腸菌群数、ジアルジアは1ケタ程度の濃度レベルが低下したが、ファージについては大きな濃度レベルの減少は見られなかった。
- ④ ラグーンでのSS除去率は低く、植生浄化法でも30%程度であるため、ラグーンでの固液分離を良好に行えれば、さらに各々の微生物の除去率を向上させられるものと推定される。

表-1 各指標微生物の濃度と除去率

		大腸菌群数 (個/mL)	ウイルス (上澄液) (copies/100ml)	ファージ (Pfu/mL)	ジアルジア (個/L)	SS (mg/L)
降雨時 0内:除去率%	流入下水	4.9E+5	1.8E+2	5.8E+3	1.0E+2	73
	ラグーン処理水	1.0E+5 (79%)	1.9E+1 (90%)	1.9E+3 (68%)	2.0E+1 (80%)	67 (8%)
	植生浄化処理水	3.6E+4 (93%)	(-)	1.5E+3 (74%)	1.0E+0 (99%)	52 (29%)
晴天時 0内:除去率%	流入下水	4.6E+5	6.1E+1	4.1E+3	5.6E+2	98
	ラグーン処理水	1.1E+5 (77%)	6.3E+0 (90%)	1.2E+3 (71%)	2.4E+1 (96%)	108 (-)
	植生浄化処理水	2.1E+4 (95%)	(-)	1.0E+3 (76%)	1.5E+0 (98%)	63 (36%)

(滞在時間:ラグーン 10 日間・植生浄化 12 時間)

研究担当者：鈴木穰、田中宏明、諏訪守、陶山明子

キーワード	発展途上国、ラグーン、病原微生物
-------	------------------

**(目的)**

都市への人口の集中化により、河川水に占める下水処理水の割合は年々大きくなっている。このような河川においては、公共用水域の水質保全に加え、多様な生物が棲めるような「生態系に配慮した取り組み」が必要となっている。また、都市の水循環を考慮し、自己水源である下水処理水の中に含まれる化学物質が放流後どのような挙動を示すのかについても知見を深める必要がある。そこで本研究では、放流水と河川水が混合した後、下水処理水中に含まれる化学物質が流下に伴いどのような挙動を示すのか、また、底生生物の各栄養段階における化学物質の蓄積について明らかにすることを目的とした。

**(結果)**

下水処理水中に含まれる化学物質の流下に伴う消長、および底生生物の各栄養段階における化学物質の蓄積傾向について調査を行った。本調査により以下の知見を得た。

- 下水処理場の放流口から下流約 3km の区間において、下水処理水を起源とする化学物質の消長について調査を行った。その結果、夏期の調査においては、無機態の窒素およびリンについては下水処理場放流口から下流約

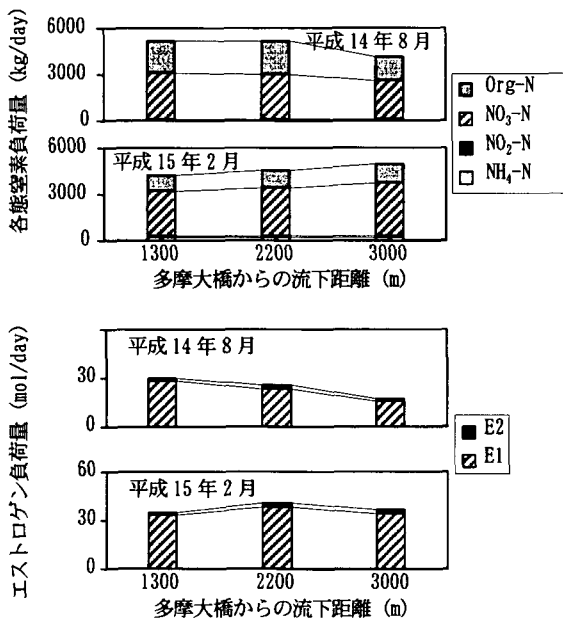


図-1 流下に伴う各態窒素化合物とエストロゲンの挙動

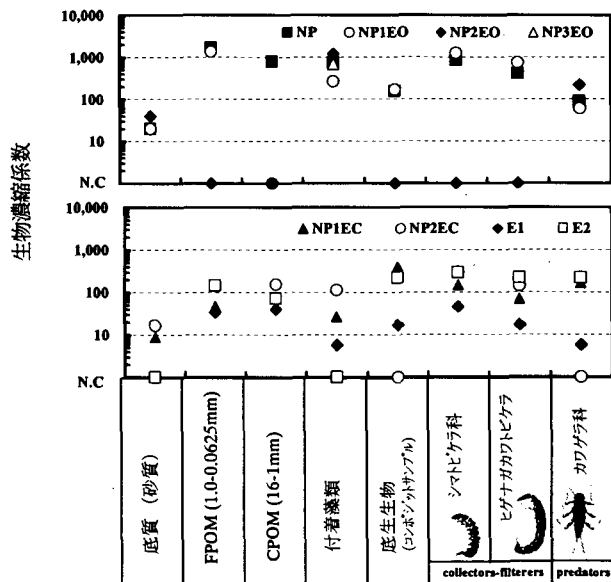


図-2 付着藻類、底質、POMにおける検出濃度と水質濃度の比(生物濃縮係数)

3km 離れても濃度の減少割合は低いが、エストロゲンおよび NP 関連物質については明瞭な濃度の減少傾向が見られた(図-1)。一方、他の時期の調査においては、窒素、リン、エストロゲン、NP 関連物質ともに明瞭な減少傾向が確認されなかったため、水温に起因する浄化作用が働いていることが示唆された。

- 下水処理場の放流口付近において河川水と底生生物中の化学物質の分析を行い、種および栄養段階ごとの化学物質の生物濃縮について調査を行った。その結果、エストロゲンおよび NP 関連物質については摂食段階が低位の付着藻類への濃縮は見られるが、高位の底生生物への濃縮は確認されなかった(図-2)。

研究担当者: 田中 宏明、宮島 潔、中田 典秀、東谷 忠、山下 尚之

底泥－水間の物質移動に関する調査		本文 323 ページ	平成 15 年度
------------------	--	------------	----------

全体計画	運営交付金（治水勘定） 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 15 年度は前年度に引き続き、ダム貯水池における現地調査、底層環境改善実験及び採取した底泥サンプルを用いた溶出試験、酸素消費速度試験など室内試験を行った。結果は以下に示す通りである。

①平成 14 年度に引き続き貯水池底層への酸素供給実験を行い、水柱の水温、D0 及び ORP をセンサーで連続観測するとともに、酸素供給の有無による水柱の酸化環境と栄養塩濃度の変化を観測した。(図-1) この結果、好気的環境では存在の見られないリン濃度が酸素供給停止にとともに上昇する傾向が見られたが、14 年度ほど明確ではなかった。

②高濃度酸素水の供給前後で底泥試料を採取し、静置下無酸素状態で溶出試験を行った結果、窒素溶出速度の変化は見られなかった。なお、窒素曝気を行ったにも係わらず実験初期に溶存酸素の上昇が見られた。

③上層・中層・下層の貯水池底泥を用いた振とう回分溶出試験を行い、栄養塩類の溶出速度と溶出ポテンシャルに及ぼす諸因子の影響を定量的に評価した。この結果から、好気的環境下では深さの違いによるリンの溶出量の差は小さいこと、また、溶出試験後の溶出濃度、溶出速度はどちらも好気より嫌気、低温(5℃)より比較的高温(20℃)の方が大きく、溶出が促進されることが示された。(図-2) 一方、硝化速度は、好気的環境では、上層底泥の方が中層、下層よりも著しく大きくなることが示された。

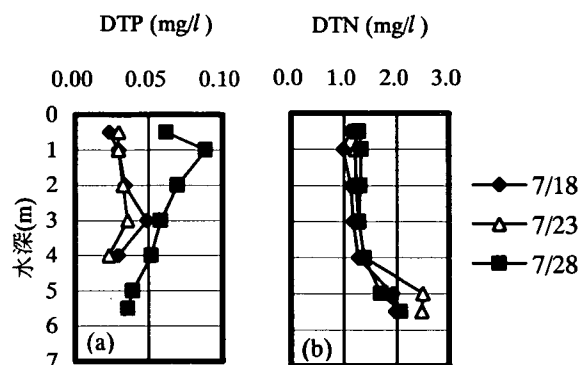


図-1 酸素供給前後の栄養塩濃度鉛直分布の経時変化

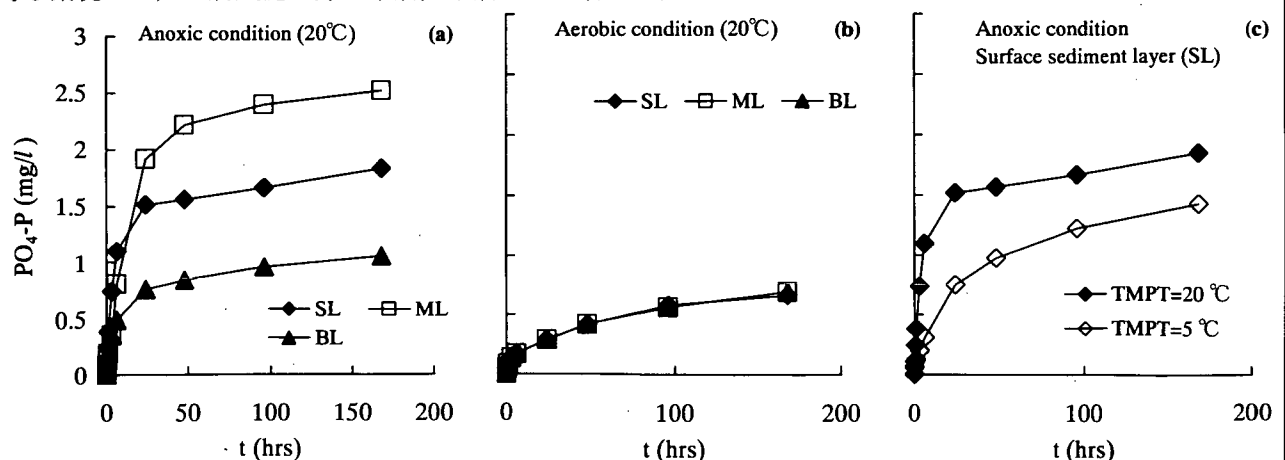


図-2 嫌気と好気条件下におけるPO<sub>4</sub>-Pの溶出濃度の変化

研究担当者：田中 宏明、津森ジュン、李建華、李富生、和田順之輔

キーワード	底泥, 栄養塩, 溶出, D0, ORP, 水質連続モニタリング		
-------	----------------------------------	--	--

**(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。本プロジェクトでは、都市排水由来のこれら内分泌攪乱物質の、河川水・底質中などにおける調査分析手法の開発、また水環境中での分解・生成といった変化現象の把握を目的としている。

**(結果)**

15 年度は、水環境中を与える影響が大きいと考えられる下水を対象としてエストロゲン抱合体の分析法の開発と、河川及び湖沼の水中、底質中におけるエストロゲン、ノニルフェノール類の実態調査と底質中におけるエストロゲンの挙動に関する室内実験を行い、次のことが明らかになった。

①LC/MS/MS によるエストロゲン抱合体の分析法を開発した。下水に対するエストロゲン遊離体及びその抱合体の添加回収試験の結果、遊離体の回収率は 94～120%と良好な結果が得られたが、抱合体については回収率が低かった。(Fig. 1)

②手賀沼で水中、表層底泥中のエストロゲン、ノニルフェノール類の水平分布を調査した。NP は流下方向で増加傾向(Fig. 2)にあり、一方、エストロゲン、NPE0, NPEC は流入河川河口付近で最大となり流下方向では低下傾向にあった。これは、内部生産により増加した藻類など懸濁物質への吸着、沈降機構が寄与しているものと考えられた。

③三春ダム前貯水池の底泥に E2 を添加し、振とう装置を用いた生物分解試験を行った。底泥位置や水温、好気嫌気などの実験条件による相違を検討した結果、中層、下層に比べて上層底泥の方が、E2 の分解が早く、分解速度係数が著しく大きかった。(Fig. 3)

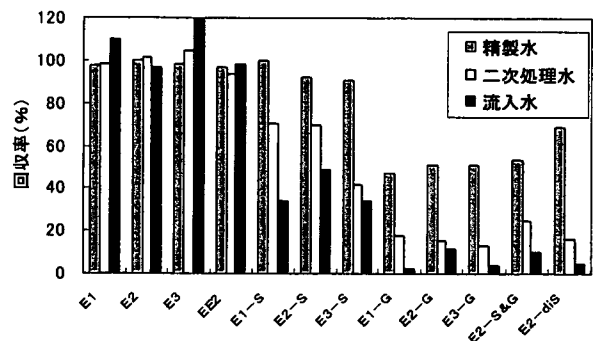


Fig. 1 Concentrations of free estrogens and conjugated forms of estrogens in waste water .

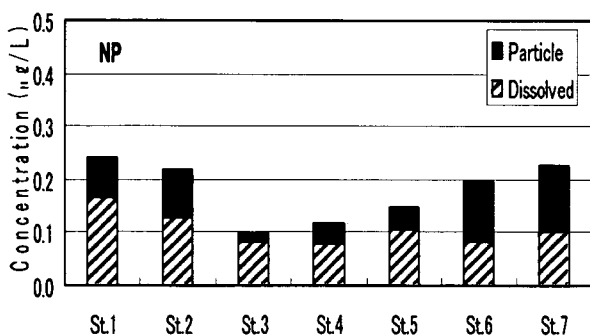


Fig. 2 Concentrations of NP in the longitudinal direction with the flow path in Lake Teganuma.

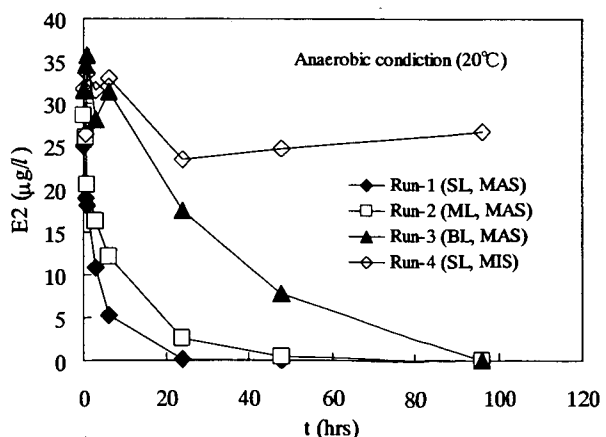


Fig. 3 Concentration profiles of spiked E2.

研究担当者：田中 宏明，小森 行也，津森 ジュン，李 富生，壬生 勝泰

バイオアッセイによるエストロゲン様物質の指標に関する研究		本文 337 ページ	平成 15 年度
全体計画	運営費交付金(一般勘定) 平成 13 年～平成 17 年	水質チーム	

**(目的)**

近年の内分泌攪乱化学物質問題において、イギリス同様、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生生物に与える影響とその原因物質の由来を把握することが求められている。このため本研究は、*in vitro* と *in vivo* のバイオアッセイを用いてその影響把握と、原因物質の由来を推定するための手法を検討することを目的としている。

平成 15 年度は、分画手法と遺伝子組み換え酵母株を用いたエストロゲン様活性の検出手法 (YES) の検討を行った。また、エストロゲン様活性と污水处理整備率との関係についても検討を行った。

**(結果)**

本年度の調査・研究により、以下のことが明らかとなった。

- ① 高速液体クロマトグラフィーを用い、環境に含まれる内分泌攪乱化学物質を、エストロゲン類という包括的な分画ではなく、個々のエストロゲンの分画が可能な手法を確立した。また、同手法と YES とを組み合わせることにより、下水処理水中では E2 に比べエストロンの寄与が高いことが分かった。
- ② 全国一級河川 94 水系において YES によりエストロゲン様活性の測定を行った結果、各水系の流域での污水处理整備率とエストロゲン様活性との間には明確な相関関係はなく、人口密度とエストロゲン様活性との間に正の相関関係が見られた (図-1)。

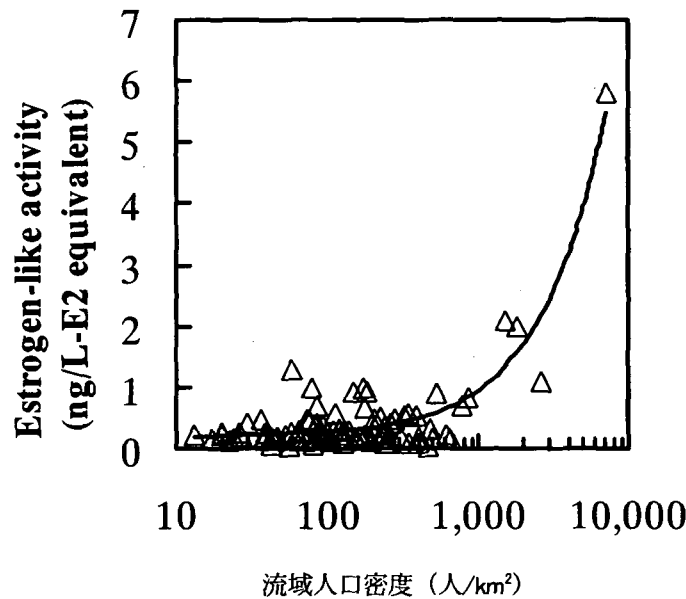


図-1 エストロゲン様活性と流域人口密度の関係

研究担当者: 田中 宏明、宮島 潔、東谷 忠、中田 典秀

キーワード	エストロゲン様活性、分画、HPLC、遺伝子組み換え酵母
-------	-----------------------------

**（目的）**

本調査は、多摩川、利根川等の河川流域を対象に、流域条件と水量・水質の関係把握、栄養塩の実態と富栄養化ポテンシャルの評価、水質と生物影響の関係、特に一次生産に対する影響の評価、都市排水が水生生物に与えるホルモン作用の把握を行い、河川の水環境の把握を行うとともに、今後良好な水環境を保全するのに有用なデータの収集を行うことを目的としている。

**（結果）**

平成 15 年度は、下水道整備途上の河川で降雨時汚濁負荷量調査を行うとともに、メダカを用いた現地での曝露評価試験の改良及び利根川全川を対象とした AGP 試験（図-1）と藻類成長阻害試験を行った。

本研究の成果として、以下のことが明らかになった。

- ① 大津川においては下水道整備により BOD など有機物の減少が見られたものの、栄養塩濃度については増加傾向が見られた。
- ② 利根川本川と比べると江戸川、中川及び綾瀬川の方が AGP 値が高いという結果になった。利根川流域の栄養塩濃度と AGP 値に関する基礎的な情報が得られた。これに加えて、近年、陸域からの排出が海域の生態系に大きな影響があると考えられているシリカについても AGP 値との関係を検討する必要がある。
- ③ メダカを用いた曝露試験によりピテロジェニン生成が確認されたが、水温の制御とメダカの成長段階による感受性の相違を考慮して曝露期間や曝露月齢について更に検討が必要である。

平成 16 年度以降においては、引き続き利根川、多摩川等の関東地方の河川に関する実態調査及び生態系への影響評価を行うとともに、得られた情報を基に水環境の評価手法に関する提案を試みる。また、水環境における生物学的基礎データの収集方法等の検討や流域情報の収集を行い、流域管理や汚濁解析に有用なデータの収集を行う必要がある。

(b) 2004 年1月6日

○ AGP ( $1 \times 10^6$  cells/mL)

⊙ AGP ( $5 \times 10^6$  cells/mL)

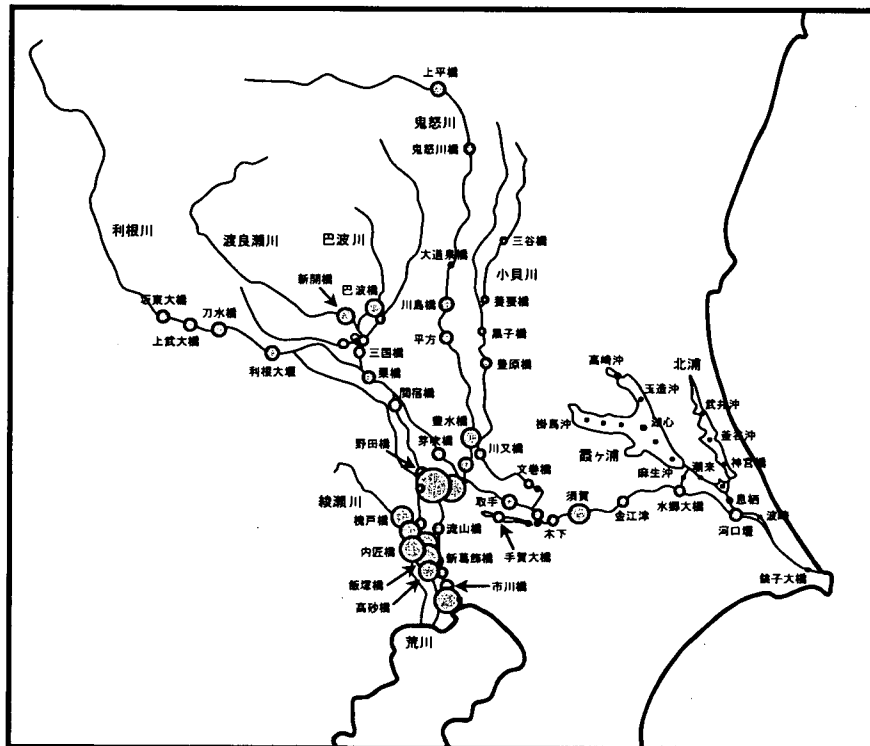


図-1 利根川流域における AGP 値の分布

研究担当者: 田中 宏明、津森 ジュン、宮島 潔、東谷 忠、山下 尚之、壬生 勝泰



都市排水に含まれるエストロゲン様物質が魚類に及ぼす影響と指標化に関する研究		本文 349 ページ	平成 16 年度
全体計画	受託業務費(環境省) 平成 14 年～平成 17 年	水質チーム	

**(目的)**

英国などの都市河川では、河川水に含まれるエストロゲン様物質が魚類に雌性化に影響を及ぼしている疑いがあるが、わが国では影響の有無が明らかではない。本研究は、第一に、下水処理水やその放流先都市河川において魚類を曝露飼育し、エストロゲン様物質による雌性化の影響の有無を確認することとする。第二に、水試料の分画法と遺伝子組み換え酵母によるエストロゲン活性を組み合わせることによって、河川水のエストロゲン作用の由来を評価し、このエストロゲン活性を魚類の雌性化との関係を検討する指標として、その利用性を評価するものである。

平成 15 年度は、昨年度開発した現地魚類曝露試験法を用いて、試験地点を拡大して実施するとともに、室内試験においてエストロゲンの暴露濃度と期間による魚類影響を明らかにすることとした。さらに、水試料の分画抽出法について、多段階に分画することをめざして高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いた技術について検討した。

**(結果)**

平成 15 年度の成果として、以下のことが明らかとなった。

- ①河川水質自動監視所を活用した現地メダカ曝露試験の結果、下水処理水放流先の試験地点では、雄メダカの10%にエストロゲン様物質によるビデロジェニン(VTG)の誘導がみられた。
- ②実験室での 17 ベータエストラジオール(E2)によるメダカへの曝露実験の結果、河川でみられる高濃度レベル (5ng/L) では2週間で肝臓中の VTG 誘導が現れはじめることがわかった (図-1)。
- ③実験室でのエストロン(E1)によるメダカへの曝露実験の結果、30ng/Lの条件では2週間曝露でもVTG誘導は見られなかったが、80ng/Lでは曝露開始後3日目にもVTG誘導がみとめられた。メダカの肝臓中VTG誘導に関するE1のポテンシャルはE2の0.18～0.26倍であった。
- ④高い分離能を持つHPLCを用いた水試料の分画方法を開発し、個々のエストロゲン遊離体および抱合体、ノニルフェノールの分画が可能であることを確認した。この手法を用いて下水流入水および処理水を対象にエストロゲン活性の由来の推定を試みた。その結果、下水処理水のエストロゲン活性ではE1の寄与が大きいことが確認された。

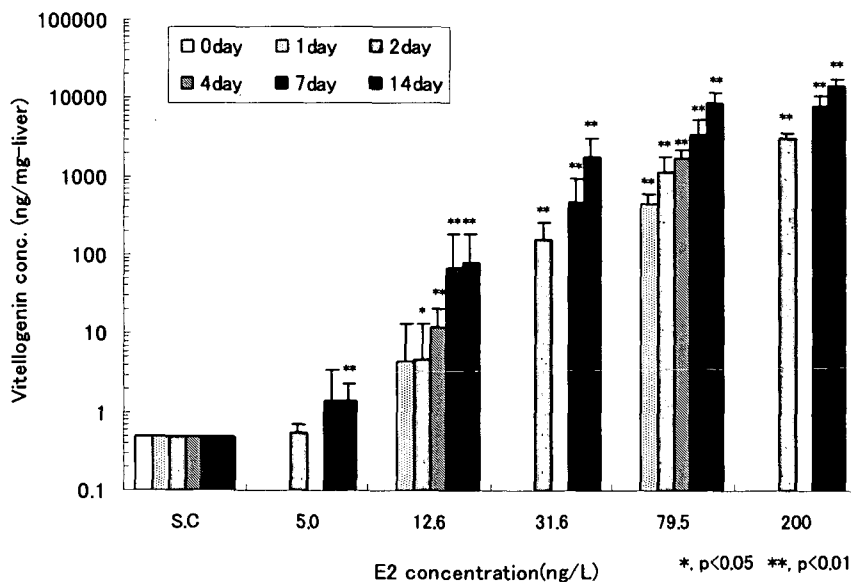


図1 E2 曝露による肝臓中ビテロジェニン濃度

研究担当者: 田中 宏明、宮島 潔、東谷 忠、中田 典秀

キーワード	都市排水、エストロゲン、魚類、メダカ、分画、遺伝子組み換え酵母
-------	---------------------------------

遺伝子解析手法を用いた環境ストレスの検出技術に関する基礎的研究	本文 367 ページ	平成15年度
---------------------------------	------------	--------

全体計画	運営費交付金(一般勘定) 平成 14 年～18 年度	水質チーム
------	----------------------------	-------

**(目的)**

水生生物に生じるストレスは、従来のバイオアッセイによる検出技術では微妙な変化の検出はできず、その評価は不可能であった。一方、医学分野では、化学物質の影響を遺伝子レベルで診断・解析する手法の開発が進められているため、これを応用してヒトへの健康影響を評価することが可能となりつつある。

本研究は、医学分野で用いられている遺伝子レベルの診断技術について、これを環境評価手法として応用するための基礎研究を行うことを目的とする。

**(結果)**

平成 14 年度は、DNA チップを用いた遺伝子診断技術を環境評価手法として応用するための基礎検討を行った。この結果をもとに、平成 15 年度は、魚類への環境ストレスを検出する DNA チップの開発について検討を行い、このプロトタイプ DNA チップを作製することを目的とした。本年度の成果として、以下の結果が得られた。

- ① 魚類斃死事故の重要な原因化学物質にあげられるシアンを対象に、暴露したメダカの実験系と非暴露のメダカの対照系を実験室で作成した。
- ② 実験系と対照系でのメダカの遺伝子発現における変化を調べた (図-1)。その結果、シアン曝露によって発現が促進された遺伝子を889個、逆に抑制された遺伝子を2859個抽出した。
- ③ この中から、DNAチップに貼り付け可能な塩基数をもつ180個の遺伝子を決定し、これらを貼り付けたメダカDNAチップのプロトタイプを作製した。

今後は、このメダカ DNA チップに搭載した遺伝子群が、シアンのほか、多岐にわたる環境ストレスによってどのように発現変動するのかを調べる予定である。さらに、様々な環境ストレスを検出することの可能な DNA チップへと性能拡大するため、搭載遺伝子を探索していく。

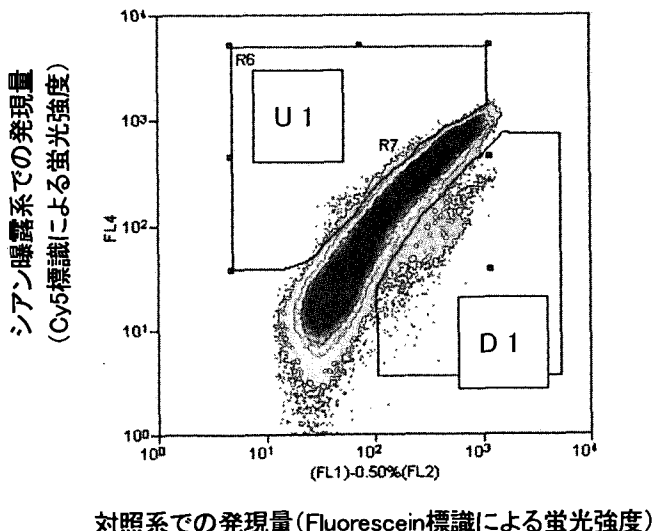


図-1 シアン曝露メダカ遺伝子の発現変動

研究担当者: 田中 宏明, 宮島 潔, 東谷 忠, 山下尚之

キーワード	遺伝子、DNA チップ、環境ストレス
-------	--------------------

河川水質浄化事業の評価と改善に関する調査	本文 373 ページ	平成 15 年度
----------------------	------------	----------

全体計画	運営費交付金（治水勘定） 平成 15～17 年度	水質チーム
------	--------------------------	-------

**（目的）**

河川環境管理の水質目標を達成するため、河川直接浄化施設等による河川浄化事業が実施されている。しかし、どのような水質改善の事業効果がみられるのか、また、河川直接浄化施設の機能が維持されているか情報が必ずしも十分ではない。また、直接浄化施設の適正な機能を維持するために必要な設計や維持管理の方法が必ずしも十分研究されていない。このため、行政や現場からこれらを解明する研究が求められている。

本調査は、土木研究所が河川浄化事業に関する評価と改善を国土交通省水質連絡会の共通テーマとし指導するとともに、河川直接浄化施設での微量汚染物質（エストロゲン様活性等）の除去およびアンモニア除去（水道原水と生態系保全に削減が重要）に焦点を当て、除去機構の理解を深めるとともに、設計や維持管理の改善の提言を行うことを目標としている。

**（結果）**

平成 15 年度は、河川直接浄化施設におけるエストロゲン様活性の除去特性調査を実施するとともにアンモニア除去機構解明のための河川直接浄化施設の実験模型を作製した。

本調査の成果として、以下のことが明らかとなった。

- ①K 河川直接浄化施設においてエストロゲン様活性の除去特性の調査を実施した結果、除去率は 67%であり、SS 除去率 66%、BOD 除去率 40%に比べ同等あるいはそれ以上であった（表-1）。
- ②水理学的滞留時間の変更が可能な礫間接触酸化方式の河川直接浄化施設の実験模型を作製した。トレーサー試験を行い接触酸化槽での拡散特性を把握した。

表-1 水質調査結果

	エストロゲン様活性 (ng/l)		SS (mg/l)		BOD (mg/l)	
	流入水	処理水	流入水	処理水	流入水	処理水
1	1.3	0.3	5	0.5	3.9	2.8
2	1.4	0.6	1	0.5	3.1	2.7
3	2.1	0.1	3	0.5	3.6	2.7
4	2.2	0.8	19	2.6	7.5	2.1
5	3.1	0.8	7	3	5.7	2.8
6	2.3	1.4	8	7	4.4	3.7
最大値	3.1	1.4	19	7	7.5	3.7
最小値	1.3	0.1	1	0.5	3.1	2.1
平均値	2.1	0.7	7	2.4	4.7	2.8

本研究課題に関連して発表した論文：

1) KOMORI, K., MIYAMOTO, N., TANAKA, H., SATO, C., HAYASHI, K. and HORIUCHI, S. : Reduction of the Estrogen-like Substances and Estrogen-like Activity in the River Water Treatment Facilities, ABSTRACTS -International Association for Great Lakes Research 46th Annual Conference & International Lake Environment Committee 10th World Lakes Conference-, p.81, 2003.6

研究担当者：田中 宏明、小森 行也、岡安 祐司

キーワード	河川浄化施設、エストロゲン様活性
-------	------------------

河川底質のダイオキシン類対策におけるモニタリング技術の実用化研究	本文 375 ページ	平成 15 年度
----------------------------------	------------	----------

全体計画	運営交付金（一般勘定） 平成 15～17 年度	水質チーム
------	-------------------------	-------

**(目的)**

平成 12 年の「ダイオキシン類対策特別措置法」の制定により、ダイオキシン類に対して適切な対応を取ることが必要となった。14 年 7 月 22 日にはダイオキシン類の底質環境基準が告示され、基準値 (150pg-TQE/g) 超過の場合にあっては水への溶出及び巻き上げ等を低減するための何らかの対策をとる必要がある。ダイオキシン類対策において、汚染範囲の特定、対策施工中の管理など調査対象となる試料数が多くなることが予想されることから簡易測定手法と連続監視装置の利用が現場で必要である。

本研究は、河川底質のダイオキシン類対策における簡易測定手法の開発とダイオキシン類の連続監視装置の開発を目標として実施するものである。

**(結果)**

平成 15 年度は、簡易な前処理（抽出・精製）と簡易測定手法の組み合わせについて比較検討を行うとともに濁度計を用いた対策施工中の管理手法について検討を行った。

本研究の成果として、以下のことが明らかとなった。

- ①汚染が確認された 5 地域での 20 試料について 6 つの簡易測定手法で 5 つの異なった前処理の組み合わせ (30 通り) で測定した結果、四重極 GC/MS (2378D) と高速溶媒抽出 + 多層シリカ + 活性炭の組み合わせが最も公定法との相関 ( $r^2=0.79$ ) が高いことが明らかとなった。
- ②浚渫等の掘削除去による対策施工中の二次汚染監視として濁度計の適用について現地実験を行い、濁度測定との長期の連続測定の適用性を確認した。

本研究課題に関連して発表した論文：

- 1) 鈴木隆司、石橋秀祐、小森行也、田中宏明：「浚渫工事に伴う濁度変化の連続モニタリング」、EICA 研究発表会、2003.10
- 2) 三宅祐一、加藤みか、浦野紘平、小森行也、南山瑞彦：「DXNs 類似 SNVOXs 測定による効率的な底質のダイオキシン類汚染調査方法の提案」、第 38 回日本水環境学会年会講演集、p.315、2004.3

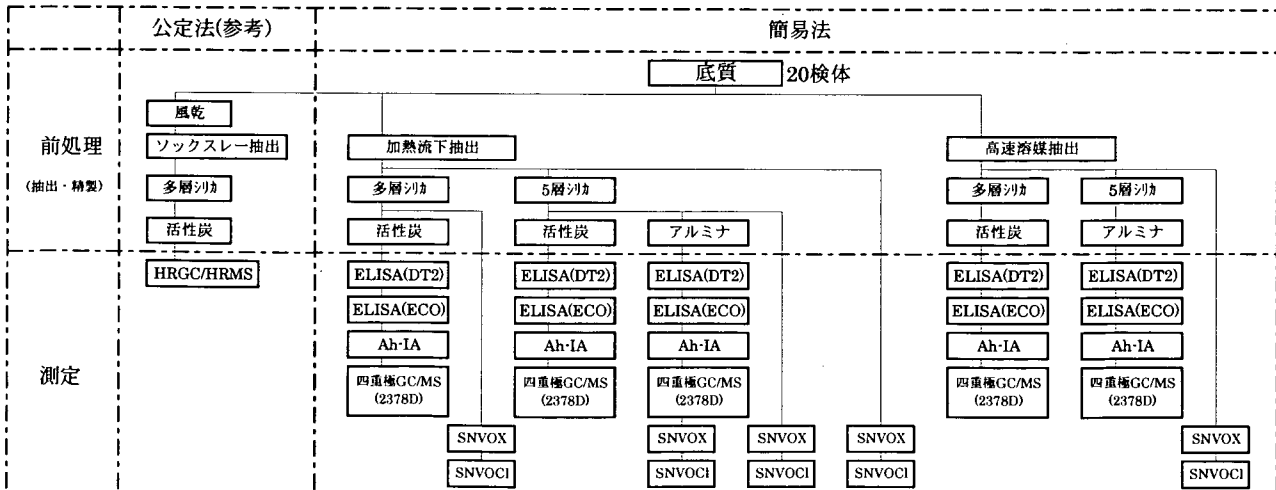


図-1 簡易測定法による底質ダイオキシン類測定手法の検討フロー

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
-------	--------------------

水環境中の化学物質が及ぼす生態影響に関する研究		本文 387 ページ	平成15年度
全体計画	運営費交付金(一般勘定) 平成 15 年～平成 19 年	水質チーム	

**(目的)**

近年、産業活動の拡大発展に伴い、様々な化学物質が広範囲に使用されており、下水処理水、排水や河川水中にも環境ホルモン様物質等に代表される多種多様な化学物質が存在することが明らかになっており、生物への影響が懸念される。このような背景から、本研究は水環境中に放出された化学物質が、水域に生息する生物にどのような影響を与えるかを明らかにすることを目的としている。

**(結果)**

平成 15 年度は、下水処理水およびその放流先河川水中に含まれる化学物質の生態影響を明らかにすることを目的として調査を行った。調査では、多摩川河川水および多摩川へ流入する下水処理水のサンプルを採取して藻類生長阻害試験を行い、下水処理場から排出された化学物質による水域生態系への影響について検討した。また、固相抽出カートリッジを用いてサンプルの濃縮を行い、濃縮サンプルについても藻類生長阻害試験を実施し河川水質への下水処理水の影響を評価した。平成 15 年度の成果として、以下のことが明らかとなった。

- ①多摩川へ放流している下水処理水、樋門排水および河川水等について、藻類生長阻害試験を実施した結果、下水処理水および多摩川河川水については藻類への生長阻害は観察されなかった。一方、多摩川へ流入する排水樋管から採取したサンプルについては、藻類への生長阻害が観察された。その毒性は、コントロールと比較した場合、約 20%の阻害率であり、強い毒性は見られなかったが、この結果は何らかの毒性物質が含有されていることを示している。この排水樋管の水は多摩川本川に流入しているが、混合した後の多摩川河川水については、藻類への生長阻害は観察されなかった。藻類の生長阻害を引き起こした原因物質については、今後検討が必要である。
- ②多摩川河川水および下水処理水の数サンプルについては、固相抽出カートリッジにより濃縮を行い、藻類生長阻害試験を実施した。図-1 に下水処理水サンプルに関する濃縮倍率と阻害率との関係を示す。濃縮倍率が 3.1 以上の値になると阻害が観察されはじめ、25 以上の濃縮倍率では、ほぼ 100%の阻害率であった。この濃縮倍率-阻害率の関係より EC50 を計算すると、EC50=6.6 となった。同様に、他のサンプルについて EC50 値を計算した結果を表-1 に示す。EC50 の値は、河川水 (St. 3～St. 5) については 14～17、下水処理水 (STP-1～STP-3) については 5.4～9.1 となり、下水処理水のほうが河川水と比較して EC50 の値が低い傾向にあった。EC50 の逆数である毒性単位 (TU) を計算した結果も同様に表-1 に示す。毒性単位の値は、河川水については 0.06～0.07、下水処理水については 0.11～0.18 となり、下水処理水のほうが河川水と比較して高い傾向にあった。毒性単位は、その値が高いほうが毒性が強いことを意味することから、下水処理水のほうが河川水と比較して数倍強い毒性を持つことが示された。

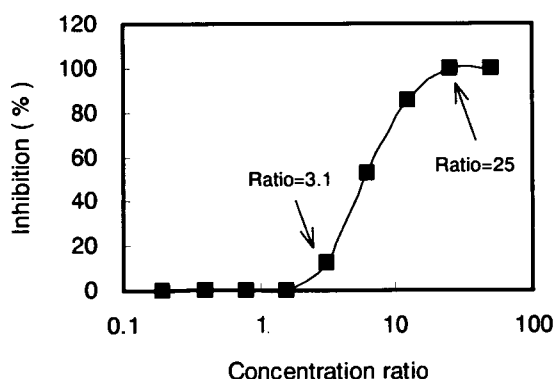


図-1 固相抽出サンプル (STP-1) に関する濃縮倍率と阻害率の関係

表-1 多摩川河川水 (St.3～St.5) および下水処理水 (STP-1～STP-3) の EC50 値と毒性 (TU) (TU = 1/EC50)

地点名	EC50値	TU
St.3	14.0	0.07
St.4	16.5	0.06
St.5	17.0	0.06
STP-1	6.6	0.15
STP-2	5.4	0.18
STP-3	9.1	0.11

研究担当者: 田中 宏明, 小森行也, 宮島 潔, 山下尚之

キーワード 藻類生長阻害試験, Selenastrum, 下水処理水, 河川水, 毒性