

# 研究委員会報告

## 環境省 環境技術実証事業で実証した水質浄化等技術

### 本部企画

環境技術実証事業（ETV事業）は、環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関（実証機関）が、環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他を試験等に基づき客観的なデータとして示すことで先進的な環境技術の普及を促進するために平成15年度より実施している環境省の予算事業である。実証結果は環境技術実証事業ウェブサイト（<http://www.env.go.jp/policy/etv/>）にて公表しているものであり、昨年度末までに632技術について実証を行い、本年度で16年目を迎える。なお、「実証」については、一定の判断基準を設け、その基準との適合性を判定する「認証」とは異なるものである。

本事業は、平成30年度は7つの技術分野および特定の対象技術分野を定めない「テーマ自由枠」を実施しており、うち「湖沼等水質浄化技術分野」、「閉鎖性海域における水環境改善技術分野」、「有機性排水処理技術分野」および「自然地域トイレし尿処理技術分野」の4つの分野が水環境に関連するものとなっている。これらの分野における実績を広報していく一環として、事業実施に際してご指導をいただいている放送大学の岡田光正先生や山口大学の今井剛先生、公益社団法人日本水環境学会の星川寛事務局長（当時）をはじめとする各位のご厚意により、平成23年度の第14回日本水環境学会シンポジウムから本部企画としてのセッションを開催いたしているものである。本セッションは、大学や研究機関等での研究成果の発表が大半である他のセッションと比較して、本事業で実証されてきた技術を有している企業の方が発表の中心となっているところに特徴がある。

今年度は当該セッションとしては8年目にあたり、シンポジウム1日目：平成30年9月4日（火）（9:00～12:30）の日程にて、C会場（鳥根大学松江キャンパス生物資源科学部棟203教室）において行われた。

今年度は、それぞれの発表および質疑の時間を30分ずつとするスタイルとし、3時間30分の枠内で計7件の発表が行われた。具体的な発表の演題と内容については順に以下のとおりであった。

【「良好な水環境の保全・創出に向けた環境技術実証事業の取組と今後の展開」環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室 多田悠人】

本事業の経緯や概要、実績、今後の展望および課題等について総括的な説明を行った。

【「ノルマルヘキサン抽出物質による油分測定の見直しと工夫」一般社団法人埼玉県環境研究検査協会 大塚俊彦】

今年度の「有機性排水処理技術分野」の実証機関より、ノルマルヘキサン抽出物質の測定を行うに当たって、試料採水や分析において注意すべき点や、油分濃度が高い排水を測定する際の工夫について報告した。

【「新浄化装置」と「バイオトイレ」による分散型排水処理技術の海外展開について」正和電工株式会社 大黒香那】

新浄化装置とバイオトイレを用いた分散型排水処理システムの水環境改善効果を検証するために、ベトナムにおいて実施された実証試験の結果を報告した。

【「グリスエコ導入によるラーメン店の合併処理浄化槽算定における規模縮小の事例報告」株式会社大都技研 佐藤秀雄】

グリスエコで下処理を行い、浄化槽への油分流入量を低減することで、ラーメン店の店舗に設置する浄化槽の規模を縮小することが可能となった事例を報告した。

【「ETV事業をきっかけとした超高速凝集沈殿処理技術の環境浄化分野への発展」株式会社西原環境 中村知弥】

超高速凝集沈殿処理技術の皇居外苑壕において実施した実証結果を報告するとともに、同技術を活用した霞ヶ浦の湖水浄化の計画を紹介した。

【「ケイ酸カルシウム系資材による干潟環境改善技術」太平洋セメント 三宅彩香】

ケイ酸とカルシウムを主成分とする多孔質資材をすき込むことによる底質改善効果の実証結果を報告した。

【「Hiビーズ（石炭灰造立物）による海域環境の改善技術と活用事例」中国電力 清重直也】

閉鎖性海域の海底を覆う覆砂材として、石炭灰を造粒・固化した「Hiビーズ」を活用した際の底質および水質改善効果の実証結果を報告するとともに、現場での活用事例を報告した。

質疑の際にはご来場いただいた方々と活発な議論が行われ、実証による事業者へのメリットを増やす必要性も感じられた。また、環境技術実証が平成28年11月に国際標準化されたことを踏まえ、国際規格を利用した国際展開等についての検討を進める必要も感じられた。引き続き、本事業の発展に努めていく所存であり、今後ともご支援賜れば幸いである。それらの進捗状況については次回の日本水環境学会シンポジウムにおいて適宜報告していきたいと考えている。

（環境省環境研究技術室 多田悠人）

# 今、地域の水環境行政を創造する

## 戦略企画委員会

### 1. はじめに

この度、戦略企画委員会では全国環境研協議会に共催していただき、新たに「今、地域の水環境行政を創造する」と題したセッションを立ち上げた。セッションでは、環境省の松崎裕司氏およびNPO法人環境生態工学研究所の須藤隆一氏による講演と地方環境研究所の研究員を中心とした地域の水環境に関連する行政課題について発表があり、参加者全員で議論を深めた。

### 2. 講演、発表概要

#### 2.1 最近の水環境行政について

(環境省・水環境課, 松崎裕司氏)

激甚な公害が発生した時代以降、排水規制や総量規制など公共用水域への汚濁負荷排出量の削減を中心とした施策が進められた結果、地方自治体等関係者の尽力もあり、水質面の改善は大きく進んできたところである。他方、水生生物の保全等、水質面以外の要素にも関わる課題が残されており、新たに底層溶存酸素量が環境基準に設定される等の動きもある。こうした最近の環境省における水環境行政の一部を紹介した。

#### 2.2 地域の水環境行政を踏まえた地方環境研究所のあり方 (NPO法人環境生態工学研, 須藤隆一氏)

日本各地にはその土地特有の環境問題があり、また地球環境問題の現れ方も地域によって著しく異なる。このような地域の環境問題を調査、研究し、住民に知らせ、さらには対策を立てるのは地方環境研究所の役割である。また、現状の複雑な環境問題の先頭に立って解決を図るのは地方環境研究所の責務である。今回は、2000~2012年まで埼玉県環境科学国際センターの総長を務めた経験に基づいて、地方環境研究所のあり方について提言した。

#### 2.3 宍道湖で生息範囲を拡大している水草等の調査及び対策について (鳥根県・保環研, 神門利之氏)

近年、日本全国の湖沼で水草等が異常繁茂し、腐敗による悪臭、漁業への影響や景観の悪化等が問題となってきた。本報告では、宍道湖の水草等の調査と対策について、近年の取り組みと今後の鳥根県の取り組みの概要について述べた。

#### 2.4 湖沼直接浄化の課題と展望

(NPO法人湖沼復活研, 森 忠洋氏)

手賀沼の環境改善のためには、従来の水質改善対策とともに底泥の改善を行うことが必須と考えられる。そこで、その方法としてかいぼり・発酵・シジミ法を提案し、本法を用いて手賀沼を浄化する知見を報告した。

#### 2.5 溶存有機態CNP比からみた播磨灘における有機物難分解化の状況について

(兵庫県・環研セ, 鈴木元治氏)

瀬戸内海の播磨灘では、一部の海域でCODの環境基準が達成されていない。本報告では、播磨灘の溶存有機物の炭素、窒素およびリンの比(CNP比)から、播磨灘の有機物難分解化の状況を調査した結果を報告した。

#### 2.6 大阪湾・瀬戸内海のCODの長期トレンドとその要因について (大阪府・環農水研, 矢吹芳教氏)

大阪湾および瀬戸内海のCODの長期的な変動とその要因を紹介するとともに、徳島県沖の外洋域となる地点を設定して外洋水のCODの鉛直分布と季節変化を調査した。そして、1975年以降における外洋水CODの経年変化を推定した結果を報告した。

#### 2.7 霞ヶ浦におけるアオコ予測システムの利用

(茨城県・霞ヶ浦環科セ, 長濱祐美氏)

茨城県霞ヶ浦環境科学センターでは、2012年より、水質調査結果をまとめた「アオコ情報」を発信している。また、2015年からはアオコの発生予測に関する調査研究を開始し、その結果を基に構築した「アオコ予測システム」の試験的運用を2018年から開始している。これらの取り組みについて紹介した。

#### 2.8 琵琶湖北湖における底泥酸素消費量の変動と底層DO・底泥成分との関係について

(滋賀県・琵琶湖環科研セ, 山本春樹氏)

琵琶湖における底層溶存酸素濃度(底層DO)のモニタリングは1979年から実施している。その結果、水深90mの水域の底層DOが $2\text{ mg L}^{-1}$ を下回る頻度が増えたことから、底泥の酸素消費量(SOD)を2013年度から調査している。今回、SODの経年変化について報告するとともに、新たに環境基準となった底層DOや底泥成分との関係について検討したので報告した。

### 3. おわりに

今回のシンポジウムでは、招待講演に加え、地方環境研究所の研究員を中心とする発表でセッションを構成した。地域の水環境のモニタリングや調査研究等地方環境研究所の担う役割は大きい。環境問題が改善されていく中で、予算や人員の削減により、地方環境研究所のプレゼンスの低下が懸念される。これには、地方環境研究所自らが既存の概念から脱却し、先進的なアイデアを吸収し、未来創造に資する機関へシフトすることが重要である。今後も学会のプラットフォーム機能を十分に活用し、産官学交えた地域の水環境の諸問題に対応する有益な情報交換の場を継続する予定である。

(埼玉県環境科学国際センター 見島伊織)

# 嫌気性微生物を利用したプロセス研究の最新の動向

## 嫌気性微生物処理研究委員会

9月4日午後開催された日本水環境学会シンポジウム嫌気性微生物処理研究委員会のセッションでは、混合嫌気性消化、リグノセルロース系バイオマス利用、産業排水・下水の嫌気性処理、嫌気性膜分離法、アナモックス処理等9件の研究話題提供があった。以下は個別の内容の紹介である。

### (1) 生活排水処理汚泥の嫌気性消化特性比較

日高 平 (京都大), 中村真人 (農研機構),  
戸苅丈仁 (鳥取環境大), 西村文武 (京都大)

異なる方式の排水処理から発生する汚泥の嫌気性消化特性を実験的に評価し、水処理系のSRTと消化ガス発生率との間には負の相関があり、操作条件によって回収ガスを増加させることができる可能性を明らかにした。

### (2) パイロットスケール ABR による魚加工工場废水の処理特性評価

渡利高大 (長岡技科大), Tan Hendra Kurinawan  
(PT Hosana Buana Tunggal, Negara),  
今田俊彦 (日水コン), 松崎賢司 (西原ネオ),  
平片悠河, 幡本将史, 山口隆司 (長岡技科大)

インドネシアの水産加工工場に設置されたパイロット ABR-swim bed tank (SBT) システムの連続実験における処理特性について、水質・流量が不安定な条件下でも96%以上のCOD除去率が達成されたことを報告した。

### (3) 部分循環式嫌気性ろ床・嫌気好気活性汚泥処理による下水中のリン除去特性

岡安祐司, 重村浩之 (土木研)

活性汚泥中のリン濃度の向上を目的として曝気槽前に嫌気性ろ床を導入したところ、ろ床部分におけるT-COD成分の除去が進行し、嫌気好気処理を行う曝気槽においては溶解性リンの安定した除去と汚泥中リン濃度の向上が達成された。

### (4) 常温条件下におけるアナモックス流動床による高効率窒素除去とリン回収の同時実現プロセスの研究

馬 海元, 薛 意, 張 遠帆, 李 玉友 (東北大)

排水にカルシウムを添加しながらアナモックス流動床装置による処理を行った結果、HAPとアナモックス生物膜の二重構造を持つ複合体グラニュールが形成され、窒素だけでなくリン除去率も80%以上が達成された。

### (5) きのご廃菌床を対象としたメタン発酵技術の開発 池田匠児, 渡利高大, 幡本将史, 牧 慎也 (長岡技科大), 山田真義, 山内正仁 (鹿児島高専), 松本隆志 (十日町市), 山口隆司 (長岡技科大)

きのご廃菌床のメタン発酵を促進するために物理化学

的前処理を検討し、前処理後の固形物部からのメタン回収率の点ではアルカリ処理が最も促進効果が大きく、アルカリ処理の際の過熱の有無は影響しないことを報告した。

### (6) 嫌気性膜分離法と正浸透膜による省エネ型下水処理システムの検討

長谷川進, 村上元規, 村山秀人 (神戸大)

嫌気性膜分離法におけるファウリング物質の挙動とくに着目した実験・分析を行い、膜ファウリングを引き起こす物質は人工下水と実下水において大きな差異はなく、主要物質はバイオポリマーとフミン質であった。反応槽内には膜を通過しない生物代謝由来バイオポリマーが蓄積し、負荷上昇時にはとくに濃度が上昇することを示した。

### (7) UASB による *N,N*-ジメチルホルムアミド (DMF) 含有排水処理

栗原伶唯, 孔 哲, 李 玉友 (東北大)

UASB プロセスにおけるDMFの分解について、嫌気性汚泥のみと比較して好気・嫌気の混合汚泥は明らかに高い分解能力を持ち、さらにDMFの分解には好気性汚泥由来の加水分解酵素あるいは菌が必要であることが明らかにされた。

### (8) 嫌気性生物膜形成に及ぼす金属カチオン等の相互作用による影響

小林拓朗, 徐 開欽 (国環研)

嫌気性生物膜の発達初期におけるカチオン等の相互作用が質量センサーを用いた方法で評価された。生物膜の発達しやすさは、多価カチオン架橋形成、静電相互作用、吸着競合の各側面から現象が支配されており、高Na濃度下では二価カチオンの好影響は相殺された。カチオンポリマーの使用は高Na濃度下での生物膜形成促進に有効であった。

### (9) 嫌気性膜分離法による実下水処理におけるHRTの影響と膜運転の最適化

紀 佳淵, 大津秋人, 陳 玉潔, 北條俊昌, 李 玉友  
(東北大)

実下水を用いたラボスケールの嫌気性膜分離法において、処理性能と膜ろ過性能の評価が行われた。25℃の条件で人工下水における処理と匹敵する処理性能が実証され、膜ろ過についても槽内汚泥濃度8-20 g L<sup>-1</sup>の範囲でFlux 0.3 m d<sup>-1</sup>程度での長期運転が可能であった。

((国研) 国立環境研究所 小林拓朗)

# MS 技術を使った環境微量化学物質の追求

## MS 技術研究委員会

### 1. 活動領域

本研究委員会は、質量分析 (MS) を用いた環境中化学物質の微量分析技術の開発と活用を目的に活動している。得られた成果の普及や関連情報の共有を目的に Web サーバーを開設し (<http://ee-net.ne.jp/ms/>)、発表内容の公開、メーリングリストによるリアルタイムな情報交換、電子シンポジウム (e-シンポ) の開催等を行っている。

### 2. 発表の概要

今回は、口頭 3 題およびポスター 8 題の発表があった。

#### (1) 口頭発表

西野 (東京都環科研) らは、東京都内を流れる河川をフィールドとして生活由来物質の濃度実態を把握すると共にその生態リスクを評価し、多摩川や柳瀬川でカルバマゼピンが、中川で DEET が予測無影響濃度 (PNEC) の 1/10 を超える値を示す地点があり、さらにクラリスロマイシンやエリスロマイシンに関しては、各河川で PNEC を超過している地点があることを明らかにした。小林 (国医食衛研) らは、水道水および水道原水中の農薬を効率よく測定するため、標準品を必要としないターゲットスクリーニング法を検討し、176 農薬のデータベースを構築し、そのデータベースを用いて、水道原水・水道水等の 75 試料を測定したところ、GC/MS スクリーニング分析法は水質検査を簡便に行うための手法として有用であることが示された。中野 (大阪大・環安研管セ) らは、さまざまな災害による化学物質汚染の実例を紹介すると共に、試料中のエナンチオマー組成比を測定することが汚染源の推定に有効であることを示した。

#### (2) ポスター発表

大塚 (埼玉県環科国セ) らは、ダイオキシン類の汚染源解析への適用事例のある多変量解析の一手法である非負値行列因子分解を用いて、GC/TOF-MS によるデータ解析の適用について検討を行った。水試料中の化学物質検知が可能であり、最適な因子数を与えることができれば、非常に有効な手法となることを報告した。長谷川 (名古屋市環科調セ) らは、下水処理水が流入する都市河川をフィールドにして、農薬 156 種、医薬品類 105 種、リン酸エステル類 15 種を対象に、LC/Q-TOF-MS を用いたスクリーニング分析を実施した。その結果、農薬 15 種、医薬品類 13 種、リン酸エステル類 6 種を定量し、

とくに Crotamiton, Fexofenadine, Telmisartan, Clarithromycin, Tris (2-butoxyethyl) phosphate などは、数百  $\text{ng L}^{-1}$  ~ 数千  $\text{ng L}^{-1}$  の濃度レベルにある実態を報告した。一方、八木 (神戸市環保研) らは、logPow が 0 付近以下の超極性物質を含めた網羅分析における試験溶液調製法の確立をめざして検討を行った。その結果、今回検討したメトホルミンでは活性炭系固相としては ENVI-Carb Plus が良好で、溶出液は 0.2% 酢酸メタノールが良好であることを報告した。竹峰 (埼玉県環科国セ) は、地下水を対象に、硝酸および亜硝酸性窒素濃度とアセスルファム (ACE) およびスクラロース (SUC) の濃度との関係から、窒素の汚染原因の考察を試みた。周辺の土地利用状況を踏まえたうえで、生活雑排水の影響が疑われるケースを見出せることを報告した。大山 (大阪府環農水総研) らは、臭素系難燃剤の代替物質として使用されている有機リン酸エステル系難燃剤 (PFRs) の河川水中濃度およびその生態リスクの把握を目的とし調査を行った。その結果、下水処理水が流入する地点で高い傾向があること、予測無影響濃度 (PNEC) が設定されている物質については、その濃度の 1/100 未満であることを見出し、今後の課題として、ブランクの低減と季節変動の把握を指摘した。羽賀 (兵庫県環研セ) らは、今年、第一種特定化学物質にも追加された短鎖塩素化パラフィン (SCCPs) の分析法において、LC/MS のイオン化方法の検討を行った。ESCI と APCI を比較したところ、フラグメントの影響、検量線、繰返し測定の結果などから APCIの方がSCCPs測定に適していることを明らかにした。谷口 (大阪産大) らは、熱分解 GC/MS を用いた多成分一斉分析法の、水中のマイクロプラスチックの定性について検討を行い、ポリエチレンとポリスチレンの分析が可能であることを示した。松村 (兵庫県環研セ) らは、国際海事機関 (IMO) による船舶用エンジン排出基準を強化 (硫黄規制) 前の燃料を使用した状態で、すすに含まれる有機汚染物質を分析し、NPAH および PAH を濃度範囲  $\text{ng g}^{-1}$  ~ 約  $10 \mu\text{g g}^{-1}$  で検出したことを報告した。

以上のように多数の発表演題が集まり、短い時間ながら活発な情報交換を行うことができた。

((公財) ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター  
松村千里)

# 有用生物等の浄化機能評価を踏まえた環境保全再生対策技法の アジア展開新戦略

生物膜法研究委員会

本シンポジウムにおいては、有用微生物等の機能する生物膜処理技法等をアジア展開する上での重要な分野の専門家の方々に講演いただき、意見交換を行った。

環境保全再生のための生物膜法の技術開発とアジア展開における課題・展望「環境生態工学研究所 須藤隆一」においては、生物膜法等の混合培養系に特定の微生物を接種しても定着できずに消失することが多いが、ワムシ類 *Philodina* 属が最も定着しやすい微生物であることが報告された。環境条件の範囲が広く、基質利用性と食性の広いものが侵入・定着しやすいため、有用微生物の生理・生態を知る必要がある。混合培養系の視点に立てば、多種の微生物群の多様性の高い、微生物生態系としての反応槽の研究が必要である。水質浄化と CO<sub>2</sub> の節減が合わせてできるコベネフィット型のシステム開発が必要であり、そのためには分解者のみならず、生産者を組み込むことの必要性が紹介された。

アジアにおける水環境改善技術の普及推進のための取り組みと方策について「国立環境研究所・日本環境整備教育センター国際水環境改善技術研究会 水落元之」においては、わが国の水環境改善技術として海外展開が期待されてきた浄化槽技術の最近の海外展開事例、JICA 等の協力事例が紹介された。韓国での JICA プロジェクト等浄化槽技術の海外展開の取り組みがなされてきたが、新たな事業を展開するだけでなく、これまでの多くの関連事業について情報整理総括を行い、今後の展開として浄化槽行政を所管する環境省の取り組みに強く期待したいことが主張された。

アジアの汚水処理発生汚泥対策のための微生物製剤活用汚泥減量化展開方策「片岡バイオ研究所 片岡優介、片岡伸介、前田竜佑、国際科学振興財団・バイオエコ技術研究所 稲森隆平、稲森悠平」においては、生物処理の高度安定化のために機能強化微生物の事例が示された。機能強化細菌の曝気槽投入で BOD、透視度等放流基準値を達成し、悪臭を防止し、固液分離を高め、微小動物相の増殖能を高め、安定排水処理施設を運営でき、コスト面でも優位性の高いことを明らかとした。省エネ高度処理技法 AOSD (Automatic Oxygen Supply Device) システムとの組み合わせの事業展開がなされつつある。

アジア地域に共通する微小動物の汚水処理施設における役割と機能から見た評価方策「宮城県生活環境事業協会 吉田恵也、齋藤茂、安彦和行」においては、生物膜法活用汚水処理施設（浄化槽）において、微小動物の役割と機能は処理水質を良好に保つために重要であること、ミジンコおよびサカマキガイ等の動物が優占化した場合は、正常な生態系ピラミッドを再生するため増殖を抑制させる運転調整が必要なこと、生物膜の付着状況と、生物膜検鏡評価が重要なことが示された。アジア地域等海外汚水処理施設の評価方策の維持管理に本研究結果を取り入れることが肝要であることが示された。

アジア地域に共通する微小動物などの画像認識からの水処理施設における機能評価方策「明電舎 鯨島正一、新井喜明、明電ファシリティサービス 市川雅英、ヴェオリア・ジェネッツ 大内山高広、東北大学 西村修、国際科学振興財団・バイオエコ技術研究所 稲森隆平、稲森悠平」においては、活性汚泥の微小動物を対象とし、AI を利用した画像解析方法に畳み込みオートエンコーダ (Convolutional Auto Encoder, CAE) の検討がなされ、CAE が実用レベルでの活用可能性を有していることを確認できた。アジア地域に共通する生物指標としての微小動物の種類を迅速に画像認識システムで同定することで、汚水処理最適管理の革新技術になることが示された。

アジア展開における国際水環境改善温暖化対策の地方自治体の展開方策「埼玉県環境科学国際センター 木持謙、田中仁志、王効挙、渡邊圭司、東北工業大学 山田一裕、国際科学振興財団・バイオエコ技術研究所 稲森悠平」においては、分散型システムの浄化槽性能を維持しつつ消費電力量と GHGs 発生量を削減可能で、かつ持続的な水環境保全・地球温暖化対策のためには、ハード面の生活排水対策システムと、ソフト面の法整備や啓蒙・啓発の双方が必要不可欠で、そのためカウンターパートとの信頼関係の構築が最も重要なことが示された。

アジア地域の水産加工排水対策の必要性と魚類加工血液の生物膜法高度化処理「山形県理化学分析センター 大谷考一、齊藤愛実、中村光希、環境生態工学研究所 佐々木久雄、日本技建 大内昌治、宮城県生活環境事業協会 吉田恵也」においては、魚類加工血液等の水揚げ・水産加工排水を処理する際に、生物膜汚水処理生物の経時変化から最適運転条件を明らかにできたことを報告した。アジア地域をはじめ環境配慮型の水産加工排水最適運転と管理に貢献できることが示された。

バイオエコシステムの機能を踏まえた環境保全再生の効果的アジア展開方策－生物処理における水素イオン中性化 AOSD 技法導入による有用微小動物優占高度化技法の開発－「国際科学振興財団・バイオエコ技術研究所 稲森隆平、稲森悠平、筑波大学 張健、国際科学振興財団 陶村貴、類家翔、ルーテック 町井弘禧、茨城薬剤師検査センター 鈴木理恵、国立環境研究所 徐開欽」においては、アジア展開の有効な汎用化技法として、嫌気・好気時間を微生物の酸素消費速度に応じた必要酸素量から自動制御する AOSD システムにより、pH が中性付近に維持され、T-N、T-P、BOD、COD および SS の除去能が向上したことを報告した。また、微小動物適正生態系が構築され生物活性が向上することで、汚泥沈降性も透明性も良好であった。このように、生態系ピラミッドの質的量的バランス構造維持が重要であり、生物相から見た AOSD システムのアジア展開の基盤が再確認された。((公財)国際科学振興財団・NPO 法人バイオエコ技術研究所 稲森悠平、稲森隆平、(国研)国立環境研究所 徐開欽)

# 身近な自然を見る・観る・診る ～その実践と課題～

身近な生活環境研究委員会

前回のシンポジウム「あらためて身近な生活環境を考える」で、委員会が目指すのは一般市民によるボトムアップであり、身近なものを身近であると実感することが必要と認識された。また企業や行政の事業でも生活者の視点が今まで以上に必要という見解も示された。

その議論を踏まえ、それぞれの身近にある色々な自然を見つめよう、という立場から今回のセッションを企画した。テーマに並ぶ「みる」のうち「見る」はとくに考えずとも「みえる」（キッカケとしては重要かも知れない）ものが対象であること、「観る」は少し積極性を持った行動として観察しようという立場、「診る」は、より積極的に調べようという立場を意識したものであった。様々な関わり方がある中で、そのいずれをも受け入れ、実践の内容、得られた成果、そして課題を互いに知り考えることを志向した。公募の結果、6件の発表があり、最後に総合討論を行った。

## 1. 地域住民、行政、研究所による大阪市・万代池公園の水質改善に向けた取り組みの限界と可能性

大島 詔（大阪市・環科研セ）ほか

市民協働で万代池公園の水質改善や生き物観察会に取り組んだ事例を報告した。万代池は水質改善を望む声が強くなり、研究所は住民と行政の議論に科学的な情報を提供した。住民、行政の立場の隔たりが大きく水質改善事業には至らなかったが、研究所からの発信は現状の理解と善後策の検討に有意義であった。生き物観察会では関係者の目標が一致し、得意・不得意の部分が補完され、最後は住民が講師を務めるまでの成功を収めた。フロアからは再挑戦を求める意見も出され、研究所を取りまく環境によっては可能であるとした。

## 2. 全国水生生物調査で「みる」課題

風間真理（東京都環境局）

金田彰二（佐野市楽習講師会）

本調査は全国で多くの参加があるが、目的が水生生物による水質判定とされているため、評価手法の説明にこだわり、川の生きもの観察がおろそかになりがちとの現場の危惧を訴えた。もっと川の生きもの、その生き様を「みる」ことが望まれるとの発表であった。会場からは同感の声とともに、生物学の基本とのコメントもなされた。今後はその認識を留意しつつ指導を続けたいとのことであった。

## 3. 市民から見た生活排水処理施設整備計画と課題

小川 浩（常葉大）

生活排水処理施設未整備地域の実態を把握するため、静岡県富士市で処理状況を調査し、住民のニーズや行政に対する課題を明らかにした。その結果、雑排水未処理放流による小河川、小水路の汚濁が残存している地区では、雑排水も処理する合併処理浄化槽への転換が必要とされた。しかし、単独処理浄化槽を使用する住民の意見によると、新たな利便性が低い転換が進みにくいことが報告された。

4. 3次元地下環境可視化ツールと水質等監視結果からみた浅層地下水の水質形成 谷口文紀（京大）ほか  
山の斜面に地下水集排水管が設置されたサイト内で浅層地下水の水質が異なる現象に注目し、研究に着手した。表題のツールによる地層の推定と、現場土壌等の選択的抽出試験を組み合わせて、現象の機構の解明を目指した。マンガンの高濃度は、花崗岩に比べてマサ土中に多く存在する易還元性のマンガンが土壌水から集水管に入る地下水へ移行したことに起因する可能性が示された。また、3次元化の結果から集水管の管口はマサ土中にあることが分かった。今後は、サイト周辺の河川の水質調査やサイト内での透水試験を実施する予定である。

## 5. 環境科学科の学生実験で「診た」身近な自然

皆巳幸也（石川県大）

農業用水の化学分析を行う実験で学生が「身近な自然」をどのように「診」ているのか、それを担当教員はどのように「観」ているのか、を報告した。学生は概ね妥当と考えられる結果を出していた。一方で、考察では結果を比較する対象が環境基準という“バーチャル”であり、予想外の結果を安易に“失敗”とする傾向にあった。適切なヒントを与えつつ独自の考察を引き出す難しさを指摘した。質疑では、公定法だけでなくパックテストなどの簡便法も経験させては、との提案があった。

## 6. 身近な自然の観察から我々はどうすれば異変に気づき、原因を特定できるのか？ 山室真澄（東京大）

水田に施用するネオニコチノイド系殺虫剤のイミダクロプリドが国内登録された翌年以降、富栄養化湖沼（諏訪湖、霞ヶ浦、琵琶湖南湖、宍道湖）でオオユスリカの大発生が起こらなくなったことを紹介し、研究者は個々の湖沼だけで現象を捉えており全国での同期性に気づかなかったこと、ユスリカ類は「汚い水に住む」指標生物とされ水質観察でも消滅が問題視されにくい点を指摘した。SNSでの情報発信が広まる現在では、同様の情報をAIで随時解析するシステムができれば身近な情報提供から異変に気づく可能性があるとの提案した。某企業からはスマホアプリを使った水環境に関する情報投稿・提供を試みているとの紹介があった。

## 【総合討論】

座長から発表の概要を改めて説明し、前・後半の座長からコメントを求め、委員会の研究対象を明らかにするための意見交換を行った。今回は「見る、観る、診る」から「多くを知る」ことを心がけ、身近な生活環境に係わる取り組みを紹介し、問題点や課題をあぶり出した結果、官民学の協働が不可欠なことを再認識した。今後は「環境と健康」、「環境と防災」にも視点をおくことが議論され、次回のテーマに掲げることが合意された。ただし、現メンバーの専門性から鑑みて他分野との係わりを深めながら来年度へつなげていくこととした。

（常葉大学 小川 浩）

# データは何を語るか？： フィールド／プロセスデータからの機構解明と予測

微生物生態と水環境工学研究委員会

昨年度のシンポジウムで「いますぐできる網羅解析」と題してビッグデータ解析に関するセッションを開催した。今年度は各方面から得られるビッグデータがフィールドやプロセスとどのように繋がっていくのか、という問いによりフォーカスして「データは何を語るか？：フィールド／プロセスデータからの機構解明と予測」と題して、最新の研究成果について4名の先生方にご講演いただいた。

兵庫県立大学の土居先生には、「環境DNAによる生物分布・生物量・生物多様性調査手法の確立」と題してご講演いただいた。環境DNA解析は生態調査などにおいて近年着目されている技術の1つである。広島県のため池におけるブルーギルの生態調査において、目視では確認できなかったブルーギルを環境DNAを用いて検出したり、オオサンショウウオと中国オオサンショウウオのように見た目での区別が難しい魚を環境DNAで識別し、その分布を明らかにするなど、様々な事例をご紹介いただいた。また現場で環境DNAを解析する技術の開発についてもご紹介いただき、わずか30分程度で分析可能なところまでできているということに驚かされた。ドローンでの採水なども検討されており、環境DNAから得られるデータをフィールド研究に結びつける様々なアプローチがあることを示していただくと共に、Ecology of Environmental DNAを知る（調べる）ことの重要性についてもお話しいただいた。

理化学研究所の伊達先生には、「環境メタボロミクスとデータ解析」と題してご講演いただいた。先生はNMRを用いたメタボロミクスを行っておられる。環境メタボロミクスの例として、ドイツにおけるワインの産地の違いの判別や緑茶の生産地域の判別などをご紹介いただいた後、データの解析方法の限界と可能性についてご紹介いただいた。例えばマハゼの代謝産物を用いて地域判別を試みたところPLSやPCAといった方法では判別できなかったが、そこに機械学習のアルゴリズムを開発することで、判別できるようになった事例などをご紹介いただいた。データ解析において着目されている機械学習を用いた先端事例であり、機械学習の可能性を改めて感じることができた。またデータ解析においては、統計的な解析により結果のvalidationをしっかりと行うことの重要性についてもお話しいただいた。

新日鐵住金株式会社の福島先生には、「製鉄排水処理プロセスの微生物群集解析 ～ビッグデータ解析への挑戦～」と題してご講演いただいた。廃水処理プロセスにお

ける微生物学的諸反応はメカニズムが不明なところもあり、経験的に運転制御されてきたところを、先端統計手法の組み合わせにより主要水処理微生物を抽出し、その微生物群を説明変数として水質を予測する事例をご紹介いただいた。統計的手法を用いることで、客観的に処理に関わる重要微生物を選定することが可能になることをお示しいただくと共に、抽出された微生物群以外の微生物群の役割は何なのか、またDNA解析の技術的課題についてもお話しいただいた。

産業技術総合研究所の成廣先生には、「廃水処理微生物の群集構造やメタゲノムデータに何を語らせよう？」と題してご講演いただいた。先生には様々な廃水処理プロセスにおける解析例をご紹介いただいた。活性汚泥マイクロバイームから見いだされた*Nitrosomonas*属細菌を核とする微生物ネットワークやテレフタル酸分解UASBリアクター汚泥マイクロバイームから見いだされた2つの微生物ネットワークなど、ネットワーク解析が明らかにする微生物同士の関係性に驚かされた。また、消化汚泥の群集構造においては、その結果が初沈汚泥や余剰汚泥などの残存微生物により特徴付けられていることが示唆されていることなどをご紹介いただいた。また解析における相関関係と因果関係についても活発な議論がなされた。

また、昨年度に続き本セッションでは、公募によるポスター発表を実施した。紙面の都合上、ここでは1つ1つの内容については割愛させていただくが、計9件の発表があり、それぞれのポスターにおいて活発な議論が行われていた。ポスター発表のタイトル一覧などについては、本研究委員会のホームページをご覧いただきたい(<http://jswe-mewe.org>)。

本セッションでは立ち見ができるなど、多くの方がフィールド／プロセスデータを機構解明や将来予測に結びつけていくことに関心があること、またその重要性を感じておられることを垣間見ることができた。セッションにご参加いただいた方にお礼申し上げます。

結びになりますが、2019年11月17日から20日に、8th IWA Microbial Ecology and Waster Engineering Specialist Conferenceが広島にて開催されます。詳細はホームページをご確認ください(<http://mewe2019.org>)。なお、アブストラクト提出の締め切りは2019年5月10日になります。多くの方のご参加をお待ちしております。  
(東北大学 久保田健吾)

# 毒性削減評価 (TRE) と毒性同定評価 (TIE)

## バイオアッセイによる安全性評価研究委員会

本年度は“毒性削減評価 (TRE) と毒性同定評価 (TIE)”と題して、現在、環境省で検討中の生物応答 (バイオアッセイ) を利用した排水の管理手法において重要となる排水の毒性低減や原因物質の究明に関して、関係機関に依頼し、9件の講演を行った。以下に概要を示す。

はじめに、筆者の一人の山本裕史 (国環研) からは、「環境省の検討会の状況・排水改善ガイドライン (仮称) について」と題して、環境省で平成 28 年 6 月から公開で行われている「生物を用いた水環境の評価・管理手法に関する検討会」の状況や、平成 31 年 3 月に公表予定の「排水改善ガイドライン (仮称)」について、これまでの経緯や状況、今後の予定について説明があった。

次に、渡部春奈氏 (国環研) からは、「環境省が実施するパイロット事業における TRE/TIE 事例」と題して、環境省と国立環境研究所が公募に応じた 14 事業所の排水を対象にしたパイロット事業の TRE/TIE に関する進捗状況について説明があった。一部の事業所では、Ni などの金属類の影響でミジンコや藻類に対する毒性が説明できるなど、原因究明が進み、活性炭処理などによる低減の確認も行われた。一方で、有機物と金属類の複合影響や、毒性原因物質が不明な事業所もあり、継続して検討を行っているとの報告がなされた。

眞野浩行氏 (前土木研、現産総研) からは、「下水処理水の生物影響と影響原因物質の特徴化」と題して、平成 26 年から平成 28 年にかけて土木研究所が実施した下水処理場における調査結果が報告された。ムレミカツキモに対する流入下水の影響が比較的高い頻度で検出され、その影響の原因を推定する上で、PRTR 情報が参考になることが示唆された。また、ニセネコゼミジンコについても、PRTR 情報から示唆され、キレート剤で除去される陽イオン金属類が主要な原因であると推定される処理場排水があったという報告もなされた。

澤井淳氏 (いであ) からは、「精密質量分析を用いた下水からの生態影響原因物質の探索」と題して、同社と横浜国立大学の亀屋先生、鹿児島大学の高梨先生らで実施した小規模下水処理場の流入下水の固相抽出 (Oasis HLB) 試料の藻類生長阻害試験結果と精密質量分析 (ESI-LTQ Orbitrap XL) との相関分析結果について報告があった。藻類生長阻害率との相関が高い 8 物質の推定分子式が示されたが、現時点での水濁法等の対象物質ではなかった。

能勢泰祐氏 (JBIB) からは、「生態系に配慮した企業の水管理について」と題して、計 45 社が参加する一般社団法人企業と生物多様性イニシアティブ (JBIB) における水と生態系ワーキンググループ (WG) の活動が紹介された。WG で取りまとめた「生物多様性に配慮した企

業の水管理ガイド」では、事業所や流域単位だけでなく、バリューチェーン・企業活動全体での取り組みの重要性が示された。また、「生物多様性に配慮した企業の水管理評価ツール」も例示され、従来の BOD や COD 等の水質項目に加え、事業活動より排出される水中の様々な化学物質の全体を生物を用いて評価する手法への期待が示された。

田中仁志氏 (埼玉県・環科国セ) からは、「地環研 II 型共同研究『WET 手法を用いた水環境調査ケーススタディ』について」と題して、平成 28 年度から実施されている国立環境研究所と埼玉県、名古屋市をはじめとした 17 の地方環境研究所、いであ株式会社などとの共同研究の内容について報告があった。その中では、これまで 1 年に 2 回の割合で実施したワークショップでの情報交換や施設見学、のべ 12 検体の河川水の生物応答試験の結果が報告された。

吉川裕泰氏 (Yoshikawa Sci. Lab, WET システム研究会) からは、「生物を用いた毒性評価における影響負荷物質の除去に用いる新規機能性材料開発」と題して、毒性低減のための新規機能性素材として、カドミウムやヒ素、フッ素などを対象とした吸着材であるホタテ貝殻由来の炭酸カルシウムの性能評価に関する報告があった。

次に、豊久志朗氏 (イー・アール・シー高城) からは、「排水に対する TRE/TIE の取り組み事例」と題して、準好気性埋立が機能している産業廃棄物最終処分場の浸出水を対象に、株式会社神鋼環境ソリューションなどとの共同で実施した毒性低減手法についての報告があった。生物応答試験による検討を行うことで、2 段目の RO 処理が不必要であること、水処理薬剤の過剰薬注の課題を認識することで、安全性向上だけでなく低コスト化にも寄与することができたと報告している。

最後に新野竜大 (LSI メディエンス) からは、「事業所排水の生物影響とその原因把握」と題して、米国 EPA の TRE/TIE の考え方に捉われることなく、生物影響排水の段階的探索評価に関するフロースキームに基づく実施例について紹介があった。その中では、段階①として日間変動などの生物影響の有無の確認、段階②として影響排水のラボスケールの排水処理実験の提案、段階③として生物影響増減の確認や一斉分析、そして段階④として原因推定と処理実験および対策案を実施したとの報告がなされた。

最後に、鎌迫典久先生 (愛媛大) から、発表の総括が行われ、セッションを閉じた。

(国立環境研究所 山本裕史、  
(株) LSI メディエンス 新野竜大)

## 流域規模での化学物質管理：測定手法と影響評価（2）

### 水環境と洗剤研究委員会

本委員会では、ここ数年のシンポジウムを通じて、洗剤を含む生活関連化学物質に着目し、主に環境研究の視点から産学あるいは国際的活動に関して情報交換してきた。今年のシンポジウムでは、昨年度から継続したテーマとして、「流域規模での化学物質管理：測定手法と影響評価（2）」と題したセッションを企画した。我々が日常生活を送るうえで水利用は不可欠であるものの、河川流域に発展した都市では、上・下流での繰り返しの水利用が起り、非意図的な下水の再利用が起きている。このことは、上流での化学物質の使用・排出が、下流全域の水利用に影響することを示している。とくに、化学物質そのものではなく、その前駆物質や変換生成物等によって水利用が阻害された場合に、いつ誰が監視、管理し、どの工程で制御、処理するかなど、これまでの化学物質管理の考え方が必ずしもうまく機能しないことも考えられるため、「流域規模での化学物質管理」というアプローチが重要となり、製造、利用、処理に関わる人間が相互に情報共有することが重要と考えられる。

今年のセッションでは、はじめに招待公演として鳥取大の寶来さんから、岡山県と鳥取県の県境にある人形峠におけるウラン精錬施設の解体にともなう周辺環境、集水域への影響評価に関して、微量元素や放射能の環境レベルや生物影響についてご紹介いただいた。この問題は、生活関連物質の話題ではないものの、過去に利用された施設等から放出される化学物質が流域に影響を及ぼす可能性があるという点で今回の開催趣旨にマッチしたテーマであり、まさにこれらの化学物質をいつ誰がどこで制御・管理・監視すべきかという課題について考えるよい事例である。とくに、採掘の対象だったウランだけでなく、環境挙動の類似しているヒ素やラジウムなどについても周辺の水環境に生息する生物に蓄積していることから、包括的な化学物質の評価の重要性を学ぶことができた。

続いて、例年同様に委員会メンバーから今回のテーマに関するトピックや研究進捗について発表していただいた。千葉工業大の亀田さんから、パッシブサンプラーを用いて実施している宍道湖と流域におけるネオニコチノイド系農薬のモニタリングについて報告があった。農薬使用は季節性が非常に強く、環境レベルの変動が大きいため、環境レベルのモニタリングにはパッシブサンプラーの使用が効果的であることが示された。磯部からは、水環境のモニタリングとは直接関連しないが、分析法のハイスループット化に関する考え方について紹介した。環境モニタリングの重要性は不変ではあるものの、対象物質の増加や解像度の高い評価などが求められており、検体処理のスループット増大が重要となっている。今回確立した手法では、1ラインで年間10,000検体程度の処理が可能であり、今後大規模なモニタリングや疫学研究

などへの適用が期待できる。愛媛大の野崎さんからは、PPCPsの淡水生物への取り込みと残留に関する研究を報告いただいた。疎水性物質のトリクロサンやトリクロカルバンがすべての検体から検出されるなど、一部の物質を除き、生物体内の残留は脂溶性等の物理化学性と関連することが観察された。今後、食性や代謝など種特異的な要因を考慮する必要性が指摘された。

後半は、近年社会的関心の高まっている消毒副生成物のニトロサミン類とマイクロプラスチックに関する研究発表が2題ずつ続いた。京大の中田は、淀川水系におけるN-ニトロサミン類とそれらのクロラミン処理での生成能のモニタリングについて報告した。モニタリングの結果、N-ニトロサミン類だけでなく前駆物質の水環境への流出が観察され、前駆物質を含めた排出源対策の重要性を示した。埼玉大の山本さんからは、トリハロメタン等の生成能を、EEM-PARAFACを用いて評価する手法について、都内河川でのモニタリング事例と合わせて紹介していただいた。その結果、これらの生成能の指標となる蛍光成分を検出することができ、下水処理場放流口下流で増加したことから、下水処理水が都市河川における排出源となっていることが示された。千葉工大の亀田さんからは、流入下水中のマイクロプラスチックを簡便に計測する方法について、検討の過程を報告いただいた。その結果、これまでの方法では困難であった数十マイクロメートルサイズのマイクロプラスチックを半自動的に識別、計測する方法が確立され、下水処理場放流水等への適用性が示された。パルプ繊維などによる妨害があり、流入下水などではさらなる改良が必要とのことだが、存在実態評価法としての活用が期待できる内容だった。最後に土木研の村田さんから、マイクロプラスチックのムレミカツキモに対する影響評価について報告いただいた。一部のナイロンではムレミカツキモの増殖阻害が認められ、マイクロプラスチックの有害性が示されるとともに、新しい影響評価法として価値のある提案だった。

今年も委員をはじめ関係者間で活発な議論が交わされた。現在では、1970年代初期までのように河川に大量の泡が発生するということはなくなり、水質改善や親水空間の創設など水環境は大きく改善したと言ってよい。このような改善は、上下水道の処理技術の向上や普及、法整備に加え、洗剤のソフト化のような自主規制などの企業努力など、産官学の連携、協力の成果と考えられ、今後も環境科学分野の研究者とメーカーや工業会との間でより積極的な交流を継続することが重要である。また、今回寶来さん、亀田さんの発表内容は、開催地周辺の環境モニタリングに関する報告であり、地域に根ざした調査研究の重要性も再認識した。

((国研) 国立環境研究所 磯部友彦,  
京都大学 中田典秀)

# ツールボックスアプローチによる衛生学的水質評価

## 水中の健康関連微生物研究委員会

水中の健康関連微生物研究委員会では、昨年に引き続き第21回日本水環境学会シンポジウムにて「ツールボックスアプローチによる衛生学的水質評価」と題して、一般公募による研究発表を実施した。本セッションでは、一般公募により9課題の研究発表が行われ、昨年度同様に40名程度を超える聴講者が集まり、本研究委員会の関心度の高さが伺えた。

セッション初めには、本研究委員会の委員長 田中宏明教授（京都大）より本セッションの趣旨説明と昨今の健康関連微生物の研究における国内外の動向について聴講者へ説明があった。一般公募による研究発表では主に病原微生物の検出・解析方法に関する研究（3題）、河川水中および下水処理場での薬剤耐性大腸菌に関する研究（1題）、水系感染症リスク予測に関する研究（1題）、雨天時下水の影響ならびに琵琶湖での微生物の長期モニタリングに関する研究（2題）、F特異RNAフェージの指標としての可能性に関する研究（1題）、RO膜の水質担保に関する研究（1題）の計9課題の幅広い内容の発表が行われ、国内の最新の研究動向が示された。一般公募による研究発表後は、9課題の研究内容ならびに昨今の国内外の動向に関して総合討論が行われ、活発な意見交換が行われた。

本セッションを通じて、近年、病原微生物等の検出技術の向上により様々なウイルス等を検出が可能になったことに加え、新たな測定手法等により詳細に水系感染症を引き起こす病原微生物のモニタリング、検出解析、リスク評価などの健康関連微生物に関する知見が蓄積されてきており、今後、健全な水環境創出のためにも、本研

究委員会での活動ならびに当該分野での研究発展が期待されるセッションであった。

以下に一般公募における9題の研究題目を示す。なお詳細は第21回日本水環境学会シンポジウム講演集を参照されたい。

1. 宿主特異的微生物遺伝子マーカーを用いた水環境中の糞便汚染源解析（原本英二氏（山梨大））
  2. 琵琶湖南湖における微生物の長期モニタリング（于再冶氏（京都大）ほか）
  3. 河川の衛生学的安全性へ及ぼす雨天時下水の影響（山口武志氏（京都大）ほか）
  4. Analysis of antibiotic-resistant *Escherichia coli* in Lake Biwa and wastewater treatment plants effluent（馬綴宇氏（京都大）ほか）
  5. 下水処理場における大腸菌フェージ種の網羅的検出（李善太氏（土木研）ほか）
  6. ウイルス感染力価指標としてのF特異RNA大腸菌フェージGIIIの可能性（土方貴史氏（東京大）ほか）
  7. リアルタイム微生物検知技術を使った逆浸透膜処理水質の担保（藤岡貴浩氏（長崎大））
  8. 水系感染症リスクの将来予測：途上国の都市型洪水による胃腸炎リスクを例に（真砂佳史氏（国連大））
  9. ウイルス干渉現象がIntegrated cell culture-PCRによる感染性アデノウイルス検出に与える影響（佐野大輔氏（東北大）ほか）
- （国際連合大学サステイナビリティ高等研究所 真砂佳史）

# 沿岸や水辺の環境保全研究の最前線, 宍道湖・中海のいま

## 湿地・沿岸域研究委員会

はじめに「宍道湖におけるヤマトシジミの生体的行動を考慮した移動評価」と題して、島根大学エスチュアリー研究センターの矢島啓先生に特別講演をいただいた。ヤマトシジミを使った水路実験と現地実験による移動プロセスに関する研究を紹介した。水路実験の結果から、粘液未分泌時には砂粒子の掃流移動の理論式でシジミの移動限界を評価できることを示した。また、粘液分泌時には掃流移動限界の20~30%の掃流力で移動することなどが示された。とくに、足を出し流れに抵抗する様子なども示され、移動プロセスに生態的行動が影響している可能性を示唆した。その後、「沿岸や水辺の環境保全研究の最前線」についての口頭発表9件が行われ活発な討議がなされた。

古田ら(滋賀県・琵琶湖環科セ)は「養浜事業が琵琶湖沿岸の底質環境に与える影響についてⅡ」について発表し、2016年4月から2018年5月までの琵琶湖マイアミ浜でのモニタリング調査の結果から、底質中の藻類細胞密度は回復が早く湖水の影響を受けやすいことなどを考察した。杉本ら(宇部高専)は山口県岩国市において2013年2月~2018年2月に製鋼スラグを用いて岩礫性藻場の生育基盤の創出を行い、「堅型精錬炉スラグによる岩礫性藻場造成生育基盤材料への適用」を検討した。村上ら(千葉工大)は谷津干潟最奥部である船溜りと最前部である三角干潟を対象とし、2017年度4月、7月、10月、1月、2018年度4月、7月に付着珪藻と底生動物、水質を調査し、「谷津干潟における最奥部(船溜り)と最前部(三角干潟)の比較解析」について発表した。最奥部の船溜りから三角干潟に向けての流下にもなって汚染度が低くなることが示され、将来的には最前部の三角干潟のような環境状態になるものと推察した。丸山ら(新潟大)は「波津々浦湾干潟の底質環境変化における周辺域からの流入物の寄与」について発表し、2015年から2017年の8月大潮の干潮時に採取した底質中の16種の金属含有量の分析結果から、既知の起源からのシルトの寄与率などを検討し、湾内においては、周辺陸域からの寄与はほとんど確認されなかったと考察した。

中井ら(広島大院)は、過去の水質データから基礎生産量を予測する簡便なモデルを構築、検証し、「総量削減実施後の瀬戸内海における基礎生産量の変化」について

発表した。とくに、総量削減に対する一貫しない湾灘の応答から、瀬戸内海の実態や課題、対策等に関するレクチャーを受けた。その後、ホシザキ野生生物研究所を訪問し、ホシザキ財団の管理している湿地や、国土交通省が造成した浅場などを視察した。また、宍道湖自然館ゴビウスを訪問し、淡水、汽水域に生育する生物を観察した。湿地・沿岸域研究委員会では、現地を実際に訪れ、現地の方々に直接お話を伺う機会を大事にしている。本見学会では日本ミクニヤ株式会社の徳岡さま、田中さまのご案内を受けた。さいごに、御発表、御参加いただき活発な議論を展開していただいた皆様に謝意を表します。

(京都大学 田中周平)

# ノンポイント汚染研究成果の社会還元への展望

## ノンポイント汚染研究委員会

河川や湖沼、海域の環境保全対策を講ずる上で、ノンポイント汚染の状況を適切に把握し、対策の効果を予測することは必要不可欠である。ノンポイント汚染研究委員会では、これまで汚染の非定常性・非均質性に配慮しながら、その調査方法や結果の差異などについて取りまとめ、行政や社会に対して発信や提言をしてきたところである。しかしながら、その成果が行政の政策や実際の環境改善の形で利活用・実現されているケースは限定的であり、依然として富栄養化や微量化学物質による汚染等が問題となっている受水域が存在する。

本セッションでは、受水域で生じている問題とノンポイント汚染の関係やその改善対策、さらには社会的な仕組みづくり、合意形成なども視野に入れて、広くノンポイント汚染研究成果の社会還元について議論を行った。セッションは7件の講演と総合討論の2部構成で行われた。

1. 市街地からの点源以外の汚濁負荷～社会に受け入れられる評価値・評価手法とは～

(尾崎則篤 (広島大・院))

特別講演として、H23年度ノンポイント汚染流出負荷量調査(市街地分野)の概要をご紹介いただくとともに、その方法論や結果、また社会還元に向けた研究者、研究委員会のあり方等についてご提案いただいた。調査では100を超える調査事例を収集・整理し、年間負荷量の幅を求めたが、CODでは非常に変動係数が小さかったことなどが紹介された。一方で、「本質的な発生源」「市街地特有のリスク物質」の明確化が社会還元には重要であること、また今後は防災分野との連携等についても検討が必要であるとの提案がなされた。

2. 河川的环境DNAから読み解く薬剤耐性の現状とその考え方

(西川可穂子 (中央大) ほか)

東京を中心とした身近な水圏における薬剤耐性菌の分布について紹介がなされた。人為的な影響の多寡によらずほとんどの調査地点で薬剤耐性菌が分離され、水試料中に大量の薬剤耐性遺伝子が検出されたこと、薬剤耐性は現在まで日本で多く利用された薬剤で高い耐性率を持つことなどが明らかになり、河川などの水圏がプール源になっている可能性が指摘された。

3. 農業水利システムを活かしたセシウム流出抑制における社会との関わり

(原田茂樹 (宮城大) ほか)

取水用の石積み堰を用いたセシウム流出抑制の可能性と課題について紹介がなされた。宮城県の森林エッジで調査した事例では、季節や増水の影響で度々堆積物がクリーンアップ、または堰が流失する中で、堆積物中のセシウム濃度が大きく変化する事例が報告された。また、堆積物の除去を含む堰の管理体制や、リスクコミュニケーションのあり方について整理がなされた。

4. 生態毒性試験結果から考える市街地ノンポイント汚染管理

(中島典之 (東京大))

面源等から排出される粒子状物質やその移行先の底質

については、とくに生物への影響という観点での目標値設定が必要との考えのもと、都市水環境底質中の市街地由来粒子存在比率や、道路塵埃の生態毒性について紹介された。多くの場合、道路塵埃は底生甲殻類に高い致死率を示したこと、また無影響濃度レベルと環境中濃度の比較から、影響の有無について考察がなされた。

5. 地方都市における大腸菌汚濁のモデル構築と面的評価の重要性

(工藤祥久 (北見工大) ほか)

北海道常呂川流域を対象として、シミュレーションモデルを用いて大腸菌汚濁の排出源や寄与率の推計を行った事例について紹介がなされた。支流域ごとの負荷量等をGISで整理し、水系暴露解析モデルAIST-SHANELに入力したところ、汚濁源が可視化され、またヒトの活動由来による菌排出の寄与の大きい可能性が示唆された。

6. 動的評価の活用：環境影響物質の発生源の面的分布とその流出リスクに着目して

(佐藤圭輔 (立命館大) ほか)

非定常流出を考慮した負荷量推定の方法について提案があった後、より将来の降水量変動などを踏まえた動的な影響評価への展開について紹介がなされた。具体的には、洪水による危険物質(ガスボンベ、ガソリン等)の流失等のリスクを対象として、従来のハザードマップ(浸水マップ)に環境影響物質の空間分布を重ねることで、発災可能性や流出リスクの評価が行われた。

7. 行政課題に応える流域水物質循環モデルの構築

(佐藤祐一 (滋賀県・琵琶研セ) ほか)

滋賀県が中心となって開発を行ってきた「琵琶湖流域水物質循環モデル」を対象として、モデルの開発と政策活用の変遷が紹介された。今後の展開として、湖沼が抱える問題は多種多様であり1つのモデルで解析することは限界があることから、社会還元を目的に置くのであれば、課題に応じた「小さなモデル」を数多く作って状況の見通しをつけるのが効果的との提案がなされた。

8. 総合討論

研究成果の社会還元にあたり課題となる事項についてディスカッションがなされた。具体的には、①「安全か、危険か?」の答えを求める市民に対して、研究は常に前提条件があり明確に答えることが困難なこと、②危険性を判断する場合に特定の生物への影響だけではなく、本来は生物相全体をみる必要があること、③対象地域における環境の目標を明確化することが一般に難しく、対応方針も自ずと揺らいでしまうこと、④気候変動など研究の前提条件が変化する中で、ノンポイント汚染研究がどのようなアウトプットを市民に提示、還元していけるのかということ、等について活発な議論がなされた。

(琵琶湖環境科学研究センター 佐藤祐一)

# 湖沼・河川をフィールドにした環境教育の実際と課題

## 水環境教育（WEE21）研究委員会

第19回日本水環境学会シンポジウム（2016）におけるWEE21セッションでは、東北での水環境教育の実際について事例発表や意見交換がされた。現状では市民活動団体の高齢化や担い手不足、専門知識不足に対する問題意識があり、専門家と市民活動とのつながり作りの必要性を共有できた。さらに、地方でシンポジウムを開催する時に、その地方ならではのフィールドや専門家との協働を語ってもらうことも必要と考えた。

そこで今回は、湖沼・河川をフィールドにした環境教育として、幅広くテーマを設定し発表を公募した。発表件数は4件と少ないものの、総合討論も熱心に議論でき、常時約30人の参加を得た。

### 1. 発表

発表は、河川対象のものが1題、湖沼対象のものが1題、調査・評価方法に関するものが1題、河川の学習方法に関するものが1題であった。

まず、東洋大学の塚本氏は、都市中小河川を対象にした大学の講義（演習）を利用し、環境（物理化学的）データと測定対象に対する印象（心理的）データから「水のきれいさ」の評価に影響を与える要因の考察をおこなった。なお、講義は、水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）を利用し、多面的な情報の利用態度、ものの見方を養うことを目的としている。調査の結果、水のきれいさを肯定的に捉えた回答者の半数以上が水の見た目の透明さをもとにきれいであると評価したり、周囲の自然の豊かさが水のきれいさの評価を肯定的にする効果をもたらしていた。また、地元で普段見慣れた川、小さい頃に親しんだ川の水の状態との相対評価から、評価対象河川の水のきれいさを判断していた。

つづいて、立教大学大学院に所属する富田氏が、霞ヶ浦湖上体験スクールの運営に携わった経験を元に、船上における環境学習の実際と学習効果について発表した。遊覧船で開かれる本スクールは、小中学生から大人までを対象として、年間9,000人を超える利用がある。そのプログラムは、霞ヶ浦の地理・歴史、水質の変遷や富栄養化問題、さらに湖上で水質やプランクトンを調べることで生息する生き物や水質との関わりを学び、最後には家庭でできる霞ヶ浦の水を汚さない方法を紹介している。1日の短期の環境学習であるものの、事後のアンケートでは、霞ヶ浦を身近に感じたり、水利用する上で大事な場所であるとの認識が高まるなど、学習効果が得られている。学習者が環境配慮行動（水利用や霞ヶ浦の保全など）に至るような効果的な学習構成となっており、一方で調査分析のためのモデルも提案している。

（株）日水コンの下平氏は、CSR活動の一環で開発

した「みずしるべ」のスマートフォンアプリを紹介した。本アプリのプラットフォームは、端末のオペレーティングシステムに依存しないWebサービスとし、スマートフォンによる利用を可能としている。従来の水環境調査では、大人や子どもが紙を用いて項目に沿って記入するやり方が中心である。一方、普及が進むスマートフォンを利用すれば、水環境情報の収集と発信に、環境調査・活動にはあまり関わってこなかった20・30代の若者も呼び込むことができる。しかも調査対象の水辺と視点に制限を加えておらず、いつでも誰でも気軽にできる。結果や写真がすぐに画面上に記されたり、評価のランキングなどの工夫もされている。いずれデータが蓄積され、市民評価の弱点でもある「再現性」「信頼性」を備え、民意を反映させた行政施策への展開を期待できる。

最後に、東北工業大学の山田氏は、中国山西省と宮城県で実践している水環境学習の内容や効果について発表した。これまで、科学実験などを用いた教室内での学習と、河川水質・生物調査をともなった体験学習を実践してきたが、児童を河川に引率するには日中とも同様な課題がある。河川に行けないことも考慮して、河川水質と（指標）生物との関係について簡単に学べるカードゲームを考案した。日本では全国水生生物調査活動が盛んであり、馴染みのある河川の底生動物カードとイベント（汚水流入や清掃活動などの水質かく乱要素）カードを作成し、ストップ系ゲームルールで、5人前後、30分もあれば十分終了する内容とした。まずは日本の児童で試行してみたところ、児童はゲームを楽しみ、水生生物に興味を持ってくれ、さらに知りたいという意欲も示した。カードゲームを事前学習に位置づけることの有効性が示された。

### 2. 総合討論

討論で話題が進んだテーマは、市民による水環境の調査データや評価結果を、該当する地方自治体の環境施策にどのように反映させていけるか、というものであった。今回、環境データの収集・発信ツールの紹介や、水環境教育における体験学習の重要性に鑑み、環境調査・評価の実際は、学会員やNPO等との協力により、さらに展開され、市民が期待する水環境の保全・創造の可能性につながる。山梨、東京、沖縄、茨城、埼玉、宮城の各関係者、コンサルタントの立場から現状や対応などについて意見交換した。環境データの統計処理の重要性や可視化、学会からの発信など、今後の取り組みのための提案がされた。

（東北工業大学 山田一裕）

# 膜処理が生み出す、「新しい価値」

## 膜を利用した水処理技術研究委員会

本研究委員会のシンポジウム参加は、16回目、開催形式は、口頭発表、特別講演、パネルディスカッションの3部構成とした。パネルディスカッションのテーマは、「膜処理が生み出す、新しい価値」とし、密度濃い発表と闊達な議論が行われた。口頭発表については、通常のセッション形式で、5件の口頭発表を行った。その後、特別講演については、後半の最初に、「膜ろ過アーカイブ」として、これまでの膜ろ過技術の歴史についての講演を開催した。最後に、パネルディスカッションとして、前述のタイトルで、4名の方に御登壇いただき、今後の膜処理普及における現状と課題について、最新の話題提供をいただいた。

### 1. 口頭発表（前半）座長：大和信大（メタウォーター）

#### 1-1 「MBR汚泥内における微生物細胞間シグナル物質と膜ファウリング」 飛野智宏（東京大学）

膜分離活性汚泥法（MBR）における微生物細胞間シグナル物質の制御に基づく膜ファウリング抑制手法について報告がされた。微生物細胞間シグナル物質と膜ファウリングに関するこれまでの研究報告の経緯・概要について説明をいただくとともに、筆者らのグループが進めてきた検討結果についての紹介があった。微生物細胞間シグナル物質を対象とした膜ファウリング制御手法は、省エネルギー・省コストな手段となる可能性を秘めていることや、その効果が発現するメカニズムに関しては十分に明らかになっていないことなどが報告された。

#### 1-2 「繊維状担体を充填した膜分離活性汚泥法：ファウリング抑制と微生物叢との関連」

寺田昭彦（東京農工大）

膜分離活性汚泥法におけるバイオフィウリング防止策として、MBR内の活性汚泥内に存在する、原生動物や微小後生動物などの真核生物に着目し、高次な微生物叢を利用し繊維状担体を利用したハイブリッド型MBR（MBC）に関する実験が報告された。その結果、MBCは微小後生動物の保持に優れ、ろ過膜のバイオフィウリング抑制に役立つことが明らかになった。一方、微小後生動物がEPS減少や細菌叢に及ぼす影響の解明には、更なる知見の収集が必要であることが分かった。

#### 1-3 「自然エネルギーを活用した浄水場再整備～川井浄水場（セラロッカ）～」

近藤博幸（横浜市水道局）

横浜市で平成26年4月1日より稼働を開始した川井浄水場のPFI事業について、報告された。本浄水場は、日本初の浄水場全体の更新と運営・維持管理を一体としたPFI事業として建設された浄水場で、膜ろ過方式を採用し、自然エネルギーの利活用を図ることで、コストダウンを実現したことなどが報告された。また、場内には太陽光発電も設置されており、先進的な取り組み事例とし

て膜ろ過方式を採用することで得られた様々なメリット等についても報告があった。

#### 1-4 「水中ロボットを用いた配水池清掃の現状と今後の課題－膜ろ過への期待－」

中里 聡（（一社）日本水中ロボット調査清掃協会）

主に浄水場内に設置される浄水池・配水池の清掃手段として、水中ロボットによる清掃方法があり、本報告ではその概要と、その視点から見た際の、膜ろ過技術に対する今後の課題について報告がされた。本方法では、池の形状に多少の制約はあるものの、無人で安全にかつ池を運用しながら清掃が可能であることが紹介された。また、膜ろ過を行うことで清掃頻度・清掃時間等の作業が大きく低減できること、それにともない維持管理の容易性も向上するであろうことが示唆された。

#### 1-5 「透析治療と分離膜」

阿瀬智暢（ダイセンメンブレン）

わが国における透析治療費はすでに1.5兆円を超えており、今回の報告では、年々増加の一途を辿るその透析治療を支える膜分離技術について報告がされた。透析には、通常、3つの分離膜が、必要不可欠であること、その膜とは、血液から老廃物を除去するダイアライザ、水道水から生物学的汚染物質、化学的汚染物質を除去するためのRO膜モジュール、オンラインHDFにおいて置換液を連続作製するためのETRFであることなどが報告された。

### 2. 特別講演「膜ろ過アーカイブ」（後半）

#### 「MAC21による膜ろ過浄水技術開発の歴史」

神保吉次（神保技術士事務所）

座長：長岡 裕（東京都市大学）

1991年から1993年にかけて行われた産官学の一大プロジェクトである「膜利用型新浄水技術開発研究」プロジェクトの略称（Membrane Aqua Century 21、通称MAC21）の概要とその活動内容・取り組みそして成果について、当時のエピソード等も踏まえ、紹介があった。

### 3. 「膜処理が生み出す、新しい価値」（後半）

座長：阿瀬智暢（（一社）膜分離技術振興協会）

パネルディスカッションでは、吉田敏章様（JICA）、細川顕仁様（日本下水道事業団）、豊原大樹様（膜分離技術振興協会）、村上孝雄様（日水コン）の4名をパネリストとして迎え、「膜処理が生み出す、新しい価値」をテーマに、様々な話題提供をいただくとともに、聴衆内の学識経験者および官・民技術者との意見交換を通じ、「日本の膜技術の海外進出加速に何が求められるのか」について議論が取り交わされた。

（水ing株）須田 康司

# 表流水が先か、LED-UV が先か ～ UV 技術の「明るい」未来～

## 紫外線を利用した水処理技術研究委員会

クリプトスポリジウム等対策指針が策定されてから10余年が経過し、表流水以外を原水とする多くの浄水施設に紫外線処理が導入された。表流水を原水とする浄水場は濁度管理でクリプトスポリジウム対策を行っているが、同対策指針改定の動きが加速していることから、近い将来、表流水にも紫外線処理が適用される可能性が出てきている。

一方、紫外線処理光源のLED化に向けてUV-LED素子の性能は日々向上し、UV-LEDを使った水処理装置も相次いで開発されている。さらに様々な発光特性を持つUV-LED光源を入手できることで、微生物の不活化に関する新しい知見も得られている。

紫外線を利用した水処理技術は新たな展開を迎えており、将来への期待も益々大きくなっている。本シンポジウムは「表流水が先か、LED-UV が先か～ UV 技術の「明るい」未来～」と題し、最新の知見を共有することを目的として招待講演1件と一般講演5件を行った。

### 1. 招待講演

吉田治正（三重大・特任教授）は、「紫外線半導体発光素子とその研究開発動向」と題してUV-LEDの仕組みや特性などを分かりやすく解説し、最新の研究開発動向を報告した。現在、最も有力な素子の一つである窒化物半導体AlGaIn系のUV-LEDは、結晶欠陥、p型半導体の電気伝導性、光取出し効率などに課題があるが、これらの課題を順次解決していくことで高出力化や高効率化を達成できると展望を示した。さらにUV-LEDを超える高出力化にはUVレーザーダイオードが適していると述べた。

### 2. クリプトスポリジウム対策

「クリプト対策指針改定と不活化性能評価方法について」神子直之（立命館大）は、水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針改定の経緯を述べ、改定に際して注意すべき点などを概説した。改定案では、地表水を原水とするレベル4施設でも紫外線処理を適用できるが、紫外線照射量に関する規定が「95%の水量に対して10 mJ/cm<sup>2</sup>以上」から、「クリプトスポリジウムを99.9%不活化できる紫外線照射量」に変更されることから、対策指針に準拠した紫外線装置であることを確認するには新しい性能評価手法が必要であると指摘した。

### 3. 信頼性の高い評価手法の確立・標準化

「微生物の紫外線耐性測定法の検討～信頼性の高い回分試験方法の確立に向けて～」大瀧雅寛（お茶女大）は、微生物の紫外線感受性評価に必須である回分試験で、正確で信頼性の高いデータを得るための留意点を述べた。本報告では回分実験で重要な実験項目を①リアクタと光源の設置関係、②リアクタの形状、③照射光強度の測定

方法、④投入微生物の種類4項目と定義して解説した。評価方法の確立には、目的に応じて各実験条件を最適化する必要があると指摘した。

「再生水における紫外線照射装置P-CFD解析の妥当性検証」出口憲一郎（紫外線水処理技協、千代田工販）は、下水再生水における紫外線消毒技術の性能評価方法に関する国際標準化（ISO/TC282）の活動について報告した。

本報告では、下水高度処理水を紫外線処理するパイロットプラントでMS2ファージの紫外線不活化試験（RED試験）を行い、CFDを使ったRED解析（P-CFD解析）の妥当性を検証した。紫外線装置のRED試験結果は寿命時性能条件（設計条件）のP-CFD解析結果と一致したことから、P-CFD解析の妥当性が示唆された。

### 4. UV-LED 紫外線照射装置の開発

「TIRレンズを利用した流水式水消毒装置の性能向上」渡邊真也（日機装技研）は、UV-LED紫外線処理装置内の紫外光をレンズで絞ることで、LED素子数を増やすことなく、装置を効率化することを検討した。レンズは集光性と成型性に優れたTotal Internal Reflection（TIR）レンズをベースに設計し、LEDの配光角を半幅で60度から20度に絞った。

1個のUV-LEDを搭載した通水式消毒装置を用いてレンズの効果を検証した結果、リアクタ内部の実効的な導光長が伸びることで大腸菌の不活化率が1.47倍向上した。

### 5. UV-LED の水産養殖への応用

「UV-LEDを利用した水産養殖用水の消毒」政池美映（東京大院）は、UV-LEDによる紫外線処理の水産養殖産業への応用可能性を探ることを目的に、不活化に対する波長の違いや海水の影響を検討した。発光ピーク波長265 nm、280 nm、300 nmのLEDを用いた不活化試験の結果、腸炎ビブリオ菌や緑膿菌は波長265 nmで最も高い不活化感受性を示したが、3 log不活化に必要な電力量を比較すると波長280 nmが優れていた。また、PBSと人工海水で不活化効率に有意な差がなかったことから、PBS中での微生物不活化の知見を海水の処理に援用できる可能性が示唆された。

### 6. 総合討論

はじめに出口憲一郎（千代田工販）から、回分試験のテーリング現象（照射時間の経過とともに不活化効果が低減する現象）がリアクタ形状の影響を受けることを示す最新データが紹介された。その後の討論でも微生物の不活化感受性や装置性能の評価方法について活発な討論が行われた。

（水ing（株） 恩田建介）

# 水・資源回収と水処理

## 産業排水の処理・回収技術研究委員会

本研究委員会では、3件の招待講演（うち2件は代理講演）と7件の一般講演を行った。産業排水だけでなく下水も対象とした、物理学的処理および生物学的処理の幅広い技術について講演発表をした。以下に各講演の概要を報告する。

### 1. 招待講演

栗田工業(株)の彦坂氏に「食品工場における水の有効利用」と題して、水の有効利用検討の進め方、具体的な省水対策事例を紹介していただいた。経済的な水の有効利用を図るため、工場全体の水バランスを把握したうえで対策を施すことの重要性、最適な水の利用法を解析するピンチテクノロジーを活用し、工場に必要な最小水量を算出したうえで、排水再利用方法を検討することの有効性が述べられた。

2件目の招待講演はPentair Water Asia Pacific Pte. Ltdの糸川氏に「海外/国内の膜技術による水回収事例」、3件目の招待講演は三菱商事(株)インフラ事業本部水事業部の北原氏に「海外水事業について」を講演いただく予定になっていたが、台風21号の影響で会場に足を運ぶことができず、やむなく講演をキャンセルいただいた。糸川氏の講演は、UF膜を用いた水回収事例の紹介であり、下水から上水利用への水回収、工業排水の生物処理水からの水回収、含油排水と随伴水からの水回収など、UF膜処理の様々な取り組みを紹介いただく予定になっていた。北原氏の講演は、海外の水事業の紹介であり、フィリピンマニラ首都圏地域の水道サービス、オーストラリアでの上下水処理事業および産業向け水処理事業の展開などについて講演いただく予定になっていた。両講演ともに海外の水処理事業を聴講できる貴重なチャンスであったが残念であった。機会があれば来年度に再び講演依頼したい。なお、キャンセルされた時間は、本委員会の幹事による臨時の講演を行った。(株)日立製作所の木村氏による「包括固定化技術を用いた窒素除去システムの実用化」と、水ing(株)の島村氏による「晶析技術の水処理分野への展開—リン資源回収—」と題して、窒素・リンの除去回収技術の説明を行った。

### 2. 一般講演

土木研究所の山崎氏に「下水を用いた自然発生型藻類培養技術の検討」と題し、下水道資源による藻類培養の高効率化を目的とし、栄養塩や有機物の多い最初沈殿池流出水を基質とした藻類培養の検討結果を講演いただいた。屋外連続藻類培養において、下水処理水の熱を利用した簡易的加温でも、通年での藻類培養が可能であり、沈殿藻類のVS/TS、高位発熱量は下水汚泥と同程度で、嫌気性消化への投入が有効である可能性を示した。

有明高専の劉先生には、「殺菌機能保有空気を用いた菌液の殺菌」と題して、次亜塩素酸ナトリウム5水和物に

空気を接触させ、殺菌機能空気を作成し、殺菌機能保有空気の殺菌効果を検証した結果を講演いただいた。殺菌機能保有空気は大腸菌、枯草菌、黄色ブドウ球菌、アオカビ、クロコウジカビに対して殺菌効果を示した。

栗田工業(株)の狩山氏には、「脱硫模擬排水を用いた生物的セレン除去装置の再立ち上げ性能比較」と題して、石炭火力発電所における年1回長期メンテナンスでの停止を考慮して、脱硫模擬排水を用いて生物的セレン除去試験を行い、流動床式反応槽と固定床式反応槽の再立ち上げ後の性能を比較した結果を講演していただいた。流動床に比べて固定床式は立ち上がり早い一方、運転途中で短絡流が発生したが逆洗にて回復する。また、同じ排水でも両方式で微生物群集構造に違いがあることを確認した。

東芝エネルギーシステムズ(株)の堀川氏には、「凝集速度を指標とした攪拌状態の定量評価」と題して、凝集物の生成速度を指標とした攪拌状態の定量化手法を発表していただいた。アクリル粒子の凝集速度を指標として、各種攪拌条件での攪拌状態と凝集速度の相関を評価し、凝集速度を指標として攪拌状態を定量化するために基礎データを取得した。

有明高専の劉先生には、「表面改質を施した竹炭による畜産排水中のリン回収量に関する研究」と題して、竹廃材の有効活用のため、MAP法あるいはHAP法によるリン回収を行う際の晶析物付着担体としての適用可能性検討結果を講演していただいた。MAPならびにHAP処理工程の排水組成を模擬した模擬畜産廃液を、表面改質竹炭を充填したカラムに通水したところ、通水量に応じてリン化合物付着量は増加するものの、MAP法を模擬した場合は一定の通水時間経過後はリン化合物付着量が低下する傾向が認められた。

大成建設(株)の日下氏には、「1,4-ジオキサン含有排水の生物学的処理技術の開発」と題して、1,4-ジオキサン資化菌であり、かつ微生物群衆の構成細菌であることが知られている *Pseudonocardia* sp. N23 (N23株) を活用した生物処理技術の確立を目指し、N23株の1,4-ジオキサン比分解速度ならびにN23株の環状エーテル物質分解特性に関する検討結果を講演していただいた。

水ing(株)の新庄氏には、「油脂フロス処理プロセスにおける前処理槽の役割について」と題して、油脂を高濃度で含有する食品工場排水の処理において、加圧浮上を適用した結果として生じる油脂フロスを生物処理するための技術開発に関して講演していただいた。油脂フロスの良好な生物処理に向けては前処理槽における油脂の加水分解率が重要な因子となる。嫌気処理過程で生じた揮発性有機酸が共存することによって、条件によっては高級脂肪酸が未分解の油脂の分散剤として機能することが明らかとなった。このことが、前処理槽における加水分解率の向上に寄与している可能性が考えられた。

(北九州市大 寺嶋光春)

# 水環境をシステムとして評価する解析手法 —アンケート調査を中心に—

システム解析研究委員会

## 1. はじめに

今回、システム解析研究委員会では、“水環境をシステムとして評価する解析手法”に着目し、参加者の方々に実際にアンケートを作成していただくワークショップ形式も盛り込んだセッションを開催した。セッションでは、アンケート調査についてのご講演、およびアンケート作成に向けたシチュエーションの説明が行われた。

## 2. 講演概要

### 2.1 水環境分野におけるアンケート設計の基本

(東京大学大学院工学系研究科 栗栖 聖 准教授)

アンケート調査は、何らかの明らかにしたい意識や行動があり、それを既存の客観的データで検証することが難しい場合に行われるものといえる。しかし、事前に十分な研究仮説が設定されないままアンケートが設計されているケースも散見される。そのため、アンケート設計に必要なとるごく基本的な検討の流れを示し、今後の本分野におけるアンケート調査設計の一助となることを目指すものである。

作成されたアンケート票は、結果の解釈や解析が難しくなる可能性があり、推奨されるアンケート票の作成手順として、以下に示す4つのステップが挙げられる。

①対象の選定(何を明らかにしたいのか)、②仮説の構築(対象とする行動や現象を説明する骨子となる仮説構造はどのようなものか)、③影響因子(骨子となる仮説の各変数に影響を与える因子にはどのようなものがあるか)、④個人属性と個人特性(各変数に影響を与える個人属性や個人特性にはどのようなものがあるか)である。

重要な最初のステップは、明らかにしたい対象(被説明変数)を明確にすることである。第二のステップでは、その対象(意識、行動、現象など)を説明する骨子となる仮説を構築することである。第三のステップでは、骨子となる各変数に対し、影響を与える因子を追加的に検討する。個人属性や、パーソナリティ等に関わる個人特性については仮説モデルの中にも含まれることも多いが、できればモデルとは切り離して検討することを推奨する。

最後に、得られた各変数に対し、観測変数を設定する。このように各変数に対し観測変数を設定することで、質問項目が決定される。

### 2.2 ワークショップに向けた設定シチュエーションの説明

(東洋大学総合情報学部 大塚佳臣 准教授)

水環境の評価を目的としたアンケート調査票作成のワークショップを実施するにあたり、シチュエーションの設定とアンケート票作成上の留意点を述べる。

調査目的の設定として、都市中小河川の「水のきれいさ」の評価がどのような要素の影響を受けているかを明らかにするためのアンケート票を作成することを想定する。想定する河川として、「水のきれいさ」の評価に向けて、結果のばらつきが大きくなりがちになる中流域の小河川とする。具体的な条件は以下に示した、水質、河況、植生、生物、河川形状、周囲(堤内地)の景観である。「水環境分野におけるアンケート設計の基本」で挙げられた点(アンケート設計の基本的な流れ)に留意して、アンケート票設計を行う上での手順を示す。①仮説の立案を、評価対象、仮説の構築、影響因子、個人属性、個人特性、その他、に分けて行う。②回答方式の設定として、どのような分析を行うのか、順序尺度を何段階にするのか、どのような選択肢表示をするのか、偶数段階か奇数段階なのか、質問の示し方等について留意し設定する。

本ワークショップでは、水環境分野でのアンケート調査において、最も実施頻度が高いと考えられる心理的評価について、都市中小河川の「水のきれいさ」の評価を例として、実際に参加者の方々と共にアンケート調査票の作成を行うことで、アンケート票設計の理解を深めていきたいと考えている。

## 3. ワークショップアンケート作成

設定シチュエーションに従い、参加者と共に全員でアンケートの作成を行った。具体的には、「水のきれいさ」の評価に影響を与える要素を参加者の経験を基に発表いただいた。出された要素には、複数の方から挙げられたものもあり、「水のきれいさ」を評価するために含めることが重要な要素を確認できた。また回答方式(順序尺度)についても意見が分かれる(偶数段階か奇数段階か)とされており、同様に重要な工程であることが確認できた。

## 4. おわりに

今回のシンポジウムでは、“水環境をシステムとして評価する解析手法”というテーマの下、調査で用いられるアンケートに対するワークショップを行った。

今後も水環境分野におけるシステム解析の勉強会等の開催を予定しつつ、運営を行う予定である。

(群馬工業高等専門学校 宮里直樹)

# 環境エンジニアリングにおける電気化学的技術

## 電気化学的技術研究委員会

(1) 「環境エンジニアリングにおける電気化学的技術」の出版について 榊原 豊 (早稲田大院)

本委員会は現在「環境エンジニアリングにおける電気化学的技術」の書名で図書刊行を計画中であり、榊原前委員長から、刊行の背景、進捗状況および内容等について紹介が行われた。

(2) 電気脱イオン装置における脱塩室セル厚さのイオン除去に及ぼす影響 佐藤 伸 (栗田工業)

電極間のイオン交換膜の間にイオン交換樹脂を充填した「電気脱イオン装置」を用いて、脱塩室セルの厚さを変えたホウ素除去試験が行われた。初期遅れ長さが無視できる条件とするため、運転電流は100倍等量以上となる2Aが通電された。除去結果から、イオン移動理論式における移動係数は脱塩室セル厚さと直線関係にあり、脱塩室セル厚さが厚いほど除去性能が優れていた。

(3) 有機フッ素化合物の電気分解処理における電極材料依存性 阿部眞弓 (東邦大院) ほか

有機フッ素化合物 (PFCs) の電解処理の低コスト化を検討するため、陽極にダイヤモンド電極 (BDD)、 $\text{SnO}_2$  および Pt、陰極に Pt を用いてペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) の処理実験が行われた。電極間距離 5 mm、電流密度  $40 \text{ mA cm}^{-2}$  の条件で 120 分間電解処理した結果、TOC 分解量における電流効率および電力効率共に大きな差がなく、 $\text{SnO}_2$  の有効性が示された。

(4) 物理化学的手法によるクラリスロマイシンの分解処理特性 遠山 剣 (東邦大院) ほか

クラリスロマイシンの物理化学的酸化処理において、オゾンと紫外線による促進酸化法 (AOP)、ダイヤモンド電極を用いた電解酸化法 (EO)、紫外線処理 (UV) および EO と AOP を組み合わせた電解促進酸化法 (EAOP) の性能比較が行われた。100  $\text{mg L}^{-1}$  クラリスロマイシン溶液の分解実験を 120 分間行い、クラリスロマイシンおよび TOC の残存率を調べた結果、EAOP が最も優れていた。

(5) UV/電解次亜塩素酸促進酸化処理のメカニズムと処理特性 岸本直之 (龍谷大・理工)

UV/電解次亜塩素酸促進酸化の 1,4-ジオキサン (1  $\text{mM}$ ) に対する処理性能が調べられた。反応器は、UV 槽と電解槽を被処理水が循環する構造となっており、陽極に Ti/ $\text{IrO}_2$ 、陰極に Ti が用いられた。実験では、1,4-ジオキサンの分解が促進され、薬剤ベースの UV/次亜塩素酸処理法と同等の pH 依存性を示すものの、塩化物イオン濃度の増加が処理特性を変化させる可能性が示唆された。

(6) 電気化学酸化法による食品バイオマス褐色成分の脱色 吉田 弦 (神戸大院) ほか

メラノイジンおよびカラメルの電気化学的脱色実験が行われた。陽極に DSA® (Dimensionally Stable Anode (寸法安定性陽極))、陰極に Ti を用い、色度 1500 U 以

下になるまで 0.4, 0.8 および 1.5 A の電流が通電された。実験結果から、メラノイジンはより分解速度が遅いものの、NaCl 濃度および電流値の増加により向上させることができた。また高濃度条件で除去速度は減少し、NaCl 濃度の増加はエネルギー効率を向上させた。

(7) ビオロゲンメディエーターを用いた電極還元反応による亜セレン酸の除去—フロー電解の検討—

今林慎一郎 (芝浦工大・工) ほか

ビオロゲン誘導体をメディエーターに用いた電極還元反応による亜セレン酸除去について、フロー電解 (作用極: カーボンフェルト, 対極: 白金黒, 参照極: 銀・塩化銀電極) の可能性が検討された。メチルビオロゲン (MV) の場合、バッチ方式と同程度の除去率を短時間の電解で達成できるが、流速増加にともない除去率および電流効率は低下傾向となった。アミノ基を持つ誘導体の場合は、MV より貴な電解電圧で大きな電流が得られた。

(8) オゾンの生成と還元を伴う促進電解法による抗生物質の無害化 榊原 豊 (早稲田大院) ほか

$\text{SnO}_2$  陽極/SPE 膜/(GAC, 粒状 Pt) 陰極より構成される電解槽を用いて、テトラサイクリン (TC)、スルファメトキサゾール (SMX) およびエリスロマイシン (EM) の連続処理が行われた。SMX および EM 処理では大腸菌群への効果をほとんど消滅させた。Pt 電解は電流の増加にともない、TC, SMX および EM のすべてにおいて処理水質が向上し、GAC 電解は省電力となる間欠通電処理が可能であった。

(9) 堆積物微生物燃料電池の適用による底質周辺への影響 窪田恵一 (群馬大院) ほか

堆積物微生物燃料電池 (SMFC) による実海域底質を用いた室内改善実験が行われた。SMFC は両極にカーボンフェルトを用いており、回路接続を行わない開回路系との比較から、SMFC による底質 ORP の上昇や酸素消費の低減等が観察された。また、底質内で  $\text{NH}_4$  の発生と硝化反応が促進されること、直上水へのリン溶出が抑制されること等の栄養塩に対する効果も明らかとなった。

(10) 微生物燃料電池による排水浄化方法の開発

飯田裕貴 (大阪電通大院) ほか

人工下水を用いた 1 槽式微生物燃料電池において、アノードの集電方法および酸素透過抑制に関する基礎的実験が行われた。カソードにはカーボン製紙が、アノードにはステンレス製のパンチングメタルや針金およびカーボンフェルトが使用された。カーボンフェルトの面積や内部抵抗の低下によりアノードの集電効果が向上すること、MF 膜による酸素透過抑制の可能性が示唆された。

(11) 総合討論 座長: 榊原 豊 (早稲田大院)

各発表における質疑応答により予定時間を延長したため、総合討論は省略となった。

(株式会社ヤマト 小森正人)

# 熱帯亜熱帯地域における地域の暮らしと沿岸域を含めた 陸水環境の現状・課題

熱帯・亜熱帯地域水環境研究委員会

本委員会は、熱帯・亜熱帯地域の陸水環境、水処理技術、汚染土壌、バイオマス技術、海域環境等と幅広い研究領域を対象としているが、今回のシンポジウムにおいては、熱帯亜熱帯地域における地域の暮らしと沿岸域を含めた陸水環境の現状・課題をテーマとするセッションを企画し、基調講演1件と一般講演5件による国内外の研究成果の報告が行なわれた。これらの研究事例を踏まえた多角的な観点からの総合討議がなされ、その概要を以下に報告する。

## 1. 基調講演：日本の熱帯・亜熱帯水圏環境研究が世界に果たし得る役割 (山室真澄 (東京大学院))

わが国の亜熱帯域で懸念される環境問題は、将来、アジアの亜熱帯・熱帯域で課題となる可能性があることから、わが国の知見がアジアの亜熱帯・熱帯域にどのように貢献できるかについての具体事例が紹介されるとともに、方向性が示された。一次産業については、養殖で使用する餌の一部が赤潮プランクトンを含む植物プランクトンの増殖に寄与すると見積成果、沖縄での赤土等の流出防止対策等の取り組みが述べられた。生活環境については、アジアの熱帯・亜熱帯域では依然としてリンを含む洗剤が使用されており、リンが富栄養化の原因であることや、パケット等による簡易なモニタリング手段の導入・普及することなどを通じて、水質保全への関心を高めるなどのわが国の技術による貢献例が述べられた。さらに、地球環境問題に関しては、海草藻場が二酸化炭素のシンクであることが明らかになり、海草藻場が有する二酸化炭素吸収機能を正確に評価することは経済価値の判断にも大きく影響することが報告された。

## 2. 琉球石灰岩分布地域地下ダム流域における陸水環境の現状と地域の取組み

(李雨桐 (鹿児島連合大学院) ほか)

沖縄本島南部地域の2ヵ所の地下ダムの地下水は農業用水に利用され、サトウキビから市場価値の高い農作物への転換にともなう土地利用形態の変化が進んでいる。地下水水質の現状では、硝酸性窒素が2000年代に入ると横ばいまたは上昇傾向を示すとともに、環境基準値を超過する地点も存在していることが報告された。地域の暮らしと健全な水環境の構築に向けて、多面的機能支払交付金事業を活用した農業農村の有する多面的機能を発揮するための農地管理・水管理活動による取り組みが推進されている。農業集落排水処理水の畑地灌漑用水としての再生利用を図るため、小松菜やエンサイによる栽培試験を通じた処理水の水質特性と作物生育効果について検討されており、地域の活力を高めることに関係者が連携を図りつつ、陸水環境の保全・創造に向けて積極的に対応することが求められる。

## 3. 沖縄県の陸水環境における医薬品の検出状況と対策の方向性 (治多伸介 (愛媛大学院) ほか)

沖縄県の陸水環境 (沖縄本島南部の農村地域を流れる

河川と地下水、農業集落排水施設の処理水、沖縄本島中部のダムの流入水と放流水) について、医薬品やパーソナルケア用品 (PPCPs) とその分解中間生成物 (TPs) の検出状況の実態が報告された。その結果からは、沖縄の陸水環境には、多様な PPCPs と TPs が含まれているものの、光分解性の高い成分や生物分解性の高い成分は、環境中で太陽光の光分解作用や微生物分解作用で消失しやすいものと考えられる。これらの作用を積極的に評価・活用するとともに、集落排水施設などの生活排水処理施設での、PPCPs と TPs の除去効率を上昇させることが、今後の対策の方向性として重要と考えられる。

## 4. 与論島における沿岸域を含む陸水環境の現況と地域の取組み (中野拓治 (琉球大学) ほか)

与論島の地下水水質の主成分分析の結果から、海塩と石灰岩溶解の自然現象や農地排水・畜産排水等の社会経済活動によって水質形成が図られていることが示唆された。与論島周辺海域のサンゴ被度と数値解析から得られた硝酸性窒素値には明らかな負の相関が存在し、サンゴ生態系への影響要因として与論島周辺海域の潮流条件や窒素等の陸域由来の栄養塩が関与していることが示唆された。与論島におけるサンゴ礁生態系の保全・再生を図るためには、地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりを意識して、陸域に由来する栄養塩等の負荷低減対策の重要性の認識・啓発と効果的な対策を関係者が連携して積極的に対応することが求められる。

## 5. ベトナムの地下水中微生物の菌叢解析と地下水アンモニア対策 (藤川陽子 (京都大学) ほか)

ベトナムのハナム省で深刻な地下水の砒素汚染がある。それに加え、高濃度のアンモニアが含まれることが明らかとなっている。演者らは鉄・砒素・アンモニアを含む地下水を上水利用できる水処理法を研究開発してきた。井戸から採取した地下水の菌叢を16S rRNA 解析により明らかにし、採水時期による菌叢の遷移等から取水対象の地下水の水質変化について考察した。また、現地の地下水に多いアンモニアの対策として、部分亜硝酸化-アナモックス法である SNAP 法を応用した処理を現地で実施した。現地試験結果から井戸により処理効率が異なり、その要因として井戸水の原水中の菌叢が SNAP 法の処理性能に影響した可能性も指摘された。

## 6. マーシャル諸島マジュロ環礁における沿岸水質汚濁と国土維持問題 (藤田昌史 (茨城大学院) ほか)

台風 21 号の影響で不参加。

## 7. 総合討議

今後の気候変動や環境の変化等を見据えて、熱帯・亜熱帯地域の現状・課題を確認することは、わが国の将来の環境問題を考えるに当たり重要である。研究成果発表や議論の場としての本委員会の重要性や発展性が示された。

(元沖縄県衛生環境研究所 宮城俊彦)

# 農産業に関わる水・バイオマス利用のシステムを考える

## 農産業に関わる水・バイオマス循環技術研究委員会

本セッションは、経済の視点（地域循環経済）、将来の視点（フューチャー・デザイン）および物性の視点（下水汚泥の土壌施用）を提供する依頼講演3件と、循環利用の実例に関する依頼講演3件（土壌改良材、下水回収リン、バイオガス発電）からなる。

### 田園回帰の時代における循環型経済の現状と将来像

（藤山浩氏，持続可能な地域社会総合研究所）

近年、いわゆる過疎地で生産年齢世代の増加が報告され、地域再生の機運も高まりつつある。そのような中、地域の現状、動き始めた地域再生へのシナリオを紹介され、さらに将来の持続的な地域像を提言された。衰退した地域を活性化するには、地域資源を活用し、域内循環を高め、地域際収支の改善を図ることが重要である。これは、スーパーなど地元企業の生き残り戦略ともなる。この域内循環を定量的に計る方法にLM3（local multiplier 3）と呼ばれる手法があり、これにより現状の課題や改善策を提示することができる。域内循環の範囲を広げていくことも重要であり、地域循環の強化された小さな拠点とそれらを束ねる広域拠点の多層循環圏を進めていくこと、社会インフラの更新時期などを考慮しつつゆっくりと社会システムの改変を進めていくことが重要であると結ばれた。

### フューチャー・デザインの社会実装と地域実践

（原圭史郎氏，大阪大学）

水環境学会誌（2017年4月号）でも反響の大きかったフューチャー・デザイン（FD）について、研究経緯から最新の話まで紹介された。FDは、将来世代の視点や利益を現代の意思決定に反映し、持続可能な自然と社会を将来世代に残していくための新たな枠組みである。過去の実験により、必要情報の提供のもと被験者は将来世代の視点を持ち得る可能性の高いこと、将来世代の考え方を経験することで将来のみならず現世代の隣人に対する共感認識が高まり視点が広がること、将来世代の立場で考えることで、将来世代と現代世代の双方を俯瞰する視点を得られる可能性が示された。また、ニューロサイエンスの観点から、将来世代の豊かさを考えることそのものがヒトに喜びをもたらす可能性も示唆された。FDの枠組みが確かとなりつつある今、FDの展開、とくに産業的利用の可能性についても報告された。

### 有機性資源の農業利用における諸課題

（増永二之氏，島根大学）

下水汚泥からの土壌改良材について、機能と施用上の注意から解説がなされた。土壌改良材の作成方法としては、堆肥化、加熱処理および炭化がある。ここでは、認知度のさほど高くない加熱処理（120-180℃）についても紹介された。土壌改良材は作成方法や処理条件により物理・化学特性に変化を付けられ、個々に高品質・高機能化を進められるが、用途に応じて土壌改良材自体を使

い分けていくことも重要であると指摘された。土壌改良材の課題としては、一般的に肥効性を示す時期の制御が困難であること、重金属、とくに家畜糞に濃縮されやすい亜鉛の土壌蓄積リスクが存在することがあり、対処方法の研究事例が紹介された。また、製造・保管・運搬・散布に多くの場所や時間を要することからコストに対する注意も添えられた。

枯草菌・雑線虫豊富な土壌改良資材による蒞菌畑連作障害抑止試験でのネコブ線虫防除

（青井透氏，群馬工業高等専門学校）

講演者らによって作成された土壌改良材によるコンニャク芋の連作障害防除効果を報告された。有機農業へのニーズの高まり、また、付近住民などへの間接的な農薬暴露の懸念が高まる中、農業に変わる生物的防除を検討したものである。土壌改良材は、枯草菌優勢し尿乾燥汚泥、杉バークおよび沼底泥を原料に作成された。枯草菌がカビを抑止する効果と、枯草菌を捕食すると考えられる雑線虫を増加させ連作障害をもたらす寄生性線虫と競合させる効果が想定されている。3年間にわたる実圃場での調査の結果、寄生性線虫による廃棄芋は発生せず、土壌改良材の効果が確認された。想定されたとおり圃場中には高い濃度で雑線虫が生存していた。また、土壌改良材は、その施用手間を考慮しても土壌薫蒸処理よりも安価であった。

地域資源循環を実現する下水回収リン（MAP）活用の取り組みーKOBÉハーベスト（大収穫）プロジェクトー

（板倉俊介氏，水ing株式会社）

本プロジェクトは、神戸市との共同研究として始まり、2012年度に国土交通省のB-DASHプロジェクトに採択された。B-DASHプロジェクト終了後も、消化汚泥からMAPを継続的に回収しているものである。2015年からはJA兵庫六甲などの協力により、MAPを原料とした指定配合肥料を製造し、神戸市内の農家への販売も実施されている。MAP出荷量は年々増加しているものの、現状ではプラント規模に対してMAP需要に限りがあり、販路拡大戦略の紹介もあった。

秋田バイオガス発電所における食品廃棄物の利活用状況  
（大橋隆広氏，日立造船株式会社）

秋田市において1年前より稼動しているバイオガス発電所の紹介がなされた。同施設は、事業系の食品廃棄物を受け入れ、メタン発酵・バイオガス発電を行い、固定価格買取制度のもとで売電を行っている。現状、原料確保には課題があるとされた。メタン発酵で問題となる消化液は、水処理後に下水放流され、汚泥は脱水・乾燥の後に堆肥原料として農家へ提供されている。なお、汚泥の乾燥具合は堆肥化に影響を与えることから、搬出時の含水率調整を検討しているとのことであった。

（同志社大学 赤尾聡史，京都大学 日高 平）

# 将来の水環境の変化と水供給の課題

## 将来の水環境変化に対応した水供給システム研究委員会

将来の水道水源をとりまく環境は、気候変動や人口減少、水源施設の老朽化等、さまざまな自然・社会現象によって変化することが考えられ、有機物濃度の上昇、異臭味や消毒副生成物の増加、災害による原水水質の変化等、様々な問題がすでに顕在化しつつある。本研究委員会は、こうした将来の気候変動、自然災害、社会経済等の変化に対応した水システムを提案するため、研究者と実務者が連携して情報を共有し発信する場として昨年設置された。

本シンポジウムでは、研究委員会委員長の滝沢教授（東京大）より趣旨説明、続いて6名の研究者・実務者から発表があり、最後に総合討論を行った。

### 1. 前半 (座長：島崎 大・国保医科院)

- (1) 水道における水質事故の予防、検知、および発生時の対応 小坂浩司（京都大）は、わが国でこれまで発生した水質事故の事例を紹介するとともに、事故時の迅速な検出と対応方法について報告した。2012年に発生したホルムアルデヒドによる水質事故時の原因物質の同定プロセスや、淀川下流域におけるN-ニトロソジメチルアミン前駆物質の同定、VOC計を用いた油類の検出方法等について報告した。
- (2) 河川流域から沿岸域への溶存鉄の供給～溶存有機物との関係～ 吉村千洋ほか（東工大）は、河川流域の土地被覆が溶存有機物や溶存鉄の供給に与える影響について実測とGISを用いた解析により調べた結果を報告した。水田や都市域といった人為的な土地利用は溶存鉄の供給量を増加させることや、腐植物質は人為由来の溶存有機物よりも汽水域で凝集する割合が小さいため河川から沿岸域への溶存鉄の供給に大きく寄与することを報告した。
- (3) 環境水のエンドトキシン汚染と健康リスク 黒田啓介（国環研）は、発熱等の健康影響を引き起こすとされるエンドトキシンに関し、災害時に環境水を非飲用利用する場合の摂取リスクについて報告した。エンドトキシンは藻類の繁茂や下水等の影響を受けた河川水や湖沼水において高濃度となること、また災害被災地において長時間の洗浄作業をする際はマスクの着用等

の対策が望ましいことを報告した。

### 2. 後半 (座長：黒田 啓介・国環研)

- (4) 水道の浄水処理における濁度管理の意義と病原微生物対策にむけた課題 島崎 大（国保医科院）は、浄水場における濁度とクリプトスポリジウムの除去に関する国内外の事例から、浄水処理における濁度管理の重要性とその課題を報告した。高負荷やろ層破過等の条件においては、ろ過水濁度が0.1 NTU未満であってもクリプトスポリジウムの除去が十分でないことがあり、病原微生物の新たな指標の活用や、紫外線消毒の併用等を検討すべきと報告した。
- (5) 松江市における旧簡易水道施設の実態と水供給の課題 杉谷雄二（松江市上下水道局）は、簡易水道事業を含む大規模な統合を行った松江市の水道事業の状況と課題について報告した。旧簡易水道施設の水源の多くは砂防ダムであり、濁水に弱い、鉄・マンガン・色度が上昇する、施設の維持管理が難しい、といった課題があり、取水位置の変更、遠隔監視システムの導入、島根県水道用水供給事業からの受水等により効率的な維持管理と安定給水を確保したと報告した。
- (6) NOM（天然有機物）が浄水処理に及ぼす影響とその対策 根本雄一（前澤工業）は、水道事業者へのアンケート調査をもとに自然条件等の変化が浄水処理に与える障害の実態について報告した。現在困っている、または過去に困っていた問題は凝集沈殿（藻類発生や原水の高pH等）と処理水質（トリハロメタン、ハロ酢酸類）に関するものが最も多く、消毒副生成物の新たな前駆物質除去法として帯磁性イオン交換樹脂処理や高機能粉末活性炭処理が紹介された。

### 3. 総合討論 (座長：滝沢 智・東京大)

総合討論では、土地利用の変化や災害が水質に及ぼす影響、簡易水道の運営や水質管理、事業統合の難しさと課題、産学官連携の重要性等について演者を交えて議論を行った。

(国立環境研究所 黒田啓介)

# 日本の汽水域 その現状と課題

## 汽水域研究委員会

「日本の汽水域 その現状と課題」と題したセッションを2018年9月5日午後に行った。冒頭に事務局から汽水域の特徴と課題について紹介を行った。以後の12件の発表は大きく、汽水域における生元素などの元素循環、汽水域に生息・滞在する動物、汽水域における物質収支・モデル化を対象としていた。

汽水域における生元素などの元素循環に関連して、江川氏（島根大）からは湖底堆積物中の無機態リンを形態別（Fe型、Al型、Ca型）に再現よく抽出する方法が、加藤氏（島根保環研）からは $^{15}\text{N}$ トレーサー法に代わるアナモックス活性測定法が紹介された。江川氏の方法はFe型リンの抽出剤に硫化ナトリウム溶液を用いる点に、また加藤氏の方法はアナモックス反応の中間体である $\text{NH}_2\text{OH}$ と $\text{N}_2\text{H}_4$ の定量法を改良し、これにアセチレン阻害法を併用する点に特徴がある。嫌気環境が継続しやすい汽水域でのリンの溶出やアナモックス型脱窒に関して、新たな知見をもたらす手法として期待できる。植田氏（環科技研）は塩分の異なる淡水湖と汽水湖における湖底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ および $^{239+240}\text{Pu}$ の蓄積量を比較し、 $^{137}\text{Cs}$ 蓄積量は淡水湖の方が多かったが、 $^{239+240}\text{Pu}$ 蓄積量は汽水と淡水との差が小さいことを明らかにし、その原因として汽水域ではCsの溶解度が高くなることを指摘した。山西氏（佐賀大）は下水処理施設からの硝化抑制処理水が流入する本庄江川感潮区間への影響を検討し、その影響は現状においては、河川水の流動変動範囲内であると結論した。河川感潮域は自然変動が物理的にも化学的にも大きいことから、人為的な影響を検討する上で自然変動スケールとの比較を行うことは極めて重要である。

汽水域に生息・滞在する動物に関して、伊豫岡氏（福岡大）からは汽水域に産卵するシロウオについて福岡市の2河川を対象とした事例が紹介され、細粒分を除去し礫やそれに代わる基盤を設置することで、シロウオの産卵場が確保できる可能性が示された。また菅原氏（島根大）からは、汽水域にのみ生息する二枚貝ヤマトシジミの硫化水素耐性が比較的高いことが報告された。石飛氏（自然と人間環境研）からは宍道湖・中海で越冬する潜水性鴨類の飛来数の経年変化が、神谷氏（島根保環研）からは中海本庄水域の水質と漁獲量が報告された。いずれの報告も本庄水域を海域から隔てていた森山堤防の開削後に貧酸素化が進み、底生動物や底生魚類の減少が生じていることや、それにより本庄水域に飛来する鴨が著しく減少した可能性を指摘しており、汽水域の環境改変においては、物理過程の予測が重要である事が再認識された。

汽水域における物質収支・モデル化に関して阿部氏（国環研）は、アマモ場が発達する厚岸湖・厚岸湾を対象に

して、アマモを含む一次生産者の光合成による海洋酸性化緩和効果を数値モデルで計算した。その結果、アマモ場が存在しないとするとコントロールの方がpHを高める結果になり、他の基礎生産者（ここでは植物プランクトン）との資源の競合によって水質が大きく変動することが示唆された。川口氏（立命館大）からは阿蘇海における底層環境の現状と汚濁物質収支の推算が紹介された。堆積物のSODは琵琶湖の既報の1.5~3倍と高く、硫化水素など汽水湖固有の汚濁機構が影響していると推察された。また収支計算によれば流入したリン負荷量のうち約88%が阿蘇海に残存する結果となり、汽水環境では栄養塩が蓄積しやすい傾向が改めて確認された。伊藤氏（横浜国大）はヤマトシジミの水質浄化効果を考慮した宍道湖の水質解析を行い、2011年から2013年にかけて宍道湖のTPおよびTN濃度が増加した理由は、同じ時期のヤマトシジミ資源量が減少し、水中からの除去量が減少したためと結論した。畑氏（いであ）は宍道湖では塩分によって優占する植物プランクトンがヤマトシジミにとって餌としての価値が低いラン藻（低塩分）か、餌価値の高い珪藻（高塩分）になることを組み込んだ生態系モデルを構築し、モデルで得られたヤマトシジミの成長が現地で年2回観測されている殻長1mmごとの密度分布と整合的であることを示した。また感度解析としてヤマトシジミ現存量をゼロとする計算を行ったところ、湖水中の植物プランクトンを含む有機物濃度が上昇し、ヤマトシジミが生息していない宍道湖湖心の底層DO濃度が低下する結果となった。以上の発表から、栄養塩が集積する汽水域においては優占種を通じた代謝が、物理・化学反応による循環と同等に大きな影響を与える場であることが確認された。

もともと合計13件の発表があったため総合討論に確保していたのはわずか15分だったが、活発な質疑が続いて時間がずれこみ、今回のセッションでは汽水域の現状と課題について議論する時間が全く取れず、次回に持ち越された。

本セッションには研究委員会会員以外の方にも多く来場いただき、会場は終始ほぼ満席状態だった。会員以外の方の関心を把握するため参加の動機を記載いただく用紙を会場に配置したところ、16名の方から回答が得られた。アナモックスなど汽水域に限らない内容への関心も見られたが、大部分が汽水域に関する興味や動機になっていた。本研究委員会では次回も公募は行わない予定なので、汽水域に関心のある水環境学会員においては是非、汽水域研究委員会に入会してのご発表をお願いしたい。

（東京大学 山室真澄）