

# 研究委員会セッション報告

## 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 655 技術について実証を行い、本年度で 19 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。

本事業は令和元年度より枠組みを大きく変更したが、平成 30 年度までは 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」を実施していた。そのうち「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していた。また、現在の枠組みにおいては、6 つの技術領域を公募しており、このうち水・土壌環境保全領域において水環境に関連する技術の実証を引き続き行っている。これらの水環境に関連する技術実証の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広島大学名誉教授・放送大学名誉教授の岡田光正先生や山口大学教授の今井剛先生、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たところに特徴がある。

今年度は当該セッションとしては 11 年目にあたり、シンポジウム 1 日目：令和 3 年 9 月 14 日（火）（14：30～15：20）の日程にて、オンライン形式で行われた。

なお、本セッションはこれまでの活動において一定の役割を全うしたと判断し今回で終了することとしており、今年度はこれまでに行った水環境に関連した実証およびセッションのまとめとして、環境省と山口大学教授の今井剛先生にて総括の講演を行った。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 加藤学】

本事業の経緯や概要、実績についての説明を行った。とくに水環境分野については現在募集している各分野の詳細や、昨年度実証した水環境分野の技術について紹介を行った。さらに、スタートアップ支援や国際展開等の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。

【「環境省・環境技術実証事業で実証した水質浄化等技術の日本水環境学会シンポジウムでの講演－10 年間の総括」山口大学大学院創成科学研究科 今井 剛】

水環境分野における本事業の実証実績や本シンポジウムでの発表実績について報告した。また、水環境分野の発展における本事業の有用性や今後の展望について講演を行った。

質疑の際には、今年度から ETV 事業がスタートアップ支援事業の一環となったことから、スタートアップ支援の取り組みとの連携について質問いただいた。現在行っているスタートアップ向けの研究開発支援補助金や環境スタートアップ表彰の取り組み、そのような支援の中で芽が出てきた技術を ETV 事業に繋げていくことなど今後の展望について環境省より説明を行い、ETV 事業単独ではなく、様々な事業と連携して環境技術をより効果的に世の中に広めていくことの重要性も感じられた。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。

（環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室 吉徳祥哉）

# 嫌気性技術の分野における課題解決に向けた 研究開発と現場での取組

嫌気性微生物処理研究委員会

9月15日午前に開催された第24回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、無加温嫌気性消化、嫌気性膜分離反応器、HAP含有顆粒式アナモックス反応器、ガストリップング機能付嫌気性反応器といった処理方式に関する話題、放射性セシウム、炭素材料を介す異種微生物間電子伝達、モノエタノールアミン等特定の物質の挙動に関する話題、嫌気性膜分離処理の下水処理パイロット試験、混合発酵による経済性への影響等の現場に関連する取り組みに関して議論が行われた。以下に個別話題の内容を紹介する。

## (1) 熱処理を組み合わせた下水汚泥の無加温嫌気性消化特性 (京都大 日高 平ほか)

下水汚泥に対する前熱処理の効果を、15~55℃の6つの消化条件の下で検討した。その結果、消化温度が低いほど、熱処理によるバイオガス発生率および反応速度定数の増加がみられた。一方、消化汚泥における大腸菌・大腸菌群数には、前熱処理による抑制効果は認められなかった。

## (2) 汚染バイオマスのメタン発酵における放射性セシウムの挙動 (国環研 小林拓朗ほか)

放射性セシウムを含むいくつかの資源作物のメタン発酵液において、作物の分解率に応じた水溶性放射性セシウムの増大が認められ、最も高い場合に全形態のうちの8割以上を占めた。発酵液中の放射性セシウムの吸着除去においては、共存イオンの影響が大きく、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>共存下でも十分に選択性の高い吸着剤を使用しなければ液相からセシウムを効率的に除去することが困難だった。

## (3) 粒状活性炭の添加によるDIET効果を活用した嫌気性微生物処理におけるプロピオン酸の分解 (豊橋技科大 尾崎友亮ほか)

粒状活性炭の共存が高負荷の下での嫌気性プロピオン酸分解速度に及ぼす影響を検討し、添加なしの条件ではプロピオン酸の分解が進行しなかったのに対して、2%の活性炭添加条件においては10日のラグ時間の後に分解が開始し、やがてほぼ完全に分解された。このことから、活性炭の添加は嫌気性下でのプロピオン酸の分解を促進することが確認された。

## (4) バイオガス発電事業におけるメタン発酵原料種の最適化について (栗田工業 梅本麻由ほか)

食品廃棄物に対し異なる原料をそれぞれ混合した条件でメタン発酵実験を実施した際のガス量、消化液性状等から事業における経済性を比較した。その結果、混合によりメタン発生量に相違がみられたが、高分子凝集剤費や汚泥処分費もまた経済性に大きく影響し、売電料の増加に応じて利益も増えるとは限らないことがわかり、原料選定はプロセス全体への影響を総合的に検討する必要

があることを示した。

## (5) パイロットスケール嫌気性MBRによる下水のメタン発酵処理性能評価 (東北大 王添韻ほか)

有効容積5 m<sup>3</sup>の嫌気性MBRを用いた実下水の連続処理試験を実施したところ、25℃、HRT 6時間の条件の下で、COD除去率は90%以上、BOD<sub>5</sub>除去率95%以上の処理性能を達成した。安定運転実働フラックスは0.3 m d<sup>-1</sup>程度であり、膜間差圧が23.5 kPaであった。

## (6) モノエタノールアミン含有廃水のメタン発酵処理特性に及ぼす硫酸塩濃度の影響評価 (国環研 竹村泰幸ほか)

UASB反応器によるモノエタノールアミン含有廃水の処理を検討した。流入水中の炭素源に占めるモノエタノールアミンの比率を徐々に上昇させたところ、その比率に関わらずCOD除去率95%以上の効率的な処理が可能であった。また、流入中の硫酸塩の増加は、プロピオン酸等の代謝物の分解を促進するものの、グラニュー汚泥のサイズや沈降性を悪化させた。

## (7) 下水汚泥と紙ごみの高温混合消化におけるバイオガス生産と微生物群集の解析 (東北大 朱愛軍ほか)

下水汚泥と紙ごみの混合比率を紙対汚泥比で0~2 (v/v)まで変化させた高温メタン発酵実験を実施した。紙比率の上昇は、有機物容積負荷を増大させ、同時にメタン生成速度も増大させた。紙比率が最高の条件においても、ガス生成速度約2 L L<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>、COD分解率70%が安定的に達成できた。

## (8) HAP-Anammox グラニュール型一槽式アナモックス法による水産加工排水の高効率脱窒 (東北大 陳玉潔ほか)

HAPを含むグラニュー汚泥を用いた一槽式のアナモックスプロセスでの水産加工排水の処理実験を行ったところ、温度25℃、HRT15時間の条件の下で平均88.2%の窒素除去率と、1.51 kg-N m<sup>-3</sup>槽<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>の窒素除去速度を実現できた。グラニュー汚泥を維持するには排水に不足するCa<sup>2+</sup>およびPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>を添加することが必要であった。

## (9) バイオガスを阻害物除去に利用可能な新規リアクターの開発~硫化水素除去特性の評価~ (国環研 小野寺崇ほか)

新たにデザインした二相式の嫌気性反応器を用いて、メタン生成槽で発生するバイオガスを無動力で酸生成槽へ供給する仕組みにより、酸生成槽における硫化水素のストリップングと処理性能に対する影響を検討した。対照系の4倍程度に相当する流入水中のS分(800 mg L<sup>-1</sup>)の半分程度が酸生成槽において除去され、この仕組みが安定運転に寄与する可能性を示した。

((国研) 国立環境研究所 小林拓朗)

# 環境汚染物質分析への MS 技術の応用

## 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 (<https://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 5 題およびショートプレゼン 6 題の発表があった。

#### (1) 口頭発表

黒石 (島津テクノリサーチ) らは、海洋生分解性プラスチック PHBH を実海水中で生分解させ、ポリマー構成単位の 3-ヒドロキシヘキサノ酸と 3-ヒドロキシ酪酸を LC-MS/MS で定量するための分析条件検討を行った。最終溶媒は 0.1% ギ酸超純水、移動相はギ酸無添加の系で最適化することができた。藤原ら (島津テクノリサーチ) は、海洋環境中のマイクロプラスチック汚染で懸念されているバクテリア効果を検証するための基礎試験として、低密度ポリエチレンへの疎水性および親水性化合物の吸着実験の最適化を行った。反応系全体からの回収率は、多環芳香族炭化水素で  $92.9 \pm 3.0\%$ 、Acetaminophene でも  $97.9 \pm 1.1\%$  と良好な回収率が得られた。竹峰 (埼玉県環科国七) は、同族体・異性体の多い塩素化パラフィン (CPs) では、四重極型のような低分解能質量分析計による測定は困難であることから、LC-APCI-QTOFMS を用いた分析検討を行った。観測される主なイオンは  $[M+O_2]^-$  であることを確認し、測定条件の最適化を行い、検出限界は (S/N=3 程度)  $0.002 \sim 0.01 \mu\text{g mL}^{-1}$  程度で、 $C_{10} \sim C_{17}$  の CPs の測定が可能であることを確認した。鈴木 (岐阜大・工) らは、高分解能 LC-MS や四重極型 GC-MS で測定された環境試料測定情報を活用し、Web サーバー上で網羅分析を行うシステムの構築を目指した。下水処理水中に含まれる未知物質探索システムを発展させ、硝化阻害物質のほか PRTR 対象物質や水道水カビ臭原因物質などをデータベースに収録し、多くの化学物質を自動的に探索可能とし、 $\beta$  版をホームページで公開した。西野 (東京都・環科研) らは、地方環境研究所のネットワークを活用し、国内の様々な地点における公共用水域の環境試料中の生活由来化学物質の調査を実施している。今回は、2020 年冬期と夏期の 4 都府県の公共用水域の調査結果を報告し、生態リスク評価を行った。その結果、

Clarithromycin など 5 物質で水生生物に対する予測無影響濃度値を超過し、抗生物質や抗ヒスタミン剤などは冬期に、昆虫忌避剤などは夏期に濃度が高くなる傾向が見られた。

#### (2) ショートプレゼン

吉野 (神戸市健科研) らは、香料として使用される 2-Benzylideneoctanal ( $\alpha$ -Hexylcinnamaldehyde: HCA) を対象に分析法開発と水環境での実態調査を行った。分析上の留意点として、ブランク低減のために保護手袋の使用を避け器具はメタノールで浸漬洗浄、異性化防止のために実験室照明を可能な限り消灯、が重要なことを明らかにした。環境水からは不検出であったが、下水流入水のみ  $0.15 \mu\text{g mL}^{-1}$  検出された。また、日用品の含有量調査も実施し、18 製品中 10 製品から検出した。竹峰 (埼玉県環科国七) は、LC-QTOFMS で水溶性物質の網羅的な分析を行い、地下水試料のキャラクタリゼーションと環境分子マーカの探索・同定を試みた。今回は、硫酸イオンなどの無機イオンを含めて一斉分析できており、解析の結果、地下水試料をキャラクタライズし、その因子となる環境分子マーカを探索・同定できる可能性を示した。雪岡 (京都大院・地環) らは、ペルフルオロオクタン酸 (PFOA) の代替物質であるペルフルオロアルキルエーテルカルボン類 (PFECAs) の分析方法の検討を行った。6 種類の PFECAs を対象として検討した結果、二量体イオンや炭素数 3 あるいは 5 のフラグメントイオンの存在が特徴的であった。松村 (兵庫県・環研セ) らは、最終処分場からの浸出水に対して分析方法を改良し、その濃度と同族体分布の把握を目的として西日本を中心にした 6 処分場で調査を行った結果を報告した。中野 (大阪大・環安研管セ) は、PCB 製品混合物中に約 6% 含有されるキラル PCB に着目した。野生生物、ヒトでキラル PCB は、シトクロム P450 酵素による水酸化 (OH-) PCB へのエナンチオ選択的生体内変化を受け、PCB のアトロプ異性体濃縮を受ける。PCB のエナンチオ選択的生体内変化について報告した。加藤 (東京都・環科研) らは、事故・災害時における環境リスク管理のために、多成分網羅分析手法を用いて都内水・大気環境中の多種多様な化学物質の分析を行っている。今回は、GC/MS (AIQS-DB) を用いて主に都内水質の多成分網羅分析と迅速分析法の検討結果について報告した。

昨年に続きコロナ禍での Web 発表会となったが、以上のように多様な発表演題が集まり、質問や討議に関しても活発で有意義な情報交換を行うことができた。

(兵庫県環境研究センター 松村千里)



# アジア地域などの環境再生保全のためのSDGsを踏まえた 技法展開の現状と展望

生物膜法研究委員会

環境・衛生の両立を目指したバイオエコシステムを活用した浄化法は、国際的に導入がなされつつある。国内外の湖沼、内湾等の公共用水域は累進的に環境が悪化し、その再生が依然として重要な命題となっている。これを解決するには、流域に流入する環境負荷を最小化し、流域から系外に流出する環境負荷を最小化する流域内での地産地消型の汚濁負荷削減対策として、バイオエコシステム導入によるスマートシティ構築が重要である。

上記の点を踏まえ、SDGsを重要な視点として、国際的な環境再生保全、衛生環境の健全化の方向性取り組みを、事例を基に論じ、意見交換することとした。

アジア地域等の環境再生保全のための衛生分野における適正技術の整備の方向性（東洋大学 北脇秀敏）では、「技術的に生き残れる」「経済的に妥当」「文化的に受容可能」「環境にやさしい」の4つの要素を同時に満たすことにより、現地に定着し、技術移転が成功するという視点で適正方策を述べた。すなわち、現地における適正技術を考えることによりSDGsのゴール6（安全な水とトイレを世界中に）の達成に貢献できるものと考えている。

国際的視点に立ったSDGs対応環境再生保全・温暖化対策のための課題と整備の方向（NPO法人バイオエコ技術研究所 稲森悠平、稲森隆平、株明電舎 鮫島正一、（公財）琵琶湖淀川水質保全機構 類家翔、東北大学 西村修）では、わが国の先進的な技術・ノウハウ・制度を途上国移転することで、環境と経済を両立させ持続可能な開発を実現し、気候変動問題等のグローバルな課題にも貢献することを目途とする。すなわち、SDGsに大きく貢献する高度処理浄化槽の限定整備と同時に、環境インフラ展開プラットフォーム・環境技術リストに位置づけられているAOSDシステムの下水、農業集落排水、事業場系排水処理等での導入、流域緩衝帯技法のエコシステムとしては、沈水植物群落構築および刈り取り収穫資源化適正管理などはSDGsに貢献し重要であることが提言された。

ミャンマー等における生活排水対策の現状と技法整備の方向性（株OKAMURA 加藤淳三）では、重点分野として、(1) 国民の生活向上のための支援（少数民族や貧困層支援、農業開発、地域の開発を含む）、(2) 経済・社会を支える人材の能力向上や制度の整備のための支援、(3) 継続的経済成長のために必要なインフラや制度の整備等の支援に対して、行っている。今後は、流域管理として面源負荷対策、生活排水や工場・事業場排水の窒素・リン除去の実施、およびエコトーン（水辺帯）の修復を考慮した対策はますます重要になる。産学官民一体となって流域水環境保全再生が必要不可欠であり子々孫々への継承が我々の使命であることが提言された。

インドネシア等における生活排水対策の現状と技法整備の方向性（株ダイキアキス 門屋尚紀、佐伯和男、佐竹

純一郎、小和瀬壘、和座良太、片桐拓哉）では、都市化と経済成長は水質汚染、廃棄物処理等に大きく関係するが、インドネシアの環境インフラの下水道普及率は世界で最も低いレベルにある。環境負荷低減のためにSDGs時代にふさわしい環境インフラの導入・整備・普及が急務である。環境と衛生に関する日本の法規制や技術、人材育成などの知見はアジア諸国の水環境改善に大きく貢献し、SDGs対応としても重要である。今後、SDGsに貢献する環境再生保全戦略の推進を目途としBOD 10 mg L<sup>-1</sup>、T-N 10 mg L<sup>-1</sup>、T-P 1 mg L<sup>-1</sup>以下の技法などの展開強化が提言された。

東アジア地域における有機性排水処理汚濁減量化対策の現状と技法整備の方向性（株片岡バイオ研究所 片岡優介、片岡伸介、前田竜佑、NPO法人バイオエコ技術研究所 稲森悠平、稲森隆平）では、アジア地域では、人口増加、急激な経済発展とともに水使用量は増加傾向であり、水質汚濁等の深刻な環境汚染問題に直面している。とくに、余剰汚泥の減容減量化処理は効果的なSDGsに貢献する技法が要望されている。アジア各国では現在、汚泥の土壌や河川への投棄処分などによる環境問題が引き起こされている。放流水質の規制が厳しくなることはアジア諸国に共通している。機能強化細菌の導入技法は汚濁減量化と高度処理を両立させる有効な技法であり、SDGs環境再生保全に大きく貢献できることが提言された。

アフリカ等における環境再生保全対策の現状と整備の方向性（長崎大院・工 板山朋聡）では、21世紀はアフリカの世紀と言われて久しいが、生活環境整備が追いついていない。とくにアフリカ諸国では人の健康と水環境の観点からインフラの基本である分散型処理を普及させるためには、ハード面だけでは不十分で、維持管理問題解決が極めて重要である。アフリカ諸国では、携帯電話網は十分に整備され、また、社会のIT化も日本より進んでいる面も多い。安価なセンシング技術と制御技術にIoTを組み合わせた世界に通じる先進的な水処理、排水処理システムは急務の課題であることが提言された。

以上の如く、環境と衛生を軸にSDGsの理念を踏まえ、適正技術の整備のために自分が負担したコストにより自分の糞便処理を得られる水供給と比較して、水質汚濁防止のためのサンテーションは主として他人のために役立っているという考えが、開発途上国の特徴であることを考慮した対応が必要といえる。

また、環境汚濁の加速を防止する上では、生物処理、生態工学、バイオエコシステム、都市部と地域の格差是正を踏まえた高度な処理水質確保、窒素、リン除去型処理システム、機能強化細菌による汚濁減量化高度化システム、有毒アオコ対策、健康リスク低減システムでの普及整備が必須である。

（NPO法人バイオエコ技術研究所 稲森悠平、稲森隆平、元国立環境研究所 徐開欽）

# コロナを機に今、再び水環境を考える —コロナがあぶり出したもの—

身近な生活環境研究委員会

2019年12月に中国で突如発生したCOVID-19はパンデミックを引き起こし、我々の生活を一変させたが、我々を取り巻く水環境にも広く影響が及んだものと考えられる。そこで「コロナを機に今、再び水環境を考える—コロナがあぶり出したもの—」と題した本セッションでは、公募による7題の発表を通じてコロナにより水環境がどのように変化したのかを明らかにし、議論を深めた。以下では各発表の概要と総合討論での議論について報告する。

## 1. 新型コロナウイルス感染症流行前後における工場排水中の未規制化学物質の濃度変化

山田建太 (常葉大学社会環境学部)

製紙・パルプ関連工場からの工業排水専用排水路を調査したところ、感熱紙の顕色剤である bisphenol A やその代替物質である bisphenol S, diphenyl sulfoxide が検出され、いずれも2019年と比較して2020年5月以降に濃度が高くなった。この間、一般古紙の回収実績は増加していたことより、それら化学物質の濃度上昇は自粛期間中における自宅の片付けで排出された古紙に由来するのではないかと考察した。

## 2. 地域住民による河道内の小規模グリーンインフラ化の効果について

伊豫岡宏樹 (福岡大学工学部)

福岡市の樋井川において草刈りを行わないサイトAと継続的に草を刈るサイトBを設けて試験的にグリーンインフラ化し、河道内空間の利用状況について比較検討した。サイトAでは草丈が約1mを超えると利用者は大幅に減少したが、サイトBでは高い利用者数が安定して維持された。継続的な草刈りは水辺に近づくことのできる貴重な空間を提供し、コロナ禍における自粛期間中のレクリエーションの場としても利用され、かつ治水機能の点でも重要だと考察した。

## 3. 大阪から考える COVID-19 の流行による身のまわりの環境変化と今後について

大島 詔 (大阪市立環境科学研究センター) ほか  
大阪におけるCOVID-19感染者数の状況を全国などとの対比から特徴について説明し、国内では主に同地域で導入された感染状況を判断するための新指標K値の利点と問題点について指摘した。また、大阪市独自の環境教育である「小学校生き物さがし事業」を紹介し、その時々の最新の知見に基づいて感染症対策をしながら授業が実施できたことを報告した。全体を通じ判断基準として正確な科学知識の重要性を強調した。

## 4. データベースから見るコロナ禍での生活排水の河川水質への影響について

寺崎正紀 (岩手大学人文社会科学部)

国交省の水文水質データベースで多摩川の水質を調べたところ、BOD等水質汚濁6項目の平均値は過去と比較して2020年4月からの人流抑制期間に減少していた。さらに水質汚濁の前年比減少率を基に多摩川における発生

負荷量および排出負荷量についてそれぞれ経路別に解析を進め、下水処理場に流入する家庭系負荷は増加したものの、事業系負荷の減少がそれよりも大きかったため、結果として多摩川の水質汚濁は改善したことを明らかにした。

## 5. 台所から考える生態系の物質循環と生態系サービス 生地正人 (株四電技術コンサルタント)

発表者の自宅では底面が傾斜した薄層構造体に担体を充填した傾斜土槽が20年間にわたり台所排水を処理しているが、この方式は各地で利用されているので、横断的な比較によりリン除去能力とその除去機構について検討した。リン除去率は排水中のBOD/TP比が高いほど上昇することから、傾斜土槽法ではリンは好氣的条件の下で微生物に取り込まれ、最終的に土壌が生成することで除去されていると推察した。ただし嫌氣的条件の下では溶出などによりリン除去率が低くなるとした。

## 6. 生活者の視点からマイクロプラスチック対策を考える 風間真理 (東京湾の環境をよくするために行動する会) ほか

もはやマイクロプラスチックは水環境に留まらずあらゆる環境に存在するが、その削減のためには生活者の行動変化も必要とされる。そこで実践している減プラスチック行動に関するアンケート調査を大学生、ならびに一般市民を対象に実施した。マイボトルのように両群で実行度合いの異なる項目も見られたが、意識があっても行動できていないとする両群に共通する回答に対しては、代替品情報を提供するなど、市民の脱プラスチック生活の後押しをしていく必要性が感じられた。

## 7. 身近な生活空間における粒子状物質の動態に関する簡易調査

山西博幸 (佐賀大学理工学部) ほか

大学構内に設置した簡易計測センサーで大気質をモニタリングし、粒子状物質の動態について考察した。粒子状物質の日変化は大学構内での諸活動や夜間の静穏化、ガスの二次粒子化の影響を受けるが、その挙動は粒子径ごとで異なり、うちSPM (PM10) は学内でのイベントにも呼応して増加することを示した。こうした知見は海洋を含む日常空間から大気へ放出されることが知られているマイクロプラスチックの輸送や健康被害の予防への応用が期待されるとした。

### 【総合討論】

総合討論では、この間の環境変化は将来において貴重なデータとなるので、コロナ禍であってもモニタリング調査は継続実施し、データをとりためることの重要性が議論された。また、昨年度の本研究委員会主催のセッションに参加したことで研究意欲とアイデアが湧いたことで今回の発表に繋がったとする報告があり、シンポジウムが学術的な刺激となり、好循環が生み出されていることを参加者全員で共有した。

(大阪市立環境科学研究センター 大島 詔)



# 世界の「微生物生態と水環境工学研究」へ

## 微生物生態と水環境工学研究委員会

今年度は世界の「微生物生態と水環境工学研究」へと題して、3名の海外の先生方と12名の国内の学生と若手研究員の方に、最新の研究事例についてオンラインにてご講演・ご発表いただきました。

Northwestern大学のGeorge Wells先生には、「Metabolic plasticity, ecology, and nitrous oxide production by denitrifying polyphosphate accumulating organisms」と題してご講演いただきました。生物学的リン除去プロセスにおいて、ゲノム情報に基づくオミクス解析による高速脱窒・リン回収に適応した新規*Accumulibacter*の同定、 $N_2O$ 放出に関わる脱窒遺伝子群の発現機構、脱窒の中間代謝産物を介した微生物間相互作用などの興味深いお話をいただきました。Georgia Institute of TechnologyのAmeet J. Pinto先生には、「The metabolic landscape of the drinking water microbiome」と題してご講演いただきました。飲料水システムにおいて、鍵となる水処理と水運搬がどのように病原菌を含む微生物群集の構造と機能に影響を与えるのかを概説いただき、さらに生物学的知見に基づくシステム維持管理法の最適化に関して有意義なお話をいただきました。Malaya大学のAdeline Chua Seak May先生には、「Turning local conditions into opportunities to achieve sustainable biological nitrogen removal – a case study in Malaysia」と題してご講演いただきました。発展が著しい東南アジア（とくにマレーシア）において、現地の排水特性や気候条件を加味した生物学的窒素除去プロセスの高効率化に関してご紹介いただき、とくに低曝気条件での硝化や難分解有機物の消費を担う脱窒などの有効性について貴重なデータを示してご紹介いただきました。

その後、北海道大学のN'Dah Joel Koffiさんのご発表では、様々なMFC-LVBRの運転比較からリチウムイオンバッテリーの利用が低コスト型エネルギー回収に有効なことが示されました。東京大学のPatthranit Kunlasubpreedeeさんのご発表では、高レベルの交流電場では大腸菌の培養能は低下するものの、その細胞自体は破壊されないことから、電場による細菌生育制御の可能性が示唆されました。群馬大学の中島大輔さんのご発表では、微細気泡発生ノズルで発生させたマイクロバブル水による配管内バイオフィーム剥離効果が期待されること、加えて再付着への対策の必要性について議論され

ました。群馬大学の赤池陽樹さんのご発表では、塩素消毒により損傷した大腸菌の酸素消費活性が非損傷のものより上回る興味深い可能性が示されました。東洋大学の島田彩未さんのご発表では、担体法を用いたアナモックプロセスの連続運転において、ZnまたはSの制限条件下での処理活性低下および細菌群集構造構造の変化が示されました。広島大学の藤井直樹さんのご発表では、メタゲノム解析により再構築した活性汚泥内*Patescibacteria*のゲノム情報から、当該細菌群が優占種として炭素・窒素化合物の分解に関与する可能性が議論されました。広島大学の定廣晋吾さんのご発表では、*Nitrospira*が休眠・覚醒、遺伝子変異により環境適用すること、とくに貧栄養な実環境では増殖ではなく生存を重視する菌株の優占化が当該細菌の難培養性の要因となることが示唆されました。東京農工大学の大場康平さんのご発表では、新たに確立した $^{15}N$ トレーサー法で5種の脱窒細菌の真の $N_2O$ 生成・消費速度を求め、 $N_2O$ シンクとして有望な株が見出され、その反応機構について議論されました。東北大学の浦崎幹八郎さんのご発表では、ペルオキシダーゼ活性を持つHeminを用いた新規全菌染色手法を開発し、SEM-EDXなどでの測定時に微生物細胞の識別が可能となったことが示されました。東北大学の景政柁蘭さんのご発表では、サイズ分画とメタゲノム解析を組み合わせることで活性汚泥中に存在する多種多様な*Patescibacteria*を突き止め、さらにそれらの代謝特性が議論されました。広島大学の蒲原宏実さんのご発表では、Down-flow hanging spongeリアクターを用いたタイプIIメタン酸化菌の選択的培養に成功し、生分解性プラスチック原料PHAの生成が可能であることが示されました。産総研の青柳智さんのご発表では、高感度rRNA-SIPの適用により嫌気MBRの律速段階を担う嫌氣的酢酸酸化菌の同定に成功したことが示されました。

微生物生態と水環境工学研究分野を世界的に牽引する海外の先生方および国内で気鋭の若手研究者の方々から貴重な研究成果発表および活発な質疑応答をいただき、当該研究分野における国内外の研究動向や躍動を知る、とても素晴らしいセッションとなりました。ご参加いただいた皆様に深く御礼申し上げます。

(産総研 堀 知行, 群馬大学 伊藤 司)

# 海産・汽水生物を用いたバイオアッセイによる安全性評価

## バイオアッセイによる安全性評価研究委員会

本年度は「海産・汽水生物を用いたバイオアッセイによる安全性評価」と題して、当該分野で長年ご活躍された2名の依頼講演をお願いしたほか、関連した分野から、環境研究総合推進費5-1803「海産・汽水生物を用いた慢性毒性短期試験法の開発（代表：山本裕史，国環研）」の内容報告4件を含め7件の依頼発表を行った。

最初に「海産生物を用いた生態毒性試験の必要性と課題・展望」と題し、小山次朗先生（元 鹿児島大）に基調講演をお願いした。化学物質管理には淡水生物の利用が主だが、化学物質の最終到達点である海域の生物の感受性は、物質によっては淡水生物と異なる場合もあり、また塩類濃度の違いによって海産魚の飲水量が淡水魚より極端に多く、生理学的な相違点による化学物質の取込みの相違等が紹介され、海産生物を用いた生態毒性試験を実施する重要性が示された。また、3栄養段階の試験として、諸外国の試験法や国内のバラスト水試験のほか、供給体制や飼育の容易さなどの条件がクリアされている生物種として、植物・動物プランクトン、魚類の順で説明があった。今後に向け、底生生物や大型藻類などの利用、とくに国内種やその類縁種を用いた試験法の必要性が示された。

2題目の基調講演は、「海産生物を用いた排水の評価・管理の課題・展望」と題して、楠井隆史先生（元 富山県立大）をお願いした。環境省が検討してきた排水管理への生物応答試験導入の経緯、これまでのパイロット事業や海外事例より、事業所排水の毒性原因として塩分が挙げられることが多いことなど、海産種試験が求められる背景について解説があった。また、演者らが実施した海産種を用いた生物応答試験の試み、海産種 WET 試験実施に当たっての留意点に加え、推進費で開発された海産・汽水生物試験の WET 試験への適用可能性や期待についても話があった。

依頼発表1題目「海産二枚貝を用いたバイオモニタリング-未知物質スクリーニングの試み-（愛媛大：国末達也先生ほか）」では、瀬戸内海沿岸域で採取した二枚貝（イガイ）によるバイオモニタリングとして、残留性有機汚染化学物質（POPs）に加え、海洋天然物質（HNPs）や構造・起源未知物質（UHCs）等の検出について報告された。イガイから有機ハロゲン化合物59種が検出され、既知のPOPsに加え、紅藻類の生合成による海産アルカロイド3種が同定され、UHCs9種の示性式が推定されたほか、生物濃縮と生態影響に関する更なる研究の必要性が示された。

依頼発表2題目は、「環境省推進費・海産・汽水生物を用いた慢性毒性短期試験法の開発（海産藻類，カイアシ，アミ）～国環研の取組（国環研：山本裕史（著者）ほか）」として、2018～2020年度に実施された環境研究総合推進費の全体像と、担当した海産微細藻類（緑藻，珪藻，藍藻）の生長阻害試験（サブテーマ1）に加え、他のサブテーマとともに実施した甲殻類（汽水産アミ，国産カイ

アシ）の慢性毒性短期試験法の概要とその標準物質や海水サンプルを用いた検証結果が紹介された。

3題目となる「環境省推進費・海産・汽水生物を用いた慢性毒性短期試験法の開発（マミチヨグ，大型藻類）～水産研究・教育機構の取組（水技研：持田和彦先生ほか）」では、上記推進費のうち、大型藻類や海産・汽水魚マミチヨグの試験法開発と、標準物質を用いた検証結果が報告された（サブテーマ2）。マミチヨグについては、胚・仔魚期の個体を用い、生長等をエンドポイントとした試験法の開発結果が示された。また、大型緑藻のアオサは発芽体、大型褐藻のシオミドロは藻体面積をエンドポイントとした生長阻害試験結果が紹介された。

休憩をはさんで依頼発表4題目は、「環境省推進費・海産・汽水産生物を用いた慢性毒性短期試験法の開発（マダイ，シオダマリミジンコ，マガキ）～海生研の取組（海生研：磯野良介先生ほか）」と題して、甲殻類・貝類等の試験法開発の結果が報告された（サブテーマ3）。国産カイアシのシオダマリミジンコの変態や致死を調べる試験や、マガキの胚のD型幼生への発生を調べる試験、また他サブテーマと共同して実施したマダイ胚・仔魚期のふ化や致死を調べる試験法開発と検証結果が報告された。

5題目となる「環境省推進費・海産・汽水生物を用いた慢性毒性短期試験法の開発（ジャワメダカ，海産ヨコエビ）～鹿児島大の取組（鹿児島大：宇野誠一先生ほか）」では、汽水産魚のジャワメダカの胚・仔魚を用いた試験法や検証結果（サブテーマ4）に加え、海産ヨコエビの一種フサゲモクズの生存や成長、脱皮を調べる試験法開発と検証結果も紹介された。

依頼発表6題目の「汽水産アミ（*Americamysis bahia*）を用いたバイオアッセイと分子レベルでの解析（愛媛大：石橋弘志先生ほか）」では、フェニルピラゾール系殺虫剤フィプロニルとその代謝分解物の汽水産アミの生長や成熟、脱皮に対する影響と次世代シーケンサによるRNAシーケンス解析の現状が紹介され、脱皮ホルモン受容体EcR/USP, cuticle protein等については、それら遺伝子発現変動と脱皮周期との関連性が報告された。

7題目となる「海藻類の増殖に及ぼす防汚剤の影響（神戸大：岡村秀雄先生）」では、神戸大の海藻類系統株コレクションを利用して、銅やジウロン，シプトリンといった防汚剤の海藻類の2週間での増殖量を調べる増殖阻害試験を開発し、25種の感受性分布を調べた結果が報告された。また、海藻類の防汚剤の有害性は、他の魚類や甲殻類などと比べて非常に高いことなどが示された。

最後に、基調講演をしていただいた小山次朗先生に全体総括をしていただき、海産・汽水生物を用いたバイオアッセイ研究とその整備の重要性が再確認され、セッションを閉じた。

（国立環境研究所 山本裕史，  
（株）三菱ケミカルリサーチ 新野竜大）



# 下水疫学アプローチによる感染症流行モニタリングの最前線

## 水中の健康関連微生物研究委員会

今年度のシンポジウムでは、昨年度に引き続いて新型コロナウイルスの下水疫学研究を総合テーマに設定し、「下水疫学アプローチによる感染症流行モニタリングの最前線」と題したセッションを企画した。総合テーマに限定せずに研究発表を公募し、例年を上回る15件の発表申し込みがあった。シンポジウム翌日に開催される本会COVID-19タスクフォース主催の最終ウェブセミナーとも連動し、両方に参加することで理解がより深まるようにプログラムを編成した。シンポジウム開催当日は約70名の参加者があり、対面式で実施される場合と変わらない活発な質疑応答がなされた。

以下に各セッションの概要を示す。15件中10件が新型コロナウイルスの下水疫学研究に関連するものであり、国内での最新の研究成果が発表される場となった。

第1セッションでは、研究委員会委員長である片山浩之教授（東京大）による趣旨説明に続き、下水疫学研究に関する以下の5件の研究発表が行われた。

- ①近畿地方下水処理場での新型コロナウイルスRNA調査  
井原 賢（京都大）ほか
  - ②下水処理場における新型コロナウイルスRNA量の時間変動  
二瓶義明（ウォーターエージェンシー）ほか
  - ③ハイスループットリアルタイムPCRを用いた下水中の新型コロナウイルス検出法の開発  
原本英司（山梨大）ほか
  - ④下水中のSARS-CoV-2検出におけるプロセスコントロールの比較  
本多 了（金沢大）ほか
  - ⑤マンホール下水におけるSARS-CoV-2 RNAの調査  
Bo ZHAO（京都大）ほか
- ①ではリアルタイムPCRを各下水試料あたり12連で実施する陽性数カウント法の開発が報告され、②では下水処理場の流入下水と最初沈殿池越流水、⑤ではマンホールで採取した下水に手法を適用した結果が紹介された。③では、新型コロナウイルスとその変異株に加え、インフルエンザウイルスやノロウイルス等の病原ウイルスを下水から一斉検出可能なハイスループットリアルタイムPCR法の開発が報告された。④では、新型コロナウイルスの不活化株を添加した下水を用い、複数の濃縮法やRNA抽出法による回収率を比較した結果が報告された。
- 第1セッションに引き続き、第2セッションでも下水疫学研究に関連する5件の発表が行われた。
- ⑥高感度ウイルス検出技術を用いた下水疫学の実証研究  
北島正章（北海道大）ほか
  - ⑦国内主要都市における長期間の定量的下水疫学調査から推定するCOVID-19流行実態  
荒川千智（北海道大）ほか

- ⑧感染者数、採水頻度とモニタリング値の代表性について  
藤木 修（京都大）ほか
  - ⑨下水疫学に基づく陽性者数予測モデルの開発  
Yifan ZHU（東北大）ほか
  - ⑩下水中の無傷のSARS-CoV-2を選択的に検出するためのカプシド完全試験RT-qPCRの最適化  
Vu Duc CANH（東京大）ほか
- ⑥では、下水中の新型コロナウイルスの高感度検出法の開発とその適用による下水疫学調査の実施例が報告され、季節性インフルエンザに対しても下水疫学が有効となることが示された。さらに、⑦では、国内5都市の下水処理場で1年間にわたって実施した調査結果が紹介された。⑧では、感染者数と採水頻度がモニタリング値の代表性に及ぼす影響を数学モデルで検証した結果が報告された。⑨では、下水中の新型コロナウイルス濃度からCOVID-19陽性者数を予測するモデルが紹介された。⑩では、下水中から検出される新型コロナウイルスRNAの一部は無傷のウイルス粒子に由来することが報告された。
- 第3セッションでは、ファージや薬剤耐性菌等に関する研究発表が5件行われた。
- ⑪汚染要因の異なる富山県内3河川における微生物汚染指標の特性評価  
明地柚乃（富山県大）ほか
  - ⑫異なる4種の野生ウイルスの実測による米国CA州水再生施設における膜ろ過除去率の評価  
安井 碧（東京大）ほか
  - ⑬日本とタイの都市下水処理場における*mcr-1*保有腸内細菌科細菌の薬剤感受性  
森 祐哉（山形大）ほか
  - ⑭都市下水と病院排水から単離したESBL産生大腸菌の遺伝学的特徴  
渡部 徹（山形大）ほか
  - ⑮都市下水から単離したバンコマイシン耐性腸球菌の特徴  
西山正晃（山形大）ほか
- ⑪では、富山県内の河川でファージやバクテロイデスマーカー等の微生物汚染指標を測定した調査結果が報告された。⑫では、米国の水再生プラントでのウイルス除去率を実測し、指標ウイルスの有効性を評価した結果が発表された。⑬～⑮では、下水処理場流入下水と病院排水を対象に薬剤耐性菌や耐性遺伝子を調査した結果が紹介され、下水モニタリングが薬剤耐性菌の汚染実態把握に有用な知見をもたらすことが報告された。
- 最後に、片山教授の進行により、下水疫学研究の今後の展望等について参加者同士の意見交換を行った。  
(山梨大学 原本英司)



# 流域から湿地・沿岸域の動態・保全・再生と東京湾のいま

## 湿地・沿岸域研究委員会

今回はオンラインであったが、当初の東京での開催にちなみ、「東京湾」をテーマに加えた。発表件数は口頭発表8件、特別講演2件であり、セッション内では最大30名程度のWeb上での参加があった。

冒頭、中井委員長から趣旨説明があり、続いて古米弘明教授（東京大学）から「台場周辺海域における雨天時越流水による糞便汚染の評価と予測」について特別講演をいただいた。東京湾お台場周辺における糞便汚染状況を再現可能な3次元流動水質モデルについて、古米教授の研究グループによるモデルの構築・検証過程について詳細な説明を聞くことができた。また、太陽光と塩分による不活化の効果を取り入れた結果、より大腸菌数変化の再現精度が向上したことが発表された。

続いて古川恵太氏（海辺つくり研究会）から「東京湾における長期的環境変化と運河・港湾域における自然再生の可能性」について特別講演をいただいた。東京湾の環境は全体として改善に向かっているものの、局所的には貧酸素水塊が影響する海域があり注意を要することが報告された。また、古川氏が呼びかけ一般市民や釣り人が参加する「マハゼの棲み処調査」はとくに聴衆の関心を集め、活発な質疑応答がなされた。

一般発表は8件の発表があった。このうち極めて難分解性の化学物質で人体への蓄積性が問題となっているペルおよびポリフルオロアルキル化合物（PFASs）について2件の発表があった。Li（京都大学）らによる「Extraction efficiencies of organic solvents mixed with water at different ratios for per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in contaminated soil from the Hija river basin of Okinawa」では有機溶媒（エタノール、メタノール）濃度の変化による土壌からのペルフルオロアルキルカルボン酸類（PFCAs）、ペルフルオロアルキルスルホン酸類（PFASs）の抽出能力変化について報告があった。短鎖のPFCAsは水溶性であるが、長鎖であるペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）については有機溶媒の濃度が増加するにつれて抽出される濃度が増加した。北地（京都大学）らによる「沖縄県比謝川におけるペルおよびポリフルオロアルキル物質（PFASs）の河川水、底質および地下水、土壌間の分配」では、PFASsのオクタノール・水分配係数と土壌と河川水の分配係数を比較、疎水性の物質がより底質に吸着されやすい傾向を示すこと、懸濁態物質に前駆体が吸着されて下流へ運搬され、運搬先でペルフルオロヘキサ酸（PFHxA）に分解された可能性を報告した。

水圏のプラスチックによる汚染では2件の発表があった。Hassan（広島大）らによる「Factors affecting photodegradation of an organic pollutant adsorbed onto

plastics」では、新品のプラスチックと人工的にキセノンアークランプ付きチャンバーで劣化させたプラスチックについてトリクロロフェノールを付着させその紫外線による分解を観察した結果が報告された。劣化したプラスチックのほうが新品のプラスチックよりもトリクロロフェノールの分解速度が高かった。これはプラスチックの劣化（表面の歪度の増加、透過度の減少）によるものと推定された。

石丸（京都大学）らによる「蛍光顕微鏡を用いたセイタカイソギンチャクによる2.1 μmの蛍光ポリスチレン粒子の蓄積およびその排出過程の観察」ではセイタカイソギンチャクに対して2.1 μmの蛍光ポリスチレン粒子を暴露し、蛍光顕微鏡で触手中の粒子の取り込みと排出を観察した。その結果、暴露蛍光粒子の個数密度に対応して触手体積あたりの蛍光粒子個数が増加した。また、暴露後5日目には90%の粒子を排出したことが確かめられた。

干潟・湿地の生態系・水質について4件の発表があった。村上（千葉工大）は「腐敗アオサのマイクロコズムWET試験による生態系影響評価」として腐敗したアオサの抽出液をマイクロコズムに添加し、その影響をみた。その結果、抽出液のマイクロコズム最大無影響濃度は5%であり、アオサの腐敗が水圏生態系に大きな影響を与えうるということが報告された。

森岡（山口大）らは「低高度UAVを用いた干潟上の表在底生生物の検出に関する研究」としてUAVにより干潟上のカプトガニ幼生を発見する手法を提案した。9m上空から2分間の4K動画撮影と画像処理により、干潟上で動くカプトガニ幼生を確率5割程度で発見できることを示した。

山西（佐賀大）らは「季節別運転による栄養塩輸送と底質環境に関する検討」として、季節別運転放流水を含む河川水の拡がりや堆積底泥への影響を調べた。その結果、小潮での表層水が比較的NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N濃度の高い状態で沖合まで輸送されていることや現状では鹿島川沖水域での季節別運転のノリ養殖の生産性向上への寄与は小さいと推察した。また、放流水による河川底泥への影響は限定的であることを報告した。

山本（東京大）らは「東日本大震災により形成された塩性湿地における鉄動態と周辺河川環境との関係性」として、宮城県気仙沼市の塩性湿地内の鉄動態と周辺河川の鉄濃度の関係について調べた。その結果、湿地内の鉄動態は潮汐と関わっており、鉄は湿地から河川に供給されている可能性が示された。

（山口大学 山本浩一）

# いま、改めて流域の物質動態を理解する

## 流域物質動態とノンポイントソース研究委員会

流域中の様々な物質の動態やそれによる環境影響について理解を深めるために本セッションを開催した。従来のノンポイントソース（汚染）の実態に加え、流域における物質動態、環境影響評価について発表された。セッションは8件の講演と古米氏が提示されたトピックを基にした総合討論の2部構成で行われた。

### 1. 閉鎖性海域をめぐる最近の動き

（行木美弥（環境省・閉海室））

第9次水質総量削減ならびに瀬戸内海の環境保全についての紹介があった。前者では、答申に基づき、現在基本方針の策定中であることと、将来的に、水質改善のみの視点から生物多様性等の視点を組み込んだ総合的な水環境保全の推進への移行が必要とされていることについて報告があった。後者では、瀬戸内海に関わる法改正について、特定の条件を満たしていれば栄養塩類の海水域への排出を緩和できることが紹介された。

### 2. 農地から流出する濁水および被覆肥料由来プラスチックの生物影響調査（大久保卓也（滋賀県立大学）ほか）

上記タイトルについての実証実験の結果報告があった。総じて、農業濁水やマイクロプラスチックが魚類や水生生物に与える影響（孵化率や死亡率）は小さいとのことであった。また、肥料被覆材に由来するマイクロプラスチックは、農用地で散見され、農業排水路の底泥中に多く存在するものの、魚類がそれを摂食する可能性は小さいとの結果であった。

### 3. 琵琶湖流域における都市域の汚濁負荷原単位を考える（和田桂子（近畿建協・水環研））

琵琶湖周辺部における市街地住宅地の屋根排水調査から、TOC、TN、TPの原単位を概算し、その結果を用いた市街地の原単位の結果について報告があった。調査では、屋根排水の大部分が溶存態成分であることが判った。単位負荷量とイベント総降水量は両対数上で直線近似が可能となり、回帰式の係数を算出された。また、本算定結果と道路の原単位から、流域の市街地の原単位を推定することが可能との報告がなされた。

### 4. 分流水下水道が整備された市街地の雨水管での生活関連化学物質の検出（尾崎則篤（広島大院）ほか）

東広島市西条地区における雨水管中の生活関連化学物質についての実態調査報告があった。無降雨時の当該化学物質の濃度からホットスポット的な箇所が見つかったとの報告があった。また、流出挙動が各物質で異なることから、トレーサーとなり得ることが見出された。総じて、何らかの原因で生活排水が雨水管に流入していることが指摘された。

### 5. 流域の人口・土地利用と水質の関係ー過去40年の移り変わりー（長谷川祥樹（北海道立総合研究機構）ほか）

北海道の主要9河川における土地利用の変化にともなう河川水質（TN、TP、BOD、SS）の関係性についての発表があった。SSでは有意な説明変数は存在しなかったものの、BOD、TPについては人口密度との単相関がみられた。さらにTNでは、人口密度と農地面積割合に重

相関がみられ、さらに、標準偏回帰係数から、農地の寄与度が経年的に大きくなっていることが示唆された。

### 6. 停滞水域でのシリカの挙動について

（原田茂樹（福島大））

シリカは水域での優占種と食物連鎖経路を決定するため、森林からダム・下流域までを通したシリカ濃度の変化、とくにダムでの珪藻によるシリカの取り組みの評価に焦点をあてた発表があった。ダムでの珪藻による取り込みは放流シリカ負荷量を減じるほどの影響はないことが示された。珪藻のシリカ取り込みについては未解明な点も多く、更なる検討の余地があるとの指摘もあった。

### 7. 我が国の湖沼における気候変動による水質の将来予測と影響評価のケーススタディ

（上原浩（パシフィックコンサル）ほか）

シミュレーションモデルによる気候変動にともなう湖沼の水質変動予測、影響評価についての発表があった。想定するシナリオによって予測結果に多少の変動幅はあるものの、湖沼の表層水温の上昇とそれによる生息魚類への影響、植物プランクトン量（Chl.a濃度）の最大値とその頻度の増加、冬季全循環不全とそれによる底層DOの減少、底層利用魚種の生息への影響が示唆された。

### 8. 播磨灘の貧栄養化と豊かな海ー数理生態系モデルからみた世界ー（相馬明郎（大阪市大））

発表者が開発した生態系モデルEMAGIN-LPを活用して、播磨灘のノリの色落ち軽減策の考察がなされた。河川からの流入負荷や懸濁物食者に関する感度解析から、流入負荷の増加はノリの色落ちを軽減させるものの、大型珪藻の現存量も増加するが、懸濁物食者が増えるとノリの色落ちを軽減し、かつ大型珪藻の増殖も抑制できることが示された。

### 9. 面源汚濁負荷量の把握とその削減対策の方向性（古米弘明（東京大））および総合討論

はじめに古米氏による話題提供があった。面源負荷量の種々の評価法についてまとめられた後、第9次水質総量削減を念頭に、負荷量の定量評価において必要な精度、分布型モデルの活用とその課題、気候変動・季節変化を考慮した汚濁負荷管理の今後の方向性についての見解があった。総合討論では、これら3つの課題が中心となった議論がなされた。モデルを活用した負荷量の評価では、懸濁態、溶存態によって挙動が異なることから、形態別のモデル化が精度の鍵となっているとの意見があった。また、分布型モデルを使う際、水田からの負荷推定の重要性が指摘されたが、地域ごとによって水利用形態が異なり、多種多様であるため、実測データを活用することが困難であるとの指摘があった。さらに、地域ごとの土地利用分布を把握することが重要であり、データを基に受水域に関わる多様な主体がコミュニケーションを取りながら、施策を取り決めていくことが必要であるとの意見もあった。（大阪府立大学 櫻井伸治）



# 膜のリアリティー ～あの膜は今～

## 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19回目である。セッションテーマは「膜のリアリティー ～あの膜は今～」とし、初めに日本における膜導入の経緯と導入状況について、上水分野および下水分野に分け2件の発表を行った。その後、5ヵ所の膜処理施設導入先より、導入後の運転状況や維持管理状況など、現在の膜処理施設運用の現実（リアリティー）についての発表を行った。

### 1. 口頭発表 座長：山村 寛（中央大）

#### 1-1 「国内浄水膜の導入経緯の概論」

白石尚希（水道技研セ）

日本における最初の膜ろ過浄水施設が稼働したのは1992年であり、その後急速に普及し、2020年度末時点では900以上の施設が稼働している。導入当初は比較的小規模な施設が多かったが、その後規模の大きな施設への導入が進んできている。浄水施設における膜ろ過導入のメリットは、施設をコンパクトにできることや、複数施設を集中管理できる点等であり、今後も導入が増えることが見込まれる。

#### 1-2 「わが国の下水道MBRの開発・導入の経緯と現状」

橋本敏一（日本下水事業団）

国内での下水道MBRの本格的な検討着手から23年、実機導入第1号から16年が経過しており、技術的にも法的にも受け入れられている状況であり、すでに「新技術」ではなくなっている。MBRにおける課題は省エネ化とされてきたが現状では消費電力量原単位は従来の高度処理と同等レベルにまで下がってきている。今後の課題としては膜ユニットの交換費用があり、耐久性に係る情報の蓄積、公開が重要となる。

#### 1-3 「砧浄水場膜ろ過設備の稼働状況」

高橋由浩（東京都・水道局）

砧浄水場では2007年に膜ろ過施設が完成し、運用開始から14年が経過している。膜の薬品洗浄方法について運用の中で見直しを実施してきた。当初塩酸と次亜で洗浄を行っていたが、運転継続にともない膜ろ過流束の回復が弱くなったため、膜付着物の調査を実施し、塩酸をクエン酸に変更した。膜については14年経過し老朽化が進行してきている。近年の水源水質の変化にも対応できるよう、MF膜からUF膜への更新を進めている。

#### 1-4 「横浜市水道局川井浄水場における膜処理導入の経緯及び運転状況について」

山川武史（横浜市・水道局）

川井浄水場は2014年に給水開始しており、現在稼働開

始から7年が経過している。膜ろ過設備は、定期的な修繕や日常の維持管理により、設備の故障やトラブルなく良好に運用できている。処理水量については、計画水量程度の処理を継続しているが、上流ダムの放流による水質悪化により減量対策を行う場合がある。近年は、原水でかび臭物質が発生しており課題となっている。対策として浄水場上流部での活性炭注入を行っており、今後も整備を予定している。

#### 1-5 「堺市泉北水再生センター MBR 施設～供用開始6年目の運転状況～」

田中あや（堺市・上下水道）

泉北水再生センターのMBR施設は供用開始から6年（膜は移設前の使用期間含め約8年）が経過している。維持管理上の課題としては、リン除去のための凝集剤の使用量削減と、膜の劣化状況把握がある。凝集剤使用量に対しては、余剰汚泥の引抜量が少ないことが要因であり、し尿をMBR反応槽へ直接投入することで凝集剤の使用量削減を達成した。膜劣化については、膜シートの引張強度測定を定期的に行い、膜シートの破断が懸念される指標まで数値が到達していないことを確認している。

#### 1-6 「沖縄県企業局における海水淡水化施設の導入事例」

大城 貴（沖縄県・企業局）

海水淡水化センターは1997年に共用開始しており24年が経過している。維持管理上の課題としては、配管等ステンレス材の腐食と、逆浸透膜の劣化が挙げられる。腐食に対しては4年ごとの定期的な設備整備により対応実施している。膜劣化に対しては、膜エレメントの定期的な交換や、処理停止時の膜洗浄、保管の際に適切な薬品を用いることによるバイオフィリングの抑制を実施している。

#### 1-7 「3種類の膜を使用した海水淡水化施設の現状について」

廣川憲二（福岡地区水道企業団）

本海水淡水化施設は、稼働開始から16年が経過している。膜は前処理用UF膜、高圧RO膜、低圧RO膜の3種を使用している。UF膜は、浸透取水の効果もあり交換周期は当初の5年から8年まで延長できている。高圧RO膜は6～7年の交換周期で、低圧RO膜は当初5年だった交換周期を7年まで延長できている。今後は耐用年数を迎えた設備を更新しながら生産継続していくことが課題である。

（メタウォーター（株） 大和信大）

# 紫外線水処理の可能性

## 紫外線を利用した水処理技術研究委員会

本シンポジウムでは、紫外線水処理の最新研究に加えて、環境光化学の分野まで領域を拡大し合計5件の講演を行った。以下にその概要を記す。

### 1. 「紫外線を利用した水中カビ臭物質の分解」

小熊久美子（東京大院・工）

水中のカビ臭物質分解に有効な UV-AOP 処理のうち、遊離塩素を酸化剤として利用する UV/Cl-AOP による 2-MIB 分解特性を検討した。紫外線単独ではほとんど分解できない 2-MIB について、UV/Cl-AOP では一定の分解率（供試条件における最大値として 52.8%）を達成した一方、分解効率向上のためにさらなる検討が必要である。例えば、水の pH による影響を検討する余地がある。また、紫外線に対し遊離塩素と 2-MIB の分解が競合することから、遊離塩素と 2-MIB の比が分解効率の影響因子と推察される。さらに、遊離塩素が 2-MIB に先行して分解し枯渇する現象を回避するには、塩素を複数回に分けて段階的に注入しながら紫外線を照射する工夫などが想定できる。

本稿は基礎的検討の端緒である。消毒用途に限らない紫外線水処理技術の展開の一つとして、UV/Cl-AOP の有効性と課題に関する一層の研究が望まれる。

### 2. 「環境光化学：水環境における反応・重要性・課題」

吉村千洋（東京工業大）

水環境における光化学反応の役割や水環境における主要な光化学反応について解説した。また、水環境分野における重要な課題として以下3点を列挙した。

- 1) 光照射下での DOM の中間体生成過程の解明。例えば、DOM の励起状態 (3DOM\*) や HO $\cdot$  の生成パターンやメカニズムなどは未解明である。とくに水面や底質表面などの界面における光化学反応については研究報告がとくに少ない。
  - 2) 光分解速度のモデル化。水質条件や化学物質の多様性を考えると、水中光化学反応のモデル化が求められる。現在の反応モデルでは特定の水域や対象物質の光化学反応のみが再現可能であり、今後は多様な物理条件や水質条件との対応関係を追加する必要がある。
  - 3) 光化学反応と水環境管理。水環境中での光分解は微生物分解や加水分解と同様に化学物質の重要な反応経路である。よって、光分解過程を化学物質管理の枠組みの中に盛り込むことは、生態リスクを含めて水環境を実情に即して管理する上で必要である。
- ### 3. 「超純水製造で使用される水中溶存微量有機物の酸化分解用紫外線照射装置について」

山越裕司（日本フォトサイエンス）

超純水製造のための水中溶存微量有機物濃度を低減することを目的に、紫外線を用いた水処理装置が用いられている。この装置は波長 185 nm と 254 nm を発する低圧水銀ランプをランプスリーブに挿填した内部照射型で、低圧 UV 酸化装置あるいは TOC-UV と称している。本稿

では、「装置の性能評価方法」および「反応機構」「流れ解析」について論じた。市場拡大するための留意点として TOC 濃度、TOC 成分、原水水質、副生成物、pH などを考慮して検討すべきである。

### 4. 「酸化剤を併用した紫外線酸化分解水処理装置の基礎的研究」

中村知克（日本フォトサイエンス）

水処理用の紫外線酸化分解装置には、酸化剤と紫外線との反応で得られる酸化ラジカルによって、水中に溶存する対象物（主に、有機物）を酸化分解する方法がある。酸化剤の濃度は処理水中の対象物の濃度と照射槽の設計に関連する。本研究では、酸化剤の種類、酸化剤濃度、液厚などを因子とし、酸化剤を併用した紫外線酸化分解水処理装置の基礎的研究をすることを目的に、対象物が存在しない条件での紫外線による酸化剤の分解挙動を考察した。

酸化対象物の存在しない反応系で、紫外線による酸化剤の分解速度を回分式反応器で確認した。照射時間に対する酸化剤濃度の関係を反応速度式から求めた。式に含まれる係数を変化させて、照射時間と酸化剤濃度の関係を調べた。その結果、実験と計算とでは多少の差異がみられた。しかしながら、反応速度式から予想された 0 次反応から 1 次反応への変化の挙動については、実験結果、計算結果の両方で確認することができた。

### 5. 「沿岸域の海水から抽出した溶存有機物の光化学：励起三重項状態とフェノール類の含有量」

Zhongyu Guo（東京工業大）

沿岸域の海水は、サルファ系抗生物質などの有機微量汚染物質（OMP）を陸上や養殖業などから影響を受ける重要な生態系である。スルファクロロピリダジンをを用いた光化学実験をシミュレーションすることにより、大連の沿岸海水から抽出した溶解性有機物の光化学特性を調べた。

溶解性有機物は、淡水に存在する天然有機物に比べて、スルファクロロピリダジンの間接的な光分解をより効率的に誘発することがわかった。

### 6. 「下水処理における UV-LED 装置の実用化に向けた基礎的検討」

志賀淳一（メタウォーター）

濁水に対して、UV-LED の複数のピーク波長を用いた不活性化性能に関する検討は少ない。本研究では、下水処理水の紫外線消毒への UV-LED の適用に向けた検討を行った。ピーク波長を変えた UV-LED デバイス (265 nm, 280 nm) を複数作成し、より吸光度条件の厳しい下水原水（着水井）に照射した。

高い吸光度の試料では 265 nm が従来紫外線消毒に用いられる 254 nm に近い性能を示すことや、投入電力を考慮した場合の 280 nm の消毒効率は 254 nm に近い性能を示すことがわかった。

（メタウォーター（株） 志賀淳一）



# 産業排水の処理・回収技術の最新動向

## 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件の招待講演と5件の一般講演を行った。生産性向上や地球温暖化対策、熟練技術者の技術継承といった昨今の産業排水処理における課題に対し、エネルギー消費や処理コストの低減、運転の省力化と処理の安定化などを目的とした様々な技術が紹介された。以下に各講演の概要を紹介する。

### 1. 招待講演

(一財)省エネルギーセンターの小島氏には、「工場の排水処理施設のCO<sub>2</sub>削減ポテンシャル」と題して、現地調査、計測調査に基づいた各業種での排水処理施設のCO<sub>2</sub>削減ポテンシャルの調査結果をご紹介いただいた。污水処理でエネルギー消費の大半を占めるブロウ、散気装置、ポンプの運用における省エネ方策を解説いただくとともに、アナモックス、MBRなど排水処理の革新技術の導入、業種毎で異なる排水処理のCO<sub>2</sub>削減事例や水質計を用いた曝気制御の効果についてご紹介いただいた。本調査の結果、合計44.2万ton年<sup>-1</sup>のCO<sub>2</sub>削減ポテンシャルが算出されたとのことであった。

住友電気工業(株)の森田氏には、「当社水処理膜事業の取り組み—下排水処理への適用事例を中心に—」と題して、水処理用途に開発された親水性PTFE中空糸膜モジュールの特徴や排水処理への適用事例、近年の新たな取り組みや今後の展望についてご紹介いただいた。PTFE膜は強度、耐薬品性に優れ、乾燥保管が可能であるといった利点があり、中空糸膜の細径化や充填率アップによる大型モジュール化など進化を続けているとのことであった。これらの利点を活かした石油、化学、製薬などの排水処理への適用や、中国での都市下水向け大規模MBR施設への導入、有価物回収への取り組みなど数多くの事例を紹介いただいた。

神戸大学の新谷先生には、「膜分離を利用した産業排水からのアンモニア回収・再利用」と題して、アンモニア含有排水に対するFO膜濃縮、メタン発酵、省エネ型蒸留を組み合わせたアンモニア回収、再利用技術に関する取り組みおよびその優位性、革新性についてご紹介いただいた。各工程における課題に焦点を当て、アンモニア回収に特化したFO膜と高濃縮用駆動溶液、高濃度アンモニアに対応する嫌気性MBR、濃縮排水からスケール成分を除去するNF膜の開発成果を解説いただいた。この技術を国内産業排水、都市下水、畜産排水に適用した場合、約840万ton年<sup>-1</sup>のCO<sub>2</sub>削減効果が期待されるとのことであった。

### 2. 一般講演

東レ(株)の羽川氏には、「膜分離活性汚泥法における膜ろ過差圧予測を活用した運転支援技術の開発」と題して、膜分離活性汚泥法(MBR)の運転管理を支援するための膜ろ過差圧予測(シミュレーション)技術の開発状況

について報告いただいた。従来は多大な労力をかけたラボ試験により入手していたファウリングパラメータを、オンラインで活性汚泥の顕微鏡画像を解析することで推定する技術の構築により、汚泥性状の経時変化や膜のファウリング状態に応じて、運転条件を適切に制御することが可能となり、MBRの安定運転につながることを示した。

広島大学の橋本先生には、「随伴水処理におけるモノリス型セラミック膜のファインバブル洗浄」と題して、石油生産過程において発生する随伴水の膜処理における課題であるファウリングに対し、ファインバブルによる洗浄を検討した結果を報告いただいた。ファインバブル水によるフラッシングを行うことで、従来洗浄方式よりも洗浄効果が高まること、マイクロバブルの方がウルトラファインバブルより洗浄効果が高いことが確認され、さらにクロスフロー方式のろ過では、原水にウルトラファインバブルを加えることでファウリング抑制されたことが報告された。

栗田工業(株)の許氏には、「水熱マネジメントシステムによるReuse, Reduce, Recycle」と題して、排水中の水と熱を有効利用する手法の検討例を報告いただいた。Reuseでは工場全体に視野を広げて水・熱を効率的に再利用する手法、Reduceでは運用状況の可視化・データ化により水・熱利用のムダをなくす手法、Recycleでは膜処理等の排水回収装置で排水の品質を高めて新たな利用先を導く手法、を具体的な事例を交えて紹介いただいた。これらのソリューションを活かすポイントとして、現状の設備を把握して最適解を導き出すこと、その最適解に対応する技術を選定することの重要性が挙げられた。

東芝インフラシステムズ(株)の出氏には、「凝集速度を指標とした攪拌状態の定量評価(Ⅲ)~汎用熱流体解析(CFD)ソフトによる攪拌状態の定量評価~」と題して、懸濁物質の凝集プロセスで重要となる攪拌状態の評価指標に関する検討状況を報告いただいた。指標として「有効速度勾配」を導入し、汎用CFDソフトでの解析結果を実験値と比較したところ、同じ傾向が見られ、有効な指標となることを示した。絶対値としては攪拌羽回転数(Nr)の逆数で補正する必要があるため、今後理論的な考察を加えていきたいとのことであった。

水ing(株)の松林氏には、「乳酸含有排水を対象とした担体投入型嫌気性流動床の処理性能」と題して、グラニュール法の適用が困難とされる乳酸含有排水に対し、酸発酵槽+担体投入型嫌気性流動床による処理を検討した結果を報告いただいた。CODcr容積負荷4.9~18.1kg(m<sup>3</sup>・d)<sup>-1</sup>においてCODcr除去率は81.8~85.6%、S-CODcr除去率は92.5~95.7%と良好に処理できることを確認するとともに、菌叢解析により、酸発酵槽と嫌気性流動床で共通する優占種は存在せず、2槽の役割分担ができていたことを示した。

(栗田工業(株) 小松和也)

# 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

電気化学的技術研究委員会のシンポジウムでは公募1件を含め計9件の発表が行われ、それぞれの発表の概要は以下のようであった。

### (1) 底泥からのリン溶出抑制技術としての堆積物微生物燃料電池のパイロット試験による評価

竹村泰幸（国環研）ほか

霞ヶ浦の底泥と湖水を用いた堆積物微生物燃料電池のリン溶出抑制効果が検証された。アノードとカソードには、同形状の屏風型板状カーボンフェルトが3枚または4枚用いられた。実験終了時における底泥表面から2.5 cm下の溶存態全リン濃度は、底泥のみの系と通電のないコントロール系では3.5~4.0 mg-P L<sup>-1</sup>だったのに対し、アノード3枚で1.3 mg-P L<sup>-1</sup>、アノード4枚では0.5 mg-P L<sup>-1</sup>にまで低減されていた。

### (2) 堆積物微生物燃料電池を利用したCO<sub>2</sub>からのメタン生成の試み

窪田恵一（群馬大院）ほか

微生物触媒カソードを用いた堆積物微生物燃料電池のCO<sub>2</sub>からのメタン生成能が検証された。電極にはカーボンフェルトが用いられ、底質直上の水中に栄養塩類、CO<sub>2</sub>を充填したカソード槽が設置された。ポテンショスタットによりカソード電位を-0.9 V vs Ag AgCl<sup>1</sup>に維持することにより、55日目以降よりメタン生成が観察され、メタン生成速度は約4.6 L-CH<sub>4</sub> m<sup>-3</sup> day<sup>-1</sup>、電流値は概ね0.26 mA、電流効率は約8割であった。

### (3) 微生物燃料電池型下水処理の研究動向と比較検討

吉田奈央子（名古屋工大）

微生物燃料電池の下水道における創エネルギーの観点から、スケール規模220 Lの陰イオン交換エアカソードを用いた装置の消費電力が検討された。他のスケール規模100 L以上の研究事例と比較して、イオン交換型は非イオン交換型よりCOD分解が早く、HRTを長くすれば、総エネルギー量をより低減できることが示された。他方、創エネ下水処理の達成には、更なるクーロン効率の向上が必要であることが分かった。

### (4) ワンコインで作る簡易ポテンショスタットの微生物燃料電池の研究での利用可能性

廣岡佳弥子（岐阜大・流域研セ）ほか

微生物燃料電池の初歩的研究における利用に特化する形で、低コストで作成が容易なポテンショスタットの実用性が検証された。装置は、ブレッジボード、オペアンプ、各種抵抗、USB ACアダプタ等から構成され、合計450円程度で作成可能であった。電流の大きさによる電位のずれは、金メッキタイプのクリップ（1/2本で90円）への交換で対応でき、必要最低限な性能を十分に得られることが実証された。

### (5) 電気化学凝集による家畜糞尿液分からの抗生物質の除去と磁気分離への応用

榎原優貴（神戸大院農）ほか

オキシテトラサイクリン(OTC)およびマグネタイトを投入した酪農廃水の鉄電極による電気化学凝集溶液に対して、

溶液pHが分離方法に及ぼす影響が評価された。pHは電気凝集操作において0.1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>の間欠添加により自動制御された。アルカリ域で高い除去率となる重力分離に対し、循環磁気分離は中性域(pH7.3)で除去率が向上し(83%)、投入電流量と凝集物生成量を抑制できることが分かった。

### (6) ペルフルオロオクタン酸の多孔性錯体結晶と電解を用いた新しい濃縮分解技術

鳥巢亜麻音（東邦大院）ほか

ペルフルオロオクタン酸(PFOA)の電解酸化法における分解効率の向上を目的として、強酸性域において構造が破壊される多孔性錯体結晶の吸着剤ZIF-8が使用された。実験では、PFOAを吸着させたZIF-8をH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>で酸処理し、NaOHで中和した後に電解処理された。酸処理した条件では、しない場合に比べて約2倍の無機化エネルギー効率となり、PFOA単体の分解効率と同程度となることが示された。

### (7) 酸素併用電解促進酸化法によるペルフルオロオクタン酸の高効率無機化

大塚 萌（東邦大院）ほか

ペルフルオロオクタン酸(PFOA)の電解酸化法において、酸素またはオゾン进行供給することによる効果がTOC減少速度から検証された。オゾン単体では分解はほとんど行われなかったものの、電解とオゾン、純酸素および20%酸素との併用では、オゾン併用電解が最も分解速度が速かった。他方、エネルギー効率は酸素併用が濃度に関係なく効率的であり、空気を曝気することによるコスト低減の可能性が示唆された。

### (8) 電気化学的手法による中和処理と水素回収

村田茜衣（前橋工大）ほか

円筒型の活性炭素繊維を陽極、中心の白金棒を陰極とし、酸性河川水(pH=3~4)の電解中和処理が検証された。電流値50~600 mA、HRT 10~60 minの条件で連続試験を行った結果、汎用性のある活性炭素繊維は円筒型粒状活性炭成型体と同様の中和効果を発揮し、HRT 60 min、電流値100 mA以上で安定的にpH10以上となった。電流値600 mAでは、HRT 15 min以下で中和効果は減少した。

### (9) 電・磁場暴露及び電気化学生成水を用いた異常発生藻類の制御の試み

井芹 寧（温州大）ほか

閉鎖性水域等における藻類の増殖抑制を目的として、電場・磁場の効果、電解水の利用方法等が検証された。1 cm厚の培養セルを0.05 T、0.1 Tの磁場、500 V、1000 Vの電場(10~60min)に暴露した実験では、ケラチウム、ペリディニウムおよびフォルミディニウムの増殖抑制効果が認められた。電場は磁場より効果的であり、湖沼の表層へ酸性水を、低層へアルカリ水を供給するアオコの制御方法が提案された。

### (10) 総合討論

座長：渡邊智秀（群馬大院）

座長からセッション全体の総括および電気化学的技術のこれからの方向性等がまとめとして述べられた。

(株)ヤマト 小森正人)



# 熱帯亜熱帯地域の地域資源の利活用と水環境

## 熱帯・亜熱帯地域水環境研究委員会

「熱帯亜熱帯地域の地域資源の利活用と水環境」をテーマとするセッションを企画し、招待講演3題（第1部）と一般講演3題（第2部）による国内外の調査研究成果が紹介された。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、概要を以下に報告する。

### 第1部（座長：古里栄一（鹿児島大学））

#### 1. ベトナム・メコンデルタの複合経営農家におけるバイオマス資源の利活用と水環境

（飯泉佳子（日本大学）ほか）

メコンデルタの農村部では果樹栽培（V：Vuon）、養魚（A：Ao）、養豚（C：Chuong）を組み合わせたVACシステムと呼ばれる複合的な農業経営が盛んに行われている。これまで国際農研では、VAC農家にバイオガスダイジェスター（BD：Biogas Digester）を導入し、豚舎汚水をバイオマス資源として嫌気発酵させ、調理用の燃料となるバイオガス（B：Biogas）を回収するVACBシステムの普及に取り組んできた。豚舎汚水が直接流入するVAC農家の池では有機物の分解により多くの酸素を消費するため嫌氣的になりやすく、 $\text{NH}_4^+$ の硝化速度が遅い可能性が示唆される。BDは魚にとって有害な水域のアンモニア濃度を低減させ、公共用水域への汚濁負荷の流出を削減する可能性のあることが示された。

#### 2. ベトナム南部における家畜ふん尿の循環利用にともなう環境負荷

（前田高輝（国際農林水産業研究センター）ほか）

ベトナム南部の肉牛ふんはほとんどが天日乾燥により処理されていると推定される。乾燥肉牛ふんは高原地域に輸送され、コーヒー等に施用されていること、高原地域においては著しい肉牛ふんの集積が起こっている可能性が高いことが明らかとなった。これが新たな環境負荷の原因となりうることから、その全体像について明らかにし、持続可能で低環境負荷な循環利用体系を構築する必要がある。また、ベトナム南部における豚ふんのメタン発酵とその利用は未だ改善の余地が大いにあること、メタン発酵消化液の水田への施用等の循環利用の促進が重要であることから、今後その際の環境負荷について最小化するための技術開発を進める必要がある。

#### 3. ベトナム・メコンデルタにおける燃料電池導入資源循環システムの実証研究（白鳥祐介（九州大学）ほか）

ベトナムでは、地域社会の持続的な発展に向けて電力の安定供給が大きな課題となっている。発電機の高効率化の鍵は、燃料を“燃やして使う”エンジン発電機から“燃やさずに使う”燃料電池への転換である。とくに固体酸化物形燃料電池（Solid Oxide Fuel Cell：SOFC）は、作動温度が高く（700℃付近）電極反応がスムーズに進むため、50%以上の発電効率を示す。本研究で開発した1kW SOFCシステムに脱硫後のバイオガスを供給して発電試験を行った結果、ガスエンジン発電機の3倍に達

する62.5%の発電効率（直流発電端）を達成し、その発電効率から、175 MJ day<sup>-1</sup>のバイオガス供給でSOFCの連続運転が可能となることを明らかにした。

### 第2部（座長：治多伸介（愛媛大学））

#### 4. 亜熱帯島嶼地域地下水の灌漑利用と水環境—沖縄本島南部地下ダム流域を例として—

（中野拓治（琉球大学）ほか）

沖縄本島南部地下ダム流域では、灌漑利用によって工芸作物から野菜、花卉、果樹を主体とする作物体系に営農形態が変化しており、持続可能な農業生産活動の推進を図るため、農地・水・環境管理活動が展開されている。灌漑用水には、作物生育に必要な窒素、リン、カリウム等が含まれており、小松菜のポット栽培試験結果等から、灌漑用水の営農効果として作物への灌水による収量安定効果とともに、施肥量の低減等を通じた営農経費の節減に寄与できることが示唆された。地下ダム流域の地下水は炭酸水素カルシウム型の特徴を有しており、地下ダム止水壁によって貯留域で還元的な環境条件が生み出された結果、地下水の窒素濃度の低下が生じ、地下水中の空間濃度分布に関与しているものと推察される。

#### 5. 水資源・環境資源の品質確保に資するシャジクモの亜熱帯地域の人造湖（福地ダム）での分布

（古里栄一（鹿児島大学）ほか）

福地ダムの計5回の潜水調査において、第1回（1987年冬季）および第2回（1989年夏季）にシャジクモ帯が貯水池内の数地点で観測された。シャジクモは水位変動の大きい傾向のある貯水池では生育例の報告はほとんどなく、国内に限れば福地ダムは唯一の事例である。シャジクモはバイオマニピュレーションにおける水質・水環境および生態系機能が低いことから、今後は他ダムでも沈水植物の行政調査とこれに基づく研究・水環境管理が望まれる。

#### 6. 生物電気化学法による養豚場排水の高度処理技術開発（貝沼真美（沖縄科学技術大学院大学）ほか）

沖縄県の調査によると、調査対象の36.5%の養豚農家が「硝酸性窒素」の一般排水基準値を超過しており、将来的に硝酸除去（脱窒）技術の開発が必要である。ラボ試験の結果をもとに56Lの多槽式実証装置を構築し、養豚場排水現場にて、より効率的に硝酸を除去する設計を行い、2年以上連続試験を行った。本技術では、電極上で電子を授受する微生物群を利用することにより、曝気処理水をそのまま装置に投入し脱窒が可能である。また枯渇資源の一つであるリンの除去回収も可能である。さらに、同時に原水中の有機物の一部を除去することにより、曝気槽の負担軽減、コスト削減、臭気対策にも貢献できる。

（元沖縄県衛生環境研究所 宮城俊彦）

# 次世代農業と水環境の関わりを考える

## 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、次世代農業に関する基調講演2件、次世代施設園芸に関する講演、養液栽培に関する講演2件および作物残渣の利活用に関する講演3件から構成された。

スマート農業の現状と展開（小島陽一郎氏，農林水産省）

農業従事者の減少や高齢化といった課題に対して、先端技術で課題克服に挑むスマート農業が解説された。水環境分野との関わりでは、自動灌水施肥システムや豚舎洗浄ロボット、畜産排水処理におけるBOD監視システムなどが紹介された。新規就農を促すこともスマート農業実践の目的であるが、環境整備が進みつつある点も説明された。また、2050年までの農林水産業のCO<sub>2</sub>ゼロエミッション実現に向けて、「みどりの食料システム戦略」の解説もなされた。多岐にわたる取り組みの中、水田からのメタン削減や家畜排せつ物由来のN<sub>2</sub>O削減、バイオマスの高度活用や土壌微生物を活用した化学肥料の使用量削減など、水環境分野と関わりのある目標も紹介された。Internet of Plants (IoP) の挑戦（北野雅治氏，高知大学）

農作物の収量や収穫時期（出力）は、環境条件（入力）と作物の生理生態によって定まるが、作物生理生態が生産者には見えない。この生理生態の見える化・使える化・共有化を図るものとしてIoPが提案され、具体的な事例とともにIoPの目指すところが解説された。IoPの特徴は、容易に入手可能な情報を、収量など出力と因果関係の強い情報に置き換え、この置き換えられた情報と出力の間をAIによってつなぐところにある。生産者がIoPを用いることで、収量や収穫時期の予測に留まらず、入力を調整することで生産調整を図ることができるなど、営農技術の自律的進化を促せる。また、営農技術は共有化できることから、地域全体の営農技術の向上にも結び付くと報告された。

四万十みはら菜園の取り組み

（東 宣雄氏，四万十みはら菜園）

大規模施設園芸における経営、施設、栽培管理、エネルギー・CO<sub>2</sub>利用、水利用および残渣処理について紹介がなされた。加温および植物の光合成促進を目的とするCO<sub>2</sub>施用にはLGPボイラーが用いられ、夜間のCO<sub>2</sub>が必要ない時間帯における加温ではバイオマスボイラーが用いられていた。なお、バイオマスは、地元のおが粉を使用している。水利用では50 t ha<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>を上回る用水が必要となるが、循環式の養液栽培を採用し、必要用水量の50%は再利用水となっている。また、雨水の利用も進めている。残渣処理では、植え替え時の茎葉および栽培培地に留まらず、日頃の葉・脇芽の発生量も膨大であることが報告された。

根域の物質動態の把握に基づいた循環式養液栽培

（佐合悠貴氏，山口大学）

排液を繰り返し利用する養液栽培では、肥料成分ごとの植物の吸収速度の違いから、循環利用の中で養液の肥

料組成が崩れる問題がある。これに対し、各肥料成分に対する養分吸収速度をモデル化し、適用例を示すことで、循環利用においても肥料組成が崩れない環境保全型の養液栽培へと通じる道が示された。養分吸収速度の推定は、植物の吸水速度が鍵となる。栽培環境で適用可能な電極を栽培培地の適切な位置に設置することで、培地の含水率の変化から植物の吸水速度が求められること、また、各肥料成分のモデルパラメータ値と併せることで、排液中の肥料成分濃度が求められることが報告された。

水環境の立場から見た養液栽培の特徴

（永禮英明氏，岡山大学）

従来の土耕と異なり、養液栽培からの排水は点源負荷となる。その点では制御しやすい排水と言えるが、今のところ施設排水の水質に関する情報が非常に少ない。そこで、実施における排水の水質調査を行い、その特徴が報告された。一部、流入側となる養液組成が明らかとなった施設があり、同施設の作付けにおける窒素・リン収支を試算し、養液栽培は肥料効率の高い栽培法である可能性も報告された。養液栽培施設では排水からの栄養塩回収も容易になると考えられ、食料生産における資源回収と排水からの付加価値創出の拠点となる可能性があると結ばれた。

稲わら炭化物を基材にハイドロタルサイトを担持させたリン吸着材の開発とその施肥利用の可能性

（今井 剛氏，山口大学）

アニオンを吸着する性質を有するハイドロタルサイトをバイオ炭に担持させたリン吸着材の合成と吸着したリンを肥料として利用する検討が報告された。ハイドロタルサイトはアルミニウムとマグネシウムの塩から合成され、バイオ炭の焼成時にあわせて担持される。リンを吸着した資材をレタス栽培に供したところ、肥料としての効果が確認できた。合成されたリン吸着材を水処理で使い、吸着されたリンを肥料として利用する可能性が示された。また、植物工場などの点源負荷に適用することで、収集運搬がボトルネックであった農業系からの資源回収の推進が期待された。

作物残渣の資源化：有機培地化と金属回収

（赤尾聡史氏，同志社大学）

有機培地化では、簡易な方法による培地化が検討された。ナス茎葉を材料とし、粗破碎と水洗い後に行われたミニトマトの作付けが紹介された。培地の物理・化学特性分析などから同培地の改善点が指摘された。金属回収では、マンガンを高濃度で含有するショウガ茎葉を材料に、カリウムとマンガンの分離回収を検討した。材料を300℃で灰化し、1段階目として水によりカリウムを抽出し、2段階目として酸によりマンガンを分離抽出するプロセスが提案された。カリウムとマンガンの化学形態から、分離抽出されるメカニズムも示された。

（同志社大学 赤尾聡史）



# 水源水質に応じた浄水処理技術と給配水水質の管理

## 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

本セッションは、人口が急増するアジアの諸都市や、日本国内の大都市および中小都市において、気候変動や水質汚濁により変動する原水水質に対応するための浄水処理技術と給配水水質管理の現状と対応策についての発表ならびに討議を行った。日本国内の大規模水道事業者では高度な水質管理を行っているものの、突発的な水質事故への対応や、配水管内での残留塩素管理、給水管内での微生物の再増殖に注意を払う必要があることが示された。国内の小規模水道では、事業の収益性が低く経営が困難であるが、地域自立型の水道やUV-LEDなど小規模な施設に適した技術が生まれていることが報告された。一方、アジアの水道では、残留塩素の適切な管理が課題とされており、シミュレーション技術と水質分析を組み合わせた方法の有効性が報告された。

### (1) 水道給水における水質管理の課題

越後信哉（京大）

人口減少や気候変動により予測される社会環境の変化に対して、塩素消毒による生物学的安全性の確保、未規制消毒副生成物の水質基準や監視、消毒副生成物を含む微量汚染物質への長期暴露による健康影響の検知、人為由来化学物質からの消毒副生成物の評価の必要性等、今後の水道水質管理における課題が報告された。

### (2) 給水管における微生物再増殖と水質管理

春日郁朗（東京大）ほか

給水管で再増殖の可能性がある日和見病原細菌による疾病負荷の国内外における動向が報告された。給水管での微生物再増殖の実態調査と機構解明の取り組みから、水の滞留による残留塩素の消失が全菌数の増加と相関が認められ、樹脂配管から溶出する成分により増殖が促進されること、生分解性有機物の低減が有用な対策となることが報告された。

### (3) 配水管内の水質シミュレーションと残留塩素管理

荒井康裕（都立大）

配水管網における残留塩素濃度をより精度よく予測するための手法として、時系列解析に用いられる再帰型ニューラルネットワークに長期間の情報を記憶するLSTMを援用したモデルを開発した。従来の重回帰分析モデルに比べて平均絶対誤差、最大誤差が小さく残留塩素濃度予測における有用性が報告された。

### (4) TOKYO 高度品質プログラムにおける水質管理の取り組み

金見 拓（東京都・水道局）

東京都水道局による TOKYO 高度品質プログラムは、水安全計画、ISO 9001、および ISO/IEC 17025 に基づいて策定、運用されており、近年の水質事故を踏まえて、基準超過時の給水継続対応措置が追加され、また化学物質による新たな危害想定、事故発生時の対応迅速化について改訂がなされたことが報告された。

- (5) Chlorination System Installation and Residual Chlorine Control in Water Supply System of Yangon City, Myanmar (Yangon 市における塩素注入施設の導入と残留塩素管理) ヌェ ヌェ ジン（東京大）ほか  
ヤンゴン市の浄水場に2020年に導入された塩素注入システムにより、給水栓における微生物学的な安全性は確保されている一方で、高い塩素濃度に起因する水道水の塩素臭や総トリハロメタン濃度が高いという課題がある。凝集砂ろ過処理を適切に行うことでTHMFPが低減可能であり、塩素注入率の低減が可能であることが報告された。

### (6) 国内外における小規模水道の現状と取組み

浅見真理（国保医科院）

日本や海外における小規模水供給システムについて、事業者数の推移、料金回収率、処理技術など、様々な課題について報告した。給水人口1万人以下の事業の55%で原価割れを起こしていることや、小型浄水装置を用いた分散型処理がコスト面で有利な場合があることを報告した。

### (7) 分散型水処理としての紫外線消毒の実証

小態久美子（東京大）

紫外発光ダイオード（UV-LED）を用いた水消毒装置を山間部の宅内の給水栓に設置した実証実験や、集落水道の原水を用いた実証実験の結果について報告した。集落規模の実証実験では、原水中では大腸菌が検出されたものの、UV-LED 処理水では常に大腸菌不検出を維持するなど、UV-LED が小規模分散型システムにおける消毒に有効であると報告した。

### (8) 北海道に見られる地域自律管理型水道の持続可能性

牛島 健（北海道立総合研究機構）

北海道の農村部や漁村部で地域住民が水道利用組合等を形成し、給水施設を管理する「地域自律管理型水道」について報告した。水道施設自体は市町に帰属し、維持管理は水道利用組合に無償委託されている場合、水道利用組合が水道施設を所有する場合、水道施設の管理がNPOに委託されている場合などがあり、地域の事情に応じて行政と水道利用組合の間で柔軟に役割分担をすることが小規模水道の運営において重要と報告した。

### (9) Evaluation of Household Water Treatment Systems in Special Region of Yogyakarta (SRY) Province, Indonesia (Yogyakarta 近郊における家庭内水処理技術の比較研究)

インドラストウティ（東京大）ほか

インドネシアのYogyakartaにおいて各種の家庭内水処理装置の処理水質や装置の受容性を評価し、塩素臭や装置の維持管理が微生物を除去する上で課題となっていることや、装置導入および維持管理の費用が高いことが受容の低さにつながっていることを報告した。

（東京大学 滝沢 智）

# 陸から海へ：淡水・汽水・海水域の独自性と共通性

## 汽水域研究委員会

2021年9月14日午前に表題のセッションを開催した。参加者は24～34人だった。

初めに中村由行氏（横浜国立大学）が、標題と同じタイトルで特別講演を行った。塩分・滞留性の2軸で淡水から海水域を比較した図が提示され（図1）、淡水湖はリンの除去機能を持つのに対し汽水湖では成層によってリンの供給源となることや、硫化水素の発生などに関わる鉄の挙動を水質項目としてモニターする必要性が解説された。また各水域に共通して出水時の溶存・懸濁物質の量が把握されておらず、水質のモデル化のネックになっていることが指摘された。

続いて一般講演7件が発表された。昨年は学生が筆頭の発表は皆無だったが今年は3件を占め、コロナ禍でも研究を進めている様子がうかがわれた。

管原庄吾氏（島根大学）は「ヤマトシジミの斃死要因について～ヤマトシジミの貧酸素・硫化水素耐性実験の結果から～」を発表した。貧酸素状態で飼育したヤマトシジミ軟体部からはアンモニアや硫化水素が検出された。このことから貧酸素環境でのヤマトシジミの死亡は酸素欠乏だけでなく、アンモニアや硫化水素による悪影響も考慮する必要が指摘された。

Zanne Sandriati PUTRI氏（東京大学、山室代読）は、「インドネシア・インドラマユ行政区の汽水中のネオニコチノイド濃度」を発表した。西日本ではネオニコチノイド殺虫剤に耐性があるトビイロウンカによる水稲被害が深刻だが、このウンカは日本では越冬できず、ベトナム以南の東南アジアから飛来する。2005年にはトビイロウンカが耐性をつけていたと報告されているインドネシアの水田地帯の汽水域で採水した試料から淡水でのネオニコチノイド濃度を推定したところ、西日本で報告されている濃度より低い結果となった。

片桐知咲氏（島根大学）は「汽水湖・中海・宍道湖におけるメタンの挙動」を発表した。宍道湖の水草が打ち上げられた湖岸では、宍道湖や中海の貧酸素化している湖心よりもメタンの放出速度が大きかった。湖岸からはメタンが直接大気に放出されることから、地球温暖化の観点からも水草類繁茂抑制対策が必要と指摘した。

神門利之氏（島根県保健環境科学研究所）は「2010年代の空中写真を用いた宍道湖における水草群落分布範囲の評価」を発表し、空中写真とUAVによる撮像を合わせて、2010年代の宍道湖における水草群落分布範囲の変遷を示した。2011～2013年は主に南東部に繁茂していたが、2014～2015年には北岸にも分布するようになり、南岸でも西側に範囲が広がった。2018年に分布範囲は最大に達し、翌2019年には前年よりも縮小した。UAVによる調査は透明度が1mあれば可能だが、反射などの関係で1日に撮影できる時間帯が限られ全体で1週間かかること、画像処理にも長時間を要することなどが短所と説明した。

伊豫岡宏樹氏（福岡大学）は「干潟は動く!? ～ドローンを使った干潟モニタリング～」を発表した。球磨川河口域の干潟を対象にドローンによる航空写真撮影を行い、SfM-MVS (Structure from Motion- Multi View Stereo) 処理によって作成された地形モデルを用いて干潟地形の変化を調べた。この方法で精度3cm程度で地形測量ができ、数年での差分などが簡単に表示できることなどが紹介された。

中村聖美氏（横浜国立大学）は「宍道湖・中海水系における塩分変動に関連した水質応答解析」と題して、非静水圧三次元モデルを用いた宍道湖・中海の流動・水質シミュレーション結果を紹介した。従来、鉛直方向における速度の時間的・空間的変化が水平方向と比較し十分小さいことを前提とする静水圧近似モデルが用いられてきたが、宍道湖では比較的塩分濃度の高い塩水が中海から侵入し密度流が発生することから、静水圧近似では正確に近似できない可能性があった。非静水圧モデルを採用することにより、宍道湖での長期の塩分成層の形成や成層形成により引き起こされる宍道湖底層の無酸素化を再現できたと報告した。

井上徹教氏（港湾空港技術研究所）は「大橋川における塩水侵入再現に向けた数値シミュレーション」で、宍道湖と中海を結ぶ大橋川を対象に、地形データを50mと200mの2通りのメッシュサイズで検討した結果を紹介した。いずれの計算でも水温・塩分の再現性は概ね良好だったのに対し、流量はほとんどのケースで過小評価となり、その原因に関する考察が紹介された。

総合討論では片桐氏や神門氏が発表した宍道湖における水草の異常繁茂に関連して、「亜熱帯のダムで水草があるところでは37℃になっていた。」「今後、亜熱帯化する汽水域という視点も重要。」との指摘が為された。熱帯・亜熱帯の汽水性動物は温帯～寒帯とは異なる生理現象が報告されており、温暖化が汽水域に与える影響は当委員会でも将来的に検討すべき課題と考えられた。

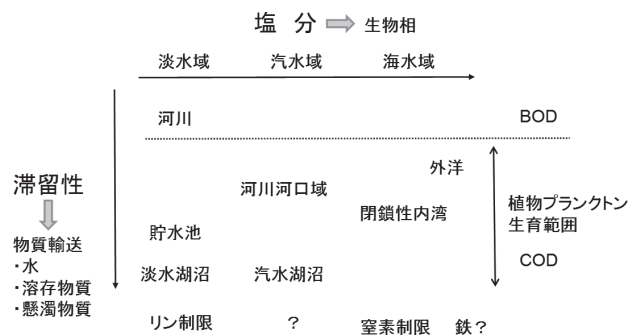


図1 塩分・滞留性から見た水域の分類

（東京大学 山室真澄）



# 地域からの発信～新しい水環境指標を考える～

地域水環境行政研究委員会／共催：全国環境研協議会

## 1. はじめに

地域水環境行政研究委員会は2019年に発足した新たな研究委員会であり、全国環境研協議会に共催していただき今回のセッションを開催した。セッションでは、地方環境研究所、大学および民間企業からの地域の水環境に関連する各種課題について発表があり、参加者全員で議論を深めた。なお、環境省水・大気環境局水環境課岡崎公彦様、国立環境研究所渡部春奈様、埼玉県環境科学国際センター渡邊圭司様には招待講演として当研究委員会から講演を依頼した。また、当研究委員会は、2020年度に「地域水環境行政研究委員会 優秀論文賞」を創設した。受賞者の中から埼玉県環境科学国際センター見島伊織様に受賞講演をしていただいた。

## 2. 講演、発表概要

### 2.1 最近の水環境行政について～底層溶存酸素量の運用等～ (環境省・水環境課 岡崎公彦氏)

貧酸素水塊の発生による水生生物への生息環境の改善を目的に、平成28年3月に底層溶存酸素(底層DO)が環境基準に定められた。本発表では、底層DO類型指定の考え方等について紹介された。

### 2.2 公共用水域の生態環境を生物応答試験で可視化する (国環研 渡部春奈氏)

化学物質の影響が懸念される公共用水域の地点を対象として「生物応答を用いた排水試験法」に準じた生物応答試験を行い、生態影響の可視化を試みた結果が報告された。

### 2.3 特定酵素基質培地法で大腸菌数に影響を及ぼす因子 (埼玉県・環科国セ 渡邊圭司氏)

特定酵素基質培地法による大腸菌測定の精度管理および測定値の代表制に関する基礎的知見を得ることを目的に、市販の培地およびメンブレンフィルターの種類等が計測値に及ぼす影響を検討した結果が報告された。

### 2.4 大阪湾におけるマイクロプラスチック調査 (大阪府・環農水総研 近藤 健氏)

本研究では、大阪湾で海水中に浮遊するマイクロプラスチック(MPs)の実態把握を目的に、MPsの形態的特徴等からその由来を推定した結果、降雨等により河川を通じて、海域へ流出していることが推察されたことが発表された。

### 2.5 湖沼の健全性を物質循環の円滑さから測る～流域物質循環モデルを用いた評価の試み～ (滋賀県・琵琶湖環科研セ 佐藤祐一氏)

これまでの研究で構築した流域物質循環モデルを用いて、琵琶湖における物質循環の円滑さを呼吸効率や転換効率といった指標で評価した結果が発表された。

2.6 小規模排水処理におけるリン除去と環境負荷削減効果の評価(埼玉県・環科国セ 見島伊織氏)  
鉄電解法を組み込んだリン除去型浄化槽はBOD、窒素、リンの除去能に優れている。埼玉県内の浄化槽5基を対象に水質を調査し、LCAによる評価を行った結果、リン除去効果が高く、環境経済性に優れることが示唆されたことが報告された。

2.7 北海道公害防止研究所から(地独)道総研環境科学研究センター、50年間に行った水環境研究の特徴と変遷

(北海道総研・エネ環地質研 石川靖氏)

1970年の公害研究所設立から今日に至るまでの50年間において、社会的動向を踏まえた組織体制の変遷や発行された研究報告書の特徴から北海道で取り組んできた研究の特徴等について発表された。

2.8 全国の河川における人口甘味料の実態と下水マーカーとしての有効性

(埼玉大院・理工 柴森咲紀氏)

全国の河川において、人工甘味料濃度の実態について調査を行い、人工甘味料が多く地点で検出された。また、生活排水混入率と相関が高く、生活排水の流入度合いを示す下水マーカーとしての有効性が示唆されたことが発表された。

2.9 水環境健全性指標に関する考察(日水コン清水康生氏)

水環境健全性指標の位置づけについて、①水環境の見える化、②市民科学としての可能性および③水環境情報のプラットフォームという3つの観点から考察したことが発表された。

## 3. おわりに

本研究委員会では、今回のシンポジウムから本セッションにおける優れた研究発表を称賛し、その実績を周知するために「地域水環境行政研究委員会優秀発表賞」の表彰制度を設けた。今年度の受賞者は地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所の近藤健氏および滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの佐藤祐一氏となった。受賞者の皆様、おめでとうございます。受賞の詳細は本研究委員会HPに掲載しているので参照されたい。

次年度以降も、本研究委員会として、産官学を交え、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。また、優秀発表賞および優秀論文賞の表彰も継続予定である。会員の皆様には、ぜひ、入会の検討およびセッションでの発表をお願いしたい。

(広島県立総合技術研究所保健環境センター 濱脇亮次)

# マイクロプラスチック研究の最新の知見

## マイクロプラスチック研究委員会

「マイクロプラスチック研究の最新の知見」と題して、最新のマイクロプラスチック（以下MP）の動態や観測手法に関する話題を7席提供した。常時80名前後の参加があり、会員各位のMP問題への高い関心がうかがわれた。以下に各席の概要を紹介する（敬称略）。

### 1. 下水中の新しいマイクロプラスチック（高吸水性ポリマー）の存在状況（亀田 豊／千葉工業大）

関東地方の16ヵ所の流入下水を対象として、マイクロプラスチック状高吸水性高分子（SAP-MP）を含めた、紙オムツから排出されるMP特性や下水中MP汚染状況を調査した。検出されたSAP-MPはミディアン径50  $\mu\text{m}$ の球形であり、また、多くの測定地点においてSAP-MPの存在が確認された。SAP-MPはすでに日常生活から排出されていることが推察される。

### 2. 柔軟剤中マイクロカプセルの環境動態（山室真澄／東京大院）

柔軟剤に用いられる香り成分に着目し、柔軟剤と様々な環境水中の香料成分濃度からマイクロカプセルの動態を推定した。疎水性・揮発性が高い香料成分はマイクロカプセルの形でサンプルに存在していた可能性が高いこと、香料成分を含むマイクロカプセルは大気を通じて相当量供給されている可能性があることを示した。

### 3. マイクロプラスチックに吸着した多環芳香族炭化水素類の光分解反応（野呂和嗣／大阪府環農水研）

MPの種類、温度、共存する硝酸イオンに着目し、MPに吸着したPAHsの光分解反応について、人工太陽光を用いた室内試験を行った結果、MPに吸着したPAHsの光分解が観測された。分解速度を一次反応として、平均日射量データをもとに半減期を推定し、MPに吸着したPAHsは環境中で光分解反応の影響を受けていることを示した。

### 4. 魚類におけるマイクロプラスチックの体内動態とそのベクター効果（大嶋雄治／九州大院）

サイズの異なるポリエチレンおよびポリスチレンMPのメダカの体内における動態、ならびに餌生物から投与して食物連鎖を模した生物濃縮について検討した。さらにMPにおけるベクター効果を検討した。その結果、2  $\mu\text{m}$ PS-MPが消化管内細胞間隙に貫入している可能性があること、アントラセンとMPを用いた暴露実験の結果、アントラセンの一部（33%）はMP経由で取り込まれており、MPのベクター効果が存在していることを示した。

### 5. IPカメラ連続観測と画像解析手法に基づく複数出水時の河川人工系ごみ輸送特性（吉田拓司／八千代エンジニアリング）

IPカメラによる連続的な河川水表面撮影とRIAD（水面と浮遊する川ごみの色差により川ごみ全体を判定する画像解析法）の高度化による人工系ごみ輸送量観測システムならびに河川（天白川）と排水路における2019年の人工系ごみ年間輸送量を推定した。色差を用いることにより、河川水表面における人工系ごみと自然系ごみ、水面の判別が一定の精度で可能であること、人工系ごみ輸送量は増水期の方が減水期より顕著に大きいことを示した。

### 6. 河川マイクロプラスチック面積・種類判別への深層学習の適用（太田 洸／東京理科大）

河川におけるプラごみ浮遊状況の画像を学習・予測データとして、CNNを用いた深層学習ならびにYOLOを用いた物体検知に基づく河川マイクロプラスチックの面積算出・種類判別手法と検証結果について報告した。平常時河川に関して、CNNは水面に浮かぶ人工系ごみの一部を見逃すが、RIAD（前述）よりも精度が高いこと、YOLOによるごみ種類判別精度は、自然系の束・枝では低いが、人工系ごみは全般的に高いことを示した。

### 7. プラスチックの種類とマイクロプラスチックの形状と大きさの関係（中谷久之／長崎大院）

ポリプロピレン、ポリエチレンおよびポリスチレンについて、ラジカル開始剤としてペルオキシ二硫酸カリウムおよびペルオキシ二硫酸ナトリウムを用いた水中下での劣化反応（Autoxidation）によってMPの促進生成を行った際の、プラスチックの種類による生成MPの形状と粒径の違いについて報告した。プラスチックの種類でMP生成挙動に違いがあり、生成するMPの形状、大きさに違いを与えることを示した。

### 8. おわりに

本セッションでは、とくに主題を定めず、MPに関する研究を広く募る形とした。同じくMPをテーマとしている研究者にあっても、分野の違う研究に触れる機会は限定的になるが、他分野の情報を得たことで、総合討議において、MP研究の新たな方向性・広がりを示唆する議論につながった。本研究委員会では、今後も分野を問わず、幅広くMP研究の知見を共有できるような場を提供していきたい。

（東洋大学 大塚佳臣）