

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。当初の5年間のモデル事業の期間も含めると、昨年度末までに585技術について実証を行っており、本年度で13年目を迎える。

この環境技術実証事業とは、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ものである。実証試験の結果については、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。

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27年度は8つの技術分野について実施しており、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させていただいているものである。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5年目にあたり、シンポジウム1日目：平成27年9月14日（月）（9：00～12：00）の日程にて、C会場（信州大学工学部102教室）において行われた。

今年度も例年どおり各々の発表および質疑の時間を30分ずつと長くとりスタイルとし、環境省の事業全体にかかる説明も含め、3時間の枠内で計6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」環境省総合政策局総務課環境研究技術室 寺西 制】

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。

【「ETV事業の普及と水環境対策への期待について（アンケート調査から）」一般社団法人埼玉県環境検査研究協会 野口 裕司】

今年度の「有機性排水処理技術分野」および「湖沼等水質浄化技術分野」の実証機関より水環境保全に向けての本事業の役割について、アンケート調査からどのような期待が寄せられているかを説明し、本事業のニーズの高さと、PRに関する課題等が言及された。

【「SHASE99.5%・ETV90～99%の油水分離（環境的）性能がもたらした経済的効果」株式会社大都技研 佐藤 秀雄】

「有機性排水処理技術分野」で実証された自社技術「グリリス・エコ」を紹介し、環境技術における経済性と持続性の重要性に関して言及された。

【「スカムセーブネット&オイルキャッチシステムの導入による水道使用量と温室効果ガスの削減について」株式会社サンユウ 田中 貴之】

同じく、「有機性排水処理技術分野」で実証された自社技術「スカムセーブネット&オイルキャッチシステム」を紹介し、その導入による水道使用量ないしは温室効果ガス削減効果に関して言及された。

【「環境技術実証事業（ETV事業）の国際動向」株式会社エックス都市研究所 乾 哲也】

今年度の本事業の実証運営機関よりETV事業に関する海外諸国の動向と、国際標準化の動きについて、日本にとってのメリット、デメリットも交えて説明された。

【「公園池の水質改善における隔離水界を用いた定量的評価手法の有効性」一般社団法人埼玉県環境検査研究協会 山岸 知彦】

水質改善技術の実証実験において、技術を導入する試験区と導入しない対象区の比較検討が重要であることを示した。

質疑の際にはご来場いただいた方と活発な議論が行われた。環境技術実証事業については多くの方のご支援を得て着実に実績を積み重ねているものの、実証により得られた効果および経済的利点について検証し、それらの向上に資する事業設計をさらに思案していく必要性も感じられた。また国際化への対応等により、日本の環境技術の日本国内のみならず世界的な普及も視野に入れるなど、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。

（環境省総合環境政策局 寺西 制）

嫌気性微生物を用いた環境浄化および資源・エネルギー生産の研究開発と応用

嫌気性微生物処理研究委員会

嫌気性微生物処理研究委員会のセッションでは、8件の研究発表が行われた。個別研究の概要を以下に紹介する。

(1) 界面活性剤が嫌気性 MBR を用いた下水処理に与える影響評価

菅生俊樹, 歌代哲也, 梶玉伦, 李玉友 (東北大)

嫌気性 MBR の人工下水処理において界面活性剤が及ぼす影響を検討し、界面活性剤の添加は COD 除去率等への影響はほとんど見られないが、SMP および EPS の生産量の増大を促し、膜ファウリングの進行を招くことが示唆された。

(2) 高温嫌気性有機酸発酵反応器の微生物解析

日高平 (京大・土木研), 赤尾聡史 (同志社大), 西村文武 (京大), 津野洋 (大阪産大), 津森ジュン (土木研)

嫌気性酸発酵において、基質の種類や種汚泥が微生物群集に及ぼす影響を次世代シーケンサーを用いた解析で検討し、乳酸発酵、水素発酵、メタン発酵等の発酵パターンに対応した安定な微生物群集の形成が示唆された。

(3) 嫌気性流動床における処理特性

高橋淳太, 蒲池一将, 鈴木利宏 (水ing)

活性炭担体を用いた流動床嫌気性処理の連続実験を行い、従来法の UASB 法等と同等の容積負荷と処理性能を有することが確認された。また、生物付着量が負荷に応じて順調に増大することが観察された。

(4) 都市下水処理 UASB 槽の処理性能および微生物叢に及ぼす嫌気性原生動物の影響

平片悠河 (長岡技科大), 押木守 (長岡高専), 黒田恭平 (長岡技科大), 荒木信夫 (長岡高専), 幡本将史, 山口隆司 (長岡技科大)

都市下水を処理する UASB 槽に生息する原生動物が処理性能と微生物叢に及ぼす影響を原生動物の生存系と死滅系との比較で検討し、共存系でメタン生成量の増大が確認された。一方微生物群集においては、共生細菌の増加が認められた。

(5) 嫌気性消化汚泥内に生息する真核生物の群集構造

松林未理, 久保田健吾, 李玉友, 原田秀樹 (東北大)

複数の下水汚泥嫌気性消化槽に生息する真核生物を解

析し、いずれの消化槽からも真核生物の rRNA 遺伝子が検出され、その割合は全 rRNA コピー数の 1.4% 以下だった。とくに多く検出された真核生物の rRNA は未培養グループの LKM11 系統群であった。

(6) 嫌気性工場排水処理におけるイオウ成分共存が引き起こす EPS 溶出とその抑制対策

小林拓朗, 徐開欽 (国環研), 知久治之 (住友重機械エンバイロメント)

硫化物の共存が嫌気性グラニュール中の EPS に及ぼす影響を検討し、硫化物の共存は EPS からのイオン交換性の Fe^{2+} の溶出を促し、それによって架橋されていたと考えられる EPS のグラニュールからの溶出も促進した。その結果、グラニュール強度が低下することも明らかになった。EPS 溶出は液相 Fe 増大により抑制された。

(7) キャッサバ廃棄物の水素・メタン二相発酵

蔣紅与, 叢鳴, 覃宇, 李玉友 (東北大)

前段高温、後段中温かつ消化液の返送をとまなう二相循環式のプロセスを用いてキャッサバ廃棄物の連続水素・メタン発酵の連続実験を行い、安定的な水素の生産が可能であることが示された。酢酸の生成をとまなう水素発酵パターンが優勢であった。キャッサバ廃棄物単独では C/N が適正值より高く、pH の緩衝能が不足することが安定化面で課題であった。

(8) 焼酎蒸留実廃水を対象とした多点分散型供給方式 UASB 反応器の連続処理実験

山田真義, 大峯隆徳, 山内正仁 (鹿児島高専), 黒田恭平, 小松俊哉, 幡本将史, 山口隆司 (長岡技科大)

焼酎蒸留実廃水を対象とした UASB 槽における原水の多点分散供給の影響が検討された。負荷の集中が回避されることによりアルカリ度添加量が削減できることが明らかとなった。中温条件では $0.09 \text{ kg-CaCO}_3/\text{kg-COD}$ の添加量が得られ、は高温条件と比較して 25-60% の削減が可能であった。

((国研)国立環境研究所 小林拓朗)

MS 技術の進展と環境微量分析への応用

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。最近ではネオニコチノイド系農薬や医薬品・化粧品等のパーソナルケア製品 (PPCPs) による環境汚染が注目され、代謝物等も含めた多くの化学物質の極微量かつ高精度な分析が求められ、GC/MS, LC/MS に加え、飛行時間型質量分析計や Orbitrap 質量分析計等の最新技術の活用から、前処理技術の開発、精度管理、汚染機構解明、データ解析手法等の研究活動を行っている。また、得られた成果の普及や関連情報の共有を目的に専用 Web サーバー (<http://ee-net.ne.jp/ms/>) を開設し、シンポジウム発表内容の公開、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 題およびポスター 11 題の発表があった。

(1) 口頭発表

田辺 (福岡市) らは、福岡市内の河川および博多湾で行った直鎖アルキルベンゼンスルホン酸 (LAS) の実態調査で、海域では検出されなかったが河川では全地点で検出、数地点では常態的に濃度が比較的高いことを報告した。同族体組成では、アルキル基鎖の炭素数 $11 > 12 > 10 > 13$ の順で高く、炭素数 14 の LAS は不検出であったことを示した。高梨 (鹿児島大院) らは、高分解能・高質量精度の LC-MS を用いた網羅的探索により、ネオニコチノイド系農薬イミダクロプリドの照射により生成した変化体のイオンを抽出して分子式を求めることで、既知物質の加えて新規の変化体が存在することを示した。西野 (東京都) らは、多摩川へ処理水を放流する下水処理場 6 ヶ所において流入水、放流水中 HBCD の実態を調査した。流入水では α -、 β -、 γ - 体が検出されたが、下水処理により放流水では 95% 以上低減されることを示した。また、毒性データとの比較を行い、残留・蓄積が懸念される底質や水生生物の調査の必要性を提言した。中野ら (大阪大) は、セルビアのドナウ川水系の底質およびバンチェボ市内土壤中の PCB, PFR, PAH を調査した結果、底質中の PCB 異性体が化学構造に依存して経時的に減少していること確認し、単離微生物による環境浄化の可能性を示した。山本ら (三浦工業) は、トリプル四重極 GC-MS および二重収束型 GC-MS によるダイオキシン類測定について比較検討を行った結果、検出感度に差はなかったが、前者は後者に比べ、ダイオキシンと PCB 間のフラグメント干渉の影響が小さくなること

を見いだした。

(2) ポスター発表

宮脇 (福岡県) らは、カネミ油症の原因となったライスオイルを対象に、GC × GC/TofMS を用いたノンターゲット測定による未知物質検索、PCBs およびダイオキシン類の高分解能 GC/MS による測定等を行い定量値の確認を行った。室谷 (中部大院) らは、難燃剤や可塑剤等として使用されている短鎖型塩素化パラフィンの LC/MS/MS による分析法を開発し、がれき集積場周辺の道路粉じん調査を行った。比較的高い濃度を示す地点が存在することを示した。竹峰 (環調研修所) は、フッ素テロマーアルコールを対象とし、ダンシルクロリドによる誘導体化の検討を行い、大気中の分析方法としての適用可能性を示唆した。橋本 (鹿児島大院) らは、イミダクロプリドに着目し、LC/MS/MS による河川調査を実施、親化合物で 100%、環境変化体で 39-100% の検出率であることを報告した。長谷川 (名古屋市) らは、ネオニコチノイド系農薬および代謝物の LC/MS/MS による分析検討を行い名古屋市内における河川水環境調査を行った結果、全地点で検出されたことを示した。児玉 (中部大院) らは、防腐剤として使用されるパラベンの人体への曝露および代謝物を含む尿への排泄量を把握する一法とし、尿中の抱合体の探索や形態の解析法について示した。高沢 (中部大院) らは、ヘアカラーに含有する芳香族アミン類の定量法を開発し河川水や下水放流水に適用、また、発色過程で生成するアゾ化合物の同定について報告した。中越 (兵庫県) らは、環境水質中 ppt レベルでのモノクロロ酢酸類の検出を目標に、LC/MS/MS を用いた分析法における問題点を明らかにした。吉識 (兵庫県) らは、ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤の水質および底質中の分析検討を行い環境分析に適用し、水質ではほとんど検出されないが、底質では検出されることを示した。清水 (千葉県) らは、富栄養化にともない藍藻類の一部から生産されるマイクロシスチン類 (MC) について、 ^{15}N 標識化合物を内部標準物質として用いた LC/MS 法を利用して千葉県の印旛沼において調査を実施。WHO 暫定基準値 ($1 \mu\text{g L}^{-1}$) 以下であるが MC-LR が最大で $0.68 \mu\text{g L}^{-1}$ 検出され、また、MC とクロロフィル a の間に概ね正の相関があることを示した。谷口 (大阪産大) らは、HPLC-ICP-MS を用いたアンチモンのスペシエーション分析法について 3 価と 5 価を分離するための適切な分離カラムの選定、機器の設定について示した。

以上のように今回も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)

生態系健全化のための環境保全再生対策研究の国際戦略

生物膜法研究委員会

アジア太平洋地域の中でもベトナム・タイ・ミャンマー・ラオス・カンボジアなどは、日本・メコン地域諸国首脳会議の最近の成果を見ても技術移転および人材育成が重要な課題となっており、その強化支援が図られているところである。また、同様にアフリカ諸国も重要な対応を図るべき国である。

これらのアジア太平洋地域およびアフリカ地域の環境改善のために、環境省等では、民間企業によるこれらの地域等への水環境ビジネス展開が活性化され、人口増加や急激な経済成長等による水質汚濁が深刻化している諸国等の水環境が改善されることを重要な位置づけにしている。とくに、これまでの激甚な水質汚濁問題を克服する過程で培われた技術やノウハウを、現在アジア・太平洋・アフリカ諸国が直面している課題解決に活用して、「持続可能な経済成長のエンジン」とすべきが指摘されているところである。

このような国際戦略としての生態系健全化のための環境保全再生対策研究を目的として、話題提供、討議することとした。

1) 「東京オリンピック・パラリンピック対応のための水環境保全対策：環境生態工学研 須藤隆一」では、2020年オリンピック・パラリンピックにおける環境配慮の推進として、前提となる経済情勢、環境面の課題と目指すべき方向性、当面の課題、今後の進め方等、基本的な考え方を示し、これまでの中長期的な取り組み（生物多様性の向上、底質環境の改善、深掘跡の埋め戻し、新たな環境基準の設定等）を着実に進め、皇居濠を重要対策拠点として、水質改善を図る必要性を提言した。

2) 「アフリカの湖沼再生保全対策戦略：長崎大 板山朋聡等」では、東アフリカに位置するビクトリア湖は世界第3位の巨大な淡水湖であるが、ケニアが面しているニャンザ湾は閉鎖性の高い内湾になっており、しかも近年の経済発展が水質悪化や富栄養化を加速させている。この点を踏まえたバイオエコシステム導入による水質改善の重要性を提言した。

3) 「タイ王国の環境保全再生対策戦略：明星大 岩見徳雄等」では、タイ王国北部の内水面養殖池の調査結果より、ティラピア池よりもヒレナマズ池の方が microcystin 合成遺伝子の一つの mcyD を含有する *Microcystis* 属アオコの出現頻度は高く、microcystin 産生リスクも若干ではあるが高くなる傾向が確認されたこと、*Microcystis* 属アオコ抑制システムは *Microcystis* 属アオコと microcystin-LR、窒素のそれぞれを高いレベルで除去できることが明らかとなったこと、養殖魚に対する microcystin のリスクを軽減させる上で、今後、水質管理に加え *Microcystis* 属アオコ抑制対策が重要と言えることを提言した。

4) 「中国における流域環境保全と湖沼再生対策：国環研 徐開欽等」では、中国における水環境汚染状況を踏

まえて、国の重要な環境科学技術プロジェクトの一つとなっている“水質汚濁の規制及び対策科学技術重大専門プロジェクト”を紹介するとともに、代表的な高原湖沼洱海水汚染防止プロジェクトの概要を中心に報告し、今後の湖沼再生戦略について述べ、窒素、リン除去の実施、および水辺帯（エコトーン）の修復を考慮した対策がこれからますます重要になること、また、流域水環境保全に対する理解を深め、産官学民一体となって流域水環境の再生を図っていくことが必要不可欠であることを提言した。

5) 「嫌気性発酵システムの優位性と国際戦略：筑波大 張振亜、雷中方」では、中国等における有機系廃棄物の嫌気性消化は、環境負荷の削減や再生可能なエネルギー生産の利点等から、重要なかつ不可欠な技法として考えられることを踏まえて、如何に窒素を回収して、化学肥料の生産量を減らし、窒素の抜けた廃棄物を利用して高効率な乾式バイオガス生産システムを実現することを重要な環境戦略として進めることの重要性を提言した。

6) 「環境リスク評価手法の国際対応戦略：国環研 鎌迫典久」では、現在、化学物質管理に関わる生態毒性試験法としては OECD 試験法、米国環境庁試験法、カナダ環境局試験法、ドイツ試験法、米国試験材料協会、ISO などのガイドラインが標準となっており、日本の化審法の生態毒性試験は OECD 試験法の中から7試験法が選ばれて構成されているが、今後、日本では生態毒性試験について一般の認知度も理解度も欧米諸国に比べると低いものの、生態毒性試験結果を基に我々がリスク削減のためにどう国際戦略としてアクションするのが重要であるかを提言した。

7) 「生態環境リスク評価のためのマイクロコズムの国際戦略：千葉工大 村上和仁等」では、OECDをはじめ、化学物質管理に生態系を模した評価導入の必要性が指摘されており、法および体制の整備が進められつつあるが、メソコズムおよびマイクロコズムを用いた生態系影響評価手法の国際標準化を世界に先駆けて推進していくことで、イニシアティブを取ることが可能となるのは確実と言えることを提言した。

8) 「アジア太平洋地域の環境保全再生戦略：国際科学振興財団 稲森悠平、稲森隆平、陶村貴、茨城県薬剤師会鈴木理恵等」では、アジア水環境改善モデル事業を例として、2015年2月に改訂された、ODA（政府開発援助：Official Development Assistance）大綱の再改訂版の「開発協力大綱」では国益の確保が明記されたことが極めて重要なことであることを踏まえて、アジア太平洋地域の環境保全再生戦略が推進される必要があることを提言した。

((公財) 国際科学振興財団 稲森悠平、
国研) 国立環境研究所 徐開欽)

小規模環境インフラ維持の課題と将来（その6）

身近な生活環境研究委員会

小規模な環境インフラが将来も維持できることを願い、より少ない資源と人と費用で環境インフラを構築して維持するための知恵と知識について検討・討議することを目的とするこのテーマによるセッションは、今回で6回目の開催となった。今回は、北海学園大学余湖典昭氏による趣旨説明後、下記8題の発表および山梨大学風間ふたば座長による総合討論により活発な討議が行われた。

1. みずから変える！小諸市水道事業の挑戦！

土屋哲也（小諸市上水道課）

水道施設の更新や耐震化、人口減少などの問題を抱える小諸市の上水道事業では中長期の財政計画や水道料金水準も合わせた将来の経営方針を定める総合的な計画である「小諸市上水道事業基本計画」を策定している。その手法は市職員が「みずから変える！」のスローガンの下、自分たちの考え方、仕事の仕方から見直すことで、よりよい水道事業を目指すというものであり、数々のユニークな取り組みが紹介された。

2. 水みらい型公民連携による広域化の取り組み

長谷川暢也（株水みらい広島）

人口減少にともなう水需要の減少、水道施設の老朽化、技術継承などの問題を抱える上水道事業において、水道分野における国内初の民間主導型公民共同企業体である「水みらい広島」による広域化および技術継承の取り組みと民間の経営手法導入によるメリットと今後の展望が示された。

3. 小規模水道における膜ろ過浄水場のメリット及び今後の方向性に関する一考察

鮫島正一（(一財)膜分離技術振興協会）

全浄水場における膜ろ過浄水場の比率は数%以下となっており導入はあまり進んでいない。ここでは浄水場にアンケートを行った結果などより浄水場における膜ろ過法のメリット（水質がよい、敷地面積が小さい等）、デメリット（建設および維持管理費が高い等）を取りまとめ、小規模水道導入のための改善対策等について述べられた。

4. 「高濁度原水対応の手引き」を用いた中小規模水道事業者支援ワークショップ

相澤貴子（(公財)水道技研センター）ほか

近年の水道原水の悪化への対策等、とくに中小規模水道事業者に対する支援として「高濁度原水への対応の手引き」を作成し、各県においてワークショップを開催した。高濁度原水となった時の対策を示すばかりでなく、浄水処理に関する学びの場の提供など、人材不足により技術継承が困難な中で、水道事業者自ら課題を解決する力を引き出す支援を目指している。

5. ネパール・カトマンズにおける地震被害と給水の現状

風間ふたば（山梨大学）

2015年4月に地震による被災を受けたネパール・カト

マンズに6月に現地入りし、カトマンズの地震被害と水供給の調査を行った。カトマンズ中心部は地震避難者のテントが設営されていたが、全体としては落ち着きを取り戻していた。カトマンズは元々水道による水供給が十分でなく、市民は地下水やボトル水を組み合わせた生活を送っている。地震による下水管の破損が地下水汚染を引き起こしていないか実態調査が必要とされる。

6. 上野村の合併浄化槽導入による神流川水質の改善

青井透（群馬高専 環境都市工学科）ほか

群馬県上野村の浄化槽は現在市町村設置型で整備され、浄化槽を村が所有し、管理・汚泥採取も村が実施している。上野村を流れている神流川は4年連続関東1位の清浄な水質であるが、1995年から2013年の森戸橋の水質変化を調査したところ、上野村の合併処理浄化槽普及率が60%を超えた頃から90%を超えるまでの間に水質浄化が進んでおり、合併処理浄化槽普及との関連性が示唆された。

7. 浄化槽を活用した広域的生活排水処理施設整備とその効果

岡本喜伸（埼玉県環境部水環境課）ほか

埼玉県では市町村整備型導入促進事業など多彩な浄化槽行政を行っているが、さらに推進していくために浄化槽行政の広域化による事業採算性をシミュレーションした。その結果、広域行政組織による市町村整備型を運営していく場合において事務の効率化等にもなう費用削減効果が発揮され、使用料月額ほかの集合処理施設運営の場合と遜色がなく、一般会計繰入金を伴わないため、人口減、人口散在地域においては優位性を発揮すると考えられた。

8. 傾斜土槽法を用いた小規模な環境インフラの可能性について

生地正人（株四電技術コンサルタント・環境部）ほか

傾斜土槽法は水中ではなく、水上で行う水処理技術であり、BOD、T-N、T-Pの同時除去が可能である。排水処理としては低エネルギー消費型であり、今後の普及が期待され、さらに汚泥処理とリン資源回収に利点があると考えられる。浄水技術としてはすでに開発途上国で導入されており、濁度除去に効果がある。国内では非常時の防災ステーションにおける、上・下水道処理に使用可能なシステムとして利用が期待される。

【総合討論】

総合討論では、小規模インフラの厳しい現状の紹介や産・学・官と市民を巻き込んだ上水・下水分け隔てない経営を含めた新たな仕組みづくりと、技術の伝達、継承等を模索する活発な意見交換が行われた。

（千葉県環境研究センター 藤村葉子）

ポピュレーションダイナミクス研究のフィロソフィー

ポピュレーションダイナミクス研究委員会

本年度のシンポジウムは、例年のように最先端の研究事例のご講演をお願いするというスタンスとは異なり、これまでポピュレーションダイナミクス研究を引っ張ってこられた先生や今まさに先頭に立って研究を行っている中堅・若手の先生に、その「フィロソフィー」についてご講演いただいた。先生方には「ポピュレーションダイナミクス研究について思いの丈を語ってください」という、何とも掴みづらいお願いをしたにもかかわらず、集まった発表原稿は、どのようなご講演になるのか、そしてどのようなセッションになるのかワクワクさせるものであった。

広島大学の橋先生には、ポピュレーションダイナミクス研究は技術の限界を教えてくれ、またその一方で新技術を考案する道しるべにもなるというお話から、「エコバイオテクノロジー」に基づいた先生の現在の研究フィロソフィーについてご講演いただいた。そして微生物に快適な住まいを提供するバイオリクターの開発も紹介していただいた。

北海道大学の岡部先生のご講演では、「木を見て森を見ない研究はしたくない」とのメッセージを強調され、こうしたお考えのもとで行ってきた生物膜の研究と、プロセスのブラックボックスの解明についてお話しいただいた。そして解析から「なぜこのようなことが起こるのか？」ということとをさらに踏み込んで考え、それを明らかにしていくことの重要性をお話しいただいた。細胞・微生物群集レベルの情報を、水処理プロセスの制御・改善および健全な水環境の管理・保全のためにいかに活用していくかという、ポピュレーションダイナミクス研究の本質をつくご指摘をいただいた。

産業総合技術研究所の中村先生には、ポピュレーションダイナミクス研究委員会設立の経緯や理念についてお話しいただいた。微生物叢の質的・動的解析をプロセス制御に利用できないかという設立時のお考えと、その後の研究を通して得られた知見から、ポピュレーションダイナミクス研究はプロセスの制御には直接的には役立たないのではないか、など刺激的だが関わる研究者が思い悩むところをクリアにご指摘をいただいた。

広島大学／ノースイースタン大学の青井先生には、分子生態解析から始まったご自身の研究が、どのようにして現在取り組んでいる難培養微生物の培養に行き着いたか、そしてどのようにプロセスの発展に結びつけるのか、そのモチベーションについてお話をいただいた。

長岡高専の押木先生には、これまでのご経験を紹介いただきながら、最先端の技術を使いながら未知の現象を解明していくことの楽しさをご紹介いただくと共に、「我々はアイデアを議論する場があるのか？」という研究者として極めて重要なポイントをご指摘いただいた。

東京大学の春日先生には、「静中に動あり」という剣道をやっていたご自身ならではのお考えを、ポピュレーションダイナミクス研究に見事に融合させたお話をいただいた。ダイナミックに動いているものは、スナップショットの微生物群集構造解析で見られる優占グループではない、という微生物ループのお考えは非常に面白いものであった。

新潟薬科大学の井口先生には、ポピュレーションダイナミクス研究がプロセスの制御・運転指針に答えを出せていないという指摘を、ご自身が関わられている廃水処理技術開発プロジェクトに参画した経験も踏まえてご紹介いただいた。そして「複雑な生態系を要素から理解することはできるのか？」というポピュレーションダイナミクス研究に重要な問いをいただいた。

総合討論では、多くの先生方にご意見をいただくことができ、非常に活発な意見交換がなされた。ご発表をいただいた内容や総合討論を振り返ると、中村先生、橋先生、岡部先生はポピュレーションダイナミクス研究をプロセスに結びつけて考え、それがどのようにプロセスの解明・制御・発展に繋がるかをより強く意識したお考えを持って研究をされてこられ、そしてそこから現在の研究に発展・展開されておられていたように思う。一方で、青井先生、春日先生、押木先生、井口先生のお考えは、同じくポピュレーションダイナミクス研究であるが、その視点は工学的な発展要素を意識しながらも、より科学的な思考に重きを置いて研究をしているように思えた。このことは、ポピュレーションダイナミクス研究が未だ廃水処理プロセスなどの工学的要素を持ちながらも、異分野融合を含む分野へと発展・展開してきていることを意味するのではなかろうか？

これまでポピュレーションダイナミクス研究に携わる者がこのように公の場でそれぞれの意見をぶつけ合うことはなかったように思う。今回のシンポジウムは、ポピュレーションダイナミクス研究に携わる者にとって、今一度、研究の本質とは何たるかを思い返す場となったのではないと思う。

(東北大学 久保田健吾, 東京大学 栗栖 太)

バイオアッセイを用いた環境水・排水評価手法 ～化学物質の複合影響を考える

バイオアッセイによる安全性評価研究委員会

本年度は、「バイオアッセイを用いた環境水・排水評価手法～化学物質の複合影響を考える」と題して13件の依頼講演を実施した。

最初の生物応答を用いた環境水評価手法の導入に向けた課題について：鎌迫典久（国環研）ほかでは、国内での生物応答を用いて排水を管理する方法（WET：Whole Effluent Toxicity）に対して企業などが抱えているコストや不安（結果解釈や社会的立場）などの様々な懸念や課題について、整理してその回答が提示された。

WET試験を用いた事業場排水の影響評価一過去、現在、未来一：楠井隆史（富山県立大学）ほかでは、同じ事業所排水について1995年に発表した急性試験結果と、2013年に公表された排水試験法（検討案）の短期慢性毒性試験による結果の比較が示された。排水基準を遵守していても、現在でも金属に由来すると考えられる毒性が検出され、PRTRデータの活用や水処理方式の再考が提案された。

バイオアッセイによる下水の生物影響評価：武田文彦（土木研）ほかでは、流入下水と処理水の魚類・藻類の短期慢性毒性試験の結果、流入下水にのみ有害影響が検出され、Toxicity Identification Evaluation（TIE：毒性同定評価）による毒性原因物質の特徴化の結果、流入下水中の界面活性剤が原因であると推定された。

生物応答を用いた下水処理水の毒性原因の特徴化：安田侑右（いであ）ほかでは、藻類とミジンコ試験を用いた下水処理水の前処理による毒性原因物質の特徴化が実施され、藻類は易酸化性物質、界面活性剤、無極性有機化合物等、ミジンコ類は陽イオン金属等が推定された。

ノンターゲット分析による下水の毒性原因の推定：澤井淳（いであ）ほかでは、一次・二次処理水の毒性原因物質をGC/TOF-MSによるノンターゲット分析で推定し、毒性が強いと推定された物質の多くが下水処理で除去されると予測され、藻類試験結果と整合することがわかった。

WET試験における塩類の影響評価について：草野輝彦（瑞輝科学生物）ほかでは、塩類単独および複合、5事業所排水塩類模擬排水のほか、2事業所の実排水中の塩類影響や塩類添加時の生物影響を調べたところ、これらの事業所排水の毒性の大部分がほぼ塩類で説明でき、排水性状により塩分の影響に差異があることが報告された。

河川維持利用のためのバイオアッセイによる再生水の評価：真野浩行（土木研）ほかでは、沖縄県の河川水と下水処理場の二次処理水を原水として有機膜処理された再生水を、藻類生長阻害試験およびメダカ胚・仔魚期の短期毒性試験で比較したところ、再生水の有害性の方が弱く、河川維持に利用可能なグレードであることが示さ

れた。

川崎市におけるバイオアッセイを用いた水環境調査に向けた取り組み：川原志郎（川崎市）ほかでは、地方環境研究所から見たバイオアッセイの利点や、国立環境研究所と地方環境研究所のI型共同研究「WET手法を用いた水環境調査のケーススタディ」の結果のほか、川崎市での河川水のバイオアッセイに関する取り組みなどが紹介された。

緑藻の遅延発光を利用した簡便試験法による排水の生態リスク評価：勝又政和（浜松ホトニクス）ほかでは、藻類発光阻害試験法が凍結藻類を用いたキットを利用することで簡便、小容量、短時間で完了可能であるだけでなく、従来法（OECD TG201）の藻類の細胞数の増殖を調べる慢性的影響だけでなく、発光量を調べることで急性的影響も評価できることがモデル式とともに紹介された。

金属製品製造工場のWETを用いた排水中毒性要因の推定とその改善例：藤原尚美（神鋼環境ソリューション）ほかでは、ミジンコ繁殖試験に影響を及ぼす金属製品工場の排水中の毒性削減評価（TRE）・毒性同定評価（TIE）の検討結果が発表された。主要な原因はZnとNiであることが推定され、Feを含む凝集剤を利用して処理することで、毒性を低減できることが示された。

小型魚類の安定供給性の研究：水越恵理（イワキ）ほかでは、同社の小型魚類用の水循環装置を循環式で飼育した際に、良質なゼブラフィッシュの胚が回収できること、3,5-ジクロロフェノールの胚・仔魚期短期試験が再現性よく実施できることが報告された。

生物応答を用いた排水試験法（検討案）の特徴と注意点について：新野竜大（LSIメディエンス）では、排水試験法を実施する際の試験運用と信頼性確保のために必要な施設としての体制構築についてや、生物感受性の変動要因のほか、排水の急性試験結果から慢性影響を予測できないことを示す実験結果や根拠などが整理して示された。

排水・環境水中の化学物質の複合影響をバイオアッセイで捉える際の課題と今後の展望：山本裕史（徳島大）では、多種多様な化学物質が使用・廃棄される中で、多くの未規制物質やそれらの物質の複合的影響について対応するには、国内でのバイオアッセイを用いた排水・環境水の評価・管理が必要であるとのコメントが示された。

活発な総合討論の後、最後に前委員長の有蘭幸司先生（熊本県大）に全体総括をいただき、セッションを閉じた。

（徳島大学大学院 SAS 研究部 山本裕史）

生活関連化学物質に関する環境研究： 環境・生物試料の分析法と環境実態の解明 (2)

水環境と洗剤研究委員会

本研究委員会では、洗剤を中心として日常生活で触れる機会の多い化学物質を「生活関連化学物質」と定義し、主に環境研究の視点から情報交換することを目的としている。2004年以來、10年以上にわたってこのテーマに関する議論を深めており、産学および国際的交流も行っている。今年のシンポジウムでは、生活関連化学物質に関する研究について情報交換することを目的として、昨年から継続したタイトルを掲げ、招待講演1題と一般講演7題のセッションを開催した。主に国内の研究動向について、招待講演では最新の知見を紹介していただき、一般講演では各委員が中心となって実施された研究の成果を報告していただいた。

招待講演では、埼玉県環境科学国際センターの堀井さんに「東京湾流域における揮発性メチルシロキサンの環境汚染実態」というタイトルで招待講演をお引き受けいただいた。シロキサンはシリコン樹脂の原料をはじめとして広範囲な生活用品に使用される物質であり、シャンプーや化粧品にも添加されている。これまでのところ、水環境における深刻な毒性影響は報告されていないものの、使用量が年間10万t以上と膨大であり今なお増加していること、物質によっては生物に蓄積する可能性が指摘されていることなどから、環境動態や影響評価に関する研究が求められている。堀井さんは、環境試料の分析法確立から発生源および負荷量、原単位、環境動態、生物蓄積、ハザード評価など、多岐にわたる包括的な研究を展開されており、シロキサン化合物に関する最先端の研究知見に触れることができた。分析に際しては、実験器具や機器に使用されている製品からのコンタミネーションを防ぐための工夫についてお話しいただき、今後この物質群を対象とする研究者にとって非常に貴重な情報になると思われる。また、ハザード比の評価では、下水処理場放流水や河川水等では一部の検体を除いてほぼ1を下回ったのに対して、底質については半数以上が1以上という結果となり、とくに東京湾の湾奥部沿岸では生態系への影響も懸念された。シロキサンは日用品に多量に含まれる物質でもあることから、本研究委員会でも課題として取り上げる必要があると考えている。

続いて一般講演は、委員からこれまでの研究進捗を紹介していただいた。最初に、京都大学の中田さんより、河川の流下にとまなう医薬品類の濃度変化とその要因に関する研究をご紹介いただいた。対象とした医薬品類の大半が、下水処理場放流水の合流によって濃度が上昇しており、処理法などに依存して水環境への放出源となっていることが確認された。また、一部の医薬品は流下とともに濃度減少が観察され、紫外線による光分解や河床への吸着などによる減衰が考えられた。土木研究所の小森さんからは、活性汚泥を用いて直鎖アルキルベンゼン

スルホン酸ナトリウム (LAS) の吸着性と除去特性を評価した成果について紹介していただいた。その結果、アルキル鎖長の長いLASほどSSへの吸着性が高い傾向が認められた。一方で、生分解はアルキル鎖長が短いもののほうが速く、下水処理過程での減衰メカニズムについて明らかにすることができた。ライオンの吉田さんからは、家庭用洗剤に含まれるアミノオキッドについて生態系リスク評価に関する研究をご紹介いただいた。アミノオキッドはシャンプー等に配合される両性界面活性剤であり、国内では年間4000tが使用されているものの、環境動態に関する情報は不足している。日本石鹼洗剤工業会、化学物質評価研究機構、環境省によるモニタリング結果および数理モデルから予測環境中濃度を算出し、いずれも予測無影響濃度を下回ることが確認された。千葉工業大学の池田さんには、ネオニコチノイド系農薬に関する新しいモニタリング方法をご紹介いただいた。この方法では、ディスク型パッシブサンプラーによる河川水の濃縮と、ネオニコチノイド系農薬ELISAによる検出を組み合わせており、安価で簡便なモニタリング手法への発展が期待される。続いて亀田さんからは、パッシブサンプラーを用いたモニタリング手法の利点や応用例をご報告いただくとともに、3Dプリンタを使用して作成したオンサイト濃縮デバイスについて紹介していただいた。花王の佐々木さんからは、陽イオン界面活性剤トリエタノールアミン4級塩の環境動態についてご報告いただいた。トリエタノールアミン4級塩は主に家庭用の柔軟剤等に配合され、年間約2万tが使用されている。発表では、分析法と河川水中の存在実態、下水処理における分解速度、除去率などについてご紹介いただき、業界の取り組みについて貴重な情報を提供していただいた。最後に、磯部 (国環研) から、糖質コルチコイドの分析とin vivoおよびin vitroの毒性評価について紹介していただいた。合成糖質コルチコイドは、抗炎症剤等に含まれる物質であり、その水環境中での動態と影響が近年徐々に着目されつつある物質群である。我々のグループでは、環境水の分析法開発、in vitroアッセイを用いた糖質コルチコイド活性の評価、in vivo試験による毒性評価、未知の糖質コルチコイド活性寄与物質の同定、生物濃縮性評価など、包括的な研究を展開しており、その一部を紹介させていただいた。

全体のまとめとして、環境分析と毒性評価の両面から包括的に影響やリスクを評価する重要性について共通の理解が得られ、今後も新規物質だけでなく複合的な影響や多面的な評価法などについて議論を進めていくことで一致した。

(国立環境研究所 磯部友彦)

湿地・沿岸域の保全と修復等，諏訪湖の環境改善

湿地・沿岸域研究委員会

「諏訪湖の水質とヒシの繁茂」についての基調講演1件と「湿地・沿岸域の保全と修復等，諏訪湖の環境改善」をテーマに合計8件の口頭発表が行われ活発な討議がなされた。

宮原（信州大山岳科学研）は「諏訪湖の水質とヒシの繁茂」について、諏訪臨湖実験所時代の1977年から2011年までの諏訪湖湖心における高頻度の水質調査結果を整理し、諏訪湖の富栄養化の進行とその改善の詳細を報告した。また、長野県水産試験場の調査結果を中心に、諏訪湖における水草の変遷を報告した。とくに、2007年8月に長野県が行った諏訪湖高浜沖でのヒシの大規模な除去とその後の経過観測を中心に、ヒシ帯の環境について考察を行い、浚渫や埋め立てにより湖岸の改修から時間が経過したことや、現在の沿岸域の環境が他の水草には適していないことを指摘した。かつての沿岸生態系を取り戻すには、水質だけではなく住環境である底質の改善も必要であることが示された。

山室ら（東京大）は「二枚貝漁業を通じた沿岸域の水質保全～宍道湖の例」と題して、ヤマトシジミ漁業による窒素・リン除去量を見積もり、宍道湖へ流入する栄養塩、宍道湖水の全窒素・全リン濃度との重相関を検討した。その結果、TN・TP負荷量と宍道湖水のTN・TP濃度との間に有意な相関がみられなかったことが示され、一方で、宍道湖水のTN濃度の上昇には、ヤマトシジミ漁獲高の減少が影響していることが示唆された。また、TP濃度の上昇には、TP溶出量の増加と漁獲高の減少が影響していると考察している。田中ら（京都大）は「琵琶湖における外来植物オオバナミズキンバイの生育と波浪条件との関係」について発表し、有義波高12cm未満のヨシ群落において、オオバナミズキンバイが侵入し定着しやすい傾向であることを示した。矢島ら（長野市）は *Anabaena* 休眠細胞の大量回収実験、保存実験、発芽実験を行い、「*Anabaena* 休眠細胞の生残および発芽に及ぼす休眠期環境条件の影響」を検討した。その結果、*Anabaena macrospora* は春から夏の水温上昇時に一斉に発芽することが示唆され、休眠細胞の保存条件が休眠細胞の生残や発芽に大きく影響を及ぼしていることが確認された。とくに、保存水温が高いほど、休眠細胞の生残率、発芽率は低下する点、好気保存は嫌気保存よりも休

眠細胞の生残率は低下する点など興味深い結果が示された。

中井ら（広島大）は福山港から採取したユウレイボヤを水槽で培養し、ろ過速度を測定し、「ユウレイボヤ (*Ciona savignyi*) の海水ろ過能」について発表した。ユウレイボヤのろ過速度は体長の二乗の関数で示され、至適温度は24~25℃であったと報告した。大道ら（広島県保協）は「台風によるアマモ場消失後の天然アマモ場の回復特性と窪地の埋め戻しによるアマモの自律的な再生」について発表した。台風という大規模攪乱による種子供給源の縮小の中、天然アマモ場の回復特性が示され、窪地を埋め戻すことで、天然生育基盤と同様、自律的に回復するアマモ場の再生が可能なことを示した。杉本ら（宇部工専）は、山口県岩国市神代地先の天然アマモ場において、2012年9月から2015年8月まで潜水観察を行い、「アマモ類の生育分布に及ぼす海底地盤高と陸上地形の影響」について発表した。調査に加えてインキュベータによる発芽実験を行い、発芽に及ぼす温度の影響を示した。齋藤ら（石巻専修大）は2011年7月~2014年12月に実施した調査結果とアサリの浮遊幼生の着底実験の結果をもとに、「東日本大震災後による干潟生態系の攪乱とその後の回復過程」を発表した。震災後の底質の泥化にともない稚貝の加入が制限された結果、その密度が減少したと考察し、シルト分の増加がアサリ稚貝の加入量を低下させる潜在的な要因になると考察した。村上ら（千葉工業大）は、「谷津干潟流入河川における生物指標による水環境評価」について発表した。付着珪藻調査結果、底生動物調査結果から、異なる環境因子を対象とした生物指標による評価を行い、生態系全体の遷移の方向の推測方法を提案した。

9月14日午後には、長野市郊外にある大谷地湿原と大在法師池の見学会を行った。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、飯綱高原ボランティアガイドのみなさまのご案内を受けた。御発表、御参加いただき活発な議論を展開していただきました皆様に、ここに謝意を表します。

（京都大学 田中周平）

閉鎖性水域の水質改善のための非特定汚染源負荷量の再評価を目指して

ノンポイント汚染研究委員会

湖沼や内湾等の閉鎖性水域は水が滞留するため、流入した汚濁物質が蓄積しやすいという特性を持つ。とくに農地や市街地、森林等の非特定汚染源からの負荷は、生活排水や工場排水等の点源負荷に比べて対策が難しいだけでなく、その量的な把握も容易ではないため、負荷削減や環境基準の達成に向けた対応に困難が生じている。

そこで本年度は標記タイトルにおいて、合計8件の招待講演と総合討論が行われた。前半のセッション（下記1～4）では、実際に閉鎖性水域における水質改善等に取り組む国・県の行政機関に所属する担当者をお招きし、各地の現状や面源負荷原単位に関する課題、解決の方向性などについてご講演いただいた。後半のセッション（下記5～8）では、関連する研究に取り組む研究委員会メンバーをお招きし、調査研究の現状や調査・対策の方向性等についてご講演いただいた。

1. 「非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン（第二版）」について（柳田貴広（環境省水・大気環境局））
湖沼等の水質保全のために非特定汚染源対策を全国的に推進することを目的とし、初版（H21.3）を見直した内容について紹介がなされた。非特定汚染源負荷を把握する調査手法や負荷量算定手順の具体例などについて説明がなされた他、PDCA サイクルを活用した取り組みの見直し・推進について強調された。

2. 印旛沼・手賀沼の湖沼水質保全計画における面源負荷原単位の現状と課題について
（藤村葉子（千葉県・環研セ））

両湖沼で用いられている面源負荷原単位が必ずしも実態に近い値でないこと、また詳細な調査を実施する上での課題などについて紹介がなされた。各地における調査研究やそのレビューは進んできているが、自治体としては他に根拠がなければ使用できる「統一原単位」があるという提案がなされた。

3. 霞ヶ浦流域における原単位に係る課題と調査について
（神谷航一（茨城県・霞環科セ）ほか）

霞ヶ浦流域では排出負荷量と流入負荷量（L-Q式）で乖離があること、また地下水由来の負荷が十分把握できていないことから、その要因を調べるための研究について紹介がなされた。面源負荷原単位の再調査を実施したが、値を更新しても乖離がみられたため、他のフレーム調査が必要との見解が提示された。

4. 琵琶湖流域における面源負荷原単位とモデル利活用の考え方について（佐藤祐一（滋賀県・琵琶湖研セ））

滋賀県では流域で発生・流入する負荷量を把握するため、原単位法と水物質循環モデルを用いたシミュレーションが採用されており、それぞれのメリット・デメリットや目的に応じた使い分けについて紹介がなされた。また近年の琵琶湖では、負荷削減から物質を循環させる対策へのシフトが求められているとのことであった。

5. 閉鎖性水域における面源負荷原単位の算出根拠および算出方法
（増田貴則（鳥取大））

総量削減計画で用いられている面源負荷原単位と、各地の湖沼計画や本研究委員会で実施した文献調査による値を比較した事例について紹介がなされた。総量削減計画の原単位は、とくにCODや一部のTN、TPにおいて過小であり、根拠資料が不明なものもあることから、見直しが必要であると提言された。

6. 閉鎖性水域へのシリカインプットの重要性と地表面状態の違いを考慮した森林からの原単位推定
（原田茂樹（宮城大）ほか）

海域メソコズム（隔離実験生態系）実験のデータから受水域へのシリカ流達の重要性を確認したうえで、森林から河川へのシリカ流出を定量化する試みについて紹介がなされた。先行土壌条件により変化するが、先行降雨量とシリカ流出負荷量に相関が見られたことなどが提示された。

7. 水路底質の堆積と剥離が水田流域からの年間負荷流出に及ぼす影響
（武田育郎（島根大））

宍道湖に流入する斐伊川下流部の二つの水田流域において、物質収支の調査を行った内容について紹介がなされた。結果、一方は浄化型、もう一方は流出型となった。水路に酸化鉄が多量に堆積し、流出するリンを吸着することから、肥料としての利活用も検討しているとのことであった。

8. 面源負荷の定量的把握の課題と今後の面源負荷対策の方向性
（大久保卓也（滋賀県大））

全国の指定湖沼における流入負荷量や水質の推移について振り返り、流域対策にもかかわらず水質が改善しない湖沼や、水質が改善しても漁獲量の減少等の問題が出ている湖沼などの状況や要因等について紹介がなされた。面源負荷の定量的な把握は、個人による研究では困難がともなうため、組織的、計画的、継続的に進めることが必要との提案がなされた。

9. 総合討論

以上8件の報告を踏まえ、被特定汚染源負荷量の再評価をテーマに、原単位法やL-Q式、シミュレーションモデルを用いた負荷量把握の課題や、地下水由来負荷の把握手法等について討論がなされた。原単位法を用いて負荷量の推移を棒グラフ等で表現する手法については、負荷量の削減状況が分かりやすいというメリットはあるが、実際の環境へのインパクトの大きさは表せないため費用対効果の議論をミスリーディングする恐れや、住民からの「いつになったらよくなるのか」といった疑問には答えられないことなどの懸念も提示された。

非特定汚染源負荷量に関する調査データの蓄積を行うとともに、各手法を併用しつつ、将来的には各湖沼でモデルを持つことを目指すべきであり、そのための汎用モデル構築も必要という意見が出された。

（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 佐藤祐一）

健全な水環境・水循環創造のための膜技術の展開／ 人口減少社会における膜の可能性

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今年で13回目となった。開催形式は、2部構成とし、前半を講演主体の通常セッション、後半は、テーマを「人口減少社会における膜の可能性」としたパネルディスカッションを行った。

なお、前半の講演件数は6件、後半は4名のパネリストを迎え、来たるべき人口減少社会に対し、膜ろ過技術がそのソリューション技術となり得るかについて議論を行った。

1. 通常セッション（前半）

座長：大西真人（日立製作所）

1-1「ナノ薄膜による選択的透過機能」木村睦（信州大）：均一な薄膜を形成可能なポロパラキシレン（パリレン）を用いた水処理膜への適用について、製膜・透過性能・除去性能の様々な点での評価と機能の確認について報告された。中でも、極性基を持つパリレン膜は水透過性能を示し、さらに水溶性色素の排除機能を示した。

1-2「次亜塩素酸によるポリアミド逆浸透膜の劣化に及ぼす様々な水質の影響とその予測」大野正貴（広島大）：現在使用されている主要なRO膜の素材であるポリアミド（PA）の次亜塩素酸による劣化について、共存金属等の影響があるとの報告があった。とくに、マグネシウムイオン（2価）やカルシウムイオン（2価）の濃度増加にともなう塩排除率の低下は、直線的となることが確認された。加えて、それらの濃度から1割程度の誤差で膜劣化を予測する式を得た。

1-3「セラミックMF膜における無機イオンが有機ファウリングに与える影響」北川雄秀（広島大）：カルシウム等の塩の添加による電気伝導度の増加で、膜への不可逆ファウリングが最大約12倍促進されるという結果を得た。原因としては、塩添加による電荷中和で膜への静電的反発が弱まったことが示唆された。

1-4「多孔性膜固定床に固定したPd-Cu/Al₂O₃触媒とH₂ガスマイクロバブルを用いた水溶液中硝酸イオンの還元除去にともなうPt電極電位変化の検討」中山紀夫（産総研）：近年の硝酸性、亜硝酸性窒素による地下水汚染への対策として注目される触媒とH₂ガスを用いた、水素還元触媒脱窒法に関する報告を行った。従来は高効率で制御ができないH₂注入量を、Pt電極を試料水溶液中に浸漬し、この酸化還元電位を測定することで、制御する手法を確認できた。Pt電極電位を測定することで、この電位がH₂注入量制御の指標となり得ることを明らかにした。

1-5「浄水処理におけるナノ粒子解析に関する一考察」貝谷 吉英（水ing）：膜汚染の指標の一つであるファウリングポテンシャル（FP）を、より迅速に測定する評価指標の一つとして凝集処理におけるナノ粒子のゼータ電位測定を行うことが有効な手段の一つであることが報告された。一方で、原水のゼータ電位をとFPについては、高い相関は得られなかった。

1-6「超高塩基度PAClを適用したセラ膜ろ過性能の向上」川瀬優治（メタウォーター）：塩基度70%を超える超高塩基度PAClを用いることで、セラミック膜が安定運転できることについて報告があった。膜の差圧抑制効果や凝集剤注入量の低減にも効果があることが示唆された。

2. パネルディスカッション「人口減少社会における膜の可能性」

座長：木村克輝（北大）

わが国ですでに始まっている「人口減少」に対して、「膜処理だからこそできること」をテーマに4名のパネリストに話題提供をいただき、闊達な議論が行われた。

2-1「今後の水道事業の課題に対応する膜処理技術への期待」磯部良太（厚生労働省）：水道水の安全性の観点はもとより、強靱性や水道未普及地区への給水と言う点でも膜ろ過への期待が大きいとの報告があった。

2-2「膜と管路を考える」本山智啓（日本ダクタイル鉄管協会）：膜と管路を安全性と経済性の側面から比較検討した結果が報告され、設置目的や設置場所或いはリスクの考え方から適切な方法を選択する方がよいとの報告があった。一括供給か、分散供給かと言った点についても議論が交わされた。

2-3「人口減少社会における膜の可能性」村上孝雄（日水コン）：主にMBRを用いた下水道施設についての報告があった。人口減少にともなう「まちのコンパクト化」が進めば、MBRはその重要なキーププロセスとなり得る点や、その国内での実施例についても報告があった。

2-4「人口減少社会における小規模水道の課題」余湖典明（北海学園大学）：小規模水道での経営的な側面の課題を人口減少の点から浮彫にし、膜ろ過の適用可能性について報告があった。管路や人件費等を含めたトータルコストの議論を膜ろ過の導入に合わせて行うことも重要との報告があった。

（水ing株式会社 須田康司）

あなたもわかる紫外線「基礎知識と最新情報」

紫外線を利用した水処理技術研究委員会

紫外線は誰もが聞いたことがあるが、紫外線を用いて処理を行う時の基礎的な知識と技術は一般的にはあまり知られていない。そこで本シンポジウムでは「あなたもわかる紫外線：基礎知識と最新情報」と題し、紫外線を扱う上での基礎知識や技術について参加者へもっと深く知ってもらうための口頭発表を3件行った。また最新情報6件の紹介、そして最後に総合討論を行った。

1. 基礎知識

「紫外線とは～波長と光源について」岩崎達行（岩崎電気）は、紫外線の波長とその作用効果、さらに発光メカニズム、光源の種類についてわかりやすく説明した。また、「水銀に関する水保条約」の内容を説明し、紫外線ランプは特殊用途ランプであり規制対象外であるとの説明がなされた。

「紫外線の測定方法」大瀧雅寛（お茶女大）からは、紫外線技術の実用化にともない、その技術の信頼性を担保するために必要な測定方法について説明がなされた。

紫外線処理における評価単位は紫外線照射量であるが、その測定方法には、紫外線メーター、化学線量計、そして生物線量計とがあり、実装置においては紫外線感受性が評価された微生物を用いた生物線量計により評価を行う方法と、数値流体解析（CFD）と光強度モデル分布とを組み合わせたシミュレーションによる評価方法が紹介された。

「だから紫外線消毒」山越裕司（日本フォト）からは、微生物に対する紫外線消毒技術について、塩素消毒や加熱殺菌とコスト、エネルギー、殺菌効果等で比較し、紫外線の優位性について説明がなされた。また、上水のクリプトスポリジウム対策で用いられている装置について他の微生物に対する効果について検討された結果が報告された。

2. 最新情報

「下水中の大腸菌ファージ粒子と遺伝子の紫外線耐性」神前和（立命館大）は、実際の下水処理水中に存在する大腸菌ファージの紫外線耐性について、異なる波長（222 nm, 254 nm）を発光する二種類の紫外線ランプを用い、大腸菌にはDNAファージが吸着する *E.coli* C とDNAファージとRNAファージの両方が吸着する *E.coli* K12 を用いた場合の実験を行った。どちらの波長においても、*E.coli* K12 で検出できる大腸菌ファージの方が *E.coli* C で検出できる大腸菌ファージよりも紫外線耐性が大きく代替指標としては *E.coli* K12 で検出できる大腸菌ファージの方が適切であると結論づけた。

「分光照度計を用いたウイルスの紫外線耐性の予測」中村栄希（立命館大）からは、複波長光源を用いた紫外線消毒において、KI/KIO₃ 化学線量計による紫外線量の測定結果とRNAファージであるMS2とDNAファージであるφX174を用いた実験結果より、分光光度計によつ

て得られたスペクトルデータを元に予測したウイルス不活化効果の予測値と実験値がほぼ同様の結果が得られたことが報告された。

「紫外線／過酸化水素処理性能に関する理論解析による考察」水野忠雄（京都大）からは、紫外線／過酸化水素処理性能に関して理論解析を用いた評価結果について報告があった。紫外線／過酸化水素処理においては過酸化水素の添加濃度や光路長、初期濃度が除去率に影響を与えるが、単位時間当たりの処理水量を考慮した場合、必要とされる性能に適した設計が必要であった。

「サリチル酸法による促進酸化法におけるラジカル発生に関する基礎的研究」高浪龍平（大阪産大）からは、異なる促進酸化条件で発生したヒドロキシラジカルをサリチル酸法により測定し比較検討した結果より、それぞれの促進酸化条件すべてにおいてヒドロキシラジカルが発生し、とくにUV/H₂O₂、UV/O₃/H₂O₂の時に酸化促進効果が確認され、高pH条件においてヒドロキシラジカルが発生しやすいことが報告された。

「多孔質TiO₂系光触媒を用いた吸着・光電析による水中の微量鉛イオン除去の検討」小林靖和（東京高専）からは、多孔質光触媒を用いた光電析法による鉛イオンの除去についての検討結果が報告された。多孔質な光触媒を使うことで吸着効果による除去と、紫外線+光触媒により鉛イオンの酸化析出を誘導し、両技術により除去率を20%向上できると結論付けた。

「深紫外光源と次亜塩素酸を用いたアンモニア除去プロセス」久保田亜紀（立命館大）は、水中のアンモニアを除去する方法として、次亜塩素酸ナトリウムを添加する方法が知られているが、これに深紫外光を照射してより効率的なアンモニア性窒素および塩素の除去が期待できると報告した。

3. 総合討論（オープンプレゼンテーションを含む）

口頭発表終了後総合討論（オープンプレゼンテーションを含む）が行われた。

会場より、「雨天時越流水のように水質が極端に悪い水の対して用いることができるのか？」といった問いかけがあり、これに対しては「紫外線照射量を大きくすれば原理的には十分な消毒は可能であるが、求められる効果と必要となるコスト、エネルギーを勘案した上で導入を判断すべき」との意見が出された。

また、「多剤・薬剤耐性菌を含む排水を塩素処理した場合菌数自体は低減するものの、多剤・薬剤耐性菌の割合が増える」「将来環境基準が変更した場合にそれともない変更が予想される排水基準値およびその時の消毒方法について」等の話題も提起され、紫外線処理と他の消毒方法との違いや各消毒方法の限界などに関して活発な議論がなされた。

（岩崎電気 岩崎達行、立命館大・理工 神子直之）

資源回収・水処理技術の挑戦

産業排水の処理・回収技術研究委員会

「資源回収・水処理技術の挑戦」をキーワードとし、3件の招待講演と7件の一般講演を行った。以下に講演概要を報告する。

1. 招待講演

海水総合研究所の長谷川氏より「海水資源回収プロセスの開発とそれに係わるボトルネック課題の検討」と題して、ご講演いただいた。海水には様々な無機イオンが含まれており、回収しながら淡水も生産する“ZDD (Zero Discharge Desalination)”というシステムがある。この時に用いられる代表的な技術には、イオン交換膜電気透析プロセス、逆浸透膜プロセス、電解プロセス、晶析プロセスがあり、さらに浸透圧発電／濃度差発電を組み合わせることで、システムに投入した電力の一部を回収することも可能である。各プロセスには固有の理論的／機械的な性能上限があり、これらは全体のシステム効率を決めるため、各プロセスの最適化や、システム全体を視野に置いた検討が必要となる。

次に、栗田工業(株)の織田氏より「リン酸回収装置」と題してご講演いただいた。リン酸回収装置が開発されたきっかけは、逆浸透膜で排水を脱塩する実験を行っていた際に、リン酸の約1/10の濃度で含まれる硝酸や酢酸が脱塩水側に逆濃縮されるという事象を発見したことである。これは、逆浸透膜を通過しないリン酸が濃縮水側に多量に含まれると、システムにおけるアンバランスな電荷を解消するために膜を通過可能な他のアニオン（硝酸と酢酸）が反対側の脱塩水側に引きずり込まれることによる。この反応を最適化し、濃縮液側に高濃度のリン酸を選択的に回収できるようにものが本装置である。このプロセスはリン酸を50%もの高濃度まで分離・回収できる。

最後に、東洋エンジニアリング(株)の池辺氏に「石油資源における随伴水の処理」と題してご講演いただいた。油田やガス田では、原油や天然ガスとともに地下から大量の随伴水も産出される。この処理システムはガスや油の分離・回収と組み合わせられており、通常の排水処理プロセスとはかなり異なる。随伴水の処理システムで最も特徴的なプロセスは三相セパレーターと呼ばれるもので、密閉容器の中でガス／油／水の三相が重力分離される。別の貯留槽でこの処理水の油を浮上回収し、ハイドロサイクロンによってその排水から残存の油とSSを分離する。この排水に含まれる微量の油をさらに浮上濃縮によって分離・回収する。最終工程では排水中の油を吸着処理し、数 mg L⁻¹ の油分濃度の処理水として排出する。

2. 一般講演

信州大学の森脇先生には「シリカゲル上に担持したペリレンを可視光応答型光触媒として用いた環境汚染物質の分解反応」と題して、ご講演いただいた。シリカゲル上に担持した Pe/SiO₂ 光触媒を作製して、メチルオレン

ジ、イミダクロプリドなどの光分解実験を行った結果、Pe/SiO₂ は可視光応答型光触媒として、様々な汚染物質を分解可能であることを明らかにした。

近畿大学の緒方先生には「富栄養化防止を指向した大豆由来炭素材料およびポリグルタミン酸による窒素およびリンの同時除去に関する基礎研究」と題して、ご講演いただいた。大豆由来炭素材料吸着材 (SB) およびグルタミン酸を基材とした凝集剤 (PG) を用いて、リン酸および亜硝酸イオンの溶液で基礎実験を行った結果、SB は亜硝酸イオンを、PG はリン酸イオンを選択的に除去できることがわかった。

有明高専の劉先生には「晶析反応を用いた畜産排水中のリン回収」と題して、ご講演いただいた。竹炭粉末を用いて、CaCO₃ と Ca(OH)₂ 担持竹炭を作製し、弱酸性畜産排水からのリン回収を検討した結果、竹炭表面に担持した CaCO₃ と Ca(OH)₂ の結晶形態が HAP に変化していることを確認した。

オルガノ(株)の横田氏には「イオン交換樹脂によるメッキ洗浄排水からの金属回収」と題して、ご講演いただいた。ニッケルメッキ洗浄排水から高濃度・高純度硫酸ニッケル溶液を回収するため、マクロポーラス形構造の弱酸性カチオン交換樹脂を用いて、2段直列メリーゴーランド方式の運転方式で検討した結果、高濃度・高純度の硫酸ニッケル溶液を回収できるシステムおよび運転手法を確立した。

住友重機械エンバイロメント(株)の三井氏には「スラッジブランケット式凝集沈殿装置の実排水への適用」と題して、ご講演いただいた。界面高さの維持と運転管理が容易なスラッジブランケット式凝集沈殿装置を開発し、製鉄工程の循環水を処理対象とした実証試験を実施した結果、従来に比べ高い水面積負荷で、処理水 SS 濃度が 10 mg L⁻¹ 程度の良好な処理水を得た。また、PAC とポリマー添加量を低減した条件でも安定運転が可能である結果を得た。

栗田工業(株)の清水氏には「高速凝集沈殿装置」と題して、ご講演いただいた。鉄鋼系集塵排水を処理対象としたパイロット試験において、通水 LV30~80 m h⁻¹ まで段階的に増加させた条件で、処理水 SS 濃度は 20 mg L⁻¹ 以下で推移した。本試験では、従来の凝集沈殿装置に対して約 80% の省スペース化が可能な結果を得た。

水ing(株)西氏は、「共焦点レーザー顕微鏡による海水淡水化 RO 膜の洗浄効果調査」と題して、ご講演いただいた。透過性能が低下した RO 膜を NaOH、キレート系洗浄剤、界面活性剤、クエン酸を用いて浸漬洗浄後、膜表面の微生物、細胞外多糖類を共焦点蛍光顕微鏡で測定して、各薬品による洗浄効果を評価した結果、キレート剤や界面活性剤を含む洗浄で、高い洗浄効果や膜透過性能の高い回復率を得た。

(北九州市大学 安井英斉, (株)日立製作所 木村裕哉)

水環境分野のモデリング —適用事例からモデルを考える—

システム解析研究委員会

1. はじめに

現在、集水域や河川、湖沼を対象として水環境や流域の解析、物質の挙動を示すモデルは数多く存在している。時間的、空間的に調査の実施（モニタリング）が難しく、経済的・作業的な理由から実施困難であることが理由であるように思われる。そこで今回、本研究委員会ではこの“モデル”をテーマとした。セッションでは、本研究委員会の宮里幹事、豊田高専の松本嘉孝先生、山梨大学の馬籠純先生の3名から、モデルを用いた研究事例についてご紹介いただいた。

2. 水環境分野のモデリング適用事例

2.1 群馬県における利根川の水質変動—森林域等からの窒素流出と水田の影響—

群馬高専の宮里幹事からは、利根川の窒素を対象とした現地調査、また汚濁流出モデルを利用して、水質（無機態窒素）の通年変動における原因解明を試みた事例をご報告いただいた。

群馬県内の利根川上流域では、窒素飽和の状態である可能性が示唆されることが報告された。また、水質分析と水田への流入量（降雨含む）の計測から、調査対象の水田における無機態窒素除去量が、8月で $13.8 \text{ mg m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 、9月で $5.4 \text{ mg m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ と推定されたこと、この無機態窒素除去量（汚濁流出モデル（L-Q式）より）を用い、天狗岩用水供給区域の水田が利根大堰地点の無機態窒素に及ぼす影響について検討した結果、群馬県全域において、灌漑期（8-9月）に利根大堰を流下する無機態窒素量の約0.05~0.34%を除去している可能性について紹介いただいた。

2.2 山地河川の溶存有機炭素モデルの開発—流域の壁を越えていく—

豊田高専の松本先生からは、流域内でのDOC移動現象のモデル化を物理プロセスベースで構築し、DOC流出量の推定モデルの開発および検証を目的とした、研究事例を紹介いただいた。モデルの開発と、調査および分析による実測データ収集に関する内容である。

異なる流域でも適用できる、汎用性の高いDOCモデルの構築を目的とした場合、DOC発生源における反応系を表したモデルと、発生源からの移動を支配する水文モデルとを組み合わせることが有効であること、さらに、各流域内および流域間で異なり、DOC発生源や水文プロセスに大きく影響されると考えられる地形勾配などのパラメータについては、分布型モデルを用いることでその特徴を反映できるモデルの構築が可能となることについてお話いただいた。

次に調査による実測データ収集として、モデルを適用した山梨県北杜市の瑞牆山調査流域と愛知県豊田市の御内調査地の2カ所の事例をご紹介いただいた。

瑞牆山調査地では、まず水文モデルの開発および検証を行い、御内調査地では、水文データおよびDOCデータの収集を行った。この結果から、モデル計算結果は降雨による流量増加を表現できていることがわかり、小規模降雨時のピーク時流量の再現性も高いことが報告された。十分データが集まっていない段階ではあるもの、御内調査地の方で河川DOC濃度が低い可能性があるとの報告もあった。また、渓流水のDOC発生源である土壌部に対して移流分散過程を考慮した物理プロセスベースのモデルを構築していることも報告された。そのモデルを水文モデルと組み合わせることで、流域DOCモデルを開発し、地形、土壌、植生等が異なる流域において適用評価を行っている。まずは、瑞牆山調査地点における、降雨イベントでの流域DOCモデルの検証を行っており、その再現性の高い点と課題点を示していただいた。

2.3 気候変動を考慮した流域水資源の将来予測—荒川（日本）・紅河（ベトナム）を例として—

山梨大学の馬籠先生からは、戦略的想像研究推進事業CREST研究領域「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」研究量課題「気候変動に適応した調和型都市圏水利用システムの開発（代表：東京大学：古米教授、H21-H26）」において、流域水資源の将来予測研究を進められた事例をお話いただいた。ここでは、水利用を含む水環境分野への適用事例として、水資源や水需要の状況が異なる荒川流域（日本）と人口拡大都市のハノイ市（ベトナム）を含む紅河流域を対象とした、分布型水文モデルによる流域水資源の将来予測の成果を紹介いただいた。

分布型水文モデルYHyM/BTOPMCに物質輸送過程として水質モデル（浮遊土砂モデル）を組み込んだ数値モデルを開発して用いた結果、流域内すべてのセルにおいて河川流量や浮遊土砂動態がシミュレートされたことが示された。さらに、荒川の気候による将来変化については、高濃度浮遊土砂の河川流量の発生分が多くなること、大きな出水イベントでの高濁度状態の長期化傾向が確認されたことをご報告いただいた。紅河については、現在よりも森林が減少し、農地が増加する傾向が示唆されるが、地被・植被変化の将来の水資源への影響よりも気候変動にともなう外力変化の影響の方が支配的であることについてご紹介いただいた。

3. おわりに

今回は、水環境や流域の解析、物質の挙動を示す“モデル”そのものの作成をテーマにしたいと考えている。今回の参加者は20名であり、昨年度より聴講者が増えた。今回も中身の濃い議論が行われたことを報告する。本研究委員会では多岐にわたる分野を扱っているが、やはり本研究分野について関心の高さを再認識するシンポジウムであった。（群馬工業高等専門学校 宮里直樹）

電気化学的技術の環境プロセスへの応用

電気化学的技術研究委員会

3回目となる電気化学的技術研究委員会のシンポジウムは、8件の発表および総合討論が行われた。それぞれの発表および総合討論の概要は以下のようであった。

(1) 「電気化学的 AOP による下水三次処理水の連続高度処理」

富田 淳 (早稲田大院) ほか

陽極に SnO₂、多重陰極として粒状 Pt/Ti および粒状活性炭を用いた電解装置による、下水三次処理水の連続処理結果が報告された。陽極と陰極は固体高分子電解質 (SPE) 膜を介した膜電極接合体であり、陰極部は4つのセルに分割されそれぞれに直流電源が接続された。HRT = 5 min ~ 20 min の条件で TOC 除去率は 40~70% であり、色度を除去するためには HRT = 10 min 以上が必要であった。

(2) 「電気化学的 AOP による抗生物質の無害化」

榊原 豊 (早稲田大院) ほか

陽極に SnO₂、多重陰極として粒状 Pt/Ti を用いた電解装置による、抗生物質排水の連続処理結果が報告された。HRT = 2.5 min ~ 10 min の条件で、TC (テトラサイクリン)、EM (エリスロマイシン) および SMX (スルファメトキサゾール) は、それぞれ効率良く抗菌効果の低い物質へと分解されることが分かった。また、エネルギー消費量は、既存の促進酸化処理法と同程度以下であると考えられた。

(3) 「電解酸化法による染色廃水の塩素フリー脱色におけるエネルギー低減」

荻野 茜 (神戸大院) ほか

Pt/Ti メッシュ板電極 (陽極 5 枚、陰極 4 枚) を 1 mm 間隔で配置した電解槽を用いたアゾ染料 AO7 (Acid Orange 7) の脱色実験結果が報告された。実験は回分操作により行われ、AO7 溶液 (色度 480) を電流密度 0.6, 1.2 および 2.4 mA cm⁻² の条件で、色度 40 以下になるまで処理した。実験結果から、色度 160 以下の低濃度域では電流効率が 0.5% 以下と低く、低濃度域での効率化が必要であることが示された。

(4) 「固体高分子電解質 (SPE) 膜電極を用いた水素独立栄養脱窒処理」

小森正人 (ヤマト・環技研) ほか

SPE 膜電極 (Pt) による電解水素を用いた脱窒処理の有効性が示された。合成地下水の連続処理結果から、固定床型反応槽の方が流動槽型より優れていることが分かった。また、硝酸性窒素濃度約 20 mg-N l⁻¹ の合成地下水を電流効率 0.7, HRT = 0.13 h (8 min) で高速処理することが可能であった。HRT=0.13~0.48 h の最適な通電条件は、窒素負荷に対する電気化学的当量の 1.4~1.5 倍であった。

(5) 「電解フェントン型促進酸化処理法の利点と課題」

岸本直之 (龍谷大) ほか

電解技術を組み合わせた新規促進酸化処理法である電解フェントン型処理法は、これまでのフェントン処理法および電解フェントン処理法と比較して、薬剤添加が不要であること、理論的に OH ラジカル生成効率を 1.5 倍高くできること、鉄汚泥の再利用が可能であること等が利点として報告された。一方で、陽極と陰極で最適な電流密度が異なること、また、排水組成により最適電流密度が影響されること等が課題とされた。

(6) 「電気化学的手法による酸性河川水の中和処理」

浅野恭平 (前橋工科大院) ほか

陽極に円筒形の活性炭成型体、陰極に Pt/Ti を用いた実酸性河川水 (pH=3~4) の中和実験結果が報告された。実験は、HRT=1.0 h、電流値 100~400 mA の条件で通水型の電解槽により連続処理された。200 mA 以上の条件では、数分で中性となり、20 分以降は pH10 以上で一定となった。また、極性反転したアルカリ水中和も可能であった。一方で、SUS 筒電極を用いた対照実験では pH はほとんど変化しなかった。

(7) 「堆積物微生物燃料電池による底質改善効果の検討」

窪田恵一 (群馬大院) ほか

閉鎖性水域の底質改善を目的とした堆積物微生物燃料電池 (Sediment Microbial Fuel Cell: SMFC) の性能評価が行われた。SMFC には、カーボン板アノード、カーボンフェルトカソードおよび東京湾より採取された底質サンプルコアが用いられた。約 4 か月の運転結果から、底質改善 (発電) 効果はアノードの設置位置に影響され、底質の表層よりもより深層に設置する方が高い改善効果が得られることが示された。

(8) 「微生物燃料電池の電気化学的評価における電位掃引速度に関する検討」

市橋 修 (岐阜大・流域圏セ) ほか

微生物燃料電池の性能評価方法であるリニアスイープボルタンメトリー (LSV) の適切な電位掃引速度を検討するため、0.1~100 mV s⁻¹ の条件でセル電圧の変化に対する電流値変化が測定された。3.2~100 mV s⁻¹ の範囲では、掃引速度の減少にともない、電流密度および最大電力密度が大きく減少したが、0.1~3.2 mV s⁻¹ の範囲では大きな違いがなく、3.2 mV s⁻¹ 以下の掃引速度で測定を行うことが適切であることが示された。

(9) 「総合討論」

座長: 岸本直之 (龍谷大)

最後にセッション全体の総合討論があり、電気化学的手法における課題と今後の発展性、また、各研究発表テーマにおける解決すべき課題等について議論が行われた。

(株式会社ヤマト 小森正人)

熱帯・亜熱帯地域における水環境の現状・課題と 保全・創造への取組

熱帯・亜熱帯地域水環境研究委員会

本研究委員会は、平成 25 年度に沖縄で開催された第 16 回シンポジウムの九州支部企画を契機として、熱帯・亜熱帯地域に関わる水環境研究の発展に貢献することを目的に平成 26 年 3 月に設けられ、今回が 2 回目のシンポジウムとなった。テーマを「熱帯・亜熱帯地域における水環境の現状・課題と保全・創造への取組」として、2 件の特別講演および 7 件の一般講演があり、最後に参加者による総合討論が行われた。その概要は、以下のようであった。

1. 趣旨説明・特別講演 座長：安元純（琉球大学）

(1) 趣旨説明

中野拓治委員長によって委員会により本セッションの趣旨説明が行われた。

(2) 特別講演：「南西諸島における農業由来活性窒素の流出制御とサンゴ礁生態系保全」

はじめに、中西康博氏（東京農業大教授）より、南西諸島における地質による水資源の種類と特徴と、硝酸性窒素汚染に対する脆弱性、サトウキビ栽培からの活性窒素の溶脱および地下水富栄養化のサンゴ礁生態系への影響についてご発表いただいた。続いて、渡辺暢雄氏（海の再生ネットワークよろん）によって、与論島のサンゴ礁の現状や NPO「海の再生ネットワークよろん」の活動について紹介がなされ、海の再生を目指す際の海や人における課題についてご発表された。

2. セッション（前半） 座長：中野拓治（琉球大学）

①サンゴの石灰化にリン酸塩が及ぼす影響：

安元純（琉球大学）

サンゴの稚ポリプを用いた生物活性試験により、無機態リン、ポリリン酸、有機態リンなどの各種リン酸塩がサンゴの稚ポリプの石灰化を阻害することが報告された。

②沖縄における生活排水由来医薬品の分解中間生成物の存在実態：

治多伸介（愛媛大学）ほか

沖縄における PPCPs の分解中間生成物について、その存在状況に関して、集落からの排水と地下水の両者から、

様々な PPCPs 分解中間生成物が検出されたとのこと報告がなされた。

③沖縄の米軍基地に係る環境問題：

宮城俊彦（元沖縄衛研）

沖縄県による基地排水等調査の概要や返還跡地に係る環境問題に関するご発表がなされた。

3. セッション（後半） 座長：治多伸介（愛媛大学）

④農業集落排水施設水量負荷変動と変動特性の抽出の試み：

阿部真己（株いであ）ほか

ニューラル・ネットを用いて、沖農業集落排水施設の水量負荷変動と変動特性に含まれる、規則的な変動パターンと不規則な変動パターンの抽出の試みについてご報告がなされた。

⑤農業集落排水施設の運転効率化への試み：

李雨桐（琉球大学）ほか

農業集落排水施設の運転効率化への試みについて、農業集落排水施設から得られた実測データ等を用いて検討・考察された成果が報告された。

⑥特殊硫黄材を用いた地下ダム農業用水の硝酸性窒素除去：

大山盛嗣（琉球大学）ほか

沖縄本島南部地域内の花卉栽培ハウス内に設置した小型試験装置の実証試験等を通じて、特殊硫黄資材による地下ダム農業用水中の硝酸性窒素の浄化効果と運転管理状況について報告された。

⑦浄化促進材を用いた沖縄の代表的土壌の油汚染浄化処理：

中野拓治（琉球大学）ほか

油汚染土壌の微生物浄化の基礎的知見を得る観点から、国頭マージと島尻マージの 2 種類の土壌を対象に、その理化学特性と浄化促進材を用いた油汚染浄化について発表された。

口頭発表終了後「総合討論」が行われ、熱帯・亜熱帯地域における水環境の現状・課題と保全・創造への取組を踏まえた今後の研究の進め方や展望について、活発な議論がなされた。

（琉球大学 安元 純）

農産業に関わる水・バイオマス循環技術の研究動向

農産業に関わる水・バイオマス循環技術研究委員会

農産業に関わる水・バイオマス循環技術研究委員会は、食料—水—エネルギーの連環の重要性を踏まえ、食料生産の場である農業地域の環境負荷が最小となる水管理システムを構築すべく2015年4月に発足した。設立初年度における本セッションでは、キックオフ的な意味合いもあり産官学からそれぞれ1件ずつの依頼講演を用意し、それぞれの立場から当該分野の課題と解決アプローチを紹介いただいた。以下に、3件の講演と総合討議の内容を記す。

農業地域の水環境汚染抑制と価値創出の両立は可能か？

藤原拓委員長（高知大学）より、農業地域の水環境汚染の現状と課題、問題解決のコンセプトおよびキーとなる開発技術について、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業（CREST）の研究成果を踏まえた提案があった。問題解決のコンセプトとして、排出される汚濁物質の品質に応じて工業原料化や飼料化などメタン発酵より高付加価値な利用を行うカスケード型資源循環システムが提唱された。キーとなる開発技術として、1) 肥料成分の溶脱による地下水汚染を抑制するクリーニングクロープ（浄化用作物）技術の開発と適用性の検討（クリーニングクロープとしてのトウモロコシ栽培技術の確立、収穫したトウモロコシ茎葉からの乳酸回収技術の開発、全体システムの収益性評価など）、2) 畜産糞尿からの糞尿分離型および糞尿混合型の窒素・リン回収技術（尿中尿素を原料とした緩効性肥料の製造、牛糞焼却灰の水洗によるリン肥料の精製など）、3) 農業系・水産系廃棄物の高付加価値利用（柚子果皮やカツオ煮熟汁の養殖魚飼料への添加利用）の紹介があった。柚子果皮の養殖魚飼料への添加利用では生産されたブリの販売に成功したことから、農業地域の水環境汚染抑制と価値創出の両立は可能との展望が示された。質疑では、収穫したクリーニングクロープの保存についての課題が指摘されるなど、開発技術の普及へ向けた議論もなされ、農業地域の水環境問題解決の一つの方向性が共有されたと考えられる。

廃棄物系バイオマスからの資源・エネルギー回収技術と現状の課題—バイオマス・ニッポンからの10年—

水ing株式会社の中村一之氏より、「バイオマス・ニッポン総合戦略」（平成18年3月31日策定）に対する民間会社の対応（多くは失敗例）とそこから学んだことの紹介があった。中村氏によると、バイオガスプラントなどの資源化施設がなかなか導入されないポイントとして、コストと規模のミスマッチを挙げられた。行政関係者の間では評判であったオンサイト型メタン発酵プラント（家畜糞尿用）は、当初北海道だけで100台納入を目標としていたが、全国で4台の納入に留まったそうである。結果的に畜産業の収益環境では導入できなかつた、つまりコストのミスマッチがあった。「規制強化をすれば導入も

……」という声に対する中村氏の言葉である「それは日本において畜産をするのに等しい」は重い。次に、廃棄物系メタン発酵プラントの紹介があった。こちらは、昨今のFIT制度もあり売電収入も多少見込めるが、欧州のように廃食油など高カロリー物質が安価で調達できない日本では、導入施設はあくまで廃棄物処理業であり廃棄物受入収入で施設運営が賄えるという点を強調されていた。高カロリー物質に限りがあること、つまり廃棄物の質量確保、規模のミスマッチに注意を要すると指摘された。講演では、園芸施設に電気、CO₂および熱を供給する未来型の資源化施設の紹介もあった。ただし、ここにおいてもCO₂と熱の需要に対するそれらの供給量（廃棄物量）が追いついていない規模のミスマッチがあることを補足された。

メタン発酵消化液の農地利用について（農業系国研法人の立場から）

農業・食品産業技術総合研究機構の山岡賢氏より、農業系国立研究開発法人の沿革、同法人の研究スタイルおよび具体的事例としてメタン発酵消化液利用の研究の紹介があった。消化液の利用性については、施用後土壌混和することでアンモニアの揮散を抑えられること、それらが速効性成分として肥料利用できること、長期間の窒素収支から消化液の肥料としての価値あるいは負の側面である環境負荷性は化学肥料と同等であること、を示された。残される消化液利用の問題は貯蔵・輸送・散布であり、とりわけ大きな設備となる貯蔵槽の容量設定を含めたこれら運用面を検討するため、輸送散布モデルが紹介された。考え方のポイントは、切れ目のない輸送と散布の作業連携を設定したことである。同モデルにより、作物毎の施用時期・量に応じた必要となる消化液の貯蔵量が設定できることを示された。広域を消化液でカバーするための方策として中間貯留槽の設定に関する報告もなされた。山岡氏は、農業研究は現場からを強調されていたが、紹介された消化液施用実験が実施できたのはまさに現場の力によるところが大きかったと述べられた。消化液実験の実施者は異業種出身者を多く抱える農業組合法人であり、数々のトラブルを自力で解決する能力に長けていたそうである。消化液の利用に限らず、農産業における水・資源循環利用では、実際に携わる人々の現場力が最大の問題になるかもしれない。

総合討議では、農産業に関わる水・バイオマス循環技術の現状を把握する目的で、セッションに参加された方々の同分野に発揮しうる技術を収集し、マッピング・分類することで研究者・技術者同士のマッチングを行った。本研究委員会は、農業分野の研究者・技術者の参加を広く呼びかけていることから、異分野の研究者・技術者間の連携につながる仕掛けを今後も継続して実施していく予定である。

（同社社大学 赤尾聡史，京都大学 日高 平）