

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り、当初の 5 年間のモデル事業の期間も含めると、本年度で 11 年目を迎え、昨年度末までに 520 技術について実証を行った。

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り、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 25 年度は 9 つの分野（技術分野）について実施しており、うち「自然地域トイレ処理技術分野」、「閉鎖性海域における水環境改善技術分野」、「湖沼等水質浄化技術分野」および「有機性排水処理技術分野」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貫として、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、日本水環境学会の星川寛事務局長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 3 年目にあたり、シンポジウム 2 日目：平成 25 年 11 月 10 日（日）（13：30～17：00）の日程にて、A 会場（琉球大学農学部 1 階 102 教室）において行われた。

今年度は昨年度と同様各々の発表時間・質疑を 30 分と長くとりスタイルとし、環境省の事業全体に係る説明も含め、2 時間半の枠内で計 5 件の発表が行われた。

質疑の際にはご来場いただいた方と活発な議論が行わ

れたことは大変ありがたいことである。

具体的な発表内容については、環境省からの事業に関する総括的説明が 1 件、「有機性排水処理技術分野」で実証を実施された企業による発表が 2 件（株式会社大都技研の佐藤氏および株式会社サンユウの田中氏）と、今年度「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」の実証機関である一般社団法人埼玉県環境検査研究協会（野口氏および山岸氏）から実証試験等を通じてまとめられた研究情報にかかる発表が技術分野ごとに各 1 件という内容であった。

発表・質疑でも指摘のあったとおり、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、事業の国際化への対応や実証により得られた効果および経済的利点の検証等の課題もある。日本の環境技術の日本国内のみならず世界的普及のため、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水環境学会シンポジウムにおいてご確認いただければと思います。

【演題一覧】

「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」

環境省総合環境政策局総務課環境研究技術室 宮下康彦
「飲食店等からの油分排水の性状について」

一般社団法人埼玉県環境検査研究協会 野口裕司
「ラーメン店から社員食堂や食品工場、油脂リサイクル工場への油水分離技術の適用と背景」

株式会社大都技研 佐藤秀雄
「厨房排水における油水分離と夾雑物除去の新たな手法と効果」

株式会社サンユウ 田中貴之
「都市公園池における水質変化と植物プランクトン組成の推移について」

一般社団法人埼玉県環境検査研究協会 山岸知彦
（環境省総合環境政策局 宮下康彦）

嫌気性技術による排水・廃棄物処理と未利用バイオマスからのエネルギー生産

嫌気性微生物処理研究委員会

本セッションでは、12名の講演者からの発表が行われた。その概要を以下に紹介する。

- (1) Thermophilic co-digestion of coffee grounds and municipal sludge using a submerged anaerobic membrane reactor: diagnosis of system stability through long term experiments

(東北大 Wei Qiao ら)

嫌気性膜分離リアクターを用いてコーヒー滓と汚泥との混合メタン発酵を行い、微量金属やアルカリ剤を添加することで長期安定運転が実施でき、12 kg-COD_{Cr}・m⁻³・d⁻¹の下で67%のCOD減量化率を達成した。

- (2) 水処理型微生物燃料電池の低負荷処理条件における発電効率の改善

(東京薬科大 宮原盛雄ら)

水処理型微生物燃料電池において酸素混入による発電効率低下を抑制するために処理槽の液面に遮蔽板を設置した結果、発電効率減衰の抑制と負荷変動に対する安定性の改善が得られたことを報告した。

- (3) Anammox グラニュール培養および阻害現象の解析

(東北大 張彦 隆ら)

Anammox プロセスにおいて、活性汚泥と嫌気性グラニュールを植種源として用いたスタートアップを検討した。約200日間の馴致を経た後にAnammox活性が増大し、0.2-1.6 g-N・L⁻¹・d⁻¹の負荷の範囲で80-90%のTN除去率を達成した。TN濃度増加による阻害も確認され処理水返送が阻害からの回復に有効であった。

- (4) 嫌気性消化汚泥脱水ろ液処理へのアナモックスプロセスの適用

(タクマ 高木啓たら)

固定床型Anammoxプロセスによる消化脱離液処理実証実験において、処理水量50 m³・d⁻¹のもと窒素除去率平均82%が得られたこと、本プロセス導入によるコストとエネルギー消費量削減効果の試算が示された。

- (5) 微細藻類のグラニュール化とそれをを用いたバイオガスアップグレード方法の開発

(国環研 小林拓朗ら)

バイオ天然ガス生産のための藻類フォトバイオリクターシステムの連続運転を実施し、1 L・L⁻¹・d⁻¹の通気条件の下で1%程度の流出ガスCO₂濃度と消化液からの90%程度のNP除去率を達成した。

- (6) 電子産業排水成分の嫌気処理特性

(栗田工業 小松和也)

電子産業排水の主成分であるテトラメチルアンモニウムヒドロキシド等を含む合成排水の嫌気性分解特性が連続実験で評価された。一部の成分を除くとよく分解が進行し、80%程度のTOC除去率が得られた。

- (7) 廃水中に含まれる界面活性剤や電解質が水処理型微生物燃料電池の発電に及ぼす影響

(東京薬科大 吉澤智也ら)

微生物燃料電池による水処理において、排水中の界面活性剤が発電効率に及ぼす影響が検討された。人工排水中に界面活性剤としてTween 20を添加し、添加がない系と比較して出力向上と電荷移動抵抗低減の効果が確認された。

- (8) 温度フェーズ二相プロセスによる余剰活性汚泥の嫌気性消化の効率化

(東北大 Li-Jie Wu ら)

余剰汚泥の嫌気性消化において、温度フェーズと消化液循環の有無が性能に及ぼす影響が検討された。循環ありとなしの温度フェーズ型のプロセスは単槽の中温プロセスと比較すると50%程度ガス生成速度が増大したが、循環の有無による顕著な差異は認められなかった。

- (9) 下水汚泥と有機性廃棄物の混合嫌気性消化

(土木研 日高 平ら)

下水処理場での混合消化が見込まれる様々な有機性廃棄物と下水汚泥の性状と発酵特性が調査され、混合による栄養バランスの調整が有効であること、メタン転換率はおおむね下水汚泥と同等のCOD基準のメタン転換率0.6以上が得られることが判明した。

- (10) 糖蜜廃水を対象とした高温メタン発酵処理

(長岡技科大 蝶勢智明ら)

気液分離装置が複数設置されたMulti-stage (MS)-UASBリアクターと、UASB, DHS槽からなるシステムを用いた糖蜜廃水の処理実験において、MS-UASBの容積負荷22 kg-COD・m⁻³・d⁻¹の下でシステム全体として98%のBOD除去率が得られた。

- (11) コーヒー滓の高温メタン発酵時におけるメタン生成阻害発現と阻害特性・阻害回避に関する基礎的研究

(京都大 西村文武ら)

コーヒー滓の高温メタン発酵の連続実験において、破碎前処理によるメタン転換率の増大が認められたが、高負荷時の有機蓄積が顕著になった。阻害特性の分析の結果、溶解成分よりも固形分により阻害が強く発現し、また阻害濃度の閾値が存在することが示唆された。

- (12) 化学工場排水への嫌気性処理技術の適用事例

(住友重機エンバイロメント 知久治之)

EGSBプロセスを用いた化学工場排水処理のプラントでの処理実績の分析が報告された。容積負荷~17 kg-COD・m⁻³・d⁻¹の範囲で、80~93%のCOD_{Cr}除去率が達成された。また、運転開始から2300日以上経過後もグラニュールが維持されていたことが確認された。

(独国立環境研究所 小林拓朗)

環境分析における MS 技術の新展開

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普及を目的に活動している。最近では有機フッ素化合物 (PFCs) 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、より多くの化学物質を極微量まで精度よく分析することが求められており、本委員会では GC/MS に加えて、LC/MS、飛行時間型質量分析計 (TOF-MS)、オービトラップ質量分析計等の最新質量分析技術の活用から、前処理技術の開発や精度管理、汚染機構の解明、データ解析手法等も視野に入れた研究活動を行っている。また、活動で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://www.ee-net.ne.jp/ms/ms.html>) 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、口頭 7 題およびポスター 13 題の発表があった。

(1) 口頭発表

土壌におけるダイオキシンの簡易迅速分析として上田 (愛媛大) らは超音波抽出法を利用することにより、ソックスレー抽出法に比べ約 70 % 以上の抽出効率で抽出可能となり、スクリーニング法として有効であるとしている。中野 (大阪大) らは非意図的に生成される PCB の異性体組成の特徴や顔料製造工程から予想される反応機構について報告した。鈴木 (京都大) らは底質や植物を凍結乾燥し、抽出液を乾固させずに調製することで PFCs の前駆物質が再現性良く分析され、比較的高い添加回収率で分析できることを報告した。井上 (大阪大) らは PFCs が閉鎖性水域に流れ込む場合のリスク管理を行うため、大阪湾での数値シミュレーションを通してその将来濃度予測を行った。竹内 (奈良女子大学大) らは土壌由来のカビの分析にイオンモビリティスペクトロメトリーや GC/MS を用いて臭い成分を測定し、そのスペクトルを多変量解析することで、カビ種を推定することが可能となりつつあり、古墳などの文化財保全に貢献できる可能性を追求している。東 (大阪薬大) らは淀川や神崎川での PPCPs 特に抗がん剤成分の分析を行い、 $100 \text{ ng} \cdot \text{L}^{-1}$ 近い濃度で検出されるものもあることを明らかにした。オゾン処理等により低減できるので、それらの技術導入が重要であるとしている。高梨 (鹿児島大) らは水環境中での農薬の変化体をオービトラップ質量分析計で探索し、殺虫剤フェニトロチオンでは報告例のない変化体を見出し、推定された構造を報告した。

(2) ポスター発表

高梨 (鹿児島大) らは水環境中で殺虫剤フェニトロチ

オンから生成する 3-メチルニトロフェノールが浄水場で塩素処理されることを想定し、その誘導体化合物をオービトラップ質量分析計で同定した。春日 (東京大学) らはオービトラップ質量分析計を用い、河川水中の溶存有機物の組成が他の流入河川や下水処理水の影響を受けながら変化する様子を解析した。坂上 (ダスキン) らはミネラルウォーター等の飲料水に存在する細菌が代謝副産物として揮発性有機化合物を発生させることを見出した。宮脇 (福岡県) らはヘキサシアンと水によるマイクロウェブ抽出法と自ら構築した GC/MS および LC/TOF-MS 用のデータベースを用いて化学物質の網羅測定の体制を確立し、土壌汚染スクリーニングに適用した。泉田 (熊本大) らは東日本大震災による化学物質の実態を明らかにするため、底質を採取・分析し、多環芳香族炭化水素 (PAHs) 濃度と組成を調べ、その発生源の解明を試みた。玉城 (佐賀大) らは主に火災防止用に用いられている有機リン系難燃・可塑剤による海洋生態系汚染を解明するため、生物試料中の有機リン系難燃・可塑剤の定量に向けた抽出液の精製法を検討した。真野 (土木研究所) らは多摩川中流域における医薬品類 5 物質の物質収支について検討し、物質による挙動の違いを明らかにした。松村 (兵庫県) らは POPs 条約への追加が進められているポリ塩化ナフタレンの異性体分析において、HT8-PCB (GC カラム) の分離能が優れていることを見出した。岩切 (環境省環境調査研究所) は可塑剤、潤滑油等として用いられている塩素化ターフェニルが PCB 汚染土壌中にも含まれていることがあり、その構造が PCB に似ているため、GC/MS 測定に問題を生じることがあることを明らかにし、その対処法について報告した。大達 (大阪産業大) らは 2013 年 5 月に POPs 条約に追加されたヘキサブプロモシクロドデカンおよびその分解物であるペンタブプロモシクロドデセンの下水処理過程における挙動を調査し、両者とも下水処理過程で 90 % 程度除去されていたが、処理過程での挙動は異なることを報告した。西野 (東京都) らは PFCs のうち、POPs 条約に追加されたペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) 等について水生生物 (スズキ) の分析を行い、経年変化を追跡すると共に水試料のデータと比較した。橋口 (京都大) らは電気分解法による PFOS を含むペルフルオロスルホン酸類の分解を実施しており、その分解過程の詳細を明らかにするために生成物の特定、フッ素の物質収支を検討した。竹峰 (兵庫県) らは大阪湾の底質中の PFCs の分析を行い、ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOA) は 2004 年を境に急激に濃度が減少し、ペルフルオロヘキサシアン酸 (PFHxA) は 1995~2008 年の平均濃度と比べて、2011 および 2012 年の平均濃度が高いことを報告した。

(神戸市環境保健研究所 八木正博)

バイオエコシステムを活用した環境再生

生物膜法研究委員会

本シンポジウムでは、バイオエコシステムを活用した環境保全再生の効果的対策技法のあり方、すなわち、国内への展開を踏まえた水処理の高度化、アオコの生態影響、バイオマスの資源循環等に関して以下に示すとおり成果公表と有効な討論を実施した。

1) 「アジア地域の環境修復と再生のためのバイオエコ技術の展開 (国環研 徐開欽等)」では、有機性廃棄物の適正処理と温暖化対策を両立し適正な資源循環システムの設計および政策に適合したコベネフィット型バイオエコシステム技術開発の必要性について述べた。すなわち、バイオエコシステム技法においては、高度分散型処理システム、クリーンエネルギー回収システム、バイオマスの有用資源化システム等、およびシステムで機能する有用な微生物、水生動物、植物等の浄化機構等を明らかにすると同時に、派生バイオマス対策が重要課題であることを提唱した。

2) 「生態系保全再生のための環境リスク評価技法の国際化の意義と OECD 化に向けた解析 (千葉工大 村上和仁等)」では、環境リスク評価技法として、HC5 法や ECETOC 法に対して、溶存酸素計を導入してマイクロゾウム生態系の P (Production: 生産量)・R (Respiration: 呼吸量) を評価指標とすることで、従来法のメソゾウム試験や 3 種単独試験と比較すると、マイクロゾウム試験法は P/R (生産/呼吸) 比の解析手法導入により簡易で、費用も安価な、汎用性が高まる新たな手法となることを提案した。

3) 「水酸化マグネシウムの内湾底質における硫酸還元作用への影響評価 (長崎大 板山朋聡等)」では、底魚や底質のベントス類への影響が大きい硫化水素に対し、水酸化マグネシウムの硫化水素発生抑制効果を評価した。その結果、底泥の中の硫酸還元菌を、亜硫酸還元酵素遺伝子 (*dsrAB*) を指標とした Real Time PCR を用いて定量し、水酸化マグネシウム添加が硫酸還元菌数に直接影響するか否かを評価する手法の有用性を提唱した。

4) 「嫌気・微好気条件下における膜分離リアクターの水質浄化・膜ろ過・ガス生成特性の比較 (国環研 小林拓朗等)」では、嫌気性膜分離リアクターの高濃度硫化水素生成系に対する微量空気導入法の影響を、空気導入有り (微好気)・無し (嫌気) 条件下で比較解析した。その結果、高濃度硫化水素生産系においてマイクロエアレーション導入により硫化水素濃度の低減が可能であることを明らかにした。

5) 「環境負荷低減のための小型浄化槽への間欠運転導入技術開発 (埼玉県環境科国際センター 木持謙等)」では、低炭素社会構築が必須であることを踏まえ、浄化槽に消費エネルギー節約運転を導入した場合の N₂O、

CH₄ 発生特性と発生抑制技術の開発を行った。その結果、高度合併処理浄化槽の消費エネルギー節約運転について間欠ばっ気運転を導入することで、消費電力量の削減と汚水処理性能維持や N₂O、CH₄ 発生量削減両立可能性を明らかにした。

6) 「有毒アオコ含有灌漑用水の土壌界面下の農作物生長に及ぼす特性解析 (福島大 神蔵雄生等)」では、アオコ産生毒 Microcystin の作物吸収特性からみると通常濃度では確実に安全であるためこれらを基にアオコ濃度を踏まえた灌漑用水マニュアルを創ることの重要性を明らかにした。

7) 「水圏生態系の膜構成生物等からなるマイクロゾウムを活用した化学物質のリスク評価 (福島大 賀数邦彦, 稲森隆平等)」では、作用機序の異なる陽イオン界面活性剤、殺菌剤、内分泌攪乱作用、除草剤、殺虫剤に着目し、P、R に及ぼす影響から生態リスクを解析評価した。その結果、P、R 値から生態系機能に対する影響の統計的評価が可能であり、個体数の挙動パターンよりも精度よく評価可能であることを明らかにした。

8) 「水酸化マグネシウム活用技法の水底泥界面に生息する水生生物影響からの効果解析 (福島大 神田玲子等)」では、アジア各地の河川・湖沼等における底質嫌気化による窒素・リン溶出防止、溶存酸素低下による硫化水素やメタンガス等発生防止に対する水酸化マグネシウムの検討を行い、水生植物や水生動物への影響のない適切な添加量は 50 g・m⁻²~100 g・m⁻² であることを明らかにした。

9) 「有毒マイクロキスチンの根圏細胞膜経由に伴う作物成長と蓄積特性の解析 (福島大 類家翔, 稲森隆平等)」では、*Microcystis* 属産生肝臓毒マイクロキスチン (以下 MC) の分子量がおおよそ 1,000 の環状ヘプタペプチドであることを踏まえ、作物における MC 吸収が植物の構造上、起こりうるのかどうかを検討した。その結果、ハツカダイコン、ダイコン、水稲および発芽初期成長期の植物体の MC 吸収機構として、エンドサイトーシスとペプチドトランスポーターが考えられることを明らかにした。

10) 「バイオエコシステムを活用した環境低負荷資源循環型省エネ高度処理 (福島大 稲森悠平, 稲森隆平等)」では、環境基準達成率および閉鎖性水域の有毒アオコ等発生による富栄養化の現状から、窒素、リン除去等を省エネルギー/高度化対応型の派生バイオマス適正対策を踏まえたバイオエコシステムで行うことが重要であることを提言した。

上記の如く、バイオエコシステムの国家的取り組みに資する総合化システム技法を提言することができた。

(福島大学 稲森悠平, 独国立研究所 徐開欽)

小規模環境インフラ維持の課題と将来（その4）

身近な生活環境研究委員会

近年の人口減少や財政悪化の中、上下水道事業のような環境インフラが適切に維持できるかが危ぶまれている。とくに過疎化が進む地方の小規模事業には課題が多い。これらの問題を討議する場としてこのセッションを継続して開催しており、今回も様々な取り組みを報告していただいた。以下にその概要を記して報告とする。

1. 環境中間技術の開発と体系化

楠田哲也（九州大学）

「環境中間技術」とは、環境に関わる技術のうち先端技術とローテクの中間レベルの技術、先端技術要素とローテク要素を結合させた技術、ローテクを進化させた技術などを指す。発表者は、環境中間技術の種類や技術導入の際に配慮すべき項目などを紹介した。環境中間技術は、費用対効果、維持管理技術だけを見ても、発展途上国のものだけでなく人口減少地域にも適用できるものである。様々な分野に適用可能であるが、適用に際しては技術自体のみならず、様々な項目（経済的負担力、操作・管理・修理技術力、技術人材、管理能力、エネルギー供給の安定性、法制度、社会条件、自然条件）について検討が必要である。また、環境中間技術はシステム技術でなければいけない。個々の技術については、すでにリストアップがされている。環境中間技術の適用例として、ネパールの首都カトマンズ西部の地区での上下水道に関する事例が紹介された。

2. 高濁度原水に対する実用的な中小水道事業体向け支援対応方策

相澤貴子（水道技術研究センター）ほか

近年水道原水水質が悪化している状況を踏まえ、中小規模水道事業体の浄水場（急速ろ過方式）に対するアンケート調査結果について報告があった。運転管理の課題で最多の回答は「凝集不良」で、その理由の最多は「原水の高濁度」によるものであった。対策として、あらかじめ原水濁度の上昇を予測し凝集剤注入率を増加させる方法と、二段凝集処理を行う方法について現場実験の結果が紹介され、いずれも効果的であることが示された。また「高濁度原水対応の手引き（案）」が紹介された。これは「浄水処理における濁度管理マニュアル」と「高濁度原水への対応の解説」で構成され、後者の概要版は水道技術管理者向けと現場技術者向けに作成されている。

3. PFIによる浄化槽整備の現状と課題

持木克之（東京工業大学）

住民等に浄化槽整備を積極的に働きかけることができるとされるPFI方式による浄化槽市町村整備推進事業について、埼玉県嵐山町の具体的事例を交えて報告された。発表者は長年環境アセスメントに関わってきたことから、PFIによる浄化槽整備の導入について、環境アセスメント手法の視点を交えた新鮮な報告であった。PFI

事業導入の課題としては、手続きが多く時間を要する、同様の事業を実施した事業者が少ないため試行錯誤が必要、担当職員のさらなる理解が必要、といった点が挙げられる。

4. 人口減少・高齢化社会に向けた生活排水処理施設の整備手法

小川 浩（常葉大学）ほか

今後の人口減少や高齢化社会に向けて生活排水処理施設整備計画の大幅な修正あるいは計画変更が求められる。発表者は静岡県の将来人口や集合処理施設の整備状況について将来予測を試み、将来人口に対して集合処理施設の整備が過剰になっていることを示した。さらに、南伊豆町をモデル地区として下水道、浄化槽および小規模集合処理による整備を行った場合における、それぞれの事業費の試算を行った結果から、とくに著しい人口減少が予測されている地域では、管路延長を最小限とし、個別処理を導入する手法も考慮する必要があるとの結論を得た。

5. 群馬県における単独処理浄化槽の合併処理化による水質向上試験例

青井 透（群馬高専）ほか

群馬県の汚水処理人口普及率は最新値でも未だ74.9%であり、改善が期待される状況である。このため発表者は、既存の単独処理浄化槽（みなし浄化槽）をプロセス改良により合併処理化を図り有効活用することを試み、その水質改善効果について報告された。実験は自宅の単独浄化槽（5人槽）で行われ、既設のフィルター付雑排水槽の排水を新設した一時調整槽を介して単独処理浄化槽に流入させた。結果、合併処理化によりBOD流出量の大幅な低減が見られ、若干の工夫と安い設備費で水環境への負荷低減につながる方法として紹介された。

6. 小規模下水道におけるメタン発酵導入に向けて

—能登地区での試み—

池本良子（金沢大学）

石川県では小規模市町へのメタン発酵の普及をめざし、大学と地元企業が共同で複数の汚水処理施設から発生する脱水汚泥と、地域のバイオマスを集約し、高濃度でメタン発酵が可能なプロセスを開発しており、その内容を報告された。バイオマスとして比率の大きい油揚げについては約1年間の連続実験により、投入条件を決めている。パイロットプラントでは順調なメタン発酵が行われており、本技術の確立により地方自治体の事業採算性を確保できる見通しである。今後、本技術の普及促進のためにマニュアルなども整備され、小規模下水道施設を抱える石川県内に普及啓発を行っていくとしている。

（埼玉県 針谷さゆり、北海学園大学 山本裕子）

微生物資源の探索と活用

ポピュレーションダイナミクス研究委員会

本研究委員会は、生物学的排水処理プロセスや水環境中の微生物群集構造やその機能を理解し、環境保全・修復技術の開発などに繋げることを主な目的に活動を行っている。本年度のシンポジウムは、海洋生物資源の豊富な沖縄県で開催されるという絶好の機会を得た。そのため、本年度のテーマは「微生物資源の探索と活用」とし、沖縄の海を研究フィールドとして活躍されている研究者および微生物資源の探索に欠かせない最新のメタゲノミクスを用いた微生物群集解析技術を駆使して先駆的な研究を推進している研究者に、一般的な研究発表会では伺えない失敗談や研究に対する熱い思いなども含め、研究成果を発表していただいた。以下にその5件の招待講演内容をご紹介します。

まず、新里尚也氏（琉球大学熱帯生物圏研究センター）からは、日本で唯一、亜熱帯に位置している沖縄の海のサンゴ礁生態系に生息する微生物、とくに海綿やサンゴ、ホヤ等の海産無脊椎動物に付随して生活している共生微生物についてご講演いただいた。これら海産生物は、様々な生理活性（抗菌活性、抗腫瘍活性、免疫抑制活性など）をもつ化合物を生産しているとの報告があるが、その真の生産者は宿主生物ではなく共生している微生物である可能性があるのではと指摘している。しかし、これらの共生微生物の分離培養は極めて困難であり、生理活性を有する化合物の生産と共生微生物の関係を明らかにするには、まだ多くの課題が残されている。しかし、近年のハイスループットな環境微生物解析技術を駆使し網羅的な解析を行えば、重要な天然化合物の生産に寄与している微生物を同定でき、我々が有効利用できる日が近いと熱く語られた。今後の発展が大いに期待される研究分野である。

次に、松井徹氏（琉球大学熱帯生物圏研究センター）からは、沖縄地方の微生物・遺伝子資源の有効活用を図るために、多種多様な微生物を収集しその機能を評価し、それ膨大なデータをまとめたデータベースに関して講演いただいた。沖縄離島各地から試料（土壌、植物、マンガローブ汚泥など）を採取し、土壌放線菌類、乳酸菌、酵母などを分離し、グリセロール保存、培養抽出液ライブラリーの作成を行った。また、沖縄県内に保存されていた泡盛の黒麹コレクションの保管も行った。これら得られたデータをデータベース化し、その一部についてはすでにクラウド型のHPを作成し、“沖縄微生物ライブラリー”として公開している。これをもとに学外との共同研究を積極的に推進しており、その共同研究の一部をご紹介いただいた。沖縄微生物ライブラリーのさらなる充実が期待される。

次は、金本昭彦氏（オーピーバイオファクトリー(株)）から、「沖縄海洋生物資源の産業利用と新しい取り組み」について講演いただいた。これまでは、有用機能を有する天然化合物は主に陸上サンプルから発見されていた。

金本氏は海洋調査のエキスパートであり、その技術を生かし、これまで入手が困難であったもしくは未踏の地であった海洋から膨大な数の新規サンプルを採取し、スクリーニングを実施し、それらをデータベース化している。最近の成果として、抗真菌活性で新規な骨格、活性を有した化合物を亜熱帯海域底に生育する微生物から発見し、現在、知財化を進めている。金本氏は、沖縄を天然物研究の一大拠点とし、沖縄県が推進する知的産業クラスター形成の中心として発展させたいと熱く語られた。海洋生物資源の探索から産業利用までの一連のプロセスを実施しており大変示唆に富むご講演であった。

次に、高木善弘氏（海洋研究開発機構）の講演では、地下鉱山熱水中の微生物群集解析を実施し、メタゲノミクスのアプローチにより地下鉱山熱水中に存在する未培養好熱性アーキア“*Candidatus* Caldiarchaeum subterraneum”の全ゲノム再構成に成功するとともに、このアーキアの自然集団内においてSSU rRNAおよびその周辺のゲノムの多様性を見出している。これらの成果は、より長く連続したゲノム情報を得るためにフォスミドライブラリー（インサート長：約35-45Kb）を用いて得られたものである。この結果は、近年、古細菌や真核生物を中心に報告されている断片化されたtRNA遺伝子の創出に関与していることを示唆するものである。現在、種内における組み換えの存在や種内における種分化以前のゲノム多型の蓄積について解析を進めており、研究成果が大いに期待される。

最後に、野田尚宏氏（産業技術総合研究所）による次世代DNAシーケンシング技術による環境中の微生物相解析の現状と今後の展望に関するご講演をいただいた。近年のDNAシーケンシング技術の進展は目覚ましく、高速に多量の塩基配列を決定するだけでなく、特定の塩基配列を持つ核酸分子の存在量を分子レベルでカウントするという定量的解析（定量的シーケンシング）にも利用されている。これにより、環境中の各微生物分類群の相対的存在比を求めることができる。しかしながら、前処理プロセスとしてのDNA調整やライブラリー調整の過程でのエラーやバイアスの評価法、および得られた塩基配列データの品質管理手法は未だ十分に確立されていない。野田氏の講演では、次世代シーケンシングを用いた微生物相解析の現状と今後の展望に加えて、得られるシーケンスデータの品質管理手法について解説いただいた。

上記5件の講演は大変示唆に富む内容であり多くのこと学ぶことができ、大変満足のいくシンポジウムであった。昨年度も、次世代シーケンシング解析技術について同様の講演を企画し議論した。次世代シーケンシング解析技術およびその活用範囲は昨年さらに発展、深化しており、日々の情報収集の重要性を再確認した。

（北海道大学 岡部 聡）

民間企業によるバイオアッセイを用いた排水評価・ 管理に関する取り組み

バイオアッセイによる安全性評価研究委員会

本年度は、「民間企業によるバイオアッセイを用いた排水評価・管理に関する取り組み」と題して13件の依頼講演を実施した。バイオアッセイを用いた排水・環境水の評価・管理については、環境省が本格的に導入検討中であることから関心は高く、会場はほぼ満席であった。

最初の現行試験法開発までの経緯と今後の展開：鎌田典久（国環研）ほかでは、生物応答を用いた排水評価・管理の理念に始まり、環境省から3月に公表された「生物応答を用いた排水試験法（検討案）」に記載されている水生生物3種（ムレミカヅキモ、ニセネコゼミジンコ、ゼブラフィッシュ）の開発の経緯について、既存の米国環境保護庁やOECDの標準試験法等と比較して説明があった。

マニュアル案に沿った試験運用と信頼性の確保：新野竜大（三菱化学メディエンス）では、上記試験法案の詳細についての説明から、このマニュアルをもとに試験を実施するために実施機関にとって必要な排水受け入れ、生物の飼育等の受入準備、精度管理、信頼性の確保などについて、これまでの実績を元に重要な点を整理して説明があった。

2試験機関で実施した日本版WET試験結果の比較：澤井淳（いであ）ほかでは、同社と富山県立大学（楠井隆史教授ほか）による複数業種の排水の試験結果について報告があり、米国のPMSD（Percent Minimum Significant Difference）基準の利用により、一部の排水で確認された試験機関による結果の差を低減できる可能性が示された。

試験法マニュアルに基づいたWET試験実施上の留意点：松浦武（化評研）ほかでは、前年度に環境省のもとで3試験機関と国立環境研究所で実施された事業所排水を用いた検証試験結果の相違について、排水の採水、輸送、前処理、保存や、各生物の試験条件の観点から考察が試みられ、試験法案の修正に寄与したことが報告された。

（株）日曹分析センターにおける生物応答を用いた排水評価手法導入の経緯、検討結果と今後の課題：雑賀修（日曹分析センター）ほかでは、農薬や化審法の生態毒性試験のGLP機関として、試験法案に記載されているニセネコゼミジンコおよびゼブラフィッシュの試験を新たに導入する過程やその意義、実験精度の確保だけでなく、効率や採算性について民間企業の立場から言及があった。

前半の総合討論と休憩時間後には、まずWETシステム研究会の活動について：吉川裕泰（JFEテクノ）ほかにおいて、2011年5月に（株）日水コンを事務局に立ち上げられたWETシステム研究会の概要と活動内容について、会員企業の技術紹介などと合わせて紹介された。

排水の希釈方法が藻類生長阻害試験の結果に及ぼす影響：澤井淳（いであ）ほかでは、藻類生長阻害試験の試験法案にある2種類の試験溶液の調製法を比較し、栄養塩濃度が排水の毒性に及ぼす影響について報告があり、とくに金属を多く含む排水の試験において、硬度やEDTA濃度により毒性が異なる可能性が示された。

生物応答を用いた感受性試験の実施について：藤原尚美（神鋼環境ソリューション）ほかでは、水処理等の実績を有する同社が新規導入した生物応答試験のうち、ニセネコゼミジンコ繁殖阻害試験における標準物質（塩化ナトリウム等）の試験の繰り返し精度についての発表があった。

バイオアッセイに用いる小型魚類の安定供給を目的とした飼育方法の研究：水越恵理（イワキ）ほかでは、同社が開発した小型魚類飼育用の水循環装置について、従来のかげ流しの方法により飼育された魚の使用と比較した際の、ゼブラフィッシュを用いた胚・仔魚期短期毒性試験やメダカ短期繁殖試験の結果への影響や課題について報告された。

WET法による事業所排水負荷低減への取り組み：富川恵子（東洋インキ）ほかでは、同グループがCSR推進の一環として2007年から国立環境研究所と共同で実施している国内数か所の工場排水の水生生物（3種およびMicrotox試験）への影響結果と排水の毒性削減に向けた取り組み例についての紹介があった。

企業における排水評価～社内モニタリングとしての簡易評価系の検討～：大坂毅（三井化学）ほかでは、同社工場内での定期モニタリングを目的としたウキクサ生長阻害試験や、マイクロプレートを用いたゼブラフィッシュ試験の簡易法について、従来法との比較による自主点検としての使用の可能性について報告された。

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、同社が開発した遅延発光法を藻類生長阻害試験（72時間）に代わり事業所排水に適用した際、6時間という短時間でほぼ同様の感度で生長阻害が検出され、簡易試験法としての有用性が報告された。

徳島県内の民間事業所排水のTRE/TIE事例の紹介：山本裕史（徳島大）では、バイオアッセイで影響が認められた徳島県内事業所排水のTRE/TIE事例が紹介され、大学の民間企業に果たすべき役割についてコメントがあった。

活発な総合討論の後、最後に前委員長の有蘭幸司先生や西村哲治先生、楠井先生に全体総括をいただいた。

（徳島大学大学院 SAS 研究部 山本裕史）

土壤地下水汚染の研究動向と今後の展開

土壤地下水汚染研究委員会

土壤地下水汚染研究委員会セッション「土壤地下水汚染の研究動向と今後の展開」では10編の発表が行われた。

「1,4-ジオキサンの土壤中挙動と未規制土壤汚染物質の管理の考え方の検討」(森一星ほか)

平成21年に地下水環境基準値が設定された1,4-ジオキサンの土壤中における特異な挙動を従来の汚染物質と比較するとともに、土壤汚染の未然防止の観点から未規制物質管理の考え方が紹介された。

「1,4-ジオキサン汚染地下水の生物浄化に関する研究」(山本哲史ほか)

活性汚泥法などの従来型水処理法では十分な効果が得られにくい1,4-ジオキサンの生物処理技術に関するバッチ試験結果が報告された。ここでは、1,4-ジオキサン分解菌として *Pseudonocardia dioxanivorans* D17 が利用されており、重金属類やVOCsなどの共存物質が存在しても著しい分解阻害要因にはならないことが示された。「VOCを対象とした土壤加温による原位置バイオレメディエーション対策の促進」(佐藤徹朗ほか)

土壤加温によるVOCsの溶出や気化の促進、移動性の向上、および微生物分解促進の効果を現場で実証した試験結果が報告された。ここでは、土壤を60度まで加温することで、PCEやTCEの分解促進、およびcis-DCEの揮発促進により浄化効果が高まることが示された。

「岩手青森県境不法投棄現場における原位置バイオレメディエーションの浄化効果」(丸山裕嗣ほか)

原位置バイオレメディエーションによるVOCsの分解促進効果を数値解析により算定した事例が報告された。ここでは、物質毎に差はあるものの、自然減衰速度の100倍程度の分解促進効果が期待できることが示された。「発光細菌を利用した土壤汚染簡易評価手法の開発—各種汚染物質に関する急性毒性評価による土壤汚染濃度の定量化—」(杉田創ほか)

発光細菌 (*Vibrio fischeri*) を利用したバイオアッセイ試験による重金属類土壤汚染の簡易評価手法について報告された。Cd, Pb, Hg, Cr⁶⁺, As, SeおよびBに対しては土壤含有量基準値に基づく土壤汚染のスクリーニングに利用できること、さらにBを除いた6物質に対しては各濃度と急性毒性との間に相関のあることが示された。

「放射性セシウム含有土壤の原位置湿式分級洗浄効果と浄化土溶出特性について」(田中真弓ほか)

細粒土に比較的高濃度、粗粒土に低濃度に付着する放射性Csの特性を利用した湿式分級洗浄試験の現場実

証試験結果が報告された。また、分級によりCs濃度が3,000 Bq・kg⁻¹程度になった土壤をセメント改良土とした場合のCs溶出試験も実施され、未改良土と同等以下の溶出量に抑えられることが示された。

「琉球石灰岩における地下水中の窒素成分の自然浄化システムの解明—農村環境と海洋環境の調和を目指して—」(安元純ほか)

琉球石灰岩帯水層における脱窒過程を解明するために実施された水質モニタリングの結果が報告された。ここでは、地下ダム堤体直上や断層に比較的近い地点において、滞留することにより地下水が還元的な環境となって脱窒作用が生じている可能性が指摘された。

「油汚染問題の自主的な原位置浄化対策における考え方」(田中宏幸ほか)

油による土壤汚染に対して、油分濃度と環境リスクや油臭との関係、および対策実施上の課題について報告された。ここでは、油臭が4以上になると油臭と油分濃度の相関が小さくなること、原位置浄化の目標を油臭や油膜とした場合には対策が長期化する可能性があるなど、油汚染特有の課題が指摘された。

「地下水汚染のリスク管理濃度の設定手法と汚染現場への適用」(藤長愛一郎ほか)

塩素化エチレン類による地下水汚染を対象に、リスク評価に基づいて土地使用条件ごとに管理濃度を設定する方法が紹介された。また、移流分散に微生物分解を考慮した式に吸着後の濃度減少を考慮した式を組み合わせた新たな濃度予測式も提案された。

「持続可能な土壤汚染浄化を目指す sustainable remediation の概念と評価事例」(保高徹生ほか)

重金属汚染土壤を対象とした Sustainable Remediation における外部環境負荷をLIME2で評価した事例が報告された。ここでは、外部環境負荷コストは主に人健康影響と社会資産が大きく、とくに人健康影響のインベントリの中でPM10とCO₂の寄与が大きいことが指摘された。

3年前に開催した前回(第13回)は地下水環境基準項目の追加・変更や土壤汚染対策法の改正が行われた直後であったが、その後も水質汚濁防止法の一部改正(地下浸透規制)が行われ、さらに放射性物質による土壤地下水汚染といった新しい問題も発生した。このように土壤地下水汚染問題は現在もめまぐるしく変化しており、これからも本シンポジウムをとおして最新情報を発信していきたい。

(和歌山大学 江種伸之)

アジア-太平洋地域における生活関連化学物質に関する 環境研究の現状

水環境と洗剤研究委員会

今年度のセッションは「アジア-太平洋地域における生活関連化学物質に関する環境研究の現状」と題し、アジア地域をフィールドとして活動している研究者に加え、中国・インドネシアから研究者を招き、生活関連化学物質研究の現状と課題、今後の展望について講演および討論を行った。ここ数年のシンポジウムでは、我々の身の回りに存在し日常生活で触れる機会のある多種多様な化学物質を「生活関連化学物質」と定義し、主に環境研究の視点から議論してきた。これまでのシンポジウムでは、生活関連化学物質に関する最新の研究知見について、委員会の内外を問わず国内で活躍する研究者を中心に、講演と討論を展開した。今年度は、近年経済発展の著しいアジア-太平洋地域に着目し、中国・韓国・インドネシア・バングラデシュ・フィリピンなどの研究事例を概観した。この地域では、産業・経済の急成長に比して排水・廃棄物の処理や汚染防止対策の遅れの目立つことが多く、水環境における生活関連化学物質研究の最新知見を共有することで、将来的な共同研究や新興国における国際貢献の可能性について議論することを目指した。

まず、招待講演として上海交通大学から張振家教授と呉徳意教授をお招きし、中国の水環境を取り巻く行政や研究の現状についてご講演いただいた。張先生からは、生活排水処理の現状と課題について、リン除去や汚泥処理など技術的な問題や排水処理施設の規模や効率、耐久性など運用面での問題について、豊富な現地写真とともに大変分かりやすく紹介していただいた。また、呉先生からは、中国におけるPPCPsの生産量や市場規模の推移に関する統計データ、および下水処理過程での除去率と河川水中濃度・検出事例等について、最新のデータを交えながらお話しいただいた。お二人の講演は最新の知見とともに概要や背景についても分かりやすく紹介していただくと同時に、欧米の学会等で中国人研究者があまり触れない、中国の環境や行政の実情について率直にお話しされており、非常に興味深く聴くことができた。

後半の9題はアジア地域を軸に研究展開する日本人研究者とインドネシア人留学生による一般講演を行った。愛媛大の田上さんからは、魚類血漿中のPPCPs分析開発と試料への適用についてご発表いただいた。生体組織などの高マトリクス試料から極性物質を検出するには夾雑物の除去や定量方法に工夫が必要であり、適用範囲の広い分析法が確立された。京大の中田さんは、これまでに中国・韓国・バングラデシュなどのアジア諸国やイギリスの河川・下水処理施設等で調査を実施しており、各

国のPPCPs濃度レベルを日本国内のデータと比較しながら報告していただいた。各国の下水処理施設の整備状況や処理効率が河川水中濃度に反映されており、大変興味深い結果が得られていた。花王の田川さん・鈴木さんからは、中国の都市河川における界面活性剤(LAS, AE)の濃度レベルやリスク評価、環境水を用いた分解試験などの結果についてご紹介いただいた。メーカーサイドから、環境レベルや暴露リスクの低減といった汚染防止対策に貢献する研究成果が発表されたことは、本セッションの意味や意義を高めたと考えられる。磯部からは、魚類中のリン酸エステル系難燃剤の分析法開発とマニラ湾の魚介類を対象としたヒトの暴露評価について報告した。インドネシア人留学生のAdiさんは、ジャカルタ湾の堆積物・魚類における重金属・微量元素のモニタリング結果について報告した。スイスETHの三小田さんは、いくつかのUV吸収剤の海水中レベルに海水浴が寄与していることを明らかにし、その時間変動について考察した。花王の山根さんは、途上国等の地理的・水理学的情報の乏しい地域でも河川流量や化学物質の動態予測に適用可能な数理モデルを紹介していただいた。このモデルに、他の研究グループのモニタリング結果をあわせることで、お互いの研究を高度化する可能性を垣間みた。最後に、ライオンの臼井さんから、フラスコサイズのマイクロコズムを活用したASの影響評価についてお話しいただいた。本法により、複数の生物種から構成される生態系の毒性試験をベンチスケールで行うことができ、生態影響評価を比較的簡便に実施可能という点で価値が高い。

今回のシンポジウムでは、学生や若手研究者からも発表があり、ここ数年のセッションと同様に将来を嘱望される若手と実績のある中堅研究者の交流という観点でも貴重な場を提供している。また、メーカーサイドからも複数の演題を提供していただき、大変有意義なディスカッションの場になったと思う。このように、大学・研究所の研究者・学生だけでなく、異なる立場からの参加・発表を加えることで複数の視点から議論した。これは他の委員会ではなかなか見られないことであり、本委員会の独自性や存在意義を再認識することとなった。本委員会では、生活関連化学物質について環境挙動やリスク評価などの観点から議論や意見交換の場の提供を目指しており、今後も分野横断的なシンポジウムを開催していきたい。

(愛媛大学 磯部友彦)

水中健康関連微生物のモニタリング，リスク評価，対策の最前線

水中の健康関連微生物研究委員会

本セッションでは、水系感染症をはじめ、健康関連微生物のモニタリング、リスク評価および対策に関する研究発表および討論会を実施することを目的として行われた。昨年度同様に、関連分野の研究を一般公募により募り、処理技術に関する研究発表（3件）、病原微生物の検出技術に関する研究発表（2件）、河川水中の病原微生物のモニタリングに関する研究発表（3件）、リスク評価等の評価技術に関する研究発表（2件）の計10件の一般講演が行われた。本年度も約50名を超える聴講者が集まり、本テーマへの注目の高さが伺えた。以下に講演概要を示す。

処理技術に関する研究発表（3件）

1. 凝集処理における異なる pH 条件下でのバクテリオファージ MS2 の挙動（李 善太（京大）ほか）
指標ウイルスとして MS2 を用い、培養法と遺伝子定量法による異なる濃度測定手法を用いた際の除去特性を評価した。凝集体の形成あるいは凝集剤の不活化により、定量方法の差違が生じた可能性が示された。
2. 被害下水処理場での健康関連微生物の塩素消毒による不活化率の推定と代替方法による効果の比較（朴 耿洙（京大）ほか）
災害時における下水処理場での対策技術として、既存の塩素消毒ならびに代替方法による病原微生物の不活化効果を検討した。ウイルスの不活化には、オゾン、紫外線が有効的であったことが示された。
3. 東日本大震災後の段階的復旧にともなう下水処理効率の回復状況（真砂佳史（東北大）ほか）
被災した宮城県内の4浄化センターを対象に、処理場の復旧状況と復旧に伴う下水処理水効率の状況について調査検討した。復旧状況によらず微生物の除去率は、指標細菌で 4.3~5.8 Log であった。大腸菌ファージ、ウイルスは 0.2~2.0 Log と塩素に対する耐性が高いことが示された。

病原微生物の検出技術に関する研究発表（2件）

1. 次世代シーケンサーを用いた下水処理場における薬剤耐性遺伝子の網羅的検出（井原 賢（京大）ほか）
下水処理場における、薬剤耐性遺伝子の検出を目的に、次世代シーケンサーを用い網羅的検出により検討を行った結果、下水からは 111 種類の薬剤耐性遺伝子が検出され、下水処理によるバクテリアの除去により、薬剤耐性遺伝子が除去されている可能性が示された。
2. 病原体同時多検出・定量法による灌漑用水のリスク評価（石井 聡（北大）ほか）
マイクロ流体工学に基づく定量的 PCR を応用した、複数の病原微生物を同時一斉に検出・定量する手法（SimPath qPCR 法）を用い、環境水に適用し、灌漑用水のリスク評価を試みた。通常の qPCR 法と比較し、Simpath qPCR 法の定量値は、高い相関があった。

本手法は、灌漑用水以外の環境水や飲料水等のリスク評価にも適用が可能な技術であることが示された。河川水中の病原微生物のモニタリングに関する研究発表（3件）

1. 障害調整生存年数推定を目的とした河川水中の *Campylobacter jejuni* の実態把握（浅田安廣（京大）ほか）
水道原水中でのギラン・バレー症候群（GBS）発症関連菌株の実態把握を行い、発症リスクの有無を検討した結果、飲料水曝露後の *C. Jejuni* が引き起こす疾病の中に GBS 発症のリスクが存在する可能性が考えられた。
2. 東京都奥多摩地方の河川水浴場における腸管系ウイルス及び指標微生物の存在実態（端 昭彦（東大）ほか）
奥多摩周辺の親水利用（遊泳）されている河川を対象に、微生物濃度変動の追跡を行った。一部の地点で、サポウイルス、エンテロウイルスが検出され、遊泳によるウイルス感染が懸念される結果であった。
3. 中国と日本における環境水中のノロウイルス濃度の実態把握（安井宣仁（土木研）ほか）
中国と日本における環境水中の Norovirus 濃度の実態把握を行った結果、中国と日本では濃度が大きく異なり、中国では多くの河川で人由来の汚水が河川水中に混入している可能性が示された。

リスク評価等の評価技術に関する研究発表（2件）

1. 陰性サンプルを含む定量データに基づいた水中ウイルス濃度分布の推定（佐野大輔（北大）ほか）
水中の病原ウイルス濃度の確率密度分布を十分な精度で推定するための手法を開発した。ベイズ推定による事後予測分布を得るには、総数 12~48 のサンプル場合、8 個以上の陽性サンプルが必要であることが示された。
2. 水中の衛生リスク指標微生物の評価に関する国内外の最新動向（稲葉愛美（東大）ほか）
本講演は、国内外で用いられている指標微生物の紹介ならびに、ウイルス指標の候補として、その特徴と選択の可能性について示された。それぞれの評価に適した指標を見つけ選択することが重要であることが示された。

総合討論（座長：京都大学 田中宏明）

セッション最後に総合討論として、委員長の田中宏明先生より現状の課題提起と今後の解決策の提案等を議題に総合討論が行われた。また、大腸菌数に係る基準値案の検討の基本的な考え方（環境省 FY2012）、および下水再生水の国際規格づくりの動きに関しての情報提供がなされた。

（土木研究所 安井宣仁）

湿地・沿岸域を流域から考える

湿地・沿岸域研究委員会

「湿地・沿岸域を流域から考える」をテーマに合計17件の口頭発表と1件の特別講演が行われ活発な討議がなされた。

午前には、「製鋼スラグと浚渫土により造成した干潟・藻場生態系内の物質フローと生態系評価」に関する6件の発表が行われた。塚崎（産総研）らは「製鋼スラグと浚渫土の混合土壌における栄養塩の動態」を発表し、リンなどの動態にpHが影響していることが報告された。中里（産総研）らは「製鋼スラグ-浚渫土混合土壌を底質とした海水槽実験環境における金属成分の動態解明」を発表し、スラグの添加による浚渫土からのカルシウム、マグネシウム、鉄の溶出抑制効果を報告した。奥田（広島大）らは「海水中における鉄鋼スラグの固化反応と浚渫土添加の影響」を発表し、スラグの固化に関する物質の挙動を報告した。谷本（産総研）らは「製鋼スラグと浚渫土の混合土壌によるアマモ水槽実験」を発表し、スラグに浚渫土を混合することにより移植初期からアマモの生育が良好であったと報告した。水生植物の生育と基盤土壌の栄養塩の関係では、移植直後や2年目までと3年目以降で異なる傾向を示すことも報告されており、継続的な観察結果の報告が望まれる。山田（産総研）らは「製鋼スラグと浚渫土で造成したアマモ場土壌中の細菌叢」を発表し、アンモニア濃度の上昇などから細菌の代謝活性が物質フローに関与していた可能性を示唆した。中井（広島大）らは「製鋼スラグと浚渫土の混合土壌に出現した底生生物群集」を発表し、スラグには異なる底生生物相が形成されることが報告された。会場からは、「初期の想定が継続していなかったのでは」「砂の移動や勾配の設定が実際を反映していないのでは」などの質問があり、実験系の設定の重要さと現地調査の重要さについての議論が活発になされた。

藤井（米子高専）らは「製鋼スラグと浚渫土の混合材による干潟造成時の底質微生物叢解析」を発表し、実海水を用いた波と干満を再現したマイクロコズム試験の1年間の微生物群集構造を報告した。山西（宇部高専）らは「鉄鋼スラグを活用した人工アマモ場代替砂の開発」を発表し、アマモの根の活着力をデジタルフォースメーターを用いて計測した結果を報告した。会場からは、「実際のアマモ場では根が絡み合って生育しているため本試験系では評価は難しいのではないか」「根が張るのにかかる時間は実験系でどのように表すのか」との指摘があり、今後の試験系の進展に有意義な議論となった。村上（千葉工大）らは「谷津干潟における流域環境要因の連

鎖関係」を発表し、環境の変化と2006年以降の越冬によるアオサの大繁茂について報告した。

午後には、赤松（山口大）に特別講演「島嶼地域の流域研における赤土・栄養塩動態」を行っていただいた。沖縄本島や石垣島におけるマングローブの潜在的生息地の予測モデルを開発し、石垣島では70.8%のモデル適合率を得たと発表され、今後の展開が益々期待される内容であった。

戸館（新潟薬大）らは「沿岸域への栄養塩類供給源としての源流域研究」を発表し、集水域に民家が1軒（別荘）の流域における栄養塩の流出フラックス等の貴重なデータを報告した。山本（山口大）らは「熱帯泥炭地における森林の伐採が栄養塩濃度に与える影響」を発表し、インドネシアにおける開発泥炭地と熱帯泥炭林の水質を比較し、泥炭が生物分解されて溶存態リンが地下水中に溶出していると考察した。田中（京都大）らは「ヨシ茎付着生物膜への多環芳香族炭化水素類の吸着効果の検討」を発表し、15種類のPAHsがヨシ茎付着生物膜に吸着し高分子で疎水性の強い物質ほど反応速度が速いことが示された。辻（京都大）らは「北上川ヨシ群落内植生に及ぼす水位および地盤高の影響調査」を発表し、震災により河口部0~9 kmでは、約67のヨシ群落が消失したことを示した。石田（広島大）らは「太田川-広島湾流域圏における溶存鉄と溶存有機物の分布」を発表し、窒素・リンのみではなく流域からの鉄の供給についての予備調査結果が紹介された。浅岡（広島大）らは「大阪湾と広島湾における底泥間隙水の硫化物イオン濃度の比較」を発表し、大阪湾北部の底質は、硫化物イオンにより生物が生息しにくい環境になっていると報告された。伊達（米子高専）らは「中海周辺河川における水質の長期変動」を発表した。会場から、「宍道湖から供給される有機物は内部生産の影響から他の河川からの供給有機物とは異なるのではないか」との指摘がなされた。日野（米子高専）らは「中海における水質の長期変動」を発表し、中海の一部干拓と堤防による流れの変化および水温の上昇傾向などが近年のアオコ発生の要因ではないかと推測した。

一日を通じて、改めて日本各地（インドネシアもありました）のいろいろな湿地・沿岸域に関する多くの研究課題をみなさまと共有できた秋の素敵な時間であったと感じました。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）

流域管理に向けたノンポイント汚染研究の動向と展開

ノンポイント汚染研究委員会

本年度は「流域管理に向けたノンポイント汚染研究の動向と展開」と題し、9件の研究発表と総合討論が行われた。参加者は35名であった。以下に各講演の概要を示す。

(1) 河川上流域への酸性沈着物・海塩負荷の水質影響の地形・方位分布特性 (摂南大 海老瀬潜一)

バックグラウンド負荷の地形・方位分布特性の把握のため、放射状の流下形状を有する渓流水質の調査を実施した。屋久島や大山などの円錐形状孤立高山では、西側で SO_4^{2-} の濃度が高い傾向にあったが、火山成因の山系では西側以外で高くなるがあった。また海塩の影響により西側でCl濃度が高い傾向が見られた。

(2) 釜房ダム集水域における降雨が水道原水の濁度に与える影響の解析 (国保医科院 秋葉道宏ら)

気候変動による豪雨の増加により、水道原水への影響が生じている。2006年から2012年に釜房ダム貯水池で見られた豪雨・高濁度イベントの関係を解析した。最大濁度は集水域の日最大降水量によって概ね表現できたが、集水域内のより詳細な降水データを用いることによりその相関性が高くなった。ただし豪雨によっては前のイベントの影響を受けたものも見られた。

(3) クリーニングクroppとしてのレモンガラスの適用性～ポット試験による評価～ (高知大 VU THI NGOC DIEP ら)

ポットを用いた栽培・湛水試験により、飼料用トウモロコシと比較して商品価値の高いレモンガラスのクリーニング効果、すなわち窒素吸収や硝酸態窒素溶脱抑制、 N_2O 放出抑制の効果をみた。レモンガラスによるクリーニング効果は飼料用トウモロコシよりも低かったが、水域での植生浄化よりも抑制効果は高く、有効な対策と考えられた。

(4) 釧路湿原温根内地域の地下水水質の分布特性 (岡山大 永禮英明ら)

釧路湿原のハンノキ繁茂面積の増大が問題となっている。要因の一つとして地下の栄養状態の変化が指摘されており、地下水水質と植生との関係について検討した。温根内地域の地下水水質は平面・鉛直方向で差が大きく、また同じ表層植生でも水質が大きく異なる場合があり、水質と植生の明確な関係は見られなかった。

(5) 自然環境破壊とノンポイント汚染問題－釧路湿原と泥炭湿地林の調査から－ (水圏環境科学研 橘 治国ら)

湿地環境の変化とその原因等について考察するため、釧路湿原とインドネシアカリマンタン熱帯泥炭湿地林の調査結果を比較した。釧路湿原では農業活動の影響か地下30-40mの層に高いリン濃度の層があり、地下で長期間滞留している層と考えられた。カリマンタン泥炭湿地林では低層部でも濃度が低く、植生が基盤土壌から栄

養を吸収している可能性が考えられた。

(6) 日本全国の幹線道路の路面堆積物に含まれるPAHsとその影響因子 (広島大 尾崎則篤ら)

日本全国の幹線道路の路面堆積物を広範に調査し、PAHsの地点間の差異やその要因の分析を行った。その結果、PAHsの含有量は $57\sim 6,030\text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ と幅があったが、分画パターンは類似していた。交通量や混雑度との関係はみられなかったが、IL(強熱減量)との関連は高いことが分かった。

(7) 浸透工法によるノンポイント汚染制御研究の事例と課題 (宮城大 原田茂樹ら)

浸透工法を用いた市街地からの重金属流出の抑制と、森林域からのセシウム流出の抑制について、実験、調査、シミュレーションにより検討を行った。鉛、亜鉛、銅の溶液組成をかえて吸着実験を実施したが、溶液組成の違いが吸着率に差を与えたとはいえなかった。また、ポーラスコンクリート通過水の挙動や貯留池をつくったときのセシウムの捕捉についてもInfoworksによるシミュレーションを行った。

(8) 手賀沼底質における深度別放射性セシウム濃度 (千葉県・環研セ 中田利明ら)

手賀沼底質・水質における放射性セシウムの動態を把握した。底質は湖内4ヵ所でコアサンプラーによって調査した。最深では30~35cmの層まで確認され、 $20,000\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 程度の地点もみられたが、地点により傾向は異なっていた。流域からの流入やSSの沈降・巻き上げが底質の放射性セシウム濃度に影響している可能性が示唆された。

(9) 大堀川における放射性セシウムの固液分配と長期変動 (東京大 村上道夫ら)

大堀川を対象に、懸濁態および溶存態の放射性セシウムを調査し、固液分配や長期変動を解析した。セシウム濃度は減少傾向にあるが、降雨時には懸濁態濃度が上昇した。分配係数は晴天時で $32,000\text{ L}\cdot\text{kg}^{-1}$ でほぼ一定だったが、雨天時はそれよりも高かった。流出負荷の73%が懸濁態であり、10ヵ月間の総流出量は沈着量の0.2%であった。

「総合討論」では、古米弘明委員長よりモデルに活用できるモニタリングやデータ整理のあり方について問題提起がなされた。汚濁負荷算定において、モデルとあわせて原単位も必要だが、経年変化やばらつきを合わせて示していくことが重要であるといった意見や、モデルに合わせた観測方法の工夫が必要といった意見が出された。その上で委員会としては、サイエンスとして成果を出していくのと合わせて、望ましい水環境を実現するためにノンポイント対策がどうあるべきかを発信していくべきとのまとめがなされた。

(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 佐藤祐一)

健全な水環境と水循環の創造のための膜技術展開

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11回目となった。新たなスタートを切るべく、例年開催していた後半のパネルディスカッションを、「膜のポテンシャル」と題した8件のセッションに変更し、開催した。

前半については、今回も例年同様、口頭発表5件による通常セッションを行い、2部構成で行った。

1. 通常セッション (前半)

座長：大西真人 (日立製作所)

①「様々な水質に対するポリアミド系逆浸透膜の次亜塩素酸耐性について」大野正貴 (広島大学)：Na イオンおよび Ca イオンに起因するポリアミド膜の劣化現象が報告された。

②「釧路川流域における溶存有機物のファウリング能とその挙動」邑上泰平 (広島大学)：セラミック膜を用いて実験を行った結果、釧路川流域における膜のファウラントとして、タンパク質が影響していることが報告された。

③「農業用水のための膜利用下水再生システム」小林憲太郎 (東レ)：農業用水用途の再利用を検討した結果、UF+UV システムが処理コスト・信頼性の観点から有効な手段の一つである報告された。

④「平膜を用いた MBR による廃水再利用」森田優香子 (クボタ)：MBR による廃水再利用状況の報告と実稼動施設の処理の安定性について報告された。薬品洗浄頻度や膜交換についての調査も報告された。

⑤「水道原水におけるファウリングポテンシャル発現物質に関する一考察」貝谷吉英 (水 ing)：膜ファウリング物質として、UV260 発現性物質およびファウリングポテンシャルの関係性について報告された。各原水で挙動が異なるため、2つの指標に強い関連性は無いが、1つの河川に着目した場合、或る程度の予想が可能であることが報告された。

2. 特別セッション「膜のポテンシャル」

座長：須田康司 (水 ing)

「膜」の普及が思うようには伸びていない国内の実情がある中、上水・下水に限らない様々な分野で、膜の「ポテンシャル」に注目した技術・導入事例を、本セッションにて紹介した。国内・海外を問わず、再生水や東京湾

の水質改善シミュレーションなど、非常に幅広い分野の報告がされ、最後に山村寛 (中央大) 助教による総括をいただいた。

① MBR 導入による東京湾水質改善効果の試算

木村克輝 (北海道大学)

- ・関東エリアで、MBR を導入した際の、東京湾における COD、BOD 等の水質指標の挙動について報告された。

② 水道配水管内の水質に及ぼす膜処理の影響

長岡 裕 (東京都市大学)

- ・水道配水管内の堆積物の実態と、膜ろ過を導入した場合の効果について報告された。

③ 膜技術を利用した水再利用ビジネスと国際標準化

大熊那夫紀 (造水促進センター)

- ・ドバイの水ビジネスモデルの紹介と、今後の日本の技術力を生かした道筋について報告された。

④ MBR と RO を組み合わせた産業排水再利用システムによる ZLD 事例の紹介

藤井 渉 (三菱レイヨン)

- ・中国民間工場における排水を出さないシステムについて報告された。

⑤ 空調室外機 RO 純水散水システム

石井 秀 (ダイセン・メンブレン)

- ・室外機の冷却用水に RO 処理水を使用した際の、アルミフィンの腐食防止の効果や、実施施設の運用事例などが報告された。

⑥ 屋外型膜ろ過浄水施設

阿瀬智暢 (膜分離技術振興協会)

- ・土木構造物を使用しない膜ろ過浄水場の実例と、施設整備のための枠組み等が紹介された。

⑦ モルディブにおける海洋深層水多段利用モデル

鈴木浩二 (日立製作所)

- ・海洋深層水の特徴と RO への適用に関するプロジェクトについて報告された。

総括：膜を用いた水処理技術の展望

山村 寛 (中央大学)

- ・MBR を使った省エネルギー型の膜ろ過技術の紹介と、今後の膜戦略について報告された。

(水 ing 株式会社 須田康司)

無水銀光源と新規対象物質

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「無水銀光源と新規対象物質」と題し、水銀フリー UV 光源による水処理への検討と OH ラジカルによる新規対象物質の分解特性について話題提供がなされた。初めに本研究委員会の神子委員長（立命館大・理工）より、「近い未来ではなく、今後の技術についての議論（例えば波長が変わる事での特徴・意義）を活発に行って欲しい」と本シンポジウムの趣旨説明がなされ、その後7件の口頭発表および総合討論が行われた。以下に各講演の概要を記す。

1. 口頭発表

「水銀フリー UV 光源の提案と波長の効果」小林伸次（東芝）からは、波長 282 nm が主波長として発光するエキシマランプを使った微生物の不活化効果について、低圧水銀ランプによる効果と比較検討した結果が報告された。紫外線の波長が 282 nm であるため、その照度の測定法について議論がなされた。

「 Fe^{2+} を添加した系における H_2O_2 の 222 nm UV 光分解に関する基礎的検討」小尾口達貴（立命館大）からは、紫外線と H_2O_2 を併用した酸化処理手法である促進酸化処理における Fe^{2+} を添加したフォトフェントン反応について、通常用いられる 254 nm とエキシマランプにより発光する 222 nm の紫外線とで、 H_2O_2 減少量の違いを指標とした波長の効果の比較検討を行った結果が報告された。実用化された場合の使用方法やラジカルと UV との反応についての質問があり、それについて議論がなされた。

「222 nm UV による硝酸の亜硝酸への還元に関する実験的検討」二階堂敏博（立命館大）からは、水道水中の規制対象物質である亜硝酸態窒素について、紫外線照射による影響を検討し、波長 254 nm と波長 222 nm の紫外線を照射した時の亜硝酸態窒素の生成量についての結果を報告した。pH の違いや有機物の有無により生成量に変化するため検討が必要であるとの意見や実際は残留塩素の効果で亜硝酸態窒素は硝酸態窒素へ酸化されるはずとの意見が出された。

「紫外発光ダイオードを利用した水の消毒：研究動向と将来展望」小熊久美子（東京大）は、UV-LED の世界の研究動向をまとめて報告すると共に実用化を想定した装置による大腸菌の不活化効果実験の結果を報

告した。また、将来動向として、開発途上国での POU (Point-of-Use) 装置など新規用途での展開の可能性について期待を述べた。

「光触媒による水の構造変化に関する研究」奈良松範（諏訪東京理科大）からは、マグネタイト粒子に固定化させ、磁石により容易に分離できる光触媒を製作し、その光触媒と波長 365 nm の UV 光源により大腸菌の不活化実験を行った結果、光触媒の回収率の高さと大腸菌の光回復が見られなかった事が報告された。また、光触媒への無機物の付着による性能低下について質問があったが、1年間使用しても性能は 20% しか低下しなかったため、実用上も問題ないとの見解が出された。

「酸化チタン・ゼオライトシートを搭載した回転円板装置によるスルファメタジンの除去機構」伊藤美早紀（高知大）からは、酸化チタンと高シリカ型ゼオライトの複合シートを使った回転円板型装置に波長 365 nm の UV 光源を照射させ、合成抗菌剤であるスルファメタジンの分解特性について分解挙動の追跡も含めた報告があった。実規模で想定している装置の大きさや光触媒担持シートへの生物膜の生成についての議論がなされた。

「紫外線 / 過酸化水素処理のモデル化を通じた HO ラジカルの反応に関する検討」水野忠雄（京都大）からは、紫外線と過酸化水素を用いた促進酸化処理における HO ラジカルの反応についてプローブ物質（バラクロロ安息香酸）の分解実験を行い、モデル化を通じて検討を行った結果が報告された。ラジカル反応を理解する上でラジカルスカベンジャーの少ない条件での結果を用いた評価が重要であるとのまとめがなされた。

2. 「総合討論」

口頭発表終了後「総合討論」が行われ、新規光源の使用方法やその供給・コスト等、実用化への可能性について議論があった。また、無水銀光源として報告されたエキシマランプや UV-LED の発光波長と水銀ランプから発光する 254 nm との比較において、微生物の不活化効果について違いが生じたが、この点については照度の測定方法の違いが影響している可能性があり、新光源は波長が現状水銀ランプの 254 nm とは異なるため、その照度の測定方法につい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）

産業排水処理・回収における技術動向と課題

産業排水の処理・回収技術研究委員会

本研究委員会では「産業排水処理・回収における技術動向と課題」をテーマとし、2件の招待講演と13件の一般講演を行った。昨今の産業排水処理においては排水を用水に再利用するニーズが増えており、一般講演においても、従来の中心技術である排水や汚泥処理に加えて排水の用水化に関する技術開発トピックが多いことが今回の特徴であった。

最初の招待講演は、日東電工(株)の新谷卓司氏より「RO膜技術の動向と課題」と題して、脱塩市場の動向、水処理用分離膜の概要、RO膜エレメント構造とRO膜技術の進歩、最新海水淡水化RO膜技術の稼働状況、ならびに都市下水高品位再生利用の事例としてシンガポールのNEWater Projectについてご紹介いただいた。用水の消費が世界で増えることに伴い、最近では海水が脱塩の市場に占める比率が約60%を占めるようになった。これに伴いRO膜の性能が急激に進歩してきた。開発の着眼点は塩分の阻止率を高めることと透過水量を高めることのRO膜の特性として相反する要求に対応するものであり、現在では2000年頃と比較して透過水量が倍増し、透過水の塩濃度も半減するようになった。性能が向上した理由は、透過反応の場となるスキン層をひだ状に整形することでRO膜モジュールあたりの有効比表面積を増やすとともに、スキン層ポリマー分子構造の最適化を進めたことによる。システムにおいては、高压で運転するRO膜プロセスから残余の圧力を回収する省エネルギーモジュールの設置をはじめ、様々な前処理・後処理が工夫されている。今後は海水の淡水化と都市下水の高品位再生水化の統合的な検討が焦点になると予測されている。

次の招待講演は、東レ(株)の高島寛生氏より「海淡・下水再利用統合システム(ウォータープラザ)の実証」と題して、官民協力の下、海外に水処理システムを展開するための研究事業についてご紹介いただいた。ウォータープラザは、海外水循環ソリューション技術組合(GWSTA)とNEDOによって民間企業3社が北九州市に建設したもので、海水の淡水化と下水処理水の再生水化の両方が検討できるようになっている。下水はMBRによって処理され、その濾液がRO膜モジュールで脱塩される。このブラインとUF膜で濾過された海水が混合されてRO膜によって更なる脱塩水が得られる。この生産水は隣接する九州電力のボイラー水に利用される。RO膜の分野においては、バイオフィアリング(BF)の低減化が高透過水量を得るために必須な研究課題であり、本研究事業においてはBFのポテンシャルを迅速に

判断するラボ評価装置の検討もおこなわれている。興味深いことに、下水処理水のRO膜処理で得られるブラインと海水のUF処理水を混合すると、BFのポテンシャルが増加することが実験的に示された。このことは、BFを阻止するための殺菌剤注入法について、新たなノウハウが生まれる可能性があることを示している。

オルガノ(株)の國東氏は、処理速度が従来よりも4倍以上となる高速加圧浮上装置を開発し、液晶工場への導入事例に関する報告をされた。前澤工業(株)の赤澤氏は、MIEX[®]を用いた処理プロセスの製紙工場排水への適用事例、および下水二次処理水への適用事例について紹介された。栗田工業(株)の東氏は、中国における水再生を目的に、膜前処理として凝集処理を実施した場合のMF膜のろ過性能への影響評価を実施した結果を報告された。同じく東氏は(清華大学胡氏の代理)、中国の4か所の再生水工場を選定し、下水処理水の水質特性を調査した結果を報告された。メタウォーター(株)の國谷氏は、建設現場で発生する濁水を対象とした膜ろ過方式の処理システムを開発し、実証試験を行った結果を報告された。大阪産大の魏氏は、水処理汚泥や焼却灰からシウ酸でセシウムを抽出し、フェロシアン化物による共沈による除去効果について報告された。東洋大の大竹氏は、下水処理向けの低温硝化に関して、包括固定化活性汚泥担体と生物膜充填材を用いた処理試験の結果を報告された。東洋大の鈴木氏は、生物膜担体を用いたリン除去活性の挙動および発現について、基礎的な検討を行った結果を報告された。近畿大の緒方氏は富栄養化防止およびリン再資源化を目的に、ポリエチレンテレフタレートを使用して創製したペーマイトのリン酸吸着能について基礎的な検討を行った結果を報告された。独農環研の股氏は、水底に沈んで迅速に分散可能な錠剤型の微粉末活性炭を開発し、その有効性に関して報告された。(株)日立製作所の佐野氏は、凝集磁気分離技術と活性炭吸着を併用した随伴水処理システムにおいて、汚泥の減容化と使用済み活性炭の再生を目的とした有機溶媒を用いた新規技術に関する報告をされた。水ing(株)の西井氏は、コンパクト、低コスト、エネルギー効率の高い汚泥消化法として、高濃度汚泥消化法について有効性を検証しており、下水処理場に設置したパイロットプラントの実証試験結果について報告された。住友重機械エンバイロメント(株)の三井氏は、界面高さの維持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、装置概要と実証試験の結果を報告された。

(北九州市大 安井英斉, 水ing(株) 島村和彰)

ライフサイクルアセスメントにおける水環境への影響評価の考え方

システム解析研究委員会

1. はじめに

本委員会は平成 24 年度に立ち上げられたため、シンポジウムには初参加であった。

はじめに、栗栖委員長によって当委員会の設立経緯や本セッションの趣旨説明が行われた。その後、特別講演として、産総研の本下氏からライフサイクルアセスメント（以下、LCA）における水資源との関わり（とくに量的評価）について、また東京大学の中谷氏に、LCA の枠組みにおける水質に関する影響評価（質的評価）についてご講演いただいた。

2. 招待講演内容

2.1 ライフサイクルアセスメントにおける水資源消費に関わる影響の取り扱いと評価手法の現状

（独立行政法人産業技術総合研究所 本下晶晴氏）

ライフサイクルアセスメントとは、評価対象となる製品やシステムに関連する調達から製造、組み立て、使用、廃棄など対象製品やシステムの一生を通じた分析を行うことであり、製品やシステムを個別のプロセスではなく俯瞰的に捉え、関連する影響を定量評価するため「手法」である。歴史的にはコココーラ社のリターナブル飲料容器のエネルギー分析が最初だとされている。そのため、エネルギー消費分析に始まり、関連する環境影響を中心に評価手法として開発が進んだ。水環境に関わる影響を考えた場合、富栄養化や化学物質による水系汚染等の主に「質的」な側面から環境影響評価手法開発が始まり、資源として水を「量的」な側面から捉えた影響評価は行われなかった。一方で貿易を通じた製品の移動に隠れた水資源の消費に注目が集まり、ライフサイクルを通じた水資源に関わる影響を算定するウォーターフットプリント（以下、WF）が注目されている。

評価のステップを単純化すると、全プロセスの水資源消費量の算定、影響評価係数を乗じた影響評価となる。この影響評価では、単位量の水の消費による潜在的影響を係数化する手法が様々提案されている。その評価ステップはミッドポイント（物理的な自然現象の変化）とエンドポイント（環境の具体的な被害）である。

WF を含めた多面的な分析、評価によって評価対象に関わる環境側面の全体像を捉える”手法”として有用だと考える。今後は詳細な評価と組み合わせることで、より現実的な評価や対策の検討に役立つと期待している。

2.2 ライフサイクルアセスメントにおける水質汚濁の影響評価とウォーターフットプリントへの統合可能性

（東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 中谷 隼氏）

1990 年代前半から欧州を中心に様々なライフサイク

ル影響評価（LCIA）の手法の開発が進められてきた。一方、WF の評価の枠組みにおいて、水質汚濁の影響を考慮し、水資源の消費による影響と統合的に評価するための議論が高まっている。だが、地域依存性の観点から、水資源消費の影響と統合的可能性は手法ごとの検討が必要となる。そのため、富栄養化の特性化モデルの地域依存性に焦点をおき、欧州と日本の事例を比較する。

LCIA 手法における富栄養化の基本的な特性化モデルに、オランダで開発された CML2002（影響領域ごとの影響を評価するミッドポイント型）がある。日本における特性化モデルとしては、LIME 2（保護対象ごとの影響を評価するエンドポイント型）がある。また、ミッドポイント型とエンドポイント型の手法を調和させることが目的の ReCiPe 2008 も開発されており、手法開発の目的や開発国の法規制など、様々な要因がモデル開発に影響している。富栄養化において地域依存的な特性化は、デンマークで開発された EDIP 2003 など一部の手法で提案されているものの、確立されていないのが現状であり、WF との統合への可能性について疑問が残るのが現在の状態である。

3. 総合討論

2 題の招待講演の後、総合討論を開催した。聴講者からは「LCA に興味があるのだが、実際にはどのように用いればよいのか」といった趣旨の質問が多くあがった。実際に LCA という考え方の重要性およびその必要性を感じながらも、どのように利用（具体的に何を、誰に対して）してよいのか、つかみかねている様子がうかがわれた。「LCA は概念的なもの」「LCA について議論しよう」という両講演者からの発言が非常に印象的であり、LCA の使い道は、それを必要としている人の目的（LCA の用語における goal & scope）にゆだねられているという立場であった。手法として成熟化してきていることから、水環境の分野において LCA を活用していく上では、その結果の利用に関する戦略を明確にすることが肝要であると感じさせられた。

4. おわりに

多くの聴講者から質問が出たように、膨大な実測データを LCA とどのように組み合わせる利用するのか、多くの関心が集まっていると感じた。今後、本研究会では、社会的ニーズをふまえて、水環境分野におけるシステム解析の“勉強会”の開催を検討しており、多くの会員の皆様の参加を期待している。

最後に今回の参加者は 19 名であったことを報告する。まだ認知度の低い委員会ではあるが、本研究分野に対する関心の高さがうかがえるシンポジウムとなった。

（群馬工業高等専門学校環境都市工学科 宮里直樹）

電気化学的技術の新たな展開

電気化学的技術研究委員会

電気化学的技術研究委員会は平成 25 年 4 月に設立され、今回が初めてのシンポジウムとなった。テーマは、「電気化学的技術の新たな展開」。招待講演を含めた 6 件の発表および総合討論が行われた。その概要は、以下のようであった。

(1) 招待講演「The application of electrochemical technologies for wastewater treatment」

曲 久輝（中国科学院）

電気化学的技術はコンパクトな反応器、小さな敷地面積、操作の容易性等から優れた水処理技術であることが述べられた。基礎実験およびパイロットプラントによる実証試験に基づいて、ラウンダー排水の COD、MBAS、濁度およびリン等は電解凝集技術により高効率で除去されること、またヒ素およびフッ素含有排水は複数の電極を組み合わせることにより他の技術より優位になることが示された。その他、BDD（Boron-Doped-Diamond）電極上に TiO₂ を析出させたハイブリッド電極による光触媒効果を併用した難分解性有機物の分解、紫外線照射による電解フェントン法の効率向上など、電気化学的技術の有効性および多様性を示す内容であった。

(2) 「電気化学的技術の過去・現在・未来」

榊原 豊（早稲田大学）

水処理分野における電気化学的技術の現状および今後の動向等に関する講演であった。Web of Science / ISI Web Knowledge を用いた検索結果から、「電気化学的処理」に関する論文数は現状では水処理全体の約 2 % 程度であるが、近年その上昇率は「水処理」よりも大きいことが報告された。また、「水と持続性」に関わる論文数は、さらに急激に増加している。最近の研究内容から、処理水の高品質化、水再利用、資源・エネルギー回収等を通じて、また持続的社会的構築や水問題の解決という社会的要請に応える技術として、今後の発展が期待されると結論付けた。

(3) 「微生物燃料電池の今後の展開」

渡邊智秀（群馬大学）

微生物燃料電池（MFC）の廃水処理への応用に関し、カソードの Pt 触媒代替技術の動向を中心に講演が行われた。非貴金属の金属触媒だけでなく、近年では炭素材料のみでも Pt 触媒に相当する性能を得られる可能性について、グラフェン、カーボンナノチューブおよび活性炭を使用した研究例が報告された。また、微生物を生体触媒として用いるバイオカソードについて、電子受容体として酸素を利用する酸素還元バイオカソードおよび硝酸イオンを利用する脱窒バイオカソードの性能向上に関

わる最近の取り組み事例が報告された。また、MFC の特徴を活かした都市下水のような低濃度有機性廃水処理への展開への期待が説明された。

(4) 「電気化学的促進酸化処理の今後の展開」

岸本直之（龍谷大学）

電気化学的な OH ラジカルの生成および利用方法を中心に、電解生成 OH ラジカルを用いる種々の電解促進酸化処理法とその課題等について講演が行われた。OH ラジカルの直接電解生成法では、酸素過電圧の高い安価なアノードの開発が課題であると報告された。これに対し、メディエーターを用いて間接的に OH ラジカルを生成させる間接電解生成法は適切な反応系を選択することで高い電流効率を達成できることが示され、その一例として、電解 Fenton 型処理法が紹介された。また、全体プロセスの効率向上のため、アノード反応とカソード反応の両方を水処理に有効に活用する電解処理法の構築が重要であると報告された。

(5) 「超難分解性物質処理の今後の展開」

尾崎博明（大阪産業大学）

医薬品類（PPCPs）や有機フッ素化合物（PFOS、PFOA、PFCs）等の活性炭吸着処理が困難な親水性難分解性物質を超難分解性物質と捉え、Pt 電極を用いた電気分解による処理事例が報告された。電解処理では、PPCPs は良好な処理結果であったが、分解困難な PPCPs の存在も懸念される結果となった。PFOS および PFOA は 100 μg・l⁻¹ に対し 90 分で 100 % 近く処理可能であるが、より適正な性能評価を行うためには、分解生成物の同定手法の確立が今後の課題となることが報告された。

(6) 「電解凝集および磁気分離技術の今後の展開」

井原一高（神戸大学）

電解凝集および磁気分離技術の原理、処理対象および課題等について講演が行われた。電解凝集は、リンを初め、近年問題となっているテトラサイクリン等の抗生物質に対して選択的に高い除去率を有していることが報告された。また、磁気力を利用する磁気分離技術は、沈降速度の小さい電解凝集物に対して有効であり、永久磁石の高性能化等により今後発展する可能性がある一方で、同時に分離可能な物質の探索が今後の課題となることが報告された。

(7) 「総合討論」

最後にセッション全体の総括討論があり、全発表に対する質疑の後、電気化学技術の特徴や今後の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）

特別講演会報告

沖縄の水環境

海洋王国として栄えた琉球の歴史・文化・風土に触れながら、わが国唯一の亜熱帯島しょ地域である沖縄の水環境について、現状・取り組みとともに、水環境に係る調査研究の成果等の紹介を通じて、参加者の知見を広げ、水環境への関心を深めることを目的に九州支部が企画したものである。この特別講演会は、沖縄県内からの聴講者の便宜を考慮して、研究集会が開催される琉球大学千原キャンパスとは別に那覇市内の沖縄県立博物館・美術館講堂を会場とするとともに、参加無料とした。当日の参加者は200余名で、会場には立ち見の方ができるだけ盛況であった(写真1)。西留九州支部長の開会の挨拶、当間沖縄県環境生活部長の来賓挨拶があり、その後、基調講演と事例報告が行われた(写真2)。4名の演者による講演概要は次のとおりである。

基調講演「沖縄の水環境と生活」

渡久山章(琉球大学名誉教授)

1. 水と私達の関係

水は私達の命を支え、環境を守り、生活活動になくてはならないもので物である。災害を起こすこともあり、地球の空気組成とも関係するなど、地球の生き物たちは、水と共に進化し存続してきた。水の化学的性質、働きなどについて、手書きの図を用いて具体的な事例をわかりやすく紹介した。

2. 沖縄の水環境

降水量は多いが蒸発率が高く、人口密度も高いことから、沖縄の水賦存量は少ない。1972年の日本復帰後、国管理ダムが次々と造られ、供給体制は大きく変化した。その結果、1972年当時の日平均取水量は22.8万m³であったが、2010年のそれは43.2万m³となっている。水の化学組成の原因を調べると、1)海水由来、2)石灰岩由来、3)ケイ酸由来、であることがわかる。「サンゴ咲く海」とあらわされる海は、1)赤土等の流入、2)埋め立て、3)陸起源栄養塩の流入、の問題を抱えており厳しい状況にある。



写真1 会場の様子

3. 今後の課題と問題点

沖縄の水(陸水と海)には、次のような課題や問題点がある。

- 1) 利用：地域の水を大切に利用する。水は利用しなくなると汚れてしまう。
- 2) 保全：水保全に対しては、水は環境と共にあることを知る必要がある。汚れていない水は正常な環境の中にあり、水が汚れてしまうことは土・岩石が汚れていることである。
- 3) 規制：喫緊の課題は土砂(赤土等)流出の防止である。生活排水の適切な処理により、水処理費用を軽減でき、利用できる水も増やせる。炭酸ガスの排出を減らせば、地球温暖化対策にも寄与できる。
- 4) NO：サンゴ礁を埋めてはいけない。沖縄の我々は、古来サンゴ礁に支えられてきた。
- 5) 期待：水利用技術、リサイクル技術などの技術革新が望まれる。

事例報告1「沖縄の公共用水域水質の現状と課題」

宮城俊彦(前沖縄県衛生環境研究所長)

2011年度(平成23年度)に行われた種々の調査結果を基に、沖縄の水環境の現状、保全対策、課題について報告した。

現状の概要は次のとおりである。生活環境項目に係る河川・海域の環境基準達成率は100%であった。健康項目についてもほう素を除いて環境基準を満足していた。24件の魚のへい死事故があり、死因としては、呼吸障害が6件、農薬等の急性中毒が3件であった。主要水浴場の水質は、遊泳期間中に1ヵ所がBで、その他の地点は遊泳期間前と遊泳期間中とも、AAまたはAと判定された。赤土等の流出量は29.8万トンと推定され、そのうち、農地からは約85%であった。地下水の常時監視結果では、砒素等について環境基準値を超えていた。砒素については、自然由来の可能性が高いとされている。ダイオキシン類については、河川、海域および地下水の



写真2 講演者と学会役員

すべての調査地点で環境基準値以下であった。沖縄の環境問題の特徴の一つとして、米軍基地に由来するものがある。米軍基地排水等監視調査では、2カ所で基準値を超えていたが、その後改善が確認された。その他の地点ではすべて基準値以下であった。

保全対策として、水質汚濁防止法に基づく事業場の監視、生活排水対策および赤土等流出防止対策がある。137件の事業場の立入検査、うち134事業場の排水調査、延べ15事業場への指導があった。生活排水対策として、生活排水対策重点地域の指定、生活排水対策啓発事業の推進について報告した。赤土等流出防止対策として、249件の届出、761件の通知があり、325カ所で監視を実施、うち193件について指導を行った。

今後の課題として、水質保全上については小規模事業所に対する指導について関係機関の連携の強化、赤土等流出防止対策については今年9月に策定された「沖縄県赤土等流出防止対策基本計画」に基づく、土壌の流出防止対策の推進体制の構築が必要とした。

沖縄の環境の保全のためには、それぞれの主体（国、地方公共団体、事業者、国民）が責任を持って、環境へ配慮、行動することが大切であり、研究者は各主体に対して、科学的、客観的な調査研究により得られた情報、知識を的確に提供する立場にあるとした。

事例報告 2 「沖縄の河川環境問題への取組」

佐久本浩志（沖縄テレビ報道部アナウンサー）

沖縄テレビの環境報道キャンペーン企画「河川環境シリーズ」は1981年（昭和56年）10月1日「OTVニュース630」の「河川シリーズ・川は訴える」の名でスタートした。放送開始から32年、回数は1,370回を超えた。

このキャンペーン企画は当時、環境庁から「全国河川ワースト5」が公表され、そのうちの3つの河川が那覇市内を流れている都市河川という衝撃的で不名誉な結果を突き付けられたことがスタートのきっかけであった。

沖縄テレビの側を流れる久茂地川は、市民からだけでなく観光客からも、かねてから悪臭の源だと苦情が寄せられ、もはやドブ川として誰からも見放された川で、この際蓋を占めようという動きまで出ていた。地元小学校の校歌にも読み込まれるほど清流はなぜ悪臭放つ川になってしまったのだろうか。現状と背景を浮き彫りにすることから始めた。

取材班は、「誰もが目を背ける見捨てられた川に自分たち自身から直接手を触れること」を企画の基本コンセプトに据え、川の上流から下流まで歩き回った。都市河川の現状を浮き彫りにする映像は、流域に住む人々の心に響き、やがて各地の地域住民運動へと発展した。

都市河川に止まらずヤンバル（沖縄島北部）の川にも目を向け、赤土流出問題、森林伐採問題、ダム建設問題等もクローズアップし問題提起した。さらに環境先進国のスウェーデンやドイツにおける「多自然型川づくり」などの取材も展開し、幅広い形で沖縄の環境問題に一石を投じた。

「河川環境シリーズ」は地域の人々の共感に支えられ

育て上げられたキャンペーンで、地球温暖化問題の深刻さやエコ活動の重要性が叫ばれる今、時代に対応した人々の側にある報道を目指していくとした。

事例報告 3 「宮古島における地下水保全の取り組み」

前里和洋（宮古実業高等学校教諭）

沖縄宮古島は、川や湖などの水資源がなく、飲料水のみならず、生活用水および産業用水のすべてが降雨からの地下水に依存している。宮古島の地質は、多孔質のサンゴ石灰岩から成り透水性が極めて高く、畑に施用される化学肥料由来の作物に吸収されなかった余分の硝酸態窒素が面的かつ直接的に地下水を汚染している。飲料水に含有される硝酸態窒素濃度は、近年6～7 mg・L⁻¹の値を維持しているもの予断を許さない状況にあり、島民と水道行政が連携して地下水保全に努める必要がある。

日本初の「地下水保護管理条例」を1965年に、「水道水源保護条例」を1998年に制定した。2009年には、これら一つを整理統合して「宮古島市地下水保全条例」を制定した。条例では、地下水採取の許可制などが定められており、地下水保全の取り組みを強化している。

島外から移入される大量の化学肥料のみに頼った施肥方法から、島内で有機物資源を循環させる目的で有機肥料を研究開発し、農耕地に活用した有機農業への転換は急務である。また、バイオマスである良質な有機資源（バガス等）の地域循環を促進することは、環境への負荷を軽減でき、地下水への窒素負荷の軽減にも繋がる。農耕地に施用されたリン酸の大部分が土壌に蓄積されている。その再利用方法として、土壌中から分離したリン溶菌バガス等で成る有機肥料を土壌に処理することで、リン酸が遊離し作物に吸収される状態になる。その結果、リン酸の利用率が高まり、化学肥料の使用量を減らし、地下水汚染を防ぐことに繋がること示唆された。実際に圃場での栽培試験でも、従来よりも少ない化学肥料の施肥でも農作物の生育の促進、品質の向上が見られた。これらの成果を基に、今後、有機肥料を大量生産し宮古島での普及、島民の地下水保全に対する意識を高める社会活動へ積極的に取り組む。

宮古島では水量1.4億トンの大量の地下水が利用可能であり、今後は水質を維持し次の世代に引き継ぐことが、今を生きる島民の責務である。

いずれの講演とも実際の調査、フィールド活動から得られた成果を基にした分かりやすい内容となっており、参加者された方々の理解の程度も十分なものであった。また、報道関係者の取材もあり、新聞紙面への掲載やテレビ番組の放映を通して、特別講演会を含めた第16回シンポジウムの沖縄開催が広く沖縄県民に情報提供され、今回の取り組みが学会活動の一般市民への広報活動の一環からしても満足できる結果となった。なお、講演会演目に係る時間の配分について、質疑応答、総括の時間を取ることができなかったことを反省点として挙げ、今後の運営に生かせるよう引き継ぎたい。

（元沖縄県衛生環境研究所 宮城俊彦）

熱帯・亜熱帯地域の水環境

本研究集会は、水域環境などの4セッションから成り、大学等の研究者、行政関係者が参加して行われた。以下に講演の概要を紹介する。

熱帯・亜熱帯地域の水環境その1：水域環境

「沖縄の水環境の現状と保全の取り組み」宮城俊彦（元）沖縄県衛生環境研究所）ほか

河川・海域の環境基準の達成率は100%であるなど概ね良好であるが、農地からの赤土等の流出の問題等が依然として続いている。農地からの赤土等の流出の問題に対応するために策定された「沖縄県赤土等流出防止対策基本計画」に基づき、関係機関の連携の強化が必要である。「沖縄の水資源」内里清一郎（沖縄総合事務局）

特例により、国による多目的ダムの建設および管理が沖縄の2級河川で行われている。ダム事業にともなう環境保全対策やダムを活用した地域活性化の支援等の取り組みが紹介された。一部河川では、横断工作物の設置による生物移動阻害などの河川環境への影響も見られた。「沖縄の飲料水」比嘉元紀（沖縄県企業局）ほか

トリハロメタンの低減のためオゾン処理等がなされ、味や臭気等の改善に大きな効果を上げている。石灰分の析出や味覚上の理由で改善の要望がある水道水の硬度については、硬度低減化施設の設置、硬度の低い水源比率を上げるなどの対策を取っている。

「沖縄の下水道事業と水環境保全」上江洲安輝（沖縄県下水道課）ほか

流域下水道は3流域4処理区、単独公共下水道は15処理場が事業展開している。下水道施設の整備にともない、水環境も大きく改善している。しかし、本県の下水道人口普及率は全国平均を大きく下回っており、今後はより効率的な整備が求められている。

「沖縄の農産整備と環境保全」与那覇翔太（沖縄県村づくり計画課）

環境に配慮した資源循環型農業の展開、赤土等流出防止対策等の環境保全型農業の実践を通じて、環境への負荷を可能な限り低減した農業生産活動の推進を図っていく。都市と農村の交流を深め、地域の活力を高めるため、関係者と連携を図りつつ積極的に対応したい。

熱帯・亜熱帯地域の水環境その2：地下環境

「沖縄の湧水・地下水」渡久山章（元）琉球大学）

沖縄の地質は大まかに石灰岩地域とケイ酸塩岩石地域に分けられ、その両方に湧水、地下水がある。これからは、1)これまでに蓄積されてきた膨大な資料の解析、2)雨水の化学組成を調べる、などの課題解決ため、宮古島に国立水総合研究所の設立を提案したい。

「宮古島の地下水保全に関する総合的研究」武島健太（沖縄県立宮古総合実業高等学校）ほか

リン溶解菌 Strain22 菌株をバガス炭に定着した混合

物を有機肥料として調整し、その有機肥料の施肥と化学肥料の低投入型施肥技術と組み合わせることにより、野菜やサトウキビなどの生育を促進し品質も向上した。土作りを通じた地下水保全の可能性が見えてきた。

「沖縄本島南部地域における地下水の水質形成機構」聖川健斗（琉球大学）ほか

沖縄本島南部地域の琉球石灰岩帯水層における地下水中で脱窒が起こっていることを初めて確認した。琉球石灰岩帯水層における脱窒環境は、地下ダムの地下水中の窒素成分の自然浄化という新たな機能を示唆するものとなった。「ベトナム北部地域の地下水中の砒素・アンモニア等の生物処理と水温の影響」藤川陽子（京都大学）

東南アジアのデルタ地帯の地下水には、しばしば自然地質起源の飲用障害成分が含まれる。このような地下水を上水利用するにあたり、生物処理法を適用してきた。アジア亜熱帯地域では微生物を活用した地下水の上水処理は、高い水温のため全般的に高い処理性能や維持管理の容易さに結びつくことが示された。

「熱帯アジアにおける津波被害に対する農地・農村と水環境のレジリアンス」久米 崇（愛媛大学）

農村および水環境における津波に対するレジリアンスについて、インドのナガパティナム地区を対象地区として検討した。その結果、自然システムに対して、収入ベースでみた社会システムはその回復が遅く、援助による一時的な収入の増加が援助漬けに近い状態にしてしまい、本来の農業収入の回復を遅らせた点が指摘された。

熱帯・亜熱帯地域の水環境その3：海域環境

「沖縄のサンゴ礁海域の現状と保全の取り組み」神谷大二郎（沖縄県自然保護課）

サンゴ礁は3,000億円程度の価値を有すると試算されている。サンゴ礁やその周辺環境の保全について、「再生」「活用」保全の3つのテーマで取り組んでいる。サンゴ礁を守るためには、多くの関係者が連携し、対策を進めていく必要がある。

「石西礁湖の現状と保全・再生の取り組み」平野 淳（環境省石垣自然保護官事務所）

2006年に「石西礁湖自然再生協議会」が発足し、協議会内の議論を経て作成された「石西礁湖自然再生全体構想」では、長期目標と短期目標を定めている。2つの目標を達成するために、協議会内の複数の部会等がそれぞれの役割に応じた協議・活動を実施している。

「沖縄のサンゴ礁と水環境」金城孝一（沖縄県衛生環境研究所）

降雨により農地などから表土が流出し、河川やサンゴ礁海域を濁らせ、サンゴ礁生態系を衰退させている。陸域からの栄養塩の流入もサンゴへの影響が懸念されている。これらに加えて、農業なども調査対象に加えた包括的なサンゴ礁生態系保全の水質指針づくりが必要である。

「南西諸島に生息する水棲生物中の有害化学物質調査」宮城俊彦（元沖縄県衛生環境研究所）ほか

すべての検体から有機ハロゲン化合物が検出され、とくに沖縄本島から採取した検体はCHLs, DDTsなどが高濃度で、地域の固有の汚染源の存在が示唆された。比謝川の魚はPBDEsなどの濃度が高く、リンデン残留割合が高いなど、これまでの魚類の報告とは異なる傾向が示された。

「日焼け止め剤成分等による沖縄のサンゴ礁海域の汚染状況」田代 豊（名桜大学）ほか

沖縄島のビーチの海水から、最大10種類の日焼け止め薬剤等が検出された。7月、8月に最大になり、またオニヒトデ試料からも日焼け止め剤等が検出されたことから、南西諸島のサンゴ体内にも蓄積しているものと考えられる。

「サンゴの生息環境に海底地下水湧出が及ぼす影響」安元 純（琉球大学）ほか

沖縄本島南部地域の地下水などを採取し、水質調査を行った結果から、硝酸性窒素およびリン酸の海域への負荷量を推定すると、地下ダム建設後、NO₃-Nが849 kg·day⁻¹、PO₄²⁻が17.6 kg·day⁻¹と算定された。今後サンゴのポリプを用いた生物活性試験などにより、各種栄養塩濃度がサンゴの生育に及ぼす影響について考察したい。

熱帯・亜熱帯地域の水環境その4：地下環境2

「沖縄の代表的土壌における理化学特性と油分浄化」崎濱秀明（株南西環境研究所）

沖縄県内の代表的土壌である島尻マージと国頭マージの粒度、pH、締固め特性等の物理・化学的性質を把握するとともに、通気に加えて栄養塩添加することで油分浄化の促進が図られることが確認された。今後は、バイオパイルによる浄化実証試験等を通じて、沖縄県内の油汚染浄化技術に寄与する知見を蓄積する予定である。

「沖縄の代表的土壌における鉛の吸着特性」安元 純（琉球大学）ほか

鉛汚染土壌から鉛を浄化・洗浄する方法を検討する際には、対象とする土壌における鉛の吸着形態を正確に把握する必要がある。沖縄の代表的土壌である島尻マージおよび国頭マージにおいて、抽出試験を実施した結果、鉛の吸着形態を把握することができた。

「琉球石灰岩帯水層における地下水中の微生物叢解析」廣瀬（安元）美奈（トロピカルテクノプラス）ほか

沖縄本島南部地域に設置された地下水の観測井戸において微生物相解析を実施した結果、これまでに脱窒能を持つとの報告がある*Ralstonia*属、*Denitratisoma*属等の細菌が検出された。また、地下水中に懸濁している浮遊物質中から多くの微生物のDNAが増幅された。

「琉球石灰岩地域の河川水、地下水におけるPPCPsの濃度実態」治多伸介（愛媛大学）

琉球石灰岩地域の河川水と地下水でPPCPs濃度が高まりやすいのは集水域の人口密度が高い場所で、河川水と比較して地下水で濃度が低下しにくいのは酸性医薬品であることが示唆された。実測濃度に対する生態リスク評価が最も高かったのはKetoprofenであった。

「琉球石灰岩帯水層の地下水の滞留時間と溶存成分の関係」中屋眞司（信州大学）

沖縄本島南部の琉球石灰岩帯水層中の溶存成分と地下水の滞留時間の関係について見ると、琉球石灰岩帯水層の地下水への二酸化炭素貯蔵は、高い二酸化炭素ガス分圧とSO₄の影響を強く受けていると推察される。

「琉球石灰岩帯水層の3次元的水理地質構造整理の試み」阿部真己（いであ株式会社）ほか

沖縄本島南部地域に分布する琉球石灰岩における既存の様々な地質構造に関するデータを3次元的に統合・可視化した。流動モデルと観測井戸の水位情報を利用した地質構造の推定結果と比較することを通じて、水位情報のみから洞窟位置を推定できることが確認できた。

「特殊硫黄材を用いた地下水中の硝酸性窒素除去に関する研究」中野拓治（琉球大学）ほか

微生物の栄養源となるミネラル成分を含む琉球石灰岩を特殊硫黄材の支持材として混合したカラムは、碎石等を支持材として用いたカラムと比較し地下水中の硝酸性窒素をより低い濃度に処理できることが確認された。

熱帯・亜熱帯地域の水環境ポスターセッション

「宮古島の地下水保全を目指した日本蕎麦とサトウキビの輪作に関する研究」友利和樹（沖縄県立宮古総合実業高等学校）ほか

宮古島において日本蕎麦生産が可能になり、地産地消を目指し宮古島初の蕎麦専門店が地域の方の協力により開業した。日本蕎麦栽培は地下水保全と共に、地域の食料生産力を高めかつ雇用効果に繋がっている。環境産業の創出のため今後とも積極的に取り組みたい。

「沖縄県の琉球石灰岩を主体とする地下ダムの炭素循環の検討」篠塚 恵（東京大学）ほか

地下ダム内外での地下水の水質形成、とくに風化過程に着目した炭素循環メカニズムを検討することを目的とし、現地観測を実施した。琉球石灰岩地域の地下ダム周辺の地下水の炭酸系を検討した結果、地下ダム貯留水と湧水の炭酸系には大きな差は見られなかった。

「鉄・マンガン・アンモニア・フミン酸を含有する地下水の微生物浄化」木内正人（独）産業技術総合研究所）ほか

熱帯・亜熱帯の地下水のうち、浅い地層を流れているものは鉄、フミン酸などを含み着色しているため、生活用水として利用する場合に用途が限定される。このような地下水を想定した模擬水を3連式の浄化槽で微生物処理することにより、「洗濯すすぐに利用できる」状態まで浄化する技術を確立することができた。

総合討論

4セッションの終了後、総合討論が行われた。各座長からセッションごとの発表の概要、今後の展望等について報告された。その後、本研究集会を企画した中野教授（琉球大学）から、研究集会の主旨、正式な研究集会にするための手続を取っていくこと等の説明があり、了承された。

（琉球大学 安元 純、元沖縄県衛生環境研究所 宮城俊彦）