

琵琶湖・淀川流域再生の最前線

本部・湿地・沿岸域研究委員会共同企画

日本最大の湖である琵琶湖は、現在の湖が成立してから40数万年、古琵琶湖を含めると約400万年の歴史を有する古代湖であり、多様な生態系を育ててきた。琵琶湖では、富栄養化の指標とされる透明度やクロロフィル量は北湖・南湖とも長期的に減少しており、湖の富栄養化はほぼストップしたと考えられている。一方で、2006年に発行された滋賀県版レッドデータブックでは、琵琶湖固有種の62%、固有魚類では73%もの種が絶滅危惧種、絶滅危機増大種、希少種に指定される等、水質が改善されたにも関わらず、琵琶湖の生物多様性は危機的状況にあるといえる。

本部・沿岸・湿地研究委員会では、下流域1,400万人の命を育む琵琶湖における生物多様性保全の現状をより深く学ぶとともに、管理者側における最先端の事業内容に関する講演会を開催した。以下に各講演の概要を示す。生物多様性からみた琵琶湖・淀川水系

(滋賀県・琵琶湖環境科学研究センター 西野麻知子氏)

それぞれの流域で、地形改変の歴史、土地利用の実態、地域住民の関わりのある方や程度は様々であるため、失われつつある生物多様性を取り戻すには、それぞれの地域でどのような要因が野生生物の生存を脅かしているのか、その要因を科学的に解明する作業が欠かせないと報告された。ただ人口密度の高い日本で、過去の生態系をすべて復元することは現実的にほぼ不可能であるため、劣化した生物多様性を回復するには、どのような生態系を目指し、どの要素を回復・修復するのかという目標像の明確化と、そのための指標づくりが求められると指摘された。その上で、失われた氾濫原の機能を回復するには、瀬田川洗堰操作規則を始め、淀川大堰などの水位操作のあり方の再検討も不可欠であり、生物多様性保全の視点を、治水・利水、水質保全と同等の重みで評価、実現する仕組みを作り上げるための行政、専門家、市民参加のもとでの広範な議論が求められるとご講演された。琵琶湖とたんぼを結ぶ取り組みについて～針江浜うおじまプロジェクト～

(国土交通省琵琶湖河川事務所 守安邦弘氏)

琵琶湖岸の針江地区において、湖岸域からたんぼまでの連続性を確保するため、休耕田に魚が産卵するための導水路や魚道の設置、湖岸堤の陸側を活用した魚類が産卵生育できるビオトープづくりなどを、農業や河川管理の関係機関などが実施してきたと報告された。それらの活動を連携して実施していくため「琵琶湖とたんぼを結ぶ連絡協議会」を平成17年8月に設置し、それにより、情報交換や啓発活動として自然観察会を開催するなど関係者が一体となった取り組みを実施していることが報告された。

琵琶湖と農業と農薬～環境こだわり農業は琵琶湖への農薬流出を減らせるか～

(滋賀県立大学環境科学部 須戸 幹氏)

環境こだわり農業技術には、①農薬の流出率そのものを低減させる効果はあまり期待できないが、成分削減による散布量削減は可能であること、②水環境への流出特性は農薬によって異なるため、散布量の削減は必ずしも水環境への流出削減に結びつかないことが報告された。とくに、環境こだわり農業の実施基準は原体数の半減であるため、実際の農業現場ではより少ない原体数で効果が得られる製剤の使用が増加する結果、特定の農薬製剤が集中して散布されることが指摘された。仮にその原体の水環境への流出特性が大きいと、かえって環境負荷の増大を招くことになり、この防止のためには、農薬の水環境中への流出性を予め予測し、それらを考慮した散布農薬製剤の選定が必須となると指摘された。

水のつながりは人のつながり～針江生水の郷委員会の取り組み～

(針江生水の郷委員会 山川 悟氏)

2004年4月にNHKハイビジョンスペシャルで放映された映像詩「里山・命めぐる水辺」の舞台になった美しい景色と生命の輝きに満ちた、滋賀県高島市新旭町針江という小さな静かな町での湧水を利用した里山の暮らしについて、多くの写真を用いながら活動の様子を紹介していただいた。その中で、都会の子供が里山の生活をとおして元気を取り戻す様子や、地域の活性化、住民の環境意識の向上などが報告された。本来、水環境が持つ価値を再認識させていただくとともに、これらの価値の評価が従来の水質指標のみでは表現されにくいものであることが示唆された。

見学会「見て聞いて学ぶ琵琶湖の保全・再生の今」

講演会の後、バスで琵琶湖に移動し、船から自然再生現場を観察していただいた。新旭町では「自然と人がともに息づく町」として、きれいな水を中心に、人々が自然と共存しながら暮らす様子を見ることができた。とくに針江地区では、地下水が豊富に湧き出し、古くからある家には、川端（かばた）と呼ばれる水仕事専用の施設がのこされ、それを今も生活のために利用している家庭が数多くあった。今回の見学会では、実際にここに暮らす方のお話を伺いながら、散策することで、水環境と人々の暮らしの関わりを学ぶことができた。今回、講演を快く引き受けていただいた演者の皆様、会場や見学会に足を運んでいただいた多くの参加者の皆様に心からお礼申し上げます。

(京都大学 田中周平)

水環境中の汚染化学物質分析評価の今後について

シンポジウム実行委員会・(社)日本水環境学会関西支部

本セッションでは、環境水中の汚染化学物質を分析・評価するにあたり、各調査研究者が様々な分析手法による分析結果をどのようにリスク評価に結び付けて汚染物質の管理・低減に活用するかの疑問点を解決し、実践するための糸口を探るべく、シンポジウム実行委員会と関西支部の合同、MS技術研究委員会連携のセミナーを実施しました。

主な測定対象化学物質として、昨今関心が高まっている PPCPs (医薬品とパーソナルケア製品) を取り上げ、各分野の先生方にご講演いただき、総合討論では、分析評価の今後の方向性を念頭に、研究者間の連携方法を模索することを目指しました。

藤井滋穂シンポジウム実行委員長・関西支部長 (京都大) の挨拶に続き、福嶋実座長 (愛媛大) により講演が進められました。

「環境中の PPCPs の生態リスク評価～その現状と課題・展望について」山本裕史 (徳島大) では、環境に放出された PPCPs は何が問題であるかと、海外と国内での対策の動向について示された。

この中で、生物を用いる毒性評価試験等については、EMEA (欧州医薬品審査庁) による取り組みや、OECD (経済協力開発機構) ガイドラインに基づく評価手法、米国の WET (全排水毒性) 試験による排水規制などの概略が示された。WET 試験に近い方法による評価が、今後国内においても PPCPs などの評価手法として寄与していくような工夫が求められるとのことであった。

「PPCPs - 質量分析をどう用いるか」山本敦史 (大阪市・環科研) では、MS (質量分析装置) がどのような分析に応用可能かについて示された。環境中に放出される PPCPs により、薬剤耐性遺伝子を持つ微生物が環境水中に出現することや環境水中の微生物叢に変化が生じることの可能性が考えられ、それらの調査において MS 技術が微生物分析に適用可能であることが示された。質量分析学会の Mass Bank (<http://www.massbank.jp/>) では、まだデータ数が少ないが、細菌のマスマスペクトルのライブラリを利用可能とのことであった。化学物質の測定のみにとどまらない、生物の迅速同定への MS 技術の応用が示された。

「イムノアッセイによる水環境中を汚染する化学物質の分析」三宅司郎 (堀場製作所) では、免疫化学測定法を環境汚染化学物質、とくに農薬測定に応用した事例について示された。

測定対象物質として、分子量 200 を超える化学物質で、環境水中に $1 \sim 10 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ 以上の濃度で存在する物質であれば、イムノアッセイの系を構築可能であり、PPCPs 測定への応用が期待できる。さらに簡易で迅速な測定が可能なイムノクロマトグラフィーによる測定系が、化学物質測定へ応用されており、測定用途に合わせて、ELISA 法との使い分けが可能となってきたとのことであった。

「PPCPs の挙動と処理について」中田典秀 (京都大) では、日本における医薬品類等の水環境における調査状況と、排水中の医薬品類の除去に関する研究について示された。

生体内に取り込まれた化学物質の多くは、生体内での代謝により各種抱合体となるが、化学物質によっては生体内から環境中に放出後、下水処理施設で分解 (脱抱合) され、下水処理水に、再び元の化学物質が増加する事例があることが示された。下水処理過程ではいくつかの処理方法があり、約 60 種類の医薬品を 90% 以上除去可能な手法があるとの報告を示された。オゾン処理を行うと除去率がほぼ 100% となる物質もあるが、コストがかかるため、費用対効果の点で必要かどうかを見極めることが重要とのことであった。

「リスク評価の手法と限界」米田稔 (京都大) では、まずリスク評価の体系が示され、健康危害のリスクについての評価を中心に講演が進められた。低濃度化学物質の評価時において、外挿の問題があり、動物実験で得られた値は、そのままではヒトに当てはまらない。ヒトの健康リスク評価において、高感受性集団、例えば子供のデータは少なく、大人に比べ、代謝や発達の違いが関与しているが、実際には、安全係数などにより補正することにより対応がなされているとのこと。

健康リスク評価では、物質・集団・毒性と暴露量の関係が重要となるが、評価する毒性の種類、人間の行動、健康への悪影響の定義、エンドポイントなど、決めるべき部分が多く存在することも示された。

総合討論では、各講演者より研究者の視点から調査研究を行うにあたっての意見等が述べられました。セミナーの内容を踏まえた共同調査に向けた検討を、今後関西支部内で実施することとし、本セミナー開催日をキックオフと位置づけ、セミナーを終了しました。

(兵庫県立健康生活科学研究所 北本寛明)

嫌気性微生物活用の研究動向とその展開

嫌気性微生物処理研究委員会

嫌気性微生物研究委員会では、研究発表および研究討論会という2部構成のシンポジウムを開催した。ここでは発表された研究を簡単に紹介する。

1) ニッケルとコバルトの添加停止による高温無加水メタン発酵槽内の微生物群集の変化…上村基成, 賀澤拓也, 中村明靖, 山口隆司 (長岡技術科学大院), 帆秋利洋 (大成建設)

安定したメタン発酵のため添加していたNi, Co成分の添加を停止すると、揮発性有機酸(VFA)の蓄積がみられたが、著しいメタン分圧の低下は見られない現象の解明と本プロセスの重要微生物を調べるために16S rRNA遺伝子に基づいた微生物群集の解析を行った。

2) 超高温可溶化を組み込んだ高温嫌気性消化におけるポリ乳酸の分解特性…大石拓海, 王 峰, 日高平, 西村文武, 津野 洋 (京大院), 大隅省二郎, 坪田潤 (大阪ガス)

生ごみをポリ乳酸(PLA)などの生分解性プラスチック製ごみ袋に入れば、ごみ袋の分別なく超高温メタン発酵処理を行う。超高温処理を組み込んだ処理におけるPLAの分解特性について、回分式実験により検討した。

3) リアルタイムPCR法を活用した高温L-乳酸発酵のモデル化…八木春香, 堀江 匠, 日高平, 西村文武, 津野 洋 (京大院)

嫌気性消化生成物である乳酸は、生分解性プラスチックの原材料としても注目されている。本研究では、単純な有機性基質としてグルコースを対象にした基礎回分式実験により、分子生物学的手法であるリアルタイムPCR法を活用した微生物群集の定量と、高温乳酸発酵のモデル化を行うことを目的とした。

4) 鶏糞と食品廃棄物の混合メタン発酵におけるアンモニア阻害および耐性変化…強 虹, 李 玉友 (東北大院)

本研究では、鶏糞と食品廃棄物との同時消化における全アンモニアの影響と、鶏糞・食品廃棄物の嫌気的生分解性を中温および高温リアクターとで比較検討した。

5) 無動力攪拌と高効率生物脱硫機能を有する低コスト型新規メタン発酵リアクターの開発…小林拓朗 (国環研), 宇佐見心 (東北大), 李 玉友 (東北大院)

硫酸化細菌に対する栄養供給方法の考慮と硫黄マットとバイオガスとの接触面積の増大によって除去効率が向上できる可能性を示した。ラボスケールの無動力攪拌・生物脱硫機能を備えた新規メタン発酵リアクターを利用

し、生ごみのメタン発酵連続運転による評価を行った。

6) 水素メタン発酵による焼酎粕処理・エネルギー回収システムの開発…河野孝志 (タクマ)

焼酎粕を原料として水素メタン二段発酵することで可燃性のバイオガスを効率よく回収し、ボイラにて熱エネルギー(蒸気)に変換するプラントを稼働させている。実用プラントにおけるシステムの詳細、ガス発生特性、システムの導入効果について報告した。

7) POME (Palm Oil Mill Effluent) 処理への膜分離型メタン発酵システムの適用…関 昭広, 若原慎一郎, 山本哲也, 中河浩一 (クボタ)

パーム油は、主要生産国の有力な外貨獲得手段である一方、製造廃液(POME)による温室効果ガス排出や環境汚染の面で批判も多い。膜分離型メタン発酵システム(AnMBR)は、高SS、高濃度排水に適応性が高いことから、AnMBRのPOMEへの適用性を検討すべくラボ試験を行った。

8) 食品残渣、畜糞等の嫌気性脱窒、乾式メタン二段発酵…佐藤千春, 渋谷浩司, 中川高秀, 久田 稔 (日立エンジ), 神田眞孝 (大森工業)

鶏糞は有用なバイオマスであるがチッソ含有率が高いことからメタン発酵には利用されていなかった。本研究では日量2.5トンの実証プラントを建設してプラントシステムの性能確認と連続運転による信頼性評価を行ったものである。

9) 海水魚飼育水からの生物学的脱窒処理…濱口威真, 高橋優信, 川上周司, 山口隆司 (長岡技科大), 荒木信夫 (長岡高専), 森 正人, 川又 睦, 帆秋利洋 (大成建設)

莫大な水量を必要とする海洋型的水族館に着目し、海水環境での生物学的脱窒システムの開発を行った。上向流汚泥床(USB)型の脱窒リアクター用いた連続処理実験を行い、脱窒による飼育水中の硝酸態窒素除去性能や菌叢解析により脱窒に関与する微生物を検討した。

10) 嫌気性光合成微生物による水素産生効率の向上…奈良松範, 杉浦英樹 (諏訪理科大)

本研究では光合成細菌による水素生成の効率向上を目的とした。光合成細菌のうちの紅色非硫黄細菌である「*Rhodospseudomonas Palustris*」を用いて、基質投与量と水素発生量との関係を検証し、基質投与量の最適化による水素発生量の増加および水素生成効率の向上の可能性について検討を行った。

(龍谷大学理工学部 越川博元)

MS 技術を駆使した環境微量分析

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) や医薬品や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、従来以上に様々な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いる。このため、本委員会では、従来の GC/MS に加えて、LC/MS、飛行時間型質量分析計 (TOFMS) 等の最新質量分析技術の活用と普及を図ると共に、前処理技術、精度管理、汚染機構の解明、データ解析手法等の分野も視野に入れた活動を行っている。また、活動で得られた成果の普及、関連情報の共有を目的に、専用 Web サーバーを開設し、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。MS 技術研究委員会 Web サーバーは <http://www.ee-net.ne.jp/ms/ms.html> であり、メーリングリストへの参加希望者は、ntakeshi@ee-net.ne.jp に連絡のこと。

2. 発表の概要

発表は今回のテーマである「MS 技術を駆使した環境微量分析」に密接に関連した口頭発表 6 題およびポスター発表 22 題で、ポスター発表はハイブリッド形式 (口頭 3 分、その後ポスター発表) で行った。

(1) 口頭発表

FastGC に対応した TOFMS が開発され、その応用例として、大山 (大阪府) らは水中農薬の分析に使い、GC/QMS に比べ、約 4 倍の速さで、IDL は低く、同程度の精度で測定を行えることを、高菅 (鳥津テクノ) らは GC/TOFMS が高感度で、高速に、高分解能で分析できる利点に着目し、環境中微量有機ハロゲン化合物を対象に包括的にスクリーニングできることを報告した。上掘 (大阪府) らは、府内水環境中の PFCs 調査を行い、河川および海域の PFOA および PFOS 濃度が減少または横ばい傾向であったことを報告した。小森 (土木研) らは晴天時における湖沼流入河川の医薬品負荷量と湖沼内の濃度の関係を調べ、雨天時の流入負荷も合わせて調査する必要があると結論付けている。清水 (千葉県) らは雄硬骨魚のアンドロゲンである 11-ケトテストステロンの LC/MS 分析法を検討し、イオン化抑制の影響に苦慮しながらも分析法を開発した。丸野 (京都大院・工) らは POPs が低濃度である環境に生息するシジミを高濃度である環境に移植・飼育し、定期的にサンプリングを

行うことでシジミ中の POPs 濃度の経時変化の把握を試み、モデル化を行い、そのモデルの有用性を示した。

(2) ポスター発表

LC/MS のライブラリー関係では宮脇 (福岡県) らは LC/TOFMS を用いた LC 用の全自動同定・定量データベースシステムを開発するための基礎検討を、浅倉 (エービー) らは LC/MS/MS スペクトルライブラリーを新たに作成し、低濃度領域の同定を目的とした信頼性の高い定性確認手法を報告した。PFCs 関係では、津田 (滋賀県) らは琵琶湖周辺河川による PFOS および PFOA の琵琶湖への流入負荷量の推定を、種田 (兵庫県) らが水試料中の前駆体を含めた PFCs の分析法の検討を、竹峰 (兵庫県) らが水試料中のフッ素テロマー化合物の分析法の検討を、清水 (千葉県) らが一般廃棄物最終処分場の浸出水中の PFCs の実態および水処理施設でのその増減の状況を、佐々木 (岩手県) らが全国の水道水中の PFCs 濃度を、鈴木 (兵庫県) らはヒト生体試料中の有機フッ素化合物の組成を調査し報告した。PPCPs 関係では、宝輪 (ムラタ計測サ) らは水試料中抗生物質の固相抽出-LC/MS/MS 分析法の検討を、柳本 (熊本大院) らは人体脂肪に残留する紫外線吸収剤と人工香料の濃度と蓄積特性を、中田 (熊本大院) らは排水処理施設とその周辺河川におけるヨード系 X 線造影剤の濃度分布と環境挙動を報告した。臭素系難燃剤関係では、長谷川 (名古屋市) らは都市河川における臭素系難燃剤の汚染実態、八木 (神戸市) らは生物試料中臭素系難燃剤 HBCDs の分析法の検討および大阪湾産魚介類への適用を報告した。農薬関係では、堀内 (日本環境衛生セ) らが底質中エチルチオメトンの分析を、谷澤 (アイスティ) らが GC 大量注入法を用いた水中農薬微量分析の自動化を、滝埜 (アジレント) らが大気圧光イオン化-LC/MS/MS 法を用いた環境試料中ジクワット、パラコートの高感度分析法、中村 (アジレント) らが河川水中の農薬類分析へのスターバ抽出加熱脱着 GC/MS および多変量解析技術の適用を報告した。VOC 関係では、榎本 (日本電子) らがトラップ-ヘッドスペースによる塩化ビニル、1,4-ジオキサン、エピクロロヒドリン、VOCs の一斉分析を報告した。水道水中要監視項目関係では、高木 (大阪府) らが IC/MS/MS を用いた水中の Perchlorate の分析を、小泉 (大阪府) らが府内の水道水中 NDMA を報告した。その他、大川 (ブルカー) らが GC/MS/MS を用いた微量 PCB の測定を、中越 (兵庫県) らが GC/MS を用いた水環境中ジクロロベンゼン類の極微量分析法を報告した。

(神戸市環境保健研究所 八木正博)

生物膜法を応用した特定生物優占化等高度処理システム技術

生物膜法研究委員会

生物膜法研究委員会の本シンポジウムでは、特定生物優占化等の高度処理システム技術の現状と方向性について話題提供がなされた。

1) 有用微生物の優占化と機能強化をめぐる課題（東北大学 須藤隆一等）では、生物処理が混合生態系であることを踏まえ、場や環境条件の制御を行うことによる新たな生物学的処理法の開発の必要性、生物処理はエネルギーを多用する処理法であり、低炭素社会に適合した水質浄化とCO₂の節減が合わせてできるコベネフィット型のシステム開発の必要性、分解者のみならず生産者を組込む必要性、微生物の生態学的研究の蓄積と連動した開発の必要性が提言された。

2) 水処理における有用嫌気性微生物を活用した高度化技法（筑波大学 張振亜等）では、課題として①メタン菌の高密度培養とメタン菌細胞外ビタミンB12の生産、②H₂/CO₂を基質としたメタン発酵におけるビタミンB12生産と微生物群集構造解析、③嫌気性アンモニア発酵液の前処理したリグノセルロース系バイオエタノールの生産等をあげ、高窒素含有畜産廃水などのアンモニア・揮発性有機酸発酵と稲藁などのリグノセルロース系のバイオエネルギー変換システムの構築に着眼し、アンモニア発酵またはVFA発酵を行い、発酵液を回収し、回収したアンモニア、VFA液で稲藁などのリグノセルロース系バイオマスの前処理を行うことにより、脱アンモニア、蓄積したVFAを解消し、バイオガスの生産性は大幅に向上する技法の提言がなされた。

3) 生態工学技法としての有用沈水植物を活用した高度化技法（㈱フジタ技術センター 袋昭太等）では、湖沼法改正により自然浄化機能を活用した対策の重要性が高まっている沈水植物に着眼し、①沈水植物再生規模の算定手法、②水環境に応じた沈水植物の再生手法、③沈水植物の維持管理と派生バイオマスリサイクル手法、の一連のプロセスに関する研究を行い、複数の研究分野における計画手法、再生手法、維持管理手法、バイオマスリサイクル手法を統合化し、湖沼管理に資する有用沈水植物を活用した水環境回復の高度化技法の構築化が提言された。

4) 池沼におけるアオコ対策のための有用捕食者動物の活用技法（明星大学 岩見徳雄等）では、熱帯アジアを対象としたアオコの捕食者となる微小動物の優占化する生物膜の形成を図ったバイオリアクターと、栄養塩類を吸収し除去する水生植物の水耕栽培浄化システムを組み合わせたハイブリッドリアクターの実証実験を行い、*Microcystis*属の捕食者である輪虫類、貧毛類、繊毛

虫類の定着した生物膜でマイクロキスチンを完全に分解・除去できることなどが明らかにされた。

5) 好熱性発酵微生物等の優占化による健全土壌創造のための堆肥化技術（㈱日水コン 加藤善盛等）では、わが国の食料自給率向上のための健全土壌創造の重要性に着眼し、放線菌類は抗菌物質を分泌するため、抗菌作用の高い堆肥とすることができると、超好熱*Bacillus*属細菌による堆積型・高温好気発酵の有用性、水熱反応（200℃前後で10数Mpa）により約1時間で一次と二次発酵（加水分解）を同時に行い、一週間から10日で放線菌主体のいわゆる完熟有機堆肥の可能となることなどが明らかにされた。

6) アナモックス・硝化担体を併用した特定微生物優占化による好気脱窒システム（㈱日立プラントテクノロジー 井坂和一等）では、アンモニア酸化菌を優占化させた担体（硝化担体）とアナモックス菌を優占化させた担体（アナモックス担体）の異なる2つの担体を好気槽内で維持し、硝化反応とアナモックス反応を同時に行う新しい脱窒システム開発について検討し、優占化した微生物を組み合わせることで、効率的な新しい排水処理システムが構築できることが明らかにされた。

7) 水処理等における環境リスク評価のためのマイクロコズムを活用した解析技法（千葉工業大学 村上和仁等）では、化学物質の負荷による生態系への影響を評価する上で、生産（production: P）/呼吸（respiration: R）比のような生態系における汎用性の高い変動パラメータを考慮し、環境変動と微生物・高次捕食者の水圏生態系の構成生物群との関係解析による生態系リスク管理手法の確立に着眼し、マイクロコズム（安定モデル生態系）を活用したP/R比からの生態リスク評価は有効な手段となることが明らかにされた。

8) 生物膜法を活用した特定生物優占化等高度処理システム技術（福島大学 稲森悠平等）では、21世紀の健全な水・物質系の低炭素・循環型社会を構築する上で、生活由来の汚水等の適正な分散型の生物処理の基本である食物連鎖機能を強化した技法に着目し、環境再生の鍵となる特定生物優占化技術開発・評価研究によりわが国および開発途上国の水資源の安全性確保による保全・再生・利用が可能となる生物物理化学導入による新システム技術が構築され、社会的、経済的にも大きな波及効果が得られることが提言された。

このように、特定生物優占化技法の再構築の重要性をKeyとした研究成果と討論がなされた。

（福島大学 稲森悠平、(独)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

身近な生活環境研究委員会

日本ではこの数十年、上下水道事業のような環境インフラを当然のこととして享受してきた。しかし財政悪化や過疎化が進む中で、その限界が顕在化しつつあり、その存続自体が危ぶまれている。それらの課題と将来について、技術的な問題ばかりでなく、まちづくりや経営戦略も含めて討論する場として企画した。

1. 水道事業の再構築—政策と経済

佐藤雅代（関西大経済）

水道事業を、経済の資源配分に関わる問題—相対的に不足する希少な資源によって、いかに多様な欲求を満足させるかの追求—という視点から検討した。水道は、健康で安心できる生活を保障するための公共財、社会保障財ではあるが、限りある財源（資源）を無制限に使うことはできない。“公的サービスとしてのナショナルミニマム”は踏まえたいうえで、資源利用の最適化が必要となる。

2. 小都市下水道の整備と維持の可能性～福島県三春町での経験から～ 遠藤誠作（北海道大 公共政策研セ）

市町村財政や借入金に占める下水道の割合は大きい。高齢者世帯の増加で接続も進まない地方では施設への投資をこのまま続けるのではなく、現実を直視しインフラ整備は将来も維持できるレベルで考え、自前ですぐにでもできる方策を考えることが必要である。汚水処理事業の使用料収入による経費回収状況は、全事業平均で63%だが、人口密度が25未満では37%、農村集落排水では26%にしかない。適切な使用料の設定により経費回収率を向上させるとともに、組織の簡素合理化、定員管理の適正化、業務の民間委託等の推進により、経費の徹底的な抑制を図ることが必要である。

三春町では、浄化槽を広義の下水道と見なして公設化し、低コストの維持管理システムも構築して、汚水処理に関する3事業の使用料・受益者負担金は共通にした。

3. 環境と防災連携型のインフラ整備

池本良子（金沢大）

防災対策と環境対策を兼ね備えたwin-win型のインフラ整備が重要である。過疎化高齢化地域においては都市近郊型の上下水道システムではなく、地域の実情に応じた災害に強い資源循環型のシステムの構築が必要である。例えば、補助水源の確保など災害時を考慮した上水システム、広域避難施設としての下水処理場の活用、地域に適した設置方法や処理方法による浄化槽を用いた資源循環型の汚水処理システムの活用などがある。

4. 中小水道事業における公民連携について

根本 茂，中村孝一（水道 O&M 研究会）

水道事業体のほとんどを占める中小水道事業体と簡易

水道事業体では約7割が、給水人口50万人以上の大規模事業体でも約2割が、現在の技術力による事業運営が継続できない不安を抱えている。これは、厳しい財政状況のため更新時期を迎えている施設の更新ができないこと、技術や経験を有する職員の大量退職等による。とくに給水人口規模の小さい事業では、料金回収率（供給単価／給水原価）が低く財政状況はより厳しい。技術者も不足しているため、安全・安心・安定した水の供給に関し重要な課題を抱えている事業体がある。広域化、公民連携（民間委託）が言われてきてはいるが、財政難、技術力、危機管理対応などの問題があり、民間委託化も遅く技術を有する民間も衰退していく恐れがある。次世代の水道の安全保障の確保・持続のため、中小水道事業の公民連携の推進について、民の立場から考察し提案した。

5. 人工湿地（Constructed Wetlands）による排水処理

矢野篤男（東北工大）

人工湿地は、湿地の浄化メカニズム（沈殿・ろ過・吸着、根圏微生物群による生分解）を、人工的に制限条件をコントロールして水質浄化性能を高めたものである。従来の植生浄化とは異なり、植物による吸収効果は浄化性能の5～10%と小さいため、人工湿地では刈取不要で省メンテナンスである。従来の表面流れ方式から、伏流式横型（嫌氣的）、伏流式縦型（好氣的）に研究開発が進み、その組合せによるハイブリッドシステムでは窒素除去能力も高い。人工湿地は低コスト、省エネルギー型の排水処理技術としてEUはじめ多くの国で実用的に適用されているが、日本での環境条件、社会的条件に適應する人工湿地について開発を進めている。

6. 総合討論

発表者・参加者による総合討論の一部を示す。

・選挙との関連で上下水道料金等について必要な値上げができない自治体がある。

・下水道料金は実際にかかる費用に比べて安すぎた。実態を知らせずにいた側はもちろん、実態を知らずに安いのがよいと思っていた側（住民、議員）にも問題がある。

・作ってしまった下水道、農村集落排水施設をやめることは簡単で、使えないとして更新しなければよいだけ。補助金の縛りはあるが、無理なものは無理として腹をくくればやめられる。無駄に継続して1家庭あたり数百万の負担を求めるほうが大きな問題。

・自治体は、研究開発機能がなければ本当の自治体とはいえない。世の中で本当に使えるような仕組み、お金をかけないで実行可能な方法を、財政難の今こそ検討し、働きかけるべきである。

（お茶の水女子大学 窪田葉子）

高解像度化する微生物生態解析 —使いこなせ、次世代技術—

ポピュレーションダイナミクス研究委員会

本委員会は、これまでに水環境中の微生物の生態系・生物学的排水処理での微生物群集の挙動解析などの研究成果発表会を企画し、これらの解析の重要性を議論してきた。近年の分子生態解析およびそれを有効利用したモニタリング技術の急速な発展と水環境分野への普及は周知のとおりであり、今日ではゲノムレベルから生態解析メカニズムを考察することが可能になってきている。このようなモニタリングのための分子生態学に基づいた解析技術の著しい進展の一方で、高度な解析により得られる知見が、実用的・工学的観点から「水処理プロセス」へどのように貢献できるか、その可能性や課題については今後も引き続き議論していく必要がある。今年度のシンポジウムではここ数年で急速に高解像度化した微生物生態解析の技術に関して先駆的研究を行っている5名の招待講演者にレビューしていただき、これらの手法の原理・応用例の紹介と水環境プロセスへ利用可能性について議論した。

諸野樹祐氏（海洋研究開発機構）からは、Nano-scale Secondary Ion Mass Spectroscopy (NanoSIMS) の紹介と低活性の海底下微生物群の検出・定量に関する発表があった。NanoSIMSはナノスケールの質量分析により単細胞レベルで基質と取り込みを検出・定量可能な新しい技術である。下北半島沖海底から採取した試料を¹³Cでラベルした有機化合物と¹⁵NでラベルしたNH₄⁺で培養し、海底下の代謝活性の極めて低い微生物群の検出に成功している。基質の取り込みの不均一性や定量性・コストに関する幅広い議論があり、聴衆の関心の高さが窺えた。NanoSIMSの利用により、微生物生態内での基質の流れをすべて可視化できるため、未培養微生物の機能と系統をつなぐ強力な手法であることが報告された。

野田尚宏氏（産業技術総合研究所）からは、環境微生物定量のための次世代型遺伝子定量技術に関する発表があった。リアルタイムPCR法などの遺伝子定量技術の汎用性が高くなっているが、コストや精度に問題がある。新たな定量手法として開発された Alternatively Binding Probe Competitive PCRは、エンドポイントのみで遺伝子を定量可能な技術である。バイオレメディエーションを志向した有機塩素化合物からの脱塩素を行う微生物群の定量に用いられており、今後、様々なアプリケーションへ応用が期待される。また、汎用的な蛍光プローブを用いる Universal QProbe PCR法や次世代型シーケンサーも合わせて紹介され、ハイスループットな遺伝子定量技術の進展が窺えた。

伊規須素子氏（東京大学）からは、顕微赤外分光法を用いた原核生物ドメインの識別に関する発表があった。赤外分光法は物質による赤外光の吸収に基づく分析手法であるが、細菌と古細菌の脂質の化学的構造の差異からそれぞれの存在比の定量することが可能である。この手

法を応用した μ -FTIR法を用いて、鹿児島県菱刈金山から採取された微生物マットでの細菌／古細菌の定量を行い、他の定量手法と類似した結果が得ている。本手法は、前処理を必要とせずに生きたままドメインの識別を可能にしており、迅速で簡便な技術であることが窺えた。厚いサンプルへの適用、門レベルやさらに細分された分類へのアクセス、高解像度化などに向けた今後の展望に聴衆からの期待が寄せられた。

佐藤浩昭氏（産業技術総合研究所）からは質量分析法による微生物の定量・分類技術に関する発表があった。細菌細胞中に多量に存在するリボソームタンパク質を指標として、マトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析法 (MALDI-MS) を適用することで、微生物の株レベルでの同定が可能になる。実際に、*Pseudomonas putida* 16株の *gyrB* 遺伝子の質量変異をMALDI-MSで解析したところ、同遺伝子の塩基配列に基づく系統解析とほぼ同じ結果になった。さらに、発展させたMALDI-MSにより、微生物細胞の表面に存在する脂質を分離・識別することに成功しており、質量分析法による微生物分類学、さらには環境微生物学の進展が今後ますます大きくなるのが窺える内容であった。

井町寛之氏（海洋研究開発機構）からは、難培養性微生物の培養技術に関する発表があった。新たに開発した自然環境を模擬した培養法では、一定の基質濃度の連続供給や代謝産物・生物因子の交換を容易に可能にするものである。例として、中空糸膜隔離分離培養法 (HFMC) と微生物排水処理リアクターを利用した離培養試験を挙げ、干潟や深海の堆積物に棲息する難培養性微生物の培養に成功したことを示した。環境を模擬するというコンセプトに基づく分離培養法の開発は、新たな未培養微生物の獲得を可能にする技術になりうることを示す内容であった。また、目的微生物の濃縮や目的外微生物の死滅を志向した目的微生物獲得のための支援技術も紹介され、今後の成果が期待された。

5名の演者の発表は、環境微生物の解析技術の進展・深化を聴衆に大いに認知させる非常に示唆の富んだ内容であった。これらの技術・手法を水処理プロセスの微生物生態解析にそのまま適用するにはコストやアクセスを含めて未だに障害があるかもしれない。しかしながら、我々が今後アクセスできる機会は増えることは間違いない。そして、これらの技術・手法は、今まで以上に膨大で重要なデータを我々に提供することになるだろう。微生物生態学の進展に貢献させることはもちろんのこと、この強力な次世代技術をいかに使いこなして水処理技術の進展に利用していくか、水処理技術に携わる研究者は知恵を絞っていく必要があると感じさせられた。

(東京農工大学 寺田昭彦)

イムノクロマトグラフィの水環境評価への適用

バイオアッセイによる安全性評価研究委員会

微量化学物質の同定・定量には、ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS) や液体クロマトグラフィタンデム質量分析装置 (LC/MS/MS) などを用いた機器分析が広く用いられており、高感度・高精度で類似した構造を持つ物質についても非常に有効である。その一方で、より一般的なユーザーに対して、簡便・迅速で安価な分析を可能とする技術も同時に必要となっており、その答えの1つが抗原抗体反応の特異性を利用したイムノアッセイ (免疫測定法) であり、その検出特異性を利用して、ELISA (酵素免疫化学測定法) による水試料中の微量化学物質測定キットなども市販され、その将来性が期待されている。

今年度のシンポジウムでは、イムノアッセイの中でもクロマトグラフィによる分離技術を組み合わせることで簡便性・迅速性・低価格化を目指したイムノクロマトグラフィ技術に注目して、水環境中の微量化学物質の分析・評価などの適用性について討議することを目的とした。当研究委員会委員長 (有蘭幸司: 熊本県立大学) による趣旨・概要説明の後、5件の招待講演をおこない、最後に総合討論を実施した。

イムノクロマトグラフィ技術の現状と課題: 奥山 亮 (藤倉化成) では、まず、妊娠検査キットなどイムノクロマトグラフィ技術として最も一般的なラテラルフローアッセイの原理・概要について、一般の聴衆にもわかりやすく説明があった。その後、開発プロセスにおいて重要とされる抗体の作成と選定、標識体の粒子径や金コロイド等の素材の選定、さらにニトロセルロース等のメンブレン等部材の選定など技術的側面から整理して紹介がなされた。また最後には、イムノクロマトグラフィの普及に向けた課題である感度や正確性などについて説明があった。

イムノクロマトグラフィを用いた水環境中カドミウムの簡易分析: 宮坂 均 (関西電力) ほかでは、水環境中のカドミウム定量への応用可能性について検討した結果が紹介された。発表者らは、米のカドミウム許容濃度が0.4 ppmに強化されることに伴い需要が増加した簡便な分析法として、イムノクロマトグラフィのキットを開発・販売している。今回は水質基準や土壌の溶出基準の10 ppbならびに水道水質基準の3 ppbを目標に、さらに高感度の抗体を作成した。銅やマンガン、亜鉛などに対して若干の反応交差性が検出されたが、概ね良好な抗体が得られ、ミネラルウォーターや水道水、河川水等に3~12 ppbのカドミウムを添加し、その回収率や再現性の試験結果が報告された。結果はほぼ良好だったが、

米の抽出液などと同様に、一部は亜鉛やマンガン等に由来する妨害が示唆された。

イムノアフィニティーカラムを利用した水環境中有害化学物質の高感度分析: 乾 秀之 (神戸大) では、内分泌かく乱化学物質の1つとされるビスフェノール A を対象に、モノクローナル抗体だけでなく、その抗体から一本鎖可変領域断片 (scFv) を作成・精製して固定化することでイムノアフィニティーカラムを作製した結果が報告された。このカラムを河川水に適用して HPLC や ELISA 法で添加回収および標準添加法で定量を試みた結果、回収率は概ね良好で、数十 $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ レベルまでほぼ精度よく測定できることがわかった。また、通常の Oasis HLB などの固相抽出カラムと比較した場合、高い選択性で BPA を回収できることも報告された。ただ、scFv 抗体の取得には大量の大腸菌培養液を要するなど、大量生産・実用化には依然として課題が残っている。

イムノクロマトグラフィを用いた環境化学物質の分析: 初山政慶 (アイシン精機) ほかでは、環境省の迅速法マニュアルにも掲載されている廃油中の PCB 測定に競合イムノクロマトを利用した方法や、マルチバンド法イムノクロマトを用いた前処理がほとんどいらぬ PCB 測定法について紹介があった。PCB は多くの異性体・同族体を有することから、GC-MS による分析では測定作業が非常に煩雑化していることから、廃油中濃度の大まかな把握などの用途に応じてはその適用性が高いことが示唆された。一方で、試験感度が温度に非常に敏感であることから、非常に正確な温度制御が必要という課題も指摘された。

フロー式イムノセンサーによる環境試料分析: 澤田石一之 (愛媛大) では、ダイオキシン類簡易分析法として公定法に認められたフロー式イムノセンサーについての紹介があった。このシステムでは、JIS 規格で定めるように測定法の精度と測定原理の妥当性が精度プロファイルによって客観的に評価可能であり、機器分析に比べて弱いとされる信頼性の確保を十分に図っている点の特徴である。また、PCDFs や KCmix など3種の異なるモノクローナル抗体を用いた測定結果をもとに、異性体組成の大まかな特徴や未知試料の汚染原因についても推測可能となっている点で有効である。この手法は界面活性剤等の汚染化学物質の測定の際の ELISA 法の感度を大きく向上することも可能で、水環境評価への適用性も期待される。

(徳島大学 山本裕史)

衛生学的水質管理の経緯と最新の動向

水中の健康関連微生物研究委員会

本セッションは、今後環境水（河川水、湖沼水、海水など）の衛生学的水質管理のあり方を検討していくにあたり、既存の知見を整理し、今後の展望について議論することを目的として行われた。これまでの衛生学的環境水質管理の経緯や、現在用いられている、あるいは研究段階での検討が進められている水質指標の特徴、さらに近年諸外国で進められている環境水質管理の改定事例について、7件の講演が行われた。会場を埋める参加者と講演者との間で活発な意見交換が行われ、本テーマへの注目の高さがうかがえた。各講演の概要を以下に示す。水質基準における微生物リスクに関する指標とこれまでの経緯

(元摂南大学教授 金子光美氏)

水の微生物指標は古くから大腸菌群が用いられているが、クリプトスポリジウム感染症の発生等を経て見直しが進み、現在では水の種類に応じて大腸菌やふん便性大腸菌群等も採用されている。水道水ではこの他、一般細菌、従属栄養細菌および嫌気性芽胞菌が基準、管理、クリプト対策などに関連して採用されている。現状が必ずしもすべて理に適ったものとは言えないので、合理的手法に切り替えるべき項目も存在する。

糞便汚染源追跡手法の現状と課題

(北海道大学大学院 小林彩乃氏)

糞便汚染源追跡手法は、糞便汚染マーカーの検出前から培養操作を行うか否か、およびマーカーの検出結果から結論を得る際に既存データを参照する必要があるか否かにより4つのグループに分けられる。その中で、培養操作も参照データも必要としない、いわゆる culture-independent and library-independent な手法の汎用化が進んでいるが、マーカー検出手法の標準化やマーカーの環境中での挙動解明など、残された課題は多い。

F 特異 RNA 大腸菌ファージの遺伝子群別検出による糞便汚染源の解析

(山梨大学大学院 原本英司氏)

糞便汚染指標としての大腸菌ファージは古くから検討されてきているが、近年血清型および遺伝子型による分類が進み、それらの結果をもとにリアルタイム PCR による遺伝子群別検出法が確立している。水環境汚染指標として用いる際には、環境中等での生残性が遺伝子群ごとに異なることを考慮する必要があるだろう。また、既存のリアルタイム PCR よりも幅広い検出が可能な新しい検出系の開発が望まれるところである。

水中ウイルスの指標としてのさまざまなウイルス

(東京大学大学院 稲葉愛美氏)

ウイルス汚染指標の候補ウイルスとしては、アデノウイルス、ヒトポリオマウイルス、トルクテノウイルス、ピコビルナウイルス、トウガラシマイルドモットウイルスおよびアイチウイルスが挙げられるが、なかでもアイチウイルスの水中ウイルス指標としての有効性が顕著である。水中ウイルス指標の確立のために、ウイルス粒子の感染性評価手法の確立が急務である。

リスクに基づく水質管理の現状とこれからの展開

(東京大学環境安全研究センター 渡部 徹氏)

化学物質については許容リスクに基づく基準値が採用されている一方、病原微生物については一部の例外を除いてリスクに基づく水質管理は浸透していない。適切な指標の選定、リスク評価に必要なデータの整備、リスク評価結果と疫学調査の照合など、研究面での課題も多い。海外における新しい病原微生物管理の取り組み

(東京大学大学院 端 昭彦氏)

海外では水の微生物学的安全性確保のため、新しい基準が次々と策定されている。微生物濃度による基準において一部の試料で基準超過を容認する、検出・定量が困難な微生物については処理効率で規制するなど、その手法もさまざまである。ウイルスや原虫についてもリスク評価に基づいた議論が行われており、一部の国ではすでに基準値が制定されている。

海外のレクリエーション水によるクリプトスポリジウム症集団感染と対策

(東京都健康安全研究センター 猪又明子氏)

海外ではプールなどのレクリエーション水を介したクリプトスポリジウム症集団感染が多発している。そのため、利用者に対する教育、クリプトスポリジウム不活化に有効な処理の導入等の対策が行われている。国内では2004年以降プールを介したクリプトスポリジウム症集団感染は報告されていないが、プール水の糞便汚染事故に対する施策を検討することが望まれる。

総合討論 (座長：京都大学大学院 田中宏明氏)

講演のあと、各講演内容についての質疑や今後の環境水質基準のあり方についての議論がなされた。

(東北大学大学院 真砂佳史)

生活関連化学物質による環境汚染： 分析技術と環境モニタリング

水環境と洗剤研究委員会

水環境と洗剤研究委員会では、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、研究テーマとして取り上げている。今年度は、とくに分析手法の開発とその環境試料への適用、およびモニタリングなどに焦点を当て、「生活関連化学物質による環境汚染：分析技術と環境モニタリング」と題したシンポジウムを企画し、洗剤を含む生活関連化学物質による環境汚染研究の現状について意見交換することを目的とした。本セッションは、この分野の第一線で活躍する若手研究者を中心として11題の講演で構成し、最新の研究結果について話題提供していただいた。

まず、東大の村上道夫氏から、東京都区部の地下水のフッ素系界面活性剤汚染のモニタリングと土壌浸透カラム実験について、これまでの成果を発表していただいた。東京区部の地下水からは、一部でミネソタ州の地下水水質基準を超過するPFOS、PFOAが検出され、汚染低減対策の必要性が示された。また、土壌浸透カラム実験の結果、各物質の物理化特性にしたがって吸着除去されること、および一部の物質が環境中で生成されている可能性のあることが示された。次に、島津テクノリサーチの松神秀徳氏からは、短鎖塩素化パラフィンの研究をご紹介いただいた。短鎖塩素化パラフィン、可塑剤や難燃剤として使用される物質で、炭素鎖長や塩素付加数の違いから数千にもおよぶ異性体が存在する。環境残留性や毒性が指摘され、POPs条約に登録されたことから、分析法の確立と汚染実態の解明が急務である。演者らは、短鎖塩素化パラフィンの高感度分析法を開発し、様々な環境試料の分析に適用した。その結果、分析したいずれの試料からも短鎖塩素化パラフィンが検出され、とくに大気中からは既存POPsよりも高濃度で検出されるなど、環境汚染の拡大が示された。愛媛大の磯部友彦からは、環境水中の過塩素酸の微量分析法とインドにおける地下水モニタリングの結果について紹介した。続いて熊本大の折式田崇仁氏から、人工甘味料の分析法開発と下水処理水や河川水のモニタリング結果を紹介していただいた。これらの化学物質は、今後も需要増大が予想され、モニタリングとともに影響評価も求められる。京大の中田典秀氏には、多岐にわたるPPCPs分析について、代替サロゲートを用いた効率化・高精度化に関する話題を提供していただいた。土木研の小森行也氏は、大津川における医薬品の流出挙動について調査を行い、晴天時と雨天時の流出挙動について明らかにした。とくに

雨天時の流出挙動について不明な物質もあり、詳細な調査が必要と考えられる。熊本県大の田上瑠美氏は、再生肥料中の医薬品の存在量と、その作物への移行の可能性について研究を行った。その結果、多くの医薬品が再生肥料中に検出され、再生肥料の使用による医薬品汚染の可能性が示唆された。豆苗を用いた曝露試験の結果、物質によって吸収・蓄積特性の異なることが明らかとなり、移行メカニズムに関する詳細な研究の必要性が指摘された。愛媛大の野見山桂氏は、鯨類の血中からプロモフェノールを検出した。プロモフェノールは、臭素系難燃剤として人工的に合成されるものに加えて、沿岸の藻類や海綿が合成する物質としても知られており、甲状腺ホルモン輸送タンパクと強く結合することから野生生物への毒性影響が懸念されている。同じく愛媛大の金俊佑氏は、ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤のフィリピンマニラ湾産魚類への蓄積について発表した。ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤は、日焼け止めやプラスチックの添加剤に用いられ、一部が化審法の第1種特定化学物質に指定されるなど、環境中の挙動や影響に関する知見が求められる。徳島大の田村生弥氏には、水生生物3種を用いたWET試験による環境水の毒性評価について発表していただいた。多様な化学物質の使用と環境汚染が社会的関心を集めるなかで、排水や処理水の毒性を総合的に評価するWET試験は今後重要性が増すと考えられる。演者らは、個別の化学物質の毒性とWETの両面から化学物質の毒性評価を試みており、こういったアプローチは生活関連化学物質の影響を検討する際の指針となり得る。最後に、横浜国大の真名垣聡氏から、生活関連化学物質に関する研究を進めるにあたり、用途別の化学物質分類から今後着目すべき物質(群)について提案があった。

会場からは、メーカーとの情報交換をしたほうがよい、リスクコミュニケーションの概念を取り入れるべき、という意見があり、個々人の研究や本委員会の方向性を考える上で参考になった。また、調査対象物質として、下水処理を通過してしまうもの、高極性だが難分解なもの、揮発性が高く移動拡散しやすいもの、などに着目すべきという指摘もあり、次年度以降のシンポジウムで取り上げるべき話題として宿題をいただいたと感じている。近年ますます多様化する化学物質について、環境挙動やリスク評価などの観点から活発な議論や意見交換の場を提供できるよう今後も継続した活動を目指したい。

(愛媛大学 磯部友彦)

ノンポイント汚染対策の現状とその展望

ノンポイント汚染研究委員会

ノンポイント汚染対策の取り組み事例を中心とした8題の一般講演が行われた。参加者数は38名であった。

1. 「滋賀県におけるノンポイント負荷対策の現状と課題」

大久保卓也（滋賀県・琵琶湖環科研セ）

琵琶湖に流入するノンポイント負荷削減対策の事例が報告され、これまでに得られた知見として、ノンポイント負荷は流出後の制御が難しく節水等水管理による発生源対策が重要であること、ノンポイント由来の栄養塩負荷の藻類生産への寄与は滞留時間等物理条件に影響をうけること等が示され、今後の負荷削減策推進に琵琶湖の水質目標について改めて考える必要があることが指摘された。

2. 「循環灌漑モデルの構築と対策効果予測」

佐藤祐一（滋賀県・琵琶湖環科研セ）

水田からの負荷削減策として琵琶湖流域で実施されている循環灌漑を対象とした物質循環モデルの構築とモデルによる負荷削減効果の評価について報告された。モデルは代かき時期等における負荷急増の傾向を含め概ね再現できた。循環灌漑はTN負荷の削減に効果がある一方TP負荷は増大する可能性があること、循環灌漑に良好な水質の水を用いた場合TN・TP負荷の削減が期待されることがモデルにより示唆された。

3. 「クリーニング作物によるハウス土壌の面的浄化と収穫物資源化を目指した組成解析」

井上賢大（高知大院）

土壌からの硝酸性窒素溶脱と亜酸化窒素放出の抑制技術として検討されているクリーニング作物の、ポット栽培試験による硝酸性窒素溶脱抑制効果の評価と組成解析について報告され、クリーニング作物栽培系は対照系より硝酸性窒素溶脱量が大幅に減少すること、作物から付加価値の高いポリ乳酸としての有機資源回収、水抽出によるカリウムやリンの回収が期待されることが示された。

4. 「L-Q 式の発想と経過」

橘 治国（北海道水文気候研・環境クリエイト）

負荷量と流量の関係式（L-Q 式）が発生源の特徴や流出過程での堆積・分解の特性を表現できる流出特性モデルとして整理された経緯や、流況との関連づけによる流出特性のパターン化、係数の意味づけ、湿原など特異的な流出特性の表現、特性の数値化等、式の活用と展開について紹介された。また流域管理の基礎データの整理法として有用であることが示された。

5. 「琵琶湖・淀川水系におけるヨウ素および臭素化合物の発生構造」

越後信哉（京都大院）

ヨウ素や臭素を含む消毒副生成物前駆体の琵琶湖淀川水系における分布調査結果について報告され、都市部でヨウ素・臭素の濃度が上昇すること、臭化物イオン濃度

と活性炭吸着性有機ヨウ素、ヨウ化物イオン濃度に相関があり、これらは人為由来の消毒副生成物前駆体と示唆されること、臭素とヨウ素で無機態と有機体の比率が異なり考慮すべき消毒副生成物の生成経路や種類が異なること等が示唆された。

6. 「浸透施設によるノンポイント汚染制御研究の現状と課題（亜鉛を例として）」

原田茂樹（宮城大）

既存の雨水浸透施設を利用したノンポイント汚染制御技術としての、ポーラスコンクリートによる亜鉛の雨天時流出制御の可能性と課題について報告された。ポーラスコンクリートを導入したマンホールが提案され、実験で得られたポーラスコンクリートの亜鉛最大吸着量から、ポーラスコンクリート導入マンホールが40年間分の亜鉛流出が捕捉できること、水和物の形成により捕捉した亜鉛による地下水汚染が防御できる可能性があること等が示された。

7. 「市街地面源負荷削減のための貯留・浸透対策の有効活用」

二瓶泰雄（東京理科大）

印旛沼流域の現地観測をもとに、市街地流出対策としての雨水浸透マスと雨水調整池の有効性が検討され、雨水浸透マスによる浸透対策は表面流出を抑制し市街地からの懸濁物質負荷を削減すること、雨水調整池でのコゴマットによる簡易流路設置が面源負荷削減効果を向上させること、とくに流入口付近の設置の負荷削減効果が高いこと等が示された。

8. 「流域水物質循環シミュレーションにおける市街地面源負荷削減対策モデルの導入」

上原 浩（パシフィックコンサル）

流域水物質循環モデル（SIPHER）に市街地面源負荷対策の一つである雨水浸透マスを組み込むため、雨水浸透マスのモデル化と印旛沼流域を対象とした現地調査データによるモデル検証の結果について報告された。開発されたモデルは雨水浸透マスによる削減効果の予測が概ね可能であること、50 mm 以上の降雨量の大きい時は再現性に課題がみられ、浸透能の適切な設定で精度向上が見込まれること等が示された。

総合討論

今後のノンポイント汚染の対策を推進する上で、行政が活用でき住民の理解が得られる簡易なモデルの開発が望まれていること、ノンポイント汚染対策の効果がわかるようなモニタリングのあり方を検討する必要があること、これまでの研究等で得られたモニタリングデータの整理、共有化を考える必要があること等の意見が出された。ノンポイント汚染研究委員会では引き続きノンポイント汚染対策のあり方と展開について議論していきたいと考えている。

（岐阜大学 山田俊郎）

水環境教育から見た水辺の環境意識と価値評価

水環境教育（WEE21）研究委員会

地域において効果的な水辺環境保全の教育や施策を行うためには、顧客である住民の環境意識と価値評価に適合したカリキュラムや事業計画を策定し実施することが重要である。そのためには、専門家が、主体である市民の環境意識を探り、理解することが重要である。本シンポジウムでは、環境意識と価値評価の構造研究の方法論を学び、そしてその成果を水辺環境保全事業に対する合意形成の進め方や、そのための水環境教育の生かし方、専門家の関わり方についての議論を期待した。なお、会場では約30名の参加を得た。

1. 研究報告

研究報告は、以下の流れで発表された。

まず、(1)「調査方法によるある親水性空間の利用形態および住民意識の違い」(大島ら、大阪市環科研)を把握し、つぎに(2)「水辺意識の違いに着目した水辺価値評価解析」(大塚、東洋大)方法を学んだ。さらに、本会で検討している水環境健全性指標について(3)「評価者の居住地が水環境健全性指標評価結果に及ぼす影響」(後藤ら、群馬県衛環研)をみる。そして、(4)「地域社会の意志決定に外部の専門家はどうか」(原田、産総研計量研修会)について問題の整理と課題提起をしてもらった。

(1)について大島らは、市民ニーズの把握を目的として、地域居住者(高齢者の回答が多い)とイベント参加者(若年者の回答が多い)に対して、大阪市内の公園池(2ha)の利用実態等についてアンケート調査を実施した。両結果とも、公園は散歩の場として活用されていた。市民が願う公園像について、水辺空間に対しては、「水質がよくなること」や、「水辺がより自然に近くなることや水草が増えること」について高く望まれており、両結果に差は殆ど見られない。一方、昆虫や野鳥が増えることは、若年層は肯定的であり、高齢者と異なる傾向を示した。

(2)について大塚は、対象河川流域住民へのオンラインアンケートを採用し、回答者の年齢構成等を実際の分布に合わせた。そして、水辺意識に関する問いの回答結果から潜在クラス分析によって住民を5つのグループに類型化してからの考察が注目された。満足評価をグループごとにクロス集計した結果、「否定型」グループは評価が低く、その属性(年代や経験など)との関わりが検討できている。

(3)について後藤らは、対象河川の「地元」と「外部」の人に評価をさせた。その結果、地元は、外部と違って、過去の経験や知識から河川を時間的・空間的な広がりを持って評価することが示唆された。一方、外部による評価では、地域資源の発掘につながることも期待される。そのため、評価活動だけでなく、結果説明会など、お互いの共通認識を持たせる機会づくりが重要である。

(4)について原田は、専門家の役割として、水環境と住民の意識の双方を調べることができる役割だけでなく、事業計画の有用性を住民に理解させ、住民の環境観を変える役割もあることを指摘した。事業者と住民の間の意思疎通の橋渡しをすることが求められる。また、地域社会に影響を与える事業を実施する際、誰から見た価値に基づき、事業を進めるのかといった問題とともに、地域社会内部と地域社会-事業者間の2つの異なるレベルの意志決定が存在することを示した。

2. 総合討論

まず、今回の発表者に対して、価値意識や評価を探ろうとした研究動機の確認や質問を受け付けた。健全性指標については、環境教育の道具としては有効でも、個が評価すれば当然ばらばらになる。しかし、これは、指標項目やその数値化が評価者の気持ちを反映させているものかどうか、また反映させるための工夫のプロセスも重要ではないかと捉えられる。水環境の評価において、現状は、専門家からの見立てであるが、住民の側の見立ても折り込み、話し合いの中で再構成する必要がある。ただし、住民の一部は、専門家が価値を重んじている生物多様な、自然景観的な水辺を必ずしも好んでいない。さらに、専門家同士でも価値がさまざまである。それでも社会における問題解決のための決定をしなければならぬ。そのような中での合意形成では、ぶつかり合いながらも話し合いを続け、みんなが納得する答えを見いだすプロセスが重要である。その場合、専門家には価値判断の材料となる基礎資料(選択された項目が必要な場合もある)とその解釈(考え方、道しるべ)が求められている。多様な価値意識がある中で自分の意見を修正することに躊躇しないで幅広く価値判断できる人づくりに環境教育がどのように寄与できるかが課題とも言える。

(東北工業大学工学部 山田一裕)

健全な水環境と水循環の創造のための膜技術の展開

膜を利用した水処理技術研究委員会

「膜を利用した水処理技術研究委員会」のシンポジウム参加は今年で8回目、例年どおり通常セッションとパネルディスカッションの2部構成で行った。

1. 通常セッション

①「水再生事業を中心とした海外展開（海外水循環ソリューション技術研究組合の取組み）」篠田猛（海外水循環ソリューション技術研究組合）：NEDO 委託研究「省水型・環境調和型水循環プロジェクト」に採択された2つの水循環システム実証研究、ならびに国際展開加速に向けた事業実証研究の効率的な実施・事業化を目的に設立された技術研究組合（GWSTA）の取組みに関し、北九州市のウォータープラザ等の紹介があった。

②「実規模スケールの MBR および RO システム実証設備の運転状況」矢次壯一郎（クボタ）：国土交通省が主導した日本版次世代 MBR 技術展開プロジェクト（A-JUMP）の「既設下水処理施設の改築における膜分離活性汚泥法適用化実証事業（改築 MBR）」の成果報告がなされた。各種省エネ策の採用により、MBR の処理効率が $0.4 \sim 0.6 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-3}$ となること等が示された。

③「セラミック膜を用いた槽外型膜分離活性汚泥法」大和信大（メタウォーター）：A-JUMP のもう1つのテーマである「膜分離活性汚泥法を用いたサテライト処理適用化実証事業」の成果報告がなされた。槽外型 MBR の特徴を活かし可搬型のユニットとしたことや、固形物負荷の影響等の検討結果等が報告された。

④「人工透析用水製造における膜処理について」阿瀬智暢（ダイセンメンブレンシステムズ）：わが国の透析治療の医療費が1兆円を超えている中、透析用水処理においては UF 膜や RO 膜が数多く使用されており、透析用水や透析液の生物学的な水質向上に膜処理技術が貢献していることが紹介された。

⑤「PTFE 膜の排水処理用途への検討例」森田徹（住友電工ファインポリマー）：強い物理洗浄に耐える強い強度をもつ PTFE 膜は、強アルカリ等の洗浄薬品に対しても安定であり、鉱物油系油分を含む排水処理へ適用し、ろ過性の安定、 n -ヘキサン値の高い除去率、4 wt% 苛性ソーダ洗浄によるろ過性の回復等が示された。

2. パネルディスカッション

「膜（MBR）の標準化」 座長：木村克輝（北海道大）
座長より、膜を利用した水処理において技術的優位性を保持しているわが国はどこへ向かうべきか？ EU においては MBR 標準化の成果が Workshop agreement の

形で公表されているのに対して日本は何もしなくてもよいのか？何を期待するのか？等の観点でパネリストや参加者の「先見の明」を共有したいという趣旨説明の下、各パネラーより以下のタイトルで話題提供をいただいた。

①「MBR の標準化について」

村上孝雄（日本下水道事業団）

②「MBR の標準化」

大熊那夫紀（膜分離技術振興協会、日立プラント）

③「上下水道国際標準開発の現状」

渡辺 博（東洋エンジニアリング）

④「MBR の標準化に何を期待するか」

山本和夫（東京大学）

山本先生からは、本パネルディスカッションを学会活動として、単なるイベントで終わらせるのはもったいない。学会の委員会として、MBR 標準化に関する提言をしていただきたい。といったご意見をいただいた。

討議：

- EU 以外では、米国カリフォルニア州の Title22 や中国の小規模 MBR システム技術要求事項等の動きがある
- 日本でも浄化槽の認定を日本建設センターで行っているように、日本下水道事業団で MBR の認定制度を実施することはできないか。膜分離技術振興協会はユニットの認定を今年中に実施する予定である
- MBR の ISO で主導権を握るために、日本が膜の TC を立ち上げることは可能か？やってみてはどうか？
- 国際的な標準化に際しては多数決の原則があり、人材の確保や仲間作り、資金の問題等、わが国が先導して実施するには課題が多く政府の協力も必要になる
- MBR にはエネルギー消費の点で問題があったが、現在までの成果から、競争力のある処理方式になっていることが、まだまだ知られていないのではないか
- ベオリアやスエズは水ビジネスのみならず地域作りや国作りといった観点で進めている。日本でも電力や通信、土木等の産業へ横展開するべきではないか
- 各種産業で連携する場合に、必ずしも日本の企業だけで護送船団方式をとらなくてもよい

（まとめ：木村委員長）

本日のパネルディスカッションで得られた意見をもとに委員会にて議論し、MBR 標準化への提言を実現させたい。そのために委員会として国益のみならず世界をよりよくするための視点で努力していきたいと思う。

（株）クボタ 岸野 宏

UV 技術の新たな展開

紫外線を利用した水処理技術研究委員会

紫外線処理は、上水におけるクリプト対策、下水処理における放流水の消毒、さらに超純水設備や廃水処理設備における有機物分解・処理技術としてすでに認知された技術であるが、その可能性については開発途上の技術でもある。今回のシンポジウムでは、その可能性についてさまざまな角度からアプローチした結果を報告してもらい、新たな展開という内容で企画した。初めに本研究委員会の委員長である神子氏（立命館大・理工）より、本シンポジウムの趣旨説明がなされ、その後口頭発表が行われた。以下に各講演の概要を記す。

口頭発表

「AOPsの発展に向けて」水野忠雄（京都大院）は、HOラジカルを用いた促進酸化処理（AOPs）による水質浄化における、その発展のために検討されるべきである課題について、二次反応速度定数など普遍的科学的知見の有効活用や対象水自体の組成の評価の重要性を指摘するとともに、AOPsを構成する単位操作や反応装置のコンパクト化など具体的な事例を交えて論じた。

「抗ウイルス剤に対するUVによる分解特性」廣戸裕子（岩崎電気）からは、下水二次処理水中に存在する抗ウイルス剤の分解特性について紫外線を用いた物理化学的処理による検討を行い、回分処理と連続処理でそれぞれ処理条件と処理効率を比較したところ、同じような傾向であることが報告された。

「酸化チタン／UV処理による鎮痒剤クロタミトンの分解と影響因子」深堀秀史（高知大）からは、環境中への流出が問題となっている医薬品に対する処理方法として酸化チタン／UV（波長350 nmのブラックライトを使用）法を試みたところ、反応は擬一次反応として扱うことができるとともにヒドロキシラジカルなどの活性酸素種により、初発の反応として水酸基反応が起こって分解されたものと推察した。

「促進酸化による微生物の不活化効果」山取由樹（麻布大）からは、複数の消毒法を組み合わせることにより起こる微生物に対する不活化の相乗効果について、塩素／紫外線、過酸化水素／紫外線の組み合わせで検討を行い、相加的であるか相乗的であるかを定量的に評価した。

「キセノンエキシマランプによる真空紫外の微生物への効果」岩崎達行（岩崎電気）は、波長172 nmの真空紫外を発光するエキシマランプを用いて数種の芽胞形成

菌および黒かびに対する不活化実験を行い、微生物に対する真空紫外の不活化効果のメカニズムが波長254 nmの紫外線と同様に核酸へのアタックが主なものであると推測した。

「222 nm短波長エキシマランプによる水の浄化に関する検討」小寺翼（立命館大）らは、波長222 nmの紫外線を発光するエキシマランプを用い、大腸菌ファージMS2の不活化実験を行った結果、照射時間とLog生残率が高い再現性で一次反応を示すことを報告した。

「Ⅲ族窒化物半導体深紫外光源による水処理」武内道一（立命館大・グローバルイノベーション研）からは、波長255 nmと280 nmの紫外線を発光するALGAN混晶半導体を用いたLEDによる微生物の不活化実験結果が報告され、255 nmと280 nmの紫外線の不活化効果とLED製作コストについて検討がなされた。

「中圧紫外線ランプを備えた消毒装置の表流水系浄水場への適用」小林雅道（月島機械）からは、表流水への適用を視野に入れた大規模浄水場を想定したフィールドテストの中間報告として、原水の水質変動や中圧紫外線装置を用いた場合の消毒性能・長期安定性・消毒副生成物の生成についての実験結果が報告された。

「水処理用紫外線照射装置における処理水紫外線透過率の影響」山越裕司（日本フォト）は、流水型紫外線照射装置における処理水の紫外線透過率が及ぼす性能への影響を調べ、光源の紫外線照度と実験に使用した微生物の不活化速度からシミュレーションと実験結果とがほぼ一致することを示した。

「紫外線処理における副生成物の状況」高嶋渉（水道技セ）は、紫外線処理に伴う副生成物（臭素酸、トリハロメタンおよび塩素酸）の生成量について、低圧紫外線ランプを用いて紫外線照射量を $500 \text{ mJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ まで振った実験を行い、通常の紫外線処理における照射量で通常の原水水質の範囲内であれば、問題ないと結論付けた。

「八戸圏域水道企業団における紫外線処理設備の導入状況について」川崎勇次（八戸圏域水道企業団）からは、平成16年4月に導入された蟹沢浄水場紫外線処理設備の状況について、導入7年目を迎えた設備であるが運転に支障を及ぼすようなトラブルはなく稼働しているとの報告がなされた。

（岩崎電気株） 岩崎達行，立命館大学 神子直之）

新規水処理システムの動向

産業排水の処理・回収技術研究委員会

産業排水の処理・回収技術研究委員会が発足した当初は、守秘義務をはじめとする特有の制限が多い民需市場向けの研究開発者一とくに若手一がお互いのネットワークを広げられるよう本委員会を通して交流を促すことが主な意図であった。本委員会は今年で3年目を迎えて参加者同士の交流が盛んになってきたことから、今年度は次のステップとして、水処理における民間企業の立場を広く理解することに着目し、水処理技術を供給するサプライヤー側とその技術を使用するユーザー側という2つの視点からの話題提供（招待講演）を企画した。サプライヤー側として荏原エンジニアリングサービス(株)白井幸之助氏、ユーザー側として味の素エンジニアリング(株)長崎好美氏を招聘し、ご講演をいただいた。「水ビジネスの現状について（白井幸之助氏）」では、水ビジネスの海外市場で新興国（シンガポール・韓国）の勢力が一段と強まっている原因が特定の会社への政府の集中支援・育成にあることをご説明をいただいた。多く水処理会社が存在するわが国にとって、国際的に生き残るために大胆な業界再編も視野に入れる必要があると思われる。また、「食品製造工場の排水処理の現状と課題（長崎好美氏）」では、ユーザー側においても積極的に水処理技術を評価・解析していることをご説明いただいた。ユーザーにおいては全社的に環境負荷を削減することが多くの企業の方針であり、この目標を満たすために、導入した水処理施設の性能を再評価しながら、独自に設計ノウハウを確立するための研究も行っているそうである。環境分野を志す学生は水処理会社への就職に興味を持ちがちであるが、ユーザー側においても環境技術の実践的検討が必要とされており、その進捗が大いに期待されていることはもっと知られてよい。とくに、長崎氏が過去に活性汚泥による基質の生物吸着反応を評価・検討されていた時期は、ちょうど同じく水処理会社や学術研究機関で研究されていた年代と重なる。このような先進的な検討がユーザー側で実施されていたという点は、会場で聴講していた環境系の技術者・研究者・学生を大いに奮い立たせるものであった。

技術紹介のセッションでは、代表的な生物処理の反応（嫌気性処理・無酸素処理（脱窒）・好気性処理）、対象（BOD除去・硝化・脱窒）、固液分離（分散・造粒（グラニュール）・膜）ならびに、物理・化学処理を利用したシステムの高速化・資源回収について、それぞれの民間企業の若手研究開発者が発表を行った。

富内氏（メタウォーター(株)）は、パーム油工場排水（POME）の嫌気性処理に関して、汚泥を返送すること

でCOD分解率が高くなり、対応してメナキノン（MK-7）を含むキノン類が増加する結果を報告した。

小鍛冶氏（前澤工業(株)）は、粉末活性炭とMF膜（浸漬膜）を用いたハイブリッド膜プロセスによって、牛乳の濃縮工程から発生する蒸発水中の揮発性有機物ならびに懸濁物質の除去が効率的に進むこと（乳業排水）、また、排水中の銅を水酸化銅として析出させて膜分離を行うと水理的負荷に強く、通常のシステム（pH調整+凝集沈殿+砂ろ過+キレート吸着）に比べて、排水量の増加に対応可能でよりも省スペースになること（プリント基板製造工場排水）が示された。

知久氏（住友重機械エンバロメント(株)）は、金属加工排水中の高濃度硝酸排水処理に、「USB式高負荷脱窒システム」を適用した事例を紹介した。本システムは、タワー型の反応槽を用いてグラニュール汚泥で脱窒を行う方法である。本システムの採用により、従来の活性汚泥設備と比較すると、設置面積が少なく、メンテナンスも容易、薬品使用量削減、汚泥発生量の削減等のメリットがあることが述べられた。

江口氏（オルガノ(株)）は、好気性硝化グラニュールによるリアクターの高速化について電子産業で排出されるアンモニア排水を対象としたパイロットスケール試験の結果を報告した。試験開始60日目以降で種汚泥とした活性汚泥の一部がグラニュール化しはじめ、120日目以降では2.0~2.5 kgN・m⁻³・d⁻¹の高い硝化速度を得ることができたという。

小林氏（荏原エンジニアリングサービス(株)）は、プリント基板製造工場のエッチング廃液からの新たな銅回収技術を説明した。これは過酸化水素を添加しながらアルカリ中和することにより、資源回収で妨げになる塩化銅の生成と含水率を抑制する方法で、めっき原料として再利用可能な銅が現場で回収できることが示された。

伊澤氏（栗田工業(株)）は、半導体工場排水中のフッ素をCaF₂凝集沈殿法により処理する場合の共存物質の影響について、実験データを熱力学的に解析した結果を報告した。フッ素を処理する一般的な方法はCaF₂凝集沈殿法であるが、通常は共存物質のイオンの影響を受けるため工場排出基準の8 mg・L⁻¹を達成することはなかなか難しい。実験データからイオン強度と処理水フッ素濃度に相関がみられたため、排水中のアニオン強度を高めるとCaF₂の析出反応が低下して処理水F濃度が上昇すると考えられた。

（北九州市立大学国際環境工学部 安井英斉）

土壤地下水汚染の原位置浄化技術

土壤地下水汚染研究委員会

土壤地下水汚染研究委員会では、「土壤地下水汚染の原位置浄化技術」と題したセッションを開催した。本セッションでは、9題の口頭発表が行われ、原位置浄化技術の現状や今後の展開に関する活発な議論が交わされた。

「土壤汚染対策法施行後の土壤地下水汚染対策の傾向」
(和歌山大 江種伸之)

土壤地下水汚染問題の大きな転機となった土壤汚染対策法施行後の汚染対策の傾向について報告された。

「重質油汚染サイトに対する嫌気性バイオレメディエーションの適用性評価」
(鴻池組 田中宏幸ほか)

重質油汚染を対象とした嫌気性バイオレメディエーションに関する室内試験と野外実証試験の結果が報告された。硫酸イオンを含む栄養塩溶液によって微生物活性に理想的な地化学環境が維持できること、TPHの減少、とくにガソリン(C6-12)の低減が顕著なこと、および残油(C28-44)の減少と軽油(C12-28)の増加といった微生物分解の効果が示された。

「土壤カラム実験を用いたガソリン汚染サイトのリスク管理手法の検討」
(大阪府立高専 藤長愛一郎ほか)

ベンゼンを対象とした土壤汚染リスク管理手法について室内カラム試験と数値解析で検討した結果が報告された。曝露経路や土地利用の違いを考慮することで、リスク管理濃度が4,000倍程度変わること、および長期モニタリングデータのない現場では、カラム試験によりリスクベースで調査・対策を進めるために必要な情報を取得できることが指摘された。

「有機物の違いによる嫌氣的VOC分解効果の比較評価について」
(鹿島建設 河合達司ほか)

嫌気性バイオレメディエーションに使用する有機物の違いがVOC分解に与える影響について報告された。ここでは、有機酸、油類、糖類、アルコール類、既存バイオ薬剤など計14種の有機物を使ってバッチ試験が行われている。その結果、使用する有機物によって分解促進効果に違いが見られ、分解速度で約80倍の差が生じたこと、および乳酸等の有機酸や油類を使用した場合に高い分解促進効果が得られたことが示された。

「透過性地下水浄化壁の長期耐久性について」
(大成建設 根岸昌範ほか)

TCEで汚染された地下水の拡散防止を目的とした透過性浄化壁の長期耐久性について報告された。ここでは、金属還元剤として鉄粉を使用し、長期カラム試験および実現場から回収した鉄粉の腐食皮膜の観察により評価を行っている。その結果、設置から20年程度経過すると脱塩素反応が初期状態の30~40%程度にまで減衰する可能性があり、さらに腐食皮膜の生成によって設置から約10年間の脱塩素反応の減衰がとくに大きくなるなど、

本工法の維持管理にとって重要な情報が示された。

「嫌気性バイオレメディエーション法による塩化ビニルモノマー汚染地下水の浄化効果」

(栗田工業 塩谷 剛ほか)

嫌気性バイオレメディエーションを適用した地下水汚染現場におけるVOC浄化効果について報告された。昨年11月に地下水環境基準項目に指定されたVCを中心に検討がなされており、分解速度が自然減衰時の40倍から130倍になったこと、および現場に存在する*Dehalococcoides*属細菌の多くがVC分解酵素遺伝子*vcrA*を保有していることなどが示された。

「原位置浄化のための重金属等土壤汚染の迅速分析技術」
(横浜国大 小林 剛ほか)

重金属等によって汚染された土壤の迅速分析技術の開発動向と課題、および著者らの研究内容について報告された。後者については、重金属類の迅速な抽出方法、鉛の形態変化、多様な妨害物質の土壤からの抽出挙動などに注目して研究を進めていることが紹介された。

「閉鎖性水域における河川堆積物中の重金属元素溶出に関する考察」
(慶應義塾大 大友一夫ほか)

旧工業地帯を流れる河川中の堆積物から河川水への重金属元素の溶出特性について報告された。ここでは、河川水質調査が実施されており、堆積物中のクロム濃度は高いが六価では存在していないこと、堆積物および河川水中の垂鉛濃度がともに非常に高いことなどが示された。

「マイクロバブル・オゾン注入工法による原位置浄化技術について」
(DOWAエコシステム 日野成雄)

マイクロバブル化したオゾンを原位置に注入してVOCや鉱物油などを酸化分解する技術について報告された。ここでは、室内カラム試験による評価を行っており、この技術は土の物性の影響を受け、粒径の大きな土ほど浄化効果の高いことが示された。また、オゾンによる酸化分解だけでなく、マイクロバブルによる汚染物質の土からの剥離効果も期待できることが指摘された。

本委員会が担当するセッションの開催は実に11年ぶりであった。この間には土壤汚染対策法の施行という非常に大きな出来事があり、さらに昨年度に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。このように土壤地下水汚染問題はめまぐるしく変化しているが、調査・対策技術は基準設定や法整備とともに発展してきたので、今後も既存技術の高度化や新技術の開発が進むと期待される。そこで、これからも本シンポジウムを通して、土壤地下水汚染に関する最新情報を発信していきたい。

(和歌山大学 江種伸之)

多様な視点からの水環境診断 ～水辺のすこやかさ指標を中心に～

水環境の総合指標研究委員会

本シンポジウムは、様々な総合指標に関する研究発表、水環境健全性指標および水辺のすこやかさ指標とその活用に関する発表、そして総合討論の3部構成で行われた。

第一部では、石井真理奈氏ほか（東京都・環科研）が江戸川河川水の糞便性細菌に関する8種類の菌種について測定を行い、糞便汚染を評価する指標の可能性を検討した。今後、さらに測定方法と対象菌種との関係が整理され、各測定結果の衛生指標としての有用性がより明確にされることを期待したい。次に吉見洋氏（㈱湘南分析センター）は水辺のすこやかさ指標のうち、「川の日常的な利用」についての定量的評価方法の確立を目指して、「どのような人が、川・河川敷・遊歩道のどこで、どのように利用しているか」を調査した。今回の提案がさらに発展し、住民等による日常的な利用について、ベースとなる調査・評価手順の考え方が醸成されることを期待したい。小林拓磨氏（京都大学大学院）は住民参加を考慮に入れた湖の流域管理を目標として、各汚濁源を分かりやすく示すために持続可能性ツールであるエコロジカル・フットプリントの概念を応用した汚濁負荷指標を開発し、阿蘇海に適用した。今後、一つ一つの課題を解決し、さらに指標としての有用性を高めていくことが期待される。

第二部では、水辺のすこやかさ指標（水環境健全性指標2009年版）とその改良の提案や活用の報告が行われた。浦山重雄氏（環境省・水・大気環境局）は、水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）の公表までに至る、水環境健全性指標の開発・検討の経緯、健全性指標の基本的な考え方とその具体的内容、活用方法と今後の展開・課題について報告された。現在は活用のガイドラインの検討を行っており、今後みずしるべを活用し、改善・発展させて、こどもホタルンジャーや全国水生生物調査などとともに、水辺環境保全事業として継続的に普及・啓発を行っていききたいとのことであった。

このような取り組みの中で、本会や本研究委員会も積

極的に協力していくことが求められる。古武家善成氏（神戸学院大）は本会関西支部で行った水環境健全性指標の河川への適用事例を元に、とくに指標の中の感覚評価のばらつきを少なくするための評価方法の修正の提案や調査が容易でない項目についての情報収集の重要性を指摘した。水環境健全性指標の考え方と活用の仕方について、認識を共有すべき大きな課題であることが明らかとなった。村上和仁氏（千葉工大）ほかは、水環境健全性指標の理工系大学の実習・実験への適用事例を紹介した。健全性指標調査をカリキュラムに組み込むことは、とくに教員や市民活動のリーダーとしての技量を習得する一手段として、有効なツールの一つとなりうるとの指摘がされた。

第三部では、パネラーである後藤氏（群馬県・衛環研）から、群馬県版の開発の事例が紹介された。群馬県では、地域の水環境について、市民に知ってもらうためのツールとして活用している。今後はより具体的にその活用結果を施策へ反映させたいとのことであった。同じくパネラーの西村氏（国立医食衛研）からは多摩川での小学生等との調査が紹介された。今後の改良のための意見として、異なる地点の評価点数比較の危険性や客観的情報整備の重要性が指摘された。お二方に共通した指摘は、現場での調査だけでなく、とくに調査後の話し合いによる調査者全員の認識を共有することの大切さであった。

フロアーから、市民による調査によって河川の汚濁が見つかった事例や、山形県等の優れた地域事例を集め発信していくことの重要性が指摘された。最後にまとめとして、今後の水環境の総合評価のさらなる普及のための課題として「現場で調査できない衛生指標等の項目の代替指標の開発」や「河川流量や下水流入量等のデータベース化とその情報提供のあり方」などが共有された。今後、これらの課題の解決に向け、本研究委員会のみならず、支部等をも含めた本会の貢献が必要である。

（東京都環境局 風間真理）