

水環境の総合指標のさらなる深化と普及に向けて

水環境の総合指標研究委員会

本委員会は、環境省委託事業「水環境健全性指標検討調査」に端を発し、すでに公表されている「水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）」を基として水環境の総合指標の深化と普及に努めてきた。今回はこれまでに抽出された課題について、各軸ごとにその解決策を提示することを目的とした。

まずはじめに、石井誠治氏（共立理化）他から、“地域特性の反映”と題して、現行の「みずしるべ」は、初期試行版から、現地調査でわかりにくい項目が削除されたものであることが示された他、全国各地で研究開発、あるいは実施されている改良版についての評価軸構成・その他の特徴の整理が示された。結果として、4・5軸は治水上の安全性以外は基本的に変える必要がなく、他の軸の項目は調査者の想定、行政、専門家との連携などを視野に入れつつ、場に合わせた修正が必要であること、実際に継続して使われるためには、目的、対象者を明確にして、結果公表の仕方等も大切であること、5つの軸のバランス評価は残しつつ、他のまとめかたは自由にして、公表のプラットフォームが必要であることが提言された。

次に、余湖典昭氏（北海学園大）から、“調査の時間軸をどう考えるか”と題して、刻々と姿を変える水環境に対して「みずしるべ」が継続的に利用され、時間軸上の比較ができるツールとして生き残るための提案がなされた。第一は季節変遷を評価結果に明確に反映させるのであれば、新たに評価軸の個別指標を表示する必要があるとした。第二は調査地点の写真を必ず記録し、調査結果の一つとして位置づけることである。同じ画角の画像を残すことは、資料としての価値が大きいことを会場の映像で示され、参加者の大きな賛同を得た。第三は、過去の結果と比較する相対的な評価方法の導入である。同じ評価シートを利用して、過去の調査結果と比較した相対評価には、画像データの持つ豊富な情報量が、時間軸の影響の把握や評価基準のばらつきを低減に寄与することが期待されるとした。

風間真理（都環境局）他からは“「ゆたかな生きもの」軸の展開”が示された。この軸は生きものに慣れない人には敷居が高く評価基準がわかりにくいとされる一方、「生きもの」に触れることが第一とする生きものに慣れた人たちからは、学識ばると動きにくくなるとされている。そこでこの調査本来の目的に戻ると、「生きもの」に目を見やるきっかけであり、いわゆるチェックリストであるとすると、専門性が高く分野も多岐にわたるため、評価が異なり偏在した結果となってもそれでいいとした。専門家の協力は成果を大きく左右する要因であるため、その依頼の方途を示した。すみ場の評価は必要であるが、優先度から次の段階に回すこともありえるとした。「生きもの」自体の評価については、「生きもの」そのものを見て、生き様、物語、つながりを知ろうと提案した。既存の全国水生生物調査との一体化については、

層の厚いデータは水環境の総合評価に大いに貢献するため、位置づけを工夫して推進すべきとした。「生きもの」はそれ自体が守るべき環境であるので、市民レベルを含む生きものモニタリングの強化、環境基準項目への組み込みなど、制度として根拠のある仕組みによる環境モニタリングを提案した。

続いて、古武家善成氏（神戸学院大）他からは、“人による評価の違い”と題して、本指標は調査者の目視、感覚評価は基礎となるため、個人評価が多く含まれることは避けがたいものの、環境教育ツールだけでなく、水環境評価手法として普及させるためには、誤差問題の検討が必要として、個人誤差を再検討した結果が報告された。とくに主観的評価項目では肯定的評価と否定的評価の理由の違いは大きくはなく、視点の多少の違いであるため、評価点の差を埋めるのは簡単ではないことが分かった。個人それぞれが評価体験を増して評価法に慣れるとともに、評価後の調査者間での議論を通じて、評価感覚を妥当な評価結果に収斂させる努力が必要とされた。

“健全性指標を適用した水環境の総合評価と指標の生い立ち”と題した清水康生氏（日水コン）他の発表では、個別指標を通常の方法で評価した場合とすべて主観的な判断で評価した（階層的な意思決定手法であるAHP手法）場合を比較した結果について報告された。結果として、調査者の主観をできるだけ除いた調査は重要ではあるが、AHP手法を適用することによって、調査者の主観（思い）を反映した評価ウエイトの分布を明示的に知ることができ、評価結果の背景を詳しく推察することができた。今後、主観による評価のモデル化が必要であるとした。今後、健全な水循環の観点から、指標は育てていくものであるから、周知と調査支援の他、使い方の新しい方法論や、調査実施と調査結果の活用など仕組みづくりが課題となると報告した。

これらを受けての総合討論では、アレンジ版については、指標の心を理解した上でのもので、客観性の担保が必要であるとされた。データの残し方として写真や属性が残っていることが大切である、指標の採点よりそこへいくまでのプロセスが大切である、調査を終わったあとのデイスカッションを残せるフォーマットがあるといいなどの意見も出された。

最後に座長、風間ふたば氏（山梨大）から、深化と普及に関して、普及するには深化、すなわち、諸々の課題が検討された状況が必要であること、ネットワークを強化して、質問された時の体制をつくっておくことが重要であるとされた。さらに、水環境を見るには生き物とセットで見ることが当たり前との世界を作り上げることで、行政も変わるのではないか、当初の指標案が基本であるので、その心を伝える講習会を是非開催していきたいとのまとめがあった。

（東京都環境局 風間真理）

バイオアッセイにおける新規測定技術とその応用

バイオアッセイによる安全性評価研究委員会

本年度は、「バイオアッセイによる新規測定技術とその応用」と題して4件の依頼講演を実施し、活発な討論が行われた。内容として、藻類の微弱発光や Omics 技術、Real Time PCR など様々なバイオアッセイにおける新規測定技術を活用し、化審法等の化学物質の安全性評価や、現在環境省で検討中のバイオアッセイを用いた排水・環境水の評価・管理手法等への応用可能性について話題提供や事例紹介が行われ、約40名の参加をいただいた。

藻類の遅延発光を利用した新しい化学物質影響評価技術：勝又政和（浜松ホトニクス）ほかでは、試作した高感度ルミノメータを用いて、光合成の逆反応により生じる微弱な光（遅延発光）によって効率よく藻類の光合成活性を測定する方法が紹介された。この手法を緑藻の一種であるムレミカツキモ（*Pseudokirchneriella subcapitata*）に適用すると、除草剤でも光合成電子伝達反応阻害剤のジメタメトリンと、光合成に作用しない脂肪酸合成阻害剤のプレチラクロールの作用機序が異なる物質では曝露24時間後に計測した微弱発光の減衰パターンが異なることなどが示された。また、熱処理によって不活化された緑藻の発光量を調べたところ、従来の細胞数計測や吸光度・蛍光度測定などが不活化された細胞まで計測されるのに対して、遅延発光では生長細胞濃度を正確に測定することができ、生長速度をベースに評価を行う OECD TG No.201 への利用にも有効であることが示唆された。実際に、化学物質の評価・管理に一般的に用いられる TG201（72時間 EC₅₀）と遅延発光の結果を40種について比較すると高い相関が確認された。さらに、この手法の排水評価系への適用結果も示され、試験時間短縮や作用メカニズムによる毒性原因物質の特徴化にも有効利用できると思われる。

DNA マイクロアレイを用いた化学物質評価・管理の最新事情：鏡良弘（エコジェノミクス）では、遺伝子発現の変化を網羅的に評価するゲノミクスの技術である DNA マイクロアレイ手法の現状や排水への適用事例についての報告がおこなわれた。本講演では、排水評価・管理手法として導入が予定されているゼブラフィッシュ（*Danio rerio*）およびニセネコゼミジンコ（*Ceriodaphnia dubia*）について作製された DNA マイクロアレイの応用例が紹介された。A～Hの8事業所の排水について、ゼブラフィッシュ胚・仔魚期短期毒性試験およびニセネコゼミジンコ繁殖阻害試験の結果と比較したところ、毒性の強い事業所 D および E の排水について発現増加または減少した遺伝子が多く認められた。発現増加もしくは減少が生じた遺伝子の特徴に着目すると、細胞骨格の構築に関わる遺伝子群が多かったが、現時点では具体的な化学物質との相関性は確認できなかった。しかしながら、個別物質のデータ蓄積を進めることで、従来の化学

分析中心の特徴化よりも効率的に毒性削減評価（TRE）や毒性同定評価（TIE）に活用することが期待される。

Real-Time PCR による生分解性試験に用いる活性汚泥の評価：茅島孝和（化評研）ほかでは、段階的評価である化審法の最初のステップである生分解性試験（OECD TG No.301C に相当）で用いる活性汚泥の維持管理への適用を目的とした迅速かつ簡便な Real-Time PCR 法の適用可能性について検討した結果が報告された。この生分解性試験では、アニリンを基準物質として、BOD の分解度で妥当性を評価する。しかし、現時点では全国約10箇所採取して当該機構で調整・培養後に全国の試験機関に供給している活性汚泥のアニリン分解性は時間とともに低下するために、再試験が発生する恐れもある。そこで、アニリン分解に関与すると考えられる α -アニリンジオキシゲナーゼのアミノ酸配列をアニリン分解菌のデータベースから検索し、PCR 用プライマーや TaqMan プローブを設計し、活性汚泥より抽出した DNA を Real-Time PCR によって増幅して、従来の MPN 法や BOD 測定による評価結果と比較した。その結果、PCR 法でもアニリン分解特性を十分に評価できることが示された。

メタボロームを活用した化学物質評価・管理—WET への適用可能性について：新野竜大（三菱化学メディエンス）では、代謝物の変化によって化学物質のクラス分けを試みるトキシコメタボロミクスに関する背景と現状、適用例が紹介された。まず、作用機序の異なるもしくは類似した除草剤を緑藻のムレミカツキモに OECD TG No.201 の EC₅₀ レベルで曝露した際に、¹H-NMR を用いてメタボロームの変動パターンを SIMCA 法の Cooman's Plot や主成分分析などで調べた結果が紹介された。ともに光合成系や細胞合成や生体成分合成作用阻害など作用機序によって異なる変動パターンが確認された。他にもカブラ（*Brassica rapa*）を用いた植物生長試験（OECD No.208）を実施した際の代謝物の LC/MS での分析結果に主成分分析を実施したところ、同様に作用機序によって違いが観察された。メダカ胚にクロロフェノール類を曝露した際のメタボロームを ¹H-NMR と GC-MS で測定したところ、受精後の時間で主成分分析結果がシフトするほか、飽和脂肪酸のターゲット分析を組み合わせることで、より効率的に変動を把握できることがわかった。最後に、トキシコメタボロミクスのバイオアッセイによる排水評価・管理である WET（全排水影響）の毒性削減評価（TRE）や毒性同定評価（TIE）への適用可能性が示唆された。

最後に、当研究委員会委員長の有蘭幸司先生により全体総括を行い、セッションを閉じた。

（徳島大学大学院 SAS 研究部 山本裕史）

生物物理化学的放射能除染等の新技術開発と評価

生物膜法研究委員会

本シンポジウムでは、現在、わが国で重要な課題となっている東日本大震災に基因する東京電力の福島原発事故に由来する放射能Cs等の効果的対策技法のあり方を討論した。すなわち、ここでは、福島原発事故による放射能リスク低減のために、図に示すように、1) 水熱（亜臨界水）反応によるCs解離技法、2) Cs解離水の凝集吸着技法、3) Cs汚染下水汚泥の炭化処理・超高温好気発酵処理による減容・安定化技法、4) 高濃度Cs濃縮物の安全保管技法、5) プルシアンブルーによるCs除去生態系修復技法および6) 放射性物質Csの生態系影響評価技法に関して、成果公表と討論を実施した。

1) 放射能除染を含めた水熱（亜臨界水）反応処理システムを中核とする活用方策：（福島大学 稲森悠平等）では、福島県に多量に存在する下水汚泥はもちろんのこと放射能汚染木質材に対しては、森林管理における定期的な間伐材等を、①水熱（亜臨界水）反応システムによる炭水化物のブドウ糖化と乳酸菌・枯草菌等活用プロバイオティクスによる苗床、堆肥化、道路基盤材、等への資源循環化、②水系中放射性物質の新規吸着システムによる放射能吸着固液分離物の除染、③放射能濃縮物質の放射能遮断型高比重コンクリートボックス収納管理技術評価まで、を含めた統合的放射能リスク低減システム技法の開発整備が重要であることを提言した。

2) 放射能除染における汚水中放射性Cs新規吸着・凝集分離技術：（株）ノアテック 佐々木克典等）では、土木工事の濁水処理で使用してきた弊社無機系粉末凝集剤のスーパーナミット（TN315-NYT3）を用いた放射能汚染排水処理の効果の検証を行うことを目的として検討し、Cs汚染排水を本方法で処理した処理水からは放射能は検出されず、凝集沈殿により発生したスラッジからは約700倍の放射能が検出され効果的な濃縮が確認されることから、本処理システムは、迅速かつ簡便な除染技法であることを明らかとした。

3) 放射能除染における炭化処理および超高温好気性発酵処理による下水汚泥の減容・安定化：（共和化工（株） 萩野武彦等）では、放射性物質を含有する汚泥の減容・安定化のために、炭化・乾燥・発酵（微生物処理）等の方法の中で、炭化と発酵についての処理の可能性について検討解析評価した。その結果、セシウムは汚泥に強固に結合していることから、そのまま処分（または保管）しても環境への影響（流出）はないこと、炭化およびコンポスト化により排気中に放射性セシウムは検出されなかったことから、簡便かつ安全な汚泥の減量化・安定化法として処理システムの有効性が明らかとなった。

4) 放射能除染濃縮物の高比重コンクリートによる新保管技法：（株）ホクコン 三好祥太等）では、高濃度放射性廃棄物に対し、遮蔽効果の高い高比重コンクリート『Gコン®』を用いた検証試験において、普通コンクリート製の放射性廃棄物格納容器に対して、薄肉軽量化を実現することにより、高比重コンクリートによる放射性廃棄物格納容器の遮蔽性能の高さが経済性、可搬性などトータル的に優れていること検証できた。

5) 紺青（プルシアンブルー）を使用した放射性Cs汚染対策に有効性のある生態系修復活用展開方策：（大日精化工業（株） 服部俊雄等）では、紺青（プルシアンブルー）はチェルノブイリ事故の放射性セシウム対策として幅広く研究され、実用化されている物質として知られており、また、環境にも優しい物質として海外では農業用途に大量に使用されていることを基に開発された。紺青のセシウム汚染対策としての旧ソ連邦、欧州では、家畜飼料に紺青を添加し、体内のセシウムを排泄させることにより、牛の肉や乳中の放射性セシウム濃度を低減する、牧草地に紺青（加工品）を散布し、牧草中の放射性セシウム濃度を低減する等の効果を有している。このように、紺青は化学物質としても世界中で長年大量に使用されてきた安全性・安心性の高い物質であり、チェルノブイリ事故対策として多くの実績があることから、放射性セシウム対策としての活用が期待されることを明かした。

6) 放射能Csの水圏生態系の微生物群相互作用に及ぼすマイクロゾムを用いた解析評価：（千葉工業大学 村上和仁等）では、極めて高い10 Gy・day⁻¹および23 Gy・day⁻¹の放射線の影響を検討したが、23 Gy・day⁻¹でも水圏安定生態系モデルマイクロゾムの構成微生物個体数およびP/R比（生産/呼吸）には影響がみられず、原子力施設事故や放射性廃棄物の不適切な廃棄を考慮しても、放射線が水圏微生物生態系に深刻な影響を与えるリスクは低いことを明かした。

上記の如く、福島原発事故による放射能汚染対策の国家的取り組みに資する総合化システム技法を提唱することができた。

（福島大学 稲森悠平、(独)国立環境研究所 徐 開欽）



図 放射能除染資源循環システムによる被災地復興

流域管理に向けた原単位のあり方とその方向性(2)

ノンポイント汚染研究委員会

3題の講演の一般公募セッションと、平成23年度環境研究総合推進費研究の成果等に関連した6題の講演を含む特別セッションを開催した。参加者は40名であった。

一般公募セッション（3題）：

1. 「淀川流域における農薬流出特性とその経年変化」

川村裕紀（摂南大院）ほか
桂川、宇治川、木津川とその下流の淀川の地点において、3日に1回という高頻度での水質と水文に関する複数年の観測結果に基づいた農薬の流出の実態と特徴の経年変化等について報告された。調査期間中は水道水質管理目標値(DI値)として1を上回ることはなかったこと、農薬により高濃度に観測される時期が異なること、農薬流出時期の早期化がみられること等が示された。また作付け水田面積あたりの流出負荷量の評価から淀川流域から流出する除草剤および殺菌剤の種類が移行している傾向にあることを指摘し、作付面積あたりの農薬総流出負荷量は流域内施用農薬のトレンドを把握する一つの指標になりうることを示された。

2. 「播磨灘、加古川流域を対象とした栄養塩類の生分解特性」

吉田光方子ほか（兵庫県・環研セ）
水質改善が進む一方で生物生産性の低下が近年問題となっている播磨灘の表層水とその流入河川水を対象に、好気条件下で100日間振とう培養した前後の窒素とリンの形態変化を評価する長期分解試験を実施し、生物利用可能性に着目した試料水の栄養塩類の特徴を検討した結果が報告された。窒素とリンはともに長期培養により懸濁態が溶存態に変化するが、窒素は有機態窒素として残存する割合がとくに冬季で高い傾向がみられたこと、一方リンは無機化されやすく、季節による差異がみられないこと等、窒素とリンのそれぞれの生分解性の特徴と違いについて示された。

3. 「梅田川における栄養塩年間流出負荷量の評価」

井上隆信ほか（豊橋技科大院・工）
窒素およびリン濃度の高い河川を対象として、1日1回の定期採水と、すべての降雨時において1～3時間に1回の採水を1年間実施した高頻度な調査が行われ、その結果よりTNおよびTPの最も確からしい負荷量を求めた上で、従来負荷量推定に用いられてきた様々な手法の確からしさを評価・検討した結果が報告された。TN負荷量の推定には流量の連続データが不可欠であり、高流量時と低流量時に分けたLQ式による算出法が最も確からしい値をもとめられること、TPは、降雨にともなう流量増大時に平水時の100倍以上の負荷量が増大する

ため降雨時の流量変化を考慮したLQ式が負荷量算出に不可欠であることが示された。

特別セッション：

平成23年度環境研究総合推進費革新型研究開発領域「非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究」について

日本水環境学会が受託した平成23年度環境研究総合推進費「非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究（課題代表：古米弘明）」が、ノンポイント汚染研究委員会メンバーを中心とした研究組織で実施された。本研究は、内湾や湖沼への全流入負荷量に対する面源負荷量の位置づけを明確にして非特定汚染源からの流出負荷量を適正に把握・評価して、実態を反映した負荷量推定手法に改めることを目標としたものである。具体的な目的として、非特定汚染源の原単位を現在の知見から再評価して課題を抽出すること、これまで実施されてきた各種研究にともなう調査データから非特定汚染源の原単位データベースを構築することを掲げた。そして、汚染源を市街地、農地、森林、さらに大気降下物に分け、それぞれを検討する研究班を立ち上げて情報収集とデータベースの構築を進めた。さらに情報収集・整理以外に原単位のあり方を検討する研究班も設け、これら5つの組織を軸として研究委員会の研究者ネットワークを活用しながら研究を推進した。本特別セッションでは、まず課題代表者から本研究の目的や内容、昨年度に得られた主な成果等につき説明されたあと、昨年度の成果として、「市街地からの流出負荷の実態と検討課題」(古米弘明(東京大院・工)ほか)、「水田からの流出負荷の実態と検討課題」(治多伸介(愛媛大・農)ほか)、「水田以外の農地及び農業流域からの流出負荷の実態と検討課題」(江口定夫(農環研)ほか)、「森林からの流出負荷量と検討課題」(山田俊郎(岐阜大・工)ほか)、「大気降下物負荷の実態」(熊谷博史(福岡県・保環研)ほか)、「原単位に関わる諸課題と今後の方向」(駒井幸雄(大阪工大・工)ほか)の計6題が報告された。その後、総合討論を行い、今回の調査で得られた原単位の値を実際の水域管理業務に役立てられるよう広く周知して欲しいという意見や、実際の流域管理に原単位を役立てるためには、年単位だけでなく季節単位など目的にあった時間スケールで検討する必要があること、一方で行政の利用を想定した場合は、原単位は比較的簡単に計算できるものが求められること、原単位自体は目安となる「参考値」としての取り扱いをすべきであること等の意見が出された。

(岐阜大学 山田俊郎)

嫌気性微生物を用いた排水処理とバイオマス循環利用

嫌気性微生物処理研究委員会

本年度の嫌気性微生物処理研究委員会のシンポジウムでは、9名の演者による研究発表と、上海交通大学張振家教授による特別講演が行われた。70名以上の参加者が集まり、活発な議論が行われ、盛会であった。以下に具体的な発表内容を紹介する。

(1) もみ殻を対象とした資源・エネルギー回収技術の開発 (長岡技科大 中村明晴ら)

糖化を目的としたもみ殻に対する前処理が成分の可溶化および酵素糖化に与える影響を検討し、0.5～2.0%の範囲で変化させたNaOHの添加濃度が溶出成分および糖回収量・収率に影響することを明らかにした。また、前処理および糖化残さに対するメタン発酵を行い、100～200 L・kg⁻¹-VSのメタンが回収された。

(2) サイフォン式無動力攪拌リアクターによる嫌気性処理特性の完全混合、無攪拌各リアクターとの比較評価 (東北大 呉 亜鵬ら)

小規模施設向けに開発した、サイフォンを利用した無動力攪拌方式のリアクターは、無攪拌のリアクターと比較して槽内の汚泥性状が均一であり、有機酸の局所的な蓄積を回避できること、槽下部の汚泥中のVS濃度および灰分濃度が無攪拌のリアクターと比較して明らかに小さく、沈殿を回避できることを示した。

(3) トラップグリースからのデュアルフェーエル生産へ向けた油脂抽出と残渣の嫌気性処理 (国環研 小林拓朗ら)

トラップグリースの油水分離を行い、油分は炭化水素化、水分は嫌気性処理に供することを想定し、分離水の嫌気性処理への適用性を評価した。分離水はVSのうち半分程度を油脂が占めた。メタン収率は600～700 L・kg⁻¹-VSと高いが、高級脂肪酸による障害が連続運転の障害となった。この障害は、Caの添加により低減された。

(4) 有機酸発酵における微生物群集解析およびモデル化 (土木研 日高 平ら)

16S rRNA 遺伝子濃度の微生物量の指標としての適用性を検討するために、培養過程における同じく微生物量を表す濁度との挙動の比較を行い、両者が同様の挙動を示すことを明らかにした。その結果を酸発酵モデルにおける微生物濃度として適用し、半連続実験結果への当てはめを試みたところ、おおむね処理の傾向を再現できた。

(5) 常温膜分離メタン発酵を用いた人工下水の処理特性 (東北大 砂庭崇ら)

25℃の低温条件下で膜分離メタン発酵による人工下水処理の連続実験を実施し、12時間のHRTでCODおよ

びBOD除去率それぞれ94、96%を達成した。膜ろ過において変化させた基質成分中のSS濃度の影響は認められなかった。HRT6時間において膜透過流速の顕著な低下が見られた。

(6) 有機合成化学工場廃水のUASB処理に及ぼす硫酸塩の影響 (東北大 胡 勇ら)

化学工場廃水を想定した人工排水のUASB処理における、硫酸塩濃度の影響を検討した。硫酸塩濃度150～3,000 mg・L⁻¹の範囲において、CODのメタンへの転換率は80.5%から54.4%まで低下し、逆に水中の硫化物への転換率が2.3%から24.9%まで増大することを示した。

(7) コーヒー滓の超高温可溶化および高温メタン発酵の操作因子に関する基礎的研究 (京都大 西村文武ら)

コーヒー滓のメタン発酵における反応速度とメタン転換率向上を目指したアルカリ可溶化処理、破碎処理の条件検討を行った。KOHを用いたアルカリ処理が可溶化およびメタン化率の向上に最も有効であった。また、アルカリ処理に破碎処理を追加することで、さらに有意な可溶化の促進が可能であった。

(8) 酸性廃水を対象とした多点分散供給方式による中温及び高温UASBリアクターの連続処理実験 (鹿児島高専 山田真義ら)

酸性廃水である芋焼酎蒸留液液画分のUASB処理において、高負荷処理による酸性化回避のためにステップ流入方式を導入した運転を試みた。COD容積負荷15 kg・m⁻³・day⁻¹において、アルカリ剤添加67%削減下で高温および中温UASB共に良好な処理性能を示した。

(9) バイオマスメタン発酵処理における消化性能の評価 (水ing 片岡直明ら)

豚ふん尿、生ごみ、下水汚泥をそれぞれ原料とした中温メタン発酵の連続実験において、処理性能の安定性と原料性状の変化との関係に着目した考察を行った。原料中の夾雑物や無機分の濃度増大が消化率の減少を引き起こす傾向があることを示した。

(10) 特別講演—中国における嫌気性処理技術の応用現況 (上海交通大 張 振家)

主にマレーシアにおいて実施されたパーム油工場排水のフルスケールの嫌気性処理装置での実験と、開発した独自の一相式UASBシステムの特徴、およびビール工場、エタノール発酵工場での応用実績等についてご紹介いただいた。

(独)国立環境研究所 小林拓朗

安全な水供給における紫外線水循環システムの役割と今後の課題

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「安全な水供給における紫外線水循環システムの役割と今後の課題」と題し、紫外線を使ったシステムの安全性と課題について話題提供がなされた。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、その後基調講演、8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)「基調講演～福島第一原子力発電所事故の概要と超微細気泡を高密度に含有する高濃度オゾン水によるセシウムの除染に関する研究」森田重光（ネイチャーズ）は、福島第一原子力発電所の事故概要について説明し、その結果現在問題となっている放射性物質汚染について、現在おこなわれている除去技術の効果および新たな除染技術と今後の展望に関する基調講演を行った。

(2)「紫外線照射量計算式の不確実性評価」阿部法光（東芝）らは、中圧紫外線照射装置の調光システムについて、UVセンサーの位置を適正化することで、被処理水の紫外線透過率を監視することなく紫外線照射量を正しく監視できることを検証するとともに、換算紫外線照射量（RED）計算式を導き出しさらにこの計算式の不確実性の評価を行ったことを報告し、調光器と対策指針の整合性について議論がなされた。

(3)「高透過率化学線量計による流通UV装置の線量測定」藤崎みほ（お茶女大）らは、流通式紫外線装置の評価に現在用いている生物線量計に変わるものとして、高透過性の化学線量計の検討を行い、その結果について報告し、可視光の影響や波長依存性について議論がなされた。

(4)「高紫外線照射量に対する市場要求とバリデーション手法の確立」出口憲一郎（千代田工販）らは、アデノウイルスより紫外線耐性の高い微生物（*Paenibacillus chibensis*）が水道水中に存在する可能性があることを示し、それら紫外線耐性の高い微生物を対象とした場合の紫外線照射装置のバリデーション手法について、マンガン添加法により紫外線耐性の高い枯草菌を用いることでバリデーションを正確に実施できる可能性があることを実験的に検証したことを報告し、マンガンによる効果に関する質疑が行われた。

(5)「地下水以外における紫外線処理の適用化」中島俊次（ウォーターテック）らは、照射阻害物質が存在する水に対して、適正な頻度での洗浄を行うことで、安定した紫外線処理が行えることを実験で確認し、地下水以外においても紫外線処理が適用できることを示した。

(6)「紫外線消毒によるウイルス不活化の波長依存性」常喜貴法（立命館大院）らは、分光器や特殊光源を用い、現在使用されている254 nm以外の波長（222 nm, 230 nm, 240 nm, 250 nm, 282 nm）の紫外線のウイルス不活化効果を確認した。その結果、254 nmよりも短波長の方がウイルスの不活化効率がよく、波長依存性があることが報告された。

(7)「UV-AOPによる微量有害物分解の基礎的検討」安西咲菜恵（立命館大）らは、近年新たな水質汚染物質として問題となっている微量有害物質の対策技術として、紫外線と過酸化水素（ H_2O_2 ）を併用した促進酸化処理（AOP）の研究報告をし、過酸化水素による紫外線吸収の量子収率から、理論値と実験結果との整合性について質問があった。

(8)「紫外線処理過程におけるNDMA生成能の変化」酒井宏治（東京大）らは、発がん性が強く疑われるN-ニトロソジメチルアミン（NDMA）に対する紫外線による分解特性について、低圧ランプおよび中圧ランプを用い共存物質がもたらす影響について検討を行った結果を報告した。

(9)「下水再利用のための紫外線処理を組み合わせたUF膜処理プロセス」小林憲太郎（東レ）らは、下水の再利用水における有機膜を用いたシステムにおいて、UF膜単独、UF膜+紫外線および凝集+UF膜について実験的に検証し、要求水質を満足させるために消費されるエネルギー量は、UF膜+紫外線が最も低い結果となったことを報告した。

「総合討論」では、紫外線を用いた水処理における紫外線照射技術に関し、できるだけ理論に近いアプローチと現場に根ざした試料と照射方法に基づくアプローチ等、手法の違いに関する意見交換が活発に成された。

（岩崎電気 岩崎達行、立命館大・理工 神子直之）

MS 技術を応用した環境分析の進歩

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、LC/MS、飛行時間型質量分析計 (TOF-MS) 等の最新技術の活用から、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、これらの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

今回は、口頭 7 題およびポスター 15 題の発表があった。

(1) 口頭発表

竹峰 (兵庫県/大阪大院) らは、ペルフルオロカルボン酸類 (PFCA) の環境負荷要因として排水の生物処理工程に着目して調査を行い、フッ素テロマーアルコール類 (FTOHs) から PFCA が生成する可能性を示唆した。西野 (東京都) らは多摩川を調査し、PFCs 負荷量を高い精度で求めるとともに、PFOS と PFOA の削減活動の継続性を確認した。仲摩 (明治大院) らは東京都内の地下水と湧水で検出される PFCs の組成差が排出業態による差だけではなく、地下浸透過程での土壌との親和性の違いによることを実験により示した。鈴木 (京都大院) らは、下水中の FTOHs 分析法を検討し、溶存態の抽出は MTBE が有効で、懸濁態はヘキサソ抽出後、Silica カートリッジで精製することで測定時の夾雑の影響が軽減されることを報告した。市原 (大阪市) らは淀川流域でヘキサブロモシクロデカン (HBCDs) を調査し、 α 体が高くなる工業製品とは異なった特徴的な成分組成を示す試料を見出し、燃焼由来の汚染の影響を示唆した。廣瀬 (北九州市) らは、エチルベンゼン等へのループおよびトラップモードのヘッドスペース GC/MS の適用性を検討し、極低濃度域では検量線が二次曲線になることを報告した。高梨 (鹿児島大院) らは、室内実験と LC/ハイブリッド MS による測定で殺虫剤フェニトロチオン (MEP) が浄水場の塩素処理でより毒性の

強い変化体 (chloro-5-hydroxy-2-nitrobexoic acid) となっていることを見出し、環境中での農薬変化体の実態把握への協力を参加者に呼びかけた。

(2) ポスター発表

山本 (兵庫県) らは底質を用いた実験により、PFCs の汚染評価や挙動予測に必要な同族体毎の有機炭素-水分配傾向を調べ、直線で近似される吸着等温線を求めた。近藤 (京都府) らは、京都府内の淀川水系での調査で PFCs の特定排出源が存在する可能性は低いと報告した。竹峰 (兵庫県/大阪大院) らは、LC/MS-MS を用いたゴルフ場農薬の一斉分析法を検討し、環境省の暫定指導指針に示された以上の種類の農薬へ適用できる可能性を示した。宮脇 (福岡県) らはヘキサソと水によるマイクロウェーブ抽出法と GC/MS データベースを組み合わせることで緊急時の土壌汚染調査法に活用できること示した。大窪 (佐賀県) らは LC/TOF-MS と多変量解析を活用したプロファイリング手法の河川水への適用例を示した。東日本大震災に関連して、伊藤 (岩手県) らは震災後のモニタリングに GC/MS 一斉分析データベースを活用し、平田 (佐賀大) らは GC/MS と LC/TOF-MS により堆積物中の有機汚染物質の検索を行い津波の影響について考察した。さらに溝内 (佐賀大院) らは二枚貝を指標として震災前後の環境中の PCBs や POPs の経時的な濃度変化について報告した。環境水中の医薬品類等の PPCP について、滝埜 (アジレント・テクノ) らは LC/QTOF-MS を、建田 (エービー・サイエックス) らは LC/MS-MS をそれぞれ用いて独自のスペクトルデータによる網羅的スクリーニング分析の可能性について報告した。小森 (土木研) らは流入下水中の医薬品類の季節変動を調査し、濃度変動が 3 倍を超える物質の存在を明らかにした。高浪 (大阪産大) らは大阪府東部の寝屋川において河川水中の抗インフルエンザ薬を調査し、患者数と濃度の増減に相関性があることを確認した。中田 (熊本大院) らは市販日用品の人工香料濃度を国際比較し、大環状香料のヒトへの暴露量推定を試みた。山崎 (東京都) らは東京都内湾の表層底質におけるダイオキシン類の分布状況を調査し、河口からの距離にともなう同族体組成の変化等を明らかにした。中野 (大阪大院) らは PCB の光学異性体の分離とその同定方法を検討し、個別の毒性評価や各種実験に使用できる分析体制を構築した。

以上のように今回も多数の発表演題が集まったが、十分な討議時間がとれない等、今後、活発な参加者の欲求を満たすための運営上の課題も残った。

(大阪市立環境科学研究所 先山孝則)

小規模環境インフラ維持の課題と将来（その3）

身近な生活環境研究委員会

このテーマによるセッションは3回目の開催である。水や水技術を専門とする学会関係者は、処理方法に注目しがちであるが、上水道でいえば、水源から配水管に至るシステム全体を見なければならぬし、事業を維持するための経営的視点も重要である。過去2回のセッションと同様、処理技術にとらわれずに幅広い分野の方に講演をいただいた。以下にその概要を記してセッション報告とする。

1. 小規模施設の設計思想

市川 新

わが国の衛生工学の創成期には、「与えられた課題に対処するときは、技術者が判断し結果に責任を持つこと」が求められた。また、それに応えることのできる技術者集団が育った。しかし、良心的な技術はコストが高いため、時間が経過するにつれてコスト優先主義が台頭し、粗悪な技術や、「新技術＝技術の進歩」という誤った考え方の技術者も横行した。技術者は与えられた課題に答える義務があるが、当面の課題解決に満足してはならない。一方で、現在多くの課題があるが、それが見えにくくなっている。あるいは気付かないか、気付いていても解決の見通しが立たない課題が多い。技術者は何が求められているかを総合的に判断し、将来の発展につながる仕事を行うことが大切である。

2. 小規模水道事業体における浄水処理の課題

相澤貴子（水道技術研究センター）ほか

中小事業体（計画浄水量 10,000 m³・日⁻¹以下、凝集沈殿・砂ろ過方式）に対するアンケート調査（回答率 31%）および現地調査による研究結果が報告された。人材的・技術的課題が中小規模事業体で深刻であること、また自然災害による被害も多いことが明らかになった。このような課題に対応するためには、原水水質悪化時の対応方法の整理明確化（取水停止判断、水質変化予測など）、効率的かつ適切な浄水方法の提示、運転マニュアルの作成、浄水施設更新に向けた改善内容の提示などが重要であると判断される。今後、中小規模水道向けの浄水技術「手引き」を作成予定である。

3. 大分県における小規模水道事例

加崎史啓（おおいたの水と生活を考える会）

「おおいたの水と生活を考える会」は水に関する住民の相談相手として、技術的支援を行う NPO であり、水道未普及地域での支援例が報告された。大分県豊後高田市国土地区（人口 223 人、高齢化率 55.2% の限界集落）は水道未普及地域で、水汲みが生活上大きな負担となっている。しかし従来型の水道事業では採算が取れないため、地区独自の浄水供給システムとして、安価で単純な砂ろ過による除鉄・除マンガン処理施設導入を支援した。メンテナンス（砂の掻き取り、薬剤管理など）は住民が

行っている。自治体が住民に水道サービスを提供する従来型の水道ではなく、行政の支援のもとに NPO が介在して支援を行い、かつ住民が自己運営を行う仕組みを目指す計画である。

4. 開発途上国における小規模水道事業の実態と課題

風間ふたば（山梨大）

開発途上国における現地ニーズは様々である。開発途上国における小規模水道では、高水準の処理技術ではなく、維持管理が容易なローテク技術が求められていることが多い。ネパールの首都カトマンズではカトマンズ盆地水道公社（KUKL）が水道事業を行っているが、市民の多くは個人井戸などに依存しており、主婦にとって水汲みは日常生活の大きな負担となっている。このような個人井戸地下水の水質改善策の一例として、ローテク技術による小規模な高濃度アンモニア窒素除去システムが報告された。

5. 小規模水道事業体における運営の実態

有村源介（水道ネットワーク通信）

水道事業のうち人口ベースで 96.5% 以上を上水道がカバーしているが、事業体数としては簡易水道（6,886 か所）、専用水道（7,964 か所）が圧倒的に多い。専用水道の実態はあまり知られていないが、簡易水道とは異なり大都市圏に多く存在することが特徴である。例えば千葉県には大規模事業体の県営水道があるが、そのほかに多くの専用水道がある。県営水道が巨大であるがために、専用水道を所管する行政組織が脆弱で今後のサービス継続に課題がある。また、東伊豆町のリゾート地の民営簡水の状況も報告された。この地区では、計画給水人口は約 2,800 人であるが、常住者は 130 人程度である。施設の老朽化が著しいが、財政的にも今後の存続が危ぶまれる。行政と事業主体の連携が必要である。

6. 小規模水道の経営健全化と会計

佐藤裕弥（浜銀総合研究所）

平成 26 年度から公営水道を統括する新地方公営企業会計制度が本格適用になる。この見直しの目的は、運営基盤の基本情報の提供、利害関係者（住民や議員）に対する説明責任の確保である。しかし、適正な理解がないと会計を歪める可能性も含んでおり、減資、退職金引当金を例に不適切な処理事例が紹介された。また、施設の更新財源となる「現金預金」は、給水収益の 1 年分程度を確保することが適正であるが、この預金が金余りと誤って判断されて料金が値下げされたり、一般会計に移行されたりすることもある。とくに経営上の課題の多い小規模水道に新企業会計を適用する場合には、職員研修・ノウハウの取得・充実が不可欠である。

（北海学園大学工学部 余湖典昭）

ここまで来た 次世代シーケンス解析技術 —現状と課題—

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の解析を主な目的に活動を行っている。1990年代後半から、微生物群集構造解析技術である分子生物学的手法が急速に発達してきた。本研究会でも、過去に幾度かこれら解析技術の進展を中心としたシンポジウムを開催してきた。本年度は、最近、とくに技術革新のめざましい塩基配列（シーケンス）解析技術に焦点をあてた研究成果発表会を開催した。本年度の研究発表会のタイトルとなっている「次世代シーケンス解析技術」とは、従来のサンガーシーケンシング技術の後継技術であり、その解析能力は比較にならないほど優れており（配列決定量は1から50 Gbp）、塩基配列決定コストも格段に安くなった。発表会では、この次世代シーケンス解析技術をいち早く研究に取り入れている5名の先生にご講演いただいた。

まず、佐藤弘泰氏（東京大院）からは、次世代シーケンスから得られる膨大な塩基配列データの解析支援ツールの開発とそれをを用いた活性汚泥細菌群集構造解析に関してご講演いただいた。佐藤氏の開発された解析支援ツールの名前が“OTUMAMi”であり、ひらがな表記になおすと“おつまみ”となり、佐藤氏の命名センスの良さが聴衆の関心を釘づけにした。次世代シーケンス技術の導入により、データ解析が研究の大きな障壁になっており、いかに膨大な量のデータを抽出し、選別し、可視化するかが重要であり、その解決策の1つとして比較的操作が容易な“OTUMAMi”を提案している。このツールを用いた解析例として、活性汚泥中のリン蓄積細菌 *Candidatus Accumulibacter phosphatis* に類縁する菌のポピュレーションダイナミクスを、膨大なデータの中から抽出し樹形図にまとめて示した。活性汚泥の運転状況と詳細な微生物群集の構造変化とを関連付け、活性汚泥法のさらなる発展につながる研究である。

次に、押木 守氏（北海道大院）からは、グローバルな窒素循環に重要な役割を果たすが、その生理・生態学的機能が未だ十分に解明されていない嫌気性アンモニア酸化（アナットモクス）細菌のメタゲノム解析結果に関してご講演いただいた。アナットモクス細菌は未だ単離されておらず、押木氏もアナットモクス細菌（*Candidatus Brocadia sinica*）が90%以上を占めるバイオマスから核酸抽出を行い、次世代シーケンス、そしてゲノムの再構築を行い、*Ca. B. sinica*の全ゲノム配列（約4.0Mb）を決定した。ゲノムの完成度は98.2%であり、正確性はサンガーシーケンス法と比較した結果99.991%であると報告している。さらに、このゲノム情報を基に、アナットモクス反応経路の特定を試み、新規な亜硝酸還元経路を特定している。ゲノム解析が切り拓く未踏の研究であり、今後の研究の進展が大いに期待される。

次のご講演は、玉木秀幸氏（産総研）による廃水処理プロセス内の未知ウイルスに関するものであった。ウイ

ルスは地球上で最も数多く存在する生物学的物体であるが、廃水プロセス内に存在するウイルスの多様性とその機能に関する情報は極めて限られている。研究は、標準活性汚泥や嫌気性消化汚泥などからウイルス粒子の回収・精製、その後、全ゲノムDNAを抽出し、次世代シーケンサーを用いてウイルス由来のメタゲノム配列を取得した。さらに、海洋や湖沼などから得られたウイルスメタゲノム情報と比較解析し、廃水処理プロセス内に存在するウイルスは他の環境ウイルスとは異なること、さらに系統学のおよび機能的にも未知ウイルスであることが示された。廃水処理プロセスから排出されるウイルスの環境中における動態や人への感染リスクなど、新たな興味深い研究領域が開拓される可能性を大いに感じさせられる講演であった。

次は、須田 互氏（東京大院）による次世代シーケンサーを応用したクルマエビ養殖池の細菌群集構造解析に関するご講演であった。養殖場における多くの魚病は微生物によって引き起こされており、細菌群集構造やその動態は病害防除の観点から重要である。須田氏は、養殖場における細菌群集構造の変化を網羅的かつ定量的に評価するパイプラインを確立し、経時的に採取した多くのサンプルを解析することにより、ビブリオ病によるエビの死亡率と相関の高い複数の細菌群を同定している。これら細菌群を養殖場の健全度を示すマーカーとし、病害発生未然防止など養殖場の適切な維持管理に利用できる可能性があり、今後の研究の進展が大いに期待される。

最後に、中村昇太氏（大阪大）による次世代シーケンサーを用いたメタゲノミクスによる病原微生物の探索に関するご講演をいただいた。本研究の目的は、環境中の未知の微生物探索に用いられてきたメタゲノミクスを、臨床検体中の病原性微生物探索に応用し、未知、既知を問わず病原体の迅速な検出法を確立することである。網羅的なメタゲノミクスを用いることにより、インフルエンザウイルスの例では、H3N2とH1N1のタイピングが可能であり、かつ共感染していたと思われるポリオーマウイルスとコロナウイルスの検出も可能であることが示された。次世代シーケンサーの塩基配列決定能力が飛躍的に向上し、操作も簡便になりランニングコストも下がり、メタゲノミック診断が本格的に実用化される日も近く、今後の研究の発展が大いに期待されるご講演であった。

上記5件の招待講演から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。すべてのご講演は、次世代シーケンサーを駆使し得られた膨大な配列データから必要な情報を迅速にかつ的確に抽出・整理することの重要性を示唆している。今後は、得られた情報をいかに活用し、新たな知見の創出や技術開発さらには研究領域の開拓につなげるかが今後の課題であると思われる。

（北海道大学 岡部 聡）

アジアを見据えた排水処理技術

産業排水の処理・回収技術研究委員会

本研究委員会の研究発表は、「アジアを見据えた排水処理技術」をテーマに、午前の部と午後の部の2セッションを開催した。今回の試みとして、各方面でご活躍されている方々に広く聴講していただくために、講演者の方には、英語と日本語の講演要旨を作成していただいた。講演は、2件の招待講演と、8件の一般講演を行った。

1. 招待講演

最初の招待講演は、台湾の国立成功大学鄭幸雄教授より、「Three-stage Biological Fluidized Bed Process Treating ABS and PAN Manufacturing Wastewater」と題して、わが国の産業排水処理・回収技術のメーカーが注力している台湾市場について、有機性窒素含有排水の嫌気性処理プロセスの開発経緯をご紹介いただいた。合成繊維工場から排出される有機性窒素含有排水は、好気性の微生物が阻害を受けるため、嫌気性の処理が適している。その代表にABS排水とPAN排水がある。鄭教授の開発したプロセスは、嫌気処理（流動床）によって有機性窒素をアンモニア化するもので、生成のアンモニアは同じく流動床を適用した硝化脱窒プロセスで分解するものである。

次の招待講演は、国際協力機構（JICA）の村瀬憲昭様より、「下水・排水処理及び水質管理分野におけるJICAの取り組みについて～現場からの課題報告～」と題して、アジアをはじめとする新興国・途上国への排水処理技術の国際協力についてわが国の取り組みをご紹介いただいた。新興国・途上国では、水環境の汚染が生活環境・水資源・生態の分野に著しい悪影響をおよぼしており、この度合いを引き下げることが世界的な目標である。これについて、JICAは技術協力や円借款によってとくにアジア・アフリカ諸国での発展に協力している。1990年代までは対象国に先進国の技術やノウハウを導入することを主軸としていたが、最近はその国が有している能力を底上げして地力を高めるように協力を工夫している。この例にベトナムへの都市水環境管理プログラムがあり、地方政府への協力（地域新興）・中央政府への協力（管理能力強化）・研究機関への協力（技術力向上）を一体的に進めている。

2. 一般講演

前澤工業(株)の根本氏には、「帯磁性イオン交換樹脂を用いた用水と排水の適用事例」と題した講演をいただいた。井水中のマンガンを事前に取り除き、帯磁性イオン交換樹脂の接触槽に900 m³・d⁻¹で通水したところ、色度を5度未満に除去できた。また塩化ナトリウム溶液で再生後も同等の除去性能を確認した。

㈱農環技研の殷氏には、「ゼオライト錠剤を用いた水中のセシウムイオンの除去技術開発」と題した講演をいただいた。ゼオライトをセルロースで固め、容易に溶解

する錠剤を用いたセシウムの除去を検討したところ、セシウム濃度100 mg・L⁻¹前後の条件では30分で吸着量が平衡となり、早い除去性能を確認した。

オルガノ(株)の長谷部氏には、「グラニュールを用いた窒素含有排水の高速処理」と題した講演をいただいた。浮遊系の汚泥からグラニュールの形成および硝化・脱窒システムの検討を行ったところ、メタノールをグラニュール形成槽に間欠的に添加し、濃度勾配をつけることで、脱窒グラニュールの形成を確認した。また高負荷運転により、最大硝化速度0.7 kgN・m⁻³・day⁻¹、脱窒速度1.2 kgN・m⁻³・day⁻¹を得た。

東洋大学院の小野氏には、「アナモックス菌群の集積培養及び応用展開」と題した講演をいただいた。小野氏は、活性汚泥や池の底泥など4ヶ所の汚泥からアナモックス菌の集積培養を行い、いずれもアンモニアと亜硝酸の同時消費を確認した。また脱窒・硝化プロセスの脱窒槽に包括固定化したアナモックス担体を投入した結果、硝酸還元した亜硝酸を用いたアナモックス反応による脱窒効果を確認した。

水ing(株)の葛氏には、「担体投入型アンモニア脱窒法を用いた窒素除去の現地実験」と題した講演をいただいた。アンモニア200 mg・N・L⁻¹、TDS 15,000 mg・L⁻¹を含む最終処分場水処理施設からの浸出水を用いて、亜硝酸化-アナモックスの現地実験を行ったところ、アナモックス槽では2 kg・m⁻³・d⁻¹以上の窒素除去速度を得、浸出水中の窒素除去の有効性を確認した。

栗田工業(株)の進藤氏には、「担体を用いた嫌気処理の適用拡大」と題した講演をいただいた。低濃度排水(CODcr 1,000 mg・L⁻¹)に担体を用いた嫌気処理技術を適用検討した結果、20 kgCODcr・m⁻³・d⁻¹の高負荷で80%の除去率を示した。今後、嫌気処理技術が低濃度排水に適用拡大できる可能性が示された。

㈱日立プラントテクノロジーの後藤氏には、「排水処理への微生物燃料電池の適用について」と題した講演をいただいた。排水処理への微生物燃料電池技術の適用性を検討した。エアカソード型微生物燃料電池装置を用いて連続通水試験を実施し、300 mW・m⁻²の発生電力密度を70日維持し、汚泥発生量がHRTの影響を受けることを述べた。今後、排水処理性能の向上と実排水への適用が期待される。

メタウォーター(株)の美馬氏には、「セラミック膜による油田随伴水処理」と題した講演をいただいた。セラミック膜を用いて原油と共に産出される油田随伴水を膜処理する検討を行った。この結果、孔径0.1 μmの膜を用いたクロスフローろ過の条件で膜面への油分蓄積が抑制し、ろ過が継続可能であることを示した。今後の実用化が期待される。

(北九州市大 安井英奇, 水ing(株) 島村和彰)

水に関する情報発信・啓発の課題とその解決策

水環境教育（WEE21）研究委員会

水環境分野に携わる研究者・専門家からなる本学会は、科学的知見に基づく情報を一般市民に正しく提供し、科学的な思考・選択によって環境保全活動や教育が進められることに大きな役割と責任を持つ。しかしながら、最新情報が正しく伝わっていないことで生じる誤解や偏見、判断が、あたかも真実として伝えられている事例もある。また、十分な科学的知見が集められていない中で、その是非を問われることもある。最新の科学的情報があっても、なぜ市民には正しく使われていないのか。専門家は市民にとってどのような存在であるのか。本セッションでは、現状を認識した上で、本学会会員が果たすべき情報提供や意識啓発のあり方、および課題解決の方策を検討した。なお、本セッションの企画などにおいて、身近な生活環境研究委員会の協力をいただいたことにこの場を借りて感謝申しあげる。会場では40名弱の参加を得た。

1. 研究報告

研究報告は、基調講演2題と事例報告2題とした。

まず、(1)「科学とニセ科学：特に水をめぐって」（菊池，大阪大サイバーメディアセンター）において、ニセ科学問題に関わる現状を認識し、つぎに(2)「科学技術に関する社会的意志決定の変化と専門化に求められるもの」（寿楽，東京電機大・未来科学部）において、専門家や科学者と市民とのコミュニケーションの現状と今後のあり方について、社会科学の側面で理解を進めた。

つぎに、実際の事例として、(3)「アサザが水質浄化すると誤解の蔓延－義務教育副読本の記載から－」（山室，東京大院新領域創成科研）と、(4)「科学的思考にもとづく水環境保全活動を阻む教育的課題」（山田，東北工大工学部）において、教育現場における水環境の科学的情報の曲解や教育課程の不作為について示し、教育現場と水環境分野の専門家とのコミュニケーションのあり方について問題提議をした。

(1)について菊池氏は、「見かけは科学を装っているものの、実際には科学とは呼べないもの」を「ニセ科学」と呼んでいる。科学にそれほど詳しくない一般の人にとって「科学と区別がつかないもの」が、ときには消費者問題となっている。「水」はとくにニセ科学の世界ではおなじみの題材であり、飲料水に関わるもの（波動水、〇〇入りペットボトル水等）、教育・医療分野のもの（「水の記憶」問題、ホメオパシー等）、環境分野のもの（EM

菌による河川浄化等）が取り上げられた。ニセ科学には、専門家から見て自明としておかしいものがあるが、世間には広く伝わっている事実を専門家は認識すべきだろう。

(2)について寿楽氏は、まず、「科学に問うことはできるが、答えを得ることができない」問題（トランス・サイエンスの問題群）に対する専門家の受難を示した。専門的な事柄に関する意志決定を適切に行うため、専門知に基づく判断が、かつて「専門家への委託」という形で進められていたものの、昨今の専門家への不信や判断の妥当性への批判から、（市民）参加型社会的意志決定手法の活用を寿楽は唱える。そのためには、意志決定のプロセスにおいて、各主体の関わり方や責任の範囲を明確にしておくことの重要性を指摘した。

(3)について山室氏は、副読本の中学地図帳「霞ヶ浦の水利利用と環境保全活動」に示された、アサザによる水質浄化能力に関する不適切な記述と、その情報源になったある特定の環境団体の活動・情報発信のあり方に問題提起した。学習教材の一部には、ある作業を施せば環境改善が叶う、かのごとく短絡した表現や教え方をされる場合がある。出版元などに対する専門家としての科学的な説明の伝え方が課題である。

(4)について山田氏は、小学生理科における教育目標や内容に照らし、教室内では科学的な見方や考え方を養う教育が行われている一方で、野外での体験的学習の一部に科学的な思考が無視されているかのような教育事例があることを示した。効果の見通しをもって取り組まねばならない水環境保全活動が、EM菌など、科学的根拠が明らかになっていない方法で取り組まれており、学習指導者や地域支援者の対応を問題提起した。

2. 総合討論

社会が抱える課題の解決には専門家や市民が一緒に取り組んでいくことが求められる。しかし、専門家と市民との距離感（コミュニケーション不足）を埋めるには、専門家の価値観や思い、ビジョンを伝える努力が必要である。一方、非科学といえども市民による善意の行動を拒否できる論理や材料（科学的知見）がないなら、専門家（学会）は科学的知見を得るべきであるし、対処しやすい窓口も必要である。

（東北工業大学工学部 山田一裕）

健全な水環境と水循環の為の膜技術／膜ろ過浄水・コスト最前線

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10回目の節目となった。今回も例年同様、シンポジウム前半を口頭発表6件による通常セッション、後半を「膜ろ過浄水・コスト最前線」と題したパネルディスカッションとする2部構成で行った。

1. 通常セッション

①「浄水処理を想定した溶存物質存在下でのRO・NF膜によるPFOS阻止特性の検討」林 益啓（京都大院・工）：ペルフルオロオクタンスルホン酸の除去性がNF・RO膜の表面荷電および共存多価イオンにより大きく影響されることが報告された。

②「多孔質固定床に固定したPd-Cu/Al₂O₃触媒上の水素による水溶液中硝酸イオンの還元除去」中山紀夫（産総研）：触媒粉末をセルローズ製多孔膜に固定し、水素ガスと汚染水の二相流を通すことによる硝酸イオンの除去方法が紹介された。

③「槽負荷の異なるMBRの膜汚染過程のモデル化」小松和也（栗田工業）：電子産業工場模擬排水を処理するMBRの膜汚染過程をモデル化し、異なる運転条件におけるデータを概ね再現できたことが報告された。

④「中空糸RO膜を用いたMBR-RO膜処理の機械系工場排水への適用」森田優香子（クボタ）：三酢酸セルローズ製中空糸RO膜とポリアミド製スパイラルRO膜の比較を行い、前者の場合は界面活性剤等に起因するファウリングが生じにくかったことが報告された。

⑤「水道原水におけるファウリングポテンシャルの処理特性に関する一考察」貝谷吉英（水ing）：膜ファウリングに関与する成分は粉末活性炭による除去が難しい比較的親水性の高い成分であること、このような成分の原水中における存在割合は低いことが報告された。

⑥「担体添加型膜分離活性汚泥法における膜ろ過運転条件の検討」和田圭史（日立プラントテクノロジー）：担体を添加するMBRでは、最大50%の散気量削減が見込めることおよび担体を投入した場合の反応槽内流速変化を検討した結果が報告された。

2. パネルディスカッション

「膜ろ過浄水・コスト最前線」

座長：木村克輝（北海道大）

「膜ろ過は高い」という拭いがたい先入観が膜ろ過導

入の進まない大きな理由になっていると考えられる。一般的に想像されるよりも、現時点での膜ろ過のコストは高くないという感触を我々は持っている。膜ろ過浄水のコスト「最前線」（膜は決して高くない）を共有し、一般認識とのギャップを埋めることを目的として本ディスカッションを企画した。議論に先立ち、各パネリストより以下の話題提供を頂いた。

- ①「ろ過方式を採用した川井浄水場の再整備事業」
清塚雅彦（横浜市水道局）
- ②「小規模水道事業者のパフォーマンスとガバナンス—膜ろ過浄水施設導入の背景にあるもの—」
吉岡律司（岩手県矢巾町上下水道課）
- ③「浄水膜処理での運転方策でのコスト低減に向けて」
青木伸浩（メタウォーター）
- ④「地下水膜ろ過システムの概要」
澤田繁樹（ウェルシイ）

討議内容

討議内容としては、主として膜の導入に関する意見交換および膜のコストに関する意見交換が活発になされた。前者の内容としては、①膜ろ過では従来方式に比べて施工のスピードが速くなる。これをどのように評価へ組み入れてゆくべきか、②小規模水道事業者では技術継承が非常に重要な課題となっており、維持管理の容易な膜以外の選択肢がない場合が少なくない、③水位差の利用など、膜ろ過で省エネ化を考える余地は残されている、④小規模水道事業者には水道に金をかけたくないという考え方がある一方、これからの水道は地域で支えるという必要性が認識されており、膜の導入が有望視される、⑤膜ろ過導入の条件が整っている（省エネ化可能など）浄水場は、少なくないのではないかといった意見が出され、後者としては、⑥地下水膜ろ過は低コストで災害時水道の確保が可能になる技術であるとも言える、⑦膜ろ過導入にともなって生じる薬品消費量削減によるコストダウン、配水管路寿命の延長可能性についても評価に組み入れるべきではないか、⑧従来方式と膜ろ過を比較できるコストの試算モデルが必要ではないか、⑨水道事業者の試算結果は公表が難しいが、共通の枠組みに基づく情報を共有できれば、膜ろ過の導入を加速させる材料となりうる、といった活発な議論がなされた。

（水ing株式会社 須田康司）

沿岸域エコトーンの現状と再生

湿地・沿岸域研究委員会

「沿岸域エコトーンの現状と再生」をテーマに掲げ、陸域から海域にかけての水環境と水境界生態系に関するセッションを企画した。沿岸域エコトーンの現状とその再生技術という2つのテーマで構成された本セッションでは、2題の基調講演と6題の一般発表が行われ、健全な水環境を構成する諸因子の解明、ならびに水境界生態系の保全・再生に関する最先端の技術と知見が紹介された。研究発表の詳細に関しては、第15回日本水環境学会シンポジウム講演集をご参照していただくこととして、本稿では概要と筆者の感想を述べたい。

沿岸域エコトーンの現状に関する基調講演として、速水氏（佐賀大・低平地研セ）より、「有明海に関する研究の現状と問題点」が発表された。有明海では、赤潮増加、貧酸素水塊の発生等が認められ、それにともない生物相の減少が懸念されている。貧酸素水塊の発生に関しては、諫早湾締め切りによる潮汐・潮流の低下の影響が指摘されているが、それ以外にも月昇交点変動といった地球科学的な視点から検討すると、現況、貧酸素水塊が起きやすい状態にあるという。有明海の問題に関しては、諫早湾干拓問題に象徴されやすいが、実はこのような自然環境変動の影響も大きく受けており、今後、締め切られた湾の開門調査だけでなく、より俯瞰的な対応の必要性が説明された。山本氏（山口大）の「山口湾泥質干潟におけるタイドプールの分布とカブトガニの生育環境」では、カブトガニの幼生は、干潮時、一様に水没している所よりも、タイドプールと峰が混在するような干潟環境を好むことが報告された。とくにタイドプールの分布といった微地形環境を求めるにあたり、定量化を行う上でさらなる検証が必要とはなるが、本研究で用いられた写真測量による推定は興味深かった。「琵琶湖沿岸再生ヨシ群落の水辺林化に植栽基盤設計が与える影響の検討」（水谷氏 京大）では、植栽後の地盤高増加により、ヨシ群落の中にヤナギ類が侵入し、水辺林化が進行している状況が示された。刻々と変化する自然環境条件下で、目標となる生態系を再生していくためには、どのように設計・維持・管理すればよいかを考える上で、本発表はきわめて有用であった。新井氏（東海大・院）の「折戸湾における移入性、在来性フジツボの競合関係」では、移入性、もしくは在来性のフジツボを人為的に除去し、その後の生物相変化を調べた結果、移入性フジツボを除去しても、在来種の定着促進効果は認められないことが紹介された。

沿岸域エコトーンの再生技術に関する基調講演として、西嶋氏（広島大・環境安全セ）より、「沿岸生態系

の修復・再生材料としての鉄鋼スラグの活用」が発表された。近年、海砂採取禁止等にともない、沿岸生態系の再生材料としての鉄鋼スラグが注目されているが、スラグ主成分である石灰の一部が水と反応することにより、pH上昇や固化などが起こり、利用にあたってはその制御が求められている。そこでスラグの海中での反応と変化を検討した結果、海水に浸漬したスラグからのCaの溶出は、ごく表層にとどまることが報告された。これはCaの溶出した場所に海水から供給されるMgが析出したためだと考えられ、それにともないpHの変動も8週間程度で安定することが示された。また固化の進行に関しては、海水からの供給物質に依存するが、海水に浸漬した粒状スラグのベンセン断強度については、干潟土壌の硬さと同程度であり、生物生息に大きな影響を及ぼさない可能性が報告された。またスラグには様々な物質が含まれることから、これらが生物に及ぼす影響はあるのかの質問に対しては、今後、干潟環境を模倣したメソコズムで検討を行うとの回答であった。再生材料としてのスラグの適切な運用方法を明らかにする上で重要な研究と思われるので、今後のさらなる発展を期待したい。村上氏（千葉工大）の「地域未利用資源を活用した海浜公園池の底質・水質改善」では、粒状に粉碎した貝殻を用いての水質浄化、ならびに植物プランクトンの異常増殖防止の試みが紹介された。「新規造粒ベーマイトによるリン酸吸着能に関する基礎的検討」（緒方氏 近大）では、リン酸吸着に優れるアルミニウム化合物の粉末状ベーマイト作製前のスラリーから、よりフィールドで使用しやすい造粒状ベーマイトを創製し、その吸着能等を検討した結果、粉末状ベーマイトと同程度の吸着能を示すことが報告された。遠藤氏（東北学院大）の「津波によってヒ素汚染が発生した宮城県主要河川沿岸域の植物による修復」では、東日本大震災にともない発生した津波により、河川沿岸域土壌に集積した津波堆積物のヒ素汚染状況が報告された。津波被災土壌中のヒ素含有量に関しては、非津波被災地域の土壌に比べて高い結果となったが、ほとんどの地点で土壌環境基準を下回ることが示された。現在、モエジマシダによるファイトレメディエーションを試みているとのことなので、今後のさらなる発展を期待したい。

末尾とはなるが、今回講演をいただいた演者の方々、また会場に足を運んでいただいた多くの参加者に心から謝意を表したい。

（石巻専修大学 玉置 仁）

水中の健康関連微生物研究発表会， ならびに微生物指標に関する討論会

水中の健康関連微生物委員会

本セッションでは東日本大震災後の被災・復旧状況と衛生問題に関する研究発表および討議を行うとともに環境基準に関わる微生物指標に関して討論することを目的として行われた。また今回より、水中の健康関連微生物に関する幅広い視点からの研究発表を一般公募により募った。セッション前半では東日本震災後の委員会での取り組みと、関連した研究発表（ポスター：3件）、また招待講演として国土交通省国土技術総合政策研究所より山下氏に震災応急復旧対応に関する行政サイドからの取り組みについて講演が行われた。セッション後半では、主に若手研究者による一般公募による研究発表、6件が行われた。以下に講演概要を示す。

セッション前半

東日本大震災後の下水中病原微生物管理に向けた取り組み
（東京大院 片山浩之氏，京都大学 山下尚之氏）

東日本大震災発生後の下水道被害、水環境汚染の状況などを整理した結果、被災下水処理場の放流先の環境影響と低減対策の検討が必要である。水域と下水処理場での汚染実態、生物処理が不十分な場合の下水に対する消毒技術に対して検討を行った。本講演では、現在の取り組みの概要を説明いただき、詳細はセッション休憩中に開催された3件のポスター発表にて報告が行われた。

災害時における下水の適正な管理について

（国総研 山下洋正）

震災後の応急復旧段階である下水処理場の処理機能と放流先への影響を把握し、今後の災害時における下水の適切な管理手法についての考え方を整理し、検討した。災害時の下水の適正な管理としては、被災直後は早急に被災状況を把握するとともに緊急の対策を講じる必要がある。とくに早期で問題となるが、下水管の破損による上水道の復旧にともなう溢水である。また、下水処理場の施設が被災した場合には、緊急対策として、簡易沈殿+消毒など可能な限りの処理を施し、段階的に復旧することが必要となる。

ポスターセッション

本セッションは委員会初の試みであり、休憩を兼ねたポスターセッションを本シンポジウムより設けた。3件のポスター発表が開催された。下記に発表の概略を示す。

- 被災後の沿岸環境における衛生微生物調査
（東京大学院 稲葉愛美ほか）
本研究は、被災した石巻市東部浄化センターの放流先の石巻沿岸において、腸管系ウイルスおよび指標微生物の調査をおこなったものである。下水処理場に近い地点では比較的高いウイルス濃度が検出された。
- 下水簡易処理水の消毒と水生生物への影響
（京都大学院 朴 仁久ほか）

下水初沈池越流水を対象に消毒による水生生物への毒性影響について検討した研究である。塩素消毒では、低濃度の塩素を添加しても藻類・細菌類ともに毒性影響が示されることが確認された。一方、オゾン、紫外線では有意な毒性の増加は確認されなかった。

- 震災復旧中の下水処理場での消毒方法の評価

（京都大学院 朴 耿洙）

本研究では下水初沈池越流水を対象に塩素、オゾン、紫外線消毒による病原微生物の消毒効果を評価した。塩素消毒は投入直後、大半が結合塩素となり消毒力が低下するため、震災復旧中の下水処理場の暫定処理としては、オゾンや紫外線の適用も有効である可能性を見出した。

セッション後半

一般公募により、水中の健康関連微生物に関わる6件の研究発表が行われた。

研究は多岐にわたっており、水道水原水の健康関連微生物の動態把握、下水処理水の膜処理によるウイルスの除去特性、環境水中の耐性菌、海外の水利用実態と感染罹患状況、細菌の健康リスク評価、病原微生物検出バイオセンサーなど、幅広い内容の研究発表が行われた。下記に発表タイトルを示す。

- 水道水源河川における健康関連微生物の濃度変動調査
（山梨大 原本英司ほか）
- 最初沈殿池越流水の限外ろ過膜直接処理による運転性およびウイルス除去性能評価
（京都大 李 善太ほか）
- 高度浄水処理プロセスのカンピロバクター感染確率評価における感度分析と不確実性分析
（京都大 周 静ほか）
- ベトナム・フエ省農村における小児の水利用と感染症罹患状況
（東京大 佐田美香ほか）
- 河川水中の抗生物質耐性細菌とその活性
（龍谷大 越川博元ほか）
- 表面プラズモン共鳴を利用した推移中病原微生物検出バイオセンサーの開発
（北大 佐藤 久ほか）

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、主にセッション前半部と後半部に分けての聴講者からの質疑応答がメインに行われ、聴講者より様々な質問、コメントがいただけ活発な討論が行われた。また本セッションの聴講者は昨年の約50名を超える約70名で本テーマへの注目の高さが伺えた。

（独土木研究所つくば中央研究所 安井宣仁）