

## 〈第22回環境システム計測制御学会（EICA）研究発表会〉

## セッション報告

## セッションA-1 環境モニタリング①

【座長】倉田 学児（京都大学）

【副座長】西田 勝彦（日新電機株）



## 発表論文

- ① 赤外分光による微生物中間生成代謝物の推定に関する基礎検討
- ② 植物由来物質による紫外線誘発細胞障害抑制効果について
- ③ フローサイトメトリーによる琵琶湖の微細植物プランクトン群集の測定
- ④ クリプトスポリジウム自動測定装置の開発
- ⑤ 陸域・湖内流動・湖内生態系を結合した琵琶湖流域水物質循環モデルの構築

本セッションでは5件の研究発表があった。

①, ③, ④では、非常に新しいデバイスも出てきており、新しい計測の可能性に期待が持てる研究であった。

②では、植物の有効性についての根拠ある情報が得られる安心感が増す研究もあった。

⑤は、モデルとして完成域にあり、環境政策に使えるのではと感じる研究であった。

それぞれ有用な研究発表で今後の環境モニタリングのため、引き続き研究・検討評価を期待していきたい。

## 【論文1】赤外分光による微生物中間生成代謝物の推定に関する基礎検討

大阪大学 栗津邦男, 石井克典  
日新電機株 長塩尚之

微生物の代謝過程における中間生成物の動的把握を簡便に行うことが出来る分析手法として、有機物の同定に有力な振動分光法である赤外吸収分光分析に注目し、活性汚泥中の生物処理反応の動的変化の把握を試みた研究である。

大腸菌と模擬廃水を用いた実験では、TOCの経時的減少と糖類等に起因すると思われる吸収の消長が見られ、モニタリングの可能性を見いだしたと共に近年の赤外デバイスの小型化も相俟ってオンサイト利用への可能性を示唆した意義ある研究である。

Q: TOCが100時間余りで1/3に変化している中で、中間生成物で減っている物も増えている物のあると思えるが状態は？

A: グルコース・グルタミン酸、乳酸菌では減少したが、スキムミルクでは、時間的に減少・増加が見られ質問の通りです。今後はこのあたりの解析を深めると共に安定した測定系法が必要と考えています。

Q: 他の分光分析に比べて赤外が速く測れると言う事でしょうか？

A: 3~5波長で決まってくるとデバイスとして使いやすく小型化も出来ると言う視点です。デメリットもあります。

## 【論文2】植物由来物質による紫外線誘発細胞障害抑制効果について

和歌山県立医科大学 牟礼佳苗, 竹下達也

紫外線地上到達量の増加による皮膚癌等、人への健康被害を抑制するために、植物由来カロテノイドによる予防効果の評価を行った研究である。

本発表では、抗酸化作用や突然変異抑制効果のあると言われるトマト由来のリコピンを用いた実験の結果、紫外線が誘発する突然変異やアポトーシスが抑制されることが実証され発癌予防にも有効であることが報告された。

今後はその他天然由来物質植物の応用研究により発癌予防が期待できる意義ある研究である。

Q: UV-Cを対象とした時に不安定現象が起こるのか？

A: 瞬間的に起こってしまう。低い0.5とか0.2の少ない濃度でも起こると言われている。

Q: ROS（活性酸素）の出方は？

A: 測っていない。

Q: それによる影響は、確率的か確定的か？

A: 確定的である。

Q: ビタミンより大きな分子のリコピンは細胞に入るのか？

A: 入っているとされている。

**【論文3】** フローサイトメトリーによる琵琶湖の微細植物プランクトン群集の測定

独土木研究所 北村友一, 南山瑞彦

海洋の植物プランクトン調査では利用されているフローサイトメトリーを淡水湖に適用し植物プランクトンの分類や計数の可能性の検証を試みた研究である。

フローサイトメトリーでは、橙色と赤色蛍光強度の関係から植物プランクトン群集を分類できる事が判ったと共に、植物プランクトンの細胞数、前方散乱強度により大きさ、赤色蛍光強度によりクロロフィル量を同時に得ることが出来る事が報告された。

今後の琵琶湖内の植物プランクトンの測定や優先種の予測などへの応用に期待したい研究である。

Q: 赤色と橙色しか使われていないが、その他の色を使えばもっと良くなるのでは？

A: 指摘の通りです。緑色を使うともっと細かなものが見えてくるとは思いますが、今回の測定では検出は出来ておりません。

Q: 様相を調べると言うことから毒物の検出などの水質試験にリアルタイムでどれだけ使えるか？

A: 小型化が進んでおり水質監視所などでモニタリング出来るのではと考えている。

Q: 高速である必要はあるのか？ 試験管レベルでなく、もっと大型が必要では？

A: その通りです。

**【論文4】** クリプトスポリジウム自動測定装置の開発

メタウォーター(株) 金 京柱, 田中良春

水系病原性原虫のクリプトスポリジウム・オーシストを自動検出するために、蛍光抗体染色後フローサイトメトリー法を使用した自動測定装置を開発し自動検出法の実証・評価を試みた研究である。

蛍光抗体標識の条件としては、温度条件は15℃以下、反応時間は1時間程度、蛍光抗体の添加量は15~20 μL/mL とすることで測定精度が向上し、又、顕微鏡計数結果と比較した結果もほぼ一致しフローサイトメトリー法によるクリプトスポリジウム自動測定への有効性が報告された。

今後は、早期の自動測定装置の完成を期待したい研究である。

Q: 選択する抗原・抗体に関して知っているなら教えてください。

A: 内容に関しては教えてくれない。

Q: 必要とされる測定精度はどの程度か？

A: 水道局では、10~20Lを濃縮しているが、回収率が悪くヒューマンエラーが多いので、プロセスでカウントすることを検討した。200 mLで発見できれば良いとも言われており、今回は1Lとした。

**【論文5】** 陸域・湖内流動・湖内生態系を結合した琵琶湖流域水物質循環モデルの構築

滋賀県琵琶湖環境科学センター 佐藤祐一  
千代田アドバンスト・ソリューションズ(株) 小松英司  
岡山大学 永禮英明  
パシフィックコンサルタンツ(株) 湯浅岳史, 上原 浩

琵琶湖の水質は対策によって良くなってきているが、定量的な因果関係は、はっきりしていなく、その為に対策と1対1の関係となっていない問題をシミュレーションにより再現し予測しようと試みた研究である。

シミュレーションは、「陸域水物質循環モデル」「湖内流動モデル」「湖内生態系モデル」の3つのモデルを結合したものをを用い、計算結果と河川流量や水質、湖内水質等の観測値との比較評価を行い、河川流量・負荷量や湖内流動・水質について良好な結果を得たと報告された。

今後の琵琶湖流域における水質汚濁メカニズムの解明など環境政策への適用に期待したい研究である。

Q: 南湖のバラツキが大きいようであるが原因は？

A: モデルの問題です。南湖は小さいので、北湖と同じメッシュ(1 km メッシュ)では、メッシュの数が少な過ぎるので、別のモデルが必要と考えています。

Q: NP への影響が多い沈水植物の影響は考慮されていますか？

A: 水草は南湖では多く、複雑な現象関係があると思いますが、水草モデルは入ってはいません。

## セッション A-2 浄水処理

【座長】土居 通浩（京都市上下水道局）

【副座長】環 省二郎（㈱東芝）



### 発表論文

- ① 光ファイバーを用いた水位検出システムの開発
- ② HACCP 手法を適用した水安全管理システムの開発
- ③ 環境負荷と安定性に配慮した水運用計画システムの開発
- ④ 集塊化開始時間測定法の原理と同法を用いた凝集アナライザの開発
- ⑤ アルミニウムを指標とした PAC 注入制御手法の開発

本セッションでは5件の研究発表があった。①は都市型水害リスクに対応した管渠内水位検出センサーの研究、②、③は広域の水安全、運用管理を支援するシステムの研究、④、⑤は浄水処理における凝集沈殿制御に関する研究であった。

それぞれ有用な研究発表で、今後上水道においては広域化、効率化が求められるため、引き続き研究・検討評価を期待していきたい。

### 【論文1】光ファイバーを用いた水位検出システムの開発

東京都下水道局 遠藤和弘  
 日本下水道光ファイバー技術協会 藤平貞義  
 東京都下水道サービス㈱ 原田敏郎  
 古河電気工業㈱ 嘉本健治

浸水危険箇所の管渠内水位がある一定レベルに達しているかどうかを遠隔地から即座に捉える水位検出システムの概要紹介と、実際の下水道施設管渠内での実証試験結果の報告があった。システムは光ファイバーを伝送路とし、ファラデー近接センサを用いた光水位検出器で構成されるもので、都市部浸水対策の一つとして有効な技術として期待できる。今後、幅広いフィールドへの適用検証による実用化が期待される。

Q：水位測定時の光ファイバーの測定可能距離は？

A：変換器との距離などの設置条件によって変化するが、Max20～25 km 位までは可能である。

Q：1心の光ファイバーに複数の検出器を設置する場合、検出器間の光ファイバー長はどの程度確保する必要があるか？

A：変換器との距離などの設置条件によって変化するが、おおよそ30 m程度あれば良い。

Q：開発時特に苦労したところは何か？

A：検出端の部分にごみが付着する問題があり、剥き出しのフロー部分にカバーを取り付け、最終的には検出端の位置に防護カバーを設置してクリアーした。

### 【論文2】HACCP手法を適用した水安全管理システムの開発

㈱日立製作所 岩井優作、福島 学  
 横井浩人、金子和弘

厚生労働省が2011年度までに策定を推奨している水安全計画を対象として開発した、業務支援のための水安全管理システムについての報告があった。本発表では水安全管理システムの必要性和想定される効果、システムの機能について述べられているが、今後、実サイトへの適用による運用結果とシステムの評価が期待される。

Q：水源から給水栓までをサポートするシステムであるとの認識でいるが、給水栓までのサポート機能はどのようなものか？

A：今回のシステムは浄水場を主とした内容であるが、水源～取水、給配水の範囲もサポートしたシステムとすべく顧客にもヒアリングし、有益な機能を今後具備していく方針。

Q：実際に機能の一部が実サイトに納入、稼働しているとのことだが、実運用を通じて顕在化した問題点や課題は何か？

A：紙ベースで保存していた過去データをDB化して長期保存が可能となったが、法定検査以外の用途で有効な活用方法が無いため継続して効果的な機能を検討しユーザーに提案していく予定。

また、顧客のニーズ等も定期的にフィードバックしていき、浄水場の運用に適した機能拡張を継続して図っていく。

### 【論文3】環境負荷と安定性に配慮した水運用計画システムの開発

㈱日立製作所 足立進吾、今井美希、田所秀之

従来の安定的、効率的な水のコントロールを目的とした水運用計画機能に、環境負荷の観点から計画を評価・分析し、環境負荷の最小化を支援する機能を備え

た水運用計画システムについての報告があった。本発表はトレードオフの関係にある環境負荷低減と施設の安定運用の双方に配慮したシステムの提案であり、今後、実サイトへの導入による運用評価が期待される。

Q：本システムを実機場に適用して環境評価をして実績はあるのか？

A：従来の水運用システム（本システムの基本機能部分）については多くのサイトで運用されているが、本システムの実績は無い。

Q：本システムの技術的課題は何があるか？

A：工事中のために水位計が使用できないときの運用計画を立案する方法、雨天時など非定常時、緊急時における計画値の精度向上が今後の技術課題である。

Q：本システムの演算時間はどの位か？

A：平均で1分程度、最大で5分程度で解が得られる。

#### 【論文4】集塊化開始時間測定法の原理と同法を用いた凝集アナライザの開発

メタウォーター(株) 山口太秀, 田中良春  
 関東学院大学 鎌田素之  
 北海道大学大学院 松井佳彦

凝集剤使用量の削減や発生土処理コストの低減を目的としたフロックの成長開始時間を自動計測する装置と、それを利用した自動制御方法についての報告があった。本研究では吸光度変動解析法により集塊化開始時間を測定し、凝集剤の推奨注入率を決定する手法を提案している。実際の浄水場で適用されている注入率演算式による注入率実績と本手法による推奨注入率との比較を行い、測定期間中の降雨による原水濁度上昇に伴う凝集剤注入率の上昇は両者共にほぼ一致していること、注入率 20~60 mg/L の範囲で両注入率は相関関係にあったこと、推奨注入率は濁度に対するばらつきが大きいことが報告された。本方式は濁質だけでなく、溶解成分等の原水水質の違いを把握することができる可能性があり、今後の研究が期待される。

Q：フロック粒径の演算式の精度を向上させる上で光源の波長はどの程度影響するか？

A：フロック粒径の精度を向上させるために、従来は2波長吸光度変動解析法を利用していた。濁質がとりこまれていないフロック中のアルミの部分は赤外線の透過率が高いので、紫外線を利用する必要があった。すなわち、フロック粒径自体の精度を向上させるためには、紫外線を使う必要がある。しかしながら、今回の凝集アナライザは凝集剤注入後のフロック粒径の立ち上がりを観測すればよいので、コストダウンのため、紫外線は削除し、赤外線のみとした。1波

長でも粒径の立ち上がりの観測に問題ないことは確認している。

Q：汚泥処理等の分野では凝集剤注入率は適正値ではなく、過剰気味に管理することが多い。今回の装置では過剰気味に管理する場合、どのような方法があるか？

A：二つの方法を考えている。

- ① 演算された推奨注入率に対し一次式で補正を加える方法
- ② 過剰気味に管理することを考慮し目標集塊時間を決定方法いずれも、浄水場の現場での実績はない。

Q：原水濁度が高いところでのデータを取られているようだが、低濁時についてはどうなっているか？

A：今回示したA浄水場、B浄水場ともに2~3度の低濁時のデータも取得しており、特に問題となることはなかった。

#### 【論文5】アルミニウムを指標としたPAC注入率制御手法の開発

(株)日立製作所 横井浩人, 芳賀鉄郎, 三宮 豊  
 田所秀之, 館 隆弘

PACの主成分であるアルミニウムに着目し、混和水中の微小なフロックに残留するアルミニウムを評価指標とする制御手法についての報告があった。濁度とE260がそれぞれ100度、 $0.25 \text{ cm}^{-1}$ まで急増する原水水質で $3 \text{ m}^3/\text{d}$ 規模の実験装置で実施した結果、沈殿水濁度を目標値(1度) $\pm 0.3$ 度に制御できることを確認したとしている。本方式は原水水質変動に対して迅速かつ的確に追従できる可能性があり、今後、実水道原水を使った制御実験での有効性確認による実用化が期待される。

Q：実際の原水を用いた実験は計画されているか。その場合に想定している課題は何があるか

A：原水を使った実験の準備中である。原水の色度の影響を受ける可能性がある点が課題。原水のUVを測定し補正することで対応可能と考えている。

Q：PACを増減させた場合、アルミ濃度はどのようになるか。PACを増やすと単純にAl濃度は増加するように考えられる。

A：PACが過剰になると沈殿水濁度は低くなり、その結果Al濃度は低下する。Alが少ないので過剰注入と判断してPACをマイナス側に補正する。濁度とその中に含まれるAlの割合の掛け算で全体のAl濃度が決まる。指標としてAlの比(残留率)を取ることでこのような傾向が得られる。

## セッション A-3 浄水・環境モニタリング②

【座長】神子 直之 (立命館大学)

【副座長】仲田雅司郎 (㈱東芝)



## 発表論文

- ① 工業プロセス用 pH 電極の開発
- ② ダイヤモンド電極を用いた可搬型重金属測定装置の開発
- ③ 中圧紫外線照射装置の照射性能解析と検証試験の比較
- ④ 高い汚染物質除去率を示す RO/NF 膜の物理化学的特長

本セッションでは4件の研究発表があった。①、②はセンシング技術、③はUV殺菌装置の製品開発についての発表であり、④は近年著しく活用が進みつつある水処理技術の膜特性に関する基礎的研究であった。

それぞれ有用な研究発表で既に製品化されて実用レベルのもの、今後の技術向上による応用分野の広がりが期待できるものであり、引き続き研究・検討評価を期待していきたい。また、質疑・応答も活発に行われ有意義な発表会となった。

## 【論文1】工業プロセス用 pH 電極の開発

(株)堀場製作所 石井章夫, 松原裕樹  
西尾友志, 江原克信

生物処理槽での硝化作用の状態確認や凝集沈殿槽の中和反応の制御など、広範な廃水処理プロセスで使用されている工業用 pH 計において、鉛フリーガラスでの電極の開発及び超音波洗浄器にバースト発振を採用することで耐久性の向上や従来よりも長期間安定して測定できることを確認した。

鉛フリー電極については、応答ガラスの改良及び加工条件の最適化により従来と遜色のない耐久性を実現すると共に応答ガラス中の微量金属量を制御し、酸、アルカリ、油に対する耐久性も付与した。また、洗浄においては、バースト発振を適用し測定事例として226日間の使用後でも感度が90%以上であることを

確認した。

質疑・応答では、バースト発振の考え方、メカニズム等について質問があり、メカニズムとしては超音波と同じでキャビテーションに基づくものであり、バースト(間欠)発振では、空間と発振タイミングをコントロールし、全体が均一に洗浄できるようにしており、基本的な原理そのものについては検討していない旨の回答であった。

## 【論文2】ダイヤモンド電極を用いた可搬型重金属測定装置の開発

(株)堀場製作所 山貫幹人, 福嶋良助, 松本浩一  
慶応義塾大学 栄長泰明

公害問題、特に人体に直接影響を及ぼす飲料水・食物に含まれる砒素やカドミウムなどの測定が住環境近傍で求められるようになっている。従来、広く用いられている重金属イオンの測定方法は、試料をサンプリングし持ち帰り実験室において測定する必要があったが、検出部にダイヤモンド電極を用いることで、ppbレベルの重金属イオン測定を簡便に行うことを可能とした。

本装置は、ホウ素を1%程度ドーブした導電性ダイヤモンドを電極材料に適用することで検出限界をppbレベルまで向上させており、携帯および自動測定が可能である。

実装試験においては、電気化学性能が劣化しないこと、サンプル量の少なさと、手順の簡便さが評価された。今後さらに研究を進め、様々な分野での活用が期待できる。

質疑・応答では、サンプルの濃縮や錯体を形成した場合の質問があり、濃縮無しでの測定が可能であること、砒素においては触媒を含めることになるが測定ができていたとの回答があった。

## 【論文3】中圧紫外線照射装置の照射性能解析と検証試験の比較

(株)東芝 阿部法光, 村山清一, 出 健志  
小林伸次, 城田昭彦, 相馬孝浩

地表水以外の水源を原水とする水道施設において紫外線処理設備の導入が認められその性能基準に基づき、紫外線光源として中圧ランプの発光波長分布と対象微生物の波長別感受性を考慮した実効照射量解析についての発表であった。指標菌として大腸菌ファージMS2を用い、通水試験を実施したものと解析結果を比較し、実験値と解析値が非常に良く一致しており、その妥当性を検証した。

質疑・応答では、解析に採用する紫外線の発光モデル(透明光/拡散光モデル)の決定に関する質問があり、採用モデル決定に至った経緯として、選定におい

では両モデルの相違が極端にできるように実施、また、全ての波長で透過率を求め、最終的に総括しているとの回答があった。

**【論文4】 高い汚染物質除去率を示す RO/NF 膜の物理化学的特長**

メタウォーター(株) 山口太秀, 田中良春  
山口大学 鈴木祐麻  
イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校  
David G. Cahill, Jeffrey S. Moore, Benito J. Mariñas

水処理において膜技術の適用が進められているが、低分子量で非荷電の汚染物質は十分に除去されない、RO/NF 膜は比較的多くのエネルギーを消費するなどの課題がある。本発表では、ポリアミド系 RO/NF 膜において、ポリアミド層の元素組成、平均厚さ、表面粗さ、架橋度を測定し、これらの物理化学的特長と水透過係数や汚染物質除去率の関係についての発表であった。

汚染物質としては砒素酸 ( $H_3AsO_3$ ) を適用し実験を行い、除去率が高い膜は、ポリアミドの架橋度が高いものであること及びポリアミド層の不均一性が除去率を左右している重要な因子であることを示唆した。

質疑・応答では、ポリアミド層の平均 Ag+ 濃度と  $H_3AsO_3$  の膜透過性の間の相関、Ag+ 濃度と膜における孔の大きさの関係、ポリアミド層の不均一構造の制御について質問があった。いずれの質問に対してもポリアミド層の構造解析は近年ようやく研究が始まったばかりであり、更なる構造に関する情報の收拾と膜透過性との関係を見出すことは現在検討中であるという回答であった。今後の更なる研究成果が期待できる。

**セッション B-1 下排水処理①**

**【座長】 尾崎 正明 (岡山市下水道局)**

**【副座長】 佐藤 茂雄 (株明電舎)**



**発表論文**

- ① 活性汚泥モデルの利活用に関する研究
- ② 中空糸膜を用いた水処理における流動状態と圧力損失の予測モデルの構築
- ③ 多変量統計的プロセス管理手法を応用した下水処理場の省エネルギー診断
- ④ CSO 汚濁負荷計測システムの開発
- ⑤ 高速メタン発酵システムの制御技術

本セッションでは5件の研究発表があった。①、②、③はモデル解析を応用した研究であり、④はCSO汚濁計測、⑤はメタン発酵システムの開発に係わる研究報告であった。

昨今、事業体の財政も厳しくコスト削減が叫ばれている。しかしながら下水道のシステムを守っていくことが我々に課せられた任務である。そのためには市民への説明責任やシステムの向上を目的とした新しい技術開発が必要でありシミュレーション技術も有用である。下水道システム技術向上のため、引き続き研究・検討評価を期待していきたい。

**【論文1】 活性汚泥モデルの利活用に関する研究**

(財)下水道新技術推進機構 阿部真由美, 工藤和正  
落 修一

活性汚泥モデルの利活用状況の調査および異なるデータでキャリブレーションを行った場合の予測誤差に与える影響を評価し、目的に応じた必要予測精度を段階的に設定して、それぞれに応じた必要資料と調査方法を提示している。活性汚泥モデル活用を普及させ水処理技術の向上に繋がるのが期待できる研究である。

Q: 活性汚泥モデルの普及がそれほど進んでいないように思うが、使い方が難しいのが要因ではないか。

A：現在は大きな処理場での利用に限られているが、使用目的に応じたデータの収集方法などを設定したことで、比較的容易に利用することもできることを理解してもらい普及を進めたい。

Q：活性汚泥モデルを利用して、最適設計方法または設計の良否の判断はできないか。

A：それを望むが現時点では難しい。今後の課題であると考えている。

**【論文2】中空糸膜を用いた水処理における流動状態と圧力損失の予測モデルの構築**

(株)神鋼環境ソリューション 村上吉明, 谷田克義

中空糸膜を対象にモデルを構築し、初期状況における流動状態、さらに時間経過後における膜間差圧の上昇速度を摂動法によって予測している。ファウリング抑制の検討に応用でき、ラボスケールでの実験結果を装置設計に活用できる可能性を示した。実設計への適用にはまだ課題を残すが、意欲的研究であり期待したい。

Q：閉塞のモデル化で、表面に付着する生物膜は考慮しないとのことだが、考慮は不要か。

A：今回は、完全閉塞モデルで検討したが、実際には表面付着物の考慮は必要でありべつのモデルを構築する必要がある。ただし、今回のモデルの延長として構築できると考えている。

Q：解析結果のグラフで透過量のモデル予測値がマイナスを示す場合があるが、ここでは吸引しているということになるのか。

A：今回は摂動法において差圧の上昇に1次近似を用いて解いているため不合理な結果になった。これを回避するには2次、3次の項を含んだモデルが必要である。

**【論文3】多変量統計的プロセス管理手法を応用した下水処理場の省エネルギー診断**

(株)東芝 山中 理, 平岡由紀夫, 山本勝也  
日本下水道事業団 佐野勝実, 佐々木 稔

多変量統計的プロセス管理 (MSPC) を下水処理場の省エネルギー診断に応用した。MSPC とエネルギー原単位の監視とを組み合わせることにより、エネルギー過剰使用の要因を発見できることを実際の下水処理場のデータを用いて示している。省エネは社会的な重要課題であり、下水処理場における運転改善案を容易に発見できるツールとして期待できる。

Q：実用化を考えた場合、監視制御システムに組み込む形を考えているのか、オフラインでの診断適用を考えているのか。

A：解析にそれ程の時間は必要としないので、監視制御システムに組み込むができる。また、

O&M 支援システム等としてオフラインでの適用も考えている。

**【論文4】CSO 汚濁負荷計測システムの開発**

(株)明電舎 豊岡和宏  
東京都下水道局 斎藤慎哉  
東京都下水道サービス(株) 大橋秀郎

雨天時越流水 (CSO) の有機汚濁濃度測定を目的とした濁度計を開発し、ポンプ所の沈砂池から試験水槽に汚水を採水して連続計測試験を実施した。検出部の自動洗浄を組み込むことにより安定した測定ができ、濁度計測値は BOD や COD と高い相関を示すことを確認している。今後、雨水吐き口に設置して試験を行う予定で、CSO の実態把握へのシステム構築が期待できる。

Q：検出部の洗浄頻度はどのような観点から設定したか。

A：検出部が汚れると出力が低下していく、汚れた時点で洗浄すると出力が回復する。出力の回復が十分小さいことを条件に洗浄頻度を判断し設定した。

**【論文5】高速メタン発酵システムの制御技術**

メタウォーター(株) 富内芳昌, 森 豊, 清水康次  
日本下水道事業団 水田健太郎

高速メタン発酵のパイロットプラントにおいて、電気伝導度によりアンモニア性窒素濃度を阻害が生じる濃度以下になるよう投入負荷を希釈制御することで、短い滞留時間でも安定した発酵が継続できることを確認した。また、発酵廃液処理に亜硝酸型消化脱窒法を適用することにより設備のコンパクト化と運転費の削減を実現した。バイオエネルギー利用の観点からも有用な研究である。

Q：学校給食残渣を対象としてメタン発酵を行っているが、必要な微量元素は含まれているのか。

A：不足しているニッケル、コバルト等は必要量を添加して実験を行った。

Q：高速メタン発酵プラントを実施設として適用した場合、HRT4 日程度で全量処理が可能か。余裕は必要ではないか。

A：HRT4 日では余裕がないので、20% 程度の余裕をみて5~6 日で設計したい。

## セッションB-2 下処理処理②

【座長】岡安 祐司 (滋賀県)

【副座長】斉藤 彰 (株神鋼環境ソリューション)



## 発表論文

- ① 下水処理場の環境負荷削減に関する総合評価
- ② 下水処理硝化工程における一酸化二窒素の生成量評価と抑制方法の検討
- ③ 限外ろ過膜のウイルス除去性能に及ぼす凝集処理の影響評価
- ④ 電気伝導率による下水処理制御
- ⑤ 雨天時下水処理水による受入先への水質影響

本セッションでは5件の研究発表があった。①、②は温室効果ガス発生抑制に向けた基礎研究、③は膜ろ過に関する基礎研究、④、⑤は下水処理場の運転方法に関する応用的研究であった。

それぞれ有用な研究発表で今後の下水処理技術向上のため、引き続き研究・検討評価を期待していきたい。

## 【論文1】下水処理場の環境負荷削減に関する総合評価

メタウォーター(株) 福嶋俊貴  
京都大学名誉尾教授 宗 宮功

水処理及び汚泥処理を連携した下水処理場の全体プロセスを対象とし、処理水質と使用エネルギーを総合的に評価するシステムについての研究であった。水の高度処理では標準法による処理に比べ温室効果ガスがむしろ減少すること、汚泥焼却工程の導入により汚泥埋め立てに比較すると温室効果ガスが削減されることなど興味深い結果を定量的に導き出している。今後さらに維持管理にも踏み込んだ研究が期待される。

## 【論文2】下水処理硝化工程における窒素の生成量評価と抑制方法の検討

(株)日立製作所 上門卓矢, 山野井一郎  
武本 剛, 田所秀之

下水処理の硝化プロセスにおけるDO値と一酸化二窒素の発生量についての研究であり、DO値と一酸化二窒素の生成量の関係の数式化を目指しての基礎研究であった。硝化工程における初期段階でDO制御によって亜硝酸性窒素を生成させ、その後DO値を増加させて速やかに硝酸性窒素に転換させることで一酸化二窒素の発生量を抑制できることが示された。今後、実機で連続的処理を行う場合の運転方法の提案や、競争反応を考慮してのより詳細なモデル構築が期待される。

## 【論文3】限外ろ過膜のウイルス除去性能に及ぼす凝集処理の影響評価

京都大学大学院 西田佳記, 山下尚之, 田中弘明  
東レ(株) 花田茂久, 谷口雅英, 北中 敦

水を循環利用する観点から下水再生水が有用な資源として注目されている。米国でこの下水再生水の農業利用の際に採用される凝集沈殿、濾過及び消毒を実施するFull Treatmentに代わるプロセスとして凝集処理と膜処理を組み合わせた処理プロセスを検討した研究である。凝集沈殿-凝集-UF膜のプロセスが米国“Title22”の基準の5 log以上のウイルス除去が可能との報告がなされた。

今後、凝集剤の濃度や粒度も含めたより詳細な報告に期待する。

## 【論文4】電気伝導率による下水処理制御

東京都下水道局 高橋麻由子  
東京都中央卸売市場 三好幸一郎

電気伝導率をトレーサーとし、下水処理のフィードフォワード制御を目指した応用研究に関する報告であった。従来のフィードバック制御と併せることで今後期待される。

質疑応答にもあったが、電気伝導率は本来イオン濃度に比例すると考えるのが自然であり、有機分の増加に伴い無機物の流入も増加したと推測できる。地域によっては、必ずしも無機物濃度と有機物濃度とが正の相関を持つとは言い切れず、結論付けるのは時期尚早かもしれないが、下水処理におけるフィードフォワード制御の可能性を見出したことで意義のある研究成果であったと言える。



### 【論文5】雨天時下水処理水による受入先への水質影響

京都大学大学院 樋上正晃, Marfiah bint Ab. Wahid  
中田典秀, 山下尚之, 田中宏明

雨天時における合流式下水処理場放流水による放流先への影響評価の報告であった。雨天時には、下水は簡易処理のみで放流されるため、放流先における大腸菌の増加が見られた。その他水質項目ではりん成分の増加も見られた。

今後も下水処理放流先の水質監視を行うと共に、下水処理場における病原性微生物に対する消毒、不活化についての対策に関する研究を期待する。

・処理フローは標準活性汚泥法プラントの後段に好気条件の微生物保持担体処理槽および急速ろ過工程を追加したもの。

・溶解性エストロンに関しては、微生物担体処理により予測無影響濃度以下に濃度が低減され効果を確認した。

・今後の研究課題への取り組みと報告が期待される。

Q：担体処理槽を最終沈殿池後に別途設置しているが、生物反応槽内へ担体を投入すると問題があるのか。

A：生物反応槽での除去率は高くなると思われるが、最終沈殿池が無酸素状態であるため、好気条件で汚泥に取り込まれたエストロゲンが再放出されてしまう問題あり。MBRは最終沈殿池がないので効果的であると思われる。

### セッション B-3 下排水処理③

【座長】中里 卓治 (財下水道新技術機構)

【副座長】山田 顕寛 (㈱日立製作所)



#### 発表論文

- ① 下水処理水中に残存するエストロゲンの好気性生物膜法による除去植
- ② 琵琶湖流域下水道におけるオゾンおよび生物活性炭の下水処理への適用に関する調査
- ③ MLSS 計の設置箇所変更に伴う効果
- ④ 下水道施設電気設備の更新方法に関する研究

本セッションでは4件の研究発表があり、約40名の聴講があり関心の高さが伺えた。

以下に各発表の概要を報告する。

### 【論文1】下水処理水中に残存するエストロゲンの好気性生物膜法による除去

独土木研究所 岡安祐司, 小森行也  
南山瑞彦, 鈴木 穰

- ・好気性生物膜法によるエストロゲンの除去性能に関する報告。

### 【論文2】琵琶湖流域下水道におけるオゾンおよび生物活性炭の下水処理への適用に関する調査

滋賀県琵琶湖環境部下水道課 瓜尾昌弘

・平成16年から6年間にわたる、琵琶湖湖南中部浄化センターにおけるオゾン、生物活性炭処理の処理特性・効果・経済性に関する報告。

・琵琶湖ではCODとBODの乖離現象が発生しており、難分解性有機物が6割程度を占めている特性があり、オゾン・生物活性炭によるCOD負荷削減対策を実施し効果を確認。

・ただし、費用対効果に課題が残る結果となっている。

Q：当初2年間程度での活性炭交換を想定していたのに対し、6年間無交換で能力が維持されているのはなぜか。

A：生物が活性炭に住み着き、補足力が維持されているのではないかと推定している

### 【論文3】MLSS計の設置箇所変更に伴う効果

東京下水道サービス(株) 阿部裕和, 松本 潤

・反応槽内に設置されているセンサー部のしき詰まり対策・維持管理作業および改善のため、反応槽外にセンサーを設置した過程と結果について報告。

・槽外に設置する測定槽構造も改善を行い、計測値の信頼性向上も達成。

・他センサーにおいても改善を検討しており、今後の維持管理性の向上、ならび測定信頼性の維持が期待される。

**【論文4】 下水道施設電気設備の更新方法に関する研究**

(財)下水道新技術機構 戸田浩一, 山崎恭司, 井藤元暢  
田之倉誠, 坂根良平

- ・電気設備の改築更新に関しては整備途上あるが、高付加価値を考慮しつつ老朽化した設備を効果的に更新する手法を提案するもの。
- ・電気設備は、単体相互の結びつきによるシステムの要素が強く、また劣化傾向の定量的把握が困難、技術開発が活発などの特徴があり、これらを考慮した更新が必要。
- ・これら特徴より、更新の範囲・時期・手順について提言し、あわせてケーススタディを示し具体的手法を示したものである。

それぞれ有用な研究発表で監視制御の高度化やエネルギー問題解決に向けて、引き続き研究・検討評価を期待していきたい。

**【論文1】 雨水貯留施設における遠方監視制御システム**

京都府 西田潤司, 小野博成  
日新電機(株) 今岡博義, 吉田宏司

雨水貯留施設である、整備中のいろは呑龍トンネルの整備計画と遠方監視制御システム構築に関する事例報告である。当初からの課題であった、ネットワークセキュリティと情報共有、情報提供の両立をネットワーク区分により実現した有用なシステムを事例として提供している。今後の都市部での浸水対策において、遠方監視制御システム構築の一助として有用な事例報告である。

Q: 降雨量がこうだから流入量がこうなるといったような流入量予測の計画は考えていないか?

A: 今回の計画には無いが、今後考えていきたいと考えている。参考値として予測値を出すまで。規定外の貯留量で能力を超えそうだからゲートを閉めるなど自動制御に使うまでは考えていない。あくまでも人間の判断を支援する参考値として考えている。

**セッションC-1 情報・エネルギー**

**【座長】井手 慎司 (滋賀県立大学)**

**【副座長】佐藤 明雄 (㈱安川電機)**



**発表論文**

- ① 雨水貯留施設における遠方監視制御システム
- ② 水再生センターの統合化に向けた遠方監視制御について
- ③ 京都府流域下水道における既設高度処理場での省エネ運転の実例報告
- ④ 水素メタン発酵による焼酎かす処理・エネルギー回収システムの開発
- ⑤ 日本の上下水道におけるエネルギー消費の現状把握

**【論文2】 水再生センターの統合化に向けた遠方監視制御について**

横浜市 芦澤謙司

横浜市での業務効率化の一環として2箇所の水再生センターの統合化を実施した事例発表であった。水再生センター間に遠方監視制御システムを導入し広域施設を運用管理する事例であり、適切な広域遠方監視システムを構築し、水再生センターに求められている放流水質の保全や排水機能の確保、水災害等の市民生活の安全性の確保を両立している。業務効率化や広域監視システム構築は全国の上下水道事業に係わる方の課題であり、その事例報告は実務の方の一助となる報告である。

Q: 処理場のネットワーク化は、他の水再生センターにも広げていく計画は有るのか?

A: 現状について、ポンプ場間の水のやり取りはやっている。水再生センター間については、今回のように立地条件や分流で水質が安定しているなど条件面が整わないと難しいと考えている。情報系の統合化は進めてく。

本セッションでは5件の研究発表があった。①、②は遠方監視制御システムについての事例発表であり、③、④は省エネ・エネルギー回収についての事例・開発報告、⑤は上下水道のエネルギー消費の実態調査であった。

**【論文3】 京都府流域下水道における既設高度処理場での省エネ運転の実例報告**

日本メンテナンスエンジニアリング(株) 上村岳史  
京都府 駒路勝男, 一二三純子

処理水質を維持しつつ省エネ運転がどこまで可能かを実施設で経年的に試行・調査・解析を経て実施し、安定した処理水質を得た上で一定の効果(4年でエネルギー原単位-11%)が得られた事例報告であった。水処理系を中心とした生物反応槽における水中攪拌機、循環ポンプおよび返送汚泥ポンプを主とした動力費削減運転について予備調査をしっかりとやって、データを取り、解析、試行した事例報告であった。省エネ運転は他の処理場でも課題で有り、他の自治体でも参考になる報告であった。

Q: 予備調査, データ収集, 解析, 試行と他の処理場でも参考になる事例であるが, 他の処理場へのアドバイスは無いのか?

A: 根本的に言われていることだが, やはり水処理系は最低水温, 最大負荷量で計画されている。水温の高い時期, 負荷の低い時には, 処理のキャパシティに余裕があるということを念頭において運転の改善を実施していくべき。

**【論文4】 水素メタン発酵による焼酎かす処理・エネルギー回収システムの開発**

(株)タクマ 河野孝志

焼酎粕の保有エネルギーを効率よくバイオガスに変換しエネルギー利用を進めてきた開発の報告であった。芋焼酎, 麦焼酎を受け入れ, 長期間にわたって安定処理できている。エネルギー回収率は, 麦焼酎で70.6%, 芋焼酎で63.4%と開発目標の60%を超える回収率を実現している。また, 回収したエネルギーをボイラで熱エネルギーに変換することで年間約950トンの二酸化炭素排出量の削減につながっている。本研究発表は, NEDO「バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業」の一環であり, 今後の普及に向けた活動が期待される。

Q: 焼酎粕をエネルギー回収せずに処理するとどうなるのか?

A: 乾燥後, たい肥にするエネルギーがかかる。

Q: 二酸化炭素排出量削減もそうだが, 削減量は通常処理(乾燥後, たい肥にする)のエネルギーを含めた量とエネルギー回収した場合で比較するほうが良いのではないかと? そうすればもっと効果では?

**【論文5】 日本の上下水道におけるエネルギー消費の現状把握**

京都大学 上山達宏, 金 一昊, 田中宏明  
国土交通省 水草浩一, 吉谷純一, 小越眞佐司

低炭素社会に向けた水システムの構築を目指す第一歩として, 日本における上下水道事業のエネルギー消費の実態把握を行った研究報告であった。上水, 下水, 自治体別にデータを整理した結果, 上水道では, 水の輸送に多くのエネルギーが消費され, 下水では, 処理工程において多くのエネルギーを消費していることが明らかになったと述べられている。また都道府県別では東京都や大阪府のようないわゆる大都市における二酸化炭素排出量が多いと述べられている。今後も引き続き更なる解析を行い, エネルギー消費を少なくする(二酸化炭素排出量を少なくする)ためにはどのような手法が最適かを上下水道の再構築で生かせるような展開が期待される。

Q: 上水において, 東京都より大阪府のほうが二酸化炭素排出量が多いがそれはどのように考えているのか?

A: 大阪南部の取・送水系のエネルギー消費が大きいと考えられる。淀川水系を取水とするその輸送に係わるエネルギー消費と配水池に送水するエネルギーが東京都のように, 東京都は圧送系が多い場合と比較してエネルギー消費量が多いと考えられる。

セッションC-2 環境①

【座長】佐藤 圭輔 (立命館大学)

【副座長】森寺 弘充 (東亜ディーケーケー㈱)



発表論文

- ① 仮想水投入を考慮したエコロジカル・フットプリント指標
- ② 京都市の下水道事業における環境報告書と環境会計について
- ③ 海水淡水化プラントの取水条件に基づいた電力削減制御
- ④ 湖沼への沈水植物再生における派生バイオマスのリサイクル評価
- ⑤ 肥料利用を目指したリン吸収剤の開発

本セッションの5件は異色の取り合わせであるが、いずれも地球環境対策に通ずるものであり、引き続き研究開発を深めていただくと共に官における投資対効果評価の下での実機化投資への取り組みが広く普及することを期待したい。

【論文1】仮想水投入を考慮したエコロジカル・フットプリント指標

立命館大学 吉川直樹, 押川由希  
天野耕二, 島田幸司

エコロジカル・フットプリント (ecological footprint: EF) は、地球の環境容量を現している指標で、人間活動が環境に与える負荷を資源の再生産および廃棄物の浄化に必要な面積として示した数値で、通常は、生活を維持するのに必要な一人当たりの陸地および水域の面積として示される。

本報告は、EFに仮想水の概念を取り込んだ場合の研究の中間報告であり、その手法の精緻化とともに仮想水の概念に替わるウォーター・フットプリント (WF) の取り込みによる信頼性と簡潔性の高い推定手法の確立を提案している。

Q: WFの設定方法と評価方法は。

※ WF: ある製品のライフサイクルに使われた水

の総量の推計値のことで、ISOがその国際規格化を決定しており、2011年末までには国際規格が発行される見通し。

A: FAOSTAT (FAO: 国連食糧農業機関が運営する世界最大かつ包括的な食料・農林水産業関連のオンライン統計データベース) を用いて国レベル、集水域レベルでの水資源情報を取り込む必要がある。

Q: 加工国である日本の持続性は大丈夫か。

A: 土地の面積において日本は越えており難しいと考えるが、改善に向けて各国について評価されている。

【論文2】京都市の下水道事業における環境報告書と環境会計について

京都市上下水道局 山田哲司

京都市は市民に対する説明責任を目的に上下水道事業の環境会計に取り組んでいる。

本報告は、下水道事業に関して環境負荷に対するダメージコストの原単位データが整備されてきているLIME (ライフサイクル環境影響評価手法) を用いた金額換算方法と平成20年度の環境会計結果を報告している。

会計結果では高度処理/電力削減など環境負荷の抑制/資源の有効利用/処理過程における公害防止/事業場排水の規制/その他環境保全の取り組みについて環境保全コストと環境保全効果が比較されている。

今後の課題としてLIMEデータの拡充、測定データの精度向上、下水道事業計画への評価手法としての採用等の提案があった。

Q: 高度処理は環境保全コストに対して環境保全効果が少ないが、このまま事業を進めるのか、その制御因子は。

A: 今は何も入れていないが今後は検討されよう。

Q: 下水道事業は官営であるが運営コストは入れているのか。

A: 管理費等は今後入れるようにして行く。

【論文3】海水淡水化プラントの取水条件に基づいた電力削減制御

㈱東芝 難波 諒, 横川勝也, 松代武士  
山形 顕, 松井公一, 黒川 太

本報告では、逆浸透 (RO) 膜法式海水淡水化プラントでのランニングコストの1/2以上がポンプの電力消費であり、海水の塩分濃度、水温の季節変動や日変動による膜透過特性の変化に着目してポンプの省電力方式の検討結果を報告している。

海水の塩分濃度や水温によって電力原単位を最小とする最適運転点 (最適回収率) が変化することをシミュレーションにて示したが、最適回収率の変化約3

%に対し電力原単位の変化は約0.3%であり、今後は前処理プロセスも含めて、塩分濃度・水温以外の水質項目の高圧RO膜への影響を明らかにし、プラント全体のランニングコストを最小とする制御アルゴリズムの開発、実プラントでの検証を行うこととしている。

Q：電力原単位が一番大きな要因は。

A：水温、塩分濃度以外にはとくに無い。

Q：RO膜のシミュレータ、溶解・拡散モデルの数式の係数A（溶媒透過係数）は水温、塩分濃度から求められるが、圧力だけの関数とはならないのか。

A：可能性はある。

#### 【論文4】湖沼への沈水植物再生における派生バイオマスのリサイクル評価

埼玉県環境科学国際センター 見島伊織, 柿本貴志  
池田和弘, 田中仁志  
(株)フジタ 袋 昭太, 久保田洋, 石川光祥  
福島大学 稲森悠平

湖沼の水質改善のために植生の再生による自然浄化機能を活用した対策が重要視されている。

本報告では、水深が浅く、沈水植物の生育に適している霞ヶ浦、印旛沼、手賀沼を対象とし、沈水植物を再生したと仮定し、湖沼周辺の水田および畑地へ緑肥、堆肥、液肥として還元した際のエネルギー収支を算定し、それぞれの手法の評価を行っている。

特にメタン発酵を経た液肥化は、回収できるエネルギーが極めて大きく、非常に有効と評価している。

本解析手法は他の湖沼に適用可能であり、輸送エネルギーの詳細検討、肥料効率、操作性等—を考慮したリサイクル技術の選定が今後の課題としている。

Q：琵琶湖でも沈水植物の再生はできるのか。

A：繁茂していなくても再生は可能。

Q：琵琶湖では肥料化に重金属が問題であるが。

A：数多く測定しているが低い値を示している。採取する条件によるもので、測定サンプルに周りに付着したSSを取り込むと高くなる可能性がある。

Q：エネルギー試算に重金属除去エネルギーを加えているか。

A：考慮していない。

#### 【論文5】肥料利用を目指したリン吸収剤の開発

(株)東芝 辻 秀之, 吉田祥子, 河野龍興  
茂庭 忍, 足利伸行, 山本勝也  
日本下水道事業団 辻 幸志, 橋本敏一

日本に鉱石として輸入されるリンの50%程度に相当する量のリンが下水に流入しており、回収・再利用が可能な技術の開発・実用化が期待されている。

本報告では、リンの消費用途の大半は肥料であることに着目し、新たに設計・合成した下水に含まれるリン酸イオンに対して良好な吸着特性を持ち、リン吸着後はそのまま肥料原料としての利用が期待できる層状複水酸化物（Layered Double Hydroxides；LDH）構造を有するCa/Fe系リン吸着剤の基礎特性ならびに実下水への適用可能性評価結果を報告している。

実下水を用いた評価では、リンの選択的吸着が確認されると共に重金属の吸着もほとんど観測されていないことから、今後は、実下水を用いた評価をさらに進め、肥効性や植害性など肥料に求められる適性を評価していくとしている。

Q：本吸着剤は酸性の方が吸着しづらいのか。

A：水酸化物なので酸になると構造が崩れることによる。

#### セッションC-3 環境②

【座長】藤原 健史（岡山大学）

【副座長】水口 弘幸（株神鋼環境ソリューション）



#### 発表論文

- ① 大気・土壌・水連結型—化学物質動態モデルの構築と現地適用性の評価
- ② ダム湖への高濃度酸素水の供給と金属濃度の低減効果
- ③ 二枚貝による水質浄化効果の検証
- ④ ガス状VOC処理装置の機能評価を目的とした装置内微生物群集の観察

本セッションでは4件の研究発表があった。①は流域環境におけるPOPsのモデリングと現地適用性、②はダム貯水池、③は琵琶湖のそれぞれ水質改善、④は生物処理装置の微生物群集の観察に関する研究であった。

それぞれ有意義な研究発表で、今後の研究の発展が期待される。

【論文1】大気・土壌・水連結型—化学物質動態モデルの構築と現地適用性の評価

立命館大学 佐藤圭輔  
京都大学 清水房久

大気拡散・沈着モデルと水文・水質統合モデルを併用して、大気から土壌を経て水・底質に至る一連の動態をモデリングし、その現地適用性を評価した。POPsの代表的物質であるダイオキシン類を対象として、一連のモデリング法を提示し、それによる動態の推定精度を様々な時空間位置で検証している。シナリオ分析や施策評価が可能であること、途上国などへの展開も可能な汎用性を考慮している点に特徴があり今後、他地域に適用して汎用性を検証することを期待する。

Q：ダイオキシン類の様に発生源対策が完了に近い物質の場合、今後、環境中をモニタしていく必要性はあるのか？

A：人間や生態系への慢性毒性などの影響が完全に解明されていないため、環境中の濃度が低減したら安全と言うわけではない。また、本研究では、ダイオキシンを最終ターゲットにしている訳ではなく、指標物質として位置づけ、環境中の微量化学物質動態を汎用的に推定できるモデル構築がゴールである。その点で、ダイオキシン類の調査とシミュレーションは意義がある。

【論文2】ダム湖への高濃度酸素水の供給と金属濃度の低減効果

(独)土木研究所 久岡夏樹, 鈴木 稔, 南山瑞彦  
松江土建(株) 若林健一, 増木新吾

水温躍層の形成により貧酸素状態となったダム貯水池底層のDO濃度を広範囲にわたり回復させることを目的とした高濃度酸素水供給装置の開発と、高濃度酸素水供給による底層の金属類濃度の低減について報告された。

Q：装置に使用する電気量は他の装置と比較してどのくらいか？

A：使用電気量は他の装置、たとえば曝気循環装置と大差ない。しかし、供給した酸素量に対する水への溶解量や、高濃度酸素水を供給できる範囲において他の装置を大幅に上回る結果となっており、その点においてこの装置の優位性が見られると思う。

【論文3】二枚貝による水質浄化効果の検証

勸琵琶湖・淀川水質保全機構 和田桂子  
国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 水上幸夫  
元 勸琵琶湖・淀川水質保全機構 久納 誠

水陸移行帯における水環境保全、自然環境の修復に資する基礎データを収集するために、二枚貝であるドブガイおよびタテボシガイを用いた室内実験から、様々な環境要因（懸濁物濃度、水温、DO）における水質浄化能力の影響について考察した。さらに、自然環境下にて屋外実験を実施し、二枚貝の水質浄化効果を検証し、二枚貝の水質浄化作用としてクロロフィルa等の有機態懸濁物に対する効果が検証されたことが報告された。

Q：屋外実験では川砂を用いているが、底質を変えて実験をすることで水質浄化効果が明確になり、改善すべき場所が見えてくるのではないか。

A：二枚貝は瀬田シジミのように深いところに生息するものもいるが、ほとんど沿岸部に生息し、巻き貝のように活発な移動をしない。県の調査でもだいたい水深7m以浅のところを対象としている。貴重なコメントとして次の機会に活かしていきたい。

【論文4】ガス状VOC処理装置の機能評価を目的とした装置内微生物群集の観察

立命館大学 山形友美, 清水博之  
浅香真央, 樋口能士  
三重大学 奥西将之

ガス状VOC（揮発性有機化合物）を処理する生物脱臭装置内の菌体（バイオマス）の監視と制御を目的に、PCR-DGGE法（ポリメラーゼ連鎖反応法—変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法）を用いた微生物群集（フロラ）観察を行った。その結果フロラは装置内充填層でほぼ均質であること、充填担体の外部でのみ高密度に観察される属種の存在を確認したことが報告された。今後PCR-DGGE法を利用した装置の維持・管理手段の確立に向け、研究を発展されることを期待する。

Q：通常の脱臭装置に比べて「生物脱臭装置」の優位点は何か。

A：他のVOC除去法においてはVOCを除去する際に出る二次汚染物質が問題となっており、その点、生物脱臭装置は環境負荷が低く、そこが一番の優位点といえる。

## セッションD-1 汚泥処理

【座長】高岡 昌輝 (京都大学)

【副座長】片山 学 (月島機械㈱)



## 発表論文

- ① 加温+曝気処理による下水汚泥中シロキサンの除去に関する研究
- ② 濃縮設備更新における新技術の導入と維持管理の省力化および省エネ化の実現
- ③ 汚泥フロクの画像解析による凝集制御技術の開発
- ④ 下水道施設への電解結晶法の適用可能性検討

本セッションでは、汚泥処理における省エネ、省力化や有効利用に関する基礎研究から実用段階の多岐にわたるテーマで4件の研究発表があった。それぞれ有用な発表であり、今後についても引き続き研究・検討評価を期待していきたい。

## 【論文1】加温+曝気処理による下水汚泥中シロキサンの除去に関する研究

京都大学 大下和徹, 尾森圭悟, 高岡昌輝  
水野忠雄, 森澤眞輔

下水汚泥の嫌気性消化プロセスの前段で加温+曝気処理を行って下水汚泥中シロキサンを除去することを想定し、その基礎データを得ることを目的とした。実汚泥を対象に実験を行い、汚泥中シロキサンとしてD5、D6を90%以上除去できる条件など確認している。今後も実機への適用を目指した研究に期待したい。

Q: 混合汚泥以外に初沈汚泥および余剰汚泥を個々に処理したデータはあるか。また48時間加温するとメタン醗酵が始まるのではないか。

A: 今後、個々の汚泥について実験したいと考えている。以前に下水処理プロセスにおけるシロキサンの挙動について調査した経験からシロキサンは余剰側へ移行する傾向が高いと考えている。設備規模的に余剰単独処理も選択肢の一つと考えている。

処理時間については、超微細散気装置など利用して処理時間の短縮化も考えられる。また、高温可溶性の付加価値を付ける位置付けになればと期待している。

## 【論文2】濃縮設備更新における新技術の導入と維持管理の省力化および省エネ化の実現

京都府 谷口浩二, 小田勇次  
㈱石垣エンジニアリング 畑 尚希, 小田尚樹

京都府木津川上流浄化センターの機械濃縮機更新に際して「設計付き発注方式」を組み合わせ「総合評価競争入札方式」を試行し、低動力、低コストで濃縮汚泥濃度一定制御ができ、維持管理性、省エネ性に優れ、技術評価の高い「差速回転型スクリー濃縮機」を導入した。約1年の稼働により当初予定どおりの実績評価が得られており、その運転状況についての報告である。

新技術導入を可能とする技術提案型入札方式の実績案件であり、今後も引き続き新技術導入案件の参考事例として運転状況の確認に期待したい。

Q: 濃縮汚泥一定制御により後段の消化、脱水処理への影響は把握されているのか。また濃縮濃度は更に上げる事は可能か。

A: 脱水への影響は把握中であるが、脱水性向上は期待できる。消化でも効率化が図れると考えている。濃度については、薬注率など調整すれば10%程度までは可能と考えているが、高濃度になれば汚泥搬送への影響を考慮する必要がある。

## 【論文3】汚泥フロクの画像解析による凝集制御技術の開発

東京都下水道サービス㈱ 冠城敏之, 玉本博之  
曾根啓一  
東京都 廣繁直治  
㈱石垣 河崎博一, 菅谷謙三

刻々と変化する脱水機投入汚泥性状に追従する凝集剤注入システムとして、凝集剤注入直後の汚泥フロクの画像を解析し、連続して適切な凝集剤注入管理を可能とするシステムを確立した。また、フロク画像の遠方監視により脱水状況を瞬時に把握し、監視業務の効率化を目指す取り組みである。

今後は、適切な凝集剤注入と安定した低含水率脱水運転による温室効果ガス排出削減への貢献に期待したい。

Q: 脱水汚泥の含水率が72.3%とかなり低含水率であるが、このような低含水率で常時運転できているのか。また脱水機の機種が変わっても本技術は適用可能か。

A: 低含水率のデータは、東京都で昨年度実施した低含水率化実験時に取得したデータであり、通

常よりも低い含水率である。

また、凝集混和槽を付属している脱水機種であれば、適用は可能と考える。

**【論文4】 下水道施設への電解結晶法の適用可能性検討**

独土木研究所 宮本豊尚, 岡本誠一郎, 桜井健介  
前橋工科大学 田中恒夫

本研究は、畜産排水で実験されている電解結晶法を、リン資源が集約されている下水道システムに適用し、リン資源とカリウム資源に関する回収可能性について検討した報告である。実験は、消化汚泥上澄み液を対象として実施され、Mg, Ca と共に P は液相からMAP または HAP と考えられる栄養塩類として除去が確認できたが、カリウムは十分な除去が確認できなかった。

消化汚泥の上澄み液に不足している Mg や Ca を生ゴミ等で補充する混合メタン醗酵プロセスとの組み合わせなどにより、他の有機質資材の有効利用による資源回収技術の可能性について、今後の取り組みに期待したい。

Q: 枯渇資源としてのリン回収技術は、消化汚泥だけでなく灰からのリン回収技術など注目されている。本技術により下水汚泥から回収されたリン化合物の利用用途について、何かイメージしているものはあるのか。

A: 利用用途は、自治体（または地方）の特性により、各自治体が決定されるものであると思っている。そのため、我々の役割としては、利用用途から求められる性状を得られるようなリン回収技術を開発し、自治体側の選択肢（メニュー）を増やす事と考えている。

**セッションD-2 廃棄物処理**

**【座長】 大下 和徹 (京都大学)**

**【副座長】 篠田 高明 (タクマ)**



**発表論文**

- ① 産業廃棄物処理資源化ネットワークの技術評価システムの開発
- ② ステレオ計測システムを用いたごみ供給管理システムの実施設への適用に関する研究
- ③ 加圧流動層炉フリーボード部気相燃焼過程に関する詳細数値計算
- ④ 汚泥熱分解燃料化システムの開発

本セッションにおいては、産業廃棄物の収集移送、都市ごみ焼却炉におけるごみの供給、汚泥の加圧流動層炉における燃焼並びに汚泥の炭化による資源化に関して4件の論文発表があった。

**【論文1】 産業廃棄物処理資源化ネットワークの技術評価システムの開発**

岡山大学 藤原健史, 石田俊宏

産業廃棄物の収集運搬処理における環境負荷等を考慮した最適パスをデータベース化するため、木くず、廃プラスチックおよび有機性汚泥に対するアンケート調査による処理施設からの情報をまとめるとともにその手法を提示した。

Q: 発表内容と岡山県での実績との整合性は。

A: 本発表はシミュレーションとしての研究であり、アンケートでの調査では十分なデータが得られない場合がある。そのため、実際の状況が把握できないこともあった。

Q: 移送経路の選定のメリットは。

A: コスト重視では、現実として県外移送が発生する可能性がある。廃棄物は地産地消を目指し、地球環境保全の立場で推進すべきと考える。

Q: 2種以上の混合廃棄物の場合の最適移送は。

A: 本発表は、木くず、廃プラスチックおよび有機汚泥に対する個別のシミュレーションとしたた



め、2種以上の混合産業廃棄物に対しては、今後の課題である。

Q：本発表では、木くずと廃プラスチックの発生CO<sub>2</sub>量は同程度と示されているが、カーボンニュートラルの概念は考慮されているか。

A：ご指摘の通り、カーボンニュートラルの概念は考慮していない。

**【論文2】ステレオ計測システムを用いたごみ供給管理システムの実施設への適用に関する研究**

京都大学 高岡昌輝, 大下和徹  
日本IBM(株) 伊藤大輔  
タクマ 中塚大輔, 角田芳忠  
立命館大学 武田信生  
岡山大学 藤原健史

都市ごみ焼却炉において、供給ごみの発熱量を把握することは炉の制御上重要であり、ステレオ計測システムを実施設に適用し、ごみの圧密を考慮したごみの発熱量計算法を提案した。

Q：なし

**【論文3】加圧流動層炉フリーボード部気相燃焼過程に関する詳細数値計算**

(独)産業技術総合研究所 北島暁雄, 村上高弘, 鈴木善三  
月島(株) 山本隆文  
三機工業(株) 折戸 敢

加圧流動層炉のフリーボード部における気相燃焼特性解析のため、実機でのデータを用いた数値計算により、温度分布やN<sub>2</sub>Oの排出挙動の圧力依存性について報告する。

Q：N<sub>2</sub>Oの解析プログラムが未成熟とのことであるが、成熟するために必要とするデータ並びに実験はどのようなものか。

A：現在、温度を除き、解析プログラムの計算結果を実証するためのデータが採取できない状況にあり、何が不足するのが確定できない。

Q：N<sub>2</sub>O生成機構における触媒反応での触媒は、何と考えられるか。

A：触媒反応における未知の変量は水と考えられるが、触媒作用における触媒成分は現在のところ不明である。

**【論文4】日本の上下水道におけるエネルギー消費の現状把握**

(株)東芝 今井 正, 林 幸司, 小峰英明  
安部裕宣 上山達宏, 金 一昊, 田中宏明  
国土交通省 水草浩一, 吉谷純一, 小越眞佐司

下水汚泥を、自らの熱分解余剰ガスを燃料とした間接加熱により炭化し、炭化した下水汚泥をバイオマス

燃料として利活用するシステムを提案する。

Q：タール分の影響は。

A：把握していない。実験過程で閉塞の問題が発生している。400℃の実験では17時間で閉塞、500℃では40時間で閉塞した。煙道を太くすることで対応を考えている。

Q：脱水でのエネルギー消費が多量と考えられるが、炭化された製品の価値は。

A：製品のエネルギー収支はプラスと考えている。

Q：通常炉内圧は負圧ではないのか。

A：加圧容器内に実験装置を収納し、加圧状態で実験を実施している。

**セッションD-3 未来プロジェクトV**

【座長】清水 芳久(京都大学)

【副座長】福嶋 良助(株場製作所)



**発表論文**

- ① 赤外分光 Global Eco-Harmony をめざして  
～共生型循環社会へのロードマップ～
- ② 社会とインフラの融合・調和  
“草食系”社会と都市インフラの融合・調和は可能か?
- ③ 異分野協働による地域水循環システムとその実現  
に向けた階段適アプローチ

セッションの始めに、座長の京都大学清水先生より『未来プロジェクト』の概要説明をされた。5年前に産官学の垣根を越えた若手・中堅の技術者の交流の場として立ち上げ、今年度は5年目になり、ほぼ100名の技術者のネットワークが構築されることになった。

今年の未来プロジェクトVは、“Think Globally Act Locally”をKey Wordとして1年間活動がなされた。14名のメンバーが3つのチームに分かれ夫々の発表があった。

## 【チーム1：Global-Eco Project】

Global Eco-Harmony をめざして  
～共生型循環社会へのロードマップ～

京都市上下水道局 谷田 聡  
 (株)日立製作所 織田信吾  
 和歌山県立医大 牟礼佳苗  
 (株)堀場製作所 小松佑一郎  
 メタウォーター(株) 大矢知裕行

チーム1では「Global Eco-Harmony をめざして～共生型環境社会へのロードマップ～」と題して環境保全活動の解析を行い、生活環境の“満足度”や“環境保全度”なる指標を定義して数式化を試みた報告があった。その検討の過程で〈調和〉という概念が欠如している、と指摘した。その結果共生型環境社会へのロードマップを作り上げ、より理想的な環境保全活動を提言した。

## 【チーム2：社会とインフラの融合・調和】

“草食系”社会と都市インフラの融合・調和は可能か？

大阪市環境局 永長大典  
 (株)堀場アドバンスドテクノ 川口佳彦  
 京都大学 日下部武敏  
 (株)タクマ 古賀和宏  
 (株)日立製作所 中野 篤

チーム2では「“草食系”社会と都市インフラの融合・調和は可能か？」と題して人口減と社会インフラ費の減少が明らかな将来どのようなインフラの投資が最適化を検討された産官学の役割の再定式化・従来の“肉食系”社会と今後の“草食系”社会を想定し、都

市インフラの投資を民主的かつ協働的に運用する意思決定の方法を提案した。ここでは地域住民（コミュニティ）の存在を重要視した提案とされている。

## 【チーム3：異分野の協働・合意形成】

異分野協働による地域水循環システムとその実現に向けた段階適アプローチ

(株)東芝 安達美絵  
 日新電機(株) 窪岡史章  
 (株)神鋼環境ソリューション 小山徹也  
 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 佐藤祐一

チーム3では『異分野協働による地域循環システムとその実現に向けた段階的アプローチ』と題して生活周辺の水環境の背景を整理し、地域水循環システムを図示し、排水の再生・雨水の利用を推進することでコンパクトな経費節減型のシステムを提言した。ここでも産官学に民を加えた異分野協働の必要性を示し新たな価値観の創出ことで今後50年、100年後の日本を見据えた地域循環システムを提案された。

何れのチームも今後の人口減少、高齢化、に伴う社会インフラの維持が難しくなる将来を、効率的で満足度を維持しながら継続するには民意との調和が必要である、との視点が示されており、若手・中堅の技術者が自ら背負う社会を真剣に検討されていた。

セッション終了後、過去4年間の未来プロジェクトのメンバーも合同で記念写真を撮られた。

最後に、来年度以降も、未来プロジェクトメンバー自身で新未来プロジェクトが再出発されることになった事を付け加えておく。