

期日：2024年11月26日（火）～11月28日（木）
会場：朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター（新潟県新潟市）

第61回

環境工学研究 フォーラム講演集

土木学会 環境工学委員会
Committee on Environmental Engineering
Japan Society of Civil Engineers

第61回 環境工学研究フォーラム 講演集

- 環境技術・プロジェクトセッション
- 自由投稿発表セッション

期日：2024年11月26日(火)～11月28日(木)

会場：朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター（新潟県新潟市）

土木学会 環境工学委員会

第61回環境工学研究フォーラム講演集

総 目 次

I 環境技術・プロジェクトセッション……………	1
II 自由投稿発表セッション……………	12
・第60回環境工学研究フォーラム 論文賞、論文奨励賞、環境技術・プロジェクト賞、 優秀ポスター発表賞受賞者……………	41

環境技術・プロジェクトセッション

N－1～N－22

環境技術・プロジェクトセッション

目 次

N-1	植物繊維による重金属等を含む酸性とアルカリ性の排水の室内浄化実験……………	1
	岡崎健治・倉橋稔幸・榊原正幸	
N-2	下水汚泥の嫌気性消化脱離液の肥料価値向上を目的とした光合成細菌の増殖に及ぼす 温度の影響……………	1
	小島 暁・日高 平・野村洋平・藤原 拓・中村真人・宮本豊尚	
N-3	セルフクローニング技術を用いた燃料物質を細胞外に生産する微細藻類の開発……………	2
	山本哲史・西山佳孝・門脇太郎・愛知真木子・高谷信之・池田和貴・小俣達男	
N-4	MBR膜面からのバイオフィーム形成細菌の分離培養とファージによる バイオフィーム形成抑制……………	2
	幡本将史・根本優作・井山棕香・渡利高大・山口隆司	
N-5	下水中の硫酸塩還元細菌由来DNA定量値を用いた生息可能性評価と 下水管渠劣化予測への活用……………	3
	渡部寛生・大石若菜・佐野大輔	
N-6	雑線虫による連作障害抑止に向けたもみ殻を用いた土壌改良資材の試作……………	3
	富岡大翔・大可航聖・幡本将史・蔵下はづき・黒田恭平・宮里直樹	

N-7	木質バイオマスガス発電を通じたSDGs・地方創生への取り組み ～運転状況、振動調査及び副産物活用の報告～	4
	工藤慎一・井田一成・奥田航大・富所康子・橋本一郎・福田竜司・岩切啓太・大坊寿成	
N-8	High-rate contact stabilization法における有機物回収率の増加と処理水質の 改善の両立に向けた検討	4
	桜井健介・阿部千雅	
N-9	廃水処理過程から発生するN ₂ Oの高速除去プロセスの開発	5
	前田稜太・佐藤幹子・南澤 究・久保田健吾	
N-10	雨天時浸入水発生源推定のための下水中溶存有機物に着目した水質分析	5
	中屋佑紀・石井淑大・北林里佳子・森 秀俊・相沢智康・熊木康裕・佐藤 久	
N-11	きのこの生理的特性を利用した米バイオマスの資源循環	6
	宮原慎之助・内園翔太・片平智仁・原田隆大・若桑 茂・山口隆司・山内正仁	
N-12	ヒトiPS細胞由来腸管上皮細胞を活用したヒトノロウイルスの消毒処理性の評価	6
	白崎伸隆・浅川高志・福井健暉・松下 拓	
N-13	水道におけるウイルスのリスク管理に有用なPMMoV遺伝子マーカー検査方法の評価	7
	三浦尚之・白崎伸隆・白川大樹・小田琢也・齊藤巧介 佐藤啓貴・田中宏憲・藤原俊一郎・増田貴則	
N-14	ハイブリダイゼーション・キャプチャー法を用いた下水からの新型コロナウイルス 変異株解析による市中流行株の割合推定	7
	鴨志田紘哉・元岡大祐・江崎 聡・端 昭彦・馬場知哉・本多 了	

N-15	下水中のウイルス検出に向けた東芝・DC法による前処理自動化技術の開発……………	8
	川田滋久・平賀夕佳・城田昭彦・大月伸浩・小原卓巳	
N-16	迅速カラム通水試験における陰イオン交換樹脂のPFAS吸着性能と機構……………	8
	金井佑磨・Shahanaz PARVIN・原 宏江・本多 了・山村 寛・安藤信吾	
N-17	空気清浄機を用いた空間中の新型コロナウイルスおよびインフルエンザウイルスの モニタリング……………	9
	平井聡一郎・細田 悟・原本英司	
N-18	下水中の薬剤耐性遺伝子検出へのCrystal Digital PCR®の適用……………	9
	坂牧祐佳, Bikash MALLA, 原本英司	
N-19	DNAアダプターを用いた <i>Legionella pneumophila</i> の検出……………	10
	中尾栞之・松永光司・齋藤伸吾・中屋佑紀・佐藤 久	
N-20	Contamination of Metal Oxide Nanoparticles in Treated Sewage and Their Impacts on Rice-Soil Systems……………	10
	Luc Duc PHUNG・Toru WATANABE	
N-21	マイクロ波照射が嫌気性微生物に与える影響の解明とメタン発酵への利用……………	11
	黄 俊瑜・三橋藍樹・戸莉丈仁	
N-22	合流式下水道越流水の放流時の平野川表層水の微生物叢……………	11
	惣田 訓・澤田和子	

N-1 植物繊維による重金属等を含む酸性とアルカリ性の排水の室内浄化実験

○岡崎 健治^{1*}・倉橋 稔幸¹・榊原 正幸²

○Kenji OKAZAKI・Toshiyuki KURAHASHI・Masayuki SAKAKIBARA

¹正会員 土木研究所寒地土木研究所（〒062-8602 札幌市豊平区平岸一条三丁目1-34）

²愛媛大学社会共創学部環境デザイン科，*E-mail: 90185@ceri.go.jp

土木事業の掘削作業で一時的に仮置きされた岩石や土砂に降雨が供給されると重金属等を溶出し、それらを含む排水が発生する場合がある。この排水の重金属等の濃度が排水基準等に基づく管理値以下にならないときは別途処分が必要となり環境負荷や処理コストが生じる。そこで、天然素材で低コストな植物繊維の重金属等を浄化する効果に着目し、酸性とアルカリ性の試験水を用いた攪拌実験と通水実験を行い重金属等の排水の濃度と植物繊維の含有量の経時変化を調べた。

攪拌実験の結果、酸性試験水（pH2.3）では砒素の初期濃度3.24 mg/Lが7日後に1.46 mg/L、含有量はNDから207 mg/kgに変化した。アルカリ性試験水（pH9.3）では砒素の初期濃度0.041 mg/Lが7日後に0.046 mg/L、含有量はNDから0.2 mg/kgに変化した。通水実験の結果、酸性試験水では砒素が通水20回目に0.703 mg/L、含有量は124 mg/kgに変化した。アルカリ性試験水では砒素が通水20回目に0.046 mg/L、含有量は0.1 mg/kgに変化した。これらのことから、重金属等を含む排水の浄化に植物繊維が適用できることが確認でき、とくに酸性の排水に有効であることがわかった。

Key Words : plant fibers, heavy metals, acidic and/or alkaline drainage, purification experiments

N-2 下水汚泥の嫌気性消化脱離液の肥料価値向上を目的とした 光合成細菌の増殖に及ぼす温度の影響

○小島 暁¹・日高 平^{1,2}・野村 洋平^{1,2}・藤原 拓^{1,2}・中村 真人³・宮本 豊尚⁴

○Akatsuki KOJIMA・Taira HIDAKA・Youhei NOMURA・Taku FUJIWARA・Masato NAKAMURA・
Toyohisa MIYAMOTO

¹京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂C1-2），
E-mail:hidaka.taira.4e@kyoto-u.ac.jp

²京都大学大学院地球環境学堂地球益学廊（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂C1-2）

³農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門（〒305-8609 茨城県つくば市観音台2-1-6）

⁴土木研究所先端材料資源研究センター（〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6）

光合成細菌(PSB)を、液肥として農地還元が期待される下水汚泥の嫌気性消化脱離液中で培養することにより、肥料価値向上が期待される。PSBの消化脱離液中での培養は報告例が少なく、その増殖に対する温度影響の評価は十分に検討されていない。本研究では、まず人工培地を用いて17℃、27℃、37℃でPSBを培養した。菌体内の色素成分を分析し、比増殖速度を算出した。この結果を微生物反応における温度影響の指数式に当てはめたところ、温度補正係数の値は1.01～1.02程度であった。この結果は活性汚泥の一般的な値よりも小さく、PSBの温度依存性の低さが確認された。次に、下水汚泥の嫌気性消化脱離液に、混合消化で受け入れる生ごみを想定した有機物源を添加して、PSBの培養可能性を検証した。比増殖速度は最大で0.34 d⁻¹～0.38 d⁻¹程度であり、脱離液中でのPSBの増殖が確認された。

Key Words : Liquid fertilizer, Methan fermentation, Purple non-sulfur bacteria, Wastewater

N-3 セルフクローニング技術を用いた 燃料物質を細胞外に生産する微細藻類の開発

○山本 哲史^{1,*}・西山 佳孝²・門脇 太朗²・愛知 真木子³・
高谷 信之³・池田 和貴⁴・小俣 達男³

○Norifumi YAMAMOTO・Yoshitaka NISHIYAMA・Taro KADOWAKI・Makiko AICHI・
Nobuyuki TAKATANI・Kazutaka IKEDA・Tatsuo OMATA

¹非会員 大成建設 技術センター (〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1), E-mail: ymmnrh00@pub.taisei.co.jp,
²非会員 埼玉大学大学院 理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255), ³非会員 中部大学 応用生
物学部 (〒487-8501 愛知県春日井市松本町1200), ⁴非会員 かずさDNA研究所 ゲノム事業推進部 (〒292-0818 千葉県木
更津市かずさ鎌足2丁目6-7)

自然界に生息する一部の微細藻類は、細胞内にトリアシルグリセロール等の脂質を蓄積することが明らかとなっており、これらの脂質は、ジェット燃料やディーゼル燃料への適用が大いに期待されている。しかしながら、藻類の細胞から脂質を抽出するには、藻体を乾燥し有機溶媒による抽出が必要であり、製造に係るエネルギー消費量が多くなるといった共通の課題があった。本研究チームでは、微細藻類を用いた燃料生産の効率化の一つとして、セルフクローニング技術により微細藻類の遺伝子を改変し脂質を構成する遊離脂肪酸 (FFA : Free Fatty Acid) を細胞外に生産する微細藻類の開発を進めている。これにより、微細藻類を培養しながらFFAを獲得することができるため、藻体を回収する必要がなく、その藻体を燃料生産に再利用できる。本研究では、シアノバクテリア *Synechococcus elongatus* の特定遺伝子の発現を抑制・強化することにより、FFA を細胞外に生産できる手法について紹介する。

Key Words : *microalgae, biofuel, self-cloning technology, cyanobacteria, free fatty acids (FFA)*

N-4 MBR膜面からのバイオフィーム形成細菌の分離培養と ファージによるバイオフィーム形成抑制

○幡本 将史^{1,*}・根本 優作²・井山 椋香²・渡利 高大¹・山口 隆司³

○Masashi HATAMOTO・Yusaku NEMOTO・Ryoka IYAMA・Takahiro WATARI・Takashi YAMAGUCHI

¹正会員 長岡技術科学大学 環境社会基盤系 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)
E-mail: hatamoto@vos.nagaokaut.ad.jp

²非会員 長岡技術科学大学 大学院 環境社会基盤工学専攻 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

³正会員 長岡技術科学大学 工学イノベーション系 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

膜分離活性汚泥法では、分離膜の表面にバイオフィームが形成され膜透過性能が低下する問題がある。この膜閉塞の原因の一つは微生物により形成されるバイオフィームである。我々はバイオフィーム形成を抑制する手段として、バイオフィーム形成細菌に感染するファージを利用する方法を研究している。本研究では、バイオフィーム形成細菌を分離培養し、その分離株に感染するファージの単離を行い、それらを用いてバイオフィーム形成阻害能の調査を行った。

バイオフィーム形成細菌のバイオフィーム形成能は培養条件に依存し、実環境に近い濃度条件でバイオフィーム形成能が高まる微生物が存在していることを明らかにした。また、それら細菌に感染するファージを用いた結果、バイオフィーム形成量を80%以上抑制し、バイオフィーム形成抑制に効果があることが示された。

Key Words : *Membrane bioreactor, biofilm, phage, bacterial culture, growth inhibition*

N-5 下水中の硫酸塩還元細菌由来DNA定量値を用いた 生息可能性評価と下水管渠劣化予測への活用

○渡部 寛生¹・大石 若菜²・佐野 大輔^{3,*}

○Kanki WATANABE・Wakana OISHI・Daisuke SANO

¹非会員 東北大学博士課程前期 大学院工学研究科土木工学専攻 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

²正会員 東北大学助教 大学院工学研究科土木工学専攻 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

³正会員 東北大学教授 大学院工学研究科土木工学専攻 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

E-mail: daisuke.sano.e1@dc.tohoku.ac.jp

下水管渠は地中に埋設されているという特性上点検調査に時間を要することから、老朽化の進行に伴い増大する点検補修需要に対応するためには、適切に優先順位を設定する必要がある。近年では機械学習を用いた劣化予測等の開発が進んでいる一方で、コンクリート製下水管の腐食の主要な要因として知られる微生物に着目した劣化調査は、コンクリート片採取などに基づく現地スケールによるものが主流である。本研究では、管底に生息し硫化水素を発生させる腐食原因菌のひとつである硫酸塩還元細菌 (SRB) に着目した。対象区域の住宅街を流れる下水管の環境条件と下水中のSRB 由来DNA定量値から下水管内におけるSRBの生息可能性を評価する種分布モデル (SDM) を構築し、さらに調査結果から算出した管渠の劣化異質性に対して回帰クリギングを用いて調査未実施管を含めた劣化予測を行う既存手法において、SDMによる結果を説明変数に加えることによる精度向上を試みた。

Key Words : SRB, microbial induced concrete corrosion, species distribution model, kriging

N-6 雑線虫による連作障害抑止に向けたもみ殻を用いた土壌改良資材の試作

○富岡 大翔¹・大可 航聖²・幡本 将史³・蔵下 はづき³・黒田 恭平⁴・宮里 直樹^{5,*}

○Hiroto TOMIOKA・Kousei OOKA・Masasi HATAMOTO・Hazuki KURASITA・Kyouhei KURODA・Naoki MIYAZATO

¹学生会員 群馬工業高等専門学校専攻科 環境工学専攻 (〒371-8530群馬県前橋市鳥羽町580)

²非会員 元群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒371-8530群馬県前橋市鳥羽町580)

³正会員 長岡技術科学大学大学院 社会基盤系 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

⁴正会員 国立研究開発法人産業技術総合研究所 生命工学領域 (〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17-2-1)

⁵正会員 群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒371-8530群馬県前橋市鳥羽町580)

, E-mail: nmiyazato@gunma-ct.ac.jp

圃場に同一作物を繰り返し栽培することで連作障害が発生する。その対策として圃場に土壌改良資材を施肥する手法がある。それは資材内に含まれる雑線虫と*Bacillus*属細菌が、連作障害の原因である植物寄生性線虫や植物病原菌の活動を抑制し、連作障害抑止となると考えられている。本研究ではもみ殻、脱水汚泥ケーキ、十和田石 (緑色凝灰岩の加工廃材) を混合発酵させ、土壌改良資材を製作した。また効果の検証として資材内の雑線虫と*Bacillus*属細菌の計測を行い、作物への安全性の検証として植害試験を実施した。その結果、連作障害に有効であると考えられる線虫頭数と*Bacillus*属細菌コロニー数を確認でき、線虫を確認することができない条件があった。その原因および線虫の種を解明するために次世代シーケンサーによる遺伝子解析を実施した。

Key Words : Nematodes, *Bacillus* sp, Rice husk, Soil Improvement Material

N-7 木質バイオマスガス発電を通じたSDGs・地方創生への取り組み ～運転状況、振動調査及び副産物活用の報告～

○工藤 慎一^{1,*}・井田 一成²・奥田 航大²・富所 康子¹
橋本 一郎¹・福田 竜司¹・岩切 啓太¹・大坊 寿成¹

○Shinichi KUDOU・Kazunari IDA・Kota OKUDA・Yasuko TOMIDOKORO
Ichirou HASHIMOTO・Ryuuji FUKUDA・Keita IWAKIRI・Toshinari OBOU

¹正会員 株式会社 長大 社会環境3部（大阪府大阪市西区新町二丁目20番6号）, E-mail:kudo-s@chodai.co.jp

²正会員 株式会社 長大 プロダクツ技術部（東京都中央区勝どき一丁目13番1号）

山梨県南部町では、2050年カーボンニュートラルに向けた公民連携のSDGs・地方創生に資する施策として、地域資源の木質バイオマスを有効活用したガス化発電事業に取り組んでいる。

事業継続の観点から、発電出力を安定的かつ長期的に維持することは不可欠である。その取り組みとしてフィルタ装置の改良を実施し、発電効率・連続運転時間の向上を確認した。

また、施設稼働時の振動の状況は暗振動と同等であり、騒音対策を主眼に設置したエンジンルームによる振動の低減効果を検証した結果、出力の違いで大きな変化は認められなかった。

さらに、発電の副産物として得られるバイオ炭の有効活用の取り組みとして、J-クレジット制度を活用したバイオ炭の土壌改良材としての農地施用を実施した。

今後も、運転状況をモニタリングし、地域と共生する発電事業を実現することで、地域経済の活性化等、地域課題の解決に向けた検討を進めていく。

Key Words : *Woody Biomass, Public Private Partnership, Local Production and Consumption, Operation Status, Vibration, Biochar*

N-8 High-rate contact stabilization法における 有機物回収率の増加と処理水質の改善の両立に向けた検討

○桜井 健介^{1,*}・阿部 千雅¹

○Kensuke SAKURAI・Chika ABE

¹国立研究開発法人土木研究所 先端材料資源研究センター（〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6）,
E-mail: recycle-imarrc21@pwri.go.jp

下水中の有機物は、その一部が下水処理場で汚泥として回収されており、その汚泥が固形燃料化又はメタンガス化されるなどして燃料として活用されることで、社会における実質的な化石燃料使用量の削減に貢献することができる。昨今、下水中の有機物を高効率に回収する方法として、固形物滞留時間（SRT）が2日未満の汚泥を用いる High-rate contact stabilization（HiCS）法が注目されている。HiCS法を下水処理場に導入するには、放流水質基準に比べて処理水の有機物濃度が高いため、改善する必要がある。HiCS法の処理水質の改善方法のうち、比較的簡素なものとして、反応槽の運転を変更して送風時間を増やしたり、凝集剤を併用したりすることが考えられる。本調査では、ベンチスケールの試験装置を用いて、HiCS法の反応槽の運転方法及び凝集剤の添加の有無を変化させて実下水処理場から採取した下水を処理し、汚泥回収率と処理水質への影響を調査した。

Key Words : *High-rate contact stabilization, Energy recovery, Aeration, Coagulation*

N-9 廃水処理過程から発生する N₂O の高速除去プロセスの開発

○前田 稜太^{1,*}・佐藤 幹子²・南澤 究³・久保田 健吾⁴

○Ryota MAEDA・Mikiko SATO・Kiwamu MINAMISAWA・Kengo KUBOTA

¹非会員 東北大学 大学院環境科学研究科 先端環境創成学専攻
(〒980-8579宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06), E-mail: maeda.ryota.q7@dc.tohoku.ac.jp

²非会員 東北大学 大学院環境科学研究科 先端環境創成学専攻 (同上)

³非会員 東北大学 大学院生命科学研究科 生態発生適応科学専攻 (〒980-8577宮城県仙台市青葉区片平2-1-1)

⁴正会員 東北大学 大学院環境科学研究科 先端環境創成学専攻
(〒980-8579宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

亜酸化窒素 (N₂O) は、二酸化炭素の約273倍の温室効果を有し、オゾン層破壊物質としても作用する環境負荷の高い物質である。その発生源には廃水処理プロセスがあり、Anammox 法のような窒素処理では、嫌気/無酸素槽から数千 ppm 程度の N₂O が発生することが知られている。本研究では、嫌気/無酸素槽から発生する N₂O を対象とした高速 N₂O 除去プロセスの開発を試みた。N₂O 除去には down-flow hanging sponge (DHS) リアクターを用い、無酸素条件で N₂O ガスの連続処理実験を行った。結果、5–300 ppm の N₂O をガス滞留時間3分程度、高濃度 2,000 ppm でも18分程度で90%以上除去し、既報の N₂O 除去プロセスの除去速度を大きく上回る高速 N₂O 除去を達成した。また、16S rRNA遺伝子解析とメタゲノム解析を行い、N₂O 除去に関与する微生物群を同定した。

Key Words: Nitrous oxide (N₂O), N₂O removal process, DHS reactor, Wastewater treatment

N-10 雨天時浸入水発生源推定のための下水中溶存有機物に着目した水質分析

○中屋 佑紀^{1,*}・石井 淑大²・北林 里佳子³・森 秀俊⁴・相沢 智康⁵・熊木 康裕⁶・佐藤 久¹

○Yuki NAKAYA・Yoshihiro ISHII・Rikako KITBAYASHI・Hidetoshi MORI・Tomoyasu AIZAWA・Yasuhiro KUMAKI・Hisashi SATOH

¹正会員 北海道大学 大学院工学研究院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目), E-mail: ynakaya@eng.hokudai.ac.jp

²非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 上下水道研究部 下水処理研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

³非会員 北海道大学学生 大学院工学院環境創生工学専攻 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

⁴非会員 北海道大学学生 工学部環境社会工学科 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

⁵非会員 北海道大学教授 大学院生命科学研究科先端融合科学研究部門 (〒060-0810 北海道札幌市北区北10条西8丁目)

⁶非会員 北海道大学技術専門職員 大学院理学研究院 (〒060-0810 北海道札幌市北区北10条西8丁目)

雨水が分流式下水道に浸入する際、浸入源（人孔の蓋穴や地下水の浸透など）によって異なる特有の成分を巻き込んでいると仮定し、水質、特に溶存有機物（DOM）に着目した雨天時浸入水の起源と規模の推定を試みた。下水処理場の流入水と模擬浸入水（地下水や水たまりの水、土壌の水抽出液など）を採取し、励起蛍光マトリクス分光法に多変量解析を組み合わせたEEM-PARAFAC解析や、Orbitrap型質量分析計および1H-NMR（核磁気共鳴）装置によりDOMを分析したところ、浸入水の特定に有用なDOM成分を見出すことができた。これらに着目し雨天時に複数の人孔から採水・分析し浸入水の箇所と規模を推定できれば、下水道管路および処理施設の改修の優先順位やコストなどの算定に有用な情報を提供することが期待される。

Key Words : Rainfall derived infiltration and inflow (RDII), DOM, EEM-PARAFAC, Orbitrap-MS, NMR

N-11 きのこの生理的特性を利用した米バイオマスの資源循環

○宮原 慎之助¹・内園 翔太¹・片平 智仁²・原田 隆大³・若桑 茂⁴・
山口 隆司³・山内 正仁^{2*}

¹学生会員 鹿児島工業高等専門学校 建設工学専攻 (〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝1460-1)

²正会員 鹿児島工業高等専門学校 都市環境デザイン工学科 (〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝1460-1)

*E-mail: yamauti@kagoshima-ct.ac.jp

³学生会員 正会員 長岡技術科学大学大学院 技術科学イノベーション専攻 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

⁴非会員 株式会社アイピーシステム (〒950-3133 新潟市北区すみれ野2-1-12)

きのこ生産による米バイオマスの資源循環を目指し、精米や日本酒製造の過程で発生する粃殻、米糠、酒粕などのバイオマスを利用して、食用きのこ栽培用培地を調製し、ヒラタケ栽培試験を実施した。その結果、酒粕は菌糸伸長を阻害するアルコール成分が7~10%含まれていることから、単独の栄養剤としては利用できないが、米糠と併用利用することで、対照区（針葉樹おが屑+米糠）と同等以上の収量を得ることができた。また、粃殻は単独の培地基材として利用でき、さらに、粃殻や酒粕を利用すると、対照区に比べ遊離アミノ酸量が1.9倍に増加した。特に免疫機能向上が期待できるArgが2.8倍、睡眠改善が期待できるSerが4.0倍増加した。木材価格が高騰している中、粃殻は針葉樹おが屑の代替として利用でき、かつ粃殻、酒粕を培地材料として利用することで付加価値の高いきのこ（ヒラタケ）を栽培できることがわかった。

Key Words : *Pleurotus ostreatus, rice biomass, resource circulation, free amino acids*

N-12 ヒトiPS細胞由来腸管上皮細胞を活用した ヒトノロウイルスの消毒処理性の評価

○白崎 伸隆^{1,*}・浅川 高志²・福井 健暉²・松下 拓³

○Nobutaka SHIRASAKI・Takashi ASAKAWA・Kenki FUKUI・Taku MATSUSHITA

¹正会員 北海道大学准教授 大学院工学研究院 環境工学部門 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

E-mail: nobutaka@eng.hokudai.ac.jp

²非会員 北海道大学修士課程 大学院工学院 環境創生工学専攻 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

³正会員 北海道大学教授 大学院工学研究院 環境工学部門 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

ヒトに感染するノロウイルス、すなわち、ヒトノロウイルスは、幅広い年齢層に感染し、激しい嘔吐や下痢を伴う胃腸炎を引き起こす病原体であり、日本を含む世界各国の多様な水道原水中に広く存在している。また、水道水を介した感染事例も世界中で数多く報告されている。しかしながら、ヒトノロウイルスは、ヒト体内以外での効率的な培養法が未確立であり、培養法を応用した汎用的な感染力評価手法も確立されていないことから、浄水処理で実施される消毒処理におけるヒトノロウイルスの不活化特性についてはほとんど知見が得られていない。本研究では、ヒトノロウイルスゲノムの増殖が確認されたヒトiPS細胞由来腸管上皮細胞を用いた増殖系を活用することにより、ヒトノロウイルスの感染力評価が可能かを検討すると共に、代表的な消毒処理におけるヒトノロウイルスの不活化特性の評価を試みた。

Key Words : *In vitro cell-culture, ELISA, Human norovirus, RT-qPCR, Water disinfection*

N-13 水道におけるウイルスのリスク管理に有用な PMMoV遺伝子マーカー検査方法の評価

○三浦 尚之^{1,*}・白崎 伸隆²・白川 大樹^{1,2}・小田 琢也³・齊藤 巧介⁴
佐藤 啓貴⁵・田中 宏憲⁶・藤原 俊一郎⁷・増田 貴則⁸

○Takayuki MIURA・Nobutaka SHIRASAKI・Daiki SHIRAKAWA・Takuya ODA・Kosuke SAITO
Hiroki SATO・Hironori TANAKA・Shunichiro FUJIWARA・Takanori MASUDA

¹正会員 国立保健医療科学院 生活環境研究部（〒351-0197 埼玉県和光市南2-3-6）, E-mail: miura.t.aa@niph.go.jp

²正会員 北海道大学 大学院工学研究院, ³神戸市水道局 水質試験所, ⁴神奈川県企業庁 水道水質センター,

⁵埼玉県企業局 行田浄水場, ⁶千葉県企業局 水質センター, ⁷京都市上下水道局 技術監理室 水質管理センター,

⁸正会員 国立保健医療科学院 統括研究官

ノロウイルスやロタウイルス等の病原ウイルスは、水中における生残性や挙動が大腸菌等の指標細菌とは異なるため、水道水の微生物学的安全性を確保するためには、指標ウイルスを用いたリスク管理を検討する必要がある。本研究では、水試料に 10^3 copies/Lのオーダーで含まれるトウガラシ微斑ウイルス（PMMoV）を簡便に定量可能な方法を検討し、その測定精度を評価することを目的とした。PMMoV濃度を変化させた水道水試料を用いて市販の核酸抽出精製キットを比較し、最も検出感度が高いキットを調査した。水道事業体を含む7機関において、選定した核酸抽出精製キットとリアルタイムRT-PCR法を用いて共通の水試料に含まれるPMMoV濃度を測定した結果、オーダーレベルで概ね同様に定量できることが示された。

Key Words : drinking water treatment, PMMoV, quality control, risk management, virus

N-14 ハイブリダイゼーション・キャプチャー法を用いた 下水からの新型コロナウイルス変異株解析による市中流行株の割合推定

○鴨志田 紘哉¹・元岡 大祐²・江崎 聡³・端 昭彦⁴・馬場 知哉⁵・本多 了^{6,*}

○Hiroya KAMOSHIDA・Daisuke MOTOOKA・Satoshi EZAKI・Akihiko HATA・Tomoya BABA・Ryo HONDA

¹金沢大学大学院 自然科学研究科 地球社会基盤学専攻（〒920-1192 石川県金沢市角間町）

²大阪大学 微生物病研究所（〒565-0871 大阪府吹田市山田丘3-1）

³株式会社クボタ 次世代研究第三部（〒590-0908 大阪府堺市堺区匠町 1-11）

⁴正会員 富山県立大学 工学部 環境・社会基盤工学科（〒939-0398 富山県射水市黒河 5180）

⁵情報・システム研究機構 DS 施設（〒411-8540 静岡県三島市谷田 1111 国立遺伝学研究所）

⁶正会員 金沢大学 地球社会基盤学系（〒920-1192 石川県金沢市角間町）E-mail: rhonda@se.kanazawa-u.ac.jp

下水疫学は新型コロナウイルスの市中流行株の把握に有効であることが報告されているが、Sタンパク領域のみを標的とした配列解析では変異株を必ずしも同定できない場合がある。本研究ではハイブリダイゼーション・キャプチャー法による全ゲノム領域のSNV比率から変異株割合を推定する手法を開発し、その有用性を検証することを目的とした。石川県小松市を対象として本手法を適用した結果、全34試料中21試料で変異株割合が推定でき、2023年9月ごろのXBB株の流行からEG.5.1株への遷移、その後のJN.1株の増加傾向を明らかになった。この傾向は、GISAIDに登録済の国内臨床株の推移とおおよそ一致していた。一方で、推定割合の精度を決定する平均リード深度は、下水流入系統によって異なり下水の水質が解析精度に影響を及ぼすことが示唆された。

Key Words : SARS-CoV-2 variant, wastewater-based epidemiology, targeted gene hybridization capture

N-15 下水中のウイルス検出に向けた東芝・DC法 による前処理自動化技術の開発

○川田 滋久^{1,*}・平賀 夕佳²・城田 昭彦²・大月 伸浩²・小原 卓巳¹

○Shigehisa KAWATA・Yuka HIRAGA・Akihiko SHIROTA・Nobuhiro OTHUKI・Takumi OBARA

¹非会員 東芝インフラシステムズ株式会社 インフラシステム技術開発センター（〒183-8511東京都府中市東芝町1）,
E-mail: shigehisa1.kawata @toshiba.co.jp

²非会員 東芝インフラシステムズ株式会社 社会システム事業部（〒212-8585川崎市幸区堀川町72-34）

下水からのウイルス検出は、下水中のウイルス濃縮と濃縮したウイルスからの核酸抽出を中心とした前処理を行い、定量PCR検査により検出する。この前処理は多くの工程が必要であり、人手と時間がかかっているという現状がある。我々は安定的な検査および検査の省力化を目指し、「東芝・DC法」による前処理の自動化装置を開発した（DC法：Direct Capture法）。本報告では、「東芝・DC法」を基に開発した自動化装置について、手分析の「東芝・DC法」に対して精度および省力化の面での比較評価を行った。その結果、精度面において、自動分析の分注精度は、手分析を上回る精度（最大CV値：手分析4.5%、試作機1.3%）であることを確認できた。省力化の面では、1検体の分析において、作業時間を約40%削減する効果があることを確認できた。今後は、本試作機により下水処理施設での前処理が可能かを検証する予定である。

Key Words : Direct Capture, Toshiba DC method, Wastewater Surveillance, virus, Automation

N-16 迅速カラム通水試験における陰イオン交換樹脂の PFAS 吸着性能と機構

○金井 佑磨¹・Shahanaz Parvin²・原 宏江^{3,*}・本多 了⁴・山村 寛⁵・安藤 信吾⁶

○Yuma Kanai・Shahanaz Parvin・Hiroe Hara・Ryo Honda・Hiroshi Yamamura・Aki Yamasaki・Shingo Ando

^{1,2}非会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 地球社会基盤学専攻（〒920-1164 石川県金沢市角間町）

^{3,4}正会員 金沢大学 理工研究域（〒920-1164 石川県金沢市角間町）, E-mail: hiroeh@se.kanazawa-u.ac.jp

⁵正会員 中央大学 理工学部（〒112-8551 東京都文京区春日一丁目13-27）

⁶非会員 三菱ケミカル株式会社 ライフソリューションズテクノロジーセンター（〒806-0004 北九州市八幡西区黒崎城石一丁目1）

PFAS（ペルフルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物）は、撥水剤・消火剤など広く産業利用されてきた一方、人体および生態系へ影響を及ぼすため飲用水源からの除去が喫緊の課題となっている。これまでに有効性の確認された PFAS 処理技術のひとつに陰イオン交換処理があるが、PFAS 除去に適した樹脂特性や除去機構は十分に明らかになっていない。本研究では、先行研究で選抜したハイポーラス・ゲル型 2 種類の強塩基性陰イオン交換樹脂と、比較対象として粒状活性炭を用いて、PFAS 添加河川水を用いたラボスケールカラム通水試験を行った。また、処理後の樹脂を集束イオンビーム/走査型電子顕微鏡複合装置（FIB-SEM-DES）に供し、樹脂表面及び断面の PFAS 存在状況を調べた。その結果、強塩基性陰イオン交換樹脂の粒状活性炭に対する優位性及びハイポーラス樹脂における樹脂深部での PFAS 捕捉が明らかとなった。

Key Words : PFAS, 陰イオン交換樹脂, 粒状活性炭, 河川水, FIB-SEM-EDS

N-17 空気清浄機を用いた空間中の新型コロナウイルスおよびインフルエンザウイルスのモニタリング

○平井 聡一郎¹・細田 悟²・原本 英司^{3*}

○Soichiro HIRAI・Satoru HOSODA・Eiji HARAMOTO

¹非会員 山梨大学博士課程学生 大学院医工農学総合教育部工学専攻 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

²非会員 社会医療法人財団城南福祉医療協会大田病院副院長 (〒143-0012 東京都大田区大森東4-4-14)

株式会社雷神の風 代表取締役 (〒107-0061 東京都港区北青山2-7-13)

³正会員 山梨大学教授 国際流域環境研究センター (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

*charamoto@yamanashi.ac.jp

新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) およびインフルエンザウイルスは感染者から空気中に排出されると1日以上生残し、クラスター感染の原因となるため、対策を講じる必要がある。本研究では、空気清浄機の電気集塵フィルターに捕捉されているウイルスの検出技術を用いて、空間中のSARS-CoV-2およびインフルエンザウイルスを測定し、有用性を評価した。病院内の6ヵ所に設置した2種類の空気清浄機から、超音波洗浄処理により得られた洗浄液をろ過濃縮した後、RNAを抽出し、逆転写リアルタイムPCRによりウイルス濃度を定量した。その結果、各設置場所からSARS-CoV-2が検出され、発熱外来からはA型およびB型インフルエンザウイルスも検出され、診断者数との相関も認められた。この結果より、空間中のSARS-CoV-2およびインフルエンザウイルス濃度の可視化が可能になり、医療機関等でのクラスター感染の拡大防止への活用が期待される。

Key Words : Air cleaner, Cluster infection, Influenza virus, SARS-CoV-2, Ultrasonication

N-18 下水中の薬剤耐性遺伝子検出へのCrystal Digital PCR[®]の適用

○坂牧 祐佳¹, Bikash Malla², 原本 英司^{3*}

○Yuka SAKAMAKI, Bikash MALLA, Eiji HARAMOTO

¹非会員 山梨大学学部生 工学部土木環境工学科 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

²非会員 山梨大学特別研究員 国際流域環境研究センター (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

³正会員 山梨大学教授 国際流域環境研究センター (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

*charamoto@yamanashi.ac.jp

近年、不適切な抗菌薬の使用により薬剤耐性菌が蔓延し、感染症治療が困難化している。英国政府が検証した結果では、薬剤耐性の影響で2050年には世界で年間1000万人が死亡する他、各国のGDPが2~3.5%減少すると予想され、感染拡大防止のために各国・各地域において薬剤耐性菌の汚染実態を早急に把握することが求められている。本研究では、従来の定量PCRと比較して感度が高く、最大6波長測定可能なドロップレット型デジタルPCR (dPCR) 装置 naica[®] system (Stilla Technologies) を用いて、下水中における薬剤耐性遺伝子検出の有効性を検討した。その結果、6-plex dPCRを用いて下水中の遺伝子を検出することができ、また従来の定量PCRでは検出できないような低濃度の遺伝子も検出することができた。下水中における薬剤耐性遺伝子の汚染実態調査において naica[®] system が有効となることが示唆された。

Key Words : Antibiotic resistance gene, Digital PCR, Wastewater-based epidemiology

N-19 DNAアプタマーを用いた*Legionella pneumophila*の検出

○中尾 栞之¹・松永 光司²・齋藤 伸吾²・中屋 佑紀³・佐藤 久^{3,*}

○Kanji NAKAO・Koji MATSUNAGA・Shingo SAITO・Yuki NAKAYA・Hisashi SATOH

¹非会員 北海道大学学生 大学院工学院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

²非会員 埼玉大学 大学院理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

³会員 北海道大学 大学院工学研究院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目), E-mail:qsatoh@eng.hokudai.ac.jp

DNAアプタマーとは抗体のように特定の物質に特異的に結合する一本鎖DNAである。本研究グループでは様々な病原体を一斉に分析することを目標として、病原体に特異的なDNAアプタマーを選抜している。これまでに*Legionella pneumophila*に特異的なDNAアプタマー (Lp1) の選抜に成功した。そこでLp1に金ナノ粒子を修飾し、比色法にて*L. pneumophila*を定量することを試みた。分散する金ナノ粒子を含む液体サンプルは赤色を呈するが、粒子が近接すると溶液は青色に変化(吸収極大波長が長波長シフト)する。この性質を利用し、*L. pneumophila*の細胞表面に金ナノ粒子を集積(近接)させ*L. pneumophila*を検出することを試みた。5nmの金ナノ粒子を用いた場合、陽性サンプルの吸収極大波長は陰性サンプルよりも長波長シフトした。一方、20nmの金ナノ粒子を用いた場合逆の結果となった。このように本法の検出メカニズムについては現在のところ不明な点があるため、今後検出メカニズムを明らかにしてゆく。

Key Words : DNA aptamer, *Legionella pneumophila*, gold nanoparticles, high throughput analysis, diameter

N-20 Contamination of Metal Oxide Nanoparticles in Treated Sewage and Their Impacts on Rice-Soil Systems

○Luc Duc PHUNG^{1,*} and Toru WATANABE²

¹Researcher, Faculty of Agriculture, Yamagata Univ. (1-23 Wakabamachi, Tsuruoka, Yamagata 997-8555, Japan)
E-mail: lucphung@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

²Member of JSCE, Professor, Faculty of Agriculture, Yamagata Univ. (1-23 Wakabamachi, Tsuruoka, Yamagata 997-8555, Japan)

Metal oxide nanoparticles (NPs) are inevitably released into sewerage systems and found in treated municipal wastewater (TWW). The potential adverse impacts of these NPs on crop growth, soil health, and microbial activities pose a significant threat to the safe reuse of TWW in agriculture. This study examined the effects of CuO and ZnO NPs in TWW on rice-soil systems when reused for irrigation. CuO NPs did not affect rice growth, yield, or grain protein concentrations at environmentally acceptable levels ($\leq 2 \text{ mg Cu L}^{-1}$). However, they significantly increased Cu accumulation in grains, posing a significant health risk to young children aged 0-6 years (hazard quotient > 1). Exposure to ZnO NPs at concentrations less than 5 mg Zn L^{-1} resulted in reduced root mass but increased shoot and grain yields of rice plants. Nonetheless, elevated ZnO NP contamination in TWW exacerbated As and Mo accumulation in rice grains, resulting in hazard index (HI) values that exceeded the adverse health effect benchmark ($\text{HI} > 1$). Furthermore, irrigation with ZnO NP-contaminated TWW increased the abundance of *nirK* and *nirS* genes, facilitating nitrification and denitrification processes and resulting in a twofold increase in N_2O emissions from paddy soil compared to irrigation with uncontaminated TWW. This study highlights the need for critically reevaluating and revising TWW reuse regulations to ensure the safety and sustainability of agricultural ecosystems.

Key Words : Nanoparticles, emerging contaminants, human health risk, rice production, greenhouse gas emissions

N-21 マイクロ波照射が嫌気性微生物に与える影響の解明とメタン発酵への利用

○黄 俊瑜¹・三橋 藍樹¹・戸苅 丈仁^{2*}

○Shinyu KO・Aiki MITSUHASHI・Taketo TOGARI

¹非会員 公立鳥取環境大学 環境学部 環境学科 (〒689-1111鳥取県鳥取市若葉台北一丁目1番1号)

²正会員 公立鳥取環境大学 環境学部 環境学科 (〒689-1111鳥取県鳥取市若葉台北一丁目1番1号)

E-mail: t-togari@kankyo-u.ac.jp

本研究では、消化汚泥を対象としてマイクロ波 (MW) を照射しメタン発酵回分式実験及び連続実験を行った。消化汚泥 150 g (TS 1.7 %)に対して10 W、50 W、100 W、300 Wで15分間MWを照射し、照射後の消化汚泥を種菌として用いて回分式実験を実施したところ、照射後の生菌数が最も小さかった 300 W 条件 (到達温度103℃) で32%のバイオガス生成量の増加が確認されたのに対し、生菌数に大きな変化がなかった 10 W条件 (到達温度23℃) でも7%の増加が見られた。また、MW照射 (上限50 W) を用いて反応槽の加温を行う回分式実験では、MW照射加温中の2日間はバイオガス発生量が非常に小さかったが、その後、恒温槽での加温に戻したところ、実験開始から恒温槽で加温した系に比べて15 % のバイオガス生成量が増加した。有効容積 2 Lの反応槽を用いた連続式実験では、槽内汚泥 70 gに対し、300 W 4 分の条件でMW照射を毎日実施したが、バイオガス生成量は未処理系に比べて低下した。

Key Words : anaerobic digestion, sewage sludge, micro wave

N-22 合流式下水道越流水の放流時の平野川表層水の微生物叢

○惣田 訓^{1,*}・澤田 和子²

○Satoshi SODA・Kazuko SAWADA

¹正会員 立命館大学理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1) , E-mail:soda@fc.ritsumei.ac.jp

²非会員 立命館大学総合科学技術研究機構 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

大阪府を流れる平野川では、合流式下水道越流水 (CSO) が水質汚濁の一因とされている。本研究では、CSO放流時の河川水中の微生物叢を調査した。2023年夏に採取した平野市町抽水場付近の表層水中の16S rRNA遺伝子を次世代シーケンサーによって解析し、正準相関解析によって水質と関連付けた。CSOの影響が少ない試料では、*Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Limnohabitans*, *Flectobacillus*, *Cloacibacterium*が優占し、偏性好気性の*Leadbetterella*, *Rheinheimera*, *Vogesella*も特徴的であった。CSOの放流によってSSとCODの濃度が高い試料では、嫌気性の*Arcobacter*, *Bacteroides*, *Tolomonas*, *Acidovorax*, *Prevotella*が優占し、Firmucutes門の細菌群 (*Streptococcus*, *Faecalibacterium*, *Ruminococcus*など) も増加した。謝辞：平野川の表層水試料は、大阪府寝屋川水系改修工営所によって採水され、提供されたものである。

Key Words : combined sewer overflow, urban river, microbial flora, canonical correlation analysis

自由投稿発表セッション

B－1～B－58

自由投稿発表セッション

目 次

B-1	ハイドロサイクロンを用いた堆積物からのマイクロプラスチック分別……………	12
	井上徹教・森澤友博・浅井貴恵・玉上和範	
B-2	牡蠣殻をアルカリ度・ミネラル供給源として活用したアクアポニックス システムの提案……………	12
	谷川大輔・石原知咲・山下遼河	
B-3	定常環境事業体における水道管路の耐震化率の向上要因に関する分析……………	13
	金子奈緒・酒井宏治	
B-4	自由投稿発表セッション, Lasso回帰を用いた下水処理場への雨天時流入量予測 モデルの構築……………	13
	松岡 遼・中川智仁・古米弘明	
B-5	途上国導入に適した簡易な閉鎖循環式陸上養殖システムの開発……………	14
	根ヶ山裕矢・佃 凌介・田井彩花・多川 正	
B-6	閉鎖循環式陸上養殖システム飼育水を用いた飼料及び食料生産……………	14
	田井彩花・根ヶ山裕矢・佃 凌介・多川 正	
B-7	余剰汚泥分離液からの肥料成分の電気透析による濃縮技術の開発……………	15
	松橋波生・新山拓馬・藤齊知希・竹花和浩 笹本 誠・鳴海貴之・石川奈緒・伊藤 歩	

B-8	画像処理型凝集センサによる水質制御システム ～荷電中和反応に対する藻類混入時の影響～	15
	有村良一・平野雅己・橋本勇太・金谷道昭	
B-9	汚泥濃縮とリン析出を可能とする貝殻充填型電気分解法での操作因子の検討	16
	佐藤達明・高部祐剛・伊田幸太郎	
B-10	Analysis of Water Cycle Considering Climate Change Projection in Kokcha Basin, Afghanistan	16
	Najeebullah JAMAL・Keisuke SATO	
B-11	飛灰循環によるごみ焼却排ガス処理の高効率化のための飛灰前処理方法の検討	17
	依田 賢・黄 仁姫・東條安匡・松尾孝之	
B-12	下水汚泥と生分解性プラスチックの混合嫌気性消化条件の検討	17
	角田貴之・尚 東華・吉川竜矢・山村 寛	
B-13	メタン発酵による牛ルーメン液の肥料化処理における導電性物質の添加効果と 栄養塩類の挙動	18
	大星夏主馬・豊島広大・阿部憲一	
B-14	From Waste to Value: Phosphorus Removal and Recycling by Functionalized Biochar	18
	Jittrera BUATES・Tsuyoshi IMAI	
B-15	離島における汚水処理の状況と五島市での実態調査	19
	小野寺崇・岡寺智大	

B-16	処理水質および温室効果ガス排出量と活性汚泥中微生物群集構造との関係解明に向けた検討	19
	陣矢昂汰・石井淑大・對馬育夫・松橋 学・重村浩之	
B-17	プラズマ処理による下水消化汚泥からの重金属類の溶出除去	20
	高橋尚暉・山本達也・高橋克幸・石川奈緒・伊藤 歩	
B-18	化学物質マーカーとの関係性に基づくトウガラシ微斑ウイルスの糞便汚染指標性評価	20
	門屋俊祐・三浦尚之・東城まゆみ・吉田伸江・小坂浩司・増田貴則	
B-19	群馬県内の利根川中流域の季節によるマイクロプラスチックの変動把握	21
	小保方直輝・齋藤 輝・金井広貴・北村希美・宮里直樹	
B-20	養殖牡蠣のノロウイルスの蓄積とその浄化に与える要因	21
	山田麻椰・米田一路・久井康太・西山正晃・植木 洋・坂上亜希恵・渡部 徹	
B-21	機械学習を用いた湖沼における大腸菌生存モデルの開発	22
	米田一路・西山正晃・渡部 徹	
B-22	アミン修飾活性炭を用いたPFASの吸着と化学的再生に関する研究	22
	山本光一・加藤大道・Bei ZHANG・磯部敏宏・藤井 学	
B-23	ヒトノロウイルスの浄水処理性の把握に向けた高感度に定量可能な革新的ウイルス様粒子の創製	23
	浅川高志・白崎伸隆・松下 拓・松井佳彦	

B-24	下水処理プロセス全体でのウイルス挙動把握のための測定手法の検討	23
	松橋 学・石井淑大・原田美冬・重村浩之	
B-25	新規ウイルス濃縮法の構築と適用に基づいた水道原水に存在する病原ウイルスの 感染価評価	24
	福井健暉・白崎伸隆・松下 拓・松井佳彦	
B-26	水環境における大腸菌の生存に関する標準株と野生株の比較	24
	鹿内靖成・米田一路・盧 歡・西山正晃・渡部 徹	
B-27	UVによる抗菌薬の分解とその分解生成物に関する研究	25
	伊藤来夢・佐藤公亮・石川奈緒・伊藤 歩	
B-28	Development of Human/Sewage-associated Genetic Markers in <i>C. perfringens</i> for Fecal Source Tracking	25
	Thi Thu Huong NGUYEN・Tomohiro NAKANISHI・Ryota GOMI・Sadahiko ITOH	
B-29	東北地方の一級河川から単離したESBL産生大腸菌の薬剤耐性感受性と遺伝子型の 特徴	26
	倉持祥太・釧持ひろ・米田一路・渡部 徹・西山正晃	
B-30	庄内地方に生息する食肉目動物が保有する薬剤耐性腸球菌の蔓延状況	26
	菅原健聖・高橋亮太・斉藤昌幸・渡部 徹・西山正晃	
B-31	COVID-19 流行が都市下水と病院排水中の薬剤耐性菌の発生動向に与える影響	27
	関根大樹・遠藤敬大・馬場啓聡・金森 肇・渡部 徹・西山正晃	

B-32	下水処理水の放流先河川における抗菌薬の挙動に関する研究……………	27
	佐藤公亮・伊藤来夢・笹本 誠・竹花和浩・鳴海貴之・石川奈緒・伊藤 歩	
B-33	<i>Legionella pneumophila</i> に特異的なDNAアダプターの開発……………	28
	高井麻帆・中尾栞之・松永光司・齋藤伸吾・中屋佑紀・佐藤 久	
B-34	限外濾過によるT型ファージ阻止における粒子特性の影響……………	28
	島津航太郎・橋本崇史・片山浩之	
B-35	クラスター分析を用いた貯水池のTOCおよび濁度と環境条件の関係性の検討……………	29
	奥村晃弥・酒井宏治	
B-36	下水汚泥が施用された黒ボク土でのリンの動態と植物の生育との関係……………	29
	松草亮太・立石貴浩・石川奈緒・伊藤 歩	
B-37	顕微IR及び顕微ラマン分光を用いたエポキシ系防食被覆へのオレイン酸浸入状況の 測定可能性……………	30
	宮本豊尚・津田直弥・高橋啓太・富山禎仁・阿部千雅	
B-38	浸水解析モデルによるため池と水田の貯留効果および浸水リスク低減の評価……………	30
	田中直也・相谷明宏・古米弘明	
B-39	複数の一次反応式モデルを用いた廃菌床からのメタン生成特性の評価……………	31
	岸田慎司・松本明人・天野良彦・水野正浩・熊澤直哉	
B-40	路上に堆積したタイヤ摩耗粉塵の発生状況のモデル化に関する検討……………	31
	高城翔吾・酒井宏治	

B-41	活性汚泥に及ぼすケイ酸および嫌気条件下での影響	32
	酒井 響・大竹志弥・池本良子・松浦哲久・宮里直樹	
B-42	海草Shoot長さの季節変動を考慮した海草成長モデルの開発	32
	松本大輝・井上徹教	
B-43	異なる濃度のメタノールを用いた段階的溶出がFT-ICR MSによる自然有機物の 分子組成同定に及ぼす影響	33
	藤巻花野子・Jibao LIU・Qing Long FU・権根相・藤井 学	
B-44	外洋水流入による伊勢湾・三河湾の貧酸素への影響とその要因の解析	33
	水口隼人・松崎義孝・久保田雅也・井上徹教	
B-45	有機性汚泥固形化燃料の発熱と伝熱の解析	34
	田中 樹・ホアン アン トゥアン・森下楽嗣・寺嶋光春	
B-46	琵琶湖内湖・西の湖における水質変動要因の分析	34
	樫田健生・佐藤圭輔・川上奈津子	
B-47	代掻き・田植え期における水田排水の水質と粒度が及ぼす生態毒性の検討	35
	滝川和雅・市木敦之・山本将之	
B-48	マガキ分析による海域環境評価の可能性：殻・軟体部の物理・化学指標と海域環境の 関係	35
	秋元健史・王 衆城・大澤理人・畠山勇二・丸尾知佳子・坂巻隆史	

B-49	AIを活用した雨天時浸入水対策地区の絞り込み手法に関する研究	36
	上田 淳・清棲拓馬・松岡英和・出田 功 田村一郎・黒木 幹・青島亘佐・古米弘明	
B-50	水環境評価のための流動生態系シミュレーションシステムの開発	36
	松崎義孝・井上徹教・久保田雅也・松本大輝・佐藤朋之・坂本 光・内藤大輔	
B-51	下水および河川水中で検出されるトリプトファン様ピークの分子量特性	37
	池田和弘・竹峰秀祐・渡邊圭司・日下部武敏	
B-52	発表取り消し	
B-53	都市下水処理場における菌叢モニタリング活用方法の検討	38
	對馬育夫・河野大斗・岡安祐司	
B-54	消毒副生成物ハロアセトニトリル類の細胞周期への影響	38
	小牧裕佳子・泉 杏春・片山貴穂・伊吹裕子	
B-55	東京湾・伊勢湾における流域雨量指数を用いた流動生態系シミュレーションの 感度解析	39
	安藤さゆり・松崎義孝・松本大輝・久保田雅也・井上徹教	
B-56	山形県赤川と秋田県雄物川水系における環境DNA分析を用いたサクラマスと ブラウントラウトの実態調査	39
	西山正晃・佐藤静歩・渡部 徹・佐藤高広・渡邊一哉	
B-57	一重項酸素の総生成・総消失速度に基づく光生成量子収率の評価	40
	波多野雄大・Zhongyu GUO・吉村千洋	

B-58 宮崎県小丸川水系における環境DNAと流量データを用いた魚類存在量の評価……………	40
---	----

野崎康平・徐 晨・樋口公大・田中凌央・糠澤 桂

B-1 ハイドロサイクロンを用いた堆積物からのマイクロプラスチック分別

○井上 徹教^{1,*}・森澤 友博⁴・浅井 貴恵⁴・玉上 和範⁴

○Tetsunori INOUE・Tomohiro MORISAWA・Kie ASAI・Kazunori TAMAUE

¹正会員 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所（〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1）
E-mail:inoue-t@p.mpat.go.jp

²島根大学エスチュアリー研究センター（〒690-8504 島根県松江市西川津町1060）

³東京工業大学環境・社会理工学院（〒226-8502 横浜市緑区長津田町4259）

⁴正会員 東亜建設工業技術研究開発センター（〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1-3）

堆積物からのマイクロプラスチックの分取は、堆積物粒子とマイクロプラスチックの比重差を利用し、比重1.4程度の溶媒に堆積物を懸濁させ分取するのが一般的である。本研究では、この比重差による分取を溶媒に懸濁させるのではなく、遠心力（ハイドロサイクロン）を用いた比重分離法により、マイクロプラスチックを分取する手法の開発を目的として基礎的な実験を行った。その結果、比較的粒径の大きい堆積物粒子はアンダーフローに、粒径の小さい堆積物粒子はオーバーフローに分取された。また、本実験条件では、概ね、密度が1.03以下の球状プラスチックはオーバーフローから、密度が1.28以上のものはアンダーフローから吐出される結果となった。このような分離を連続的に複数段階通過させることで、より細かな分別ができる可能性がある。

Key Words : *microplastics, sediment, hydrocyclone, centrifugation*

B-2 牡蠣殻をアルカリ度・ミネラル供給源として活用した アクアポニックスシステムの提案

○谷川 大輔^{1,*}・石原 知咲²・山下 遼河²

○Daisuke TANIKAWA・Chisa ISHIHARA・Ryoga YAMASHITA

¹正会員 呉工業高等専門学校准教授 環境都市工学分野（〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-11），
E-mail:tanikawa@kure-nct.ac.jp

²非会員 呉工業高等専門学校 環境都市工学科（〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-11）

本研究では、地域廃棄物である牡蠣殻をアルカリ度・ミネラル供給源としてアクアポニックス内で活用することで、持続可能なアクアポニックスシステムの構築を目的とした。アクアポニックス内ではナイルティラピアを飼育し、硝化反応を促進させるためにポリウレタンスポンジおよび牡蠣殻を担体として充填した散水ろ床を設置した。本研究では、給餌由来の窒素負荷に対する牡蠣殻充填量を窒素-牡蠣殻負荷という指標として設定した。連続実験の結果、窒素-牡蠣殻負荷が1以下の条件において、水槽内のpHの低下および硝酸の蓄積が起こらないことが確認された。したがって、牡蠣殻が溶解することでアルカリ度とミネラルが供給され、植物による窒素利用が促進されたことが示唆された。また、散水ろ床担体の保持微生物を解析したところ、スポンジ・牡蠣殻共に*Nitrospira*属が確認されており、牡蠣殻も微生物保持担体として機能していることが確認された。

Key Words : *oyster shell, alkalinity, nitrogen loading, trickling filter, waste utilization*

B-3 定常環境事業体における水道管路の耐震化率の向上要因に関する分析

○金子 奈緒¹・酒井 宏治^{2,*}

○Nao KANEKO・Hiroshi SAKAI

¹非会員 東京都立大学院 都市環境科学研究科 都市基盤環境学域 (〒192-0397 東京都八王子南大沢1-1)

²正会員 東京都立大学院 都市環境科学研究科 都市基盤環境学域 (〒192-0397 東京都八王子南大沢1-1), E-mail: h_sakai@tmu.ac.jp

水道の基幹管路の耐震化率は42.3%と依然として低いことから、水道管路の耐震化率の向上は重要な課題である。本研究では、集計対象期間において事業体統合がなされていない定常環境事業体を対象として、水道管路の耐震化率が向上する要因を明らかにすることを目的とした。管路は老朽化した管路の更新時に耐震化されることが多いと考えられることから、耐震化管と老朽管の両者の更新率に着目し、両者の経年推移がある程度一定している、すなわち継続的に一定のペースで更新が進んでいるとみなせる事業体をさらに抽出した。分析には、水道統計及び国土数値情報から得られるデータを元に、エクセルやGISを用いた。金銭的・人的・地形的な要因に加え、危機管理対応などの指標を選定し、耐震化との関係について分析した結果、職員数や地震対策推進地域、水道ビジョンの策定状況等、人的・地形的要因、危機管理に対する意識における指標の一部にて、有意な結果が得られた。(400 words)

Key Words : rate of earthquake resistance, rate of aging pipeline, drinking water, distribution pipeline

B-4 自由投稿発表セッション, Lasso回帰を用いた下水処理場への雨天時流入量予測モデルの構築

○松岡 遼^{1,*}・中川 智仁¹・古米 弘明²

○Ryo Matsuoka・Tomohito Nakagawa・Hiroaki Furumai

¹非会員 メタウォーター株式会社 R&Dセンター 先端技術開発部 制御技術開発Gr (〒101-0041 東京都千代田区神田須田町1丁目25), E-mail: matsuoka-ryo@metawater.co.jp

²正会員 中央大学 研究開発機構 機構教授 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

大雨時における下水処理場の運転管理は、運転員の暗黙知に頼っていることが多く、経験や勘などのノウハウに頼らずに最適な運転管理を行うために下水処理場への流入量を予測することは重要である。本研究ではこれまでに蓄積した下水処理場への流入量データや気象情報などを活用し、降雨予測情報を使用しないで流入量を推測できるモデルを作成することを目的とした。予測モデルの構築には、過去の降雨イベントにおける流入量パターンを特徴量としたLasso回帰を採用した。Lasso回帰は正則化の概念を取り入れるため重要な特徴量を選択することで過学習を抑制できる。さらに、運転員の暗黙知と考えられる、降雨の特徴によって流入量が増加している期間が変動することや降雨ピーク後の流入量の傾向に違いがあることなどをデータセットの作成やモデルの自動切替の条件に反映させることで、予測精度の高い流入量予測モデルを作成することができた。

Key Words : Machine learning, Lasso regression, Inflow forecast, Against heavy-rain

B-5 途上国導入に適した簡易な閉鎖循環式陸上養殖システムの開発

○根ヶ山 裕矢¹・佃 凌介¹・田井 彩花¹・多川 正^{2,*}

○Yuya NEGAYAMA・Ryosuke TSUKUDA・Sayaka TAI・Tadashi TAGAWA

¹非会員 香川高等専門学校専攻科 創造工学専攻（〒761-8058 香川県高松市勅使町355）

²正会員 香川高等専門学校（〒761-8058 香川県高松市勅使町355）, tagawa@t.kagawa-nct.ac.jp

本研究ではアフリカなどのタンパク質不足に直面する途上国を対象に誰でも参画可能なアクアポニックスシステムの開発を目指し、現地の要求する規模の1/2である500 L飼育水槽にナイルティラピア50匹を養殖する飼育密度にて長期連続試験を行った。飼育水中の浮遊物質、有機物、アンモニアの硝化は主にスポンジ担体を充填した傾斜土槽法を採用し、処理特性を把握した。また、飼育水中に蓄積しやすい硝酸性窒素に対しては新規の脱窒装置の開発を並行して行った。脱窒装置は容積75 L、発砲スチロール製容器を6段に積み重ね、濾材としてスポンジと軽石を採用した。能力評価として硝酸性窒素濃度約100 mg/Lに調整した模擬飼育水を脱窒装置最上部から通水・循環させ、処理水の分析を行い、脱窒装置の能力評価を行った。その後、ナイルティラピアを閉鎖循環飼育している実験系に開発した脱窒装置を導入し、システム全体の適応性の評価を行った。

Key Words : *Aquaponics, Nitrogen removal, Nitrification, Denitrification, Slanted Soil Chamber Method (SSCM)*

B-6 閉鎖循環式陸上養殖システム飼育水を用いた飼料及び食料生産

○田井 彩花¹・根ヶ山 裕矢¹・佃 凌介¹・多川 正^{2,*}

○Sayaka TAI・Yuya NEGAYAMA・Ryosuke TSUKUDA・Tadashi TAGAWA

¹非会員 香川高等専門学校専攻科 創造工学専攻（〒761-8058 香川県高松市勅使町355）

²正会員 香川高等専門学校（〒761-8058 香川県高松市勅使町355）, tagawa@t.kagawa-nct.ac.jp

途上国を対象とするアクアポニックスシステムの開発において、我々の研究グループでは飼育水は簡易な生物学的排水処理技術である傾斜土槽法にて浮遊物質・有機物の除去、硝化・脱窒を行い、循環再利用するが、処理水は植物栽培に必要な窒素やリンなどの栄養塩類を十分に含有している。そこで本研究では飼育水の更なる高度処理方式として、ナイルティラピアの餌としても適用可能であるウキクサを用いた栄養塩除去の特性及び増殖量を把握した。養殖が進行するにつれて飼育水は下水などと比べて比較的高濃度な栄養塩類濃度に到達するため、リンと硝酸性窒素の各栄養素の濃度がウキクサに与える浄化や増殖への影響を評価し、ウキクサが最も栄養塩を吸収及び増殖し、効率よく水質浄化に寄与できる栄養塩濃度の探索を行った。また飼育水による水耕栽培の食料生産では、対象をレタスとして栽培を行い、生育状況を調査した。

Key Words : *Aquaponics, Phosphorus, NitrateNitrogen, Lemna aoukikusa, Lettuce*

B-7 余剰汚泥分離液からの肥料成分の電気透析による濃縮技術の開発

○松橋 波生¹・新山 拓馬²・藤齊 知希²・竹花 和浩³・笹本 誠³
・鳴海 貴之³・石川 奈緒⁴・伊藤 歩^{4,*}

○Namiki MATSUHASHI・Takuma NIYAMA・Tomoki FUJISAI・Kazuhiro TAKEHANA・Makoto SASAMOTO
・Takayuki NARUMI・Nao ISHIKAWA・Ayumi ITO

¹非会員 岩手大学大学院総合科学研究科地域創生専攻（〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5），²非会員 岩手大学理工学部システム創成工学科社会基盤・環境コース（〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5），³非会員 岩手大学理工学部技術部（〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5），⁴正会員 岩手大学 理工学部システム創成工学科社会基盤・環境コース（〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5），E-mail:aitou@iwate-u.ac.jp

日本は、肥料元素であるPやKを輸入に依存しており、それらの国内での再利用が求められている。先行研究では、嫌気好気活性汚泥法の余剰汚泥を無酸素あるいは嫌気培養することで余剰汚泥からPとKを溶出し、これらの元素類を機械濃縮分離液に移行できることを示した。余剰汚泥の無酸素培養後のろ液を供給源とした電気透析によるP、K、NH₄-Nの濃縮技術の開発を試みており、硫酸でpHを3に調整した電極液と濃縮液を併用することで元素類の高い回収率を得ることができた。

本研究では、実処理場で余剰汚泥に初沈濃縮汚泥の一部を有機炭素源として添加して嫌気培養した後、その余剰汚泥分離液のろ液を供給源とし、処理量を増大させた場合での電気透析による元素類の濃縮を検討した。

Key Words : EBPR process, Excess sludge, Centrate, Nutrients recovery, Electrodialysis

B-8 画像処理型凝集センサによる水質制御システム ～荷電中和反応に対する藻類混入時の影響～

○有村 良一^{1,*}・平野 雅己¹・橋本 勇太¹・金谷 道昭²

○Ryoichi ARIMURA・Masaki HIRANO・Yuta HASHIMOTO・Michiaki KANADANI

¹非会員 東芝インフラシステムズ㈱（〒183-8511 東京都府中市東芝町1），E-mail: ryoichi.arimura@toshiba.co.jp

²非会員 東芝インフラシステムズ㈱（〒212-8585 川崎市幸区堀川町72-34）

顕微鏡電気泳動法を応用し、原水の水質変動や凝集剤の過不足に伴うフロックの荷電状態の変化をリアルタイムで定量化(可視化)できる画像処理型凝集センサと、本センサを用いた凝集剤注入率のフィードバック制御システムを開発している。今回、*Microcystis*等の藻類を添加した模擬原水を作成し、荷電中和反応に対する藻類混入時の影響評価と本システムの適応性を検証した。その結果、数 μ m程度の藻類が原水に多量に混入すると、フロック生成時の荷電中和反応が阻害され、より多くの凝集剤が必要となることを確認した。これは、藻類を含むフロックの荷電状態の変化を本センサが捉えており、荷電中和に必要な凝集剤をフィードバック制御により自動で増量できることを示している。この調整は浄水場における藻類混入時の凝集剤増量の対応と同じであることから、浄水場原水への藻類混入時においても本システムが有効に機能する見込みを得た。

Key Words : water purification treatment, coagulation, image recognition technique, algae, microcystis

B-9 汚泥濃縮とリン析出を可能とする貝殻充填型電気分解法での操作因子の検討

○佐藤 達明¹・高部 祐剛^{2,*}・伊田 幸太郎³

○Tatsuaki SATOH・Yugo TAKABE・Kotaro IDA

¹学生会員 鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科 (〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)

²正会員 鳥取大学 工学部 (〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4-101), E-mail: takabe.yugo@tottori-u.ac.jp

³非会員 鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科 (〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)

下水汚泥資源の肥料利用の重要性が近年ますます高まっている。本研究では、貝殻をカルシウム供給材として利用しリンの析出効率を高めることで、汚泥の浮上濃縮と並行してリンの析出を可能とする貝殻充填型電気分解法に着目する。その上で、汚泥濃縮に寄与する水素・酸素ガスおよび貝殻溶出・リン析出に寄与する水素イオン・水酸化物イオンそれぞれの発生量を支配する通電電流量が、両反応に及ぼす影響を実験的に考察した。下水処理場から採取した余剰汚泥（リン酸：13.8 mg-P/L, 蒸発残留物：5.2 g/L）を対象とした連続実験を行った。通電電流0.25 Aでの実験系では、リン析出によるリン酸除去がやや劣り（除去率：70%）、また一部の汚泥が実験装置の底に沈殿した。通電電流を0.5 Aに上昇させると、リン析出により90%以上のリン酸が除去され、全ての汚泥の浮上濃縮（蒸発残留物：30 g/L）が達成された。

Key Words : *electrolysis, bivalve shell, phosphorus precipitation, sludge thickening, current*

B-10 Analysis of Water Cycle Considering Climate Change Projection in Kokcha Basin, Afghanistan

○Najeebullah JAMAL^{1*}, Keisuke SATO²

¹Master Course Student, Dept. of Civil Eng., Ritsumeikan University (Shiga 525-8577, Japan)

²Associate Professor, Dept. of Civil Eng., Ritsumeikan University (Shiga 525-8577, Japan)
E-mail: najeebullah.jamal16@gmail.com

Increasing water shortages are a major challenge in arid regions; therefore, analyzing water cycle components (e.g., precipitation, snowmelt, evapotranspiration, runoff) are important for sustainable water resources management. Water cycle analysis was conducted to understand water losses and available water resources. In Afghanistan, high mountain snow and glacier melt runoff provide important water resources to downstream arid agricultural areas where climate change is projected to undermine economic development, food, water, energy, and livelihood security. This study was conducted to assess the status of water cycle considering climate change scenarios in the Kokcha Basin in north-eastern Afghanistan. A distributed hydrological model was applied to assess the current water cycle components and was run using the Global Climate Model (GCM) downscaled future datasets to characterize projected patterns.

The results indicated significant changes in water cycle, the annual precipitation was projected to fluctuate (-50 to +75%), evapotranspiration (+22 to +35%), and significant changes in the timing and amount of streamflow. The projected changes are likely to affect water-related sectors and suggest formulating adaptation measures for better water resources management and development.

Key Words: *Water cycle components, climate change, hydrological modeling*

B-11 飛灰循環によるごみ焼却排ガス処理の高効率化のための 飛灰前処理方法の検討

○依田 賢¹・黄 仁姫^{2*}・東條 安匡³・松尾 孝之⁴

○Suguru YORITA・In-Hee HWANG・Yasumasa TOJO・Takayuki MATSUO

¹非会員 北海道大学大学院 工学院環境創生工学専攻 (〒060-8628札幌市北区北13条西8丁目)

²正会員 北海道大学大学院准教授 工学研究院環境工学部門 (〒060-8628札幌市北区北13条西8丁目)
hwang@eng.hokudai.ac.jp

³正会員 北海道大学大学院准教授 工学研究院環境工学部門 (〒060-8628札幌市北区北13条西8丁目)

⁴非会員 北海道大学技術職員 (〒060-8628札幌市北区北13条西8丁目)

ごみ焼却により発生する酸性ガス除去剤として使われる消石灰が除去キャパを多く残したまま処分されている。この対策として飛灰循環があるが、先行研究より消石灰とHClの反応生成物を分析したところ表層で反応が止まっており内部に反応可能箇所が残っている可能性が示唆された。本研究では内部の未反応部を露出させるために遊星ミルでの飛灰の粉碎によるHCl除去率向上の可能性を探った。粉碎時間および容器回転速度による飛灰粒子径の変化を調べると容器回転速度が粉碎強度に強く影響することがわかった。また飛灰粉碎の有無による酸性ガス除去率の変化を確認した結果、粉碎強度が一定範囲内でないと酸性ガス除去率は向上しないことが確認された。実験結果より最もHCl除去効率の高かった粉碎強度による粉碎前後と除去実験前後の飛灰それぞれの状態をSEM/EDS分析やXPS分析などに除去率向上の要因を解析した。

Key Words : *municipal solid waste incineration, dry-scrubbing, fly ash, hydrogen chloride, planetary centrifugal mixer*

B-12 下水汚泥と生分解性プラスチックの混合嫌気性消化条件の検討

○角田 貴之^{1,*}・尚 東華²・吉川 竜矢²・山村 寛³

○Takayuki KAKUDA・Donghua SHANG・Tatsuya YOSHIKAWA・Hiroshi YAMAMURA

¹正会員 中央大学理工学部人間総合理工学科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27) , E-mail:tkakuda059@g.chuo-u.ac.jp

²非正会員 中央大学理工学部人間総合理工学科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

³正会員 中央大学理工学部人間総合理工学科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

近年、生分解性プラスチックの普及が急速に拡大している。一方で、使用後の生分解性プラスチックは非生分解性プラスチックと同様に埋め立て・焼却処分されており、資源として有効活用されていない。既往の研究では生分解性プラスチックをメタン発酵の基質として有効活用することが提案されている。特に下水汚泥と生分解性プラスチックの混合嫌気性消化は、既存設備の活用やメタンガス発生量の増加が期待できることから有望視されている。しかしながら、嫌気性消化における下水汚泥と生分解性プラスチックの適正な混合比は明らかではない。本研究では下水汚泥と生分解性プラスチックを様々な比率で混合嫌気性消化し、両者の混合比がメタンガス生成と消化汚泥の性状に及ぼす影響を調査した。

回分式嫌気性消化試験の結果より、基質に占める生分解性プラスチックの適正な比率はVS比で25%以下である可能性が示唆された。

Key Words : *sewage sludge, biodegradable plastic, anaerobic digestion, methane production*

B-13 メタン発酵による牛ルーメン液の肥料化処理における 導電性物質の添加効果と栄養塩類の挙動

○大星 夏主馬¹・豊島 広大¹・阿部 憲一^{2,*}

○Kazuma OHBOSHI・Koudai TOYOSHIMA・Kenichi ABE

¹非会員 新潟食料農業大学 食料産業学部食料産業学科 (〒959-2702 新潟県胎内市平根台2416)

²正会員 新潟食料農業大学 食料産業学部食料産業学科 (〒959-2702 新潟県胎内市平根台2416)

*E-mail: kenichi-abe@nafu.ac.jp

食肉処理場でと畜工程時に発生する牛の第一胃液（ルーメン液）は場内の浄化施設で処理が必要な廃水であるが、我々はルーメン液中の主要肥料成分の含有比に着目し、メタン発酵による易分解性有機物の分解処理とその後の液肥利用の可能性について検討した。回分分解試験の結果から、導電性物質によるメタン発酵の促進効果を狙った有機汚泥炭化処理物・使用済みカイロ添加区において、顕著なガス発生が観察されるまでの実験初期の遅滞期が無添加区と比べて短縮された。一方で発酵液中の溶存態リン濃度は無添加区よりも低くなる傾向がみられ、添加した導電性物質との結合や吸着が疑われた。なお、引抜いた発酵液（溶存態窒素はアンモニア態窒素が主で硝酸態窒素はほぼ存在しない）を硝酸化処理せずに水耕栽培試験に用いたところ、リーフレタスについては市販液肥（窒素成分は硝酸態窒素が主）を用いた対照区と遜色ない生育状況であった。

Key Words : methane fermentation, rumen fluid, slaughterhouse, hydroponics

B-14 From Waste to Value: Phosphorus Removal and Recycling by Functionalized Biochar

○Jitrera BUATES^{1,*} and Tsuyoshi IMAI²

¹Graduate School of Agricultural Science, Yamagata University, 1-23 Wakaba-machi, Tsuruoka, Yamagata 997-8555, Japan

²Division of Environmental Engineering, Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, Yamaguchi 755-8611, Japan

*Email: jitrera.b@gmail.com

Phosphorus (P) is an indispensable element for agricultural production, yet its non-renewable and limited reserves are currently considered an issue of concern. Moreover, the eutrophication caused by excess P has become a worldwide problem. In this study, we assessed the efficiency of biochar functionalized with layered double hydroxides (BC/LDHs) for treating P. BC/LDHs were found to adsorb a greater amount of P (192 mg/g) than pure LDHs (166 mg/g). BC/LDHs still showed a strong affinity for P over highly competed anions and pH change. Additionally, the feasibility of directly using post-adsorption BC/LDHs (P-BC/LDHs) as a fertilizer was further studied. P-BC/LDHs were validated to be advantageous in stimulating lettuce improvement. The length of crop shoots and roots under the treatment of P-BC/LDHs was increased by up to 45% compared to untreated plants. This was considered to be related to improved nutrition and desirable conditions of the growing substrate by P-BC/LDHs, which complemented the lettuce growth and development. These findings highlight that BC/LDHs offer an available source of essential nutrients for plants after their initial usage as adsorbents that is an attractive strategy for environmental waste disposal and nutrient recycling in agricultural fields.

Key Words: Biochar; Adsorption; Phosphorus recycling; Fertilizer; Plant growth

B-15 離島における汚水処理の状況と五島市での実態調査

○小野寺 崇^{1,*}・岡寺 智大²

○Takashi ONODERA・Tomohiro OKADERA

¹正会員 国立環境研究所 地域環境保全領域（〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2）E-mail: onodera.takashi@nies.go.jp

²非会員 国立環境研究所 地域環境保全領域

我が国における汚水処理人口普及率は、人口規模の少ない市町村の普及率が低く、特に中山間地や離島における整備が課題となる。そこで本研究では、統計データから離島地域での汚水処理状況を評価するとともに、人口の異なる複数の離島を有する長崎県・五島市を対象とした現地調査により汚水処理状況や課題の把握を行った。その結果、全国の離島における汚水処理人口普及率は、2012年の49.6%から2021年の58.0%へと増加したが、現在でも未処理の割合が高い傾向があった。なお、内訳は公共・流域下水道が21.5%、農業集落排水が4.5%、漁業集落環境整備が4.3%、コミュニティ・プラントが0.6%、合併浄化槽が27.2%であり、近年では合併浄化槽の普及率が徐々に増加していた。また、五島市では人口減少を見据えて、し尿処理施設の統廃合等による効率化が進められていた。一方で、二次離島では収集運搬用車両の維持管理が難しいことなど、地理的な要因による現場での課題があった。

Key Words : domestic wastewater management, isolated island, Johkasou, sewer, Goto city

B-16 処理水質および温室効果ガス排出量と活性汚泥中微生物群集構造との関係解明に向けた検討

○陣矢 昂汰^{1,*}・石井 淑大^{1,**}・對馬 育夫²・松橋 学³・重村 浩之³

○Kouta JINYA・Yoshihiro ISHII・Ikuro TSUSHIMA・Manabu MATSUHASHI・Hiroyuki SHIGEMURA

¹非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 上下水道研究部（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

[* jinya-k92ta@mlit.go.jp](mailto:jinya-k92ta@mlit.go.jp), [** ishii-y92tb@mlit.go.jp](mailto:ishii-y92tb@mlit.go.jp)

²正会員 国立研究開発法人土木研究所 流域水環境研究グループ（〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6）

³正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 上下水道研究部（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

活性汚泥中の微生物群集構造と処理水質の関連性は以前から注目されている。また処理過程で排出される温室効果ガス、一酸化二窒素（ N_2O ）についても未だ有効な対策が取られておらず、カーボンニュートラルに向けた重要な課題の一つとなっている。様々な実下水処理場で微生物群集構造と処理水質等との比較が行われているが、実際に処理水質の変動や N_2O 排出量の増加にどの微生物が寄与しているのかについて具体的な知見はまだ少ない。そこで本研究では、複数の下水処理場の水処理過程において N_2O 排出量測定と微生物群集構造解析を行い、水質の変動や N_2O 排出量のバイオマーカーとなり得る微生物の探索を行った。具体的には、BODやDOC、TN、TP等水質データや N_2O 排出量と微生物の相対存在割合との相関分析を行い N_2O 排出量と相関の高い微生物を抽出した。さらに、微生物群集が有する遺伝子の予測から微生物群集中の N_2O 生成・分解遺伝子量の予測も行い、各パラメータと比較した。

Key Words : wastewater treatment, activated sludge, microbial community, N_2O , water quality

B-17 プラズマ処理による下水消化汚泥からの重金属類の溶出除去

○高橋 尚暉¹・山本 達也¹・高橋 克幸²・石川 奈緒²・伊藤 歩^{2,*}

○Naoki TAKAHASHI・Tatsuya YAMAMOTO・Katsuyuki TAKAHASHI・Nao ISHIKAWA・Ayumi ITO

¹非会員 岩手大学大学院 総合科学研究科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田3丁目18-8)

²正会員 岩手大学 理工学部 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4丁目3-5), E-mail:aitou@iwate-u.ac.jp

近年、下水汚泥を肥料原料として有効利用することが求められている。しかしながら、下水汚泥中に微量に含まれる有害な重金属類は、植物の生育に悪影響を及ぼす可能性が懸念される。汚泥から重金属を取り除く方法としては、汚泥に酸や酸化剤を添加し、重金属を溶出させた後に脱水する工程が提案されている。一方、水中での放電により生じるプラズマは、水や溶存酸素と反応して酸化力の強い OH ラジカルや過酸化水素などを生じる。これらの酸化剤は、汚泥中の重金属の溶解を促すことができる可能性がある。

本研究では、プラズマ処理によって下水汚泥からの重金属の溶出が向上するのかを検討した。汚泥に酸を添加しない状態でプラズマ処理を施しても重金属溶出率はほとんど増加しなかったが、酸を添加した後にプラズマ処理を施すと、AsとCdの溶出率が飛躍的に改善され、汚泥の酸性化も促進された。

Key Words : *sewage sludge, fertilizer, heavy metals, plasma, leaching*

B-18 化学物質マーカーとの関係性に基づく トウガラシ微斑ウイルスの糞便汚染指標性評価

○門屋 俊祐¹・三浦 尚之^{1,*}・東城 まゆみ²・吉田 伸江²・小坂 浩司¹・増田 貴則³

○Syun-suke KADOYA・Takayuki MIURA・Mayumi TOJO・Nobue YOSHIDA・Koji KOSAKA・Takanori MASUDA

¹正会員 国立保健医療科学院 生活環境研究部 (〒351-0197 埼玉県和光市南2-3-6), *E-mail: miura.t.aa@niph.go.jp

²国立保健医療科学院 生活環境研究部

³正会員 国立保健医療科学院 統括研究官

トウガラシ微斑ウイルス (PMMoV) は、水域における糞便汚染指標として有用であるが、下水や畜舎排水等の排出源に関しては精査されていないのが現状である。一方、投与対象が明確である種々の医薬品の中には環境水中で安定して残存し、排出源の特定に有効な化学物質マーカーとして提案されているものもある。本研究では、糞便汚染の排出源に対するPMMoVの指標性の評価を目的とし、水道原水中の医薬品3種と各種ウイルス (PMMoV、ノロウイルスGII、ロタウイルスA) との定量的関連性の解明を試みた。国内21ヶ所の浄水場から水道原水試料を採取し、各種医薬品濃度及びウイルス濃度を測定・比較した結果、PMMoVはヒト抗てんかん薬のカルバマゼピンと特に高い正相関 (スピアマン順位相関係数 $\rho = 0.74$) が確認され、医薬品濃度を説明変数とした非線形モデルへの適合度も高かった。一方で、動物に用いられる抗菌薬との相関は低かった ($\rho = 0.43$)。以上より、PMMoVは下水等の人間活動に起因する糞便汚染を代表する可能性が示された。

Key Words : *drinking water source, fecal indicator, pepper mild mottle virus, pharmaceuticals*

B-19 群馬県内の利根川中流域の季節によるマイクロプラスチックの変動把握

○小保方 直輝¹・齋藤 輝²・金井 広貴³・北村 希美³・宮里 直樹^{4*}

○Naoki OBOKATA・Hikaru SAITOU・Hiroki KANAI・Nozomi KITAMURA・Naoki MIYAZATO

¹学生会員 群馬工業高等専門学校専攻科 環境工学専攻 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

²学生会員 元群馬工業高等専門学校専攻科 環境工学専攻 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

³非会員 元群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

⁴正会員 群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

E-mail:nmiyazato@gunma-ct.ac.jp

近年、水環境における新たな環境汚染としてマイクロプラスチック (microplastics, MPs) 汚染が注目を集めている。MPsは難分解性であることから水環境中に長時間滞留し、生態環境に影響を及ぼすことが懸念されている。また、海洋MPsの主な起源として河川MPsが問題視されているが、河川MPsの調査は海洋MPsに比べ調査事例が少ない。河川MPsは降雨などによる増水時にはMPs量も増加するとされているが、明確な実態は不明であり発生源の特定・対策は難航している。そこで、本研究では発生源の推測という観点から、群馬県内を流れる利根川の利根橋下 (中流域) を対象として月に1回の計12回 (1年間) 調査を行った。調査は環境省が提示する河川MPsガイドラインに従った。調査の結果、7, 8, 10月のMPs濃度が比較的に高い結果となった。また、黒色の膜状のポリエチレンは毎月確認されたため、時期に関係なく供給されるMPsの可能性がある。

Key Words : microplastics, Tone river, Synthetic fiber

B-20 養殖牡蠣のノロウイルスの蓄積とその浄化に与える要因

○山田 麻椰¹・米田 一路²・久井 康太¹・西山 正晃³・植木 洋⁴・坂上 亜希恵⁵・渡部 徹^{3,*}

○Maya YAMADA・Ichiro YONEDA・Kota HISAI・Masateru NISHIYAMA・You UEKI・Akie SAKAGAMI・Toru WATANABE

¹非会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23)

²学生会員 岩手大学大学院 連合農学研究科 (〒020-8550 岩手県盛岡市上田3丁目18-8)

³正会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23), E-mail:to-ru@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

⁴非会員 株式会社日本環境衛生研究所 (〒983-0836 宮城県仙台市宮城野区日出町3丁目7-14)

⁵非会員 宮城県保健環境センター (〒983-0836 宮城県仙台市宮城野区美幸町4丁目7-2)

下水道等から水環境に排出されたノロウイルスが、沿岸域で養殖中の牡蠣に蓄積されることは良く知られている。安全な牡蠣の提供のために、出荷前の牡蠣を滅菌海水中で畜養してウイルスを吐き出させる浄化処理が行われるが、先行研究は、この処理では牡蠣中のウイルスを完全に除去できないことを報告している。牡蠣へのウイルス蓄積とその浄化には、海水中のウイルス濃度、浄化期間、給餌の有無、牡蠣の成長度等が影響を与える可能性があり、本研究ではこれらの影響を評価するため、牡蠣をノロウイルスGII.2で人為的に汚染した後、最大7日間浄化する実験を行った。その結果、7日間の浄化処理後も11~12月の牡蠣からはウイルスを完全に除去できないこと、そして、給餌は浄化処理による牡蠣からのウイルス除去に影響を与えないことが分かった。

Key Words : Norovirus, Crassostrea gigas, bioaccumulation, depuration, food poisoning

B-21 機械学習を用いた湖沼における大腸菌生存モデルの開発

○米田 一路¹・西山 正晃²・渡部 徹^{2,*}

○Ichiro YONEDA・Masateru NISHIYAMA・Toru WATANABE

¹学生会員 岩手大学大学院 連合農学研究科 (〒020-8550 岩手県盛岡市上田3丁目18-8)

²正会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23) , E-mail: to-ru@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

大腸菌は温血動物の腸管内に多数存在し、環境中では長期間生存できないため、指標細菌として水環境のふん便汚染を推定する数値モデルに利用されている。大腸菌の生存には、様々な環境因子が深く関わっているにもかかわらず、多くの数値モデルは、これらの因子の影響をほとんど考慮していない。本研究では、温度やpH等の環境因子が湖沼の水と底泥中での大腸菌の生存に与える影響を評価する実験の結果をもとに、これらの因子の影響を反映した水と底泥における大腸菌の死滅増殖速度の予測モデルを、線形回帰、サポートベクター回帰、ランダムフォレスト、ニューラルネットワークを用いて開発した。開発したモデルの中で最も精度が高かったモデルを用いて、大腸菌が長期間生存しやすい水と底泥の環境条件を推定した結果、水中では暗所、低温、pH6~7、高いDOC濃度(約6 mg/L以上)の条件、底泥中ではpH7~8の条件で、大腸菌が長期間生存できることが示された。

Key Words : *Escherichia coli, faecal indicator bacteria, lake water quality, lake sediment*

B-22 アミン修飾活性炭を用いたPFASの吸着と化学的再生に関する研究

○山本 光一^{1,*}・加藤 大道¹・Bei ZHANG²・磯部 敏宏²・藤井 学¹

¹東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1) ,

yamamoto.k.bv@m.titech.ac.jp

²東京工業大学 物質理工学院 材料系 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1)

吸着プロセスは PFAS を効果的に除去する一方、環境・経済面を考慮した使用済吸着材の再生は重要な課題である。本研究では、アミン修飾活性炭を用いた PFAS の吸着と活性炭の化学的再生に関する検討を行った。アミン修飾活性炭は無修飾活性炭に比べて様々な水質条件や異なる PFAS に対しても高い吸着性能を示した。一方で、5 サイクル再生後の吸着量は無修飾活性炭に比べてアミン修飾活性炭の方が低い再生効率を示したことから、アミン修飾を行うことで PFOA に対する繰り返し吸着効率は減少してしまう可能性が示唆された。また、5つの溶媒を用いて吸着材再生を検討した結果、5%NaCl+50%MeOH と 5%NH₄Cl+50%MeOH の溶媒で再生効率が高くなった。他に 5%NH₄Cl (H₂O) や 50%MeOH による再生を行ったが、再生効率は低い値を示した。従って、検討された溶媒の中ではメタノールと塩の組み合わせが比較的有效な再生溶媒であった。

Key Words : *PFAS, Adsorption, Amine-modified, Activated carbon, Chemical regeneration*

B-23 ヒトノロウイルスの浄水処理性の把握に向けた 高感度に定量可能な革新的ウイルス様粒子の創製

○浅川 高志¹・白崎 伸隆^{2,*}・松下 拓³・松井 佳彦⁴

○Takashi ASAKAWA・Nobutaka SHIRASAKI・Taku MATSUSHITA・Yoshihiko MATSUI

¹非会員 北海道大学修士課程 大学院工学院 環境創生工学専攻（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

²正会員 北海道大学准教授 大学院工学研究院 環境工学部門（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

E-mail: nobutaka@eng.hokudai.ac.jp

³正会員 北海道大学教授 大学院工学研究院 環境工学部門（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

⁴正会員 北海道大学名誉教授 大学院工学研究院 環境工学部門（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

ヒトノロウイルスは、汎用細胞を用いた効率的な培養が困難であることから、ウイルスの浄水処理性の把握に広く用いられる添加実験に必要なウイルス量を確保することが難しく、浄水処理性に関する知見が極めて限られている。一方、ヒトノロウイルスのウイルス様粒子（VLPs：粒子径等が野生のヒトノロウイルスと同等である中空粒子）は、培養法に頼ることなく多量に作製可能であるため、これを実験に用いることにより、浄水処理性の把握が可能である。しかしながら、VLPsは内部に遺伝子を持たないため、粒子を構成するタンパク質を標的とした低感度な定量法（ELISA法）に頼らざるを得ないという欠点がある。本研究では、VLPsの内部に、PCR法により高感度に定量可能なDNAを複数結合させた金ナノ粒子を封入すること、すなわち、革新的VLPsの創製を試みた。これにより、従来のVLPsに比べ、最大10,000倍の感度向上が期待できる。

Key Words : DNA, Drinking water treatment, Gold Nanoparticles, Human norovirus, VLPs

B-24 下水処理プロセス全体でのウイルス挙動把握のための測定手法の検討

○松橋 学^{1*}・石井 淑大²・原田 美冬²・重村 浩之¹

○Manabu MATSUHASHI・Yoshihiro ISHII・Mifuyu HARADA・Hiroyuki SHIGEMURA

¹正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 上下水道研究部 下水処理研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

²非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 上下水道研究部 下水処理研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

新型コロナウイルスの感染拡大を一つのきっかけに下水疫学が普及し、下水中のウイルス監視に関する、測定手法や検出感度の向上手法が加速的に開発された。一方で下水処理水中のウイルスの調査は、PMMoVやノロウイルスを指標とし従来より検討が行われているが、汚泥を含む処理プロセス全体の挙動についての検討事例は少ない。加えて、SSの多い試料は、沈殿物法、液体試料は、PEG沈殿法と、異なる前処理により測定されており汚泥系と水処理系を別々に評価してきた。このことから、本調査では、ノロウイルスを対象に汚泥中も含めた実下水処理場プロセスでのウイルス挙動を同一測定法により把握することを目的に、従来のPEG沈殿法及び、沈殿物法の測定に加え、試料に直接プロテアーゼ処理を行うDirect capture（DC）法を用いて液体及び汚泥の両試料を測定し、下水処理場の流入水から放流まで各処理プロセスにおけるウイルスの挙動を同一手法で測定し、その適応可能性について検討した。

Key Words : virus, reclaimed water, sludge, wastewater treatment, SS

B-25 新規ウイルス濃縮法の構築と適用に基づいた 水道原水に存在する病原ウイルスの感染価評価

○福井 健暉¹・白崎 伸隆^{2*}・松下 拓³・松井 佳彦⁴

○Kenki FUKUI・Nobutaka SHIRASAKI・Taku MATSUSHITA・Yoshihiko MATSUI

¹非会員 北海道大学修士課程 大学院工学院 環境創生工学専攻 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

²正会員 北海道大学准教授 大学院工学研究院 環境工学部門 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

E-mail: nobutaka@eng.hokudai.ac.jp

³正会員 北海道大学教授 大学院工学研究院 環境工学部門 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

⁴正会員 北海道大学名誉教授 大学院工学研究院 環境工学部門 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

PCR法を用いた水環境におけるウイルスの存在実態調査が広く行われるようになり、日本の水道原水においても、水系感染症を引き起こす病原ウイルスが存在することが明らかとなっている。しかしながら、一般的に、PCR法では、水系感染症のリスク評価において重要となる病原ウイルスの感染性の有無については判断できない。本研究では、活性炭吸着とUF膜ろ過を組み合わせることにより、感染性を有する病原ウイルスを効果的に濃縮・回収可能な新たなウイルス濃縮法を構築するとともに、構築した濃縮法を実際の水道原水に適用し、細胞培養とPCR法を組み合わせたICC-PCR法による感染力を有する病原ウイルスの定量を実施した。その結果、対象とした水道原水においては、病原ウイルスであるエンテロウイルス及びロタウイルスが、感染力を有した状態でそれぞれ10 MPN/L程度、1~3 MPN/L程度存在する場合があることが明らかとなった。

Key Words : *Drinking water source, Human enteric viruses, Virus concentration method, Virus infectivity*

B-26 水環境における大腸菌の生存に関する標準株と野生株の比較

○鹿内 靖成¹・米田 一路²・盧 歆³・西山 正晃⁴・渡部 徹^{4,*}

○Yasunari SHIKANAI・Ichiro YONEDA・Huan Lu・Masateru NISHIYAMA・Toru WATANABE

¹非会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23)

²学生会員 岩手大学大学院 連合農学研究科 (〒020-0004 岩手県盛岡市上田3丁目18-8)

³非会員 山形大学大学院 農学研究科 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23)

⁴正会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23) , E-mail: to-ru@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

大腸菌は水環境のふん便汚染の指標細菌として広く利用されている。しかし近年、大腸菌が水環境の底泥や水中でも長期間生存できることが報告されるようになり、これを指標細菌として引き続き利用することに懸念が生じている。水環境における大腸菌の生存を評価するために、本研究では河川、湖沼、海岸から底泥と水の試料を採取し、各試料に添加した大腸菌標準株の消長について、20℃の暗条件で評価する室内実験を実施した。その結果、底泥と水の試料中での大腸菌標準株の死滅速度は、それぞれ0.16~1.09と0.64~1.62day⁻¹であり、標準株は水中よりも底泥中で長期間生存できることが分かった。同じ実験で、底泥と水の試料にもともと存在していた大腸菌野生株の死滅速度(それぞれ-0.05~0.02と0.20~0.48day⁻¹)は標準株の死滅速度よりも明らかに小さく、大腸菌野生株が水環境に適応している可能性が示された。

Key Words : *Escherichia coli, die-off rate, water environment, water, sediment, laboratory experiment*

B-27 UVによる抗菌薬の分解とその分解生成物に関する研究

○伊藤 来夢¹・佐藤 公亮¹・石川 奈緒^{2,*}・伊藤 歩²

○Raimu ITO・Kosuke SATO・Nao ISHIKAWA・Ayumi ITO

¹正会員 岩手大学大学院 総合科学研究科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田3丁目18-8)

²正会員 岩手大学 理工学部 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4丁目3-5) , E-mail:naoki@iwate-u.ac.jp

下水処理水中に含まれる抗菌薬のUVによる分解除去を検討した。対象抗菌薬はアジスロマイシン (AZI) , スルファメサジン (SMZ) , スルファピリジン (SPD) の3種類である。29 cm×9.5 cmの水槽に各抗菌薬溶液を入れ, UVライトを浸漬し照射した。経時的に溶液中の抗菌薬濃度を測定した。AZIは分解が遅い一方, SMZとSPDは迅速に分解され, UVによる除去が有効であることが示された。また, SPDの分解生成物としてスルファニルアミドが生成されるが, その後スルファニルアミドが分解された。したがって, サルファ剤のUVによる分解では, サルファ剤の基本構造であるスルファニルアミドも分解できることが示された。

UVによる処理水の安全性を確認するためには, 処理水に含まれる分解生成物の抗菌活性の有無を確認する必要がある。 *Escherichia coli* (NBRC3301) を用いた薬剤感受性試験では, SPDの最小発育阻止濃度 (MIC値) は10~50 mg/Lであった。今後, SPD溶液のUV処理水中のSPD濃度と抗菌活性の関係を確認することで処理水の安全性を評価する予定である。

Key Words : Azithromycin, Sulfamethazine, Sulfapyridine, Antibiotic sensitivity test, Antibacterial activity

B-28 Development of Human/Sewage-associated Genetic Markers in *C. perfringens* for Fecal Source Tracking

○ Thi Thu Huong NGUYEN¹, Tomohiro NAKANISHI^{2,*}, Ryota GOMI¹ and Sadahiko ITOH³

¹Dept. of Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University (C-cluster, Kyoto-Daigaku-Katsura, Nishikyo-ku, 615-8540, Kyoto, Japan)

² Member of JSCE, Dept. of Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University (C-cluster, Kyoto-Daigaku-Katsura, Nishikyo-ku, 615-8540, Kyoto, Japan)
E-mail: nakanishi.tomohiro.8r@kyoto-u.ac.jp

³Member of JSCE, Professor, Dept. of Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University (C-cluster, Kyoto-Daigaku-Katsura, Nishikyo-ku, 615-8540, Kyoto, Japan)

Clostridium perfringens are fecal indicator bacteria and have also been employed as indicators for protozoan contamination (e.g., *Cryptosporidium* and *Giardia*) in drinking water sources in Japan, due to their similarity in environmental persistence. However, the detection of this bacterium does not specify its sources, leading to the overestimation of fecal contamination risk and thus the adoption of inefficient countermeasures. To address this issue, microbial source tracking (MST) is a valuable approach for identifying the fecal origins in the environment using host-associated genetic markers. Despite the important role of this bacterial species in waterworks, until now, there has been no research into MST markers in *C. perfringens*. Hence, this study aimed to develop human/sewage-specific genetic markers in *C. perfringens* to serve as a valuable routine MST tool.

We analyzed 230 human/sewage-sourced and 226 animal-sourced *C. perfringens* genomes, which were either retrieved from published databases or assembled from whole-genome sequences of newly collected isolates in wastewater treatment plant (WWTP) effluents. A pan-genome-wide association study of these genomes reported 62 candidate genes that significantly enriched in human/sewage-derived isolates, and three among them are validated as strongly human/sewage-specific candidate genes by testing against a separate dataset. All these three genetic markers exhibited high specificity (over 96%) and moderate sensitivity to human/sewage-derived samples in the validation dataset. When used in combination, their sensitivity significantly increased to over 50%. PCR assays for these novel markers were developed and optimized for the routine detection of human sewage origin in various environmental water bodies.

Key Words : microbial source tracking, human/sewage-specific genetic markers, *Clostridium perfringens*, pan-genome analysis

B-29 東北地方の一級河川から単離したESBL産生大腸菌の 薬剤耐性感受性と遺伝子型の特徴

○倉持 祥太¹・釧持 ひろ¹・米田 一路²・渡部 徹³・西山 正晃^{3,*}

○Shota KURAMOCHI・Hiro KENMOTSU・Ichiro YONEDA・Toru WATANABE・Masateru NISHIYAMA

¹非会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町 1-23)

²学生会員 岩手大学大学院 連合農学研究科 (〒020-8550 岩手県盛岡市上田3丁目18-8)

³正会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町 1-23) , E-mail:m-nishiyama@ads1.tr.yamagata-u.ac.jp

基質特異性拡張型βラクタマーゼ (ESBL) 産生菌は、第三世代セフェム系抗菌薬に耐性を示し、医療現場で注視すべき耐性菌とされている。本研究では、東北地方の一級河川を対象にESBL産生大腸菌の調査を実施し、薬剤感受性とESBL産生遺伝子 (*bla*) の型別、分子疫学解析による空間的な分布状況の把握を試みた。調査は、東北地方の8つの河川 (阿武隈川, 名取川, 北上川, 馬淵川, 岩木川, 雄物川, 最上川, 赤川) から季節性を考慮して5回採水し、ESBL産生大腸菌の分離・同定を行った。調査期間で分離した94株のESBL産生大腸菌は、4種類のセフェム系抗菌薬に高い耐性 (≒100%) を示す一方で、セフトジシムへの耐性率が低い (12%) 特徴がみられた。単離菌株の73% (69株) が*bla*_{CTX-M}を保有し、全ての河川から検出された。分子疫学解析の結果、赤川と北上川を除く6つの河川から臨床上で問題となるST131が検出され、環境へESBL産生大腸菌が拡散している現状が浮き彫りとなった。

Key Words : Antimicrobial Resistance, *Escherichia coli*, ESBL, river, Multi-locus Sequence Typing

B-30 庄内地方に生息する食肉目動物が保有する薬剤耐性腸球菌の蔓延状況

○菅原 健聖¹・高橋 亮太¹・斉藤 昌幸²・渡部 徹³・西山 正晃^{3,*}

○Kensyo SUGAWARA・Ryota TAKAHASHI・Masayuki SAITO・Toru WATANABE・Masateru NISHIYAMA

¹非会員 山形大学 農学部食料生命環境学科 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町 1-23)

²非会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町 1-23)

³正会員 山形大学 農学部 (〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町 1-23) , E-mail:m-nishiyama@ads1.tr.yamagata-u.ac.jp

薬剤耐性菌の問題を解決するためには、ワンヘルスに基づく分野横断的な取り組みが必要とされている。しかしながら、環境と動物の境界領域である野生動物を対象とした調査事例は少ない。本研究では、庄内地方に生息する食肉目動物を対象として、薬剤耐性腸球菌の発生動向を調査し、耐性を示す抗菌薬の種類や動物ごとの出現頻度を評価した。ふん便試料は、2022年6月から2023年11月までに130検体採取し、そのうち、107検体から297株の腸球菌を分離した。eDNA分析の結果、87株がキツネ、16株がタヌキ、3株がクマのふん便と同定され、それらに対して12種類の抗菌薬に対する薬剤感受性を評価した。分離した腸球菌のうち、少なくとも1薬剤以上に耐性を示した菌株は、53% (56株) であり、CPFXへの耐性が最も高かった (47%)。また、キツネのふん便からは、6種類の抗菌薬に耐性を示す多剤耐性株 (ABPC-IPM-CPFX-TC-DOXY-MINO) が1株検出され、野生動物への耐性菌の拡散が危惧された。

Key Words : one health, antimicrobial-resistance-bacteria, wild animal, rural area, northern japan

B-31 COVID-19 流行が都市下水と病院排水中の薬剤耐性菌の発生動向に与える影響

○関根 大樹¹・遠藤 敬大¹・馬場 啓聡²・金森 肇²・渡部 徹³・西山 正晃^{3,*}

○Daiki SEKINE・Keidai ENDO・Hiroaki BABA・Hajime KANAMORI・Toru WATANABE・Masateru NISHIYAMA

¹非会員 山形大学 農学部 (〒997-0037 山形県鶴岡市若葉町1-23)

²非会員 東北大学大学院医学研究科 (980-0872 宮城県仙台市青葉区星陵町2-1)

³正会員 山形大学 農学部 (〒997-0037 山形県鶴岡市若葉町1-23) ,E-mail: m-nishiyama@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

薬剤耐性菌 (ARB) による感染症は、公衆衛生における世界的な問題であり、日本でもその対策が急務である。市中における ARB の発生動向は、下水処理水をモニタリングすることで把握できることがわかってきた。本研究は、臨床上問題となる ARB である ESKAPE 細菌を対象として、COVID-19 流行前後における都市下水と病院排水中の ARB の発生動向を比較し、その影響を評価した。流入下水と病院排水は、2019 年 2 月から 2 年間毎月 2 回採水し、COVID-19 流行前後の 1 年間を流行前と流行後と定義した。COVID-19 流行前後における流入下水中の ESKAPE 細菌の発生動向を比較した結果、CRE, MDRP, VRE の陽性率が 29~41%減少し、CRE, ESBL および MRSA の耐性率は 4~9%減少した。一方で、病院排水中の ARB の陽性率は、CRE, ESBL, MDRA でわずかに増加 (5~10%) 増加し、MRSA では 25%減少した。下水中の ARB の変化は、抗菌薬処方の減少、海外渡航者の減少、手指消毒による感染予防対策などの影響が考えられた。

Key Words : Antimicrobial Resistance Bacteria, ESKAPE, ESBL, Waste Water, Hospital Waste Water

B-32 下水処理水の放流先河川における抗菌薬の挙動に関する研究

○佐藤 公亮¹・伊藤 来夢¹・笹本 誠²・竹花 和浩³・鳴海 貴之²・石川 奈緒^{3,*}
・伊藤 歩³

○Kosuke SATO・Raimu ITO・Makoto SASAMOTO・Kazuhiro TAKEHANA・Takayuki NARUMI・Nao ISHIKAWA・Ayumi ITO

¹学生会員 岩手大学大学院 総合科学研究科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田3丁目18-8)

²非会員 岩手大学 理工学系技術部 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4丁目3-5)

³正会員 岩手大学 理工学部 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4丁目3-5) ,E-mail: naoki@iitate-u.ac.jp

下水処理水とともに河川へ排出される抗菌薬の河川流下中の挙動を調査し、その残留性評価や負荷量による考察を行った。岩手県A浄化センターの下水処理水、下水処理水放流河川 (B川) では下水処理水放流口より上流を1地点、B川が合流するC川では、B川が合流する前の上流1点および下流2地点について、水試料中の抗菌薬濃度を測定した。また、各地点での流量を求め、抗菌薬負荷量を算出した。対象抗菌薬はAzithromycin, Clarithromycin, Roxithromycin, Levofloxacin, Sulfamethoxazole, Sulfapyridineの6種類である。降雨の影響が少ない平水時は、Azithromycin, Roxithromycin, Sulfapyridineは河川流下中も残留しやすい傾向にある一方、Levofloxacinは流下中に消失が見られた。また、流量と負荷量の関係から、抗菌薬は降雨による濃度減少だけでなく、河床堆積物に吸着することで河川水中の抗菌薬濃度が増加する河床堆積物洗い出しに類する挙動が見られる種類があることが示された。

Key Words : Macrolide, New quinolone, Sulfa drug, L-Q curve, sewage treatment effluent

B-33 *Legionella pneumophila*に特異的なDNAアプタマーの開発

○高井 麻帆¹・中尾 栞之¹・松永 光司²・齋藤 伸吾²・中屋 佑紀³・佐藤 久^{3,*}

○Maho TAKAI・Kanji NAKAO・Koji MATSUNAGA・Shingo SAITO・Yuki NAKAYA・Hisashi SATOH

¹非会員 北海道大学学生 大学院工学院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

²非会員 埼玉大学 大学院理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

³会員 北海道大学 大学院工学研究院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目), E-mail:qsatoh@eng.hokudai.ac.jp

DNAアプタマーとは抗体のように特定の物質に特異的に結合する一本鎖DNAである。本研究グループではこれまでに*Legionella pneumophila*に特異的なDNAアプタマー(7種類, Lp1からLp7)の選抜に成功した。各DNAアプタマーの*L. pneumophila*に対する結合能をアプタマーに蛍光色素を修飾することで解析した。7種のうちLp5, Lp6, Lp7が他のDNAアプタマーに比べてより多くの*L. pneumophila*の細胞に結合していることが蛍光顕微鏡観察により明らかとなった。この理由としてDNAアプタマーごとに、結合力が異なること、*L. pneumophila*上にある結合サイトが異なること、さらには結合サイトの存在量が異なることが考えられる。画像を詳細に観察すると、同じアプタマーを使った場合でも*L. pneumophila*細胞間で蛍光強度が異なることがわかった。この理由として、結合サイトの存在量が細菌の活性により異なることが考えられる。今後は他の水系感染症を引き起こす様々な病原体に対応するDNAアプタマーを選抜し、一斉分析プラットフォームを構築する。

Key Words : DNA aptamer, *Legionella pneumophila*, fluorescence microscope, binding site

B-34 限外濾過によるT型ファージ阻止 における粒子特性の影響

○島津 航太郎¹・橋本 崇史²・片山 浩之³

○Kotaro SHIMAZU・Takashi HASHIMOTO・Hiroyuki KATAYAMA

¹東京大学大学院修士課程 工学系研究科都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

²正会員 東京大学 大学院工学系研究科 附属水環境工学研究センター (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

E-mail: hashimoto@env.t.u-tokyo.ac.jp

³正会員 東京大学大学院 工学系研究科都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

限外ろ過(UF)膜は浄水処理や排水処理、再生水処理プロセスなどで病原ウイルス除去への貢献が期待される一方で、ウイルスが異なると除去性が変動するため、その除去性能は保証されていない。UF膜によるウイルス粒子の阻止では、粒子径が膜孔径よりも小さくなることから、サイズ分画だけでなく粒子径以外の粒子特性が大きく影響すると考えられている。しかし実験条件の違いから研究間での結果の比較が困難であり、粒子特性の除去機構への寄与は十分明らかにされていない。そこで本研究では、異なる粒子サイズ、表面特性を持つ5種のT型ファージを用いて限外ろ過膜による阻止性を実験的に評価し、粒子特性との関係性を調べた。ろ過膜、ウイルス粒子の表面特性としてゼータ電位、極性を測定し、阻止性との関係性を評価したところ粒子径以外にゼータ電位が大きく寄与する可能性が示唆された。

Key Words : ultrafiltration, virus, electrostatic interaction, hydrophobic interaction, Brownian motion

B-35 クラスタ分析を用いた貯水池の TOCおよび濁度と環境条件の関係性の検討

奥村 晃弥¹・酒井 宏治^{2,*}

Koya OKUMURA・Hiroshi SAKAI

¹非会員 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

²正会員 東京都立大学准教授 都市環境学部 都市基盤環境学科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail: h_sakai@tmu.ac.jp

貯水池の水質改善対策は、より良い水道原水の供給に必要不可欠であり、様々な機関により多くの研究が行われている。しかし、貯水池の富栄養化や有機汚濁等に着目した研究が行われてきている一方で、TOCや濁度をはじめとする水道水質基準項目の指標に着目した研究は少ない。そこで、本研究では、水道統計水質編に掲載されている、ダムから直接取水している浄水場の2005年から2019年のTOCおよび濁度のデータを集計した。その後、気温やダムの総貯水容量、堤高、形式でウォード法によるクラスタ分析を行い、グルーピングされた結果ごとにTOCおよび濁度のばらつきや平均値の比較を行った。また、水温や気温、降水量、浄水量との相関係数を比較することで、どのような要因によって差異が見られるかを検討し、貯水池の水源管理や浄水場の運転管理に有用な知見を得ることを目的とした。

Key Words : *reservoir, toc, turbidity, cluster analysis, water quality*

B-36 下水汚泥が施用された黒ボク土でのリンの動態と植物の生育との関係

○松草 亮太¹・立石 貴浩^{2,*}・石川 奈緒³・伊藤 歩⁴

¹学生会員 岩手大学大学院総合科学研究科農学専攻 (〒020-8550 岩手県盛岡市上田 3-18-8)

²正会員 岩手大学准教授 農学部 (〒020-8550 岩手県盛岡市上田 3-18-8)

³正会員 岩手大学准教授 理工学部 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5)

⁴正会員 岩手大学教授 理工学部 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5)

*E-mail: ttateisi@iwate-u.ac.jp

日本はリン酸肥料の原料であるリン鉱石をほぼ全量輸入している。そのため、国内でのリン資源の有効活用やリサイクルが検討されている。ところで、リン酸肥料が散布される畑地の約50%を占める黒ボク土はリンを強く吸着固定するため、作物へのリンの供給は制限され、不足するリン酸を補充する必要がある。本研究では未利用リン資源である下水汚泥資材のリン酸肥料としての効果を検証した。盛岡市内の浄化センターの嫌気好気活性汚泥処理から生じる余剰汚泥を採取し、調製した分離液と電気透析法による濃縮液を肥料資材として用いた。これらを黒ボク土に施用し、コマツナを人工気象器内で栽培した。分離液、濃縮液ともにリン酸肥料としての効果は認められたが、市販の液体肥料と比べると効果は小さく、十分な生育には不足した肥料成分を補う必要があった。また、濃縮液およびコマツナ地上部中に重金属類は検出されず、下水汚泥由来の重金属リスクは見られなかった。

Key Words : *andosol, sludge, fertilizer, cultivation, plant growth, heavy metals*

B-37 顕微IR及び顕微ラマン分光を用いた エポキシ系防食被覆へのオレイン酸浸入状況の測定可能性

○宮本 豊尚^{1*}・津田 直弥²・高橋 啓太¹・富山 禎仁¹・阿部 千雅³

○Toyohisa MIYAMOTO・Naoya TSUDA・Keita TAKAHASHI・Tomonori TOMIYAMA・Chika ABE

¹正会員 (国研) 土木研究所 先端材料資源研究センター (〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6),
E-mail: recycle-imarrc21@pwri.go.jp

²正会員 元(国研) 土木研究所 先端材料資源研究センター (〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6)

³非会員 (国研) 土木研究所 先端材料資源研究センター (〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6)

下水道施設の代表的な防食被覆材であるエポキシ系の防食被覆は、耐硫酸性の観点から開発が進められてきたが、近年では有機酸による劣化が課題となっている。有機酸の中でも高級脂肪酸は、拡散により防食被覆が膨潤、軟化する可能性を有しているが、高級脂肪酸の浸入深さを把握する方法が確立していない。そこで本研究では、オレイン酸に浸漬した防食被覆材を加工し、顕微IR及び顕微ラマン分光で断面を測定することで、エポキシ系防食被覆への浸入状況の把握を試みた。耐有機酸性のないエポキシ樹脂を用いた場合、顕微IRではC=O吸収スペクトル(1700cm^{-1})を解析することで、顕微ラマンではC=C伸縮振動に伴うラマンシフト($1670\sim 1655\text{cm}^{-1}$)を解析することで、浸入状況を確認することができた。浸入状況を解析した結果、顕微IR分析では約 $200\mu\text{m}$ 、顕微ラマンでは約 $260\mu\text{m}$ と同程度の評価であった。

Key Words : Epoxy Lining, Oleic acid, IR Microspectroscopy, Micro-Raman Spectroscopy

B-38 浸水解析モデルによる ため池と水田の貯留効果および浸水リスク低減の評価

○田中 直也¹・相谷 明宏¹・古米 弘明²

○Naoya TANAKA・Akihiro AITANI・Hiroaki FURUMAI

¹非会員 株式会社フソウ 水インフラ事業部 デジタルソリューション本部
(〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2-3-1)

²正会員 中央大学 研究開発機構 機構教授 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

近年、集中豪雨や局地的大雨による被害が増えており、浸水対策の強化が急務となっている。対策検討においては、ため池や水田といった既存の地形要素が持つ貯留効果の有効活用が期待されている。これらは降雨時に一時的な水の貯留を担い、浸水リスクを軽減する重要な役割を果たすが、その効果は周辺の地形や降雨パターンによって異なるため、効果評価が難しい。特に防災重点農業用ため池は全国で5万か所以上にのぼり、その重要性が高まっている。本研究では、桜川流域を対象として、河川と下水道の水理事象を一体的に解きながら浸水解析が可能なシームレスモデルを基盤として、現地調査に基づいた水路などを追加することで、ため池・水田による貯留現象のモデル化を行った。複数の豪雨降雨を用いた浸水解析結果の再現性を確認した上で、ため池・水田を利用した雨水貯留シナリオ解析を行い、ため池・水田の貯留による浸水のリスク低減効果を定量的に評価した。

Key Words : Simulation, Flood analysis, Intense rainfall, Pond, Paddy field

B-39 複数の一次反応式モデルを用いた廃菌床からのメタン生成特性の評価

○岸田 慎司^{1*}・松本 明人²・天野 良彦³・水野 正浩³・熊澤 直哉⁴

○Shinji KISHIDA・Akito MATSUMOTO・Yoshihiko AMANO・Masahiro MIZUNO・Naoya KUMAZAWA

¹信州大学大学院 工学専攻水環境・土木工学分野（〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1），23w3009h@shinshu-u.ac.jp

²正会員 信州大学 工学部水環境・土木工学科（〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1）

³信州大学 工学部物質化学科（〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1）

⁴中部電力株式会社 技術開発本部（〒459-8522 名古屋市緑区大高町字北関山 20-1）

回分式バイアル試験によってキノコの廃菌床を基質にメタン発酵実験を行った。種汚泥に対する廃菌床の添加率や種汚泥の種類などを変化させて実験を行い、ガス発生量やガス組成から累積メタン生成量を算出したところ、得られたそれぞれのグラフから複数段階の反応が確認された。そこから、段階が切り替わる部分を基準点として一次反応式モデルを段階ごとに当てはめて解析し、各解析値（メタン生成ポテンシャル、一次反応速度定数、遅滞時間）を求めていった。

反応が複数段階になった原因としては、廃菌床には易分解性の成分と難分解性の成分の両方が含まれている点が挙げられる。メタン発酵実験において易分解性成分が測定開始後早い段階からメタンを発生させ、難分解性成分が遅れてメタンを発生させるといったように、分解のされやすさの違いによって異なるタイミングで反応が進んだものと考えられる。

Key Words: waste mushroom beds, methane fermentation, accumulated methane production, multi-step methane production, first-order reaction equation model

B-40 路上に堆積したタイヤ摩耗粉塵の発生状況のモデル化に関する検討

○高城 翔吾¹・酒井 宏治²

○Shogo Takagi・Hiroshi SAKAI

¹東京都立大学大学院 都市環境科学研究科都市基盤環境学域（〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1），

E-mail: takagi-syogo@ed.tmu.ac.jp

²東京都立大学准教授 都市環境科学研究科都市基盤環境学域（〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1），

E-mail: h_sakai@tmu.ac.jp

タイヤ摩耗粉塵とは、タイヤと道路の摩擦により生じる物質であり、タイヤのゴムや道路のアスファルト由来の鉱物粒子などから構成される複合物質である。近年、タイヤ摩耗粉塵は水環境へ流出するマイクロプラスチックの主要発生源の一つであるとされ、生態系への悪影響が懸念されている。しかし、路上に堆積するタイヤ摩耗粉塵の発生状況について交通量や道路状況から予測するモデルは限られている。そこで本研究では、複数地点で道路粉塵のサンプリングを行い、顕微FTIRを用い、粒径別の3区分においてタイヤ摩耗粉塵の同定を行った。それらの結果について、交通量、先行晴天日数、道路舗装の健全度に着目して路上に堆積したタイヤ摩耗粉塵の発生状況についてモデル化を試みた。

Key Words : TRWP, traffic volume, antecedent dry days, road pavement soundness, μ -FTIR

B-41 活性汚泥に及ぼすケイ酸および嫌気条件下での影響

○酒井 響¹・大竹 志弥²・池本 良子³・松浦 哲久³・宮里 直樹^{4,*}

○Hibiki SAKAI・Yukiya OOTAKE・Souta AZAMI・Ryoko IKEMOTO・Norihisa MATSUURA・Naoki MIYAZATO

¹非会員 群馬工業高等専門学校専攻科 環境工学専攻 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

²学生会員 群馬工業高等専門学校専攻科 環境工学専攻 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

³正会員 金沢大学 理工研究域 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

⁴正会員 群馬工業高等専門学校専攻科 環境都市工学科 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

E-mail:nmiyazato@gunma-ct.ac.jp

日本の下水処理場では活性汚泥法が主に用いられているが、一部のし尿処理施設では、ケイ酸などのミネラル成分を中心とした薬剤添加を行うことで悪臭が低減されたという実例が報告されている。この悪臭の発生要因の一因として硫酸塩還元菌が生成する硫化水素が挙げられている。そこで本研究ではミネラル成分のケイ素について着目し、ケイ酸を添加する基質と未添加の基質を用いた実験装置により活性汚泥を馴養した。加えてケイ酸添加は*Bacillus*属細菌の増殖に寄与することが報告されているため、硫酸塩還元菌とともに細菌数の測定を行った。実験は、回分式活性汚泥法と連続式活性汚泥法により実施され、連続式活性汚泥法を用いた馴養では微生物群集解析を実施した。馴養の結果、一部で硫酸塩還元菌による硫酸塩還元においてケイ酸が影響したとが観測される硫化水素の抑制が確認できた。

Key Words :Sulfate reducing, silicic acid, *Bacillus*, next generation sequencing.

B-42 海草Shoot長さの季節変動を考慮した海草成長モデルの開発

○松本 大輝¹・井上 徹教¹

○Hiroki MATSUMOTO・Tetsunori INOUE

¹正会員 港湾空港技術研究所 海洋環境制御システム研究領域海洋汚染防除研究グループ (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1) E-mail: matsumoto-h-p@p.mpat.go.jp

気候変動緩和のために藻場造成が実施されており、数値シミュレーションを用いて、藻場造成が内湾の水質に与える影響を検討することは重要である。既往研究によると、水深に対するシュート長さの割合が大きくなることで、海草場の空気中からの炭素吸収量が増加することが示されている。しかしながら既往研究では日周変動に着目しており、長期の季節変動は検討していない。本研究では海草のShoot長さの季節変動を考慮した海草成長モデルを開発し、Shoot長さの季節変動が海草の生長に与える影響を検討した。開発された海草成長モデルで算出された海草バイオマス、Shoot長さ、海草密度を室内実験の結果と比較したところ概ね良好な再現性を示した。加えて、海草Shoot長さの季節変動が海草の生長に与える影響を検討するために、海草Shoot長さを一定とした場合と季節変動を考慮したシミュレーション結果を比較したところ、海草バイオマスの季節変動量に大きな差が確認できた。

Key Words : Seagrass, Shoot height, Seasonal variation, Ecological modeling, Blue carbon

B-43 異なる濃度のメタノールを用いた段階的溶出が FT-ICR MSによる自然有機物の分子組成同定に及ぼす影響

○藤巻 花野子¹・Jibao Liu¹・Qing Long Fu²・權根相³・藤井 学¹

○Kanoko FUJIMAKI・Jibao Liu・Qing Long Fu・Eunsang KWON・Manabu FUJII

¹東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系（〒152-8550 東京都目黒区大岡山2丁目12-1）

E-mail: fujimaki.k.aa@m.titech.ac.jp

²中国地質大学（湖北省武漢市洪山区魯磨路388号）E-mail: fuqinglong09@mails.ucas.ac.cn

³東北大学 大学院理学研究科 巨大分子解析研究センター（〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3）

E-mail: ekwon@tohoku.ac.jp

FT-ICR MSでは自然有機物（NOM）を分子レベルで解析可能であり、直接注入法から取得されたm/zピークから分子組成を同定することができる。一方で、試料の前処理が分子組成同定に影響を及ぼすことも指摘されている。本研究では、固相抽出において1~100%の異なる濃度のメタノールを用いて段階的にNOMを溶出させ、FT-ICR MSによる測定を行った。その結果25,000ほどの分子組成が得られた。それぞれのメタノール濃度で溶出させたNOM組成をV-K diagramでプロットすると、低メタノール濃度では親水性の高い（低H/C、高O/C）領域に多くのピークが出現し、高メタノール濃度では疎水性の高い（高H/C、低O/C）領域に多くのピークがみられた。また、100%メタノールで一度に溶出する一般的な手法と比較して、2倍以上の分子組成数が得られ、通常的手法では得られない親水性の高いヘテロ原子を含む分子組成群を検出できることが分かった。

Key Words : FT-ICR MS, Natural organic matter, SPE, stepwise elution

B-44 外洋水流入による伊勢湾・三河湾の貧酸素への影響とその要因の解析

○水口 隼人¹・松崎 義孝²・久保田 雅也²・井上 徹教²

○Hayato MIZUGUCHI・Yoshitaka MATSUZAKI・Masaya KUBOTA・Tetsunori INOUE

¹株式会社エコー（〒110-0014 東京都台東区北上野 2-6-4 上野竹内ビル）, E-mail: mizuguchi@ecoh.co.jp

²国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所（〒239-0824 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1）, E-mail: matsuzaki-y@p.mpat.go.jp

伊勢湾と三河湾では夏季に底層貧酸素が形成されることが知られている。ところが、2020年8月に三河湾の底層貧酸素が解消する現象が発生した。その要因として外洋水の流入が観測値から示唆された。しかしながら、湾口の小さい三河湾まで外洋水が流入したメカニズムが不明であった。本研究では流動生態系シミュレーションシステムEcoPARIによる数値シミュレーションで外洋水の流入を再現し、そのメカニズムに関する考察を行った。その結果、数値シミュレーションで伊勢湾と三河湾の底層に外洋由来の高塩分水が流入し、溶存酸素濃度が回復する様子が初めて確認された。この時、大潮期の潮流と、通常の夏季の季節風である南東風ではなく、北西風が4日間続いたことが要因であると示唆された。本発表では、シミュレーション結果を示しつつ、外洋水流入の要因である潮流と北西風の影響について詳細に説明する。

Key Words : EcoPARI, Simulation system, Hypoxia, Aquatic environment assessment, water intrusion, Ise bay, Seasonal wind, Spring tide

B-45 有機性汚泥固形化燃料の発熱と伝熱の解析

○田中 樹¹・ホアン アン トゥアン¹・森下 楽嗣^{2*}・寺嶋 光春^{3*}

○Itsuki TANAKA・Anh-Tuan HOANG・Gakuji MORISHITA・Mitsuharu TERASHIMA

¹非会員 北九州市立大学 国際環境工学研究科 (〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1-1)

²非会員 株式会社サニックス 環境資源開発事業本部 (〒808-0021 北九州市若松区響町1-1-8)

³正会員 北九州市立大学 国際環境工学部 (〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1-1), E-mail: m-terashima@kitakyu-u.ac.jp

有機性汚泥を乾燥固化して製造される有機性汚泥固形化燃料 (organic sludge derived fuel, OSDF) は、保管時に発熱し、約70℃まで上昇すると油分の酸化発熱により急激に温度が上昇し、自然発火に至ってしまうことが知られている。本研究はOSDFを安全に保管する施設を設計する手法を構築することを目的とした。製造直後のOSDFについて、熱物性を測定し、机上規模の断熱容器に保管して温度変化を測定した。この机上規模断熱容器を伝熱解析して、内部の温度変化を再現するように、逆解析によりOSDFの発熱量の経時変化を見積もった。大きさや構造の異なる保管設備構造について、この発熱量経時変化を用いて伝熱解析を実施し、保管中のOSDFの温度分布の経時変化を計算した。体積80 m³の設備においては、約10日後に中心部が最高温度に達し、その最高温度は58℃になると予測された。

Key Words : *prevention of spontaneous combustion, organic sludge derived fuel, OSDF, safety assessment, heat generation estimation, heat conduction analysis*

B-46 琵琶湖内湖・西の湖における水質変動要因の分析

○樫田 健生¹・佐藤 圭輔^{2,*}・川上 奈津子³

○Kensei KASHIDA・Keisuke SATO・Natsuko KAWAKAMI

¹学生会員 立命館大学大学院 理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

²正会員 立命館大学 理工学部 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1), E-mail: k-sato@fc.ritsumeai.ac.jp

³株式会社日吉 分析検査部

本研究では、現存する琵琶湖内湖最大規模を誇る西の湖を対象に、窒素・リンを中心とする水質特性を分析することで、その変動要因を明らかにすることを試みた。さらに、近年西の湖で問題視されているアオコ発生の要因について、上述の水質特性と水文気象観測データを用いた統計解析により分析した。

その結果、西の湖の形態別栄養塩濃度は季節変動が大きく、特に夏季には植物プランクトン増殖に伴う硝酸の枯渇が確認された。また、春季・代掻き期間に西の湖流入河川で濁度を比較した結果、流出河川では流入河川より低い濁度が確認され、西の湖の琵琶湖に対する汚濁緩衝効果が確認された。リンについて、夏季に西の湖底泥間隙水中で直上水の5-6倍高いリン濃度が確認され、底泥が内部負荷としてのリン供給源である可能性が示唆された。

Key Words : *The largest satellite lake of Lake Biwa, Nutrient forms, blue green algae*

B-47 代掻き・田植え期における 水田排水の水質と粒度が及ぼす生態毒性の検討

○滝川 和雅^{1,*}・市木 敦之²・山本 将之³

○Kazumasa TAKIGAWA・Atsushi ICHIKI・Masayuki YAMAMOTO

¹非会員 立命館大学大学院 理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1), E-mail: ce0042xe@ed.ritsumei.ac.jp

²正会員 立命館大学教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

³非会員 水道機工株式会社 (〒156-0054 東京都世田谷区桜丘5-48-16)

代掻き・田植えが行われている時期の水田群から排出される高濃度の濁水は、受水域への影響が懸念されている。本報告は、水田からの濁水排水による水質と生態毒性を明らかにすることを目的として、実態調査を行った結果について検討したものである。検討方法としては、代掻き・田植え期の排水路水と田面水を経時的に採水し、水質 (TN、TP、COD、Chl-a、SS) および濁質の粒度分布の測定を行った後、藻類やウキクサといった水生生物を用いた生長阻害試験を行った。その結果、代掻き・田植え期に排出される濁水には、栄養塩や有機物が多く含まれており、粒径の細かい濁質が卓越していることがわかった。また、こうしたSSが高く粒度が小さい採水試料では、水生生物において有意な生長阻害が認められた。これらより、代掻き・田植え期の水田排水では、粒径の細かい濁質が生態毒性の発現に寄与している可能性が示唆された。

Key Words : *paddy fields, puddling and planting, muddy effluent, particle size distribution, duckweed growth inhibition test*

B-48 マガキ分析による海域環境評価の可能性： 殻・軟体部の物理・化学指標と海域環境の関係

○秋元 健史^{1,*}・王 衆城²・大澤 理人²・畠山 勇二²・丸尾 知佳子²・坂巻 隆史⁴

○Takeshi AKIMOTO・Wang ZHONGCHENG・Rihito OSAWA・Yuji HATAKEYAMA・Chikako MARUO・Takashi SAKAMAKI

¹学生会員 東北大学 大学院工学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06),
E-mail: akimoto.takeshi.r6@dc.tohoku.ac.jp

²非会員 東北大学 大学院工学研究科

³正会員 東北大学 工学部技術部

⁴正会員 東北大学 大学院工学研究科/変動海洋エコシステム高等研究所

本研究では、沿岸域の主要な二次生産者であるカキを用いた物質循環や生物成育環境の評価の実現可能性を明らかにすることを目的に、宮城県沿岸22地点についてマガキの殻と軟体部の各種物理的・化学的指標および海域の各種化学的環境指標を定量し、統計的に解析した。その結果、殻密度は軟体部の窒素とDHA各含有量とそれぞれ有意な負と正の関係を示した。殻のチョーク層割合は、ともに軟体部のEPA含有量と負の関係を示し、成育状態を反映する可能性が示された。さらに、軟体部ARA含有量と海水中EPA含有量の負の関係があるなど、カキ軟体部の化学指標が海域の栄養環境を反映し、環境評価に利用できる可能性が示された。

Key Words : *coastal marine environment, eutrophication, biomonitoring, Crassostrea gigas*

B-49 AIを活用した雨天時浸入水対策地区の絞り込み手法に関する研究

○上田 淳^{1*}・清棲 拓馬¹・松岡 英和¹・出田 功¹・田村 一郎¹・黒木 幹²・青島 亘佐²・古米 弘明³

○Jun UEDA・Takuma Kiyosu・Hidekazu Matsuoka・Isao Ideta・Ichiro TAMURA・Miki Kuroki・Kosuke Aoshima・Hiroaki FURUMAI

¹株式会社東京設計事務所（〒100-0013 東京都千代田区霞が関3-7-1）E-mail:ueda-j@tokyoengicon.co.jp

²株式会社福山コンサルタント（〒101-0033 東京都千代田区神田岩本町4-14）

³正会員 中央大学研究開発機構・機構教授（〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27）

分流式下水道排水区（約814ha）を対象として、AIを活用することで効率的に雨天時浸入水の多い地区の絞り込みを行う手法の検討を行った。3年間分の流量データと降雨データ（XRAIN）を収集し、AI学習を実施した。まず、晴天時流量の説明変数として、月、曜日、時間帯等を用いて、晴天時データに基づいて回帰分析を行い晴天時流量モデルを作成した。そして、交差検証法で高い精度で晴天時流量を再現できることを確認した。次に、実績の雨天時流量から晴天時流量モデル値を差し引くことで算出した雨天時浸入水量を目的変数として、過去の降雨及び流量のデータを用いて、ディープラーニングの時系列モデル（LSTM）を使い、雨天時流量予測モデルを作成した。対象地区をXRAINの3x3メッシュ（56.25ha）に分割し、分割区域ごとに仮想降雨を与えて雨天時浸入水量のモデル予測を行い、雨天時浸入水の多い地区の絞り込みを行った。

Key Words : XRAIN, AI 予測, 雨天時浸入水, 晴天時流量モデル, 雨天時流量予測

B-50 水環境評価のための流動生態系シミュレーションシステムの開発

○松崎 義孝¹・井上 徹教¹・久保田 雅也¹・松本 大輝¹・佐藤 朋之²・坂本 光³・内藤 大輔⁴

○Yoshitaka MATSUZAKI・Tetsunori INOUE・Masaya KUBOTA・Hiroki MATSUMOTO・Tomoyuki SATO・Hikari SAKAMOTO・Daisuke NAITO

¹国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所（〒239-0824 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1）, E-mail:matsuzaki-y@p.mpat.go.jp, ²国土交通省東北地方整備局秋田港湾事務所（〒011-0945 秋田県秋田市土崎港西一丁目1番49号）, ³株式会社プライアコンサルタント（〒213-0011 神奈川県川崎市高津区久本3-5-7 新溝ノロビル3階）, ⁴株式会社中電シーティーアイ（〒461-0005 愛知県名古屋市東区東桜一丁目14番25号）

沿岸・河口域の水環境をシミュレーションするための標準的なシステムとして、流動生態系シミュレーションシステムEcoPARIの開発が進められている。EcoPARIは、(1) 沿岸・河口域の流動と、低次生物から魚類や二枚貝等の生物に至るまでの生態系をシミュレーションするモデル、(2) 境界条件データセットを作成し、数値シミュレーションを実行し、結果を視覚化するWebアプリケーションシステム、(3) 気象庁の数値シミュレーション結果を基に境界条件を作成するシステム、(4) 観測値を参照して一定のアルゴリズムでパラメータキャリブレーションを実施するシステム、(5) その他の数値シミュレーションの実行や高精度化に便利なツール及びシステムを備えている。EcoPARIは、「標準化されたシステム」として利用され、例えば、エビデンスに基づく政策立案（EBPM）に貢献することが期待される。

Key Words : EcoPARI, Simulation system, Aquatic environment assessment, Evidence Based Policy Making

B-51 下水および河川水中で検出されるトリプトファン様ピークの分子量特性

○池田 和弘^{1*}・竹峰 秀祐²・渡邊 圭司¹・日下部 武敏³

○Kazuhiro IKEDA・Shusuke TAKEMINE・Keiji WATANABE・Taketoshi KUSAKABE

¹埼玉県環境科学国際センター 水環境担当（〒347-0115 埼玉県 加須市 上種足914）,
E-mail:lkeda.kazuhiro.bn@pref.saitama.lg.jp

²埼玉県環境科学国際センター 化学物質・環境放射能担当（〒347-0115 埼玉県 加須市 上種足914）

³大阪工業大学 工学部 （〒535-8585 大阪市旭区大宮5-16-1）

三次元励起蛍光スペクトル（EEMs）法で短波長領域に検出されるトリプトファン様ピークは、生活排水の混入量を示す良い指標になると期待されている。このピークは生活排水等に多く含まれるタンパク質由来であると信じられているが、十分には検証されていない。本研究では下水および河川水を膜分画後に蛍光分析することで、トリプトファン様ピークの分子特性を評価し、その由来に関する情報を得ることとした。

分画分子量500Da, 1000Da, 3000Daの攪拌型限外ろ過装置で生下水を処理した結果、いずれの膜でもトリプトファン様ピークの50%近くが透過液側で検出された。遠心式限外ろ過フィルターを使った検討でも分画分子量5000Daの膜を透過する割合は、生下水でも河川水でも平均で66%（n=12および8）であった。タンパク質以外の低分子成分がトリプトファン様ピークに無視できないレベルで寄与していることが示唆された。

Key Words : EEMs, sewage, river, tryptophan-like component, membrane fractionation

B-52

発表取り消し

B-53 都市下水処理場における菌叢モニタリング活用方法の検討

○對馬 育夫^{1*}・河野 大斗²・岡安 祐司¹

○Ikuro TSUSHIMA・Daito KONO・Yuji OKAYASU

¹正会員 国立研究開発法人土木研究所 流域水環境研究グループ（〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6）

²非会員 中央大学 人間総合理工学学科（〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27）, *E-mail:i-tsushima@pwri.go.jp

近年、次世代シーケンサーの登場により、これまでブラックボックスであった活性汚泥の菌叢を迅速に把握できるようになったが、現場での運転管理の効率化・最適化に結びつくまでには至っていない。本研究では、都市下水処理場において、1年以上にわたり、初沈流出水及び反応槽に含まれる菌叢を定期的に解析した。その結果、対象とした処理場には、3,000種類以上の細菌・古細菌が存在し、その構成は、時々刻々と変化しながらも、全体として安定的に変化していることが明らかとなった。また、汚泥の返送パターンを変更した場合なども、その影響が活性汚泥の菌叢の変化から推定することができた。さらに、Lasso回帰やネットワーク解析等を適用することで、様々な水質変化現象に対応した関連微生物群の推定が可能となり、活性汚泥の状態把握や処理性の短期的な予測等に活用が見込まれた。

Key Words : *Next-generation sequencer, Microbial community analysis, Statistical inference*

B-54 消毒副生成物ハロアセトニトリル類の細胞周期への影響

○小牧 裕佳子^{1,*}・泉 杏春²・片山 貴穂³・伊吹 裕子⁴

○Yukako KOMAKI・Koharu IZUMI・Kiho KATAYAMA・Yuko IBUKI

¹非会員 静岡県立大学助教 食品栄養科学部環境生命科学科（〒422-8526 静岡市駿河区谷田52-1）,
E-mail: ykomaki@u-shizuoka-ken.ac.jp

²非会員 静岡県立大学大学院博士前期課程 食品栄養環境科学研究科

³非会員 静岡県立大学 食品栄養科学部環境生命科学科

⁴非会員 静岡県立大学教授 食品栄養科学部環境生命科学科

消毒副生成物は、膀胱がんや妊娠不良などの健康リスク増加に寄与すると疫学調査で示されている。我々は、疫学調査の事象を反映するエンドポイントとして、細胞周期に注目している。ハロアセトニトリル類をCHO-K1細胞に作用すると異常な細胞周期分布が見られ、特にハロゲン置換体ハロアセトニトリル類を作用した細胞では高倍数体が出現した。特に顕著な高倍数体化が見られたヨードアセトニトリルを、細胞周期特異的な蛍光を示すNMuMG/Fucci2細胞に作用したところ、細胞内DNA量と蛍光が示す細胞周期の位置に不一致が見られ、細胞分裂阻害が示唆された。細胞分裂阻害作用を検討するため、核及び細胞分裂にて重要な役割を担う微小管、中心体を蛍光免疫染色法にて観察したところ、ハロアセトニトリル類作用により核の多核化や肥大化、微小管の形状変化及び中心体の過剰複製が見られ、DNA複製制御機構に影響を及ぼした可能性が考えられた。

Key Words : *disinfection byproducts, haloacetonitriles, cell cycle, flow cytometry*

B-55 東京湾・伊勢湾における流域雨量指数を用いた流動生態系シミュレーションの感度解析

○安藤 さゆり^{1,*}・松崎 義孝¹・松本 大輝¹・久保田 雅也¹・井上 徹教¹

○Sayuri ANDO・Yoshitaka MATSUZAKI・Hiroki MATSUMOTO・Masaya KUBOTA・Tetsunori INOUE

¹国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所（〒239-0824 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1）,
E-mail:andou-s852a@p.mpat.go.jp

沿岸河口域における流動生態系シミュレーションを行う際、河川境界条件について、1級河川は観測値を使用し、中小河川は設定しないか流域面積比によって1級河川より推定して使用することが多い。これは、河川境界条件に使用できる連続的な観測値が中小河川にないからである。気象庁は中小河川を含めた河川流量を数値化している流域雨量指数を提供しており、流域雨量指数の二乗値が河川流量に相当する。これを河川境界条件に用いることで、中小河川の流量が正確な値に近づくと考えた。浦川ら(2016)では全国の1級河川を対象に月別の河川流量の観測データと流域雨量指数(5 kmメッシュ)を比較した。本研究では東京湾、伊勢湾に流入する1級河川を対象に観測値と2017年7月から提供が開始された流域雨量指数(1 kmメッシュ)を比較し、流量を定量的に評価する。さらに、流域雨量指数から作成した河川流量を境界条件としたEcoPARIによるシミュレーションを行い、結果を考察する。

Key Words : Watershed Rainfall Index, River Flow Rate, Numerical Model, Tokyo Bay, Ise Bay

B-56 山形県赤川と秋田県雄物川水系における環境DNA分析を用いたサクラマスとブラントラウトの実態調査

○西山 正晃^{1,*}・佐藤 静歩²・渡部 徹³・佐藤 高広⁴・渡邊 一哉³

○Masateru NISHIYAMA・Shizuho SATOH・Toru WATANABE・Takahiro SATOH・Kazuya WATANABE

¹正会員 山形大学准教授 農学部（〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23）, m-nishiyama@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

²非会員 山形大学 農学部（〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23）

³正会員 山形大学教授 農学部（〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23）

⁴正会員 (株)復建技術コンサルタント環境部

サクラマスは山形県の県魚であり、水産的・文化的資源として重要な種である。隣県の秋田県雄物川水系横手川では、侵略的外来種であるブラントラウトの自然繁殖が問題となっており、県内河川への侵入の恐れがある。本研究では、環境DNAを用いたブラントラウトの検出手法を開発し、県内と秋田県の河川における両魚種の生態調査を行った。赤川の2地点を対象とした毎月2回のモニタリングを1年間実施した結果、全48試料の河川水うち、35検体からサクラマスのeDNAが確認され、その濃度は月ごとに変動し、生息域の移動を反映していた。一方で、ブラントラウトは8試料から検出され、赤川でもその存在が確認された。雄物川水系の調査では、支川である横手川に加えて、本川からもブラントラウトのeDNAが検出され、生息域の拡大が危惧された。

Key Words : Environmental DNA, *Oncorhynchus masou masou*, *Salmo trutta*, Quantitative PCR, River

B-57 一重項酸素の総生成・総消失速度に基づく光生成量子収率の評価

○波多野 雄大¹・Zhongyu GUO¹・吉村 千洋^{1,*}

○Yuta HATANO・Zhongyu GUO・Chihiro YOSHIMURA

¹東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系（〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1）,

E-mail: yoshimura.c.aa@m.titech.ac.jp

水中での光分解は直接的または反応性中間体を介して間接的に作用し、中間体の生成速度を算出する際に、消失速度としてプローブとの反応速度および溶媒による不活性化速度のみが考慮されてきた。しかし、抗酸化能を持つ物質による反応性中間体の消去作用が報告されており、消失速度は溶存物質に依存すると考えられる。そこで本研究では、主要な反応性中間体である一重項酸素を対象に、その消去作用を持つ物質（フェノール類等）の存在下において、模擬太陽光照射器および光増感剤を用いた一重項酸素光生成実験を行い、一重項酸素消失速度に対する溶存物質の影響を評価した。実験の結果、一重項酸素の消失速度は溶存物質の濃度および光学特性に依存することが明らかとなり、光学特性値によって有意に回帰された。さらに光学特性値を用いた消失速度モデルをダム湖サンプルを用いた一重項酸素光生成実験結果に適用し、量子収率予測モデル精度への影響を評価した。

Key Words : *Indirect photolysis, Optical property, ROS scavenger, Singlet oxygen*

B-58 宮崎県小丸川水系における環境DNAと 流量データを用いた魚類存在量の評価

○野崎 康平¹・徐 晨¹・樋口 公大²・田中 凌央³・糠澤 桂^{4,*}

○Kohei NOSAKI・Chen XU・Kodai HIGUCHI・Ryo TANAKA・Kei NUKAZAWA

¹学生会員 宮崎大学大学院 工学研究科（〒889-2155 宮崎県宮崎市学園木花台一丁目1）

²非会員 宮崎大学 工学部（〒889-2155 宮崎県宮崎市学園木花台一丁目1）

³正会員 西日本技術開発株式会社 河川部（〒810-0004 福岡県福岡市中央区渡辺通一丁目1-1）

⁴正会員 宮崎大学准教授 工学部（〒889-2155 宮崎県宮崎市学園木花台一丁目1）

E-mail: nukazawa.kei.b3@cc.miyazaki-u.ac.jp

eDNA分析は生物量推定にも応用が検討されている。しかし、実河川におけるeDNA濃度（以下、濃度）と生物量には相関が見られない事例があり、推定が困難なのが現状である。本研究では、アユとカマツカを対象に、宮崎県小丸川流域において、春季・夏季・秋季ごとに濃度・フラックス・環境因子、それぞれとの関係性を検討し、フラックスとeDNA放出率を用いて生物量を推定した。さらに、推定された生物量をデータベースに比較し、推定手法の有用性を評価した。その結果、両種ともに春季と夏季は、フラックスと濃度との有意な正の相関が確認された。アユは秋季においてフラックスは水深・pHとそれぞれ負の相関が確認された。カマツカは春季と夏季においてフラックスは水深・流速とそれぞれ正・負の相関が確認された。推定生物量は、両対象種ともに、春季と夏季は秋季と比較して高い値を示した。

Key Words : *Environmental DNA(eDNA), eDNA flux, biomass, Digital PCR, shedding*

環境工学研究フォーラム

論文賞、論文奨励賞、環境技術・プロジェクト賞、
優秀ポスター発表賞
受 賞 者

環境工学研究フォーラム論文賞，論文奨励賞，
環境技術・プロジェクト賞，優秀ポスター発表賞受賞者
(令和5年度 第60回環境工学研究フォーラム発表論文を対象)(順不同)

論文賞(2編)

「ダム貯水池におけるカビ臭発生抑制のための微生物叢解析と対策の検討」
土木研究所 對馬 育夫，末永 敦士，山下 洋正

「極値探索制御を適用した画像処理型凝集センサによる凝集剤注入制御システムの最適運用」
東芝インフラシステムズ株式会社 有村 良一，山中 理，大西 祐太，平野 雅己，金谷 道昭

論文奨励賞(1名)

国立保健医療科学院 浅田 安廣
「非平衡条件下における粉末活性炭による 2-メチルイソボルネオール除去に対して *Microcystis aeruginosa* 産生有機物が及ぼす競合影響」
(共著者：国立保健医療科学院 神里 良太，三好 太郎，秋葉 道宏)

環境技術・プロジェクト賞(4編)

「空気清浄機を用いた空間中の新型コロナウイルス検出技術の開発」
山梨大学 平井 聡一郎，城南福祉医療協会大田病院 細田 悟，山梨大学 原本 英司

「水素供給 membrane biofilm reactor (MBfR) によるバイオメタネーション」
西松建設株式会社 庄司 仁，横浜国立大学 泉家 寛人，中田 恭平，三機工業株式会社 田中 秀治，
横浜国立大学 新田 見 匡

「消毒による水中病原体不活化率のリアルタイムモニタリングを実現するソフトセンサー技術の開発」
東北大学 鈴木 蓮，大石 若菜，佐野 大輔

「下水におけるリン析出効率の飛躍的促進を可能とする貝殻充填型電解晶析法の開発」
鳥取大学 高部 祐剛，伊田 幸太郎

優秀ポスター発表賞(4編)

「湖沼底泥への埋め込み型パッシブサンプラーを用いた鉛直水平方向のリン酸態リン濃度マッピング」
北海道大学 上田 純平，佐野 航士，羽深 昭，木村 克輝

「高度浄水処理プロセスにおける動物プランクトンとその体内細菌に関する実態調査」
京都大学 田中 愛乃，中西 智弘，伊藤 禎彦

「汎用細胞増殖系を活用した浄水処理におけるヒトサポウイルスの除去・不活化特性の把握」
北海道大学 白崎 伸隆，胡 秋晗，白川 大樹，国立感染症研究所 高木 弘隆，岡 智一郎，
北海道大学 松下 拓，松井 佳彦

「群馬県内河川に生息する淡水魚類の消化管中におけるマイクロプラスチックの存在実態について」
群馬工業高等専門学校 齋藤 輝，小保方 直輝，金井 広貴，北村 希美，宮里 直樹

土木学会環境工学委員会

(2024年11月現在, 50音順)

委員長	李 玉友	東北大学	委員	水野 忠雄	摂南大学
幹事長	佐野 大輔	東北大学	委員	山田 真義	鹿児島工業高等専門学校
副幹事長	大石 若菜	東北大学	委員	山本 浩一	山口大学
副幹事長	久保田 健吾	東北大学	委員兼幹事	赤尾 聡史	同志社大学
副幹事長	坂巻 隆史	東北大学	委員兼幹事	浅田 安廣	京都大学
委員	有我 清隆	(株)NJS	委員兼幹事	安藤 直哉	北海学園大学
委員	井口 晃徳	新潟薬科大学	委員兼幹事	池上 麻衣子	京都大学
委員	糸川 浩紀	日本下水道事業団	委員兼幹事	石川 英之	水ingエンジニアリング(株)
委員	大野 貴子	鹿島建設(株)	委員兼幹事	大久保 努	木更津工業高等専門学校
委員	押木 守	北海道大学	委員兼幹事	岡安 祐司	国立研究開発法人 土木研究所
委員	木村 善一郎	呉工業高等専門学校	委員兼幹事	小野寺 崇	(独)国立環境研究所
委員	木村 誠	(株)日水コン	委員兼幹事	北川 義雄	クボタ環境エンジニアリング(株)
委員	小沼 晋	日本大学	委員兼幹事	谷川 大輔	呉工業高等専門学校
委員	三宮 武	国土交通省	委員兼幹事	橋本 崇史	東京大学
委員	惣田 訓	立命館大学	委員兼幹事	原 宏江	金沢大学
委員	高荒 智子	福島工業高等専門学校	委員兼幹事	藤井 学	東京工業大学
委員	長濱 祐美	茨城県	委員兼幹事	藤林 恵	九州大学
委員	中屋 佑紀	北海道大学	委員兼幹事	宮里 直樹	群馬工業高等専門学校
委員	西山 正晃	山形大学	オブザーバー	伊藤 禎彦	京都大学
委員	糠澤 桂	宮崎大学	オブザーバー	楠田 哲也	九州大学
委員	原田 一郎	一般社団法人 日本下水道施設業協会	オブザーバー	滝沢 智	東京大学
委員	福谷 哲	京都大学	オブザーバー	藤原 拓	京都大学
委員	松崎 義孝	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所	オブザーバー	山村 寛	中央大学

心地よい環境を、未来へつなぐ。



2024年10月1日。

コーポレートブランドを刷新し、「Ebatens」を立ち上げました。

荏原実業株式会社

Kanadevia

Technology for people and planet

10月1日、日立造船はカナデビアに変わりました。

本社：〒559-8559 大阪市住之江区南港北 1-7-89 TEL. 06-6569-0001
東京本社：〒140-0013 東京都品川区南大井 6-26-3 大森ベルポートD館15階 TEL. 03-6404-0800

<https://www.kanadevia.com/>

未来を、 はかれ。



気候変動や災害リスクを踏まえた
まちづくりにいまや欠かせない
空間情報技術。わたしたちは情報
をつなげる力で、人・社会・地球の
未来をデザインします。
さあ、次の未来をはかれ。

空間情報で未来に引き継ぐ世界をつくる



国際航業

国際航業株式会社

〒169-0074 東京都新宿区北新宿2丁目21番1号 新宿フロントタワー

TEL.03-6362-5931

火葬炉プラント



東京都瑞江葬儀所
火葬炉10基
建設中



シンガポールニューマンダイ火葬場
火葬炉9基
建設中



太陽築炉工業株式会社

本 社

〒812-0045 福岡市博多区東公園6番21号
TEL 092-651-4131 FAX 092-651-4149
URL: <http://www.taiyochikuro.jp>
e-mail: headoffice@taiyochikuro.jp

【関西支店】
〒552-0007 大阪市港区弁天2丁目1番8号
TEL 06-6574-0821 FAX 06-6574-0820

【中部支店】
〒450-0002 名古屋市中村区名駅5丁目4番14号
花車ビル北館 507C
TEL 052-485-9755 FAX 052-485-9756

【シンガポール支店 (SINGAPORE BRANCH)】
22 Sin Ming Lane #08-82 Midview City
Singapore 573969
TEL +65-65399028

【関東支店】
〒143-0016 東京都大田区大森北1丁目1番5号
YK-16ビル408
TEL 03-6450-0409 FAX 03-6450-0522

【東北支店】
〒980-0014 仙台市青葉区本町1丁目6番23号
ムサシノ仙台ビル301
TEL 022-716-6820 FAX 022-716-6821

【子会社】
太陽アーモ株式会社 (火葬場運営受託業)
〒552-0007 大阪市港区弁天2丁目1番8号
TEL 06-6574-0822 FAX 06-6574-0820



中電シーティーアイでは、多くの実績をもつ解析技術のスペシャリストが、お客さまが解きたい問題について、最先端の技術によって最適解を提供します。

解析ソフトのオーダーメイド

お客様のニーズに合わせ、
最適な解析ソフトを開発します。

解析ソフトの中核となるプログラムを解析エンジンと呼びます。

オーダーメイドの解析エンジンは、お客様の必要な機能に限定し独自の計算手法を取り入れることができます。高速化・大規模化・解析自動化・Web化・機能拡張なども容易に行えます。

また、お客様がどれだけ運用しても、ライセンス料がかからないので、ランニングコストを抑えることができます。

熱解析エンジン

複雑な形状をした材料内の熱の伝わり方、薄い膜内と外部との熱の収支など、特殊な解析に用いられる熱解析エンジンを開発しています。

流体解析エンジン

複雑な空間を通過する流れ、特殊な形状内の流れなど、流体と経路の特徴を考慮した専用の解析エンジンを開発しています。

解析結果の最適化・データ分析



多変量解析

サンプルデータ間の相関を調べる手法で、シミュレーション結果と実験結果の相関性の高いパラメータを抽出するために用いています。

最適化・多変量解析技術を用いて
解析結果の価値を高めます。

コンピュータの容量が大きくなりシミュレーションが大規模化してきたことから、解析条件の与え方、解析結果の分析の仕方が多様化してきました。

解析作業を自動化すると同時に、解析条件の最適化を行うことで、お客様をオペレーションから解放します。

また、膨大な解析結果から、クラスター分析・多変量解析などを用いて、今までに気づかなかった関連性を導き出します。

クラスター分析

膨大なデータの中から関連の強いものをグループ分けする手法のひとつとして、クラスター分析があります。流体シミュレーションの結果から、流速・流量などの特徴を抽出する手法として利用しています。

未来をつくる 明電舎のテクノロジー

MEIDEN
Quality connecting the next

- 電力システム
- 電鉄用システム
- 水インフラシステム
- ICT
- 産業用コンポーネント
- EV駆動ユニット
- 自動車試験システム
- 搬送システム製品
- プラント建設工事
- 保守・メンテナンス



株式会社 明電舎

〒141-6029 東京都品川区大崎2-1-1 ThinkPark Tower

明電舎 水インフラ 検索

HPは
こちら
から





横浜市鶴見区末広町二丁目1番地 〒230-8611 TEL:045-505-7876 FAX:045-505-7657



健全な水と環境を
次世代に引き継ぐ

水と環境の Consulting & Software
NJS

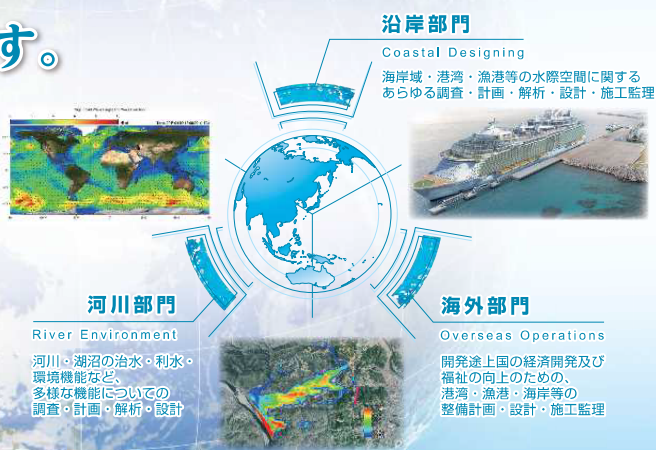
公益社団法人 全国上下水道コンサルタント協会会員
株式会社 NJS
代表取締役社長 村上 雅亮

〒105-0023
東京都港区芝浦1-1-1 浜松町ビルディング14階
TEL : 03-6324-4355(代表) FAX : 03-6324-4356
URL : <https://www.njs.co.jp/>

Environmental Consultants for Ocean and Human

青い地球を豊かに！
それが私たちの願いです。

Sustain the Prosperity of the Blue Globe!
This is Our Goal.



ECOHI 建設コンサルタント
株式会社 **エコー**

本社 〒110-0014 東京都台東区北上野2-6-4 TEL : **03-5828-2181**

技術研究所 〒300-0006 茨城県土浦市東中貫町2-7 TEL : **029-831-7415**

○事務所：北海道、東北、青森、秋田、岩手、北陸、富山、石川、福井、滋賀、京都、大阪、奈良、和歌山、徳島、高松、香川、岡山、広島、山口、福岡、佐賀、大分、熊本、鹿児島、沖縄、ソウル、マダガスカル、モザンビーク

「脱炭素社会の実現、持続可能な社会の構築へ」

～未来をデザインし、プロデュースする専門家集団～



エックス都市研究所は、50年以上にわたり、＜環境＞＜都市＞＜国際＞をテーマとしてその解決策に取り組んできた専門コンサルタント・シンクタンクです。

「脱炭素社会の実現、持続可能な社会の構築」をビジョンに掲げ、昨今ますます複雑・複雑化し、解決困難となっていく課題群に対して、「魅力あるゴールイメージ」と「具体的なソリューション」の両方を提供し、ステークホルダーと共に課題解決に寄与できる会社として、社会に貢献することを目指しています。

関係省庁、学術研究機関、自治体、民間セクター、市民組織などの方々の積極的なご利用をお待ちしております。

株式会社
エックス都市研究所

- 持続可能な地域都市づくり・防災・交通・景観
- 温暖化・再エネ・省エネ・創エネ・地域エネルギー
- 低炭素型廃棄物・資源循環・エネルギー

- 環境リスク管理
- 国際環境
- 環境技術・環境経済・環境教育
- 都市・環境に係る事業化支援・施工管理

〒171-0033
東京都豊島区高田二丁目17番22号
TEL: 03-5956-7500
支店/事務所: 大阪・北海道・東北
福島・中部・九州・バンコク



水の在り方を 追求する。

持続可能な社会を目指して

私たちは、1946年の創業から「水の価値の創出」を目指し探求を続けてきました。これからも水処理で培った分離精製・分析・製造の差別化技術を駆使して未来をつくる産業と社会基盤の発展に貢献するパートナー企業として、持続可能な社会の実現に貢献していきます。

プラント事業

(水処理装置製造・販売)

- 超純水・純水製造システム
- 排水処理システム
- 有価物回収システム
- 上下水道関連システム 他

ソリューション事業

(納入装置メンテナンス・運転管理)

- 装置メンテナンス
- 運転管理
- 処理水供給
- 遠隔監視 他

機能商品事業

(標準装置/水処理薬品/食品加工材 製造・販売)

- 標準型水処理装置
- 機能水製造装置
- 冷却水処理剤、ボイラ処理剤
- 食品添加剤 他



オルガノ株式会社 www.organo.co.jp

〒136-8631 東京都江東区新砂 1丁目2番8号 TEL (03) 5635-5100



オルガノはWater Projectに
賛同しています

For Earth, For Life
Kubota

ON YOUR SIDE

1890年の創業から「食料・水・環境」の課題解決に向けて歩んできたクボタ。
これからも一步一步、すべての人と心をひとつに、明日へと進み続けます。

株式会社クボタ



未来につづく
安全・安心を

安全・安心への、たゆまぬ挑戦



株式会社 建設技術研究所

〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1 (日本橋浜町Fタワー) TEL.03-3668-0451 <https://www.ctie.co.jp>

カITEキを サステナブルに。

私たちは、空気、水、電気、搬送などの
社会インフラを支える「カITEキ」を「カタチ」にする会社。
人とともに、地球の「カITEキ」も「カタチ」にしていきます。
たとえば、再生可能エネルギーも取り入れて、
脱炭素社会の実現に取り組んでいます。
「カITEキ」な暮らしがずっと続く未来のために。
三機工業は新しい「カITEキ」のためのアイデアを、
次々と「カタチ」にしていきます。

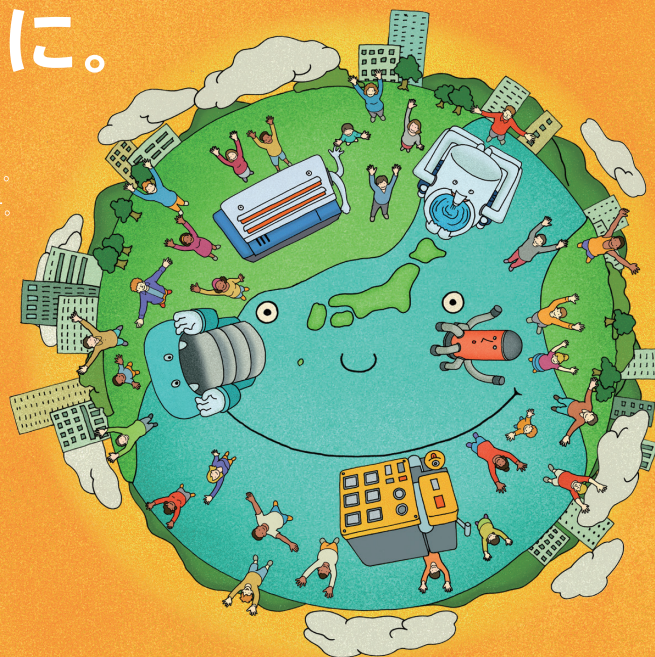


動画も
公開中



世の中を快適にする仕事

三機工業



KOBELCO

Keep the Earth Sky-blue



今を越える発想で、
健やかな環境と暮らしを次世代へ。

株式会社神鋼環境ソリューション



ずっと、ずっと、
水が彩る未来へ。

「水」の総合力で、持続可能な社会へ。
私たち水ingは、水インフラの分野で
長年培ってきた経験と技術を活かし、
SDGsの目標達成をめざして
潤いのある未来を描いていきます。

水ing
Swing Corporation

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS



水ingは持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています

水ing AM 水ing エンジニアリング

水ing 株式会社 〒105-0021 東京都港区東新橋 1-9-2 汐留住友ビル 27 階 tel.03-4346-0600 <https://www.swing-w.com>

TAKUMA

タクマは
環境とエネルギーの分野で、
新たな価値を提供します。

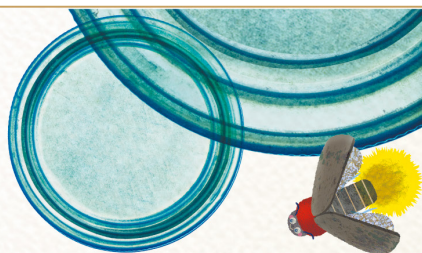
●主な製品

一般廃棄物処理プラント
産業廃棄物処理プラント
エネルギープラント
水処理プラント
民生熱エネルギー
設備・システム



株式会社 **タクマ**
www.takuma.co.jp

本社／兵庫県尼崎市金楽寺町2丁目2番33号 電話 (06) 6483-2609
東京支社／東京都港区芝浦3丁目9番1号 電話 (03) 5730-9200
支店／北海道、東北、中部、九州 事務所／大阪 工場／播磨



もっとワクワクする
未来へ

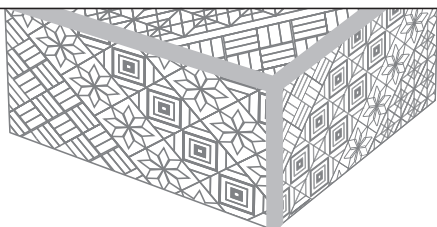
WORK WORK

豊かで持続可能な地球を目指して。
戸田建設は、SDGsの実現に
積極的に取り組んでいます。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

www.toda.co.jp

戸田建設株式会社

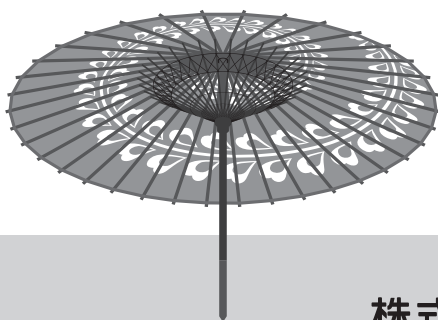


解
く

寄木が美しい精巧なからくり箱
複雑な問題も慎重に解決します

結
ぶ

魔除けや縁結びを意味する水引
地域の人々とのご縁を結びます



拓
く

竹に飾り糸と和紙を設えた優美な和傘
ひとつの傘に共に集い未来を拓きます

株式会社 日水コン

私たちは「水のインパクトカンパニー」です



Solutions for the Future

環境関連営業品目

シャフト炉式ガス化溶融炉 | ストーカ炉式焼却炉 | リサイクルセンター | 下水汚泥固形燃料化設備 |
バイオエタノール製造設備 | 廃プラスチック再資源化設備 | 産業廃棄物処理設備 | PCB処理設備 |
土壌、地下水汚染調査・浄化 | ごみ処理施設の運転、維持管理



その情熱で、先端へ

日鉄エンジニアリング

広告に関するお問合せ

本社 / 〒141-8604 東京都品川区大崎一丁目5番1号
大崎センタービル Tel.03-6665-2810

北九州技術センター / 〒804-8505 福岡県北九州市
戸畑区大字中原46-59 Tel.093-588-7181

www.eng.nipponsteel.com

提案する化学。

化学の可能性は常に無限。

私たちは化学の力で不可能の壁を超え、
かつてないソリューションをお届けします。

日本触媒





NIPPON YAKIN

日本冶金工業株式会社

第61回環境工学研究フォーラム講演集

2024年11月22日 印刷

編集者 東京都新宿区四谷一丁目外濠公園内

発行所 東京都新宿区四谷一丁目外濠公園内

2024年11月26日 発行

土木学会 環境工学委員会

公益社団法人 土木学会

〒160-0004／電話 (03)3355-3441 番 (代表)

印刷 (株)大 應