

期日：2023年11月29日（水）～12月1日（金）
会場：KDDI維新ホール（山口県山口市）

第60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60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：2023年11月29日(水)～12月1日(金)

会場：KDDI維新ホール（山口県山口市）

土木学会 環境工学委員会

第60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	9
・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	27

環境技術・プロジェクトセッション

N-1～N-15

環境技術・プロジェクトセッション

目 次

N-1	木質バイオマスガス化発電を通じたSDGs・地方創生への取り組み ～運転状況、低周波音調査及び副産物活用の報告～	1
	工藤慎一・井田一成・竹下光雄・石川博規 宮澤 滋・浅井亜耶・貝塚 淳・平田健太郎	
N-2	直胴型遠心脱水機による温室効果ガス削減事例について	1
	名越収二郎・于 再治・松井寛幸・山本章裕・鈴木邦康	
N-3	重金属等を含む水の植物繊維による現場での水槽循環浄化に向けた室内実験	2
	岡崎健治・倉橋稔幸・榊原正幸	
N-4	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	2
	平井聡一郎・細田 悟・原本英司	
N-5	Assessment of Nanocomposite Membranes in Water Reclamation and Reuse	3
	Yan Tung LO・Shinobu KAZAMA・Satoshi TAKIZAWA	
N-6	Fluoride Removal from Groundwater by Adsorption on Rice Starch	3
	Benyapa SAWANGJANG・Satoshi TAKIZAWA	
N-7	水素供給membrane biofilm reactor (MBfR) によるバイオメタネーション	4
	庄司 仁・泉家寛人・中田恭平・田中秀治・新田見匡	

N-8	Moringa Seed as a Low-Cost Solution for Efficient Virus Concentration in Wastewater.....	4
	Vu Duc CANH・Hiroyuki KATAYAMA	
N-9	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.....	5
	鈴木 蓮・大石若菜・佐野大輔	
N-10	アクリルアミド非含有高分子凝集剤を用いた淀川表流水の凝集・沈澱処理.....	5
	笠原伸介・内海智貴・南谷真人・細畠周汰・永井将貴・森 康輔	
N-11	もみ殻を用いた連作障害抑止型土壌改良資材の試作.....	6
	富岡大翔・都築直仁・大可航聖・青井 透・宮里直樹	
N-12	化学線量計を用いた外照型流水紫外線処理装置の評価.....	6
	高浪龍平	
N-13	下水汚泥と地域資源を利用した堆肥による青枯病抑制効果の検証.....	7
	宮原将志・蔵下はづき・渡利高大・山口隆司・幡本将史	
N-14	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.....	7
	高部祐剛・伊田幸太郎	
N-15	水素添加メタン発酵によるバイオガスの高品質化.....	8
	佐藤夏紀・伊藤竜生・大下和徹・羽深 昭・水野志穂	

N-1 木質バイオマスガス化発電を通じたSDGs・地方創生への取り組み ～運転状況、低周波音調査及び副産物活用の報告～

○工藤 慎一^{1,*}・井田 一成²・竹下 光雄³・石川 博規⁴
宮澤 滋¹・浅井 亜耶¹・貝塚 淳¹・平田 健太郎¹

○Shinichi KUDOU・Kazunari IDA・Mitsuo TAKESHITA・Hironori ISHIKAWA
Shigeru MIYAZAWA・Aya ASAI・Jun KAIDUKA・Kentarou HIRATA

¹正会員 株式会社 長大 社会環境2部（東京都中央区勝どき一丁目13番1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）

³正会員 株式会社 長大 国内営業企画部（東京都中央区勝どき一丁目13番1号）

⁴正会員 株式会社 長大 社会環境1部（北海道札幌市中央区北1条東二丁目5番3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。

現状の課題として、発電出力を安定的かつ長期的に維持することが挙げられるが、給気ノズルの改良やサイクロン集塵機の導入等で、発電効率・連続運転時間の向上を確認した。

また、騒音対策で設置したエンジンルームの低周波音の低減効果を検証した結果、出力に比例して低周波音は増加し、エンジンルームの遮音効果で約1～2dBの低減を確認した。

さらに、発電副産物の木酢液・バイオ炭の有効活用のため、木酢液の害獣・害虫駆除及びバイオ炭の土壌改質効果を検証中で、バイオ炭の農地施用でのJクレジット認証を取得した。

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, Low Frequency Sound, Pyrolytic Acid, Biochar

N-2 直胴型遠心脱水機による温室効果ガス削減事例について

○名越 収二郎^{1,*}・于 再治¹・松井 寛幸²・山本 章裕²・鈴木 邦康²

○Shujiro NAGOSHI・Zaizhi YU・Hiroyuki MATSUI・Akihiro YAMAMOTO・Kuniyasu SUZUKI

¹正会員 株式会社クボタ 水循環プラント技術部（〒104-8307 東京都中央区京橋2-1-3）,
E-mail:shujiro.nagoshi@kubota.com

²正会員 株式会社クボタ 水循環プラント技術部（〒661-8567 兵庫県尼崎市浜1-1-1）

下水処理工程において汚泥処理は、汚泥の減容化や質の安定化に加え肥料利用による汚泥資源の有効利用等、求められる役割は大きく、重要なプロセスである。近年、全国で汚泥処理の広域化・共同化が推進されているため、今後、し尿・浄化槽汚泥等の地域バイオマスが下水処理場で集約処理され汚泥が難脱水化すると、従来の汚泥脱水機では十分な脱水性能を発揮できなくなる恐れがある。性能悪化によるケーキ含水率の上昇は、汚泥の外部搬出量や焼却に必要な補助燃料の増加を引き起こすため、維持管理費が増加するのに加えて、GHG排出量を増大させ、汚泥処理プロセス全体の脱炭素化を大きく妨げる恐れがある。この課題に対し、従来より遠心効果を高めて脱水性能を向上した新型の直胴型遠心脱水機を開発し、適用することで難脱水汚泥のケーキ含水率を低減でき、プロセス全体のコスト低減や脱炭素化に貢献可能との実験結果が得られたので、紹介する。

Key Words : centrifuge, sludge, centrifugal effect, dewatering, vibration analysis, resonance, life cycle cost, greenhouse gas emission

N-3 重金属等を含む水の植物繊維による現場での水槽循環浄化に向けた室内実験

○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）, E-mail: 90185@ceri.go.jp

²愛媛大学社会共創学部環境デザイン科

土木事業での掘削作業や仮置き土等から発生する重金属等を含む排水は、排水基準等に基づく管理値よりも低下させて河川等へ放流する必要がある。しかし、環境負荷への問題や処理コストを要することから、これらの軽減を目的に、重金属類を含む水の現場水槽内での循環浄化に向け、天然の植物繊維と試験水をビーカー内で7日間攪拌する室内実験を行い、試験水の重金属等の濃度と植物繊維の重金属等の含有量の経時変化を調べた。

実験の結果、試験水の六価クロム、セレン、ふっ素、ほう素の初期濃度0.096mg/L, 0.115mg/L, 7.4mg/L, 6.15mg/Lは、7日目に0.047mg/L, 0.089mg/L, 6.7mg/L, 5.74mg/Lに減少した。また、植物繊維の六価クロム、セレン、ふっ素、ほう素の初期含有量9.3mg/kg, 0.1mg/kg未満, 20mg/kg未満, 3.1mg/kgは、7日後に14.6mg/kg, 1.2mg/kg, 22mg/kg, 27.5mg/kgに増加した。これらのことから、重金属等を含む水の浄化に植物繊維が適用できることを確認した。

Key Words : *plant fibers, heavy metals, artificial channel, purification experiments*

N-4 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

○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 山梨大学修士課程学生 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 大学院総合研究部附属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感染症（COVID-19）の感染者数の報告が、これまでの毎日の全数把握から週1回程度の定点把握になり感染流行状況がつかみにくくなった。しかし、医療機関でのクラスター感染は、入院患者の健康を脅かすため、依然として感染拡大予防が重要である。本研究では、COVID-19流行時に一層普及した空気清浄機にウイルスが捕捉されていると考え、空気清浄機から新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）を回収・検出する技術を開発した。病院内の10カ所に設置した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てRNAを抽出し、逆転写リアルタイムPCRで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、特にCOVID-19患者の入院病室からは2種類の空気清浄機とも他の設置場所より多くのSARS-CoV-2が検出された。この結果より、空間中のSARS-CoV-2の分布の可視化が可能になり、医療機関や施設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, COVID-19, SARS-CoV-2, Ultrasonication*

N-5 Assessment of Nanocomposite Membranes in Water Reclamation and Reuse

○Yan Tung LO^{1,*}, Shinobu KAZAMA², and Satoshi TAKIZAWA³

^{1, 3}Dept. of Urban Eng., University of Tokyo (7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan)

E-mail: lydialyt@g.ecc.u-tokyo.ac.jp; takizawa@env.t.u-tokyo.ac.jp

²Dept. of Urban Eng., University of Tokyo (5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba 277-5863, Japan)

E-mail: kazama@edu.k.u-tokyo.ac.jp

Water scarcity, arising from a worldwide shortage of easily accessible freshwater resources, has driven many cities to explore new substitutes. One of the solutions is potable water reuse, which is a sustainable and economical alternative to generating drinking water. Typical wastewater reclamation involves Reverse Osmosis (RO), a membrane filtration process that could remove a wide range of contaminants. Contaminants of emerging concern present in the water as a result of anthropogenic activities are nevertheless placing an immense burden on the treatment system. The NORMAN Association, a network of laboratories and research institutions, has listed more than 900 emerging substances detected in the European aquatic environment. Furthermore, unpredictable events like the COVID-19 pandemic have heavily contaminated wastewater with pharmaceuticals. These small, neutral-charge, or low-molecular-weight compounds, are difficult to remove even by the state-of-the-art polyamide thin-film composite RO membranes. Owing to their outstanding physiochemical properties, nanocomposite membranes have received a lot of interest recently. The multi-functionalities possessed by the nanomaterials offered opportunities to integrate various rejection mechanisms, including size exclusion, adsorption, photodegradation, and even biodegradation, into a single process. Along with their unique structures, these membranes also provide potential for overcoming the trade-off relationship between permeability and selectivity. Through a performance evaluation, this work elaborated on the innovation of novel nanocomposite membranes. Critical direction is also provided for future research on commercialization possibilities and incorporating them into full-scale treatment plants.

Key Words : *contaminants of emerging concern; nanomaterials; nanocomposite membrane; potable water reuse*

N-6 Fluoride Removal from Groundwater by Adsorption on Rice Starch

○Benyapa SAWANGJANG^{1,*} and Satoshi TAKIZAWA²

¹Project Assistant Professor, Dept. of Urban Engineering, University of Tokyo (Bunkyo City, Tokyo 113-8656, Japan)

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

²Professor, Dept. of Urban Engineering, University of Tokyo (Bunkyo City, Tokyo 113-8656, Japan)

Prior studies have found that rice grain can accumulate fluoride by rice soaking and cooking in fluoride-containing water. Starch is the main component of rice grain. This study aimed to examine the fluoride removal efficiency of rice starch in order to propose low-cost adsorbents for fluoride removal from water. Thus, two types of starch, namely sticky rice starch (*indica* species) and uruchi starch (*japonica* species) were selected for the fluoride absorption and adsorption experiments. Furthermore, cotton soaking experiments were also conducted in order to compare the fluoride adsorption capacities of starch and cellulose.

The total fluoride accumulations on sticky rice starch and uruchi starch were 9.77 ± 0.21 and 4.74 ± 0.16 mg/kg-dry basis, respectively, by soaking starches in fluoride-containing water *ca.* 5 mg/L for 1 day, at a water-to-starch ratio of 4 at 25 °C. Sticky rice starch contains a higher amylopectin component than uruchi starch, then it is a major factor that can promote fluoride accumulation on sticky rice starch more than twice of uruchi. Based on the results of fluoride (free) ion selective pack-test, sticky rice starch can remove fluoride in water from 5 mg/L to less than 1.5 mg/L (the WHO Guideline for Drinking Water) by replacing the rice starch at least 5 times. Although the fluoride adsorption process occurred on rice starch, cellulose in cotton did not adsorb fluoride. Thus, it can be concluded that rice starch has a strong affinity with fluoride and thus can be used as an adsorbent for the fluoride removal from contaminated groundwater.

Key Words : *adsorption, cotton, fluoride removal, groundwater, rice starch*

N-7 水素供給membrane biofilm reactor (MBfR) によるバイオメタネーション

○庄司 仁¹・泉家 寛人²・中田 恭平³・田中 秀治⁴・新田見 匡^{5,*}

○Tadashi SHOJI・Hiroto IZUMIKA・Kyohei Nakata・Hideharu TANAKA・Tadashi NITTAMI

¹西松建設株式会社 技術研究所 環境技術グループ (〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-1)

²横浜国立大学 理工学部化学・生命系学科 (〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)

³横浜国立大学大学院 理工学府化学・生命系理工学専攻 (〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)

⁴三機工業株式会社 R&Dセンター 環境システム開発部 (〒242-0007 神奈川県大和市中央林間7-10-1)

⁵横浜国立大学大学院 工学研究院 (〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5), E-mail:nittami@ynu.ac.jp

水素資化性メタン菌により水素と二酸化炭素からメタンを生成するバイオメタネーション ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$) は、再生可能エネルギーの貯蔵手段や二酸化炭素の利活用手段として注目を集めている。そこで本研究では、気体透過膜を生物膜担体と気体供給手段に兼用する membrane biofilm reactor (MBfR) の原理にもとづいて、バイオメタネーション向けの新たな技術を考案した。本技術は、水素供給MBfRを設置するメタネーション槽と、二酸化炭素を吸収させる溶解槽とで構成されており、両者の間で連続的な循環を行うことに特徴がある。これにより、メタネーション反応による溶存二酸化炭素濃度の低下と、それにともなう循環液のpH上昇を、燃焼排ガス等に含まれる二酸化炭素の水洗回収の前処理として活用することを目的としている。実験室規模（有効容積≒2 L）の装置で基礎的な実験を行ったところ、MBfRによるメタンの生成ならびに想定されたpHの挙動が確認できた。

Key Words : biomethanation, membrane biofilm reactor, gas permeable membrane, CO_2 capture

N-8 Moringa Seed as a Low-Cost Solution for Efficient Virus Concentration in Wastewater

○Vu Duc CANH^{1,*} and Hiroyuki KATAYAMA^{1,*}

¹Dept. of Urban Eng., the University of Tokyo (7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 11-8656, Japan)

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

¹Member of JSCE, Professor, ¹Dept. of Urban Eng., the University of Tokyo (7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 11-8656, Japan)

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

Effective virus concentration methods are essential for detecting pathogenic viruses in environmental waters and play a crucial role in wastewater-based epidemiology. However, the current methods are often expensive, complicated, and time-consuming, which limits their practical application. In this study, a simple and low-cost method was developed using the extract of moringa oleifera (MO) seeds (MO method) to recover viruses in wastewater. The optimal conditions for the MO method was found at a concentration of MO extract at the UV_{280} value of 0.308 cm^{-1} and an elution buffer (0.05M KH_2PO_4 , 1M NaCl, 0.1% Tween80 [v/v]) for recovering the tested viruses (including pepper mild mottle virus (PMMoV), murine norovirus (MNV), Aichivirus (AiV), murine hepatitis virus (MHV), and influenza A virus subtype H1N1[H1N1]) in wastewater. At the optimized conditions, MO method ($36 \pm 14\%$) was more effective to recover the tested viruses than commonly used virus concentration methods such as filtration with an electronegative membrane ($17 \pm 16\%$), polyethylene glycol (PEG) precipitation ($20 \pm 9\%$), and ultrafiltration (UF) methods ($25 \pm 15\%$) and automatic concentrator (InnovaPrep CP selectTM) ($15 \pm 13\%$). In addition, the MO method was found to be much more cost-effective than other tested virus concentration method. Moreover, the MO method was successfully applied to detect various types of indigenous viruses (PMMoV, AiV, norovirus of genotype II, enterovirus, influenza A virus, and SARS-CoV-2) in raw wastewater. Thus, the developed MO method could be an useful tool to concentrate viruses in wastewater, especially when applying in an area with limited facilities or for routine monitoring with many samples.

Key Words : virus concentration, moringa seed, wastewater, low-cost

N-9 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

○鈴木 蓮¹・大石 若菜²・佐野 大輔^{3,*}

○Ren SUZUKI・Wakana OISHI・Daisuke SANO

¹非会員 東北大学博士課程前期 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

世界の一部地域では水不足が深刻な問題となっており、解決策の1つとして下水の再生利用が行われている。しかしながら、下水中には病原体が含まれるため、再生利用の際には感染リスクを適切に管理することが求められる。下水再生利用における感染リスク管理の上で最も重要なプロセスは消毒であり、下水水質の変動やアンモニアなどによる消毒剤の消費を考慮し、迅速に病原体不活化率を定量する手法を確立することが求められている。本研究では、水環境中における微生物の増殖・死滅などをモデリングする環境予測微生物学に基づき、リアルタイムに測定可能な水質データを用いて病原体の不活化率を予測するソフトセンサー技術の開発を試みた。二次処理下水中に存在する2種類の腸管系ウイルスを試験微生物としたモデリングの結果、それぞれのウイルスで高い予測精度が得られたことから、ウイルス種をダミー変数として用いた統合予測モデルの構築可能性が示された。

Key Words : *environmental predictive microbiology, wastewater reclamation and reuse, enteric virus, chlorine disinfection, regularized regression model*

N-10 アクリルアミド非含有高分子凝集剤を用いた 淀川表流水の凝集・沈澱処理

○笠原 伸介^{1*}・内海 智貴²・南谷 真人²・細畠 周汰²・永井 将貴³・森 康輔⁴

○Shinsuke KASAHARA・Tomoki UTSUMI・Shuta HOSOHATA・Makoto NANTANI・Masaki NAGAI・Kosuke MORI

¹正会員 大阪工業大学教授 工学部環境工学科 (〒535-8585 大阪市旭区大宮五丁目16-1) , E-mail: shinsuke.kasahara@oit.ac.jp

²非会員 大阪工業大学 工学部環境工学科 (〒535-8585 大阪市旭区大宮五丁目16-1)

³非会員 水ing株式会社 企画開発本部／開発統括部 (〒105-0021 東京都港区東新橋一丁目9-2 汐留住友ビル27階)

⁴非会員 水ing株式会社 RDC社会インフラ技術開発部 (〒251-8502 神奈川県藤沢市本藤沢四丁目2-1)

本研究では、アクリル酸ナトリウムを原料とする浄水用有機高分子凝集剤「アクリルアミド非含有高分子凝集剤 (以下、AFP)」の淀川表流水への適応性を評価するため、PAClとAFPを併用したジャーテストを行った。AFPによる処理性改善効果を継続的にモニタリングするとともに、攪拌条件の変更が処理性に及ぼす影響などについて検討した。その結果、国内の標準的な浄水操作を想定した攪拌沈澱条件下では、PAClとAFPの併用による上澄濁度の低減効果はあまり見られなかったが、フロック群の界面沈降速度については、薬注条件が適正範囲であれば明らかな向上が見られた (平均約30～50%向上)。また、AFPを併用すると、緩速攪拌の強化や攪拌過不足時の濁度上昇が大幅に抑制され、広範な攪拌条件下で安定した処理水質の得られることが示唆された。

Key Words : *coagulation, sedimentation, acrylamide-free polymer, jar test, water purification*

N-11 もみ殻を用いた連作障害抑止型土壌改良資材の試作

○富岡 大翔¹・都築 直仁²・大可 航聖³・青井 透⁴・宮里 直樹^{5,*}

○Hiroto TOMIOKA・Naohito TSUZUKI・Kousei OOKA・Toru AOI・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 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 元群馬工業高等専門学校（〒371-8530群馬県前橋市鳥羽町580）

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と植物病原菌を抑制し、連作障害抑止となると考えられている。本研究はもみ殻、乾燥汚泥、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。また連作障害効果を検証するために資材内の雑線虫と*Bacillus*属細菌の計測を行った。さらに作物の生育に影響を与えないことを確認するために植害試験を実施した。すると資材内の雑線虫と*Bacillus*属細菌の増殖は連作障害抑止に有効である可能性が示唆された。しかし植害試験では作物の生育に影響を及ぼす可能性が示唆された。

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

N-12 化学線量計を用いた外照型流水紫外線処理装置の評価

○高浪 龍平

○Ryohei TAKANAMI

正会員 大阪産業大学准教授 デザイン工学部環境理工学科（〒574-8530 大阪府大東市中垣内3丁目1-1）,

E-mail: r-nami@est.osaka-sandai.ac.jp

紫外線による水処理は、副生成物が発生せず、残留性がないなどの特徴を持ち、耐塩素性病原微生物に対応できるため、国内でも水道の消毒方法として認められるなど注目されている。また、水俣条約の施行を契機として、水銀不使用の紫外線光源の活用が期待されている。従来光源からの置き換えに対応できるよう光源の高出力化が進んでいることから、これらが有する、割れにくく長寿命という特徴を活かすことでこれまでにない紫外線水処理が可能となる。

本研究は、プラズマ発光型水銀フリー深紫外線光源を用い、この光源を外照する流水水処理装置について、ウリジンによる化学線量計で評価を行った。照射方法については一方位と全方位、流水部の材質として石英と樹脂との比較を行い、装置全体の樹脂化の可能性について評価し、樹脂製は石英製に劣るものの水処理が可能であり、装置の高耐久化に寄与する知見が得られた。

Key Words : *wastewater treatment, mercury-free UV light, chemical actinometry, flowing-water equipment*

N-13 下水汚泥と地域資源を利用した堆肥による青枯病抑制効果の検証

○宮原 将志¹・蔵下 はづき²・渡利 高大¹・山口 隆司²・幡本 将史^{1,*}

○Masashi MIYAHARA・Hazuki KURASHITA・Takahiro WATARI・Takashi YAMAGUCHI・Masashi HATAMOTO

¹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）,
*hatamoto@vos.nagaokaut.ac.jp

²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）

植物土壌病害の一種である青枯病及びその原因となる*Ralstonia Solanacearum*は、世界的に対策が必要とされている。既存の対策として、燻蒸剤による土壌燻蒸や太陽熱殺菌、輪作等が行われているがこれらの対策には問題が多い。

本研究では、生物的防除法として下水汚泥内に存在する*Bacillus*属細菌をはじめとした拮抗性細菌に着目し、それらを活用した地域資源堆肥による青枯病抑制効果の検証を行った。圃場での施肥試験の結果、施肥系では無施肥の系と比較し、青枯病菌数の減少、青枯病発病度の40%以上の減少が確認できた。また、施肥後の土壌の菌叢解析の結果から*Bacillus*属細菌のみならず、*Streptomyces*属細菌を含んだ放線菌類や植物成長促進細菌である*Arachidicoccus*属の存在も確認され、これらの細菌が複合的に作用し、青枯病抑制効果を示した可能性が考えられた。

Key Words : bacterial wilt, compost, *Bacillus*, biological control agents

N-14 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

○高部 祐剛^{1,*}・伊田 幸太郎²

○Yugo TAKABE・Kotaro IDA

¹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

²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）

従来の電解晶析法では未利用であった陽極で発生する水素イオンに焦点をあて、下水におけるリン酸カルシウムの析出効率を促進する電解晶析法を開発した。まず、炭酸カルシウムが主成分である貝殻を陽極近傍に充填可能な電気分解装置を構築した。下水を電気分解し、陽極で発生する水素イオンと貝殻を反応、貝殻を溶出することで、リン析出に必要なカルシウムイオンの供給と、貝殻による水素イオンの消費に伴う陰極で発生する水酸化物イオンの蓄積、を同時に達成した。下水汚泥常圧浮上濃縮槽の分離液（リン酸濃度：25.0 mg-P/L）を下水処理場から採取し、従来の電解晶析法と貝殻充填型電解晶析法それぞれで回分実験（通電電流値：0.5 A、通電時間：1時間）を行ったところ、実験後の残存リン酸濃度が24.1 mg-P/Lと2.02 mg-P/Lとなった。貝殻の充填によりリン析出効率が26倍となり、貝殻充填型電解晶析法の有効性が実証された。

Key Words : phosphorus, sewage, electrochemical precipitation, bivalve shell

N-15 水素添加メタン発酵によるバイオガスの高品質化

○佐藤 夏紀¹・伊藤 竜生^{1,*}・大下 和徹²・
羽深 昭³・水野 志穂⁴

○Natsuki SATO・Ryusei Ito・Kazuyuki OSHITA・Akira HAFUKA・Shiho MIZUNO

¹株式会社タクマ研究部（〒660-0806 兵庫県尼崎市金楽寺町2-2-33）

E-mail:ryusei@takuma.co.jp

²京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Cクラスター1-3）

³北海道大学大学院工学研究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東邦ガス株式会社技術研究所（〒476-8501 愛知県東海市新宝町507-2）

カーボンネガティブ社会に実現にバイオガスの活用が求められているが、一般にバイオガス中CH₄濃度が約50%と低く、その高品質化が必要である。そのため、高温メタン発酵槽にH₂を添加するIn-situバイオガスアップグレーディングを行った。その際の基質組成、投入量、H₂ガス供給量、バイオガス組成、生成量を連続モニタリングすることにより、CHの物質収支を求めた。その結果、水素添加量を増加させることによりCH₄生成量が増加し、バイオガスアップグレーディングが起きていることが確認されたが、CO₂の生成量は減少しておらず、基質のバイオガスへの転換率が増加している傾向が見られた。HはCO₂との反応によりCH₄およびH₂Oへ転換されるものと溶液内に残存するものが存在することが示唆され、微生物体などとして取り込まれていると推測された。

Key Words : Carbon Negative, Biomethan, In-situ Biogas Upgrading, Hydrogen Supply

自由投稿発表セッション

B－1～B－36

自由投稿発表セッション

目 次

B-1	鉄による堆積物からの硫化水素溶出抑制……………	9
	井上徹教・萩野裕基	
B-2	建物給水システムにおけるレジオネラ対策からみた 給水管の洗浄効果に関する研究……………	9
	永田莞織・青井裕亮・中西智宏・伊藤禎彦	
B-3	酸素富化燃焼とCO ₂ 回収技術を適用した廃棄物焼却システムの評価……………	10
	岡本哲史・高岡昌輝・大下和徹・原田浩希・岡田正史・永森稔朗・植田全紀	
B-4	高分解能質量分析による高度処理での塩素消毒副生成物形成に関する研究……………	10
	吉田謙司・Jibao LIU・Mohamed ELSAMADONY Quing Long Fu・權垠相・藤井 学	
B-5	環境に配慮した斜面对策事業におけるグリーンインフラとしての 投資効果に関する一考察……………	11
	原田紹臣・櫻井崇光・松井陽造・影山博幸・水山高久	
B-6	台場周辺海域における糞便汚染の長期間連続調査と 流動水質モデルによる再現性評価……………	11
	古米弘明・Chomphunut POOIPATTANA・Manish KUMAR	
B-7	下水直接膜ろ過透過水中に残存するアンモニアの回収……………	12
	佐々木優斗・伊藤結衣・黒崎陸斗・羽深 昭・木村克輝	

B-8	廃棄物再生資材による自然由来重金属類含有土壌の不溶化特性評価……………	12
	斎藤健志・川辺能成・渡部直喜	
B-9	原料の調合条件がFe-N-C触媒の酸素還元反応活性やMFCの性能へ及ぼす影響……………	13
	篠原雅人・大沼卓也・石飛宏和・窪田恵一・渡邊智秀	
B-10	大気中からの二酸化炭素回収を目的とした微生物燃料電池の性能改善評価……………	13
	小山寛貴・石崎 創・宇田川洋一・吉田愛里・佐野大輔	
B-11	流動が大阪湾のくぼ地の水質に与える影響について……………	14
	松本大輝・Muhammad Ali Hafeez・井上徹教・佐藤朋之・松崎義孝	
B-12	懸濁物質の活性汚泥フロックへの付着メカニズム解明のための動画解析……………	14
	信時 圭・中屋佑紀・佐藤 久	
B-13	再生可能エネルギーの利用拡大に向けた乳牛ふんの メタン発酵における基質投入間隔調整……………	15
	真鍋弘生・日高 平・中村真人・折立文子・野村洋平・藤原 拓	
B-14	嫌気性消化処理を活用した下水処理場の大規模被災時エネルギー拠点化……………	15
	石井宏樹・日高 平・池本良子・戸莉丈仁	
B-15	吸着等温線に基づく活性汚泥フロックへの大腸菌の吸着メカニズムの検討……………	16
	石塚祐介・中屋佑紀・佐藤 久	
B-16	BisBALキレートで改質した膜を用いたMBRにおける膜ファウリングの抑制……………	16
	浅野凌平・中村拓海・羽深 昭・木村克輝	

B-17	EPISSENS法を用いたMBR透過水中に存在するウイルスの高感度検出および定量……………	17
	中祖惟月・中村拓海・羽深 昭・北島正章・佐藤 久・木村克輝	
B-18	正浸透法による下水処理における膜洗浄方法の検討とファウラントの推定……………	17
	木許新太郎・藤原 拓・野村洋平・日高 平・塩田憲司・石川岳学・坂本成隆	
B-19	バイオチャーを用いた水試料および下水処理水からの微量汚染物質の吸着除去……………	18
	王 健斉・リンマン ワルニー・若狭拓人・高橋尚暉・石川奈緒・伊藤 歩	
B-20	転炉スラグおよび高炉スラグの添加が下水汚泥のメタン発酵に与える影響……………	18
	桑原遥香・鹿沼俊介・羽深 昭・木村克輝	
B-21	パルス電界を用いた水耕栽培液中の植物病原体不活化効果の検証……………	19
	古川隼士・野崎正洋・上野崇寿・Mohan AMARASIRI・清 和成	
B-22	湖水中 PO_4 -Pの濃度変動から内部リン溶出速度を推定できるか……………	19
	佐野航士・上田純平・羽深 昭・木村克輝	
B-23	嫌気性MBRを用いたバイオガスアップグレーディングと H_2 添加頻度の検討……………	20
	鹿沼俊介・羽深 昭・大下和徹・佐藤夏紀・伊藤竜生・水野志穂・木村克輝	
B-24	ケイ酸による活性汚泥中の硫酸塩還元反応への影響……………	20
	酒井 響・阿左見聡太・大竹志弥・宮里直樹	
B-25	パルス電界印加技術によるエアロゾル感染性ウイルスの不活化効果の検証……………	21
	諸石涼羽・木下樺子・古川隼士・上野崇寿・Mohan AMARASIRI・清 和成	

B-26	群馬県内の利根川上中流域におけるマイクロプラスチックの存在把握	21
	小保方直輝・齋藤 輝・金井広貴・北村希美・宇野悠介・宮里直樹	
B-27	アンサンブルカルマンフィルタによる水圏生態系モデルの データ同化システムの開発	22
	松崎義孝・井上徹教・内藤大輔	
B-28	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	22
	上田純平・佐野航士・羽深 昭・木村克輝	
B-29	ヒト腸管系ウイルスの検出を目的とした選択的メタゲノム解析手法の改善	23
	新井 結・風間しのぶ・小熊久美子・滝沢 智	
B-30	金ナノ粒子プローブを用いた活性汚泥内の細菌の定量	23
	進士絢香・佐成航太・半田久純・廣井楓夏・中屋佑紀・佐藤 久	
B-31	下水処理水とその放流先河川水中の抗菌薬実態調査	24
	石川奈緒・伊藤来夢・岩渕滯司・伊藤朋子・笹本 誠・伊藤 歩	
B-32	EEMs中のタンパク質様成分の検出特性とアミノ酸濃度との比較	24
	池田和弘・竹峰秀祐・渡邊圭司・日下部武敏	
B-33	ペルフルオロオクタン酸とペルフルオロオクタンスルホン酸の 分岐鎖の分別定量による水道水源の調査	25
	中沢禎文・小坂浩司・吉田伸江・浅見真理	

B-34 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……………	25
---	----

田中愛乃・中西智宏・伊藤禎彦

B-35 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……………	26
---------------------------	----

白崎伸隆・胡 秋暎・白川大樹・高木弘隆

岡智一郎・松下 拓・松井佳彦

B-36 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……………	26
--------------------------	----

齋藤 輝・小保方直輝・金井広貴・北村希美・宮里直樹

B-1 鉄による堆積物からの硫化水素溶出抑制

○井上 徹教^{1,*2,3}・萩野 裕基⁴

○Tetsunori INOUE・Yuki HAGINO

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株式会社東京久栄（〒333-0866 埼玉県川口市芝6906-10）

閉鎖性水域においては、硫化水素は主に底層の無酸素化が継続した場合に、嫌気化した堆積物からの溶出により供給される。本研究では、鉄（Fe）、酸化鉄（Fe₂O₃）、酸化水酸化鉄（FeOOH）を堆積物表面に散布した場合の硫化水素抑制効果について、室内実験により検討した。5日間の培養実験では、対照区と比較した硫化水素溶出抑制率は鉄添加で約97%（添加量38.5～81.2 mmol）、酸化水酸化鉄添加で100%（添加量40.7～85.5 mmol）となり、両者とも硫化水素溶出をよく抑制していた。3週間の実験では、前述の実験と同程度の添加量（63.0 mmol）であったが、5日間の実験よりも抑制率は低めであり、酸化水酸化鉄で約90%、酸化鉄で約49%であった。本研究では使用した全ての鉄材で硫化水素溶出抑制効果が確認されたが、酸化水酸化鉄が最も効果的であることが分かった。

Key Words : iron material treatment, sediment, sulfide release, suppression effect

B-2 建物給水システムにおけるレジオネラ対策からみた 給水管の洗浄効果に関する研究

○永田 莞織¹・青井 裕亮¹・中西 智宏^{2,*}・伊藤 禎彦²

○Iori NAGATA・Yusuke AOI・Tomohiro NAKANISHI・Sadahiko ITOH

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Cクラスター）,

²正会員 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Cクラスター）,
E-mail: nakanishi.tomohiro.8r@kyoto-u.ac.jp

日本の水道システムでは塩素消毒が施されているものの、建物内の給水システムの中でも特に滞留傾向が著しい給水末端では残留塩素が消失し、結果としてレジオネラ属菌をはじめとした日和見感染菌の再増殖が懸念される。

本研究は、レジオネラ属菌に高濃度に汚染されかつ滞留傾向の高い給水システムについて、様々な放水条件のもとで配管のレジオネラ汚染の制御性を評価することを目的とした。具体的には、恒常的な汚染が確認されている実際の大型建造物を対象として、日常的な使用を模した低流量条件とフラッシング洗浄を模した高流量条件のもとで給水栓から滞留水を放水し、放水直後やその後の滞留水におけるレジオネラ濃度や自由生活性アメーバ濃度、細菌群集組成などを測定した。これにより、建物内部の給水システムでとり得る適切なレジオネラ管理手法について考察した。

Key Words : Legionella, Free-living amoeba, Building water plumbing systems, Chlorine residual

B-3 酸素富化燃焼とCO₂回収技術を適用した廃棄物焼却システムの評価

○岡本 哲史¹・高岡 昌輝^{2,*}・大下 和徹²・原田 浩希^{1,3}・
岡田 正史³・永森 稔朗³・植田 全紀³

○Tetsushi OKAMOTO・Masaki TAKAOKA・Kazuyuki OSHITA・Hiroki HARADA・
Masashi OKADA・Toshiro NAGAMORI・Masanori UEDA

¹非会員 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Cクラスター)

²正会員 京都大学大学院 工学研究科都市環境工学専攻, E-mail: takaoka.masaki.4w@kyoto-u.ac.jp

³非会員 日立造船株式会社 (〒559-0034 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7-89)

本研究ではプロセスシミュレータのAspen Plusを用いて都市ごみ焼却発電施設を対象とした酸素富化燃焼技術の適用について、深冷分離法による空気分離プロセス、ごみ焼却プロセス、アミン吸収法によるCO₂回収プロセスを組み合わせた複数のパターンごとに物質・熱収支に基づくエネルギーバランスを計算した。ごみ焼却+CO₂回収のパターンではCO₂回収装置に必要な蒸気を発電タービンから抽気したために発電量が小さくなり、酸素富化燃焼を適用したパターンでは、空気分離装置の影響で消費電力量が発電量を僅かに上回る結果となった。さらに酸素富化燃焼のうち洗煙塔出口からガスを再循環させたパターンでは、42℃と温度の低い再循環ガスを焼却炉内に吹き込む際、タービン手前の高温蒸気を用いて再加熱する必要があるため、発電に用いる蒸気量が減り、バグ出口から再循環させたパターンと比べて発電量が小さくなった。今後、高濃度化した排ガス中CO₂の回収効果をより詳細に反映しつつ、焼却炉規模や空気分離方法の違いによる効果等の観点も含め本プロセスの実現可能性を評価していく。

Key Words : *Municipal solid waste, Oxygen-enriched combustion, CCUS*

B-4 高分解能質量分析による高度処理での塩素消毒副生成物形成に関する研究

○吉田 謙司¹・Jibao LIU²・Mohamed ELSAMADONY²・Quing Long Fu³・權垠相⁴・藤井 学⁵

¹東京工業大学学生 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)

²東京工業大学博士研究員 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)

³中国地質大学 准教授(湖北省武漢市洪山区魯磨路 388 号)

⁴東北大学准教授 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)

⁵正会員 東京工業大学准教授 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) (Corresponding Author)

塩素消毒の際に水中の天然有機物(NOM)とハロゲンが反応することで人体に有害な消毒副生成物(DBP)が生じる。本研究では UV/H₂O₂ 促進酸化法(AOP)、活性炭処理、塩素処理を組み合わせで行った標準腐植サンプルに対して超高分解能質量分析を用いて解析を行い、高度水処理プロセスが DBP・DBP 前駆体除去および消毒副生成物形成に与える影響を調べた。その結果、H₂O₂ 濃度が高いサンプルで DBP 種の低減が見られた一方、H₂O₂ 濃度が低いサンプルでは DBP 種が増加することが確認された。AOP によって分子量、二重結合当量、芳香族指数は小さくなったが、分子組成数の増加は見られなかった。全有機炭素(TOC)の減少幅は活性炭処理を組み合わせた処理において一番大きかったが、DBP および DBP 前駆体種数の除去においてさほど効果的でなかった。DBP 前駆体の推定を行った結果、推定前駆体の分子組成は分子量、二重結合当量ともに比較的小さい値であり、O/C と H/C の値が小さい分子組成はほとんど確認されなかった。

Key Words : *ultra-high resolution mass spectrometry, NOM-derived DBP, precursor, water treatment*

B-5 環境に配慮した斜面对策事業におけるグリーンインフラとしての投資効果に関する一考察

○原田 紹臣^{1,*}・櫻井 崇光²・松井 陽造³・影山 博幸⁴・水山 高久⁵

○Norio HARADA・Takamitsu SAKURAI・Yozo MATSUI・Hiroyuki KAGEYAMA・Takahisa MIZUYAMA

¹正会員 博士（工学/農学）三井共同建設コンサルタント株式会社 MCC研究所（〒552-0007 大阪市港区弁天1-2-1）,
E-mail:harada@mccnet.co.jp

²非会員 三井共同建設コンサルタント株式会社 MCC研究所（〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-1）

³非会員 三井共同建設コンサルタント株式会社 環境・地域デザイン事業部（〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-1）

⁴非会員 三井共同建設コンサルタント株式会社 環境・地域デザイン事業部（〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-1）

⁵非会員 農学博士 京都大学名誉教授（〒606-8502 京都市左京区北白川追分町）

グリーンインフラを活用した自然共生地域づくりは、2050年カーボンニュートラルや気候変動へ対応するに重点的に取り組むべきプロジェクトの一つとして位置づけられている。本研究では、土砂災害の防止や良好な都市環境の保全等を目的に六甲山系で実施されているグリーンベルト事業を対象に、グリーンインフラとして期待される効果も含めた投資効果について試行的に分析して考察している。なお、本検討の結果、ヒートアイランド抑制、氾濫の抑制及び土砂の発生抑制に対して、特に、投資効果が高いものとして評価される可能性が示唆された。

Key Words : Environmentt, green infrastructure, investment effect, slope countermeasures

B-6 台場周辺海域における糞便汚染の長期間連続調査と流動水質モデルによる再現性評価

○古米 弘明¹・Chomphunut POOIPATTANA²・Manish KUMAR^{3,4}

○Hiroaki FURUMAI・Chomphunut POOIPATTANA・Manishu KUMAR

¹フェロー会員 中央大学研究開発機構 教授（〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27）, E-mail:hfurumai756@g.chuo-u.ac.jp

²中央大学研究開発機構 助教, ³中央大学研究開発機構 教授,

⁴Professor & Head, Sustianability Cluster, School of Avanced Engineering, UPES, Dehradun, India

お台場海浜公園は将来泳げる親水空間として期待されているが、降雨後には雨天時越流水の影響を受けて糞便汚染指標である大腸菌濃度が上昇する。そこで、台場周辺海域における大腸菌濃度の時間変化を評価するための3次元流動水質モデルを開発、改良してきた。長期間観測データのモデル再現性を評価するため、複数の降雨が発生した2021年11月の約3週間にわたり東京国際クルーズターミナルの棧橋において毎日採水を実施して、大腸菌群数と大腸菌及び腸球菌の濃度変化を調査した。沿岸域での大腸菌の消長には塩分濃度と太陽光による不活化が共に影響することから、段階的な塩分濃度条件において暗条件と模擬太陽光の照射条件で培養実験を行い、塩分及び太陽光による大腸菌の不活化係数を求めた。そして、新たに求めた不活化係数を用いて流動水質モデルによる再現性評価を行ったところ、太陽光だけでなく数日後から濃度上昇する塩分による不活化影響も大きいことが明らかとなった。

Key Words : Combined sewer overflow, Escherichia coli., long-term monitoring, model simulation

B-7 下水直接膜ろ過透過水中に残存するアンモニアの回収

○佐々木 優斗¹・伊藤 結衣・黒崎 陸斗¹・羽深 昭^{2,*}・木村 克輝²

○Yuto SASAKI・Rikuto KUROSAKI・Akira HAFUKA・Katsuki KIMURA

¹非会員 北海道大学大学院 工学院環境創生工学専攻（〒060-0815 北海道札幌市北区北15条西8丁目）

²正会員 北海道大学大学院 工学研究院環境工学部門（〒060-0815 北海道札幌市北区北15条西8丁目）

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

本研究室では下水を直接膜ろ過し、下水中有機物を積極的に回収して下水処理場をエネルギー生産拠点へ転換することを提案している。下水の直接膜ろ過では、膜透過水中に残存するアンモニアが問題となる。本研究では、下水の直接膜ろ過透過水からのアンモニア回収を試みた。アンモニア回収は膜コンタクター(MC)により行った。MCは水中のアンモニウムイオン(NH_4^+)を NH_3 ガスに転換して疎水性膜によって分離し、 NH_3 ガスを酸溶液中に捕捉することで回収する方法である。膜ろ過により都市下水中の懸濁成分を完全に除去することで後段のMCにおける膜ファウリング発生を抑制し、アンモニア回収効率の向上が期待できる。

下水中の懸濁成分を膜ろ過で完全に除去することで、下水を用いる場合においても、物質移動係数の値は高く保持され効率的なアンモニア回収が可能になった。本研究では大型の中空糸膜MC装置を用いたアンモニア回収実験も行った。

Key Words : *membrane contactor, ammonia recovery, municipal waste-water, membrane fouling*

B-8 廃棄物再生資材による自然由来重金属類含有土壌の不溶化特性評価

○斎藤 健志^{1,*}・川辺 能成²・渡部 直喜³

○Takeshi SAITO・Yoshishige KAWABE・Naoki WATANABE

¹非会員 産業技術総合研究所主任研究員 地質調査総合センター（〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1中央第7）,

E-mail:take-saitou@aist.go.jp

²非会員 早稲田大学教授 理工学術院創造理工学部（〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1）

³正会員 新潟大学准教授 災害・復興科学研究所（〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐二の町8050）

本研究では、12種類の土壌・堆積物・岩石を採取し、環境庁告示第46号試験に基づく溶出試験に供した。その結果に基づき、特徴的な傾向を示した2種類の地質試料について、複数の廃棄物再生資材を用い、地質試料中のヒ素、カドミウム、鉛の不溶化試験を試みた。廃棄物再生資材の添加率を上昇させると、重金属類の不溶化率が上昇し、一定の数値に近づく（収束する）傾向が複数で認められた。いずれの地質試料に対しても、そして、どの重金属類についても、共通して不溶化効果を発現した廃棄物は、再生コンクリートであった。今後は、対象とする汚染土壌を増やすことで、重金属類の不溶化処理における廃棄物再生資材の有効性・適用性を継続して検討する。

Key Words : *Waste and recycled materials, heavy metals, soils, sediments, rocks, immobilization*

B-9 原料の調合条件がFe-N-C触媒の酸素還元反応活性やMFCの性能へ及ぼす影響

○篠原 雅人¹・大沼 卓也¹・石飛 宏和²・窪田 恵一³・渡邊 智秀^{4,*}

○Masato SHINOHARA・Takuya ONUMA・Hirokazu ISHITOBI・Keiichi KUBOTA・Tomohide WATANABE

^{1,2}非会員 群馬大学 大学院理工学府 環境創生部門 (〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1)

³正会員 群馬大学助教 大学院理工学府 環境創生部門 (〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1)

⁴正会員 群馬大学教授 大学院理工学府 環境創生部門 (〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1),
E-mail: watanabe@gunma-u.ac.jp

微生物燃料電池 (MFC) による有機性廃水処理の実用には、カソードに適した廉価で高活性な酸素還元反応 (ORR) 触媒が不可欠である。本研究では、活性炭 (AC)、フェロシアン化物 (F) およびイミダゾール (I) を原料に用い、これらの調合条件が熱処理生成物の ORR 活性へ与える影響を調べるとともに、これを触媒として使用したエアカソードを設置した MFC の性能との関係を実験的に検討した。結果として、得られた熱処理生成物の ORR 活性は、原料の配合比に強く依存し最適条件が存在した。また、F と I の混合物の熱処理生成物に Fe-N_x 構造が形成されていることや AC の導電作用に加えて、AC 表面の化学的構造も変化したことが高活性化に関与している可能性が示唆された。さらに、この試料を触媒に用いたエアカソードを設置した MFC を運転し、有機物除去速度や電力密度等の性能との関係を明らかにした。

Key Words : *Microbial fuel cells, Air cathode, Oxygen reduction reaction*

B-10 大気中からの二酸化炭素回収を目的とした 微生物燃料電池の性能改善評価

○小山 寛貴¹・石崎 創²・宇田川 洋一³・吉田 愛里³・佐野 大輔⁴

○Hiroki KOYAMA・So ISHIZAKI・Yohichi UDAGAWA・Eri YOSHIDA・Daisuke SANO

¹非会員 東北大学博士課程前期 大学院環境科学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉6-6-06)

²非会員 ヤンマーホールディングス株式会社 技術本部 中央研究所 (〒521-8511 滋賀県米原市梅ヶ原2481番地)

³非会員 新日本空調株式会社 技術開発研究所 (〒391-0013 長野県茅野市宮川7033-182)

⁴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青葉6-6-06)

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

微生物燃料電池 (MFC) とは、微生物の代謝反応により水中の有機物を直接電気に変換できる創エネルギー型排水処理装置である。カソード電極が大気に露出しているエアカソードMFCでは、カソード反応の進行により電極表面にアルカリ性溶液が生成され、これを反応液とした大気中の二酸化炭素 (CO₂) 回収も期待できるため、発電能と合わせて低炭素社会の構築に貢献できる。本研究では、発電流量やカソード電極の親水化がCO₂回収効率に与える影響を定量的に評価することを試みた。活性炭を主成分としたカソード電極でエアカソードMFCを構築し、発電流量とCO₂回収量の相関性を検証するとともに、有機酸浸漬及びナフィオン溶液塗布によりカソード電極の表面特性を変化させ、その影響を評価した。その結果、ナフィオン溶液を塗布した電極では塗布しない電極に比べて60%以上高い発電流量を示した他、電極を有機酸に浸漬することで親水性が僅かに改善されることを確認した。

Key Words : *Microbial fuel cell, Air-cathode MFC, Cathode reaction, Carbon dioxide, Direct air capture*

B-11 流動が大阪湾のくぼ地の水質に与える影響について

○松本 大輝^{1*}・Muhammad Ali Hafeez²・井上 徹教¹・佐藤 朋之²・松崎 義孝¹

○Hiroki MATSUMOTO・Muhammad Ali Hafeez・Tetsunori INOUE・Tomoyuki SATO・Yoshitaka MATSUZAKI

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

²非会員 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）

貧酸素化は湾内の生態系に大きな影響を与えるため、貧酸素水塊の発生を抑制することは極めて重要である。大阪湾の阪南くぼ地では毎年夏に貧酸素化が発生する。しかし流動が水質に与える影響について十分に検討されていない。本研究では3次元数値シミュレーションを実施することで流動が阪南くぼ地の水質に与える影響について検討した。シミュレーション結果を近畿地方整備局が実施しているモニタリングポストの観測結果と比較したところ概ね良好な再現性が確認できた。表層において、近傍の河川だけでなく、淡路島付近の水塊が沖ノ背還流によって輸送されることで、阪南くぼ地周辺の水質に影響していることが示された。底層において、くぼ地外部の水塊がくぼ地内部に供給されることで急激な塩分変化が発生していることが確認できた。この結果より阪南くぼ地では、湾スケールでの流動が窪地内の水質に大きく影響している可能性が示唆された。

Key Words : Borrow pit, Flow fields, Hypoxia, Osaka bay, Numerical simulation

B-12 懸濁物質の活性汚泥フロックへの付着メカニズム解明のための動画解析

○信時 圭¹・中屋 佑紀²・佐藤 久³

○Kei NOBUTOKI・Yuki NAKAYA・Hisashi SATOH

¹北海道大学 工学部（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

²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）

³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: qsatoh@eng.hokudai.ac.jp

懸濁物質(SS)の水環境中への流出は、病原体の流出、BOD濃度の上昇、透明度の低下をもたらす。SSは活性汚泥プロセスのばっ気槽内で活性汚泥フロックに付着し、最終沈殿池で沈降することで除去されるが、突発的にSS濃度が上昇することがある。そこで本研究では、活性汚泥フロックにSSが付着するメカニズムを解明するため、活性汚泥が入った水槽にSSを投入し、顕微鏡下で付着する様子の動画を撮影し、その動画を解析した。その結果、糸状菌を含んでいる活性汚泥フロックはよくSSを付着すること、そして、SSが付着し大きくなったフロックは糸状菌を含まないフロックよりも沈降しやすいことが明らかになった。また大きくなるにつれて他の小さなフロックも巻き込みながら沈降していく様子が確認された。これらの結果は、活性汚泥フロック内に糸状菌が多くなると最終沈殿池の上澄みSS濃度が低くなる可能性を示唆している。

Key Words : activated sludge, filamentous bacteria, settleability, suspended solids

B-13 再生可能エネルギーの利用拡大に向けた 乳牛ふんのメタン発酵における基質投入間隔調整

○真鍋 弘生¹・日高 平^{1,*}・中村 真人²・折立 文子²・野村 洋平^{1,3}・藤原 拓^{1,3}

○Hiroki MANABE・Taira HIDAKA・Masato NAKAMURA・Fumiko ORITATE・Youhei NOMURA・Taku FUJIWARA

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C1-223）,

E-mail:hidaka.taira.4e@kyoto-u.ac.jp

²国立研究開発法人農業・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）

³京都大学大学院地球環境学学舎地球益学廊（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂C1-222）

農村地域の再生可能エネルギーとして、乳牛ふんを基質としたメタン発酵によるバイオガス発電が注目されている。メタン発酵の特徴として、基質投入量の調整などによるバイオガス発生量の制御能力を有することが挙げられる。しかしながら、基質投入量の調整による有機物負荷率の許容範囲は明らかにされていない。そこで本研究では、基質投入間隔を変化させた乳牛ふんのメタン発酵実験を行い、許容可能な有機物負荷率を明らかにすることを目的とした。乳牛ふんのバイオガス発生率は0.17 NL/gVS-added程度であり、基質投入間隔が3日以上になるとバイオガス発生率の低下がみられた。有機物分解速度を一次反応で記述できるとして算出したバイオガス発生量の計算値と実測値を比較し、同様の傾向が再現された。これらより、バイオガス発生率が低下しない負荷変動の範囲を明らかにし、酪農施設の電力消費などに対応したメタン発酵槽への基質投入量の調整に向けた知見が得られた。

Key Words : *Anaerobic Digestion, Biogas, Livestock Manure, Organic Loading Fluctuation, Organic Acid*

B-14 嫌気性消化処理を活用した下水処理場の大規模被災時エネルギー拠点化

○石井 宏樹¹・日高 平²・池本 良子³・戸荻 丈仁^{4,*}

○Koki ISHII・Taira HIDAKA・Ryoko IKEMOTO・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 京都大学大学院工学研究科（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂C1-223）

³正会員 金沢大学理工研究域地球社会基盤学系（〒920-1192 石川県金沢市角間町）

⁴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

大規模災害時に嫌気性消化で生成したバイオガスを用いて発電し、避難所等へエネルギー供給を行うシステムを想定し実用化検討を行った。下水混合汚泥を基質として中温条件(37℃)で連続運転した1.8Lの実験機について、大規模災害を想定し基質投入を停止し、さらに加温停止系と加温維持系で比較を行った。加温停止系では11時間後に26℃程度まで槽内温度が低下した。その時点でのバイオガス生成量は加温停止系が280NmL (156NmL/L容積)、加温維持系は701NmL(389NmL/L容積)であった。基質投入停止後3日目までのバイオガス生成量は加温停止系1,055NmL(586NmL/L容積)、加温維持系1,879NmL(1044NmL/L容積)であった。37℃→26℃の条件では、大規模災害で基質投入・加温が同時に停止しても一定程度のバイオガス生成が継続することが確認された。また、避難所への蓄電池設置の先行事例として、13箇所の公民館に容量蓄電池を設置し、平常時はVPP(Virtual Power Plant)として、災害時には非常用電源として活用している鳥取県米子市への調査を実施した。

Key Words : *anaerobic digestion, sewage sludge, large-scale disaster, blackout, energy supply base*

B-15 吸着等温線に基づく活性汚泥フロックへの大腸菌の吸着メカニズムの検討

○石塚 祐介¹・中屋 佑紀¹・佐藤 久^{1,*}

○Yusuke ISHIZUKA・Yuki NAKAYA・Hisashi SATOH

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

河川の糞便汚染源の一つに下水処理水がある。河川中の糞便汚染由来の病原性細菌を低減するには下水処理で安定的に除去する必要がある。水の糞便汚染の指標細菌である大腸菌は、下水処理において活性汚泥（AS）への吸着により除去されると考えられるが、そのメカニズムを論じた論文は少ない。そこで大腸菌とASを用いた回分試験により、ASの大腸菌吸着メカニズムの解明を試みた。AS 50mLに系内大腸菌濃度が $10^4 \sim 10^7$ CFU/mLとなるように*E. coli* K12株を添加し攪拌した。全ての系で吸着は攪拌時間5 hで定常に達し、吸着率は99%であった。この結果より5 hで平衡に達することが分かった。吸着等温線を作成したところLangmuir式で再現でき、飽和吸着量は 10^{11} CFU/g-AS-DWと見積もられた。今後はASと大腸菌の表面電荷やEPS量を変えた際の吸着等温線の変化から具体的な吸着メカニズムを検討する。

Key Words : *activated sludge, E. coli, adsorption, EPS, zeta potential*

B-16 BisBALキレートで改質した膜を用いた MBRにおける膜ファウリングの抑制

○浅野 凌平¹・中村 拓海¹・羽深 昭²・木村 克輝^{2,*}

○Ryohei ASANO・Takumi NAKAMURA・Akira HAFUKA・Katsuki KIMURA

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 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

²正会員 北海道大学大学院 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: kkatsu@eng.hokudai.ac.jp

MBRを用いた下水処理では膜ファウリングの発生が未だに課題となっている。BisBALキレートは、MBRにおける主要なファウリング物質と考えられている細胞外高分子物質（EPS）/可溶性微生物産物（SMP）の放出を制限することが報告されている。MBRにBisBALを導入することにより、膜ファウリング発生を抑制できる可能性がある。本研究では、膜をBisBALでコーティングし、実都市下水処理場に設置したベンチスケールMBRに装着して実験を行った。非コーティング膜ではTMPの上昇が速かった一方でコーティング膜ではTMPの上昇が明らかに抑制され、BisBALコーティングはMBRのファウリング抑制に有効であることが示された。コーティング膜表面のケーキ層中EPSの多糖類量は顕著に少なくなっており、このことがコーティング膜を装着していたMBRにおける可逆ファウリングの発生抑制に繋がったものと考えられる。

Key Words : *wastewater treatment, MBR, membrane, fouling, BisBAL, EPS*

B-17 EPISENS法を用いたMBR透過水中に存在するウイルスの高感度検出および定量

○中祖 惟月¹・中村 拓海¹・羽深 昭²・北島 正章²・佐藤 久²・木村 克輝^{2,*}

○Izumi NAKASO・Takumi NAKAMURA・Akira HAFUKA・Masaaki KITAJIMA・Hisashi SATOH・Katsuki KIMURA

¹非会員 北海道大学大学院工学院 (〒001-0020 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

²正会員 北海道大学大学院工学研究院 (〒001-0020 北海道札幌市北区北13条西8丁目), E-mail:kkatsu@eng.hokudai.ac.jp

MBR (膜分離活性汚泥法) は高効率・省スペースな下水処理方法として研究開発および実用化が進んでおり、一般的に良好な処理水質が得られることがわかっている。ウイルスのMBR透過水中の存在濃度に関する知見は一般的であるものの、それらの濃度は極めて低いことが期待されている。しかし、MBR透過水中に存在するウイルス濃度は検出限界を下回ることが多く、MBRによる除去率および透過水中濃度を正確に評価するためには高感度な検出・定量方法を用いて実測調査を実施する必要がある。そこで、本研究では、実都市下水の処理を行っているベンチスケールMBRを用いて、流入水、槽内水、透過水を対象に、高感度検出技術であるEPISENS法を使用することで、水中に存在する病原ウイルスであるアイチウイルス、サポウイルス、ノロウイルスおよび指標ウイルスとして有力とされているPMMoVの検出、定量を行った。その結果、透過水からアイチウイルス、サポウイルスおよびPMMoVが検出された。

Key Words : MBR, Antimicrobial Resistant Bacteria, Virus, EPISENS methods, qPCR, Disinfection

B-18 正浸透法による下水処理における膜洗浄方法の検討とファウラントの推定

○木許 新太郎¹・藤原 拓^{1,2,*}・野村 洋平^{1,2}・日高 平¹・塩田 憲司¹・石川 岳学³・坂本 成隆⁴

○Shintaro KIMOTO・Taku FUJIWARA・Youhei NOMURA・Taira HIDAKA・Kenji SHIOTA・Takanori ISHIKAWA・Naritaka SAKAMOTO

¹京都大学 大学院工学研究科 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂)

²京都大学 大学院地球環境学 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂), E-mail: fujiwara.taku.3v@kyoto-u.ac.jp

³前澤工業株式会社 環境R&D推進室技術開発センター

⁴廣瀬製紙株式会社 開発・営業チーム

正浸透(FO)法は、加圧や曝気を必要とせず従来の膜処理方法と比較して省エネルギーであり、下水処理場のエネルギー自立化に寄与する新規の下水処理方法として期待されている。膜ファウリングの抑制には膜洗浄方法の確立および膜ファウリング原因物質 (ファウラント) の特定が求められる。そこで本研究では、ベンチスケールFO装置による流入下水の処理特性を評価し、ファウリング膜の洗浄方法を検討するとともに、膜洗浄により洗浄溶媒に放出される物質ならびに膜内に残存する物質を分析することでファウラントの推定を試みた。ベンチスケールFO装置による下水濃縮試験においては、膜透過水fluxは膜ファウリングにより6.7 LMHから3.5 LMHに低下し、酸、アルカリによる二段階の膜の薬品洗浄により4.8 LMHまで回復した。無機系ファウラントの推定のためにICP発光分析などを、有機系ファウラントの推定のためにサイズ排除クロマトグラフィーなどを用いて分析を行った。

Key Words : Forward Osmosis, Sewage, Direct Treatment, Membrane Fouling, Permeate Flux

謝辞 本研究は、JST、未来社会創造事業、JPMJMI22I3の支援を受けたものである。

B-19 バイオチャーを用いた水試料および下水処理水 からの微量汚染物質の吸着除去

○王 健齊¹・リンマン ワルニー²・若狭 拓人³・高橋 尚暉³・石川 奈緒³・伊藤 歩^{3,*}

○Jianqi WANG・Warunee LIMMUN・Takuto WAKASA・Naoki TAKAHASHI・Nao ISHIKAWA・Ayumi ITO

¹岩手大学大学院 総合科学研究科地域創生専攻 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田四丁目3-5)

²キングモンクット工科大学

³岩手大学 理工学部システムシステム創成工学科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田四丁目3-5)

枯渇が危惧されるリンやカリウムなどの肥料価格は高騰している。栄養塩類を含む下水処理水や汚泥分離液をリサイクルすることで、これらの肥料資源の採掘を軽減し、輸入コストを削減できる。しかしながら、そのまま肥料として利用すると、含まれる汚染物質が作物に吸収される可能性がある。一方、バイオチャーは、農業廃棄物のリサイクルを促進し、CO₂排出量を削減できる環境に優しい吸着材として注目を集めている。本研究では、廃ドリアンの皮から作製したバイオチャーを使用して、模擬廃水および下水二次処理水中の重金属と抗菌性物質の吸着除去を調査した。二次処理水の場合、Cr, Cu, Zn, CdおよびPbの最大除去率は、10 g/Lのバイオチャー添加量で55%以上であった。1 g/Lの添加量で、クラリスロマイシン、レボフロキサシンおよびエリスロマイシンの除去率は90%以上を示し、バイオチャーは市販の活性炭と同程度の吸着能を示した。

Key Words : biochar, sewage secondary treatment effluent, antibiotic, heavy metal, adsorption

B-20 転炉スラグおよび高炉スラグの添加が下水汚泥のメタン発酵に与える影響

○桑原 遥香¹・鹿沼 俊介¹・羽深 昭^{2,*}・木村 克輝²

○Haruka KUWABARA・Shunsuke KANUMA・Akira HAFUKA・Katsuki KIMURA

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 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

²正会員 北海道大学大学院 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: ahafuka@eng.hokudai.ac.jp

既往の研究において鉄鋼スラグ添加が家畜糞尿のメタン発酵を促進することが報告された。これは鉄鋼スラグ中の微量金属元素が必須元素として働くことや、鉄鋼スラグ中の鉄化合物が直接種間電子移動を引き起こすことなどが考えられる。本研究では鉄鋼スラグの添加によって下水汚泥のメタン発酵においても同様の効果がみられるのかを中温条件での回分式実験で調べた。鉄鋼スラグはCa, Feの含有率が高い転炉スラグとCa, Si, Alの含有率が高い高炉スラグの2種類を用いた。その結果、転炉スラグを添加した系ではバイオガス収率は減少したものの、メタン濃度が90%前後まで上昇するバイオガスアップグレーディングがみられた。これは、転炉スラグ中のCaとバイオガス中のCO₂が液相に溶けだして炭酸化反応 ($\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$) し、メタン濃度が増加したと考えられる。一方で、高炉スラグを添加した系ではバイオガス収率は変化せず、メタン濃度の上昇も見られなかった。

Key Words: anaerobic digestion, sewage sludge, steel slag, biogas upgrading, carbonation reaction

B-21 パルス電界を用いた水耕栽培液中の植物病原体不活化効果の検証

○古川 隼士^{1,*}・野崎 正洋²・上野 崇寿³・Mohan AMARASIRI⁴・清 和成⁵

○Takashi FURUKAWA・Masahiro NOZAKI・Takahisa UENO・Mohan AMARASIRI・Kazunari SEI

¹正会員 北里大学准教授 医療衛生学部保健衛生学科（〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1）,
E-mail: tfuruka@kitasato-u.ac.jp

²非会員 北里大学 医療衛生学部保健衛生学科（〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1）

³非会員 大分工業高等専門学校准教授 電気電子工学科（〒870-0152 大分県大分市大字牧1666番地）

⁴非会員 北里大学講師 医療衛生学部保健衛生学科（〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1）

⁵正会員 北里大学教授 医療衛生学部保健衛生学科（〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1）

植物工場の根幹技術である水耕栽培は、安定的に高品質な農作物を生産できる等の利点から、食糧問題を解消できるシステムの一つである。しかしながら、その養液は、微生物叢が貧弱で生物的緩衝力が小さいため、一度病原体が侵入すると、容易かつ急速に病害がまん延する危険性が高い。したがって、システムには効率的に養液を消毒可能な技術の導入が必須である。我々は、パルス電界（PEF）を用いた新たな養液消毒法を確立することを目指し、本研究では、PEF印加による植物病原体の不活化効果を明らかにすることを目的とした。構築した循環型水耕栽培装置に接続可能なPEF印加養液消毒装置プロトタイプを用いて、電圧値10 kV、周波数400 Hz、および処理時間15分の消毒処理によって、青枯病菌である *Ralstonia solanacearum* を4 log以上削減できたことから、PEFによる養液消毒技術の実現の可能性が示された。

Key Words : *pulsed electric field, disinfection, hydroponics, nutrient solution, plant pathogen*

B-22 湖水中PO₄-Pの濃度変動から内部リン溶出速度を推定できるか

○佐野 航士¹・上田 純平¹・羽深 昭^{2,*}・木村 克輝²

○Kazuto SANO・Jumpei UEDA・Akira HAFUKA・Katsuki KIMURA

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 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

²正会員 北海道大学大学院 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: ahafuka@eng.hokudai.ac.jp

世界中の湖沼において、底泥からのリン酸態リン（PO₄-P）の溶出（内部リン溶出）により長年にわたって富栄養化が改善されないという報告がある。内部リン溶出抑制措置の計画・実施およびその効果検証のために、正確な内部リン溶出速度の推定法が求められている。既存の内部リン溶出速度推定法では底泥コア試料を採取してPO₄-P濃度を測定する必要があるが、手順が煩雑かつサンプル変質のおそれもある。したがって湖水中PO₄-Pの濃度変動から内部リン溶出速度を推定できれば、より簡易かつ汎用的な方法となりうる。しかし、そのような手法はいまだ構築されていない。これは湖水中のPO₄-P濃度が定量困難なほど低濃度（<10 μg-P/L）であることが一因である。そこで本研究では、低濃度のPO₄-Pを捕集・定量可能なパッシブサンプラーを独自に開発し、北海道内の茨戸湖に設置することで湖水中のPO₄-P濃度変動を観測することに成功した。さらに、得られた濃度変動から内部リン溶出速度を推定した。

Key Words: *internal phosphorus loading, orthophosphate, passive sampling, eutrophication, lake*

B-23 嫌気性MBRを用いたバイオガスアップグレーディングとH₂添加頻度の検討

○鹿沼 俊介¹・羽深 昭^{1,*}・大下 和徹²・佐藤 夏紀³・
伊藤 竜生³・水野 志穂⁴・木村 克輝¹

○Shunsuke KANUMA・Akira HAFUKA・Kazuyuki OSHITA・Ryusei ITO・
Natsuki SATO・Shiho MIZUNO・Katsuki KIMURA

¹北海道大学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）, E-mail: ahafuka@eng.hokudai.ac.jp

²京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Cクラスター1-3）

³株式会社タクマ研究部（〒660-0806 兵庫県尼崎市金楽寺町2-2-33）

⁴東邦ガス株式会社技術研究所（〒476-8501 愛知県東海市新宝町507-2）

下水汚泥を処理する高温嫌気性MBRにH₂を添加し、バイオガス中CH₄濃度を高める*In-situ*バイオガスアップグレーディングを行った。メタネーション反応（ $4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ）の化学両論比に基づきH₂添加量を決定し、添加条件を2条件（0.77 L-H₂/L×2回/週、0.22 L-H₂/L×7回/週）設定した。1週間単位の半回分式運転を行った結果、H₂無添加時のバイオガス中CH₄濃度は平均74.1%であったのに対し、H₂添加時のCH₄濃度はそれぞれの添加条件で平均83.9%、87.5%となり、バイオガスアップグレーディングがなされた。一度に添加するH₂を少量にし高頻度で添加したときによりCH₄濃度の高いバイオガスを得られた。今後は、*Ex-situ*バイオガスアップグレーディングに取り組み、供給ガス（バイオガスとH₂）の最大負荷量（L/L/d）を明らかにする。

Key Words : Anaerobic digestion, Biogas upgrading, Biomethanation, Sewage sludge, AnMBR

B-24 ケイ酸による活性汚泥中の硫酸塩還元反応への影響

○酒井 響¹・阿左見 聡太²・大竹 志弥²・宮里直樹^{3*}

○Hibiki SAKAI・Souta AZAMI・Yukiya OOTAKE・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非会員 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）

³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

現在、一部のし尿施設においては、ケイ酸を含むミネラル成分が主体となった薬剤添加を行うことで、処理性能の向上、悪臭の低減などの事例が報告されている。悪臭低減の原因の一つに、ある硫酸塩還元菌が生成する硫化水素の発生抑制が考えられたため、本研究ではケイ素に着目し、ケイ酸を添加した基質と未添加の基質を用いた回分式活性汚泥法による2系列の実験装置で馴養した。馴養した活性汚泥を用いた嫌気条件の回分試験を行い、ケイ酸添加の条件で硫酸塩還元反応がやや抑制される傾向である結果を得られた。しかし、馴養活性汚泥中の硫酸塩還元菌についてMPN法を用いて計測したところ、2系列の活性汚泥で大きな差を確認できなかった。ケイ酸が硫酸塩還元菌の増殖には影響せず、その反応に影響を与えることが示唆された。

Key Words : Sulfate reducing, silicic acid, *Bacillus* sp, Activated sludge

B-25 パルス電界印加技術によるエアロゾル感染性ウイルスの不活化効果の検証

○諸石 涼羽¹・木下 樺子²・古川 隼士^{3,*}・上野 崇寿⁴・Mohan AMARASIRI⁵・清 和成⁶

○Suzuha MOROISHI・Kako KINOSHITA・Takashi FURUKAWA・Takahisa UENO・Mohan AMARASIRI・Kazunari SEI

¹非会員 北里大学大学院 医療系研究科 (〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1)

²非会員 北里大学 医療衛生学部保健衛生学科 (〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1)

³正会員 北里大学准教授 医療衛生学部保健衛生学科 (〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1)

E-mail: tfuruka@kitasato-u.ac.jp

⁴非会員 大分工業高等専門学校准教授 電気電子工学科 (〒870-0152 大分県大分市大字牧1666番地)

⁵非会員 北里大学講師 医療衛生学部保健衛生学科 (〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1)

⁶正会員 北里大学教授 医療衛生学部保健衛生学科 (〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1)

エアロゾル感染性ウイルスの感染予防策の一つとして、換気機能を持つ空気清浄機の設置も有効であるといわれている。我々はこれまでの研究において、パルス電界 (PEF) 印加技術によってエアロゾル中に含まれる細菌を捕集し、大腸菌および腸球菌をそれぞれ6 log 以上および3 log 以上不活化できることを明らかにしており、PEFを応用した新たな空間殺菌技術の確立を目指している。本研究では、エアロゾル感染性ウイルスの代替指標であるバクテリオファージを対象として、PEF印加技術による不活化効果を明らかにすることを目的とした。不活化効果の検証は、構築済みのグローブボックスを用いたラボスケールでの浮遊ウイルス除去性能評価が可能なチャンバーを用いて行い、PEF発生装置の電圧値、周波数、および電圧印加時間を変動させた各処理条件におけるウイルスの不活化効果を検証した。

Key Words : Pulsed electric field (PEF), airborne virus, aerosol, sterilization, bacteriophage

B-26 群馬県内の利根川上中流域におけるマイクロプラスチックの存在把握

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

○Naoki OBOKATA・Hikaru SAITOU・Nozomi KITAMURA・Hiroki KANAI・Yusuke UNO・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 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非会員 群馬県衛生環境研究所 (〒371-0052 群馬県前橋市上沖町378)

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、日本国内の水環境中でマイクロプラスチック (microplastics, MPs) が確認されており、生態系を含む河川、海洋環境等への影響が懸念されている。また、海洋ごみの起源の8割は陸域とされているが、陸域から河川を経由して海域に流出するMPs量に関しては不明である。そこで、本研究では群馬県内を流れる利根川を対象としてMPs量の把握と流域ごとの比較を行った。調査については、環境省より発表された「河川マイクロプラスチック調査ガイドライン」に従って行った。調査の結果、中流域の利根橋付近では複数調査を行い68~225個、上流域の月夜野橋付近では184個のMPsが確認され、成分については合計で25種類が検出された。また、上流域の月夜野橋で合成繊維などの繊維状のMPsが多く確認された。

Key Words : microplastics, Tone river, Synthetic fiber, polyethylene terephthalate

B-27 アンサンブルカルマンフィルタによる水圏生態系モデルの データ同化システムの開発

○松崎 義孝¹・井上 徹教^{1,2,*}・内藤 大輔³

○Yoshitaka MATSUZAKI・Tetsunori INOUE・Daisuke NAITO

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:matsuzaki-y@p.mpat.go.jp

²正会員 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株式会社 中電シーティーアイ

沿岸域の流動と生態系を再現可能な数値シミュレーションモデルと水環境観測値を融合するデータ同化システムの開発は重要な研究テーマである。本研究では、水圏生態系モデルのデータ同化システムを開発するとともに、モデル地形における試計算（双子実験）を行った。その結果、溶存酸素がシミュレーション結果と比較して、データ同化によって真値に近づいていることが確認できた。したがって、例えば、現実には東京湾等で指定されている底層溶存酸素量の基準（2.0mg/L）を満たしていない状況であるが、数値シミュレーション単体では基準を満たしているという計算結果が得られる場合に、データ同化を適用することで、基準を満たしていない状況を精度よく再現できる可能性がある。今後は、流動生態系シミュレーションシステムの標準化に向けて、パラメータ推定へのデータ同化システムの応用や、沿岸・河口域の生態系モデル再解析データセットの作成に取り組む。

Key Words : data assimilation, ensemble Kalman filter, Twin experiments, ecosystem model, Ise Bay

B-28 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

○上田 純平¹・佐野 航士¹・羽深 昭^{2,*}・木村 克輝²

○Jumpei UEDA・Kazuto SANO・Akira HAFUKA・Katsuki KIMURA

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 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

²正会員 北海道大学大学院 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: ahafuka@eng.hokudai.ac.jp

閉鎖性水域の富栄養化に深く関連するリン酸態リン（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）は、底泥堆積物からの溶出（内部リン溶出）が一定の割合で存在することが報告されている。閉鎖性水域の環境保全のため底泥からのリン溶出速度を把握することが求められるが、これには底泥内の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度分布を精度よく求める必要がある。そこで本研究では、これまでに開発した $\text{PO}_4\text{-P}$ 選択性の高いリン吸着シートを塩ビ製の円柱管に巻き付け、底泥に埋め込んで使用するパッシブサンプラーとした。北海道内の茨戸湖に開発したサンプラーを約 1 週間設置することで底泥内の $\text{PO}_4\text{-P}$ をサンプリングした。鉛直水平方向の $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量から時間平均 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を求めた結果、底泥内の深さ方向 1.5 cm 付近に $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度ピークがみられ、水平方向にも $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が高いホットスポットが点在することが分かった。また、底泥－水界面における $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度勾配から、リン溶出速度として $0.057 \mu\text{g-P}/\text{cm}^2/\text{d}$ が得られた。

Key Words : internal phosphorus loading, passive sampling, lake sediment, eutrophication

B-29 ヒト腸管系ウイルスの検出を目的とした選択的メタゲノム解析手法の改善

○新井 結¹・風間 しのぶ^{2,*}・小熊 久美子³・滝沢 智⁴

○Yui ARAI・Shinobu KAZAMA・Kumiko OGUMA・Satoshi TAKIZAWA

¹非会員 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)

²正会員 東京大学准教授 新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻 (〒277-8563 千葉県柏市柏の葉5-1-5), Email: kazama@edu.k.u-tokyo.ac.jp

³正会員 東京大学准教授 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)

⁴正会員 東京大学教授 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)

下水のウイルスメタゲノム解析は感染性胃腸炎流行状況の把握及び新しいウイルスの検出に期待されている。ポリA鎖をもつRNAを選択的に検出する選択的メタゲノム解析は全ウイルスを対象としたメタゲノム解析に比べ多くのヒト腸管系ウイルスの検出に成功した。しかし、ウイルス遺伝子配列よりも、細菌由来と考えられる配列や、ヒト腸管系ウイルス類似の同定されない配列が多く検出されるため、より多くのヒト腸管系ウイルスを検出するには、それらの配列を低減する必要がある。本研究ではヒト腸管系ウイルスの検出のための選択的メタゲノム解析の改善手法を検討した。第一に細菌由来配列の除去を目的としたDNAおよびrRNA除去、第二により多くの配列の同定を目的とした短い配列と長い配列を組み合わせる長い配列をより高精度に得られるハイブリッドアセンブリを試み、両改善手法の有無によるヒト腸管系ウイルス検出への影響を比較した。

Key Words : viral metagenomic analysis, wastewater, DNase, rRNA depletion, hybrid assembly

B-30 金ナノ粒子プローブを用いた活性汚泥内の細菌の定量

○進士 絢香¹・佐成 航太²・半田 久純²・廣井 楓夏²・中屋 佑紀²・佐藤 久^{2,*}

○Ayaka SHINJI・Kota SANARI・Hisazumi HANDA・Huka HIROI・Yuki NAKAYA・Hisashi SATOH

¹北海道大学 工学部 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

²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

現在環境中の微生物の定量は(RT)-qPCRなどの分子生物学的手法や希釈平板法などの培養に基づく方法によって行われている。しかし、既存の方法には労力、時間、コストの面から日常的な微生物の分析は極めて難しいという課題がある。そこで我々の研究グループでは金ナノ粒子プローブを用いた迅速かつ低コストの微生物定量技術を開発している。この手法では標的DNAと、これと相補的なDNAを修飾した金ナノ粒子プローブを交雑させ紫外可視分光光度計を用いて吸光スペクトル測定を行う。標的分子が含まれる場合、標的分子との交雑により金ナノ粒子プローブの凝集が阻害されるためサンプルは赤色を呈し、交雑しない場合は金ナノ粒子が凝集し青色を呈する。しかしながら、現在のところ本法の精度や感度にはまだ改善の余地がある。そこで本研究では、これらの精度および感度を高めるために、吸光スペクトルに著しい影響を与える金ナノ粒子の直径を最適化することを試みた。

Key Words : gold nanoparticles, activated sludge, ammonia-oxidizing bacteria, colorimetric

B-31 下水処理水とその放流先河川水中の抗菌薬実態調査

○石川 奈緒^{1,*}・伊藤 来夢²・岩渕 滯司³・伊藤 朋子⁴・笹本 誠³・伊藤 歩³

○Nao ISHIKAWA・Raimu ITO・Reiji IWABUCHI・Tomoko ITO・Makoto SASAMOTO・Ayumi ITO

¹岩手大学 理工学部システム創成工学科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5), E-mail:naoki@iwate-u.ac.jp

²岩手大学大学院 総合科学研究科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5)

³岩手大学 理工学部システム創成工学科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5)

⁴岩手県環境保健研究センター (〒020-0857 岩手県盛岡市北飯岡1-11-16)

本研究では、下水放流水とともに河川へ流入した抗菌薬の実態と水域生態系への影響を調査した。岩手県内のM下水処理場の下水処理水、下水処理水放流河川Aでは放流口より上流(M1)および下流(M2)、河川Aが合流する河川Bでは河川Aの合流地点より上流(K1)および下流(K2)で採水を行い、各水試料中の抗菌薬濃度を測定した。対象とした抗菌薬はAzithromycin, Clarithromycin, Roxithromycin, Levofloxacin, Sulfamethoxazole, Sulfapyridineの6種類である。M1地点では抗菌薬濃度は不検出～111 ng/Lであった。下水処理水はどの抗菌薬も100 ng/L以上の濃度で検出された。地点M2では抗菌薬濃度が下水処理水より低く、希釈効果が生じていたものの抗菌薬の残留が確認された。また、河川BではLevofloxacinとSulfapyridine以外は不検出であったが、河川Bは河川Aより流量が顕著に多く、希釈効果により抗菌薬が検出不可となった可能性が考えられた。また、各水試料について淡水緑藻を用いた短期毒性を行い、その水域生態系への安全性を評価した。

Key Words : antibiotics, solid phase extraction, dilution, *Raphidocelis subcapitata*, Acute toxic test

B-32 EEMs中のタンパク質様成分の検出特性とアミノ酸濃度との比較

○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:ikedakazuhiro.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)法は、簡便かつ迅速に水中のいくつかの有機物群を検出し定量的な情報を得る分析手法である。河川水の分析で短波長領域に検出されるタンパク質様成分ピーク(チロシン様およびトリプトファン様成分)は、生活排水を中心とする汚濁流入の良い指標になると期待されている。本研究ではタンパク質様成分の検出特性を評価し、その蛍光強度と総溶存アミノ酸濃度(遊離および結合アミノ酸の和)を比較した。

下水処理場下流の河川地点では、タンパク質様成分の蛍光強度は基本的にBODと連動していた。ただし、トリプトファン様成分のほうは、BODと比較して異常に蛍光強度の高い月も散見され、ピークへのタンパク質以外の成分の寄与も疑われた。一方、下水流入水では、タンパク質様成分の蛍光強度と総溶存アミノ酸濃度は良い相関があり、タンパク質様成分ピークはタンパク質の指標となっていることが示唆された。

Key Words : EEMs, sewage, river, tyrosine-like component, tryptophan-like component

B-33 ペルフルオロオクタン酸とペルフルオロオクタンスルホン酸の 分岐鎖の分別定量による水道水源の調査

○中沢 禎文^{1,*}・小坂 浩司²・吉田 伸江²・浅見 真理²

○Yoshifumi NAKAZAWA・Koji KOSAKA・Nobue YOSHIDA・Mari ASAMI

¹国立保健医療科学院（〒351-0197 埼玉県和光市南2-3-6）, E-mail: nakazawa.y.aa@niph.go.jp

²国立保健医療科学院（〒351-0197 埼玉県和光市南2-3-6）

有機フッ素化合物の一種であるペルフルオロオクタン酸 (PFOA) とペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) は水質管理目標設定項目に指定され、通知法では直鎖の標準を用いて直鎖と分岐鎖を合わせて評価することとされている。直鎖と分岐鎖で感度は異なるため、特にPFOA、PFOS濃度が高い場合等、より精確な評価が求められる試料では、各分岐鎖の標準を用いて定量することが望まれる。また、存在する分岐鎖が把握できれば、負荷の大きい発生源の特定にも役立つ。本研究では、4浄水場 (A~D) において、PFOAとPFOSの分岐鎖の種類および総濃度に対する割合を評価した。浄水場Aの原水の一つでは、通知法に従って定量した場合、直鎖PFOAが8 ng/L、分岐鎖PFOAが103 ng/Lで検出された。LCの分離条件を変えて分岐鎖の標準品を用いて定量した場合、6-PFOAが48 ng/Lで、他の分岐鎖は検出されなかった。このことから当該原水のPFOAは分岐鎖が86%を占め、その内訳は6-PFOAが100%であることが明らかとなった。

Key Words : PFOA, PFOS, Branched-isomer, Source tracking

B-34 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

○田中 愛乃¹・中西 智宏^{2,*}・伊藤 禎彦²

○Aino TANAKA・Tomohiro NAKANISHI・Sadahiko ITOH

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 Cクラスター）

²正会員 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 Cクラスター）,
E-mail: nakanishi.tomohiro.8r@kyoto-u.ac.jp

オゾンと生物活性炭を用いる高度浄水処理はカビ臭原因物質等の除去に有効である反面、生物活性炭層からの微生物の漏出に留意する必要がある。特に、生物活性炭層では動物プランクトンが増殖する場合があります、細菌を体内に保持しながら漏出することで塩素消毒から細菌を保護することが明らかとなっている。

本研究では、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の存在実態を明らかにすることを目的とした。具体的には、高度処理を導入する浄水場においてオゾン処理水や生物活性炭処理水を採取して動物プランクトンを測定した結果、低濃度ながらも主に輪虫類が検出された。また、回収されたプランクトンに対する消毒実験から、体内細菌は塩素消毒に高い抵抗性を持つことが確認された。さらに、遺伝子解析によって体内細菌の群集組成も把握し、処理水中の細菌叢と比較した。

Key Words : advanced water treatment, zooplankton, internalized bacteria, bacterial community analysis

B-35 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

○白崎 伸隆^{1,*}・胡 秋晗²・白川 大樹¹・高木 弘隆³・
岡 智一郎⁴・松下 拓¹・松井 佳彦¹

¹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:nobutaka@eng.hokudai.ac.jp

²北海道大学大学院工学院（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

³国立感染症研究所安全実験管理部（〒208-0011 東京都武蔵村山市学園4-7-1）

⁴国立感染症研究所ウイルス第二部（〒208-0011 東京都武蔵村山市学園4-7-1）

ヒトに感染するサポウイルス、すなわち、ヒトサポウイルスは、ヒトノロウイルスと同じカリシウイルス科に属するウイルスであり、水系感染症を引き起こす主要な病原体の一つとして知られている。本研究では、効率的な培養法が未確立であったことからこれまで全く明らかになっていないヒトサポウイルスの浄水処理性について、2020年に見出されたヒトサポウイルスの汎用細胞増殖系を活用することにより、ヒトサポウイルスの高濃度精製ストックを調製すると共に、ヒトサポウイルスの感染力を評価可能なIntegrated cell-culture PCR法を構築し、これらを室内添加実験に適用することにより、ヒトサポウイルスの凝集沈澱-砂ろ過、凝集-膜ろ過における除去特性、塩素消毒における不活化特性を明らかにした。

Key Words : *Drinking water treatment, Human sapovirus, Integrated cell-culture PCR, In vitro cell-culture system*

B-36 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

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

○Hikaru SAITOH・Naoki OBOKATA・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番地）

²非会員 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番地）

³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番地）,
E-mail:nmiyazato@gunma-ct.ac.jp

近年、水域におけるマイクロプラスチック汚染は水圏生態系に悪影響を及ぼすことが懸念されている。しかしながら、日本国内での水生生物を対象としたマイクロプラスチックに関する研究事例は限られている。そこで本研究では、淡水魚類消化管中のマイクロプラスチックの存在実態および河川マイクロプラスチックとの関係性を検討することを目的として、群馬県内の利根川水系河川にて魚類採取を行い、その消化管中のマイクロプラスチックを検出した。また、対象河川の底質や河川水中のマイクロプラスチックの測定も実施した。群馬高専構内を流下する正観寺川においては、タモロコ (*Gnathopogon elongatus*)の消化管中より平均 0.48 ± 0.59 個 ($n=25$)のマイクロプラスチックが検出され、そのうち58.3%がフラグメントであった。

Key Words : *microplastics, freshwater fish, gut content, river environment, Tone river basin*

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4年度 第59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 (1 編)

「オキシデーションディッチ法におけるマイクロプラスチックの動態評価および排出量の推定」
京都大学 山村 裕汰，Shih Wei TAN，WDB 株式会社 滝澤 雅子，
京都大学 野村 洋平，日高 平，大下 和徹，高岡 昌輝，田中 周平，藤原 拓

論文奨励賞 (1 名)

国立保健医療科学院/阪神水道企業団 瀧野 博之
「クローズドシステムの高度浄水・排水処理プロセスにおけるトウガラシ微斑ウイルスの挙動」
(共著者：国立保健医療科学院 三浦 尚之，浅田 安廣，秋葉 道宏)

環境技術・プロジェクト賞 (4 編)

「仮設 MBR と高率脱窒型 MBR を活用した効率的な下水処理場の再構築手法」
株式会社クボタ 荒川 千智，矢次 壮一郎，永江 信也

「金ナノ粒子プローブを用いた簡易核酸分析法の開発」
北海道大学 中島 芽梨，セルスペクト株式会社 平野 麗子，北海道大学 中屋 佑紀，佐藤 久

「バイオ炭を用いた環境配慮型コンクリートの適用性検討および二酸化炭素排出量の評価」
清水建設株式会社 山本 伸也，久保 昌史，田中 博一，幸田 圭司，木原 亮太，清水 和昭，小島 啓輔

「高感度かつ自動化可能な下水中ウイルス RNA 検出法の開発」
塩野義製薬株式会社/AdvanSentinel 岩本 遼，塩野義製薬株式会社 片山 夕花，早瀬 晋，安藤 良徳，
塩野義製薬株式会社/AdvanSentinel 黒板 智博，塩野義製薬株式会社 柳本 徹，北海道大学 北島 正章，
塩野義製薬株式会社 真砂 有作

優秀ポスター発表賞 (3 編)

「Estimation of historical deposition behaviors of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in sediments from Lake Biwa」
京都大学 Wenjiao LI, Shuhei TANAKA, Naoki WASE,
滋賀県琵琶湖環境科学研究センター Kazuhide HAYAKAWA,
京都工芸繊維大学 Yasuro FUSE

「下水疫学に基づく SARS-CoV-2 とノロウイルスの流行動向の都市間比較」
北海道大学/株式会社クボタ 荒川千智，大阪健康安全基盤研究所 左近直美，
県立広島大学 橋本 温，九州大学 岸田 文，オランダ国立公衆衛生環境研究所/愛媛大学 三浦 郁修，
北海道大学 安藤 宏紀，山梨大学 原本 英司，北海道大学 岡部 聡，北島 正章

「多孔性水酸化ジルコニウム包含多孔質膜による排水からの高純度リン酸回収」
中央大学 山村 寛，黒岩 美帆，森谷 颯太，河崎 颯斗，角田 貴之，渡辺 義公

土木学会環境工学委員会

(2023年11月現在, 50音順)

委員長	李 玉友	東北大学	委員	山田 真義	鹿児島工業高等専門学校
幹事長	佐野 大輔	東北大学	委員	山本 浩一	山口大学
副幹事長	大石 若菜	東北大学	委員	弓削田 克美	地方共同法人日本下水道事業団
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	大野 貴子	鹿島建設(株)	委員兼幹事	石川 英之	水ingエンジニアリング(株)
委員	押木 守	北海道大学	委員兼幹事	大久保 努	木更津工業高等専門学校
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	委員兼幹事	山下 洋正	国立研究開発法人 土木研究所
委員	糠澤 桂	宮崎大学	オブザーバー	伊藤 禎彦	京都大学
委員	福谷 哲	京都大学	オブザーバー	楠田 哲也	九州大学
委員	堀江 信之	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	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	藤原 拓	京都大学
委員	水野 忠雄	摂南大学	オブザーバー	山村 寛	中央大学

Water

Air

Ground

私たちには、水と空気、
そして緑の大地を「守る技術」があります。



【本社】〒104-8174 東京都中央区銀座 7-14-1 TEL: 03-5565-2881 FAX: 03-5565-2894



ごみから、
はじまるストーリー。

川崎重工は、ごみ処理施設の建設を通じて、
地元企業の活性化や雇用促進、
そして環境保全や環境に対する意識の向上など、
まちを元気にするための様々な新しい可能性を創造していきます。

<https://www.khi.co.jp/>

 **Kawasaki**
Powering your potential

川崎重工業株式会社

東部営業課 〒105-8315 東京都港区海岸一丁目14番5号 Tel: 03-3435-6655

西部営業課 〒530-0057 大阪市北区曽根崎二丁目12番7号(清和梅田ビル) Tel: 06-6484-9317

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



名古屋市立第2斎場
火葬炉30基
平成27年度供用開始



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

【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

【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

【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

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

【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





海洋気象分野のスペシャリストが、海象システムや気象情報サービスの各種ソリューションを支援します。



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高度化してきていることから、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。

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、お客様がどれだけ活用しても、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、薄い壁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。

中部電力グループ

株式会社中電シーティーアイ
〒461-0005 名古屋市中区東桜一丁目1番1号
TEL : (052) 740-6200 / 受付時間 : 9:00~17:00
URL : <https://www.cti.co.jp/>

地球規模の環境問題に立ち向かう。



持続可能な社会の実現に向けた開発目標、SDGs。

私たち Hitz 日立造船グループは、この世界的な社会問題に「脱炭素化」「資源循環」「安全で豊かな街づくり」を軸に取り組み、サステナブルで、安全・安心な社会の実現に貢献するソリューションパートナーを目指して SDGs 達成に貢献していきます。

地球と人のための技術をこれからも

Hitz 日立造船株式会社
Hitachi Zosen



YouTube
「Hitachi Zosen Group channel」

- 本社 大阪市住之江区南港北1-7-89
- 東京本社 東京都品川区南大井6-26-3 大森ベルポートD館15階

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

「うん。これぐらいの雨なら問題ない。」
今までの経験値だけで
大丈夫ですか？

MEIDEN
Quality connecting the next

MEIDEN×ICT



都市型水害監視サービス

ゲリラ豪雨。
1時間先の下水管路内の水位を予測。

明電舎のICTが 都市型水害から街を救う。

株式会社 明電舎 水インフラ営業・技術本部

<https://www.meidensha.co.jp>

明電舎 ICT

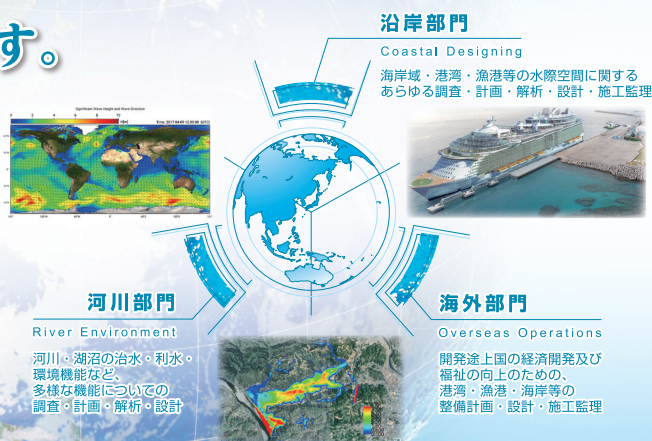
検索



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、茨城、埼玉、横浜、中部、静岡、三重、近畿、神戸、中国、鳥取、島根、四国、高知、九州、福岡、大分、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



For Earth, For Life
くぼた

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。
これからも一歩一歩、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

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。

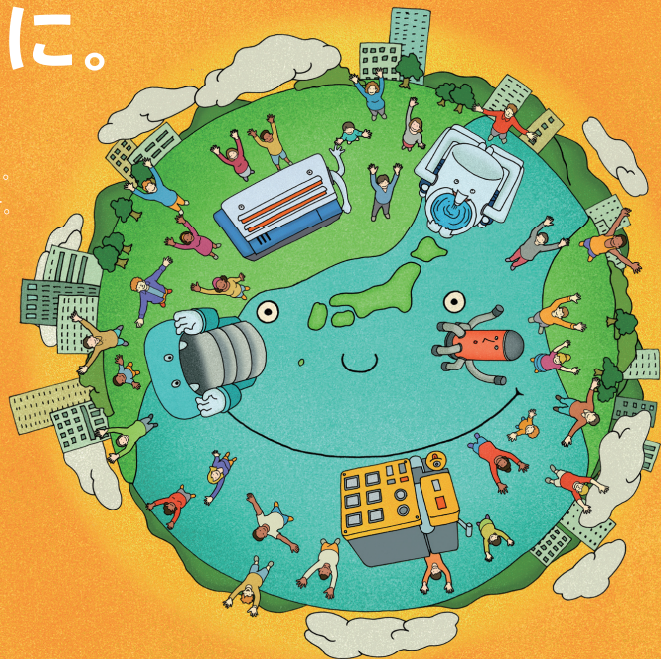


動画も
公開中



世の中を快適にする仕事

三機工業



くらしの礎を「創る」「担う」「つなぐ」
Waste to Energy

廃棄物・リサイクル・上下水と、国内で唯一、都市環境事業全体を一貫して行っているJFEエンジニアリング。

製鉄事業と造船事業を通して永年培ってきた、「火」を操り、「水」を活かしつづけた技術が、豊かで安全な都市環境を創造します。



JFE

JFE エンジニアリング 株式会社

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

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 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



WORK WORK

もっとワクワクする
未来へ

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



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 | 下水污泥固形燃料化設備 |
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

METAWATER メタウォーター株式会社

水・環境インフラの大切さももっと身近に。



メタウォーターは、水・環境インフラの仕組みや水・資源の大切さなどについて、
楽しく学べるサイト「**メタウォーターランド**」を提供しています。



第60回環境工学研究フォーラム講演集

2023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

2023年11月29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