

厚生労働科学研究費補助金

健康安全・危機管理対策総合研究事業

大規模災害および気候変動に伴う利水障害
に対応した環境調和型水道システムの構築
に関する研究

平成29年度 総括研究報告書

研究代表者 秋葉 道宏

(国立保健医療科学院)

平成30(2017)年 3月

大規模災害および気候変動に伴う利水障害に対応した
環境調和型水道システムの構築に関する研究

総括研究報告書

研究代表者 秋葉 道宏 国立保健医療科学院 統括研究官

研究要旨

本研究では「大規模災害や気候変動に伴う利水障害に対応した環境調和型水道システム」の提案を目指し、流域システムの水管理対策、気候変動に伴う生物障害対策、ならびに水道システムの環境調和と持続可能性の評価に関連する研究を実施した。

ピコ植物プランクトン懸濁液およびポリスチレン系粒子懸濁液を用いて凝集剤添加量を変化させた凝集実験から、凝集剤の適正添加量までは凝集沈殿効果が高まるものの、過剰な添加は未凝集の粒子数を増加させ、濁度上昇が発生する要因となり得ることが示された。また、ピコ植物プランクトンのゼータ電位は凝集剤の適正添加によっても凝集の適正範囲に到達せず、凝集沈殿除去性を低下させていることが明らかになった。

水資源機構の有するデータ整理の結果、濁水長期化はダム貯水池により大きな差があり、中には濁水が年間で 251 日間に及んだダム貯水池があることがわかった。水道統計の解析から、16 年間の経年変化として、原水濁度の最高値が高かった浄水場数の増加傾向は認められなかった。また、16 年間で原水濁度の年間最高値が 500 度以上になったのが 1 年のみであった浄水場が半数を占めたが、4 年以上年間最高値が 500 度以上になった浄水場が 18 施設あった。平成 29 年 7 月の九州北部豪雨についての調査の結果、筑後川の水位が上昇し、従来にないほど原水濁度が増加した（最高 7,600 度）こと、また水道事業体では、PAC 注入率の増量、別水源の活用等により対応し、浄水の濁度の上昇等を回避することができたことがわかった。

16S rRNA 遺伝子アンプリコンシーケンシングを行い、長沢浄水場ろ過水から 18 属が主要な細菌として検出された。主要な細菌の中で *Flavobacterium* 属、*Sediminibacterium* 属、*Limnohabitans* 属、*Crenothrix* 属、*Methylocaldum* 属は宮ヶ瀬湖において総リード数に占める割合が 1%を超え、細菌群集における主要な構成細菌と考えられた。浄水場ろ過水における主要な細菌の実湖沼における分布は、表層に分布するもの、中層・底層に分布するもの、全層に分布するものと、細菌の種類によって深度方向の分布が異なることが明らかとなった。

生ぐさ臭の分析において、昨年度までの LC/MS による検討に代えて、におい嗅ぎシステムを装備した GC に高分解能質量分析を接続した GC/MS による検討を実施した結果、生ぐさ臭の原因生物であるウログレナが発生した際に採取した水道原水と、ウログレナの培養液を分析した結果、共通する臭気成分が 3 成分発見された。

ジェオスミン、2-MIB 産生藍藻類について、NIES 株を用いて各物質の産生状況を測定した。その結果、ジェオスミンは藻体内で保持しており、2-MIB は藻体外に局在していることを示した。また、2-MIB 合成に関与するメチルトランスフェラーゼ遺伝子 (*mts* 遺伝子) の発現解析を行った結果、細胞密度が低い増殖初期で *mts* 遺伝子発現量が最大となり、その後細胞密度が高い増殖後期では発現量が低下する傾向が確認された。さらにジェオスミ

ン産生・非産生藍藻類を簡易に識別する方法の開発を試みた結果、*geoA* 遺伝子を標的とした whole-cell PCR 法 (Cell Direct PCR 法) が開発された。以上から、カビ臭発生予測法としてのカビ臭物質産生藍藻類の個体群密度の定量法を開発するとともに、カビ臭発生前後での上水処理管理に資するカビ臭の局在を明らかにした。

2-MIB の粉炭吸着において、超純水中に比べて、水道原水では平衡吸着量が 38~75% に低下することがわかった。また、分子量 1~3 kDa 程度の、励起 220 nm/ 蛍光 415 nm 付近に蛍光ピークを有する有機物が、水道原水中での 2-MIB 平衡吸着に対する競合成分の一つと推測された。5 種類の粉炭に対する Geosmin と 2-MIB の吸着量を確認したところ、Geosmin のほうが吸着されやすいことが確認された。さらに、各浄水場と、活性炭の生産拠点を可視化するデータベースを作成し、これを活用して、各浄水場における薬品調達の脆弱性を評価する手法を確立した。

平成 28 年台風 10 号に関して、岩手県下閉伊郡岩泉町の視察により、山間部の小さな河川の急激な水位変化に伴う水道施設被害の大きさを確認した。また、北海道地域での簡易水道での被害と降水の関係を、水源流域を含めた形で可視化した。さらに南富良野町幾寅では、今回被害をもたらした降水が、同観測地点の過去 40 年間に例を見ない豪雨であり、気候変動によって増加する懸念のある豪雨対策の重要性が伺えた。

世代シーケンサーを用いたろ過漏出障害原因微生物の給配水系での挙動を追跡し、門レベルの解析では、時期により比率が異なるが、Proteobacteria が高い割合を示した。また、Cyanobacteria (植物プランクトンの葉緑体を含む) が一定割合検出された。綱レベルの解析を行ったところ、Alphaproteobacteria 綱(Rhizobiales 目)が優占した。また、特徴的に沈澱池で割合が増える細菌、ろ過池で割合が増える細菌などを見つけることができた。

過去 15 年間に発生した世界の大規模災害における感染症の流行を調査した結果、2004 年 12 月のスマトラ島沖地震による津波後には、大規模な流行には至らなかったこと、スリランカでは政府の早期からの塩素消毒飲用水と衛生的な居住環境の供給の徹底が奏功したことがわかった。2005 年 8 月のハリケーン・カトリーナ後には、テキサス州ヒューストンの避難所において感染性胃腸炎の集団発生があり、患者便試料からはノロウイルスが検出された。2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震後の福島県郡山市の避難所においても、ノロウイルスによる感染性胃腸炎の集団発生が見られた。災害発生後の水系感染による胃腸炎流行の報告は確認されなかったが、避難所の汚物、汚染物処理の不備や、トイレが衛生的でなかったことにより、集団発生が起こった可能性が指摘された。途上国においては、津波や洪水の発生後に創傷感染による破傷風やレプトスピラ症の流行があり、傷口を洗浄し衛生的に保つための安全な水の供給が不可欠であると考えられた。また、国際的な動向として、SDGs のターゲットや気候変動を考慮した WSPs 策定ガイダンスにおいて、災害時における感染症対策に関する言及が見られた。

A. 研究目的

持続可能な水道システム構築において、危機管理への対応、安全な水の供給、ならびに水道サービスの持続性が必要とされており、大規模地震等の広域災害、気候変動による大雨降水量に伴う原水高濁度化や無降水日の増加による渇水、また水温上昇に伴う生物障害

への対策は、今後の持続可能な水道システム構築の要諦である。一方で、水道システムにおいても気候変動の緩和がより一層求められる状況から、本研究では「大規模災害や気候変動に伴う利水障害に対応した環境調和型水道システム」の提案を目指し、研究期間内に以下の 3 つの検討を実施した。

- ①流域システムの水管理対策に関する研究
- ②気候変動に伴う生物障害対策に関する研究
- ③水道システムの環境調和と持続可能性の評価に関する研究

B. 研究方法

ピコ植物プランクトン懸濁液およびポリスチレン系粒子懸濁液を用いて凝集剤添加量を変化させた凝集実験を行い、凝集沈殿除去特性を検討した。

水害による水道原水の濁度上昇に着目し、ダム貯水池および水道システムへの影響を解析し、対応策を検討した。まず、水資源機構が管理しているダム貯水池の濁水長期化についてデータを整理した。また、平成 12 年度から平成 27 年度までの水道統計における全国の浄水場の原水濁度の最高値の傾向を解析した。さらに、平成 29 年 7 月に発生した九州北部豪雨について、水道原水の濁度上昇の状況および水道事業者の対応について調査を行った。

16S rRNA 遺伝子アンプリコンシーケンシングの結果、長沢浄水場のろ過水で主要であった細菌が実際のダム湖においてどのような消長を示しているのか検討を行った。

生ぐさ臭の分析において、昨年度までの LC/MS による検討に代えて、におい嗅ぎシステムを装備した GC に高分解能質量分析を接続した GC/MS による検討を実施した。生ぐさ臭の原因生物であるウログレナが発生した際に採取した水道原水と、ウログレナの培養液を分析した。

水源におけるカビ臭発生予測手法の構築を目的とし、個体群数定量に必要なカビ臭物質合成遺伝子の確認および簡易なカビ臭物質産生藍藻類の定量方法の開発を実施した。ジェオスミン産生藍藻類は、ジェオスミン合成酵素遺伝子 *geoA* ホモログを用いて、個体群数を定量できることから、形態観察では判別が困難なジェオスミン産生・非産生藍藻類を簡易に識別する方法について、*geoA* 遺伝子を用いた手法の開発を試みた。

異臭味対策として広く使用される粉末活性炭（粉炭）の吸着特性を解明するため、全国 21 か所の水道原水中での 2-MIB の粉炭への平衡吸着量を実測し Freundlich 式で整理した。また、5 種類の粉炭に対する Geosmin と 2-MIB の吸着量を確認した。さらに、各浄水場の粉炭需要とその生産拠点を可視化するデータベースを作成した。

平成 28 年台風 10 号に関して、甚大な被害をうけた岩手県下閉伊郡岩泉町の視察を行った。また、北海道地域での簡易水道での被害と降水の関係を、水源流域を含めた形で可視化した。

次世代シーケンサーを用いたろ過漏出障害原因微生物の同定技術を給水栓水に適用し、ろ過漏出原因微生物の給配水系での挙動を 1 年間にわたり調査した。

世界で過去 15 年間に発生した大規模災害に着目し、被災地における水系感染症及び蚊媒介感染症の発生状況や飲料水の水質に関する情報を整理した。

C. 研究結果および D. 考察

ピコ植物プランクトン懸濁液およびポリスチレン系粒子懸濁液を用いて凝集剤添加量を変化させた凝集実験の結果、凝集剤添加量と濁度や粒径毎の粒子数の関係から、適正添加量までは凝集沈殿効果が高まるものの、過剰な添加は未凝集の粒子数を増加させ、濁度上昇が発生する要因となり得ることが示された。また、上澄水に残留する粒子のゼータ電位の結果から、ピコ植物プランクトンのゼータ電位は凝集剤の適正添加によっても凝集の適正範囲（ $-10\sim 10\text{mV}$ ）に到達せず、凝結反応が進まないことが凝集沈殿除去性を低下させていることが明らかになった。したがって、ろ過漏出障害の回避のためにジャーテストによって詳細に凝集剤最適添加量を求めて適正添加につとめること、適正添加量の範囲で凝集沈殿を行い粗大化させたフロックを除去し、あらためて凝集剤を添加して成長させたフロックをろ過によって除去する二段凝集は効果的であること、二段凝集

において凝集剤の添加量が多い場合はろ過継続時間が短縮し、アルミニウム漏出の可能性も高まることから、凝集沈殿におけるジャーテストのような適正添加量を決定できる簡便な二段凝集テストを開発する必要があること等が対策として重要であると考えられた。

ダム貯水池の濁水長期化データ整理の結果、ダム貯水池により大きな差があり、中には濁水が年間で 251 日間に及んだダム貯水池があることがわかった。水道統計解析の結果、16 年間の経年変化として、原水濁度の最高値が高かった浄水場数の増加傾向は認められなかった。平成 13 年度は、高濁度となった浄水場数が多く、平成 20 年度および平成 21 年度は少なかった。16 年間で原水濁度の年間最高値が 500 度以上になったのが 1 年のみであった浄水場が半数を占めたが、4 年以上年間最高値が 500 度以上になった浄水場が 18 施設あった。18 施設のうち、8 施設が北海道、5 施設が関東地方の浄水場であった。平成 29 年 7 月に発生した九州北部豪雨についての調査の結果、水道事業体の取水地点が存在する久留米市の降水量は 100mm/日程度であったが、上流部では局地的に 500mm/日以上の降水量が観測され、筑後川の水位が上昇し、従来にないほど原水濁度が増加した（最高 7,600 度）。水道事業体では、PAC 注入率の増量、別水源の活用等により対応し、浄水の濁度の上昇等を回避することができた。原水濁度や上流地域の降水量の監視、近隣水道事業体、関係機関との情報交換、代替水源の有効性等が確認された。

長沢浄水場ろ過水から 18 属が主要な細菌として検出された。主要な細菌の中で *Flavobacterium* 属、*Sediminibacterium* 属、*Limnohabitans* 属、*Crenothrix* 属、*Methylocaldum* 属は宮ヶ瀬湖において総リード数に占める割合が 1%を超え、細菌群集における主要な構成細菌と考えられた。浄水場ろ過水における主要な細菌の実湖沼における分布は、表層に分布するもの、中層・底層に分布するもの、全層に分布するものと、細

菌の種類によって深度方向の分布が異なることが明らかとなった。

生ぐさ臭の原因生物であるウログレナが発生した際に採取した水道原水と、ウログレナの培養液を分析した結果、両者は、水源が異なる浄水場関連施設から採取した試料だが、共通する臭気成分が 3 成分発見された。しかし、本研究で用いたイオン化法では、それらのうちの 2 成分をイオン化できなかった。イオン化できた 1 成分の m/z は 146.962 であった。

2-MIB 合成には、様々な合成に関与するメチルトランスフェラーゼ遺伝子 (*mts* 遺伝子) が関与するため、発現解析を行った。加えて、形態観察では判別が困難なジェオスミン産生・非産生藍藻類を簡易に識別する方法の開発を試みた。これらの結果、ジェオスミン産生藍藻類として用いた *Dolichospermum smithii* NIES-824 では、ジェオスミン産生後、細胞内に保持する傾向にあったが、2-MIB 産生藍藻類として用いた *Pseudanabaena galeata* NIES-512 では、ほとんどが細胞外に局在した。2-MIB 合成に関与する *mts* 遺伝子の発現量は、細胞密度が低い増殖初期が最大となり、細胞密度が高い増殖後期では、低かった。一方、ジェオスミン産生藍藻類の簡易識別法として、*geoA* 遺伝子を標的とした whole-cell PCR 法 (Cell Direct PCR 法) を開発した。以上から、カビ臭発生予測法としてのカビ臭物質産生藍藻類の個体群密度の定量法を開発するとともに、カビ臭発生前後での上水処理管理に資するカビ臭の局在を明らかにした。

水道原水中での 2-MIB の粉炭への平衡吸着量を実測し Freundlich 式で整理したところ、1 $\mu\text{g/L}$ の 2-MIB 平衡濃度下では、超純水中に比べて、水道原水では平衡吸着量が 38~75% に低下することがわかった。また、分子量 1~3 kDa 程度の、励起 220 nm/蛍光 415 nm の蛍光ピークを有する有機物が、水道原水中での 2-MIB 平衡吸着に対する競合成分の一つと推測された。5 種類の粉炭に対する Geosmin と 2-MIB の吸着量を確認したとこ

ろ、Geosmin のほうが吸着されやすいことが確認された。また、石炭系粉炭では、構造の違いが吸着質に与える影響の違いの可能性が示唆された。さらに、各浄水場の粉炭需要とその生産拠点を可視化するデータベースを作成し、これを活用して、各浄水場における薬品調達の脆弱性を評価する手法を確立した。

平成 28 年台風 10 号に関して、岩手県下閉伊郡岩泉町の視察により、取水設備の流出や浄水設備の水没等、同地の水道設備が依存する、山間部の小さな河川の急激な水位変化に伴う被害の大きさを確認した。また、北海道地域での簡易水道での被害と降水の関係を、水源流域を含めた形で可視化することで、水源流域での降水の様子が明らかとなった。さらに、南富良野町幾寅では、今回被害をもたらした降水が、同観測地点の過去 40 年間に例を見ない豪雨であり、気候変動によって増加する懸念のある豪雨対策の重要性が伺えた。

次世代シーケンサーを用いた、ろ過漏出原因微生物の給配水系での挙動の調査の結果、門レベルの解析では、時期により比率が異なるが、Proteobacteria が高い割合を示した。また、Cyanobacteria(植物プランクトンの葉緑体を含む)が一定割合検出された。門レベルの解析で優占した Proteobacteria 門について綱レベルの解析を行ったところ、Alphaproteobacteria 綱(Rhizobiales 目)が優占した。給水栓水から検出された細菌の水道システム内の遷移を解析したところ、特徴的に沈澱池で割合が増える細菌、ろ過池で割合が増える細菌などを見つけることができた。水道施設内でそれぞれの細菌が局在し場所によって増減していることが示唆された。

過去 15 年間に発生した世界の大規模災害調査の結果、2004 年 12 月のスマトラ島沖地震による津波後には、被災地において下痢症、コレラ、赤痢、チフス等の発生が見られたが、大規模な流行には至らなかったこと、スリランカ政府が水系感染症の流行対策として早期から塩素消毒された飲用水と衛生的な居

住環境の供給を徹底したため、給水タンクや井戸の水は微生物学的に概ね良好な水質だったことがわかった。2005 年 8 月に米国ルイジアナ州を襲ったハリケーン・カトリナ後には、テキサス州ヒューストンの避難所において 1169 人の感染性胃腸炎の集団発生があり、患者便試料からはノロウイルスが検出された。2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震後の福島県郡山市の避難所においても、ノロウイルスによる感染性胃腸炎の集団発生が見られた。災害発生後に病原体によって汚染された水を原因とした感染症流行の報告は確認されなかったが、避難所において汚物や汚染物が適切に処理されなかったり、トイレが衛生的でなかったために、感染性胃腸炎の集団発生が起こった可能性が指摘された。また、途上国においては、津波や洪水の発生後に創傷感染による破傷風やレプトスピラ症の流行があり、傷口を洗浄し衛生的に保つためには、衛生的な環境に加えて安全な水の供給が不可欠であると考えられた。

E. 結論

凝集剤添加量と濁度や粒径毎の粒子数の関係から、適正添加量までは凝集沈殿効果が高まるものの過剰な添加は未凝集の粒子数を増加させ、濁度上昇が発生する要因となり得ることが示された。また上澄水に残留する粒子のゼータ電位の結果から、ピコ植物プランクトンは凝集剤の添加によってもゼータ電位が適正な凝集範囲に到達しないため、凝結反応が進まないことが凝集沈殿除去性を低下させていることが明らかになった。

水道原水となる河川水の濁度について、最も情報量が豊富と考えられる水道統計について可能な解析を行い、高濁度となる原因、地域差などを一定程度解明することができた。また、平成 29 年 7 月に発生した九州北部豪雨に関して関係水道事業者から情報を提供してもらい、対応状況等を整理することができ、大規模災害や気候変動に対する水供給システムの適応性指標や大規模災害や気

候変動に伴う利水障害に対応した環境調和型の水供給システムの条件を示すことができた。

水源におけるろ過漏出障害原因微生物の季節的な推移、分布を評価する上で次世代シーケンサーによる 16S rRNA 遺伝子アンプリコン解析は有用である。浄水場ろ過水における主要な細菌の実湖沼における分布を調べたところ、表層に分布するもの、中層・底層に分布するもの、全層に分布するものと、細菌の種類によって深度方向の分布が異なることが明らかとなった。

生ぐさ臭の原因生物であるウログレナが発生した際に採取した水道原水と、ウログレナの培養液を分析した結果、共通する臭気成分が 3 成分発見された。

NIES 株を用いて藻体内でのジェオスミン、2-MIB 産生状況を把握した結果、各物質の藻体内外での局在状況が株ごとに異なることを示した。

2-MIB の粉炭吸着において、超純水中に比べて、水道原水では平衡吸着量が 38~75% に低下することがわかった。また、分子量 1~3 kDa 程度の、励起 220 nm/蛍光 415 nm の蛍光ピークを有する有機物が、水道原水中での 2-MIB 平衡吸着に対する競合成分の一つと推測された。5 種類の粉炭に対する Geosmin と 2-MIB の吸着量を確認したところ、Geosmin のほうが吸着されやすいことが確認された。さらに、各浄水場と、活性炭生産拠点を可視化するデータベースを作成し、これを活用して、各浄水場における薬品調達の脆弱性を評価する手法を確立した。

平成 28 年台風 10 号に関して、岩手県下閉伊郡岩泉町の視察により、山間部の小さな河川の急激な水位変化に伴う被害の大きさを確認した。また、北海道地域で被害のあった簡易水道の水源流域における降水の様子が明らかとなった。さらに、南富良野町幾寅では、過去 40 年間に例を見ない豪雨であり、気候変動によって増加する懸念のある豪雨対策の重要性が伺えた。

次世代シーケンサーを用いた、ろ過漏出原

因微生物の給配水系での挙動の調査の結果、Proteobacteria が高い割合を示した。また、Cyanobacteria(植物プランクトンの葉緑体を含む)が一定割合検出された。Proteobacteria 門について綱レベルの解析を行ったところ、Alphaproteobacteria 綱(Rhizobiales 目)が優占した。給水栓水から検出された細菌について、特徴的に沈澱池で割合が増える細菌、ろ過池で割合が増える細菌などを見つけることができた。

世界で過去 15 年間に発生した大規模災害として、スマトラ島沖地震(2004 年 12 月)、ハリケーン・カトリーナ(2005 年 8 月)、台風 Ketsana(2009 年 9 月)、東北地方太平洋沖地震(2011 年 3 月)、及びタイ洪水(2011 年 6 月)における水系感染症及び蚊媒介性感染症の流行状況を調査した結果、スマトラ島沖地震による津波後にはアチェ州においてマラリアの流行が、ハリケーン・カトリーナ及び東北地方太平洋沖地震後には避難所においてノロウイルスによる感染性胃腸炎の流行が確認された。途上国の被災地においては、下痢症、コレラ、赤痢、チフス等の発生が見られたが、大規模な流行には至らなかった。一方で、津波や洪水の発生後に創傷感染による破傷風やレプトスピラ症の流行があり、傷口を洗浄し衛生的に保つためには、衛生的な環境に加えて安全な水の供給が不可欠であると考えられた。また、国際的な動向として、SDGs のターゲットや気候変動を考慮した WSPs 策定ガイダンスにおいて、災害時における感染症対策に関する言及が見られた。

G. 研究発表

1) 論文発表

藤本尚志,山崎雄佑,遠藤沙紀,渡邊英梨香,蔣紅与,大西章博,藤瀬大輝,三浦尚之,秋葉道宏. 16S rRNA 遺伝子の解析による浄水場処理工程水のピコシアノバクテリア生物相の評価, 用水と廃水 59(9), 667-674, 2017.

2) 学会発表

下ヶ橋雅樹, 秋葉道宏. 水道システムの気候

- 変動への適応, 第 30 回環境工学連合講演会, 2017 年 5 月, 東京, 同講演集, 51-54.
- Yuta Shinfuku, Hirokazu Takanashi, Tsunenori Nakajima, Akira Ohki, Masaki Sagehashi and Michihiro Akiba. Exploring a fishy-smelling compound in raw waters with high resolution mass spectrometry and multivariate analysis, 26th Symposium on Environmental Chemistry, 2017 年 6 月, Shizuoka, 同講演集, 120.
- Yuta Shinfuku, Hirokazu TAKANASHI, Tsunenori Nakajima, Akira Ohki, Masaki Sagehashi and Michihiro Akiba Exploring a Fishy-Smelling Substance in Raw Waters for Water Supply with High Resolution Mass Spectrometry and Multivariate Analysis, Water and Environment Technology Conference 2017, 2017 年 7 月, Sapporo, 同講演集, 51.
- 新福優太, 高梨啓和, 中島常憲, 大木章, 下ヶ橋雅樹, 秋葉道宏 高分解能質量分析計と多変量解析による水道水生ぐさ臭原因物質の探索 環境科学会 2017 年会, 2017 年 9 月, 東京, 同講演集, 2.
- 新福優太, 高梨啓和, 中島常憲, 大木章, 下ヶ橋雅樹, 秋葉道宏. DNPH 誘導体化における測定妨害物質の除去を目的とした固相抽出の適用, 第 20 回日本水環境学会シンポジウム, 2017 年 9 月, 和歌山, 同講演集, 123.
- 山内康正, 下ヶ橋雅樹, 秋葉道宏. 水道水源流域の水収支の数理モデル化と気候変動影響評価ー埼玉県営水道の地球温暖化適応策の検討ー, 平成 29 年度全国会議(水道研究発表会), 2017 年 10 月, 高松市, 同講演集, 844-845.
- 靱山将, 下ヶ橋雅樹, 秋葉道宏. 水文モデルを用いた相模ダム流域の気候変動影響評価, 平成 29 年度全国会議(水道研究発表会), 2017 年 10 月, 高松市, 同講演集, 212-213.
- 下ヶ橋雅樹, 島昌伸, 嶽仁志, 小坂浩司, 島崎大, 秋葉道宏, アンケート調査による平成 28 年熊本地震の応援給水活動の実態把握と課題の抽出, 平成 29 年度全国会議(水道研究発表会), 2017 年 10 月, 高松市, 同講演集, 884-885.
- 清水和哉, 穂山紗耶, 月野慎也, Hanchen Miao, 内海真生, 秋葉道宏. 栄養塩が及ぼす藍藻類のカビ臭物質産出への影響, 第 54 回日本水処理生物学会年会, 2017 年 11 月, 吹田市, 日本水処理生物学会誌別巻 (37), 19.
- 館祥之, 多田早奈恵, 坂巻隆史, 野村宗弘, 西村修. ピコ植物プランクトンの凝集処理におけるフロック径分布, 第 54 回日本水処理生物学会年会, 2017 年 11 月, 吹田市, 日本水処理生物学会誌別巻 (37), 62.
- 新福優太, 高梨啓和, 中島常憲, 大木章, 下ヶ橋雅樹, 秋葉道宏. DNPH 誘導体化アルデヒドを LC/MS で測定する際の妨害物質の除去, 第 52 回日本水環境学会年会, 2018 年 3 月, 札幌市, 同講演集, 120.
- 館祥之, 多田早奈恵, 野村宗弘, 坂巻隆史, 西村修. ピコ植物プランクトン凝集処理において上澄み水に残留する粒子の特性, 土木学会東北支部技術研究発表会, 2018 年 3 月, 同講演 CD-ROM, VII-63
- 下ヶ橋雅樹, 三浦尚之, 平島邦人, 佐野大輔, 西村修, 秋葉道宏. 平成 28 年台風 10 号による東北・北海道での水道被害と降水特性, 第 52 回日本水環境学会年会, 2018 年 3 月, 札幌, 同講演集, 474.
- 下ヶ橋雅樹, 藤井隆夫, 高梨啓和, 秋葉道宏. 水道におけるカビ臭物質の吸着に与える活性炭構造の影響, 化学工学会第 83 年会, 2018 年 3 月, 吹田市, 同講演オンライン要旨 O220.
- H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定も含む。)
- 1) 特許取得
該当なし
 - 2) 実用新案登録
該当なし

3) その他
該当なし