

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

気候変動に伴う水道システムの生物障害等リスク評価と
その適応性の強化に向けた研究

令和4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)

令和5(2023)年 3月

気候変動に伴う水道システムの生物障害等リスク評価とその適応性の強化に向けた研究

研究代表者 秋葉 道宏 国立保健医療科学院 生活環境研究部 特任研究官

研究要旨

本研究では「気候変動に伴う水道システムの生物障害等リスク評価とその適応性の強化に向けた研究」に資する成果を得ることを目指し、①気候変動条件下における障害生物発生ポテンシャル評価と将来発生予測モデルの構築、②障害生物発生時における分析方法の開発と効率的な浄水処理システムの提案、③気候変動により生じる生物障害等リスクに対する対応策の検討に関連する研究を実施した。

① 気候変動条件下における障害生物発生ポテンシャル評価と将来発生予測モデルの構築

WHO 飲料水水質ガイドラインの更新に伴い、シアノトキシンの分析方法、処理方法に関する文献整理を行った。シアノトキシン分析方法では、質量分析の発展に伴い、一斉分析や迅速分析方法に関する手法の検討が進められていることが明らかとなった。シアノトキシンの処理方法では、シアノバクテリア本体の除去と溶存シアノトキシンの除去・分解の両者共に処理を行うためには、水源での状況を踏まえた上で効果的な組み合わせを検討する必要があることを示した。

水源流域における障害生物の発生ポテンシャルを評価することを目的として、カビ臭原因物質産生藻類である *Pseudanabaena* 属や *Microcoleus* 属の遺伝子による系統の違いとカビ臭原因物質産生能、増殖、カビ臭原因物質産生に及ぼす窒素制限および温度の影響等について検討を行い、カビ臭原因物質産生藻類の増殖およびカビ臭産生に及ぼす気候変動により生じうる環境条件の影響について検討を行った。その結果、種によっては株間、もしくは系統間で産生能力が異なることも示唆された。カビ臭原因物質産生藻類の分子系統とカビ臭原因物質産生能、増殖・カビ臭原因物質産生に及ぼす温度、窒素源の影響等について知見を集積した上で、このような系統による違い、水温、窒素源といった環境条件による産生ポテンシャルの変化を踏まえた発生予測モデルの構築の必要性が示唆された。

気候変動に関連する環境条件とカビ臭原因物質合成酵素の活性に関与する Mg^{2+} 濃度条件に対して、カビ臭原因物質産生藍藻類の増殖およびカビ臭原因物質産生、カビ臭原因物質合成酵素遺伝子群の発現への影響について評価した。特に光強度影響では、低光強度の際に最大増殖および 2-MIB 産生を示した。日長影響では、日長が長い時に藍藻類は早い増殖を示すとともに代謝産物を多く産生することを明らかにした。共存微生物影響では、カビ臭発生時期の共存微生物が、発生時期ではない時期の共存微生物群よりも、カビ臭原因物質産生を促進させる可能性を示した。

日本国内の 4 つのダム湖を対象とし、代表的な浮遊藻類である *Dolichospermum* spp. の異常発生予測モデルを構築した。室生ダムの 2 値分類における最良モデルは、正解率 91.7%、精度 100%、再現率 83.3%であった一方で、回帰モデルでは精度の良いモデルを構築することができなかった。ARD (automatic relevance determination) により選択された衛星データの種類から、小規模水域における藻類異常発生予測において、衛星センサーの空間解像度より衛星の回帰日数 (時間解像度) が重要であることが示された。

水道水源における藍藻類個体数予測モデルを構築するために必要となる水源での河川流量や水温、栄養塩等のミクロな環境変化を予測する数理モデルの構築を、奈良県の室生ダム貯水池流域を対象として、準分布型水文水質モデル Soil and Water Assessment Tool (SWAT) のうちの SWAT+、ならびに QSWAT+を用いて行った。現時点では、室生ダム貯水池への流入量の基底流量に関しては良好な予測を与えるシミュレーションを行うことができたが、その他のパラメータについては予測手法について再検討の必要性が確認された。

② 障害生物発生時における分析方法の開発と効率的な浄水処理システムの提案

生ぐさ臭の機器分析による水質管理を可能とするために、原因物質の構造や分析条件を明らかにすることを目的とした。原因物質について 1 種類 (2 立体異性体) まで候補構造を絞り込むことに成功した。また、試料大容量注入型のガスクロマトグラフ-質量分析計 (GC-MS) を用いることにより、水道原水中の原因物質が分析可能なことを示した。

培養した *Microcystis aeruginosa* Lemmermann (NIES-87 および NIES-2604 株) に由来する有機物の検知を精密質量スペクトルの差異解析により試みた。その結果、固相抽出による試料濃縮を用いれば、環境水中でも藻類増殖に由来する有機物を分別可能であることを示した。

③ 気候変動により生じる生物障害等リスクに対する対応策

河川水位の観測値が低減傾向にある筑後川について、河床の変化等による影響を受けにくいと考えられる河川流量を解析したところ、長期的に増加傾向にあることが判明した。さらに、筑後川中下流部を水源とする水道の原水におけるジェオスミン、2-MIB について一定濃度以上が検出された週数の経年変化を整理し、河川水位、河床高の変化の影響をみたところ、河川水位が高いときは、ジェオスミン、2-MIB 濃度の上昇はみられなかった。

全国の水道事業を対象に、水安全計画の運用、豪雨による高濁度発生時の対応に関するアンケート調査を行い、206 水道事業から 208 浄水場の結果を得た。71%は定期的あるいは非定期に水安全計画のレビューを行っており、定期的に行っているうちの約 70%が年 1 回以上レビューしていた。World Health Organization、International Water Association による気候にレジリエントな水安全計画の策定に関する手引き「Climate-resilient Water Safety Plans: Managing Health Risks Associated with Climate Variability and Change」を翻訳し、「気候に対してレジリエントな水安全計画：気候の変動と変化にともなう健康リスクの管理」を出版した。2022 年 9 月に、水安全計画の運用についてのオンラインセミナーを開催した。

研究分担者

西村修	東北大学大学院工学研究科 教授
柳橋泰生	福岡大学工学部 教授
藤本尚志	東京農業大学応用生物科学部 教授
下ヶ橋雅樹	叡啓大学ソーシャルシステム デザイン学部 教授
高梨啓和	鹿児島大学大学院 理工学研究科 准教授
越後信哉	京都大学大学院地球環境学 教授
小坂浩司	国立保健医療科学院 上席主任研究官
清水和哉	東洋大学生命科学部 教授
浅田安廣	国立保健医療科学院 主任研究官

A. 研究目的

近年、地球温暖化の影響と考えられる生物障害や水道原水水質悪化の報告例が目立つ。さらに気候変動による集中豪雨の頻度・規模の増加が確認されており、それら水害による水道事業への影響が生じている。将来的にも気候変動に伴う生物障害事例、集中豪雨・台風による水害頻度の増加等が予想されることから、その生じるリスクに対して適応可能な水道システムを考え、将来にわたって安全で安心な水供給を実現する必要がある。本研究課題では、このような水道事業の背景を踏まえながら、このような水道事業の背景を踏まえながら、気候変動に伴う水道システムの生物障害等リスクへの適応性の強化に資する成果を得ることを最終的な目標とし、以下の 3 つの検討を実施した。

① 障害生物の発生メカニズムの把握や藻類発生予測システムを構築すること

② 障害生物発生時の分析方法の開発や効率的な浄水処理プロセスを構築すること

③ 気候変動に伴う水道事業の課題を抽出し、①、②と連携して、気候変動に伴う生物障害等リスクに適応した新たな水道システムを例示すること

B. 研究方法

①気候変動条件下における障害生物発生ポテンシャル評価と将来発生予測モデルの構築

WHO 飲料水水質ガイドライン第 4 版（第 1 及び第 2 補遺を含む）が公表され、ガイドライン値の修正、追加が行われたことに伴い、最新のシアノトキシンに関する取り組みについて文献調査を行った。

水道水源から単離された藍藻類株 (*Pseudanabaena* 属、*Microcoleus* 属) を用いて、培地条件の変化 (CT 培地もしくは改変 CT 培地 (窒素濃度を 0 もしくは 1 mg/L に制限)) あるいは温度条件の変化に対して、カビ臭原因物質産生濃度の変化を確認した。また、2-MIB 産生能が株間で異なる要因を解明することを目的として分子系統解析並びにカビ臭原因物質合成酵素遺伝子の発現解析を行った。

供試藍藻類に対して、Mg²⁺濃度、温度影響および光強度影響、日長の影響をについて解析を行った。また、生物群集の供試藍藻類の増殖とカビ臭物質産生への影響を解析した。

日本国内の 4 つのダム湖を対象として、各ダム湖で定期的に計測された栄養塩データ、水理データ、最寄りのアメダス観測所の気象データ、及び空間解像度・回帰日数が異なる 2 つの衛星から取得されたデータを説明変数とし、関連度自動決定 (automatic relevance determination : ARD) により対象藻類 (*Dolichospermum* spp.) の異常発生に関連のある要因の特定を行なった。各ダム湖で関連があると推定された変数を用いて、複数の機械学習アルゴリズムによる予測モデルの構築及び比較を行なった。

室生ダム貯水池の流入河川流量予測手法を確立するとともに、水温および栄養塩の予測についても予備的な検討を行った。地形や土地利用に関しては国土数値情報、局所的な気候や土壌に関しては農研機構の情報をもとに動力学的パラメータや計算の環境条件を決定した。室生ダム貯水池

への流入水量（(独)水資源機構）に対する予測性を、3つのモデル性能指標（Nash-Sutcliffe efficiency、RSR、および PBIAS）を用いて評価しつつ、地下水と表流水の交換にかかわる2つのパラメータの補正を行った。

②障害生物発生時における分析方法の開発と効率的な浄水処理システムの提案

質量分析、選択的誘導体と量子化学計算を用いて生ぐさ臭原因物質の構造推定を進めた。TON=5の水道原水に含まれる生ぐさ臭原因物質を濃縮倍率1,000倍の条件で検出することを目標として、試料大容量注入型GC-MSを用いて分析するための試料注入条件を検討した。

培養した *Microcystis aeruginosa* Lemmermann (NIES-87 および NIES-2604 株) に由来する有機物の検知を精密質量スペクトルの差異解析により試みた。

③気候変動により生じる生物障害等リスクに対する対応策

気候変動の影響をみることができると考えられる長期間のデータが存在する九州地方の3河川（筑後川、遠賀川、大淀川）について河川水位および河川流量の変化について解析するとともに、年別に流量が零の時の河川水位を算出し、河床高とみなして年次推移をみた。水道事業体から提供のあったカビ臭物質の濃度データについて、週内の検出最高値が一定濃度以上になった年間週数を集計した。また、河川の状況によりカビ臭物質濃度が変化するかどうかをみるため、河川水位との関係を解析した。さらに、河川水位と河川流量の関係から導いた河床高のデータを利用し、河床の上昇の程度との関係を解析した。

水安全計画を策定済みの全国の355水道事業を対象に、①水安全計画の運用、および②水安全計画における豪雨による高濁度原水への対応策、監視方法、高濁度対応の経験を踏まえた水安全計画の改善についてのアンケート調査を行った。気候にレジリエントな水安全計画の策定の手引きの一つとして「Climate-resilient Water Safety Plans: Managing Health Risks Associated with Climate Variability and Change」について翻訳した。また、オンラインで、「水安全計画を活用した水質管理システムの運用」を企画し、9月に開催した。

C. 研究結果および D. 考察

①気候変動条件下における障害生物発生ポテンシャル評価と将来発生予測モデルの構築

シアノトキシンの分析方法として、質量分析の発展に伴い、様々なシアノトキシンに対して感度良く分析可能である LC-MS/MS による分析が主流となりつつある。また、一斉分析や迅速分析に関する研究も進みつつあることが明らかとなった。処理方法では、シアノバクテリア本体の除去と溶存シアノトキシンの除去・分解の両者が必要であり、各処理方法で効果が異なることから、水道水源でのシアノバクテリアの発生状況、シアノトキシン濃度に合わせて効果的な処理方法の組み合わせを考えていく必要があることを示した。

Pseudanabaena 属に関しては分子系統によって

カビ臭原因物質の産生能が異なることが示唆された。10°Cにおいて2-MIB産生能力が高まる株の存在が明らかとなり、その系統の *Pseudanabaena* 属が存在する水域では、水温が2-MIB濃度に影響する可能性があり、*Pseudanabaena* 属の存在量を注意深く監視する必要があると考えられた。*M. autumnalis* に関しては、30°Cにおいて溶存態2-MIBが最も高まり、株によっては30°Cにおいて増殖できないことが明らかとなり、気候変動に伴う温度上昇が、カビ臭被害を促進したり、*M. autumnalis* の生物相に影響を及ぼす可能性が示唆された。また、株間、もしくは系統間で産生能力が異なることも示唆された。

水の硬度にも関連する Mg^{2+} は、カビ臭原因物質産生藍藻類の増殖およびカビ臭原因物質産生に影響を与えた。低光強度の際に、藍藻類の増殖が良好かつ *mtf* 遺伝子発現量も高くなったが、*mtc* 遺伝子は低かった。一方、日長条件では、長期（16h）では、増殖が早く、カビ臭原因物質合成酵素遺伝子発現量の最大地も早い時期に到達したが、短期（9h）では、増殖は遅く、遺伝子発現量は、徐々に増加した後に最大となった。夏期と冬期の微生物群集構造は、カビ臭原因藍藻類の増殖に影響を与えることを明らかにした。

全窒素濃度、風速、日射量、降水量、MODISの地表面温度が3つのダム湖で *Dolichospermum* spp. の異常発生に関連のある変数であると推定された。藻類濃度を予測する回帰モデルに関しては、サポートベクターマシン (SVM)、人工ニューラルネットワーク (ANN) の2つのアルゴリズムが有力な候補となることが示された。室生ダムの2値分類における最良モデルは、正解率91.7%、精度100%、再現率83.3%であった一方で、回帰モデルでは精度の良いモデルを構築することができなかった。

河川流量について、今回行ったパラメータ補正では、基底流量が十分に再現されたといえる。しかしながらピーク流量の再現は十分とはいえず、今後その予測性を改善する必要がある。水温に関しては冬期の水温はある程度予測できたが、藻類増殖において重要な夏期水温に関して十分な予測は得られなかった。栄養塩について、リンに関してはある程度オーダーの予測が可能であったが、窒素については全く予測できていない状況であり、抜本的なパラメータ設定が必要であると考えられた。

②障害生物発生時における分析方法の開発と効率的な浄水処理システムの提案

選択的誘導体化反応と量子化学計算を用いて生ぐさ臭原因物質の構造を検討した結果、候補構造を1種類（2立体異性体）まで絞り込むことに成功した。立体配置が異なると臭気の有無が異なる可能性があるため、本来は立体異性体を区別する必要がある、日常業務において立体異性体を区別して分析するのは困難と考えられ、両者の総濃度として管理する可能性を検討する必要がある。

また、検討に用いた水道原水3検体すべてで、生ぐさ臭原因物質の検出を確認することに成功し、高感度化を達成した。

NIES-87 と NIES-2604 の試料について、希釈段階を問わず藻類を添加したサンプルから多くの物質が検出された。100 倍で希釈を行った模擬藻類異常発生試料の分析結果としては、群間比が 2 倍以上を基準とした場合で NIES-87 においては 72 物質、NIES-2604 においては 35 物質検出されておりこちらも藻類由来溶存有機物を十分に捉えることが可能であったといえる。また、この 100 倍で希釈を行った模擬藻類異常発生試料は環境水中において藻類の異常増殖が発生した場合と同程度の細胞密度を有していることから、実際の環境水中でも同様の分析手法を用いて溶存有機物の動向を検知できる可能性を示したといえる。

③気候変動により生じる生物障害等リスクに対する対応策

筑後川の河川水位は 1960 年から 2000 年にかけて低減傾向にあるのに対して、河川流量は長期的に増加傾向にあることがみてとれた。河川水位が高い場合は、ジェオスミン濃度および 2-MIB 濃度が低くなっていることがわかった。さらに、ジェオスミン濃度および 2-MIB 濃度と河床高との相関をみたが、明確な関係はみられなかった。

アンケートの結果、水安全計画の策定を自ら行っていた浄水場は 164、委託で策定した浄水場は 44 であった。策定にあたり、厚生労働省の水安全計画策定ガイドライン、水安全計画作成支援ツール簡易版、他の水道事業者の水安全計画を参考にしているところが多かった。水安全計画のレビューの状況は、71%が定期的（時期を設定している場合、設定していない場合あり）あるいは非定期的にレビューを行っていた。定期的にレビューを行っている浄水場のうち約 70%が年 1 回以上レビューしていた。「Climate-resilient Water Safety Plans: Managing Health Risks Associated with Climate Variability and Change」を分担で翻訳を行い、「気候に対してレジリエントな水安全計画：気候の変動と変化にともなう健康リスクの管理」として出版した。同ガイドは国立保健医療科学院のサイト上で公表し、また、WHO の原本のサイト上でも公表された。セミナーの参加者は 102 名で、アンケート結果は、非常に良かったが 47%、良かったが 53%であった。具体的には、複数の参加者から、水安全計画の各事業者の運用の実態を知ることができ大変参考になった、とのコメントがあった。

E. 結論

①気候変動条件下における障害生物発生ポテンシャル評価と将来発生予測モデルの構築

WHO 飲料水水質ガイドライン第 4 版（第 1 及び第 2 補遺を含む）で新たに変更があったシアノトキシンについて、主流となる分析方法として LC-MS/MS による分析、そして処理特性に基づく処理方法の考え方について示した。

分子系統によってカビ臭物質の産生能が異なったり、株間で窒素源に対する応答が異なったり、

温度によってカビ臭産生量が大きく異なることから、カビ臭原因物質産生藻類の分子系統とカビ臭原因物質産生能、増殖・カビ臭原因物質産生に及ぼす温度の影響等について知見を集積した上で、このような系統による違い、水温といった環境条件による産生ポテンシャルの変化を踏まえた発生予測モデルの構築の必要性が示唆された。

気候変動に関連する環境条件（温度、光強度、日長）とカビ臭原因物質合成酵素活性に関与する Mg^{2+} 濃度条件の変化が、カビ臭原因物質産生藍藻類の増殖およびカビ臭原因物質産生、カビ臭原因物質合成酵素遺伝子群の発現への影響することが確認された。そのため、対象水源から分離したカビ臭原因物質産生藍藻類を用いた検証が、対象水源におけるカビ臭発生予防対策とカビ臭発生対策に重要であると考えられた。

日本国内の 4 つのダム湖を対象とし、現場（水質、水理、気象）データ、複数の衛星から取得されたデータを用いて、ARD による関連のある変数選択及び機械学習アルゴリズムによる藻類異常発生の予測モデルを構築した。衛星データが藻類発生予測に有用であり、特に時間解像度の高い（観測頻度が高い）衛星データがより重要であることが示された。

SWAT+を用いて、室生ダム流域の水文水質シミュレーションを実施した結果、室生湖への流入水について、基底流量に関しては良好な予測を与えるシミュレーションを行うことができたが、ピーク流量については過小評価傾向にあった。水温については、冬期の水温はある程度予測できたが夏期に過小評価する結果となった。各態窒素及びリン濃度については SWAT+での予測を確認したが、特に各態窒素濃度予測に関しては、施肥や植生等を考慮した抜本的な検討を行う必要があることが示された。

②障害生物発生時における分析方法の開発と効率的な浄水処理システムの提案

本研究で推定した物質は、多変量解析で TON および原因生物濃度と相関する物質を抽出した結果得られた物質であり、さらにその物質の構造も、質量分析、選択的誘導体化反応と量子化学計算を用いて推定した構造である。今後は、推定された物質を入手し、生ぐさ臭と関係するか否か、管理指標として適切か否かを検証する必要がある。

精密質量スペクトルの差異解析に基づき、藻類の異常増殖の検知の可能性について検討した結果、試料濃縮を用いれば、環境水中でも藻類増殖に由来する有機物を分別可能であることを示した。

③気候変動により生じる生物障害等リスクに対する対応策

河川水位の観測値が低減傾向にある筑後川について、河川流量を解析したところ、長期的に増加傾向にあることが判明した。さらに、筑後川中下流部を水源とする水道の原水におけるジェオスミン、2-MIB 濃度について一定濃度以上が検出された週数の経年変化を整理し、河川水位、河床

高の変化の影響をみたところ、河川水位が高い時（7日間の平均水位が3m以上の時）は、ジェオスミン、2-MIB濃度の上昇はみられなかった。以上により、気候変動の適応策として、河川水位の監視の重要性が示唆された。

全国の水道事業を対象に、水安全計画の運用、豪雨による高濁度発生時の対応に関するアンケート調査を行い、206水道事業から208浄水場の結果を得た。「Climate-resilient Water Safety Plans: Managing Health Risks Associated with Climate Variability and Change」を翻訳し、「気候に対してレジリエントな水安全計画：気候の変動と変化にともなう健康リスクの管理」を出版した。2022年9月に、水安全計画の運用についてのオンラインセミナーを開催し、102名の参加があった。

F. 健康危険情報 該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Asada Y, Hayasaka S, Miyoshi T, Tokuyasu M, Akiba M. Effects of raw water quality on adsorptive removal of 2-methylisoborneol by powdered activated carbon under non-equilibrium conditions. *AQUA - Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 2023. (accepted)

Zhang J, Shen Q, Miao H, Li Q, Shimada M, Yuan T, Utsumi M, Lei Z, Zhang Z, Takanashi H, Fujimoto N, Ichise S, Asada Y, Nishimura O, Akiba M, Shimizu K. Development of a Quantification and Detection Method for 2-MIB-producing Cyanobacteria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2023;23(4): TRJFAS21811(Article number).

Miao H, Zhang J, Shen Q, Ichise S, Asada Y, Tian Y, Utsumi M, Lei Z, Zhang Z, Takanashi H, Fujimoto N, Nishimura O, Akiba M, Shimizu K. Development of Rapid PCR Methods for the Detection and Quantification of Geosmin - Producing *Dolichospermum* spp.. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2022; 233(9): 394(article number).

Shinfuku Y, Takanashi H, Nakajima T, Kasuga I, Akiba M. The Status Quo of Causal Substance Exploration for Fishy Odor in Raw Water for Taps. *J. Water and Environment Technology*, 2022;20(2):29-44.

神里良太, 浅田安廣, 小松一弘, 高篠鮎人, 浦上正, 茂田裕充, 秋葉道宏. 粉末活性炭の短時間接触による2-メチルイソボルネオール除去に対する競合吸着有機物の特性評価. *水道協会雑誌*. 2022;91(12):4-13.

2. 学会発表

Hanchen Miao, Chi Zhang, Ji Zhang, Zhenya Zhang, Zhongfang Lei, Tian Yuan, Naoshi Fujimoto, Yasuhiro Asada, Michihiro Akiba, Kazuya Shimizu, Effect of Light/Dark Cycle on the Growth and Expression of Genes

Related to Geosmin from Cyanobacteria. The 1st International Conference on Bioprocess and Sustainability (ICBS 2023); 2023.3.-25-26; 茨城県.

山下優輝, 新福優太, 高梨啓和, 中島常憲, 超球面探索/非調和下方歪追跡法による水道水生ぐさ臭原因物質の構造推定. 第70回質量分析総合討論会; 2022.6.22-24; 福岡.

浅田安廣, 藤本尚志, 江崎敦, 松本恭太, 山口晴代, 秋葉道宏. 水道水源で発生するカビ臭原因物質産生藍藻類の監視に向けたライブラリー構築. 京都大学環境衛生工学研究会第44回シンポジウム; 2022.7.29-30; 京都.

仲門拓磨, 浅田安廣, 三好太郎, 増田貴則, 秋葉道宏. 藻類由来有機物が粉末活性炭処理によるカビ臭原因物質除去に及ぼす影響. 令和4年度全国会議(水道研究発表会); 2022.10.19-21; 名古屋.

早坂俊一, 三好太郎, 浅田安廣, 秋葉道宏. 粉末活性炭処理による2-MIB除去への原水水質の影響評価に向けた水質指標の探索. 令和4年度全国会議(水道研究発表会); 2022.10.19-21; 名古屋.

松本恭太, 浅田安廣, 藤本尚志, 秋葉道宏. 水道水源における複数種のカビ臭原因物質産生藍藻類の同定・定量手法の開発. 令和4年度全国会議(水道研究発表会); 2022.10.19-21; 名古屋.

王静怡, 柳橋泰生, 原水濁度と水位の関係および河川水位の経年変化の解析. 令和4年度全国会議(水道研究発表会); 2022.10.19-21; 名古屋.

下川栞, 藤本尚志, 大西章博, 清水和哉, 浅田安廣, 秋葉道宏. 河床付着性藍藻類 *Microcoleus* 属の分子系統解析およびカビ臭原因物質産生能の比較. 第57回日本水環境学会年会; 2023.3.15-17; 松山.

久保田雅也, 藤本尚志, 大西章博, 清水和哉, 浅田安廣, 秋葉道宏. 河床付着性藍藻類 *Microcoleus* 属の増殖およびカビ臭原因物質産生特性. 第57回日本水環境学会年会; 2022.3.15-17; 松山.

三浦耀平, 今本博臣, 峠嘉哉, 浅田安廣, 下ヶ橋雅樹, 秋葉道宏, 西村修, 佐野大輔. 衛星データを活用した水道水源における藻類異常発生予測モデルの開発. 第57回日本水環境学会年会; 2022.3.15-17; 松山.

高岩凜太郎, 山下優輝, 新福優太, 中島常憲, 高梨啓和, 秋葉道宏. 試料大容量注入型GC/MSによる水道水生ぐさ臭の未知原因物質の相対定量法の開発. 第57回日本水環境学会年会; 2022.3.15-17; 松山.

山下優輝, 新福優太, 山田奈瑠実, 高梨啓和, 中島常憲, 秋葉道宏. フラグメンテーション反応の全経路探索による水道水生ぐさ臭原因物質の構造推定. 第57回日本水環境学会年会; 2022.3.15-17; 松山.

王静怡, 柳橋泰生, 水道原水濁度と河川水位・流量の関係および経年変化の解析. 第 57 回日本水環境学会年会 ; 2022.3.15-17 ; 松山.

3. 図書

小坂浩司, 越後信哉, 島崎大, 下ヶ橋雅樹 (訳). 気候に対してレジリエントな水安全計画: 気候の変動と変化にともなう健康リスクの管理 (Climate-resilient Water Safety Plans: Managing Health Risks Associated with Climate Variability and Change). 国立保健医療科学院, 2023.

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