

令和元年度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）
総括研究報告書

化学物質等の検出状況を踏まえた水道水質管理のための総合研究

研究代表者 松井 佳彦 北海道大学大学院工学研究院 教授

研究要旨

水道水質基準の逐次見直しなどに資すべき化学物質や消毒副生成物、設備からの溶出物質、病原生物等を調査し、着目すべき項目に関してそれらの存在状況、監視、低減化技術、分析法、暴露評価とリスク評価に関する研究を実施した。

水道水の原水におけるウイルスの汚染実態を調査した。ノロウイルス GII、ロタウイルス A よりも PMMoV は高頻度かつ高濃度で表流水試料に含まれるウイルス除去指標として有用であることをサポートするデータが蓄積された。コクサッキーウイルス B3 型、B4、B5、エコーウイルス 11 型の野生株、およびそれぞれの基準株を用いて、遊離塩素、紫外線、およびオゾンによる処理性を評価した。その結果、遊離塩素では基準株と比して 2.3 倍、オゾンでは 2 倍程度高い耐性を有す株が存在した。従属栄養細菌数とレジオネラ汚染の関係性に関する文献考察を行った。HPC レベルとレジオネラ属菌数またはその陽性率の間の関係については、議論継続中であることが明らかとなった。

動向の注目されているクロラントラニプロールが 0.235 $\mu\text{g/L}$ で検出された。エチプロールを塩素処理したところ、エチプロールは検出されず、主な分解物としてエチプロールスルホンが検出された。

代謝を考慮した ChE 活性阻害性試験を構築し、この試験を用いてダイアジノンとそのオキソンの毒性を評価したところ、この 2 つの物質は同程度の毒性を有することが分かった。活性炭による PFASs 除去について、文献調査を行った。GAC、PAC のいずれも、PFOS、PFHxS、PFOA の順に除去率は高い傾向にあった。GAC では時間経過とともに除去率が低下するが、特に炭素数の小さい PFASs において顕著である。微粉炭は、PAC に比べて、短い接触時間で PFASs の除去が向上することが示された。

淀川水系周辺における実態調査により、3,5-ジメチルピラゾール（DMP）及び DMP 塩素化物が検出された。DMP の処理法として、塩素添加前のオゾン処理と GAC 処理の有効性を示した。1,3,5-トリヒドロキシベンゼン、アセチルアセトン及びアセトンジカルボン酸は溶存オゾンが検出される条件であれば、オゾン処理及び GAC 処理において対応が可能であることを示した。マンガニオンはクエン酸およびクエン酸と類似の化学構造を持つアコンニト酸の八口酢酸生成能を増加させることを示した。

カルキ臭代替指標としての全揮発性窒素（TPN）の妥当性評価の準備として、 NCl_3 の中性域の回収率が濃度に依存せずほぼ一定であることを確認した。GC/olfactometry（GC/O）による分析の前処理に用いる、固相マイクロ抽出法（SPME）の回収率は 22% 以上であり、SPME 法を前処理とした GC/O の方法は概ね間違っていないと判断された。カルキ臭に関する対応集に記載予定である、30 種の含窒素化合物のカルキ臭生成能は 20～400 TON であり、多くの場合、TPN に寄与する主な物質は NCl_3 であった。4 種類のアミン類を対象に誘導体化 GC/MS による分析を試み、検出可能であることを確認した。

リスク評価に関する研究の成果は以下のものである。ベンゼンの揮発経由の吸入曝露や経皮曝露を合算評価すると、水質基準値は現行の値の半分程度が妥当であると示唆された。短期的な水道水質汚染が生じた際に参考とすべき参照値として水道水質基準項目のうち 6 項目について亜急性参照値を設定した。カドミウム、セレン、水銀の亜急性参照値は基準値の 3~10 倍以上の値となったが、ヒ素、鉛及び六価クロムの亜急性参照値は基準値と同値となった。さらに PFOA 及び PFOS のついて最近の国際評価について情報を収集した。

水質分析法に関する研究として、水質分析をより簡便・迅速かつ高精度に分析できる新規分析法を開発するとともに、平常時および異常発生時の簡便かつ網羅的な水質スクリーニングを行うことができる分析手法について検討した。スクリーニング法は検査法として簡便に農薬類を測定できるだけでなく、そのデータを追加解析することにより、未知の化学物質の存在状況を把握することにも利用できることが明らかとなった。また、塩素酸(基準項目)、亜塩素酸(管理目標設定項目)の LC/MS(MS)一斉分析条件を確立した。それぞれ告示法、通知法に追加できると考えられる。

これらの成果は学術論文や学術集会で多数公表されるとともに、厚生労働省告示や厚生科学審議会生活環境水道部会、水質基準逐次改正検討会資料に資された。

研究分担者	所属機関	職名
秋葉 道宏	国立保健医療科学院	統括研究官
浅見 真理	国立保健医療科学院生活環境研究部	上席主任研究官
泉山 信司	国立感染症研究所寄生動物部	主任研究官
伊藤 禎彦	京都大学大学院工学研究科	教授
越後 信哉	京都大学大学院工学研究科	准教授
片山 浩之	東京大学大学院工学系研究科	准教授
鎌田 素之	関東学院大学理工学部	准教授

小坂 浩司	国立保健医療科学院生活環境研究部	主任研究官
小林 憲弘	国立医薬品食品衛生研究所生活衛生化学部	室長
高木 総吉	地独)大阪健康安全基盤研究所衛生化学部生活環境課	主任研究員
広瀬 明彦	国立医薬品食品衛生研究所安全性予測評価部	部長
松本 真理子	国立医薬品食品衛生研究所安全性予測評価部	第3室主任研究員
三浦 尚之	国立保健医療科学院生活環境研究部	主任研究官
松下 拓	北海道大学大学院工学研究院	准教授
白崎 伸隆	北海道大学大学院工学研究院	准教授

A. 研究目的

本研究の目的は、水道水質基準の逐次見直しなどに資すべき化学物質や消毒副生成物、設備からの溶出物質、病原生物等を調査し、着目す

べき項目に関してそれらの存在状況、監視、低減化技術、分析法、暴露評価とリスク評価に関する研究を行い、水道水質基準の逐次改正などに資するとともに、水源から給水栓に至るまで

の水道システム全体のリスク管理のあり方に関して提言を行うことにある。研究目的を、微生物、化学物質、消毒副生成物、リスク評価管理、水質分析法について詳述すると以下のようである。

微生物(ウイルス): 水道における病原ウイルスのリスク管理に資するデータを蓄積し、指標ウイルスを用いたリスク管理方法を提案することを目的として、1) 水源における病原ウイルスおよびトウガラシ微斑ウイルス(PMMoV)の濃度変動、2) 凝集-MF膜ろ過処理におけるPMMoVの除去性、および3) 遊離塩素、紫外線、オゾン処理によるウイルスの不活化効率を調査した。

微生物(細菌): 細菌汚染として再増殖可能な病原細菌としてレジオネラ属菌などに着目し、従属栄養細菌に指標性について検討することを目的とした。

微生物(寄生虫等): 国内のクリプトスポリジウムとジアルジアの汚染状況を理解するため、全国の水道原水における検出報告の確認と、一部の下水処理水の検査を行った。

化学物質・農薬: 水道水源で使用される化学物質・農薬の状況を把握し、水道の水質管理の向上に資するため、実態調査を実施し、検出傾向の解析を行った。特に、近年の使用量の増加している農薬の実態調査、有機りん系農薬の肝臓の代謝を考慮したコリンエステラーゼ(ChE)活性阻害試験の構築、農薬以外の化学物質では、有機フッ素化合物(PFASs)の活性炭処理による除去性の情報収集・整理を行った。

消毒副生成物: ハロアセトアミド類(HAcAms)、塩素酸、塩素化パラベン、臭気物質、ハロベンゾキノン類(HBQs)、ハロ酢酸、トリハロメタン等を対象に、生成実態、分析技術、低減策について調査を行った。

臭気物質: 全揮発性窒素化合物(以下TPN: Total Purgeable Nitrogen)計についての測定条件を一部見直した上で、 NCl_3 標準液を用いて妥当性評価を実施した。GC/olfactometry(GC/O)での臭気の強さから、試料水のカルキ臭への寄与を正しく評価できるように、まずはSPMEにおける各臭気成分の回収率を評価することを試みた。GC/olfactometryによる異臭事故時の原因物質の特定に向けた分析条件を調査した。多種の窒素化合物を対象にカルキ臭生成特性などを評価した。

リスク評価管理: 水源から浄水・給配水に至るまでに多種多様に存在する微量化学物質等

の水質リスクを明らかにし、適切に管理するための評価手法を検討することを目的とし、今年度は、揮発性を考慮したベンゼンの水道水質基準値の妥当性の評価、水道汚染物質の垂急性評価値に関する研究、関心の高い物質の毒性情報整理の3項目について研究を行った。

水質分析法: 水質分析法に関する研究として、水質分析をより簡便・迅速かつ高精度に分析できる新規分析法を開発するとともに、平常時および異常発生時の簡便かつ網羅的な水質スクリーニングを行うことができる分析手法について検討した。また、これらの分析法の妥当性評価を行うとともに、水道事業体、地方衛生・環境研究所および保健所に普及させることで、水質検査に関わる機関の分析技術の向上と水質監視体制の強化を図ることを目的とした。

B. 研究方法

原水や水道水質の状況、浄水技術について調査研究を行うため、微生物(ウイルス)、微生物(細菌)、微生物(寄生虫等)、化学物質・農薬、消毒副生成物、臭気物質、リスク評価管理、水質分析法の8課題群・研究分科会を構築し、研究分担者15名の他に41もの水道事業体や研究機関などから91名の研究協力者の参画を得て、各研究分担者所属の施設のみならず様々な浄水場などのフィールドにおける実態調査を行った。

水質項目は多岐にわたるため、上述の研究目的に沿って8課題群に分けて、研究分科会とグループを構成し、全体会議などを通じて相互に連携をとりながら並行的に研究を実施した。研究分科会は、微生物(ウイルス)分科会(研究分担者4名、研究協力者8名)、微生物(細菌)(研究分担者1名、研究協力者3名)、微生物(寄生虫等)(研究分担者1名、研究協力者7名)、化学物質・農薬分科会(研究分担者4名、研究協力者14名)、消毒副生成物分科会(研究分担者3名、研究協力者12名)、臭気分科会(研究分担者3名、研究協力者3名)、リスク評価管理分科会(研究分担者2名、研究協力者12名)、水質分析分科会(研究分担者2名、研究協力者32名)である。

微生物(ウイルス)、微生物(細菌)、微生物(寄生虫等)、化学物質・農薬、消毒副生成物、臭気物質、リスク評価管理、水質分析法の8課題群それぞれの研究方法の詳細は、分担研究報告書を参照されたい。

倫理面への配慮: 該当しない。

C. 研究結果と考察

(1-1) 微生物（ウイルス）

表流水を水源とする国内 21 箇所の浄水場において原水試料を収集し、ノロウイルス GII、ロタウイルス A およびトウガラシ微斑ウイルス (PMMoV) の汚染実態を調査した。その結果、ノロウイルス GII は、胃腸炎の非流行期に 10% の試料から検出され (濃度の幾何平均値: 2.9 log copies/L)、流行期は 48% で陽性だった (3.8 log copies/L)。ロタウイルス A は、非流行期・流行期に関わらず比較的高い検出率であり (それぞれ 67%, 81%)、濃度の幾何平均値はそれぞれ 3.8 4.3 log copies/L だった。PMMoV は、高頻度 (81-95%) かつ高濃度 (4.9-5.1 log copies/L) で表流水試料に含まれ、病原ウイルスよりも濃度が概ね高かった。表流水を水源とする浄水場におけるウイルス除去指標として有用であることをサポートするデータが蓄積された。

これまでの結果をまとめると、PMMoV は、水道水源においてノロウイルス GII よりも濃度が高く、ノロウイルス GII が陽性だった試料はすべて PMMoV が陽性だった。一方でロタウイルス A に対しては、PMMoV が概ね高い濃度で検出されたが、一部の試料では胃腸炎の非流行期・流行期に関わらずロタウイルス A の方が濃度が高かった。これらの試料が採水された水源上流域には都市が含まれないため、リアルタイム RT-PCR で検出されたロタウイルス A

株の多くは動物由来と考えられた。今後、遺伝子型を解析し、ヒト/動物由来株の存在比など、これまで報告が皆無だった水道水源で検出されるロタウイルス A 株に関する情報を蓄積する必要がある。

凝集-MF 膜ろ過処理を実施している国内の浄水場 B における PMMoV の処理性を評価した。その結果、ウイルスの除去率は 0.6-1.5 log であり、5 回の採水において得られた平均値は 1.0 log だった。この値は、浄水場 B の凝集-MF 膜ろ過処理を模した室内実験において得られた PMMoV の除去率と同程度であったことから、実浄水場におけるウイルスの除去率を室内実験により再現できることが示された。

2002-2018 年に富山県内の下水処理場の流入水、河川水中から検出されたコクサッキーウイルス B3 型 (CVB3)、CVB4、CVB5、エコーウイルス 11 型 (E11) の野生株、およびそれぞれの基準株を用いて、遊離塩素、紫外線、およびオゾンによる処理性を評価した。その結果、基準株からの遺伝的な変異に伴い遊離塩素耐性やオゾン耐性も株間で異なることが明らかになった。遊離塩素では基準株と比して 2.3 倍、オゾンでは 2 倍程度高い耐性を有す株が存在した。実験室株データを用いて遊離塩素及びオゾンによるウイルス不活化効率を推定する際は、実プラントの除去率が過大評価される可能性が示された。

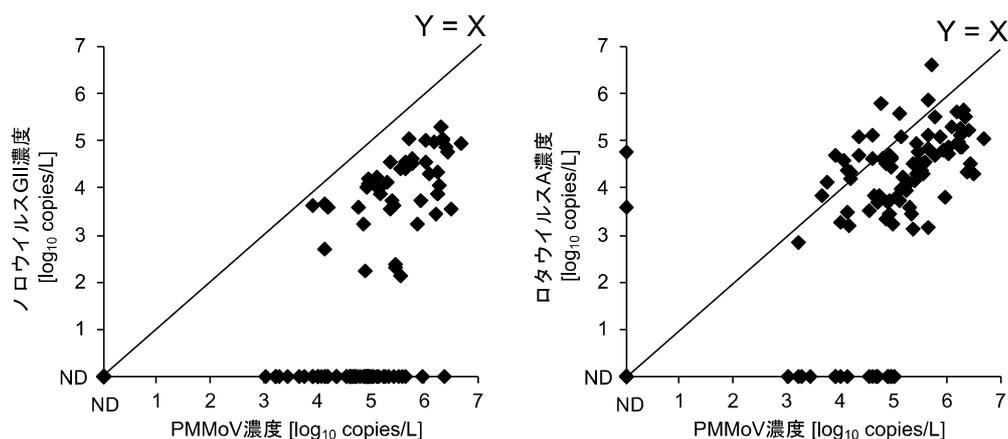


図 1 . 水道原水中の病原ウイルスと PMMoV 濃度の関係 . 2018 年 1 月から 2020 年 1 月に採水された合計 105 試料のデータをプロットした .

(1-2) 微生物（細菌）

生物活性炭処理での細菌挙動に関する情報を整理した。バイオフィームが形成している生物

活性炭層(BAC)内には、レジオネラ属菌やマイコプラズマ属菌などの細菌が定着・増殖し、BAC 処理水へ流出していく可能性が指摘された。これらの細菌の流出防止を含む適切な

施設運用が重要であることを指摘した。続いて、従属栄養細菌数とレジオネラ汚染の関係性に関する文献考察を行った。HPC によるレジオネラ陽性判定が可能とした報告が確認されたものの、相反する報告も多数見られた。HPC レベルとレジオネラ属菌数またはその陽性率の間の関係については、議論継続中といえる。したがって、これらの文献情報に基づき、HPC とレジオネラ汚染の関係性を定量的に評価するための、各給水システムごとに異なる特性の複合的影響をできるだけ排除可能な実験方法の検討が必要であることを指摘した。各給水システム特性の影響を排除可能な評価法の確立が求められる。最後に山間部の小規模な配水区域でレジオネラ属菌の実態調査を実施した。山間部に位置する小規模な配水区域において、管網の流下過程での遊離残留塩素の減少に従ってレジオネラ属菌や従属栄養細菌数が増加していることが確認された。また遊離残留塩素が 0.4 mg/L 以上の大半の試料で定量下限未満であったことから、残留塩素の管理の重要性を改めて指摘した。

(1-3) 微生物（寄生虫等）

水道原水は、飲料水健康危機管理実施要領に基づき報告された平成 20～30 年（2008～2018）の検出を、地図上にプロットした。水道原水におけるクリプトスポリジウムおよびジアルジアの報告数は年 50 件ほどであり、11 年間の総数はクリプトスポリジウムは 618 件、ジアルジアは 573 件あった。うち、被圧地下水からの検出が 7 件あり、深井戸であっても汚染が報告されていた。地図上では関東地方に検出が多かったものの、全国的な分布を示し、場所によらず汚染に注意を要すると考えられた。下水処理水は兵庫県内の下水道事業体の協力を得て、2018 年から 2019 年の期間に、計 22 箇所から 137 試料を検査した。浅井戸の水を塩素処理だけで給水している 1 地域と、深井戸から取水し塩素処理だけで給水している 1 地域の、下水処理水 3 試料からクリプトスポリジウムが検出された。ジアルジアは、浄水処理や地域に関係なく、32 試料と多数であった。対象地域内ではこの期間に患者届出がなかった。一定の条件が満たされれば、下水の検査はその地域の感染状況を把握できる方法として、有用と考えられた。

(2) 化学物質・農薬

平成 30 農薬年度(平成 29 年 10 月～平成 30 年

9 月)の農薬製剤出荷量は約 22.3 万 t で、前年度と比べて約 0.5 t 減少した。農薬の用途別農薬製剤出荷量は、殺虫剤が 73,174 t、殺菌剤が 39,287 t、殺虫殺菌剤が 16,648 t、除草剤が 81,691 t で、全体では前年度と比べて 2%の減少であった。登録農薬原体数は平成 29 年 9 月時点 591 種類、登録農薬製剤数は平成 30 年 9 月時点、殺虫剤が 1,069、殺菌剤が 888、殺虫殺菌剤が 475、除草剤が 1,526 で、合計で 4,282 であった。個別の農薬原体について見ると、平成 30 農薬年度出荷量が 100 t 以上であった農薬原体は 55 種であり、石灰窒素や消石灰等を除いた、水道水源で農薬として監視の必要性のある合成化学物質は 44 種であった。

令和元年度において、分科会に参画している全国 10 水道事業体（研究班）による農薬類の測定結果、および神奈川県衛生研究所が全国の 10 浄水場から提供を受けて分析を行った農薬類の測定結果（追加調査）を取りまとめた。研究班と追加調査の浄水場の原水、浄水での検出指標値の推移を比べると、原水では両調査の値に大きな違いは見られなかったが、浄水では研究班の調査の方が低い傾向を示した。

研究班による調査において、原水では 94 種、浄水では 23 種の農薬が検出された。用途別に見ると、原水、浄水ともに除草剤が最も多く、約半分を占めていた。水質基準体系での農薬の分類で見ると、対象農薬リスト掲載農薬の場合、原水では 55 種、浄水では 18 種が検出され、それ以外のカテゴリーの場合、原水ではその他農薬が 6 種、未分類農薬が 5 種、浄水ではその他農薬が 4 種、未分類農薬が 9 種、検出された。

値の最大値は、原水が 1.297、浄水が 0.178 で、前年度までの調査と同程度の値であった。個別の農薬について見ると、最大検出濃度の場合、原水、浄水では、それぞれ 9、4 種の農薬が 1 µg/L を超過した。検出率の場合、原水、浄水では、それぞれ 16、4 種の農薬で 10%以上であった。個別農薬評価値の場合、原水では、昨年度までの調査結果と同様に、テフリルトリオンがかなり高い値(1.90)を示した。浄水では、個別農薬評価値の最大値はこれまでの調査と比べて、特に高い値ではなかった。

直接注入 - LC-MS/MS 法で、定量下限値 0.03 µg/L における妥当性を満たした農薬類 180 種類のうち、神奈川県内の浄水場の水道水源の河川水からは 35 種類、浄水からは 11 種類の農薬類が検出された。全国の 10 浄水場の実態調査では、原水からは 40 種類、浄水からは 25 種類の農薬類が検出された。原水、水道水のいずれ

も目標値を超える農薬類の検出は見られなかった。全体的な検出傾向は平成 30 年度と同様であったが、令和元年度は降雨のない平常時、水田への農薬適用時期を狙った採取が増えたため、昨年度に比べて一部の水田使用農薬で濃度が高い傾向にあった。山形県最上川を原水とする浄水場の 1 つでは、原水からテフリルトリオンが目標値の 99% に相当する値 (1.97 µg/L) で検出され、秋田県雄物川を原水とする浄水場の 1 つでは、対象農薬リスト掲載農薬類外ではあるが、動向の注目されているクロラントラニプロールが 0.235 µg/L で検出された。

これまでに国内で登録があった 1,196 農薬のうち 1,006 農薬について、スルホン体やスルフィド体に変換される可能性のある物質を調査したところ、エチプロールが挙げられた。エチプロールを塩素処理したところ、分解物が検出され、その推定組成式は $C_{11}H_5N_4O_3F_3SCl_2$ で、エチプロールスルホンであると推察された。反応時間を変化させて塩素処理を行ったところ、エチプロールは塩素処理で速やかに分解されてエチプロールスルホンに変化すること、エチプロールスルホンは主な塩素処理分解物で、塩素の存在下でも比較的安定であり、24 時間後でもその大半が存在していることが確認された。

S9 を用いて試験管レベルでの代謝を行った後に超遠心分離処理を施し、その試料をコリンエステラーゼ活性阻害試験に供することにより、代謝を考慮した際のコリンエステラーゼ活性阻害性を評価することができる試験系を構築した。構築された試験系を用いて、ダイアジノンとそのオキソン体の毒性を評価したところ、代謝を考慮した場合は、これらの 2 つの物質の毒性が同程度であることが分かった。すなわち、現行の水道における水質管理目標設定項目での有機リン系農薬についての「原体とオキソン体を合算する」という取り扱いは、ダイアジノンについて妥当であると評価された。

活性炭による有機フッ素化合物除去について、文献調査を行った。粒状活性炭、粉末活性炭のいずれも、ペルフルオロオクタンスルホン酸、ペルフルオロオクタン酸、ペルフルオロヘキサンスルホン酸の順に除去率は高い傾向にあった。粒状活性炭の場合、初期では期待できるが、時間経過とともに除去率が低下すること、特に炭素数の小さい有機フッ素化合物において、顕著であることが示された。粉末活性炭の場合、除去率は粉末活性炭種によって異なることが示された。微粉炭は、粉末活性炭に比べて、短

い接触時間で有機フッ素化合物の除去が向上することが示された。

(3) 消毒副生成物

(3-1) ハロアセトアミド類に関する調査
最終工程水中の各ハロアセトアミド濃度は定量下限値付近であったがほとんどのケースで時間の経過とともに増加し、特にプロモアセトアミド (BAcAm) とジクロロアセトアミド (DCAcAm) が顕著であった。また、処理方法の違いによるハロアセトアミド (HAcAms) 濃度の差はほとんど見られなかった。さらに、臭化物イオンが高い条件ではジプロモアセトアミド (DBAcAm) が高濃度で生成することが示唆された。

ハロアセトアミドは塩素処理により生成し、活性炭処理で大幅に減少した。また、夏期に多く生成する傾向、送水過程においては流下時間が長いと多く生成する傾向が見られ、総トリハロメタンとの相関も確認された。

(3-2) 塩素酸に関する調査

塩素酸の水質基準超過事例について調査した。原因は、貯蔵槽への継ぎ足し方式の補充による、次亜の劣化であった。浄水や給水栓における塩素酸の検出状況等を確認した結果、WHO の新しい毒性評価に基づき試算される仮想指標値 0.2 mg/L を夏季に頻繁に超えている地点が数箇所あり、温調設備のない次亜塩貯留槽やアンモニア態窒素濃度等が高く次亜塩注入量が多い原水がその原因と推察された。

(3-3) 塩素化パラベン類に関する調査

パラベン類及びその塩素化物の分析方法を確立し、長沢浄水場及び多摩川流域において実態調査を行った結果、長沢浄水場における塩素化パラベン類は未検出であった。また、多摩川における実態調査から、パラベン類と下水処理水との関係が示唆された。

(3-4) 浄水処理対応困難物質に関する調査

淀川水系周辺における実態調査により、3,5-ジメチルピラゾール (DMP) 及び DMP 塩素化物が検出された。DMP の処理法として、塩素添加前のオゾン処理と GAC 処理の有効性を示した。1,3,5-トリヒドロキシベンゼン、アセチルアセトン及びアセトンジカルボン酸について、溶存オゾンが検出される条件であれば、オゾン処理及び GAC 処理において対応が可能である。

(3-5) 消毒副生成物のモニタリングと制御

三次元励起蛍光スペクトル (EEM) による各水源から石川浄水場の THMFP の予測が可能である可能性を示した。

(3-6) ハロベンゾキノン

スワニー川フルボ酸(SRFA)とポニー湖フルボ酸(PLFA)のいずれも、UV254が高い画分に2,6-ジクロロ-1,4-ベンゾキノン(DCBQ)前駆物質を多く含むこと、一方、UV254が低いPLFAの方がDCBQ前駆物質を多く含むことが示された。また、PLFAの前駆物質には芳香族アミン類が寄与していることが明らかとなった。

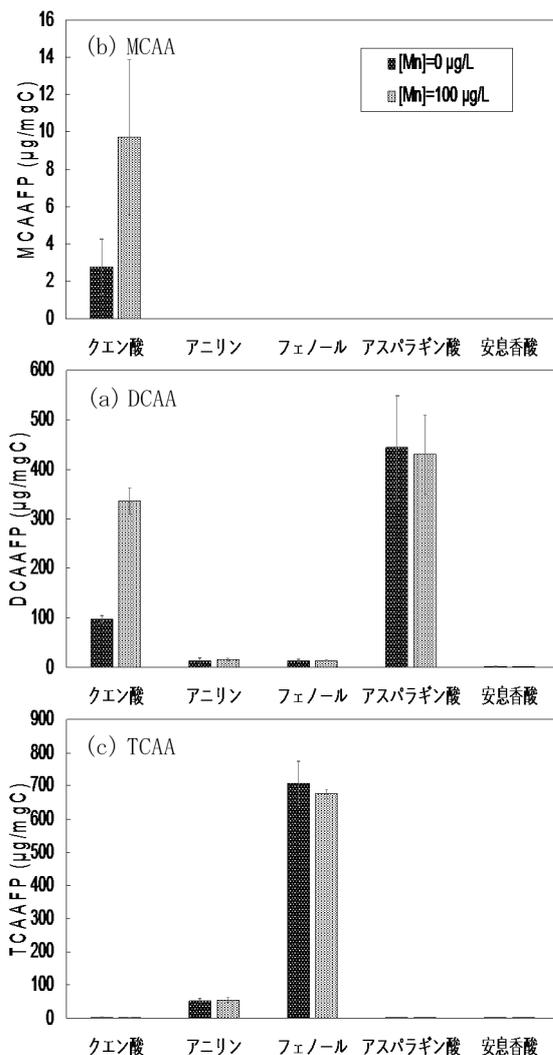


図2 共存マンガンイオンによる各物質のHAAFPの変化

(3-7) マンガンイオンが消毒副生成物に与える影響に関する調査

マンガンイオンはクエン酸およびクエン酸と類似の化学構造を持つアコニット酸のハロ酢酸生成能(HAAFP)を増加させることが示された。また、クロロ酢酸類の中で最も毒性が強い

とされるモノクロ酢酸(MCAA)が、マンガンイオンによりクエン酸から多く生成した(図2)。さらに、水道水質基準値以下のマンガン濃度であってもハロ酢酸類(HAAs)の生成に大きく寄与することが示唆された。なお、環境水のHAAsにマンガンイオンの影響を確認することはできなかった。しかし、藻類の増殖などといった微生物の発生が見られる夏場に影響を与えることも考えられ、引き続きマンガンのHAAFPへ与える影響を調査する必要がある。

(4) 臭気物質

TPN法における回収率の変動を事業体間で比較するための準備として、代表的なカルキ臭原因物質であるトリクロロアミン NCl_3 を測定対象物質として、pHや NCl_3 濃度がTPNの回収率に与える影響を調べ、中性域では NCl_3 濃度に依存せず、回収率が一定であることが分かった(図3, 図4)。今後は、異なる水源の水道水を対象としてTPN計による測定を実施し、臭気強度(TON)とTPNの関係性について確認する予定である。

SPME抽出とリキッドインジェクションでのGC/MSクロマトグラム上の面積値の比較により、SPMEでの回収率を調べる手法を構築した。構築された手法により、11種類の物質の標準品を用いて回収率を調べたところ、昨年度までの検討で用いていたSPMEファイバー(青ファイバー)での回収率は22~86%で、当初危惧していた数%の物質はなかった。従って、青ファイバーを用いて回収された臭気物質のうち臭気の強度が大きいものが、対象とした塩素処理水の主要な臭気であるとするこれまでの考え方は、概ね間違っていないと判断された。GC/Oにより、全国10ヶ所の浄水場原水の塩素処理水が有するカルキ臭を分析したところ、合計で28の異なる臭気が感知された。いずれの試料も全体臭気としては「カルキ臭」と感知されたものの、その臭気は、複数の臭気成分から構成されていると考えられた。

30種の対象物質のカルキ臭生成能は20~400TONで物質によって異なった。対象とした窒素化合物全体のカルキ臭生成特性は、分類したグループ以外に支配する因子があると考えられたが、アルキルアミンについては、第一級アミンが第二、三級アミンより臭気強度(TON)が高いことがわかった。 NCl_3 生成能とカルキ臭生成能の関係を見たところ、対象物質の多くは、 NCl_3 が主なカルキ臭原因物質であるが、8物質については、 NCl_3 以外の物質が主なカル

キ臭原因物質であると考えられた。TPN とカルキ臭生成能の関係から、多くの物質の場合、TPN に寄与する主な物質は NCl_3 であるが、一部の物質については、臭気強度の強い含窒素化合物、臭気強度の低い含窒素化合物が TPN に寄与していることが示された。

原水中に含まれるアミン類の GC/MS 法による測定法を確立するため、メチルアミン、エチルアミン、イソプロピルアミン、*t*-ブチルアミンの 4 種類のアミン類を対象に誘導体化 GC/MS による分析を試みたところ、各物質とも検出可能であることを確認できた。

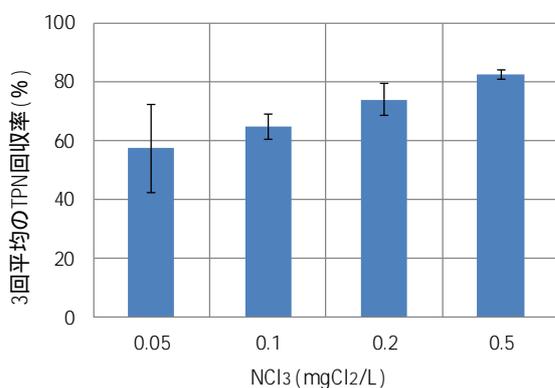


図3. 酸性条件下における NCl_3 の TPN としての回収率

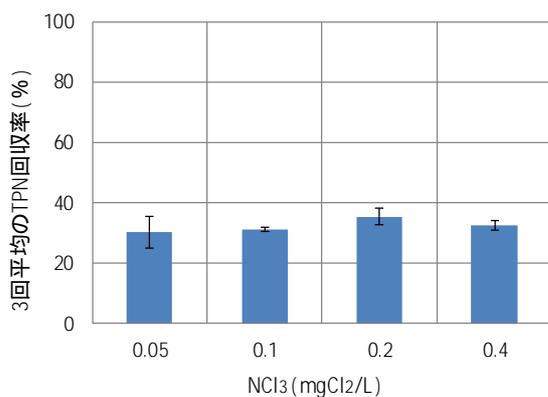


図4. 中性条件下における NCl_3 の TPN としての回収率

(5) リスク評価管理

経口経路以外の間接曝露を考慮したベンゼンの水道水質基準のリスク評価を行った。ベンゼンは経口、吸入、経皮のいずれの経路で曝露し

ても全身に行き渡り、造血系に作用することが知られているが、ベンゼンの揮発経由の吸入曝露や経皮曝露を想定すると、間接飲水を含む飲水当量の分布は図5のようになった。分布の95%ile 値をありうる最大暴露量とすれば、その値は、水質基準を算出する際に用いられる 2 L/day の直接飲水量の 2 倍程度であった。現行のベンゼンの水道水質基準値 $10 \mu\text{g/L}$ は直接飲水量 2 L/day に基づいて算出しているが、間接曝露を合算して考慮すれば、現行の水質基準値の値の半分の $5 \mu\text{g/L}$ 程度が導出された。

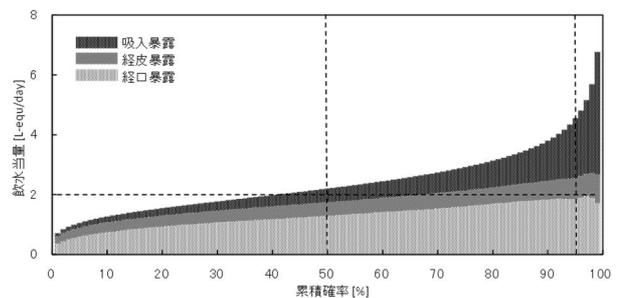


図5 ベンゼンに関する間接飲水量を含む飲水当量の分布

一方、水道水質汚染が生じた際に参考とすべき水道水中濃度[参照値(mg/L)]の算出として、水道水質基準として管理されている無機化学物質 6 項目について評価を行った。短期間曝露を対象とした saRfD を用いて亜急性参照値を算出した結果、3 項目(カドミウム、セレン、水銀)については生涯曝露を対象とした基準値に対し 3~10 倍以上高い値として設定できた(表 1)。しかしながら、ヒ素、鉛及び六価クロムについては、亜急性参照値は基準値と同値とすることが妥当であった。これらの項目については、一時的な水質汚染時の迅速な対応に有用であると考えられた。また、国内外で関心の高い有害物質として、パーフルオロオクタン酸(PFOA)及びパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)の毒性情報の整理を行った結果、今年度収集した 4 機関の評価状況では、PFOA 及び PFOS のキーエンドポイントは動物試験の発生毒性とする一定の傾向がみられる一方、人疫学による肝臓影響をキーエンドポイントとして評価している評価機関があった。今年度収集した情報は次年度以降の評価値導出のために有用な情報となると考えられた。

表1 成人及び小児の亜急性参照値及び目標値との比較

項目名	saRfD ($\mu\text{g/kg/day}$)	基準値 (mg/L)	成人(mg/L)	比率	小児 (mg/L)	比率
カドミウム	1	0.003	0.03	10	0.01	3
水銀	0.6	0.0005	0.02	40	0.006	12
セレン	4	0.01	0.1	10	0.04	4
鉛	設定できない	0.01	0.01	1	0.01	1
ヒ素	設定できない	0.001	0.001	1	0.001	1
六価クロム	1.7	0.02*	0.04	2	0.02	1

注意点：この表に示した亜急性参照値は，研究班による研究成果に基づくものであり公的な指針値等に相当するものではない．この参照値は現時点で使用可能な毒性的知見を用いて算定した値であり，今後，リスク評価に関する新たな知見により変更する可能性がある．また，実際の運用等に当たっては，化学物質の物理化学的性状が利水に及ぼす影響や他法令による指針値との整合性を考慮して参照することが必要である．

*基準値導出に用いられた割合率：60%

(6) 水質分析法

(6-1) 実試料を用いた GC-MS による水道水中農薬スクリーニング分析法の評価

構築したデータベースを実際の原水・浄水に適用させ，スクリーニング法の定性・定量精度の検証を行った．その結果，通知法と同等数の農薬を検出することができ，次式で定義した定量値の一致度も高いことがわかった（図6）．

$$\text{一致度} = \frac{C_{\text{scr}}}{C_{\text{sim}}} \quad (1)$$

C_{scr} ：スクリーニング法での定量値

C_{sim} ：通知法での定量値

また，スクリーニング法で取得したデータを再解析することにより，データベースに登録されていない農薬類を同定・定量できることがわかった．このことより，スクリーニング法は検査法として簡便に農薬類を測定できるだけでなく，そのデータを追加解析することにより，未知の化学物質の存在状況を把握することにも利用できることが明らかとなった．

(6-2) 陰イオン類の LC/MS/MS 分析法の開発
塩素酸，硝酸態窒素，亜硝酸態窒素（基準項目），亜塩素酸（管理目標設定項目），過塩素酸（要

検討項目）の LC/MS/(MS)一斉分析条件を確立した．

また，12 機関によるバリデーション試験の結果，塩素酸，亜塩素酸，過塩素酸については，臭素酸と同時分析が可能であることが示された．以上のことから，本分析法を塩素酸については告示法に，亜塩素酸については通知法に追加できると考えられる．ただし，これらの陰イオンの基準値・目標値は大きく異なるため，一斉分析を行う際には，検量線の濃度範囲や注入量を，測定機器に合わせて最適化する必要がある．硝酸態窒素は基準値が高く，亜硝酸態窒素は基準値が低いため，どちらかに合わせた分析条件を設定した場合，もう一方を同時に測定することが困難であることが分かった．脱塩素処理剤に関しては，亜塩素酸以外 EDA とチオ硫酸ナトリウムのどちらを用いても試験結果に大きな差はみられなかったが，亜塩素酸に関してはチオ硫酸ナトリウムを添加した水道水では真度が低下したことから，亜塩素酸の分析には脱塩素処理に EDA を使用する必要があることが分かった．

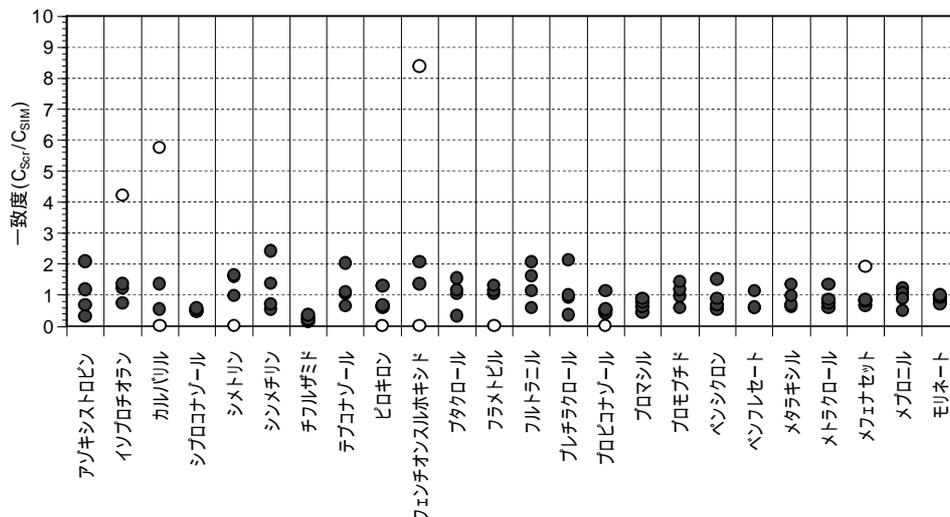


図6 4台のGC-MSの検量線情報から算出された一致度(平均値)と通知法での一致度(平均値)との比較(○:有意差が認められた装置)

D. 結論

(1-1) 微生物(ウイルス)

ウイルスの表流水中存在形態に着目して、全国の水道水源における病原ウイルスおよびPMMoV濃度を調査した。その結果、ノロウイルスGIIとロタウイルスAに比べてPMMoVは、高頻度かつ高濃度で検出され、表流水を水源とする浄水場のウイルス除去指標として有用であることをサポートするデータが蓄積された。

水環境中に存在するエンテロウイルスの遺伝子型内ではUV254耐性に大きな違いは見られなかった一方で、遊離塩素やオゾンの耐性は大きく異なることが明らかになった。実際の水環境中には多様なウイルスが含まれるため、その耐性分布幅を算入した不活化予測モデルを使用する必要がある。

(1-2) 微生物(細菌)

BAC層の中ではレジオネラ属菌やマイコバクテリウム属菌が定着・再増殖する可能性、小規模な配水区域では遊離残留塩素の減少に従ってレジオネラ属菌や従属栄養細菌数が増加していることがあり、適切な施設運用が重要である。従属栄養細菌数とレジオネラ汚染の関係性に関する文献では、両者の関係について相反する報告も多数あり、従属栄養細菌数に指標性についてはさらなる研究が求められる。

(1-3) 微生物(寄生虫等)

水道原水におけるクリプトスポリジウムおよびジアルジアの報告数は11年間でそれぞれ618,573件であった。うち、被圧地下水からの

検出報告が7件あり、井戸であっても汚染が報告されていた。本研究においても、浅井戸の1地域と、深井戸の1地域、下水処理水3試料からクリプトスポリジウムが検出された。ジアルジアは検出が多かった。一定の条件が満たされれば、下水の検査により感染状況を推定しうる可能性がある。

(2) 化学物質・農薬

平成30農薬年度の農薬製剤出荷量は約22.3万tで、前年度と比べて約0.5t減少した。しかし登録農薬原体数は増加している。農薬類の実態調査における、値の最大値は、原水が1.297、浄水が0.178で、前年度までの調査と同程度の値であった。個別の農薬について見ると、最大検出濃度の場合、原水、浄水では、それぞれ9,4種の農薬が1μg/Lを超過した。検出率の場合、原水、浄水では、それぞれ16,4種の農薬で10%以上であった。秋田県雄物川を原水とする浄水場の1つでは、対象農薬外ではあるが、動向の注目されているクロラントラニプロールが0.235μg/Lで検出された。エチプロールを塩素処理したところ、エチプロールは検出されず、主な分解物としてエチプロールスルホンが検出された。

代謝を考慮したChE活性阻害性試験を構築することができた。この試験を用いてダイアジノンとそのオキソン体の毒性を評価したところ、この2つの物質は同程度の毒性を有することが分かった。「それぞれのオキソン体の濃度も測定し、それぞれの原体の濃度と、そのオキシ

ン体それぞれの濃度を原体に換算した濃度を合計して算出すること」なる取り扱いが、ダイアジノンについて妥当であると評価された。

7) 活性炭による PFASs 除去について、文献調査を行った。GAC、PAC のいずれも、PFOS、PFHxS、PFOA の順に除去率は高い傾向にあった。GAC の場合、初期では期待できるが、時間経過とともに除去率が低下するが、特に炭素数の小さい PFASs において顕著であることが示された。微粉炭は、粉末活性炭に比べて、短い接触時間で PFASs の除去が向上することが示された。

(3) 消毒副生成物

ハロアセトアミドは浄水処理最終工程水中で各定量下限値付近であったが、ほとんどのケースで時間の経過とともに増加していた。特に、臭化物イオンが高い条件ではジプロモアセトアミドが高濃度で生成することが示唆された。ハロアセトアミドは活性炭処理で大幅に減少した。塩素酸の水質基準超過事例について調査し、その原因をいくつか示した。淀川水系周辺における実態調査により、3,5-ジメチルピラゾール(DMP)及びDMP塩素化物が検出された。DMPの処理法として、塩素添加前のオゾン処理とGAC処理の有効性を示した。1,3,5-トリヒドロキシベンゼン、アセチルアセトン及びアセトンジカルボン酸は溶存オゾンが検出される条件であれば、オゾン処理及びGAC処理において対応が可能であることを示した。マンガニオンはクエン酸およびクエン酸と類似の化学構造を持つアコニット酸のハロ酢酸生成能を増加させることを示した。

(4) 臭気物質

カルキ臭代替指標としての全揮発性窒素(TPN)の妥当性評価の準備として、pHや NCl_3 濃度が NCl_3 の回収率に与える影響を調べた。中性域では回収率が NCl_3 濃度に依存せず、ほぼ一定であることが示された。

GC/olfactometry(GC/O)による分析の前処理に用いる、固相マイクロ抽出法(SPME)の回収率は22%以上であり、SPME法を前処理としたGC/Oの方法は概ね間違っていないと判断された。全国10ヶ所の浄水場原水の塩素処理水が有するカルキ臭を分析したところ、合計で28の異なる臭気が感知された。

カルキ臭に関する対応集に記載予定である、30種の含窒素化合物のカルキ臭生成能は20~400TONで物質によって異なった。多くの物質

の場合、TPNに寄与する主な物質は NCl_3 であるが、一部の物質については、臭気強度の強い含窒素化合物、臭気強度の低い含窒素化合物がTPNに寄与していることが示された。

原水中に含まれるアミン類のGC/MS法による測定法を確立するため、4種類のアミン類を対象に誘導体化GC/MSによる分析を試み、検出可能であることを確認した。

(5) リスク評価管理

ベンゼンの揮発経路の吸入曝露や経皮曝露を合算評価すると、水質基準値は現行の値の半分程度が妥当であると示唆された。水道水質基準項目のうち無機化合物6項目について短期間曝露を対象としたsaRfDを用いて亜急性参照値を算出した結果、3項目(カドミウム、セレン、水銀)については生涯曝露を対象とした基準値に対し3~10倍以上高い値として設定できた。一方、ヒ素、鉛及び六価クロムについては、亜急性参照値は基準値と同値とし、最終的に6項目について、短期的な水道水質汚染が生じた際に参考とすべき参照値(mg/L)を提案することができた。これらの値は汚染物質濃度が一時的に基準値を超えた際の、緊急的な判断材料として非常に有用であると考えられる。PFOA及びPFOSのついて最近の国際評価について情報を収集した。今年度収集した情報は次年度以降の評価値導出のために有用な情報となると考えられた。

(6) 水質分析法

これまでに構築したデータベースを実際の原水・浄水に適用させ、スクリーニング法の定性・定量精度の検証を行った。その結果、通知法と同等数の農薬を検出することができ、定量値の一致度も高いことがわかった。また、データベースに登録されていない農薬類も同定・定量できることがわかった。

また、塩素酸、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素(基準項目)、亜塩素酸(管理目標設定項目)、過塩素酸(要検討項目)のLC/MS(/MS)一斉分析条件を確立した。塩素酸、亜塩素酸、過塩素酸については、臭素酸と同時分析が可能であることが示された。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

Miura T, Gima A, Akiba M. Detection of norovirus and rotavirus present in suspended and dissolved forms in drinking water sources. Food Environ Virol. 11(1):9-19, 2019.

Tsuchioka H, Izumiya S, Endo T, Wada T, Harada H, Hashimoto A. Hydroxyapatite powder cake filtration reduces false positives associated with halophilic bacteria when evaluating Escherichia coli in seawater using Colilert-18. J Microbiol Methods., 159:69-74 22 Feb 2019.

Nishikawa S, Matsui Y, Matsushita T and Shirasaki N, Assessment of indirect inhalation exposure to formaldehyde evaporated from water, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 106, 43-49, 2019.

小林憲弘, 宮本紫織, 佐藤学, 木下輝昭, 高木総吉, 岩間紀知, 粕谷智浩, 古川浩司, 堀池秀樹, 齊藤香織, 京野完, 高原玲華, 五十嵐良明: 液体クロマトグラフィータンデム質量分析による水道水中の 140 農薬の一斉分析法の妥当性評価. 水環境学会誌, 42(6), 247-258 2019.

小林憲弘: 水道水中の農薬分析法に関する研究動向. 水環境学会誌, 42(A)(11), 386-389 2019.

2. 著書

なし

3. 解説・総説

なし

4. 学会発表

三浦尚之, 儀間ありさ, 徳安真理奈, 秋葉道宏. 水道原水中ウイルスモニタリングのための効率的なウイルス濃縮方法の検討. 第 56 回環境工学研究フォーラム講演集. B35, 2019.

松本 真理子, 川村 智子, 井上 薫, 山田 隆志, 広瀬 明彦: 水道水中の汚染化学物質に対する亜急性参照値の導出, 日本毒性学会 (2019 年 6 月, 大阪)

Mariko Matsumoto, Toshime Igarashi, Kaoru

Inoue, Takashi Yamada, Akihiko Hirose : Hazard assessment of hydrazine, a possible migration contaminant from drinking water apparatus, EUROTOX 2019 (2019 年 9 月, ヘルシンキ)

Matsui, Y., Akiyama, M., Niizuma, S., Narita, K., Nishikawa, S., Matsushita, T. and Shirasaki, N., Pesticides and volatile compounds in drinking water quality standard: chemical mixtures and indirect exposure assessment. Keynote Lecture. 11th Micropol & Ecohazard Conference 2019, Seoul, Korea, 20-23 October 2019.

鈴木知美, 越後信哉, 小坂浩司, 秋葉道宏. LC-MS/MS によるシアヌル酸の高感度分析, 令和元年度全国会議(水道研究発表会)講演集. 2019, 776-777.

Nakai T., Kosaka K., Asami M., Akiba M. Removal of halobenzoquinone precursors during ozone/biological activated carbon process. IWA Specialist Conference on Natural Organic Matter in Water 2019. 2019, C-4-4.

Tada Y., Okuta E., Cordero J.A., Kosaka K., Echigo S., He K., Funaoka H., Kurata A., Itoh S. Characterization of trichloroacetic acid precursors originated from raphidophytes using HPLC fractionation. IWA Specialist Conference on Natural Organic Matter in Water 2019. 2019, D-6-3.

Shirakawa, D., Shirasaki, N., Yamashita, R., Koriki, S., Matsumura, T., Matsushita, T., Matsui, Y. Evaluation of virus removal efficiency in an actual drinking water treatment plant by using a novel virus concentration method and pepper mild mottle virus as a process indicator. Water and Environment Technology Conference 2019, Suita, Japan, 13-14 July 2019.

松村拓哉, 高力聡史, 白川大樹, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦. 凝集-膜ろ過処理を導入した実浄水処理場におけるウイルスの処理性評価. 第 27 回衛生工学シンポジウム, 札幌, 2019/11/8-9.

鳥居将太郎, 板持雅恵, 片山浩之. 同種ウイルスの遊離塩素消毒耐性分布幅を考慮した不活化予測モデルの提案. 令和元年度水道研究発表会, 8-37, 2019.

Torii S, Itamochi M, Katayama H. Intra-Enterovirus B and intratypic variability in free chlorine resistance. 第 67 回日本ウイルス学会学術集会, O3-4-12, 2019.

Torii S, Itamochi M, Katayama H. Variability of free chlorine resistance among *Enterovirus B* strains leads to insufficient inactivation in drinking water, 20th International Symposium on Health Related Water Microbiology, Vienna, Austria, 2019.

泉山信司, 水道水を介してクリプトスポリジウムに感染するリスクの計算, 環境技術学会, 2019年6月, 京都市

泉山信司, クリプトスポリジウム症, 平成 30 年度希少感染症診断技術研修会, 2019年2月, 東京都

泉山信司, 耐塩素性病原生物について, 水道水質検査セミナー, 2019年2月, 青森市

今健亘, 油川一紀, 洗砂機導入の検討経過について, 第 22 回水道技術事例発表会, 2019年8月, 福島県

赤坂遼平, 油川一紀, 古川紗耶香, 山崎朗子, 横内川水源涵養保安林区域生態動向調査, 日本水道協会水道研究発表会, 2019年11月, 北海道

井上亘, 荻田堅一, 鈴木雅和, 野村素行, 四方浩人, 水道水の感染リスク把握のための小規模下水処理場排水の塩素抵抗性原虫調査, 日本水道協会水道研究発表会, 2019年11月, 北海道

佐藤学, 仲野富美, 上村仁, 前田暢子, 浅見真理. 全国の浄水場における農薬類の実態調査. 第 28 回環境化学討論会プログラム集. 2019, P-079.

森智裕, 谷口佳二, 小田琢也. フィプロニル分

解物の実態調査と活性炭処理における除去効果. 令和元年度全国会議(水道研究発表会)講演集. 2019, 821~822.

知見圭悟. 相模川・酒匂川の水道原水における農薬検出状況と対応. 令和元年度日本水道協会関東地方支部水質研究発表会講演集. 2019.

佐藤学, 仲野富美, 上村仁. 神奈川県相模川流域における農薬類の年間を通じた実態調査. 第 56 回全国衛生化学技術協議会年会講演集. 2019, 206~207.

施昊, 松本創, 川口佳彦, 小坂浩司, 越後信哉, 伊藤禎彦 (2019) 窒素化合物のカルキ臭生成特性および臭化物イオンの共存影響の調査, 令和元年度全国会議(水道研究発表会)講演集, 842-843.

小坂浩司, 施昊, 松本創, 川口佳彦, 越後信哉, 伊藤禎彦 (2019) 窒素化合物由来のカルキ臭原因物質の生成特性, 環境衛生工学研究, 33(3), 97-99.

土屋裕子, 小林憲弘, 高木総吉, 五十嵐良明: 水道水中農薬の GC/MS ターゲットスクリーニング分析法に用いる検量線の定量精度に関する検討. 第 28 回環境化学討論会(2019.6.12 埼玉県さいたま市).

小林憲弘, 土屋裕子, 高木総吉, 宮脇崇, 門上希和夫, 五十嵐良明: GC/MS ターゲットスクリーニング分析法を用いた水道水・水道原水中農薬の実態調査とその定量精度の検証. 第 28 回環境化学討論会(2019.6.13 埼玉県さいたま市).

高木総吉, 小池真生子, 長谷川有紀, 安達史恵, 吉田仁, 小林憲弘, 山口進康: 水道水質における農薬類検査法としての GC-MS ターゲットスクリーニング分析法の有用性評価, 第 28 回環境化学討論会(2019.6.13 埼玉県さいたま市)

小林憲弘, 土屋裕子, 高木総吉, 五十嵐良明: GC/MS ターゲットスクリーニング分析法による水道水・水道原水中農薬の実態調査とその分析精度の評価. 第 22 回日本水環境学会シンポジウム(2019.9.6 北海道札幌市).

高木総吉: 水道原水・浄水試料における GC/MS ターゲットスクリーニング分析法の定量精

度について, 環境科学会 2019 年会 (2019.9.14 愛知県名古屋市)

土屋裕子, 小林憲弘, 五十嵐良明: 水道水中の塩素酸・亜塩素酸・過塩素酸・臭素酸の LC/MS/MS 一斉分析法の開発. 環境科学会 2019 年会 (2019.9.13 愛知県名古屋市).

Norihiro Kobayashi, Yuko Tsuchiya, Sokichi Takagi, Yoshiaki Ikarashi: Application and quantitative accuracy evaluation of GC/MS target screening analytical method for agricultural chemicals in raw and ground water. SETAC North America 40th Annual Meeting (2019.11.4 Toronto, ON, Canada).

高木総吉, 小池真生子, 長谷川有紀, 安達史恵, 吉田仁, 小林憲弘, 山口進康: ターゲットスクリーニング分析法を活用した未知農薬類の探索について, 令和元年度全国会議 (水道研究発表会) (2019.11.8 北海道函館市)

高木総吉, 小池真生子, 長谷川有紀, 安達史恵, 吉田仁, 小林憲弘, 山口進康: 水質監視手法としての GC/MS ターゲットスクリーニング分析法の応用について, 第 56 回全国衛生化学技術協議会年会 (2019.12.6 広島県広島市)

小林憲弘, 土屋裕子, 五十嵐良明: 水道水中の陰イオン類の LC/MS/MS 一斉分析法の開発と妥当性評価. 第 56 回全国衛生化学技術協議会年会 (2019.12.6 広島県広島市).

土屋裕子, 小林憲弘, 高木総吉, 五十嵐良明: 水道原水・水道水中の農薬類の GC/MS ターゲットスクリーニング分析法による実態調査と定量精度の評価. 第 56 回全国衛生化学技術協議会年会 (2019.12.5 広島県広島市).

三浦尚之, 徳安真理奈, 前田暢子, 吉田伸江, 越後信哉, 秋葉道宏. 全国の水道原水における腸管系ウイルスおよびトウガラシ微斑ウイルスの存在実態調査. 第 54 回日本水環境学会年会講演集, 386, 2020.

白川大樹, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦. 外来遺伝子を封入した人工合成ウイルス様粒子の創製: 培養困難なノロウイルスの浄水処理性評価への適用. 第 54 回日本水環境学会年

会, 盛岡, 2020/3/16-18.

鳥居将太郎, 板持雅恵, 片山和彦, 片山浩之. エンテロウイルス野生株の遊離塩素, 紫外線, オゾン処理に対する耐性分布幅の評価. 第 54 回水環境学会年会, 1-E-12-1, 2020.

鳥居将太郎, 片山浩之. CQFS を用いたオゾン処理によるウイルス不活化速度の解析. 日本オゾン協会 第 29 回年次研究講演会, 2020.

廣瀬円, 中西智宏, 浅田安廣, 伊藤禎彦: 配水末端地域における水道水中レジオネラ属菌の分布調査, 第 54 回日本水環境学会年会講演集, p. 53, 2020.

佐藤学, 上村仁, 仲野富美, 前田暢子, 吉田伸江, 浅見真理. 全国の浄水場における浄水及び原水を対象とした農薬類の実態調査. 第 54 回水環境学会年会講演集, 2020.

吉川祐司, 大森圭, 松下拓, 松井佳彦, 白崎伸隆. 塩素処理に伴う有機リン系殺虫剤の毒性変動~代謝を考慮した ChE 活性阻害試験法の構築と適用~. 第 54 回日本水環境学会年会講演集, 2020.

鈴木知美, 仲門拓磨, 倉田拓郎, 向井恵, 小坂浩司, 秋葉道宏. 塩素処理による NOM からの 2,6-ジクロロ-p-ベンゾキノン (DCBQ) の生成特性と前駆物質の特性解析. 第 54 回日本水環境学会年会講演集. 2020, 50.

多田悠人, J.A. Cordero, 越後信哉, 伊藤禎彦. 塩素処理における共存マンガニオンのハロ酢酸生成能への影響, 第 54 回日本水環境学会年会講演集. 2020, 52.

林寛之, 池永健太郎, 松下拓, 松井佳彦, 白崎伸隆 (2020) GC-O を用いたカルキ臭原因物質の分離・回収と Orbitrap 質量分析計を用いた構造推定, 第 54 回日本水環境学会年会, 年会優秀発表特別賞 (クリタ特別賞).

F. 知的財産権の出願・登録状況

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)

G. 謝辞

本研究課題の遂行に際しては、表 A に示す研究協力者及びその所属組織より協力を頂いた。ここに記して謝す。

表 A

< 微生物 (ウイルス) 分科会 >

北澤 弘美	(公社)日本水道協会 工務部
小田 琢也	神戸市 水道局事業部 水質試験所
佐野 大輔	東北大学 大学院環境科学研究科
鳥居 将太郎	東京大学 大学院工学系研究科
板持 雅恵	富山県衛生研究所 ウィルス部

< 微生物 (細菌) 分科会 >

大河内 由美子	麻布大学 生命環境科学部
浅田 安廣	国立保健医療科学院 生活環境研究部
中西 智宏	京都大学大学院 工学研究科

< 微生物 (寄生虫等) 分科会 >

井上 亘	兵庫県立健康科学研究所 健康科学部
鎌田 智子	神奈川県内広域水道企業団技術部
田部井 由紀子	東京都健康安全研究センター環境衛生研究科
中嶋 直樹	神奈川県衛生研究所
黒木 俊郎	岡山理科大学獣医学科
橋本 温	県立広島大学生命環境学

	部
古川 紗耶香	青森市企業局水道部横内浄水課

< 化学物質・農薬分科会 >

相澤 貴子	(公財)水道技術研究センター
関川 慎也	八戸圏域水道企業団
寺嶋 誠	仙台市水道局
浅見 真紀	茨城県企業局
吉田 岳己	千葉県水道局
藤巻 志津恵	神奈川県内広域水道企業団
高橋 英司	新潟市水道局
山本 徹	奈良県水道局
谷口 佳二	神戸市水道局
友永 裕一郎	広島市水道局
佐藤 卓郎	福岡県南広域水道企業団
佐藤 学	神奈川県衛生研究所
成田 健太郎	株式会社 NJS 東部支社
町田 高広	(公社)日本水道協会 工務部

< 消毒副生成物分科会 >

小牧 裕佳子	静岡県立大学
大瀬 俊之	東京都水道局
柴 雅彦	茨城県企業局
豊田 大晃	北千葉広域水道企業団
柿沼 良介	川崎市上下水道局
船岡 英彰	京都市上下水道局
北本 靖子	大阪市水道局
孝石 健	大阪広域水道企業団
片木 孝徳	阪神水道企業団
中谷 悠	奈良県水道局
愛甲 俊郎	沖縄県企業局
鈴木 知美	国立保健医療科学院生活環境研究部

< 臭気分科会 >

大瀬 俊之	東京都水道局水質センター
清宮 佳幸	千葉県企業局
庭山 秀一	新潟市水道局

< リスク評価管理分科会 >

鈴木 俊也	東京都健康安全研究センター
西村 哲治	帝京平成大学
小林 憲弘	国立医薬品食品衛生研究

	所
井上 薫	国立医薬品食品衛生研究所
山田 隆志	国立医薬品食品衛生研究所
小野 敦	国立医薬品食品衛生研究所
長谷川 隆一	国立医薬品食品衛生研究所
江馬 眞	国立医薬品食品衛生研究所
山口 治子	国立医薬品食品衛生研究所
重田 善之	国立医薬品食品衛生研究所
磯 貴子	国立医薬品食品衛生研究所
川村 智子	国立医薬品食品衛生研究所

< 水質分析法分科会 >

五十嵐良明	国立医薬品食品衛生研究所
土屋 裕子	国立医薬品食品衛生研究所
吉田 仁	(地独)大阪健康安全基盤研究所
安達 史恵	(地独)大阪健康安全基盤研究所
小池 真生子	(地独)大阪健康安全基盤研究所
長谷川 有紀	(地独)大阪健康安全基盤研究所
鈴木 俊也	東京都健康安全研究センター
木下 輝昭	東京都健康安全研究センター
小杉 有希	東京都健康安全研究センター

飯田 春香	東京都健康安全研究センター
山崎 貴子	東京都健康安全研究センター
渡邊 喜美代	東京都健康安全研究センター
坂田 脩	埼玉県衛生研究所
渡邊 弘樹	埼玉県衛生研究所
橋本 博之	千葉県衛生研究所
豊崎 緑	千葉県衛生研究所
上村 仁	神奈川県衛生研究所
仲野 富美	神奈川県衛生研究所
大窪 かおり	佐賀県衛生薬業センター
山田 早紀	佐賀県衛生薬業センター
門上 希和夫	北九州市立大学 環境技術研究所
寺中 郁夫	埼玉県企業局 水質管理センター
代 龍之介	埼玉県企業局 水質管理センター
野村あづみ	川崎市上下水道局水管理センター
古口 健太郎	川崎市上下水道局水管理センター
林 幸範	横須賀市上下水道局
平林 達也	大阪市水道局工務部水質試験所
粕谷 智浩	(一財)千葉県薬剤師会検査センター
浴口 典幸	(一財)千葉県薬剤師会検査センター
中村 弘揮	(一財)岐阜県公衆衛生検査センター
岩間 紀知	(一財)岐阜県公衆衛生検査センター
古川 浩司	(一財)三重県環境保全事業団