

水道水質の評価及び管理に関する総合研究

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

従属栄養細菌やウイルス等の微生物に関する実態や対策の必要性、農薬とその分解物、ニッケル、新規消毒副生成物、異臭味原因物質などの存在・検出状況などを調査するとともに、評価値や亜急性参照値について検討した。さらに、水道水中の化学物質を網羅的に分析するターゲットスクリーニング分析手法の構築に関する研究を実施した。その結果、以下のような結果が得られた。

クリプトスポリジウム対策を目的に、粒子計と二段凝集法を用いたリアルタイムなる過の制御を提案した。ウイルス濃縮法を確立し、大容量の水道水、河川水からトウガラシ微斑ウイルスの回収を可能とした。簡易水道から引き継いだ配水池内部の細菌汚染を明らかにし、従属栄養細菌数の活用と配水系の維持管理の重要性を改めて喚起した。

農薬関連としては、目標値が低いテフリルトリオンやイプフェンカルバゾンは検出指標値の高い値で検出され、プロモプチド、ピロキロン、アミノメチルリン酸は浄水で検出最大濃度が $1\mu\text{g/L}$ を超えていた。給水栓からの初流水で評価値に近い濃度でニッケルが検出される場合があったが、 500 mL 以上の流水後は下回ることが示唆された。

全国 21 浄水場系統の水道水中のヨウ素系トリハロメタン濃度は $0.01 \sim 0.39\ \mu\text{g/L}$ の範囲であった。ホルムアルデヒド前駆物質であるヘキサメチレンテトラミンは、事業所からの排水中に数百 $\mu\text{g/L}$ 程度が検出される場合があった。臭気物質 2-メトキシ-3, 5-ジメチルピラジン (MDMP) について、試験者による臭気を検知する最小濃度の幾何平均値は $0.3\ \text{ng/L}$ で、また、活性炭除去性は低いことが分かった。

有機リン系殺虫剤メチダチオン(DMTP)と塩素との反応により DMTP オキソソ体が生じ、ChE 活性阻害性に大きく寄与するが、それ体以外にも ChE 活性阻害性を有する物質が生成されていたと判断されたが、同定には至らなかった。TCE の現行の基準値($10\ \mu\text{g/L}$)では約 20%の人が耐容一日摂取量を超える暴露量となる可能性が示唆され、やや低い $6.5\ \mu\text{g/L}$ が望ましいことが分かった。水質管理項目及び要検討項目に記載されている有機化学物質を中心とした 8 物質の亜急性参照値を設定した。有機スズ化合物に関しては免疫毒性に対し類似作用機序を有すると考えられる 4 物質 (トリブチルスズ、ジブチルスズ、トリフェニルスズ及びジ-*n*-オクチルスズ) に対して HBV (Health-based value: 健康に基づいた値) を $1.5\ \mu\text{g/L}$ とすることが妥当であると考えられた。

スクリーニング分析手法の構築に関しては、GC-MS 分析データベースの対象物質の選定と物質の追加を行い、モニターイオン、相対保持時間および検量線について装置間差・機関差を評価した。また、GC-MS の装置性能を把握するため、評価用物質について調査した。170 農薬の検量線データ及び既報の文献等から、GC-MS 装置性能評価用の候補物質として計 20 種を選定した。

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
春日 郁朗	東京大学大学院工学研究科	講師
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
宮脇 崇	福岡県保健環境研究所水質課	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	研究員
松下 拓	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: 水道の微生物汚染に係る問題として、従属栄養細菌、腸管系ウイルス、そして耐塩素性病原微生物を検討し、水道の微生物学的な安全性向上を目指した研究を実施した。従属栄養細菌数は、塩素消失時などの雑菌が増殖汚染の程度を評価する指標となると考えられ、本研究では旧簡易水道配水池内の従属栄養細菌数を測定することとした。水道のウイルス指標とし

て期待されているトウガラシ微斑ウイルスの実浄水場における処理性を評価するために、大容量の試料水からトウガラシ微斑ウイルスを効果的に濃縮・回収可能なウイルス濃縮法を構築することを目的とした。クリプトスポリジウム等の対策指針である濁度0.1度以下に関して、その達成への懸念の確認と具体的な対策法について検討を行うこととした。

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。農薬については実態調査に加えて浄水処理性も検討し、特に近年の使用量の増加している農薬については重点的に検討することとした。農薬以外の化学物質については、過去の事例等の情報収集を行い、検出状況に関して検討を行った。また、WHO 飲料水水質ガイドラインの見直しに伴い、ガイドライン値の変更が予想されるニッケルについて実態を把握することを目的とした。

消毒副生成物: 水質基準の改正に際して重要

と考えられる事項として、ヨウ素系トリハロメタン、ハロアセトアミド、ハロ酢酸等を対象にし、以下の検討を行うこととした。これらは、水道水中のヨウ素系トリハロメタンに関する実態調査、高度浄水プロセスでのハロアセトアミド類とその前駆物質の挙動と浄水場における実態調査、浄水処理対応困難物質に関する調査、ハロ酢酸実態調査及び低減化調査、ラフィド藻類がハロ酢酸やトリハロメタンの生成濃度に与える影響評価、臭素酸及びトリハロメタンの生成状況と低減対策効果等の解析、浄水のトリハロメタン最大生成能試験法による調査、消毒副生成物実態調査および蛍光有機物質との関連調査である。

また、カルキ臭の原因物質に関しては以下を検討項目とした。臭い嗅ぎ GC-MS を応用して塩素処理由来の臭気原因物質と全臭気への寄与を推定する。表流水系浄水場の原水に含まれる臭気物質とクロラミン生成能に関する調査を実施する。工場排水を原因とする異臭味原因物質を特定し、全国の浄水場、下水処理場、事業所排水等における調査を行う。

リスク評価管理：未知分解物の複合影響、経口暴露換算の総潜在用量および亜急性評価に関する研究を行うこととした。未知分解物の複合影響では、オキソソ体が生分解対象として組み込まれていない有機リン系殺虫剤であるメチダチオン (DMTP) をケーススタディとし、塩素処理時の ChE 活性阻害性の変動を評価すると共に、塩素処理過程で生成されるオキソソ体やその他の分解生成物が、ChE 活性阻害性に寄与するの否かを実験的に調べ、分解物を含めた複合影響を調査することとした。経口暴露換算の総潜在用量については、昨年度の研究で浴室や居間における TCE と PCE の揮発性パラメータ値が得られたことから、これらの値を使って、TCE と PCE の総潜在用量を推定し、望ましい水質評価値、割当率、間接飲水量を算出することとした。また、検討の過程で、モンテカルロ入力を一部修正したので、トリハロメタン類 (THMs)、ハロ酢酸類 (HAAs) についても合わせて結果を示すこととした。亜急性評価に関しては、昨年度までに日本の水質基準項目 19 項目及び日本の水質管理目標設定項目 26 項目のうち有機化学物質を中心に 8 項目について食品安全委員会の評価書の情報を精査し、亜急性評価値 [Subacute Reference Dose; saRfD (mg/kg/day)] を算出してきた。また、saRfD を用いて、短期的な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

も行ってきた。今年度は、日本の水質管理目標設定項目 1 項目及び要検討項目の 7 項目について saRfD の算出及び参照値の算出を試みる。さらに、現在 WHO で改定検討している有機スズ化合物について最近の国際的評価についてその情報を収集整理することとした。

水質分析法：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を検討することとした。さらに、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し、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、化学物質・農薬、消毒副生成物、リスク評価管理、水質分析法の 5 課題群 - 研究分科会を構築し、研究分担者 13 名の他に 47 もの水道事業体や研究機関などから 94 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 5 課題群に分けて、研究分科会を構成し、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、微生物分科会 (研究分担者 4 名、研究協力者 16 名)、化学物質・農薬分科会 (研究分担者 1 名、研究協力者 14 名)、消毒副生成物分科会 (研究分担者 5 名、研究協力者 17 名)、リスク評価管理分科会 (研究分担者 3 名、研究協力者 12 名)、水質分析分科会 (研究分担者 3 名、研究協力者 35 名) である。

微生物、化学物質・農薬、消毒副生成物、リスク評価管理、水質分析法の 5 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) 微生物

配水池の従属栄養細菌数：設置されてから数十年が経過する配水池を調査した。配水池の内壁面は茶色の膜で覆われて、汚れは層状になっており、流入・流出管などの金属製の設備の錆瘤は肥大し、水の流動により堆積物の巻き上が

りが見られた。従属栄養細菌数は 1,000 CFU/cm² で非常に高かった。配水池の水面上下の従属栄養細菌数から、残留塩素は有効と改めて認識できた。外見上は茶色の膜で汚れて見えても、水面下の水道水が触れている部分は少なく、水面より上の触れていない部分の方が多数であった。消毒効果を低下させないように、適切な清掃と、塩素濃度の管理を徹底しなければならぬと考えられた。機会があれば、現状に見合うスペックへのダウンサイジングを検討すべきであろう。なお、配水施設の清掃に係る指針やガイドラインは存在するものの、義務的な法規等は見られなかった。

ナノセラム陽電荷膜とタンジェンタルフローUF膜を併用した大容量試料水からのウイルス濃縮法の構築: トウガラシ微斑ウイルスを効果的に濃縮・回収可能なナノセラム陽電荷膜とタンジェンタルフローUF膜を併用したウイルス濃縮法を構築した。トウガラシ微斑ウイルスを標的としたPCRは、阻害を受けなかった。浄水場Aにおいて、トウガラシ微斑ウイルスは、凝集沈殿-砂ろ過処理により1.6-Log減少し、塩素消毒により0.2-Log (PCR法評価)減少した。すなわち、水系感染症ウイルスの1.6-Logの減少と、4.7-Log以上の不活化(PFU法評価)に相当し、合計で6.3-Log以上の処理性があつたと推察された。

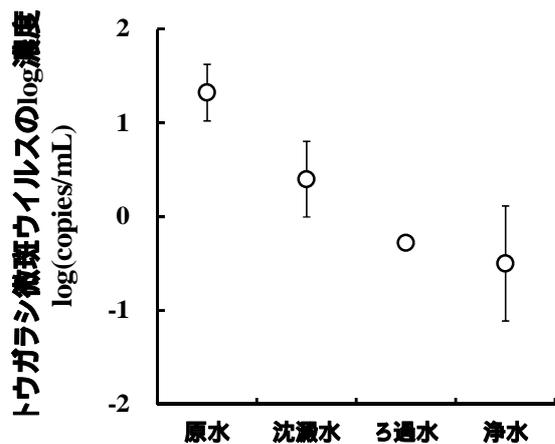


図1 浄水場Aの各処理工程水におけるトウガラシ微斑ウイルスの濃度(各値は3回の採水における定量結果の平均値にて表記)

クリプトスポリジウム対策を目的とした二段凝集と高感度粒子計活用の提案: アルミニウムとアルツハイマー病に因果関係を証明する根拠はないことから、凝集剤の利用を過剰に心配する理由はなかった。水道水質データベースによれば、水道水中のアルミニウム含有量は少

なく、摂取に寄与する割合は低いと考えられた。最高値の濁度で0.1度の超過がわずかに認められたが(3.9%, 24系統/611), 問題のある系統を丁寧に対応するべきであり, 9割以上は達成できていた。高感度濁度計・粒子計を用いた, リアルタイムな処理工程の把握と処理へのフィードバックは効果的であり, 他の浄水場にも提案できると考えられた。実際に, 小雀浄水場ではきめ細やかな制御を行い, 清らかな浄水の供給を達成していた。0.1度の濁度と粒子数の監視は, 膜ろ過や紫外線処理が導入されるまでのつなぎとして, 現実的な対策と考えられた。

(2) 化学物質・農薬

最新の農薬要覧 2017 に記載されている平成28農薬年度(平成27年10月~平成28年9月)における農薬製剤出荷量は約22.8万tで昨年と同様の数値であった。農薬出荷量は1980年代以降, 減少を続けている。平成28農薬年度における農薬の用途別農薬製剤出荷量は殺虫剤: 7338t(前年比4%減), 殺菌剤: 41753t(前年と同数), 殺虫殺菌剤: 18001t(前年比6%減), 除草剤: 83001t(前年比5%増)であり全体では前年より4%減となっている。平成元年比では, 殺虫剤40%, 殺菌剤42%, 殺虫殺菌剤30%, 除草剤56%で, 全体では44%, 10年間の平成18農薬年度比では, 殺虫剤71%, 殺菌剤80%, 殺虫殺菌剤68%, 除草剤118%で, 全体では85%となっており, 除草剤のみが出荷量が増加に転じているが, 全体としては減少傾向に変化見られない。登録農薬原体数は新たに8化合物が追加され, 平成28年9月現在579種類で, 平成16農薬年度以降増加傾向にある。登録農薬製剤数は平成28年9月現在, 殺虫剤: 1088, 殺菌剤: 885, 殺虫殺菌剤: 498, 除草剤: 1515, 合計: 4314となっており, 平成元年比で69%, 平成16農薬年度比で96%と減少している。内訳を見ると, 殺虫剤の登録製剤数の減少が顕著であり, 除草剤に関しては登録製剤数が増加している。

農薬実態調査としては, 研究協力者である全国10水道事業体(八戸圏域水道企業団, 仙台市, 茨城県, 千葉県, 神奈川県内広域水道企業団, 新潟市, 奈良県, 神戸市, 広島市, 福岡県南広域水道企業団)及び神奈川衛研において実施された農薬の測定結果をとりまとめた。原水では112種類, 浄水では38種の農薬が検出された。検出された農薬を用途別に見ると原水, 浄水共に除草剤が最も多く, 約半分を占めている。監視農薬のカテゴリー別に見ると, 対象リスト農薬掲載農薬(以下対象農薬)が原水では

71種、浄水では22種が検出されており、原水では対象農薬の約6割が検出されている。それ以外のカテゴリーでは原水はその他農薬が17種、未分類農薬が12種、浄水でもその他農薬が5種、未分類農薬が3種検出されている。

平成29年度実態調査における検出指標値とこれまでの実態調査における検出指標値の推移を示した。平成29年度実態調査における検出指標値の最大値は、原水が1.15、浄水が0.054であった。例えば、原水2010～2015年の検出指標値の平均値は0.027であるが、2016年における平均値は0.041、2017における平均値は0.042と上昇傾向にある。また、検出指標値の最高値も2014年以降、上昇傾向にある。これはテフリルトリオンやイプフェンカルバゾンといった目標値が低い農薬の寄与によるものであり、逆に言えばこれらの農薬を適切にモニタリングできた成果と考える。

個別の農薬に関しては、平成29年度の実態調査における原水、浄水の最大検出濃度上位農薬では、検出最高濃度上位20農薬がいずれも1μg/Lを超過し、昨年度の調査の9農薬と比べて大幅に増加した。検出最高濃度の高かった農薬の分類内訳は対象農薬が15農薬、その他農薬が3種、除外農薬が1種、分解物が1種であった。個別農薬評価値に関しては、キノクラミン、テフリルトリオン、ペノミル、モリネート、ピロキロンの5農薬が0.1以上を示した。個別農薬評価値が高かった農薬はイプフェンカルバゾンを除いて全て対象農薬であり、用途は16種が除草剤であり除草剤の寄与が高い事が分かる。また、積算値で見るとテフリルトリオン、キノクラミン、プロモブチド、イプフェンカルバゾン、ベンタゾンが1以上の値を示し、他の農薬と比べて高い事が分かる。個別農薬評価値に関しては最大値だけでなく、積算値でもイプフェンカルバゾンが上位にランクされる結果となった。浄水では検出最大濃度が1μg/Lを超えた農薬はプロモブチド、ピロキロン、アミノメチルリン酸の3農薬であった。アミノメチルリン酸は除草剤グリホサートの分解物であり、原水においても検出され、上位にランクされていることから今後監視の必要性が高い農薬の一つと考えられる。検出最高濃度の高かった農薬の分類内訳は対象農薬が13種、要検討農薬が1種、その他農薬が3種と分解物が2

種であった。個別農薬評価値に関しては、最大値が0.01を超過した農薬に11種が該当した。この中でイプフェンカルバゾンは本年度より本格的に調査を実施した農薬であるが、原水同様、浄水でも検出され個別農薬評価値が上位にランクされた。

本年度の実態調査で高い検出濃度、個別農薬評価値、検出率を示した農薬はこれまでの調査と大きな違いは見られなかったが、テフリルトリオンやイプフェンカルバゾンのように近年新しく調査対象となった農薬のうち、特に目標値の低い農薬の影響により検出指標値が上昇する傾向にあることが確認された。また、アミノメチルリン酸のように農薬の分解物が上位にランクされることから水環境中における分解物の情報収集とモニタリングの必要性について今後検討する必要がある。

ニッケルの実態調査では、滞留水において管理目標値(0.02 mg/L以下)を超過した箇所は22件みられたが、5L以上の水を流した流水では管理目標値をほぼ満足していた(図2)。

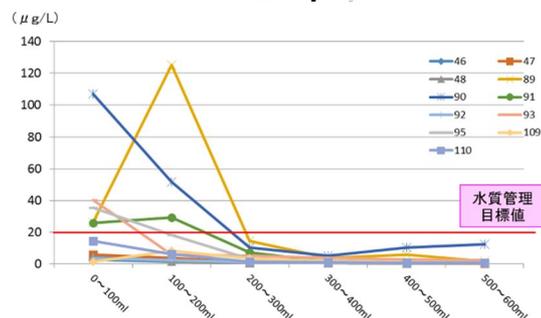


図2 給水栓内の連続採水調査結果 (ニッケル)

給水栓水の連続採水調査結果についてニッケルが浸出される給水栓を対象に、一晚以上経過した連続採水を行い、ニッケル濃度の挙動を調査したところ、100 mLから徐々に濃度が低下することが確認された。また、連続的に100 mLずつ採水した場合、場所により若干傾向は異なったが、500 mL以上の放流を行えば管理値目標値及び水質基準値を下回ることが示唆された。

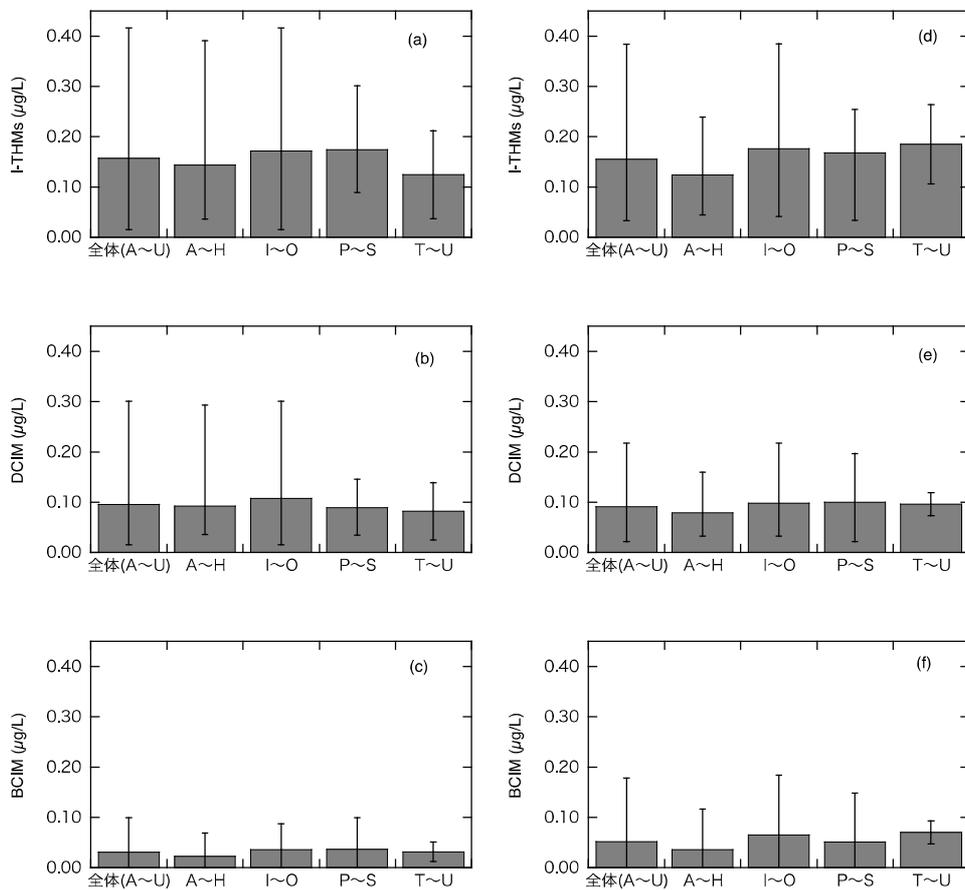


図3 浄水処理プロセスの違いによって比較した DCIM/BCIM/I-THMs 濃度の平均値と最大/最小値 (a: I-THMs 夏季, b: DCIM 夏季, c: BCIM 夏季, d: I-THMs 冬季, e: DCIM 冬季, f: BCIM 冬季)

(3) 消毒副生成物

全国の 21 浄水場から配水される水道水中のヨウ素系トリハロメタン類 (I-THMs) の濃度は 0.01 ~ 0.39 µg/L で、これまでの調査で得られた濃度範囲と同程度かより低いものであった。特に I-THMs が従来の報告に比べて極端に高い値を示すものはなかった。

浄水処理工程にハロアセトアミド類 (HAcAms) の消長を調査した。ハロアセトアミド類 (HAcAms) は塩素処理で生成し、生成した HAcAms はオゾン処理や AOP 処理では分解されなかったが、その後の BAC 処理で HAcAms は除去された。全 HAcAms 生成能の除去率は、50 ~ 75% であった。猪名川浄水場の水源での総 HAcAms 生成能は 1 ~ 3 µg/L 程度であった。また水源においても、ジクロロ酢酸 (DCAA) 生成能が最も高い値を示しており、原水の検出傾向と一致した。茨城県企業局の浄水場において、HAcAms、ハロアセトニトリル (HAcN)、利根川浄水場を除くハロ酢酸類ともハロゲン数 2 の生成性能が高かった。

ホルムアルデヒド (FA) 前駆物質 7 物質、及びクロロホルム (CF) 前駆物質 5 物質の水道水源における実態調査を行ったところ FA 前駆物質である HMT について、事業所からの排水中に数百 µg/L 程度が検出される場合があった。他の FA 前駆物質及び CF 前駆物質は、定量下限値未満であった。

粒状活性炭の敷詰により、ハロ酢酸濃度を大幅に抑制することができた。色度とハロ酢酸生成能に相関関係が認められた。

ラフィド藻培養株と塩素を反応させると、トリクロロ酢酸が主に生成し、他にも、クロロホルム、及びジクロロ酢酸が生成した。反応時間が 1 時間と短くても、クロロホルム及びトリクロロ酢酸は生成した。浄水のトリクロロ酢酸濃度とジクロロ酢酸濃度の比 (= トリクロロ酢酸 / ジクロロ酢酸) は、ラフィド藻の増殖した期間だけ上昇していることが示された。

浄水や給水栓水の THM は夏季に高濃度となるが、今回の調査では、THM 最大生成能は季節変動が少ない傾向が観察された。

全国 15 浄水場の原水を塩素処理し、生成した臭気を臭い嗅ぎ GC-MS で分析したところ、17 種類の異なる臭気が感知された。多くの浄水場にて共通して感知された「鉄くさい」臭気の原因物質は、2-hydroxy-3-oxopent-4-enamide である可能性が示唆された。

金町浄水場原水を臭い嗅ぎ GC-MS で質量分析を行ったところ、ライブラリー検索で臭気物質の候補として 15 種類の化合物を推定した。このうち、標準物質と原水で比較した結果、保持時間、マススペクトルが一致し、両方で臭気が感じられた化合物は 4 種類であったが、いずれも臭気の質は異なった。

浄水を曝気し、その前後で臭気強度を比較したところ曝気により臭気強度が減少する場合、減少しない場合のいずれもあった。また、曝気による臭気強度の低下と揮発性結合塩素濃度の間には相関は無かった。

新規臭気物質 2-メトキシ-3,5-ジメチルピラジン (MDMP) の臭気閾値は MDMP 質量濃度で約 1 ng/L であった。原水に MDMP が 6 ng/L 含まれる場合、粉末活性炭で 1 ng/L 以下に低減するには、粉炭 5 mg/L の添加濃度では 1 時間以上の接触時間が必要であること、20 分の接触時間では、10 mg/L 以上の粉炭が必要であることが示された。MDMP を含め 3 種のメトキシピラジン類の浄水場の原水、下水処理場の放流水、事業所排水、河川水の調査を行ったところ、MDMP の臭気事故の発生源であった事業所の排水で MDMP が 2 ng/L で検出された以外は、3 物質とも定量下限未満であった。

(4) リスク評価管理

有機リン系農薬を題材とした未知分解物の複合影響を踏まえた毒性試験法の整備：DMTP と塩素との反応により生成された DMTP オキソン体は、試料が誘発する ChE 活性阻害性に大きく寄与した。従って、現行の水道水質基準における水質管理目標設定項目の農薬類では測定対象に組み込まれていない DMTP オキソン体を対象に組み込み、DMTP 濃度と合算して管理することが妥当であると提言された。しかしながら、DMTP オキソン体のみでは、試料の誘発する ChE 活性阻害性を全て説明することはできなかった。すなわち、DMTP オキソン体以外にも、ChE 活性阻害性を有する物質が生成されていたと判断された。そこで、DMTP オキソン体以外の ChE 活性阻害性を有する生成物を、LC 分画と ChE 活性阻害試験を組み合わせ

ることにより同定しようと試みたが、ChE 活性阻害性を有するフラクションの LC クロマトグラム上には、生成物のピークが確認できなかった。毒性寄与物質の特定のためには、今後の検討が必要である。

経口暴露換算の総潜在用量、割当率および間接飲水量の推定：TCE については、現行の基準値では約 20% の人が耐容一日摂取量を超える暴露量となる可能性が示唆され、これは吸入経路や経皮経路では経口経路と同じ量の潜在用量でも臓器への到達率が高くなることで間接飲水量が多くなるためと考えられる。また、大多数 (95%) の人の総暴露量を耐容一日摂取量以下相当にするためには、現行の基準値 (10 $\mu\text{g/L}$) よりやや低い 6.5 $\mu\text{g/L}$ が望ましいことが分かった。

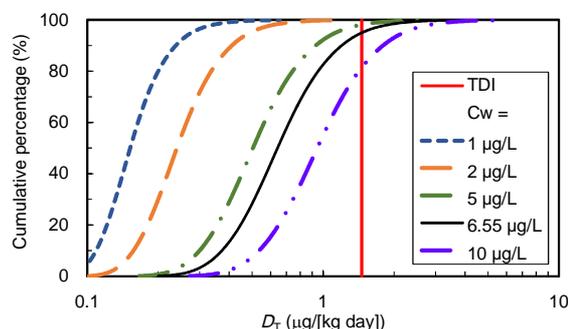


図 13. モンテカルロシミュレーションによって得られた TCE 暴露量分布比較

アメリカやカナダの TCE の基準値は 10 $\mu\text{g/L}$ より低い値の 5 $\mu\text{g/L}$ であることから、今後の評価値の見直しのためにさらなる詳細評価が必要と思われる。一方、PCE については現行の基準値の遵守により想定しうる使用形態の範囲内であれば耐容一日摂取量以下相当の総暴露量となり、耐容一日摂取量からみた現行基準値の妥当性が確認された。また、THMs、HAAs は滞在時間区分をより詳しく適切に設定変更したが、これまでと同じく耐容一日摂取量からみた現行基準値の妥当性が確認された。

水道汚染物質の亜急性評価値に関する研究：自然災害等で汚染物質濃度が一時的に目標値を超えた場合に参考すべき値として、成人及び小児を対象とした参照値を設定した。今年度は、日本の水質管理目標設定項目 1 項目及び要検討項目 7 項目の計 8 項目について亜急性参照値を算出することができた。

表1 Subacute Reference Dose(SaRfD)設定値及び TDI 又は VSD との比較

項目	POD(mg/kg/day)			UF	TDI・VSD (µg/kg/day)	POD(mg/kg/day)			saRfD (µg/kg/day)	比率 saRfD / TDI 又は VSD
アンチモン及びその化合物	NOAEL	6	1000	6	NOAEL	6	100	60	10	
アクリルアミド	VSD10 ⁻⁵ 発がんリスク			0.02	VSD10 ⁻⁵ 発がんリスク×10			0.2	10	
エピクロロヒドリン	LOAEL (発がん UF10)	1.4	10000	0.14	NOAEL	1	100	10	71	
塩化ビニル	VSD10 ⁻⁵ 発がんリスク			0.0875	VSD10 ⁻⁵ 発がんリスク×10			0.875	10	
スチレン	NOAEL (活性代謝物発がん性 UF10)	7.7	1000	7.7	NOAEL	7.7	100	77	10	
フタル酸ジ (n-ブチル)	LOAEL (UF5)	2.5	500	5	LOAEL (UF5)	2.5	500	5	1	
フタル酸ブチルベンジル	NOAEL	20	100	200	NOAEL	20	100	200	1	
ジプロモアセトニトリル	NOAEL	11.3	1000	11.3	NOAEL	11.3	100	113	10	

設定した saRfD を TDI 又は VSD と比較した結果、フタル酸ジ (n-ブチル) 及びフタル酸ブチルベンジルで、比率は 1 (TDI と saRfD が同値) であった。これらは、フタル酸ジ (n-ブチル) 及びフタル酸ブチルベンジルのエンドポイントが生殖発生毒性であり、毒性の発現のリスクが慢性・亜急性の別に因らないためである。このような項目については、水道水質汚染が生じた際に注意が必要となる。また、エピクロロヒドリンを除き亜急性参照値は目標値に対して 4 - 40 倍高い値として設定できた。エピクロロヒドリンの亜急性参照値は目標値 (暫定) の 250 倍高い値となったが、これはエピクロロヒドリンの暫定 TDI が、より安全側に設定されている結果と言えるかもしれない。エピクロロヒドリンについては暫定評価値の見直し等があるのか、今後の動向に注視したい。エピクロロヒドリンのみならず、アンチモン及びその化合物、アクリルアミド、塩化ビニル、スチレン、及びジプロモアセトニトリルの参照値も、小児及び成人を対象とした値が目標値の 10 倍以上高い値となっている。したがって、これらの項目については、一時的に飲料水中濃度が目標値を超えた場合でも、本研究で提案する参照値を

超えない濃度であれば健康影響の懸念は低いと考えられるため、給水停止の措置は必要ないと判断することが可能となる。事故時には、緊急の判断が必要となることから、本研究で設定した値は非常に有用と考えられる。しかし、本研究では、食品安全委員会又は国内外の評価書の情報を基に安全性評価を行っており、評価書公表時以降の新しい情報の検索は行っていない。今後は、評価書公表時以降の新しい情報入手した上で、値の適切性を再評価する必要がある。

WHO ガイドラインの逐次改定やリスク管理上関心の高い物質の毒性情報整理：有機スズ化合物の評価は、EFSA(2004)で定めた TBT、DBT、TPT 及び DOT の合計値に関しての TDI 0.25 µg/kg/day をもとに設定することが妥当であり、20% を飲料水に割り当て、体重 60 kg の成人の飲水量を 2 L/day から、HBV (Health-based value: 健康に基づいた値) は 1.5 µg/L (スズとして 0.6 µg/L) とすることが適切であると考えられた。テトラブチルスズも上記 4 種と同様の毒性プロファイルを示す結果も報告されたいが、毒性発現量は上記 4 種類溶離鉤尿量であることから、グループ TDI に組み込む必要性はない。

と考えられた。

上記 4 有機スズ化合物は免疫毒性(胸腺由来のリンパ球枯渇)に対し、類似の作用機序及び作用強度を有すると考えられ、かつ有機スズ化合物の中で本エンドポイントに対し最も毒性が強いとされるグループであり、二塩化ジメチルスズ及び塩化モノメチルスズの免疫毒性は TBTO と比較して 10 倍程度低い。したがって他の有機スズ化合物に対する毒性影響も本グループ TDI 値(0.25 µg/kg/day)で保護され得ると考えられる。飲料水からこれらの有機スズ化合物を摂取した場合、最大でも 1 日当たり約数マイクログラムであると考えられることから、想定される曝露レベルは TDI(15 µg/day/60kg)より約 1 桁低い。したがって、このグループの有機スズ化合物について、正式な指針値として設定する必要はないと考えられる。

また、現在入手可能な毒性情報のみでは、トリメチルスズ、テトラブチルスズ、モノ-n-オクチルスズ、テトラオクチルスズ、モノフェニルスズ、ディフェニルスズ、テトラフェニルスズ等については評価することが出来ず、有機スズ化合物の毒性影響について更なる情報の集積が必要であることが示唆された。

(5) 水質分析法

GC-MS データベースについて、農薬類を対象とし GC-MS を用いたスクリーニング分析の有効性を検討した。

検出されたイオンはすべての装置で類似した m/z を検出した。一番強度の強いイオンを定量イオンとした場合、126 種類の農薬で選択したイオンの m/z が一致した。さらに、各内部標準物質に対する相対保持時間は、各装置で非常によく一致し、多くの農薬で相対保持時間の相対標準偏差 (RSD) は 1%未満となった。このことから、装置や測定機関が異なっても同条件で測定を行った場合、相対保持時間は定性用の有用な情報として十分使用できることがわかった。相対保持時間の RSD が 1%を超えた化合物については今後その原因を究明し、改善を行う。

定量精度を確認するために、6 台の中で最も低濃度まで検出可能であった機関 C の QP-2010 Plus で作成した検量線を使用し、その他の装置の結果を定量して、調製濃度に対する真度を調べた。その結果、多くの農薬類で真度 50 ~ 200%となり、装置間および機種間で定量値に大きな誤差がないと判断した。このことから他機関が他機種で構築したデータベースを用いても、大きな誤差のない定量結果が得られる

ことが明らかとなった。しかし、一部の結果では真度が大きく異なる場合も認められ、引き続きこの原因を調べることを検討課題とし、評価を継続する。

また、農薬の中にはシフルトリン、シペルメトリン、ジフェノコナゾールおよびピレトリンなどからはフラグメントイオンから異性体と考えられる複数のピークが確認される場合があった。これらの農薬については合算で評価することとしたが、濃度によっては一部のピークが検出されず、スクリーニング分析には適さない農薬であることが考えられた。

D. 結論

(1) 微生物

従属栄養細菌数の応用として、旧簡易水道配水池の従属栄養細菌数を測定した。配水池内部の水面上と下の内壁面より従属栄養細菌数を測定した結果、水面下の水道水が触れている部分は少なく、水面より上の触れていない部分の方が多数であった。残留塩素は有効と改めて認識できた。消毒効果を低下させないように、適切な清掃と、塩素濃度の管理を徹底しなければならないと考えられた。

トウガラシ微斑ウイルスの凝集沈殿-砂ろ過による除去率は各種水系感染症ウイルスと同程度であり、水道におけるウイルス指標としての活用が期待されている。そこで、大容量の試料水に対応可能な、ナノセラム陽電荷膜とタンジェンタルフローUF膜を併用したウイルス濃縮法を構築した。浄水場 A において、トウガラシ微斑ウイルスは、凝集沈殿-砂ろ過処理により 1.6-Log 減少し、塩素消毒により 0.2-Log (PCR 法評価)減少していた。この結果は、水系感染症ウイルスの 1.6-Log の減少と、4.7-Log 以上の不活化 (PFU 法評価)に相当し、合計で 6.3-Log 以上の除去性があったと推察された。

クリプトスポリジウム対策を目的とした、濁度 0.1 度以下の管理に否定的な意見が聞かれることがあり、現状を確認した。水道水質データベースによれば、浄水場出口の最高値濁度で 0.1 度の超過がわずかに認められた (3.9%, 24 系統/611)。9 割以上は目標を達成できており、問題のある系統を丁寧に対応すべきと考えられた。高感度粒子計を用いたリアルタイムな処理工程の把握と、後 PAC を用いたいわゆる二段凝集の実施例について検討した。実際に小雀浄水場ではきめ細やかな制御を行い、清らかな浄水の供給を達成していた。二段凝集と高感度粒子計の活用は、他の浄水場にも提案できる方法

と考えられた。

(2) 化学物質・農薬

農薬の使用量推移等に関する検討:最新の農薬要覧 2017 に記載されている平成 28 農薬年度における農薬製剤出荷量は約 22.8 万 t で昨年と同様の数値であった。登録農薬原体数は新たに 8 化合物が追加され、平成 28 年 9 月現在 579 種類で、平成 16 農薬年度以降増加傾向にある。

農薬実態調査は協力研究者である全国 10 水道事業体の平成 29 年度の実態調査の結果、原水では 112 種類、浄水では 38 種の農薬が検出された。検出された農薬を用途別に見ると原水、浄水共に除草剤が最も多く、約半分を占めている。監視農薬のカテゴリー別に見ると、対象農薬リスト掲載農薬が原水では 71 種、浄水では 22 種が検出された。平成 29 年度実態調査における検出指標値の最大値は、原水が 1.15、浄水が 0.054 であった。テフリルトリオンやイプフェンカルバゾンといった目標値が低い農薬を適切にモニタリングできた成果と考えられる。

個別の農薬に関しては、平成 29 年度の実態調査における原水、浄水の最大検出濃度上位農薬では、検出最高濃度上位 20 農薬がいずれも $1\mu\text{g/L}$ を超過し、昨年度の調査の 9 農薬と比べて大幅に増加した。浄水では検出最大濃度が $1\mu\text{g/L}$ を超えた農薬はプロモブチド、ピロキロン、アミノメチルリン酸の 3 農薬であった。アミノメチルリン酸は除草剤グリホサートの分解物であり、原水においても検出され、上位にランクされていることから今後監視の必要性が高い農薬の一つと考えられる。

農薬類の一斉分析法の検討と水道水源河川の実態調査において定量下限値を $0.03\mu\text{g/L}$ とし、妥当性を満たした農薬類 167 種類を分析したところ、67 種類の農薬類等が検出された。

ニッケルの実態調査では、滞留水において管理目標値 (0.02 mg/L 以下) を超過した箇所がみられたが、5 L 以上の水を流した流水では管理目標値をほぼ満足していた。連続採水試験においてニッケル濃度の挙動を調査したところ、100 mL から徐々に濃度が低下することが確認され、500 mL 以上の放流を行えば管理値目標値及び水質基準値を下回ることが示唆された。

(3) 消毒副生成物

全国 21 浄水場系統の水道水中のヨウ素化トリハロメタン (I-THMs) 濃度は $0.01\sim 0.39\mu\text{g/L}$ の範囲であった。浄水プロセスでのハロアセトアミド類 (HAcAms) を調査した結果、処理工

程での塩素処理で HAcAms は生成し、生成した HAcAms はオゾン処理や AOP 処理では分解されなかったが、その後の BAC 処理で HAcAms は除去された。全 HAcAms 生成能の除去率は $50\sim 75\%$ であった。水源での HAcAms 生成能も、ジクロロアセトアミドの生成能が最も高い値を示し、原水の検出傾向と一致した。ホルムアルデヒド (FA) 前駆物質 7 物質、クロロホルム (CF) 前駆物質 5 物質の水道水源における実態調査を行ったところ、FA 前駆物質であるヘキサメチレンテトラミンは、事業所からの排水中に数百 $\mu\text{g/L}$ 程度が検出される場合があった。粒状活性炭の敷詰により、ハロ酢酸濃度を大幅に抑制することができた。ラフィド藻培養株と塩素を反応させると、トリクロロ酢酸が主に生成し、他にも、クロロホルム、及びジクロロ酢酸が生成した。浄水のトリクロロ酢酸濃度とジクロロ酢酸濃度の比は、ラフィド藻の増殖した期間だけ上昇していた。全国 15 浄水場の原水を塩素処理し、臭い嗅ぎ GC-MS により生成した臭気の分析結果から、17 種類の異なる臭気が感知された。多くの浄水場にて共通して感知された「鉄くさい」臭気の原因物質は、2-hydroxy-3-oxopent-4-enamide である可能性が示唆された。浄水を曝気し、その前後で臭気強度を比較したところ曝気により臭気強度が減少する場合、減少しない場合のいずれもあった。臭気物質 2-メトキシ-3,5-ジメチルピラジン (MDMP) の臭気閾値は約 1 ng/L であった。原水に MDMP が 6 ng/L 含まれる場合、粉末活性炭で 1 ng/L 以下に低減するには、20 分の接触時間では 10 mg/L 以上の粉炭が必要であることが示された。MDMP を含め 3 種のメトキシピラジン類の浄水場の原水、下水処理場の放流水、事業所排水、河川水の調査を行ったところ、MDMP の臭気事故の発生源であった事業所の排水で MDMP が 2 ng/L で検出された以外は、3 物質とも定量下限未満であった。

(4) リスク評価管理

有機リン系殺虫剤メチダチオン (DMTP) と塩素との反応により生成された DMTP オキソン体は、試料が誘発する ChE 活性阻害性に大きく寄与した。従って、DMTP オキソン体を DMTP 濃度と合算して管理することが妥当であると提言された。DMTP オキソン体以外にも、ChE 活性阻害性を有する物質が生成されていたと判断されたが、同定には至らなかった。毒性寄与物質の特定のためには、今後の検討が必要である。

PBPK モデルを用いて VOC, THMs, HAAs

の暴露評価を行い、望ましい水質評価値、割当率、間接飲水量を算出した。TCE については、現行の基準値では約 20%の人が耐容一日摂取量を超える暴露量となる可能性が示唆され、これは吸入経路や経皮経路では経口経路と同じ量の潜在用量でも臓器への到達率が高くなることで間接飲水量が多くなるためと考えられる。また、大多数の人の総暴露量を耐容一日摂取量以下相当にするためには、現行の基準値(10 µg/L)よりやや低い 6.5 µg/L が望ましいことが分かった。アメリカやカナダの TCE の基準値は 10 µg/L より低い値の 5 µg/L であることから、今後の評価値の見直しのためにさらなる詳細評価が必要と思われる。その他の物質については現行基準値の妥当性が確認された。

日本の水質管理目標設定項目 1 項目及び要検討項目の 7 項目について短期間曝露を対象として亜急性評価値[Subacute Reference Dose; saRfD (mg/kg/day)]を算出し、その値を用いて、短期的な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)]を成人及び小児を対象として算出した。亜急性参照値は生涯曝露を対象とした目標値に対して概ね 4-40 倍高い値となった。一方、有機スズについては、トリブチルスズ、ジブチルスズ、トリフェニルスズ及びジ-*n*-オクチルスズに対して免疫毒性に対し類似作用機序を有すると考えられ、グループ TDI が設定されることが示された。したがってこれら 4 種の有機スズの合計値については、成人体重 60 kg、飲水量 2L/day、割り当て 20%を用い上記 4 物質の HBV(Health-based value: 健康に基づいた値)を 1.5 µg/L とすることが妥当であると考えられた。

(5) 水質分析法

スクリーニング分析用データベースの構築として、厚生労働省がリストアップしている農薬のうち GC-MS で測定可能と考えられる農薬 173 種、農薬の代謝産物 2 種および構造異性体 1 種の計 176 種を対象とした。複数機関、複数の GC-MS を使用してデータベースを構築し、そのデータベースの精度の検証を行った。その結果、装置や測定機関に関係なく、多くの農薬で定量イオンや相対保持時間が一致することがわかった。また、定量値の誤差も少ないことがわかった。しかし、一部の結果で定量値が大きく異なる場合が認められたことから、今後はこの原因を検討するとともに、得られた情報のデータベースを用いて実試料へのスクリーニング分析法の適用を進める。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

Shirasaki, N., Matsushita, T., Matsui, Y. and Yamashita, R. (2018). Evaluation of the suitability of a plant virus, pepper mild mottle virus, as a surrogate of human enteric viruses for assessment of the efficacy of coagulation-rapid sand filtration to remove those viruses. *Water Research* 120: 460–469.

Shirasaki, N., Matsushita, T., Matsui, Y. and Murai, K. (2017). Assessment of the efficacy of membrane filtration processes to remove human enteric viruses and the suitability of bacteriophages and a plant virus as surrogates for those viruses. *Water Research* 115: 29–39.

Shirasaki, N., Matsushita, T., Matsui, Y., Murai, K. and Aochi, A. (2017). Elimination of representative contaminant candidate list viruses, coxsackievirus, echovirus, hepatitis A virus, and norovirus, from water by coagulation processes. *Journal of Hazardous Materials* 326: 110–119.

橋本温, 土岡宏彰, 泉山信司, 中野勲, 遠藤卓郎, 最確数法を用いた簡便なクリプトスポリジウム計数法の開発, 環境技術, 46 巻 (2017) 11 号 p. 601-608.

Matsushita T., Sakuma M., Tazawa S., Hatase T., Shirasaki N. and Matsui Y., Use of gas chromatography-mass spectrometry-olfactometry and a conventional flask test to identify off-flavor compounds generated from phenylalanine during chlorination of drinking water, *Water Research*, 2017, 125, 332–340.

Matsushita T., Matsui Y., Ikekame S., Sakuma M. and Shirasaki N., Trichloramine removal with activated carbon is governed by two reductive reactions: a theoretical approach with diffusion-reaction models, *Environmental Science & Technology*, 2017, 51, 4541–4548.

Kosaka K., Iwatani A., Takeichi, Y., Yoshikawa, Y., Ohkubo, K. and Akiba, M.: Removal of haloacetamides and their precursors at water purification plants applying ozone/granular activated carbon treatment, *Chemosphere*, 2018, 198, 68–74.

清宮佳幸, 安田英幸, 篠原成子, 植田雄大, 小坂浩司, 浅見真理, 浄水における結合塩素生成の原因物質と挙動について, 水道協会雑誌, 2017, 998, 2-12.

中井喬彦, 森岡弘幸, 畠孝欣, 小坂浩司, 浅見真理, 池田和弘, 越後信哉, 秋葉道宏, 水道原水における 2,6-ジクロロ-1,4-ベンゾキノン生成能と他の水質項目との関連性の評価, 水道協会雑誌, 2017, 995, 3-16.

Akiyama, M., Matsui, Y., Kido, J., Matsushita, T. and Shirasaki, N., Monte-Carlo and multi-exposure assessment for the derivation of criteria for disinfection byproducts and volatile organic compounds in drinking water: allocation factors and liter-equivalents per day, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 95, 161-174, 2018.

高木総吉, 安達史恵, 吉田仁, 小林憲弘, 水道水中テフリトリオンの液体クロマトグラフィ-質量分析法の検討と妥当性評価. 大阪健康安全基盤研究所研究年報, 1, 67-72 (2017).

小林憲弘, 小坂浩司, 浅見真理, 中川慎也, 木下輝昭, 高木総吉, 中島孝江, 古川浩司, 中村弘揮, 工藤清悠, 粕谷智浩, 土屋かおり, 寺中郁夫, 若月紀代子, 加登優樹, 小関栄一郎, 井上智, 村上真一, 金田智, 関桂子, 北本靖子, 堀池秀樹, 米久保淳, 清水尚登, 高原玲華, 齊藤香織, 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臭素酸分析条件の検討と妥当性評価. 水環境学会誌, 2017, 40(6), 223-233 (2017).

2. 著書

Matsui Y, Asami M, et al., 3.6.3 Selecting pesticides for consideration in HIs on the basis of risk ranking and detection frequency. APPENDIX 5: Detailed case study for the use of the WHO/IPCS framework to select pesticides for consideration in hazard indices on the basis of risk ranking and detection frequency, in Contributed by Chemical Mixtures in Source Water and Drinking-Water. (Ruth Bevan and John Fawell). WHO, 2017, Geneva. p20, pp63-65, ISBN 978-92-4-151237-4.

3. 解説・総説 なし

4. 学会発表

山下玲菜, 高力聡史, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦 (2018). 実浄水処理場におけるウイルスの処理性評価: ナノセラム陽電荷膜とタンジェンタルフローUF膜を併用した大容量濃縮法の適用. 第52回日本水環境学会年会, 札幌, 2018/3/15-17.

白川大樹, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦 (2018). 培養困難な水系感染症ウイルスの浄水処理性評価に向けた遺伝子封入型ウイルス様粒子の創製. 第52回日本水環境学会年会, 札幌, 2018/3/15-17.

岩本ら (2018) 二種の抗クリプトスポリジウムモノクローナル抗体によるオーシスト二重染色の試み, 第52回水環境学会年会, 札幌

中野ら (2018) レジオネラ菌のろ過濃縮に用いるメンブレンフィルターおよびろ過法の評価, 第52回水環境学会年会, 札幌

泉山信司, 浅野峰子, クリプトスポリジウム対策を目的とした浄水場濁度管理への粒子計の活用, 平成30年3月, 東京

高力聡史, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦 (2017). トウガラシ微斑ウイルスと水系感染症ウイルスの塩素処理性の比較. 第25回衛生工学シンポジウム, 札幌, 2017/11/9-10.

高力聡史, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦 (2017). トウガラシ微斑ウイルスと水系感染症ウイルスの塩素消毒耐性の比較: 感染性評価手法とPMA-PCR法の併用による評価. 第51回日本水環境学会年会, 熊本, 2017/3/15-17.

Vu Duc Canh, Hiroyuki Katayama, and Hiroaki Furumai (2017) Applicability of EMA-qPCR method to detect damaged virus in drinking water under presence of organic compounds, 第51回日本水環境学会年会 (3/15-17, 熊本)

泉山信司, 従属栄養細菌数の活用・途中配管や末端蛇口の汚染実態, 東京大学水環境制御研究センター (RECWET) ワークショップ「水道給配水系における細菌管理の課題と最新の動向」, 平成29年11月, 東京

佐藤 学, 仲野 富美, 上村 仁. 「LC/MS/MS一斉分析法を用いた神奈川県相模川流域における農薬類の実態調査」. 神奈川県衛生研究所. 第52回日本水環境学会年会. H30/3/15-17. 年

会講演集 p.213.

Kosaka K., Iwatani A., Takeichi, Y., Yoshikawa, Y., Ohkubo, K. and Akiba M., Removal of haloacetamides and their precursors upon chlorination during advanced water purification processes, Proc. 10th IWA Specialized Conference on Assessment and Control of Micropollutants/Hazardous Substances in Water, Vienna, Austria, 17–21 Sep. 2017, IWA-3718922.

Itoh S., Gordon B. A., Callan P. and Bartram J., Regulations and perspectives on disinfection by-products – Importance of estimating overall toxicity –, Drinking Water Disinfection By-Products, Gordon Research Conference Disinfection 2100: Linking Engineering, Chemistry, Toxicology and Epidemiology to Reduce Exposure to Toxicity Drivers While Curtailing Pathogens, Mount Holyoke College, South Hadley, MA, USA, 2017 July 30- August 4.

林寛之, 畑瀬大樹, 松下拓, 松井佳彦, 白崎伸隆 (2018) GC-MS-O を用いた消毒副生成物の水道水カルキ臭への寄与評価, 第 52 回日本水環境学会年会(学生ポスター発表賞(ライオン賞)受賞)。

倉田彰弘, 奈良県桜井浄水場における消毒副生成物の水質管理, 日本水道協会関西支部第 61 回研究発表会概要集, 橿原市, 2018. 2, 112-115.

横井貴大, 荻野賢治, 船岡英彰, 小倉明生, ラフィド藻類がハロ酢酸濃度と与える影響評価, 日本水道協会関西支部第 61 回研究発表会概要集, 橿原, 2018. 2, 104-107.

倉田彰弘, 前田年宏, 桐山秀樹, 沼田孝, 松本英俊, 奈良県桜井浄水場における消毒副生成物の水質管理, 平成 29 年度全国会議(水道研究発表会)講演集, 高松, 2017. 11, 734-735.

岩谷梓, 武市裕貴, 吉川雄介, 小坂浩司, 大久保慶子, 秋葉道宏, 高度浄水プロセスにおけるハロアセトアミド及びその前駆物質の挙動, 平成 29 年度全国会議(水道研究発表会)講演集, 高松, 2017. 11, 718-719.

伊藤禎彦, NOM から生成する消毒副生成物とその健康リスク, 第 20 回日本水環境学会シンポジウム講演集, 和歌山, 2017. 9, 62-63.

小坂浩司, 中井喬彦, 菱田祐太, 浅見真理, 越

後信哉, 大久保慶子, 秋葉道宏, 塩素処理による芳香族アミン類からの 2,6-ジクロロ-1,4-ベンゾキノンの生成, 京都大学環境衛生工学研究会第 39 回シンポジウム, 京都, 環境衛生工学研究, 2017. 7, 31(3), 178-181.

Akihiko Hirose, Tomoko Kawamura, Takashi Yamada, Toshime Igarashi, Kaoru Inoue, Tetsuji Nishimura, Mariko Matsumoto : Expansion of The Subacute Reference Dose Setting for The Drinking Water Risk Management, SOT 2018 (2018 年 3 月, サンアントニオ)

Mariko Matsumoto, Minoru Miura, Tomoko Kawamura, Takashi Yamada, Norihiro Kobayashi, Toshiya Suzuki, Tetsuji Nishimura, Akihiko Hirose : Derivation of health advisory values for sub-acute exposure of contaminants in drinking water, EUROTOX 2017 (2017 年 9 月, プラスチラバ)

Ohmori, K., Fujita, Y., Huang, Y., Matsushita, T., Matsui, Y. and Shirasaki, N. (2018) Toxicological contributions of transformation products derived from organophosphorus pesticides during chlorination, IWA World Water Congress 2018, Tokyo, Japan.

藤田悠貴, 松下拓, 松井佳彦, 白崎伸隆 (2018) 有機リン系殺虫剤の塩素処理に伴うコリンエステラーゼ活性阻害の変動とそれに寄与する分解生成物の Orbitrap 質量分析による同定, 第 52 回日本水環境学会年会.

高木総吉: 浄水処理対応困難物質の分析法開発と実態調査. 第 26 回環境化学討論会自由集会 (2017.6.7 静岡県静岡市).

小林憲弘, 小坂浩司, 浅見真理, 中川慎也, 木下輝昭, 高木総吉, 中島孝江, 古川浩司, 中村弘揮, 工藤清悠, 粕谷智浩, 土屋かおり, 寺中郁夫, 若月紀代子, 加登優樹, 小関栄一郎, 井上智, 村上真一, 金田智, 関桂子, 北本靖子, 堀池秀樹, 米久保淳, 清水尚登, 高原玲華, 齊藤香織, 五十嵐良明: LC/MS/MS による水道水中の臭素酸の分析条件検討と妥当性評価. 第 26 回環境化学討論会 (2017.6.7 静岡県静岡市).

Norihiro Kobayashi, Yuko Tsuchiya, Yoshiaki Ikarashi: Transformation to a degradation product by hydrolysis of iprodione. Water and Environment Technology Conference 2017 (WET2017)

(2017.7.23 北海道札幌市).

小林憲弘, 小松原由美, 江里口知己, 五十嵐良明: 化学物質運命予測モデルを用いた水道水の検査対象農薬の選定. 環境科学会 2017 年会 (2017.9.14 福岡県北九州市).

高木総吉: 水道における質量分析計を用いた検査法の現状とこれからについて. 分析技術勉強会 (2017.9.26 鳥取県鳥取市).

高木総吉, 吉田仁, 安達史恵, 宮脇崇, 小林憲弘: 水道水質検査におけるスクリーニング分析適用に向けた挑戦. 平成 29 年度地方衛生研究所全国協議会近畿支部理化学部会研修会 (2017.11.2 大阪府堺市).

Norihiro Kobayashi, Yumi Komatsubara, Tomomi Eriguchi, Yoshiaki Ikarashi: Development and application of an agricultural chemicals fate prediction model in Japanese water environment. SETAC North America 38th Annual Meeting (2017. 11. 13 Minneapolis, MN, USA).

川元達彦, 井上亘, 谷畑智也, 鈴木雅和, 野村素行, 小林憲弘: 水中揮発性有機化合物 61 成分の多成分一斉分析法に関する研究. 第 54 回全国衛生化学技術協議会年会(2017.11.21 奈良県奈良市).

土屋裕子, 小林憲弘, 五十嵐良明: 水中におけるイプロジオン代謝産物の生成挙動とその検査法の検討. 第 54 回全国衛生化学技術協議会年会 (2017.11.21 奈良県奈良市).

高木総吉, 安達史恵, 吉田仁, 小林憲弘: 液体クロマトグラフ-質量分析計による水道水中テフフリトリオンの分析法検討と妥当性評価. 第 54 回全国衛生化学技術協議会年会 (2017.11.21 奈良県奈良市).

内野正, 小林憲弘, 五十嵐良明: 水道水中のホルムアルデヒド簡易測定法の妥当性評価. 第 54 回全国衛生化学技術協議会年会(2017.11.21 奈良県奈良市).

小林憲弘, 久保田領志, 内野正, 五十嵐良明: 平成 28 年度厚生労働省水道水質検査精度管理のための統一試料調査の結果. 第 54 回全国衛生化学技術協議会年会(2017.11.21 奈良県奈良市).

Norihiro Kobayashi, Yumi Komatsubara, Tomomi Eriguchi, Yoshiaki Ikarashi: Application of a 3-D chemical fate prediction model for risk assessment of agricultural chemicals in Japanese river water. Society for Risk Analysis 2017 Annual Meeting (2017.12.11 Arlington, VA, USA).

Norihiro Kobayashi, Ryota Tanaka, Yoshiaki Ikarashi, Akihiko Hirose: Developmental toxicity assessment of four different preparations of multi-wall carbon nanotubes in mice after repeated intratracheal instillation. 57th Annual Meeting of the Society of Toxicology (SOT 2018) (2018.3.14 San Antonio, TX, USA).

内野正, 小林憲弘, 五十嵐良明: 水道水中のホルムアルデヒド簡易測定法の定量精度について. 第 52 回日本水環境学会年会(2018.3.15 北海道札幌市).

高木総吉, 安達史恵, 吉田仁, 木下輝昭, 小林憲弘: 液体クロマトグラフ-質量分析計を用いた水道水中 140 種農薬の分析法検討と妥当性評価. 日本薬学会第 138 年会 (2018.3.26 石川県金沢市).

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

< 微生物分科会 >

栗田 志広	神奈川県内広域水道企業団
大谷 喜一郎	元神奈川県内広域水道企業団
江原 和宏	東京都水道局
中嶋 健二	浜松市上下水道部浄水課

	水質管理グループ
渡邊 洋大	神奈川県企業庁水道水質センター
庭山 秀一	新潟市水道局
浅野 峰子	横浜市水道局
黒木 俊郎	神奈川県衛生研究所
安藤 正典	元山梨大学工学部
橋本 温	県立広島大学生命環境学部
大河内 由美子	麻布大学生命環境科学部
片山 浩之	東京大学大学院工学研究科
白崎 伸隆	北海道大学大学院工学研究院
三浦 尚之	国立保健医療科学院
島崎 大	国立保健医療科学院
遠藤 卓郎	国立感染症研究所細菌第一部

< 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
鎌田 素之	関東学院大学理工学部
関川 慎也	八戸圏域水道企業団
三浦 晃一	仙台市水道局
浅見 真紀	茨城県企業局
水野 俊彦	千葉県水道局
笠原 典秀	神奈川県内広域水道企業団
高橋 英司	新潟市水道局
桐山 秀樹	奈良県水道局
江崎 智昭	神戸市水道局
友永 裕一郎	広島市水道局
井上 剛	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

< 消毒副生成物分科会 >

小牧 裕佳子	静岡県立大学
辻 正仁	東京都水道局
佐藤 賢	茨城県企業局
木村 直広	北千葉広域水道企業団
仲田 義信	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
中村 英靖	阪神水道企業団
倉田 彰弘	奈良県水道局

福原 次朗	沖縄県企業局
橘高 雷太	東京都水道局
清宮 佳幸	千葉県水道局
川瀬悦郎	新潟市水道局
白崎伸隆	北海道大学大学院工学研究院
畑瀬 大樹	北海道大学大学院工学研究院
林 寛之	北海道大学工学部

< リスク評価管理分科会 >

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
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
江馬 眞	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
小野 敦	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
山口 治子	国立医薬品食品衛生研究所
五十嵐 智女	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

< 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
内野 正	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
古閑 豊和	福岡県保健環境研究所
鈴木 俊也	東京都健康安全研究センター

小西 浩之	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
中川 慎也	東京都健康安全研究センター
小田 智子	東京都健康安全研究センター
門上希和夫	北九州市立大学
大窪かおり	佐賀県衛生薬業センター
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
辻 清美	神奈川県衛生研究所
川元 達彦	兵庫県立健康生活科学研究所
井上 亘	兵庫県立健康生活科学研究所
谷畑 智也	兵庫県立健康生活科学研究所
鈴木 雅和	兵庫県立健康生活科学研究所

宮本 紫織	愛媛県立衛生環境研究所
柴田 智弘	埼玉県水質管理センター
齋藤 賢知	埼玉県水質管理センター
柿沼 良介	川崎市上下水道局
野村あづみ	川崎市上下水道局
林 幸範	横須賀市上下水道局
中島 晋也	サイエンスソフトウェア株式会社
古川 浩司	一財)三重県環境保全事業団
中村 弘揮	一財)岐阜県公衆衛生検査センター
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
林 千恵子	千葉県衛生研究所
横山 結子	千葉県衛生研究所
坂田 脩	埼玉県衛生研究所
渡邊 弘樹	埼玉県衛生研究所