

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）
総合研究報告書

水道における水質リスク評価およ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

水道水質基準の逐次見直し等に関して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、暴露評価とリスク評価に関する研究を行った。主要な知見は以下のようである。

微生物：遊離残留塩素が 0.1 mg/L 以上で残留している給水栓からはレジオネラ属はすべて不検出となり、残留塩素管理の重要性が確認された。ウイルスに関する水質指標を提案するため、実態調査を行った。表流水では、PMMoV は、高頻度かつ高濃度で含まれ、浄水処理プロセス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結果が得られた。さらに、PMMoV の除去率は、各種ウイルスと同程度であることの再現性が確認された。しかし、凝集沈澱-砂ろ過処理によるウイルスの除去率は 2-Log 未満であり、ウイルス対策は塩素消毒に依存していることが改めて確認された。クリプトスポリジウム感染を防止するためには従来の 2-Log 除去ではなく、3-Log 以上の徹底が必要であった。

化学物質・農薬：農薬出荷量は 1980 年代以降、減少を続けているが、その中で、除草剤については出荷量、登録製剤数ともに若干増加傾向にある。農薬に関する河川水・原水の検出指標値は、2010～2017 年（平均 0.031）、2013～2015 年（0.033）、今回の 2016～2018（0.053）と増加していた。とくに 2018 年の平均値は 0.077 とこれまでと比べて高い値を示した。目標値が低い農薬の使用と、適切なモニタリングの結果と考えられる。2012 年以降に登録された農薬の中で最も ADI が低く、水稻適用除草剤であるイプフェンカルバゾンは、出荷量が 0.1t 未満の神奈川県においても検出された。近年の農薬出荷量を用いて検出のおそれを再評価したところイプフェンカルバゾンとジウロンについては 3～4 地域で新たに検出される可能性が高まっていた。フィプロニル、ピラゾレートとそれらの分解物の実態を調査したところ、農薬原体そのものより分解物の方が高い濃度で検出されることが示された。今後も分解物に注意する必要がある。既存の農薬データが少ない浄水場における実態調査では、水道原水からは 35 種類、浄水からは 27 種類の農薬類が検出されたが、目標値を超える農薬類の検出は見られなかった。しかし、テフリルトリオン（目標値 2 µg/L）が 1 µg/L 以上の高い濃度で検出されるなど、検出される農薬類には地域ごとに傾向がみられた。アクリロニトリル及び酸化プロピレンの原水、浄水の存在状況調査を実施したが、痕跡以上の検出はなかった。111 件の給水栓水におけるニッケル濃度の実態調査では、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、濃度と給水栓設置年数に関連は見られなかった。500 mL 以上の放流を行えば水質管理値目標値を下回ることが示唆された。

消毒副生成物：ラフィド藻培養株 *Gonyostomum semen* と塩素を反応させると、トリクロロ酢酸が主に生成し、生成能はユーグレナ藻類 *Euglena gracilis* や緑藻類 *Micrasterias hardyi* より 45～70 倍高かった。また、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濃度は 0.01～0.39 µg/L であった。ジクロロヨード酢酸の定量法を構築した。高度浄水処理水と急速ろ過処理水について、臭気強度と全揮発性窒素、トリクロロアミン濃度、遊離残留塩素濃度との関係を見たところ、全揮発性窒素がこれらの指標のなかでは最も有効であった。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。

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。原水の MDMP 6 ng/L を 1 ng/L 以下に低減するには、粉末活性炭 5 mg/L で 1 h 以上の接触時間、20 min 接触では 10 mg/L 以上が必要であった。流入河川に存在するクロラミン類の原因物質の除去についてオゾン処理や粉末活性炭処理の効果は限定的であった。

リスク評価管理:メチダチオン(DMTP)のオキソン体はChE活性阻害性を有することから原体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。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、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。ホルムアルデヒドについては、現行水道水質基準値2.6 mg/Lの濃度の水道水を使用しても、水道水からの揮発からのみによって室内空気濃度が基準室内空気中濃度ガイドライン値(100 mg/m³)を超過する確率は5%以下であった。室内環境におけるホルムアルデヒドの主な発生源が建材や家具などからの揮発であることを踏まえても、許容される水道水中濃度は0.26~0.52mg/Lであった。自然災害などにより一時的に水質汚染の可能性のある化学物質として、水質管理目標設定項目の9項目及び要検討項目の15項目について、短期間曝露を対象とした亜急性評価値[Subacute Reference Dose; saRfD (mg/kg/day)]の算出を試みた。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倍高い値であった。WHOの逐次改正で検討中のニッケル及び有機スズについて、最近の国際的評価についてその情報を収集した。有機スズ化合物(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)の合計値については、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。更に、水道用資機材から溶出し得る化学物質の毒性調査としては、日本水道協会(JWWA)発行の水道用資機材自主規格(JWWA規格)を参照し、水道資機材のめっき、塗装、樹脂、ゴムなどに用いられている化学物質のリスト化を行い、その中で6物質について水道水質の目標値を導出した。

水質分析法:LC/UVあるいはLC/MS/MSによる水道水中のホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド同時分析法を開発した。さらに、臭素酸法のLC/MS/MS分析条件を設定した。「水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン」の真度、併行精度および室内精度の目標を満たしたことから、水道水の標準検査法として利用可能と考えられる。スクリーニング分析用GC/MSデータベースに153農薬を登録できた。さらに、GC/MSスクリーニング分析における精度の検証を行い、分析精度を確保するための情報を整備した。スクリーニング分析の適用により、水道水質の安全性確保に貢献できると考えられる。

これらの成果の一部は、厚生科学審議会(生活環境水道部会)、水道課微生物問題検討会、水質基準逐次改正検討会、水道水質検査法検討会等の資料として活用され、厚生労働告示や通知等に資されるとともに、学術論文(36編)や学会で発表され(109回)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

研究分担者	所属機関	職名
高木 総吉	大阪府立公衆衛生研究所 衛生化学部生活環境課	主任研究員
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
山田 隆志	国立医薬品食品衛生研究所 安全性予測評価部	室長

越後 信哉	京都大学 大学院工学研究科	准教授
大野 浩一	国立保健医療科学院 生活環境研究部	席主任 研究官
片山 浩之	東京大学大学院工学 系研究科	准教授
春日 郁朗	東京大学大学院工学 研究科	講師
広瀬 明彦	国立医薬品食品衛生 研究所総合評価研究 室	部長

西村 哲治	帝京平成大学薬学部	教授
松本 真理子	国立医薬品食品衛生研 究所総合評価研究室	研究員
宮脇 崇	福岡県保健環境研究所 水質課	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

水道水質基準等の逐次見直しには、対象を限定した化学物質の研究ではなく、水道として管理が必要と予想される物質を含めた様々な化学物質や病原体を網羅的かつ体系的に調べる必要がある。さらに、使用量が急激に増えている比較的毒性の高い新規農薬等について、速やかに実態を把握する必要がある。

これまでに申請者らは、クリプトスポリジウムの迅速検出法、ノロウイルスの浄水除去性、オゾン処理におけるNDMAの生成、農薬リスト作成、リスク評価におけるBMD法や水質管理体制などの情報を集積してきたが、水道水質基準等の逐次見直しのためには、今後もそれらを参考にしつつさらなる研究が必要となる。上記を踏まえ、本研究の目的は、水源から浄水場、給配水過程に至るまでの多種多様に存在する微量化学物質や病原生物等の水質リスクを明らかにし、それを総合的に評価し、適切に管理するための評価手法を検討し、水質基準逐次改正検討会などの資料とすることとした。これまでの検討をさらに深化させるとともに、新たに、水道中の化学物質等の総濃度評価や複合影響評価等として同種の毒性を持つ物質に関する評価方法や、国際的に課題となっているニッケルをはじめとする水質基準関連項目について実態調査、検査方法の技術的改善を行った。

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17名の他に53もの水道事業者や研究機関などから137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5名、研究協力者24名)、化学物質・農薬分科会(研究分担者2名、研究協力者19名)、消毒副生成物分科会(研究分担者5名、研究協力者29名)、リスク評価管理分科会(研究分担者4名、研究協力者19名)、水質分析分科会(研究分担者3名、研究協力者46名)である。

(倫理面への配慮)

該当しなかった。

C. 研究結果と考察

(1) 微生物

水道水は、塩素消毒が消失すると雑菌が増殖するが、このことにあまり注意が払われてこなかった。この雑菌を捕食増殖する自由生活性アメーバが存在し、さらにヒトに重篤な肺炎やポンティアック熱を引き起こすレジオネラ属菌が増殖することから、問題となる。この汚染は塩素消毒が無くなると生じてしまい、途中配管、貯水槽、末端給水栓等の衛生的な管理が必要である。汚染指標となる従属栄養細菌数の応用として、配水池の壁面と蛇口の初流水等を測定した。配水池内部の拭き取りでは、水面下の水道水が触れている部分は菌数が少なく、水面より上の触れていない

部分の方が多数であり、残留塩素の有効性を改めて認識した。捨て水をしていない開栓直後の初流水は、残留塩素が消失して従属栄養細菌数が多数検出されるが、医療機関と大学の蛇口がレジオネラ属菌で汚染されている実態が明らかとなった。追加塩素消毒を行い、汚染は改善した。図1に示すように、遊離残留塩素が0.1 mg/L以上で残留している給水栓からはレジオネラ属はすべて不検出となり、塩素消毒の徹底により、レジオネラ汚染は大きく改善した。消毒効果を低下させない適切な清掃や、塩素濃度の向上に管理の徹底といった、注意喚起が改めて必要と考えられた。

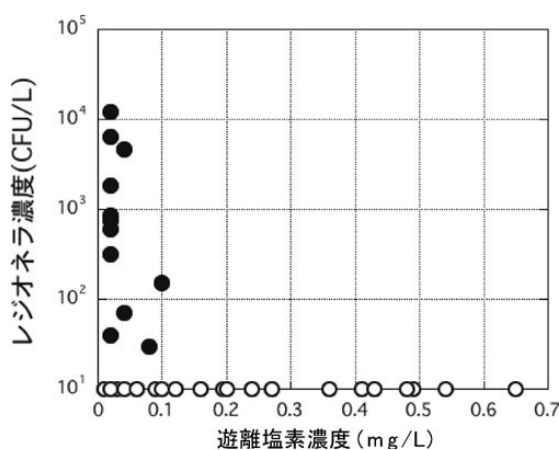


図1 給水栓水の遊離残留塩素濃度とレジオネラ濃度

ウイルスに関する水質指標を提案するため、全国の水道事業体の協力を得て、実態調査を行った。

地下水の病原ウイルス汚染を調査したところ、大腸菌および PMMoV は、ノロウイルス GII が陽性だった試料では不検出であり、地下水中においてノロウイルス GII と挙動が異なる可能性が示唆された。しかし、表流水では、PMMoV は、高頻度 (86~100%) かつ高濃度 (4.5~5.4 log copies/L) で含まれ、浄水処理プロセス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結果が得られた。なお、胃腸炎の流行期はノロウイルス GII が、ロタウイルス A は流行期・非流行期に関わらず検出された。

さらに、水道原水を収集し、ウイルス (アデノウイルス、コクサッキーウイルス、A 型肝炎ウイルス、マウスノロウイルス、トウガラシ微斑ウイルス) を添加して人工原水とし、

凝集沈澱ろ過による除去率を評価した。図2に示すように、トウガラシ微斑ウイルスの除去率は、各種ウイルスと同程度であることの再現性が確認されたことから、ウイルス指標として有効と考えられた。

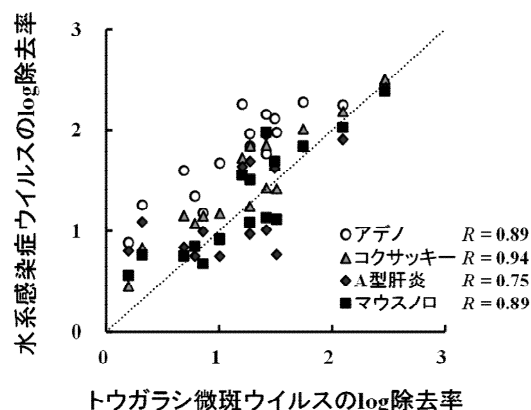


図2 凝集沈澱処理、および凝集沈澱-砂ろ過処理におけるトウガラシ微斑ウイルスと各種ウイルスの除去率の関係

低いウイルス濃度に対応可能な、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、100~5,000 Lからの大容量の試料水に対応可能となった。浄水場 A の凝集沈澱-砂ろ過処理によりトウガラシ微斑ウイルスは 1.6-Log 減少し、室内実験と同程度と再現性が得られた。通年の評価でも 1.3~2.0-Log と、季節的な変動は小さかった。1.6-Log 除去される浄水場 A においては、各種水系感染症ウイルスも 1.6-Log 程度除去されるものと推察された。塩素消毒では、トウガラシ微斑ウイルスが見かけ上 0.2-Log (PCR 法評価) 減少し、実質、水系感染症ウイルスの 4.7-Log 以上の不活化 (例えば PFU 法評価) に相当した。凝集沈澱-砂ろ過処理によるウイルスの除去率は 2-Log 未満であり、ウイルス対策は塩素消毒に依存していることが改めて確認された。

Viability PCR 法を適用する場合、ethidium monoazide (EMA)、propidium monoazide (PMA)、cis-dichlorodiammineplatinum (CDDP) の中では、CDDP が最も誤陽性が少なく、さらに前処理の効果を高めるため界面活性剤 SD を添加した方が高温不活化したウイルスの誤陽性が少なくなることが分かった。このことから、SD を併用した CDDP が

Viability PCR の前処理として最も優れていることが分かった。浄水場における試料からの阻害については、PCR に対する阻害のほうが SD-CDDP 前処理に対する阻害よりも大きく、浄水試料においても SD-CDDP 処理が使えることが分かった。クリプトスポリジウムは塩素消毒に抵抗性があることから、水道を介した散発的な感染が懸念される。現在のクリプトスポリジウム対策は、2 ないし 3-Log の除去（99～99.9%の除去）が可能とされる、濁度 0.1 度以下を維持するろ過（急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過等）が求められている。結果として障害調整生存年数 10^{-6} DALYs あるいは微生物許容感染リスク 10^{-4} /年の目標が達成され、感染リスクは無視できる程度しかないと考えられてきた。ところが感染しやすい種と株が存在し、かつて感染確率は 1 個で 0.4%程度の想定だったのが、今では USEPA で 1 個が 10%程度の感染確率、WHO が 20%と計算の前提が桁違いに変化していた。リスクを再計算した結果、障害調整生存年数 10^{-6} DALYs の目標維持には、従来の 2-Log 除去ではなく、3-Log 以上の除去が必要であった。微生物許容感染リスク 10^{-4} /年の目標には、4-Log 以上が必要であった。対策としては、2～3-Log 除去の急速ろ過によるシングルバリアだけでなく、マルチプルバリアとして紫外線処理や膜処理に、当面の対策として二段凝集の導入、集水域の管理にモニタリングや排水処理の徹底など、水質の維持向上が将来の方向と考えられた。実際問題として、相模川ではクリプトスポリジウム汚染が継続して検出されていた。塩基配列はブタ由来の遺伝子型が多く検出され、幸いヒトに直ちに影響する恐れは低かったが、いつかヒトに感染する型に変化することが恐れられた。畜産排水の汚染を低減する方法として、アンモニアの存在下でアルカリ性にする簡便な処理方法を提案した。濁度 0.1 度の対策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、浄水場出口の濁度で 0.1 度の超過がわずかに認められたが、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を用いる浄水場を検討したところ、清明な浄水の供給が達成されていた。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）農薬・化学物質

農薬要覧 2018 に記載されている平成 29 農薬年度（平成 28 年 10 月～平成 29 年 9 月）の農薬製剤出荷量は約 22.8 万 t で昨年とほぼ同じ量であった。図 3 に示すように、農薬出荷量は 1980 年代以降、減少を続けている。その中で、除草剤の出荷量は平成 22 農薬年度が最も少なく、その後、若干増加傾向にある。登録農薬原体数は平成 29 年 9 月現在 591 種類で、殺虫剤：1062、殺菌剤：896、殺虫殺菌剤：481、除草剤：1551、合計：4314 となっている。図 4 に示すように、殺虫剤の登録製剤数は減少傾向であり、殺菌剤も微減傾向であるが、除草剤に関しては登録製剤数が増加しており、登録農薬全体では平成 16 農薬年度以降増加を続けている。

平成 28～30 年度における農薬実態調査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）と神奈川県衛生研究所及び国立保健医療科学院が実施した結果をとりまとめた。

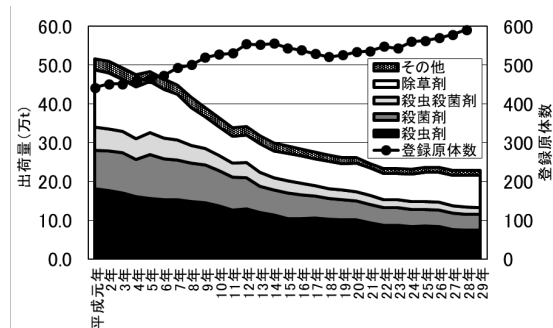


図 3 農薬製剤出荷量と登録原体数の推移

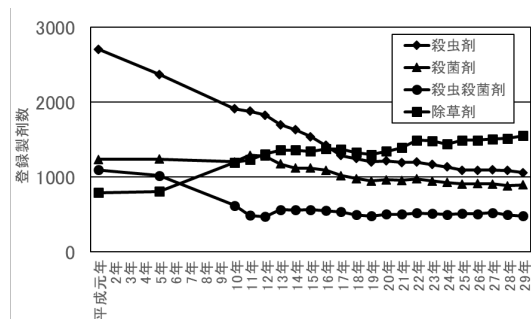


図 4 用途別登録農薬製剤数の推移

3年間の調査を通じて河川水・原水では154種類、浄水では93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河川水、原水、浄水全てで除草剤が最も多かった。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）が河川水・原水では92種、浄水では53種が検出されており、河川水・原水では対象農薬の約77%が検出されている。それ以外のカテゴリーでは河川水・原水はその他農薬が30種、未分類農薬が20種、浄水ではその他農薬が21種検出されていた。

平成28～30年度の実態調査における検出指標値の推移をみると、平成28～30年度実態調

査における検出指標値の最大値は、河川水・原水が1.80、浄水が0.010であった。河川水・原水の2010～2017年の検出指標値の平均値は0.031、前回の研究期間で2013～2015年の検出指標値の平均値は0.033であったが、今回の調査期間における検出指標値の平均値は0.053、2018年における平均値は0.077とこれまでと比べて高い値を示した（図5）。これは目標値が低い農薬が実際に使われ、それらを適切にモニタリングし、検出された結果と考えられる。

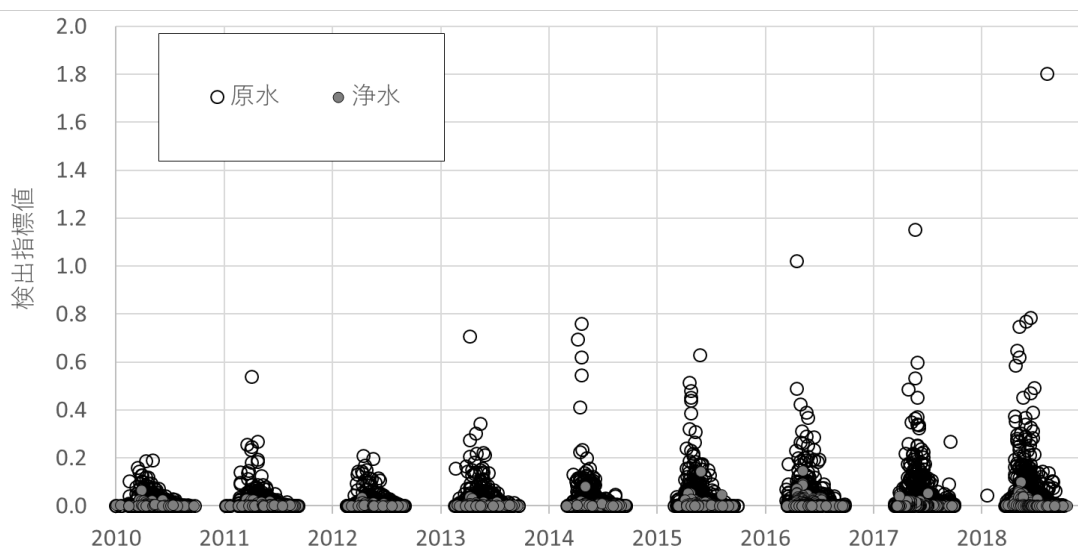


図5 平成28～30年度全国10事業体と神奈川衛研全国農薬実態調査における検出指標値の推移

テフリトリオ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は検出指標値が高くなることもある。2012年以降に登録された農薬の中で最もADIが低く、水稻適用除草剤であるイプフェンカルバゾンについて分析方法の検討を試み、実態調査を実施した。調査を実施した神奈川県における出荷量は0.1未満とわずかであるが、調査を実施したいずれの河川からもイプフェンカルバゾンが検出された。イプフェンカルバゾンの出荷は増加することが予想されるが、

新潟県のように既に出荷量が10tを超える地域もあるため（図6）、これらの地域の検出実態を把握する必要があると考える。

さらに、近年の農薬出荷量を用いて、現行の農薬リストに記載されている農薬等の検出のおそれを再評価したところ、H24-26からH25-27へ更新した場合、対象農薬リスト掲載農薬類で4農薬、それ以外で4農薬が抽出された。イプフェンカルバゾン及びジウロンは、3～4地域で新たに検出される可能性が高まっていた。

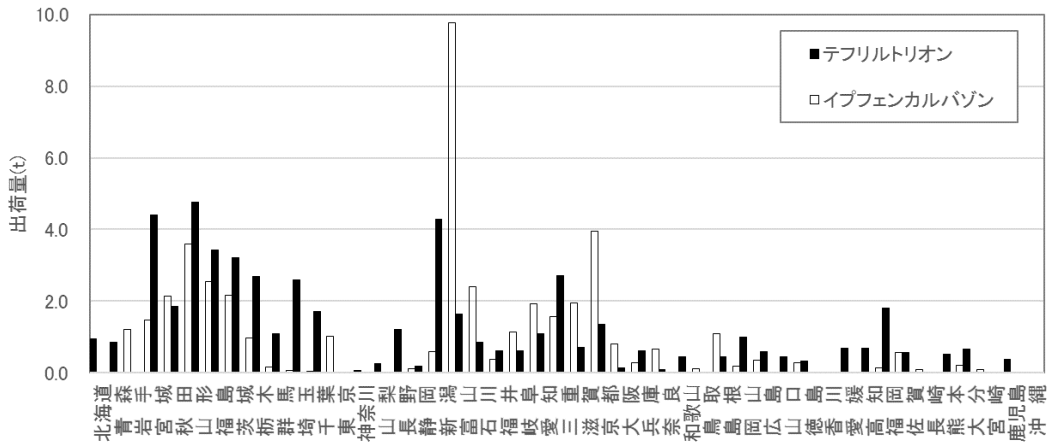


図6 各都道府県の出荷量 (H27 農薬年度)

水道においては、農薬は水源での分解や浄水処理における塩素化、分解の影響を考慮する必要がある。テフリトリオンの農薬分解物については環境中や浄水処理の塩素処理によりほぼ等量の CMTBA に変化するが、CMTBA はトリケトン構造を有しないため、個別農薬評価値への算入は必要ないと考えられた。ただし、その他にも分解物の検討が必要な農薬があると考えられる。フィプロニルとその分解物について神奈川県内の 5 河川で実態を調査したところ、いずれの河川からもフィプロニルとその分解物であるフィプロニルスルフィドとフィプロニルスルフォンが検出された。フィプロニルスルフォンの検出濃度はフィプロニルの検出濃度の概ね 2~3 倍であり、フィプロニルスルフィドの検出濃度はフィプロニルの検出濃度の概ね 4 割程度であった。また、ピラゾレートは加水分解産物で除草活性の本体である DTP[4-(2,4-ジクロロベンゾイル)のみが環境中から検出された。殺虫剤であるフィプロニルと除草剤であるピラゾレートとそれらの分解物について調査を実施したが、いずれの物質も農薬原体そのものより分解物の方が高い濃度で検出されることが示された。今後も分解物に注意する必要がある。

直接注入 - LC/MS/MS 法を用いて、神奈川県内の相模川中流～下流域の水道水源となる河川水に加えてこれまでに農薬類の実態調査の実績が少ない全国の 11 か所の浄水場とそれらの原水について、農薬の実態調査を行った。

相模川中流～下流域の河川水・原水からは 42 種類、水道水からは 19 種類の農薬類等が検出された。特に、メタミドホスは調査期間を通して一度のみであるが、ある地点（平泉橋）において水道水の目標値を上回る 1.76 μg/L の濃度で検出された（採水日は H30.8.22）。河川から検出された農薬類の中には、キノクラミン（ACN）、フェノプロカルブ（BPMC）、プロマシル、ベノミル等、農薬の登録保留基準値における環境予測濃度（PEC）を大きく上回るものが複数確認された。

既存の農薬データが少ない全国の浄水場における実態調査地点では、水道原水からは 35 種類、浄水からは 27 種類の農薬類が検出された。水道原水および浄水から目標値を超える農薬類の検出は見られなかった。水道原水に注目すると、ジノテフラン、イプフェンカルバゾンは東北日本海側の採水地点でのみ検出される、テフリトリオン（目標値 2 μg/L）が採水地点山形県最上川地域で 1 μg/L 以上の高い濃度で検出されるなど、検出される農薬類には地域ごとに傾向がみられた。

アクリロニトリル及び酸化プロピレンについて、原水、浄水の存在状況調査を実施した。化学物質・農薬分科会の 10 事業体及び 2 協力事業体（大阪市水道局、埼玉県企業局）に原水及び浄水の採水依頼を行い、検出状況を調査した。分析の結果、アクリロニトリルは、いずれも原水には痕跡以上の物質は検出されなかった。浄水試料では、C 浄水場の浄水、F 浄水場の浄水及び S 浄水場の浄水で検出された。値はいずれも 0.00002(mg/L)であった。当

検出された。酸化プロピレンは全ての検体において不検出であった。今後もこのようなデータの少ない化学物質についても情報を収集する必要がある。

給水栓におけるニッケルの実態調査では、111件の給水栓調査を実施したところ、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、濃度と給水栓設置年数に明確な関連は見られなかった(図7)。

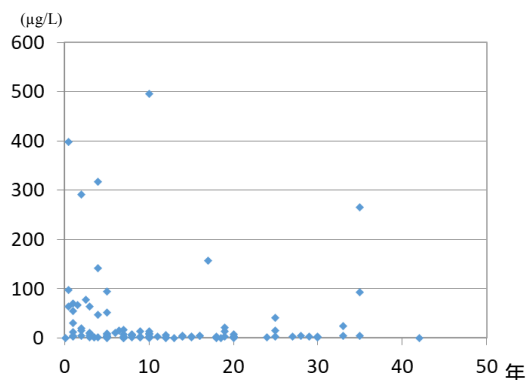


図7 ニッケル測定結果(設置年数順)

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、一晩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8)。滞留水の鉛については、基準値を超過している箇所が32件見られたが、流水については全て基準値未満であった。

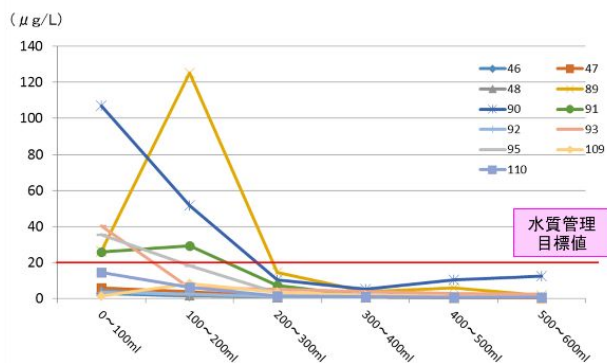


図8 ニッケル濃度に関する給水栓内の連続採水調査結果

(3) 消毒副生成物

ラフィド藻 *Gonyostomum semen* の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、ジクロロ酢酸が生成した。反応時間が1hと短くても、クロロホルムおよびトリクロロ酢酸は生成した(図9)。さらに、ラフィド藻類培養株のトリクロロ酢酸生成能はユーグレナ藻類 *Euglena gracilis* や緑藻類 *Micrasterias hardyi* より45~70倍高いことがわかった。さらに、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。

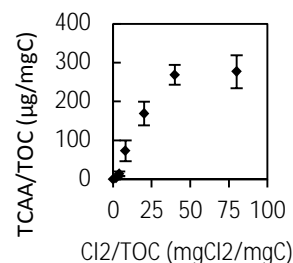
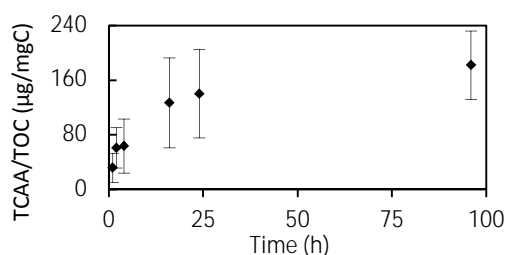


図9 反応条件がラフィド藻類 *G. semen* のトリクロロ酢酸生成能に与える影響(n=3)。TCAAはトリクロロ酢酸(上)反応時間(下)塩素添加量

緩速ろ過池におけるハロ酢酸の制御方法としてはろ過池への活性炭の敷き込みが有効であるが、このとき累積色度を指標とした管理により活性炭の延命化が可能であった。

全国の21浄水場から配水される水道水中のI-THMs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。ジクロロヨード酢酸(DCIAA)を2,4,6-トリヨードフェノール(TIP)と塩素の反応から合成した。TIPと塩素との反応の過程で同時に生成

されるクロロヨード酢酸 (CIAA) 等を分離・除去し、ICP-MS を用いた Total-I と LC-MS/MS のよる I- を測定することで、DCIAA の定量的ための検量線を作成できることを示した。置換基がない、あるいは p 位に置換基があるフェノール類、芳香族アミン類は、塩素処理による DCBQ 前駆物質であった。芳香族アミン類からの DCBQ の生成経路は、3,5-DCQC を経て生成することがわかった。

全国 12 浄水場の全ての水道水から 1 種以上のハロアセトアミド類 (HAcAms) の存在が示され、その総濃度は 0.3 ~ 3.8 $\mu\text{g/L}$ の範囲であった。di-HAcAms が主な HAcAms であった。処理工程での塩素処理で HAcAms は生成し、生成した HAcAms はオゾン処理や促進酸化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。

クロロホルム (CF) の生成に関連する浄水処理対応困難物質の浄水処理性について調査を行った結果、オゾン処理ならびに GAC 処理では、すべての物質に対し高い処理性を示した。急速砂ろ過処理では、アセトンジカルボン酸を除く調査対象物質の除去性は低いことが明らかになった。以上の結果から、調査対象物質の除去に対し、オゾン処理および GAC 処理が有効であることが明らかになった。

「過去に水質事故の原因となった物質等」の一つであるシクロヘキシルアミン (CHA) の主な塩素反応物として、5 つが同定された。また、これらのピーク以外に、さらに強度が高い特徴的な 2 つのピークを検出し、その一方が「たまねぎ腐敗臭」との関連が高い臭気原因物質と推測されたが、装置付属のライブラリでは同物質を同定するには至らなかった。CHA のオゾン接触後の試料に塩素を添加すると、オゾン接触時間 18 min 以上からは異臭は検知されず、また、臭気原因物質と推測されるピークの減少が確認された。

消毒副生成物に関する文献調査を行い、関連文献数が増加していること、ヨウ素含む副生成物に関する研究、個別物質と塩素の反応生成物に関する研究が多いことを示した。

高度浄水処理水と急速ろ過処理水について、を測定し、全揮発性窒素

臭気強度 (TON) と全揮発性窒素 (TPN)、 NCl_3 濃度、遊離残留塩素濃度との関係を見たところ、TPN が TON の指標としては最も有

効であり、 NCl_3 がその次に有効であった (図 10)。

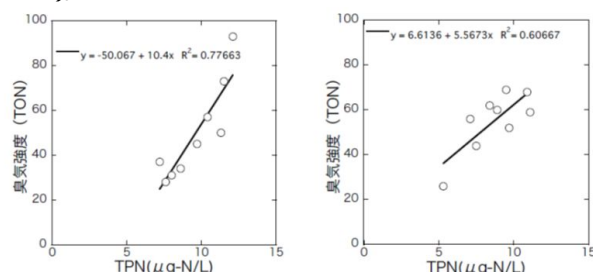


図 10 TPN と TON の比較 ((左) 高度浄水処理水、(右) 急速ろ過水)

Gas chromatography mass spectrometry / olfactometry (GC/O) 分析と臭気三点比較法を組み合わせることにより、フェニルアラニン塩素処理溶液の有する臭気のうち、60% を説明することができた。全国 15 浄水場の原水を塩素処理し、GC/O により生成した臭気の実験結果から、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。2 つの浄水場原水を塩素処理した試料の塩素処理由来の臭気について、GC/O を用いて解析を行ったところ、臭気の構成は原水により異なるが、共通する臭気があることがわかった。金町浄水場原水を GC/O 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、いずれも臭気は異なった。阿賀野川で発生した工場排水を原因とする異臭味原因物質である臭気物質 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、PAC で 1 ng/L 以下に低減するには、5 mg/L の添加濃度では 1 h 以上の接触時間が必要であること、20 min の接触時間では、10 mg/L 以上が必要であることが示された。流入河川に存在するクロラミン類の原因物質の除去についてオゾン処理や PAC 処理の効果は限定的であった。一級アルキルアミン、二級アルキルアミンの場合、塩素処理によるアルキルアミンからのクロラミンの生成特性は

分子構造にほとんど影響を受けなかった。

(4) リスク評価管理

(4-1) 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

メチダチオン(DMTP)を含む水溶液を塩素処理し、DMTP からオキソン体が生成されるか否かを調べるとともに、塩素処理試料の誘発するChE活性阻害性を経時的に定量し、ChE活性阻害性へのオキソン体の寄与を評価した。その結果、塩素処理試料の誘発するChE活性阻害性には、オキソン体が大きく寄与していることが示された(図11)。すなわち、現行の水質管理目標設定項目における「農薬類」では測定対象に組み込まれていないDMTP オキソン体を測定対象に組み込み、DMTP 原体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。

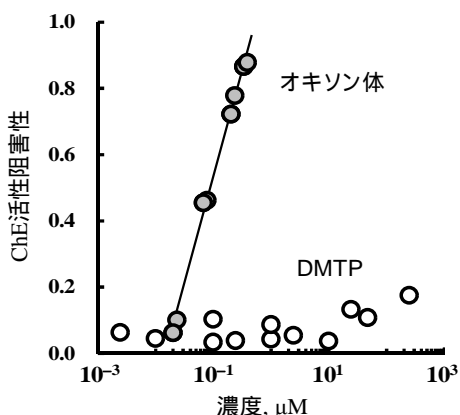


図11 メチダチオン(DMTP)原体とそのオキソン体のChE活性阻害

ダイアジノンを含む水溶液を塩素処理し、その処理過程で試料の誘発するChE活性阻害性を定量するとともに、それに寄与する分解物を同定したところ、生成されたオキソン体で、試料の誘発するChE活性阻害性が説明できることが分かった。すなわち、現行の水質管理目標設定項目における「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、そのオキソ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」との管理法はダイアジノンについて妥当であると判断された。

(4-2) 間接摂取を考慮した水道水質基準値の評価

トリクロロエチレン(TCE)について、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、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(図12)。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。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についても現行基準値の妥当性が確認された。

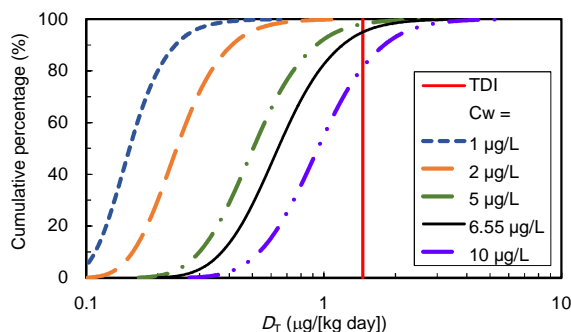


図12 モンテカルロシミュレーションによって得られたTCE暴露量分布比較

ホルムアルデヒドのヘンリー定数はクロロホルムと比較して約 $1/10^4$ と非常に小さく、揮発量も同様に小さいと思われたが、30分の気液接触時の非平衡状態における分配係数 K'_d を実測したところ、その比は約 $1/500$ であった。ホルムアルデヒドとクロロホルムの K'_d の比と、実家庭でのクロロホルムの K'_d の分布を用いて、ホルムアルデヒドの空气中濃度分布を作成した。室内環境におけるホルムアルデヒドの主な発生源が建材や家具などからの揮発であることを踏まえ、水道水からの揮発が主な暴露源にならないように、室内空気濃度の基準値に割り当て率を乗じて水道水からの間接暴露量を評価した。仮にWHOの室内空气中濃度ガイドライン値の20%または10%を水道水由来の揮発分への割り当て率をすると、許容される水道水中濃度はそれぞれ0.52 mg/L, 0.26 mg/Lであった。これらの値はカナダのガイドライン値(0.35 mg/L)に近く、揮発分の吸入リ

スクを考慮している日本の水道水基準よりも大きい値であった。

(4-3) 水道汚染物質の亜急性評価値に関する研究

日本の水質管理目標設定項目及び要検討項目の24項目について参照値を算出することができた。設定したsaRfDをTDI又はVSDと比較した結果、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)、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。これは、フタル酸エステル類のエンドポイントが発生毒性であり、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。アニリンについても血液に対する毒性影響が長期曝露と短期曝露でほぼ同レベルで認められたことからアニリンのTDIをsaRfDとして採用した。また、過塩素酸の水道水中の目標値は、甲状腺へのヨウ素取り込み障害をエンドポイントとしたヒトボランティア実験から定められており、PMTDI(暫定最大1日耐容摂取量)を根拠として水道水中の目標値が定められている。一日単位の耐容摂取量が目標値の設定根拠であることから、本評価でもPMTDIの値をsaRfDと定めた。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。

一方、MTBEと1,1,1-トリクロロエタンについては、亜急性参照値が目標値に対し数百倍高い値となった。この理由は、これらの物質が慢性毒性影響に基づく値より一桁程度低い臭気の閾値を元に目標値が設定されていることによるものであった。MTBEと1,1,1-トリクロロエタンほどの差はないものの、1,2,3-トリクロロベンゼンの水中の臭気閾値(10 µg/L)は健康影響に基づき導出された評価値(20 µg/L)よりも低いとされている。これらの項目については、設定した亜急性参照値が現実的な値であるかは議論の余地がある。エピクロロヒドリンの亜急性参照値は暫定目標値の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。

本評価で算出した亜急性参照値はいずれも目標値の4から40倍の値として設定することができた。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、給水停止までの措置は必要ないとの判断ができるだろう。

水道水は、飲用、炊事、洗濯、風呂、水洗便所のみならず、空調用水、冷却水、消防用水等の都市活動や医療活動に使用されており、都市機能や公衆衛生の維持に不可欠なものである。従って、事故等で汚染物質濃度が目標値を超えた場合でも、その濃度や推測される曝露期間等を考慮して慎重に対応する必要がある。本研究では、このような一時的な水質汚染の際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。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。

(4-4) 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

ニッケルの経口経路の毒性評価について近年の評価状況を調査した結果、ヒトのニッケルアレルギー患者のアレルギー反応を基に許容値等が設定される方向にあることが示された。

ヒト(患者)のアレルギー反応に基づいた目標値の算出について、経口投与によるアレルギー反応は、0.3~5.6 mg/day(6~110 µg/kg/day)の投与量で陽性反応が現れているため、ヒトのLOAELは6 µg/kg/day(NOAEL)であった。一方、用量反応評価の結果から、BMDL10は、1.1 µg/kg/day(NOAEL)と推定されている。成人が1.1~6 µg/kg/dayニッケルを摂取する場合の水中濃度は28~150 µg/L相当と算出される。しかし、食品からのニッケルの平均的摂取量は、前述のTDIを越えていることに加え、食品から摂取したニッケルの吸収量は、飲料水からの吸収量より著しく低い。また、被験者(患者)は通常の食事から既に相当量のニッケルを摂取していると想定される。したがって、ニッケル摂取量の寄与率の考え方は単純に適用できないため、飲水投与による評価が重要となると考えられる。なお、感受性の高いヒトの知見によるNOAELは、殆どのヒトの有害影響を防げる用量であると推測される。

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 $\mu\text{g/L}$ (スズとして 0.6 $\mu\text{g/L}$) 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 $\mu\text{g/kg/day}$) 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 $\mu\text{g/day}/60\text{kg}$) 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。

(4-5) 水道器材から溶出し得る化学物質の毒性調査

水道用資機材から溶出し得る化学物質の中で特に毒性情報収集の必要のあると考えられる物質として、1,2-及び 1,3-ブタジエン、2,4-トルエンジアミン、アクリル酸、酢酸ビニル及びヒドラジンの毒性情報を収集した。これらの物質は水道水質の要検討項目となっているものの目標値の設定はなされていないが、いずれの物質についても水道水質の目標値を導出し得る毒性情報が存在することが示された。平成 15 年の水質基準の見直し検討の際には、これらの物質の水道水での検出状況は不明であった。水道管の老朽化に伴う汚染の可

能性も否定できないため、今後知見が収集されることが望まれる。今回調査した物質の内、ブタジエンは常温で気体であり、水に対して微溶 (735 mg/L (25)) であることから、資機材から溶出したブタジエンの水道水を介する曝露の可能性は非常に限定的であると推測された。また、最も低い人健康影響に対する評価値 (0.21 $\mu\text{g/kg/day}$) が得られたヒドラジンは、エポキシ樹脂粉体塗装の熱硬化剤として用いられているが、粉体塗装焼き付け後に資機材へに残留する可能性は低いと推測されることから、エポキシ樹脂粉体塗装由来のヒドラジンの曝露量も極めて限定的であると考えられた。しかしながら、ヒドラジンは水に易溶であり、かつ毒性の高い物質であることが示された事から、河川、湖沼、地下水、又は水道水等での検出状況等などと照らし合わせ、必要に応じて今後要検討項目として注力すべき物質であることが示唆された。

(5) 水質分析法

(5-1) 液体クロマトグラフィーによる水道水中のホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド同時分析法の開発と妥当性評価

水道水中のホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒドを迅速・簡便に分析するために、2,4-ジニトロフェニルヒドラジン (DNPH) で誘導体化した試料を LC/UV あるいは LC/MS/MS により測定する方法を検討した。

前処理方法の検討の結果、水道水 10 mL に対して 1% 塩化アンモニウム溶液 50 μL を加えて残留塩素を除去した後、20% リン酸 0.2 mL と 0.1% DNPH 溶液 0.5 mL を加えて混合し、室温で 20 分間静置して誘導体化した試料を試験溶液として測定した。UV と MS/MS (SIM および SRM) いずれの検出器を用いた場合もホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド-DNPH 誘導体のピークは短時間で良好に分離し、ホルムアルデヒドの基準値の 1/10 の濃度 (0.008 mg/L) まで高精度に分析できた。

さらに、本研究で確立した分析法が全国の水道水質検査に適用できるかどうかを検証するために、15 機関において水道水を用いた添加回収試験を行った。LC/UV, LC/MS/MS (SIM) および LC/MS/MS (SRM) による各機関における添加試料の真度をそれぞれ図 3-6 に示す。厚生労働省による「水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン (以下、ガイドライン) 22) では、添加回収試験による妥当性評価に

おける真度の目標として、70～120%の範囲が示されている。本研究における各機関のホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒドの定量値の真度は、LC/UV では78～111%および74～112%、LC/MS/MS (SIM) では86～109%および76～104%、LC/MS/MS (SRM) では83～116%および73～119%であり、いずれの検出器を用いた場合も全機関においてガイドラインの目標を満たす良好な結果が得られた。なお、検出器の違いや、対象物質の違いによる真度の差はみられなかった。UV と MS/MS (SIM および SRM) いずれの検出器を用いた場合も、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドについて「水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン」の真度、併行精度および室内精度の目標を満たしたことから、本分析法は水道水の標準検査法として利用可能と考えられる。

(5-2) 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

水道水中の臭素酸を既存の告示法よりも高精度かつ迅速・簡便に分析するために、陰イオン交換と逆相の両方の機能を有するミックスモードカラムを用いて、水道水中の臭素酸と他の陰イオンを分離できる LC/MS/MS 分析条件について検討した。さらに、本研究で確立した分析法が全国の水道水質検査に適用できるかどうかを検証するために、水道事業者等の23機関において水道水を用いた添加回収試験を行い、得られた結果について解析・評価した。

その結果、機関の試験の真度は73～118%の範囲にあり、いずれの機関においても厚生労働省の「水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン」の目標(70～120%)を満たす良好な結果が得られた。また、各機関の併行精度は0.43～14%の範囲にあり(図7)、ほとんどの機関で10%未満であった。さらに、各添加濃度における室間精度は、添加濃度0.01 mg/L で9.1%、添加濃度0.001 mg/L で10%であり、上記の妥当性評価ガイドラインの室内精度の目標(基準値の1/10において<30%、基準値において<20%)を満たした。以上のことから、本分析法は水道水中の臭素酸を基準値の1/10まで精度よく分析可能な方法であると評価できる。なお、本分析法は塩素酸についても分析が可能であり、現在、別表第16の2(イオン

クロマトグラフ法)のみが規定されている塩素酸についても、より高精度に分析が可能であると考えられることから、今後は、本分析法を用いて塩素酸の分析精度についても検証する予定である。

(5-3) GC/MS および LC/MS スクリーニング分析用データベースの構築

対象農薬リスト掲載農薬類(分析対象143種)、要検討農薬類(分析対象16種)、その他農薬類(分析対象84種)および除外農薬類(分析対象16種)を併せた合計259種農薬のうち、GC/MS データベースについては、既に153種(全体の59%)を登録できた。今後は、さらに17種の農薬を登録し、170種(全体の66%)の農薬をスクリーニング分析可能なデータベースの構築を目指す(表2)。一方、LC/MS/MS データベースに関しては204種(全体の79%)の農薬の登録を目指す。これらのデータベースを用いたスクリーニング分析の適用により、水道水質の安全性確保に貢献できると考えられる。

(5-4) GC/MS スクリーニング分析における精度の検証

GC-MS データベースについては、農薬類を対象とした GC-MS を用いたスクリーニング分析の検討を行った結果、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。これらのデータベースを用いたスクリーニング分析の適用により、水道水質の安全性確保に貢献できると考えられる。

(5-5) GC/MS スクリーニング分析における装置性能の評価

GC/MS スクリーニング分析における装置性能を調べるため、水道クライテリア(24種)と市販クライテリア(18種)を用いて評価試験を行った。その結果、マトリックス負荷による定量値や保持時間への影響に関しては、両クライテリアの間で大きな差はなかったが、ピーク形状への影響のタイミングについては明らかな差が認められた。

このことは、本スクリーニング法を水道水質

の検査に適用する上で重要な知見となる。すなわち、早い段階でピーク形状への影響が現れるペンシクロン等（水道クライテリア）を基準にメンテナンス時期を判断した方が、分析精度を確保する上で望ましいと考えられる。

本試験の成果は、水道水質の検査スクリーニング分析法を実用化する上で有用な情報になると期待される。

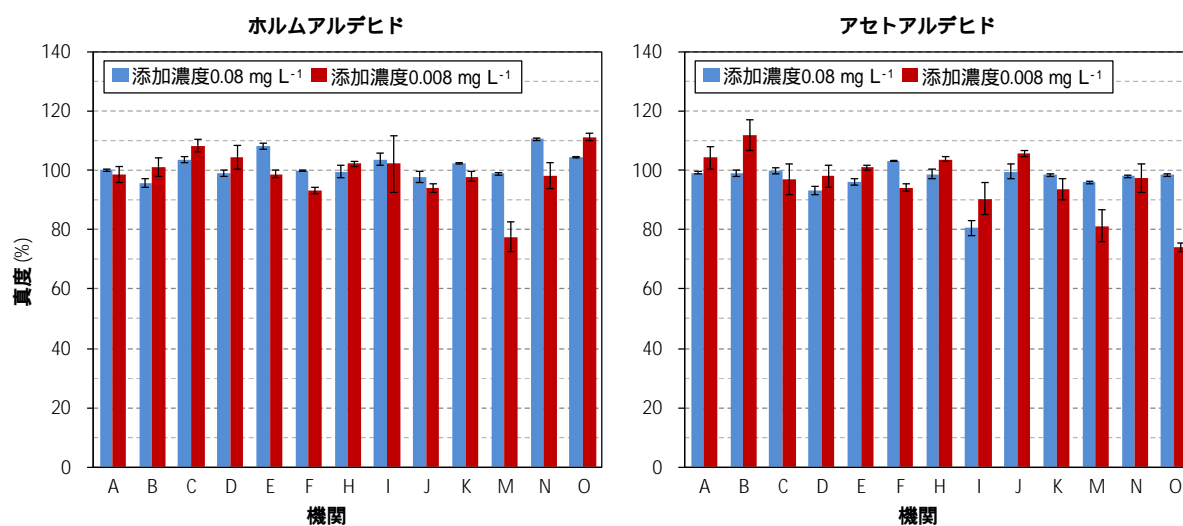


図3 LC/UVによる各機関の試験の真度（平均±S.D.）

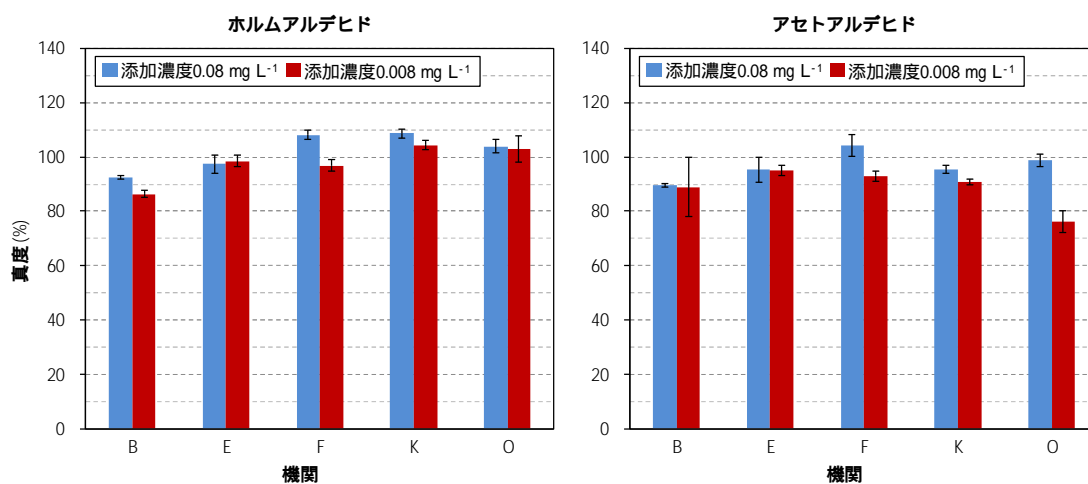


図4 LC/MS/MS (SIM)による各機関の試験の真度（平均±S.D.）

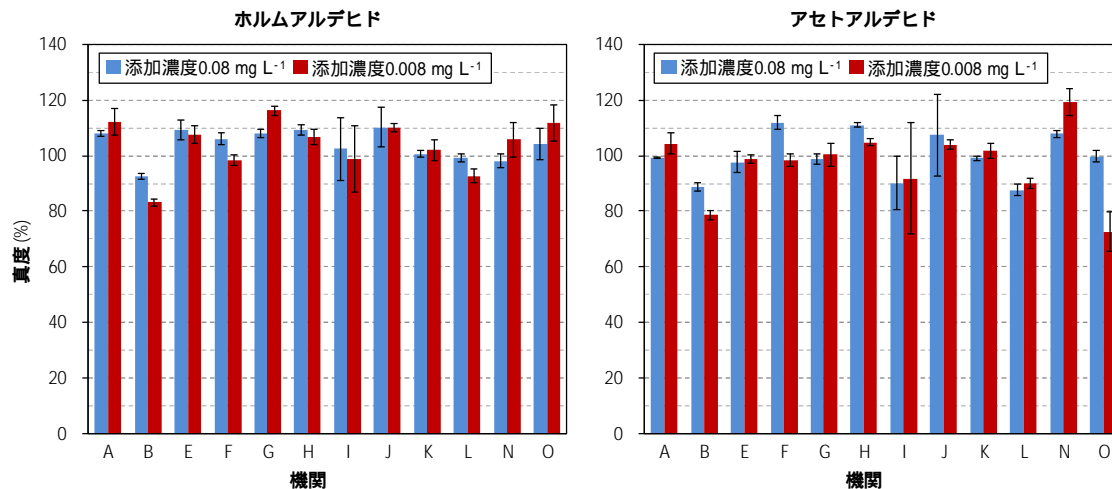


図5 LC/MS/MS (SRM) による各機関の試験の真度 (平均 ± S.D.)

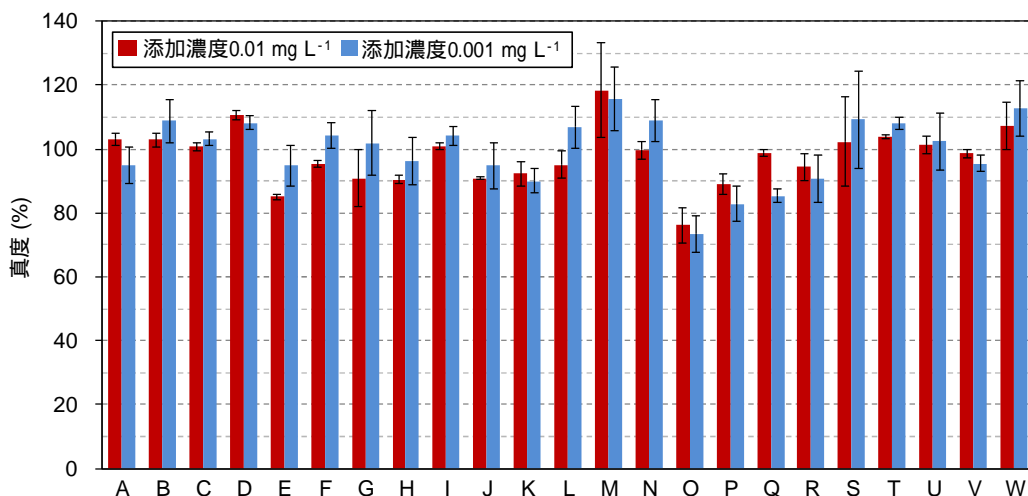


図7 各機関の試験の真度 (平均 ± S.D.)

表2 農薬類のデータベース開発状況まとめ

分類	GC	PT	LC
農薬 DB に既に登録済みの物質数 ()	153	0	0
農薬 DB にこれから登録予定の物質数 ()	17	2	204
完成版の農薬 DB の合計物質数 (+)	170	2	204
現在の農薬 DB のリスト掲載全農薬のカバー率	59%	0%	0%
完成版の農薬 DB のリスト掲載全農薬のカバー率	66%	1%	79%

D. 結論

微生物：水道水は、塩素消毒が消失すると雑菌が増殖するが、このことにあまり注意が払われてこなかった。この雑菌を捕食増殖する自由生活性アメーバが存在し、さらにレジ

オネラ属菌が増殖することから、問題となる。遊離残留塩素が0.1 mg/L以上で残留している給水栓からはレジオネラ属はすべて不検出となり、塩素消毒の徹底により、レジオネラ汚染は大きく改善した。消毒効果を低下させない適切な清掃や、塩素濃度の向上に管理の徹

底といった、注意喚起が改めて必要と考えられた。

ウイルスに関する水質指標を提案するため、全国の水道事業体の協力を得て、実態調査を行った。地下水では大腸菌およびトウガラシ微斑ウイルス(PMMoV)検出とノロウイルスGIIの検出傾向は異なっていたが、表流水では、PMMoVは、高頻度かつ高濃度で含まれ、浄水処理プロセス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結果が得られた。さらに、PMMoVの除去率は、各種ウイルスと同程度であることの再現性が確認されたことから、ウイルス指標として有効と考えられた。凝集沈澱-砂ろ過処理によるウイルスの除去率は2-Log未満であり、ウイルス対策は塩素消毒に依存していることが改めて確認された。Viability PCR法を適用する場合、界面活性剤SDを併用したdichlorodiammineplatinumがViability PCRの前処理として最も優れ、浄水試料においても使えることが分かった。

クリプトスポリジウム感染を防止するためには従来の2-Log除去ではなく、3-Log以上の徹底が必要であった。さらに、微生物許容感染リスク 10^{-4} /年の目標には、4-Log以上が必要と考えられた。対策としては、2~3-Log除去の急速ろ過によるシングルバリアだけでなく、マルチプルバリアとして紫外線処理や膜処理に、当面の対策として二段凝集の導入、集水域の管理にモニタリングや排水処理の徹底など、水質の維持向上が将来の方向と考えられた。

化学物質・農薬：農薬出荷量は1980年代以降、減少を続けているが、その中で、除草剤の出荷量は平成22農薬年度以降、若干増加傾向にある。除草剤に関しては登録製剤数も増加しており、そのため登録農薬全体では平成16農薬年度以降増加を続けている。

河川水・原水の2010~2017年の検出指標値の平均値は0.031、前回の研究期間で2013~2015年の検出指標値の平均値は0.033であったが、今回の調査期間における検出指標値の平均値は0.053、2018年における平均値は0.077とこれまでと比べて高い値を示した。これは目標値が低い農薬が実際に使われ、それらを適切にモニタリングし、検出された結果と考えられる。

テフリルトリオ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

農薬は検出指標値が高くなることがある。2012年以降に登録された農薬の中で最もADIが低く、水稻適用除草剤であるイプフェンカルバゾンの実態調査を実施した。調査を実施した神奈川県における出荷量は0.1未満とわずかであるが、調査を実施したいずれの河川からもイプフェンカルバゾンが検出された。さらに、近年の農薬出荷量を用いて、現行の農薬リストに記載されている農薬等の検出のおそれを再評価したところ、イプフェンカルバゾン及びジウロンは、3~4地域で新たに検出される可能性が高まっていた。イプフェンカルバゾンの出荷は増加することが予想される。

フィプロニルとその分解物も含めて神奈川県内の5河川で実態を調査したところ、いずれの河川からもフィプロニルとその分解物であるフィプロニルスルフィドとフィプロニルスルフォンが検出された。ピラゾレートについても加水分解産物で除草活性の本体であるDTP[4-(2,4-ジクロロベンゾイル)-1,3-ジメチル-5-ヒドロキシピラゾール]が検出された。いずれの農薬についても、原体そのものより分解物の方が高い濃度で検出されることが示された。今後も分解物に注意する必要がある。

既存の農薬データが少ない全国の浄水場における実態調査地点では、水道原水からは35種類、浄水からは27種類の農薬類が検出された。しかし、水道原水および浄水から目標値を超える農薬類の検出は見られなかったが、テフリルトリオン(目標値 $2\mu\text{g/L}$)が採水地点山形県最上川地域で $1\mu\text{g/L}$ 以上の高い濃度で検出されるなど、検出される農薬類には地域ごとに傾向がみられた。

アクリロニトリル及び酸化プロピレンについて、原水、浄水の存在状況調査を実施した。アクリロニトリルは、いずれも原水には痕跡以上の物質は検出されなかった。酸化プロピレンは全ての検体において不検出であった。

111件の給水栓水におけるニッケル濃度の実態調査では、滞留水において管理目標値(0.02mg/L 以下)を超過した箇所は22件みられたが、濃度と給水栓設置年数に関連は見られなかった。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。

消毒副生成物：緩速ろ過における八口酢酸の制御法としての敷き込み活性炭の管理批評

として累積色度は有効であった。ラフィド藻培養株 *Gonyostomum semen* と塩素を反応させると、トリクロロ酢酸が主に生成し、生成能はユーグレナ藻類 *Euglena gracilis* や緑藻類 *Micrasterias hardyi* より45～70倍高かった。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濃度は0.01～0.39 µg/Lであった。ジクロロヨード酢酸を2,4,6-トリヨードフェノールと塩素の反応から合成し、全ヨウ素濃度とヨウ化物イオン濃度を測定することで、ジクロロヨード酢酸の定量のための検量線を作成できることを示した。置換基がない、あるいはp位に置換基があるフェノール類、芳香族アミン類は、塩素処理による2,6-ジクロロ-1,4-ベンゾキノン前駆物質であった。全国12浄水場の全ての水道水中のハロアセトアミド類の総濃度は0.3～3.8 µg/Lの範囲であった。処理工程での塩素処理で生成したハロアセトアミド類はオゾン処理や促進酸化処理では分解されなかったが、その後の生物活性炭処理で除去された。全ハロアセトアミド生成能の除去率は、50～75%であった。クロロホルム生成に関連する浄水処理対応困難物質は、オゾン処理ならびに粒状活性炭で処理される。シクロヘキシルアミンの主な塩素反応物として、5つが同定された。シクロヘキシルアミンのオゾン接触後の試料に塩素を添加すると、オゾン接触時間18 min以上からは異臭は検知されなかった。高度浄水処理水と急速ろ過処理水について、臭気強度と全揮発性窒素、トリクロロアミン濃度、遊離残留塩素濃度との関係を見たところ、全揮発性窒素がこれらの指標のなかでは最も有効であった。GC/O分析と臭気三点比較法を組み合わせるにより、フェニルアラニン塩素処理溶液の有する臭気のうち、60%を説明することができた。全国15浄水場の原水を塩素処理し、GC/Oにより生成した臭気の結果から、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。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。原水のMDMP 6 ng/Lを1 ng/L以下に低減するには、粉末活性炭5 mg/Lで1 h以上の接触時間、

20 min接触では10 mg/L以上が必要であった。流入河川に存在するクロラミン類の原因物質の除去についてオゾン処理や粉末活性炭処理の効果は限定的であった。

リスク評価管理：メチダチオン(DMTP)を含む水溶液を塩素処理し、DMTPからオキソン体が生成されるか否かを調べるとともに、塩素処理試料の誘発するChE活性阻害性を定量し、ChE活性阻害性へのオキソン体の寄与を評価した。その結果、塩素処理試料の誘発するChE活性阻害性には、オキソン体が大きく寄与していることが示された。DMTPオキソン体をDMTP原体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。

揮発性有機物のトリクロロエチレン (TCE) とテトラクロロエチレン (PCE) やトリハロメタン類 (THMs)、ハロ酢酸類 (HAAs)、ホルムアルデヒドの暴露評価を行い、水質評価値、割当率、間接飲水量を算出した。その結果、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、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。一方、PCE、THMs、HAAsについては現行基準値の妥当性が確認された。ホルムアルデヒドについては、現行水道水質基準値2.6 mg/Lの濃度の水道水を使用しても、水道水からの揮発からのみによって室内空気濃度が基準室内空気中濃度ガイドライン値(100 mg/m³)を超過する確率は5%以下であった。しかし、室内環境におけるホルムアルデヒドの主な発生源が建材や家具などからの揮発であることを踏まえ、仮にWHOの室内空気中濃度ガイドライン値の20%または10%を水道水由来の揮発分への割当率をすると、許容される水道水中濃度はそれぞれ0.52 mg/L、0.26 mg/Lであった。

自然災害などにより一時的に水質汚染の可能性のある化学物質として、水質管理目標設定項目の9項目及び要検討項目の15項目について、短期間曝露を対象とした亜急性評価値 [Subacute Reference Dose; saRfD (mg/kg/day)] の算出を試みた。さらに、算出された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)] 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倍高い値として設定できた。

WHOの逐次改正で検討中のニッケル及び有機スズについて、最近の国際的評価についてその情報を収集した。ニッケルについては、動物実験における慢性影響だけでなく、ヒトのニッケルアレルギー患者のアレルギー反応を考慮しつつ許容値等の検討行われていることが示された。有機スズ化合物（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）の合計値については、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。

更に、水道用資機材から溶出し得る化学物質の毒性調査としては、日本水道協会（JWWA）発行の水道用資機材自主規格（JWWA規格）を参照し、水道資機材のめっき、塗装、樹脂、ゴムなどに用いられている化学物質のリスト化を行った。その中で水道水質の要検討項目となっているものの目標値が設定されていない6物質を本研究の調査対象物質に選定し、毒性情報を整理した。本調査の結果、いずれの物質についても人健康影響に対する毒性情報が存在し、生涯曝露を想定した水道水質の目標値を導出し得ることが示された。

水質分析法：LC/UV あるいは LC/MS/MS による水道水中のホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド同時分析法を開発し、さらに、15 機関において水道水を用いた添加回収試験を行った結果、いずれの測定機器を用いた場合も両物質について「水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン」の真度、併行精度および室内精度の目標を満たした。水道水中の臭素酸法の LC/MS/MS 分析条件を設定することができた。さらに、23 機関において水道水を用いた添加回収試験を行った結果、真度、併行精度および室内精度の目標を満たした。以上のことから、これらの新分析法は水道水の標準検査法として利用可能と考えられる。

スクリーニング分析用データベースの構築に関しては、対象農薬リスト掲載農薬類を含む 259 農薬のうち GC/MS データベースに 153 を登録できた。

さらに、GC/MS スクリーニング分析における精度の検証を、176 種を対象に複数機関、複数の GC-MS を使用して行った。多くの農薬で定量イオンや相対保持時間が一致し、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。さらに、GC/MS スクリーニング分析の評価試験を行った。その結果、マトリックス負荷による定量値や保持時間への影響に関しては、両物質間で大きな差はなかったが、ピーク形状への影響のタイミングについては明らかな差が認められた。このことは、早い段階でピーク形状への影響が現れるペンシクロン等を基準にメンテナンス時期を判断した方が、分析精度を確保する上で望ましいと考えられた。

これらの成果は、研究成果は学術雑誌等の論文 36 本、学会などで 109 回発表され、学術的に大きな成果が得られている。このうち、国際学術雑誌における発表は 21 件、国際会議における発表は 14 件であり国際的情報発信にも十分に行った。

今後の展望および課題としては以下があげられる。病原ウイルスとトウガラシ微斑ウイルスの原水・浄水における実態、実浄水場における塩素処理を含む処理性をより詳細に調べ、ウイルス指標としてのトウガラシ微斑ウイルスの有効性を確認し、具体的な指標を提案する。レジオネラ属管理指標としても遊離残留塩素 > 0.1 mg/L の重要性を周知する。イプフェンカルバゾンやアミノメチルリン酸、有機リン系農薬メチダチオン DMTP のオキソソニド、フィプロニル、ピラゾレートとそれらの分解物など今後監視の必要性が高い農薬があげられ、さらなる農薬の実態調査の実施と水源における存在状況の確認を行い、水質基準逐次改正検討会などにおける農薬リストの見直しのために基礎資料としての提供が期待される。全揮発性窒素については、臭気強度（TON）の補完測定法として、その標準化が期待される。亜急性参照値、要検討項目の毒性情報についても逐次改正検討会などに今後の検討資料として供される可能性がある。スクリーニング分析については、GC/MS データベースにさらに 17 の農薬を登録し 170 種とし、LC/MS/MS データベースには 204 の農薬の登録を目指す。これらのデータベースを用いたスクリーニング分析の適用により、水道水質の安全性確保に貢献できると考えられる。

E. 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.

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.

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.

Tsuchioka H, Izumiyama 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.* 2019 Feb 22;159:69-74.

Canh, V.D., Kasuga, I., Furumai, H., Katayama, H., 2019. Viability RT-qPCR Combined with Sodium Deoxycholate Pre-treatment for Selective Quantification of Infectious Viruses in Drinking Water Samples. *Food Environ. Virol.* 11, 40–51.

小林憲弘，土屋裕子，堀池秀樹，増田潤一，五十嵐良明：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141農薬の一斉分析法の開発．*水環境学会誌*，42(1)，13-25 (2019)．

木下輝昭，山崎貴子，中川慎也，小田智子，小西浩之，守安貴子：アミトラスおよびその分解物のLC-MS/MSによる同時分析および消毒剤による分解挙動．*水環境学会誌*，42(2)，73-78 (2019)．

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.

大屋日登美，鈴木美雪，政岡智佳，中嶋直樹，古川一郎，前川純子，倉文明，泉山信司，黒木俊郎，医療機関の給水設備におけるレジオネ

ラ属菌の汚染実態，*感染症誌* 92: 678 ~ 685, 2018

Canh, V.D., Kasuga, I., Furumai, H., Katayama, H., 2018. Impact of various humic acids on EMA-RT-qPCR to selectively detect intact viruses in drinking water. *J. Water Environ. Technol.* 16, 83–93.

Kato, R., Asami, T., Utagawa, E., Furumai, H., Katayama, H., 2018. Pepper mild mottle virus as a process indicator at drinking water treatment plants employing coagulation-sedimentation, rapid sand filtration, ozonation, and biological activated carbon treatments in Japan. *Water Res.* 132, 61–70.

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.

小杉有希，渡邊喜美代，鈴木俊也，小西浩之，守安貴子：専用水道の水道水中の非イオン界面活性剤の偽陽性事例．*水道協会雑誌*，87(7)，17–21 (2018)．

Kamata M, Asami M, Matsui Y. Presence of the β -Triketone Herbicide Tefuryltrione in Drinking Water Sources and its Degradation Product in Drinking Waters, *Chemosphere.* 2017; 178: 333-339.

小坂浩司，浅見真理，佐々木万紀子，松井佳彦，秋葉道宏．全国の水道事業を対象とした農薬類の測定計画と検出状況の関連解析，*水環境学会誌.* 2017; 40(3): 125-133.

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.

Kuroki T, Watanabe Y, Teranishi H, Izumiyama S, Amemura-Maekawa J, Kura F. Legionella prevalence and risk of legionellosis in Japanese

households. *Epidemiol Infect.* 2017
May;145(7):1398-1408.

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., Nakai T., Hishida Y., Asami M., Ohkubo K. and Akiba M., Formation of 2,6-dichloro-1,4-benzoquinone from aromatic compounds after chlorination, *Water Research*, 2017, 110, 48–55.

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。

小坂浩司、浅見真理、大久保慶子、秋葉道宏、ミックスモードカラムを用いた液体クロマトグラフタンデム質量分析計による水道水中の臭素酸イオンとハロ酢酸の一斉分析法の検討、水道協会雑誌、2017、86(2)、2–12。

中村暁彦、細田耕、加々郁子、勢川利治：花火大会が水道原水及び給水における過塩素酸濃度に与える影響：水道協会雑誌、2017、86(1)、2-10.

高木総吉、安達史恵、吉田仁、小林憲弘、水道水中テフリルトリオンの液体クロマトグラフ-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-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)。

佐藤学、上村仁、小坂浩司、浅見真理、鎌田素之。神奈川県相模川流域における河川水及び水道水のネオニコチノイド系農薬等の実態調査。水環境学会誌。2016; 39: 153-62。

Shirasaki, N., Matsushita, T., Matsui, Y., Marubayashi, T. and Murai, K. (2016). Investigation of enteric adenovirus and poliovirus removal by coagulation processes and suitability of bacteriophages MS2 and φX174 as surrogates for those viruses. *Science of the Total Environment* 563-564: 29–39.

Shirasaki, N., Matsushita, T., Matsui, Y. and Marubayashi, T. (2016). Effect of coagulant basicity on virus removal from water by polyferric chloride. *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA* 65(4), 322–329.

Shirasaki, N., Matsushita, T., Matsui, Y. and Ohno, K. (2016). Characterization of recombinant norovirus virus-like particles and evaluation of their applicability to the investigation of norovirus removal performance in membrane filtration processes. *Water Science and Technology: Water Supply* 16(3), 737–745.

泉山信司、遠藤卓郎、水道における人への危害が問題となる病原微生物とその対策、水環境学会誌、2016、39(2)、54-58

Asami, T., Katayama, H., Torrey, J. R., Visvanathan, C. and Furumai, H., 2016. Evaluation of virus removal efficiency of coagulation-sedimentation and rapid sand filtration processes in a drinking water treatment plant in Bangkok, Thailand. *Water Res.* 101, 84–94.

Kosaka K., Ohkubo K. and Akiba M., Occurrence and formation of haloacetamides from chlorination at water purification plants across Japan, *Water Research*, 2016, 106, 470–476。

小林憲弘, 鈴木俊也, 小杉有希, 菱木麻佑, 加登優樹, 金田智, 植田紘行, 河相暢幸, 北本靖子, 土屋かおり, 木村慎一, 古川浩司, 岩間紀知, 中村弘揮, 粕谷智浩, 堀池秀樹, 京野完, 高原玲華, 馬場紀幸, 佐藤信武, 久保田領志, 五十嵐良明: 液体クロマトグラフィーによる水道水中のホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド同時分析法の開発と妥当性評価. 水環境学会誌, 39(6), 211-224 (2016).

2. 著書

Ruth Bevan and John Fawell. Contributed by Matsui Y, Asami M, et al., Chemical Mixtures in Source Water and Drinking-Water. WHO, 2017, Geneva. ISBN 978-92-4-151237-4.

Kosaka K., Analysis of oxyhalides and haloacetic acids in drinking water using IC-MS and IC-ICP-MS, In Michalski R. (ed.) Application of IC-MS and IC-ICP-MS in Environmental Research, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2016, 152-177.

3. 学会発表

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 (発表予定)

高力聡史, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦 (2019). PMAXx-Enhancer-PCR 法による水道原水中の感染性ウイルスの選択的定量. 第 53 回日本水環境学会年会, 甲府, 2019/3/7-9.

西川峻登, 松井佳彦, 松下拓, 白崎伸隆, 揮発性を考慮したホルムアルデヒドの水道水質基準値の妥当性の評価, 第 53 回日本水環境学会年会, 甲府, 2019/3/7-9.

松村拓哉, 高力聡史, 白川大樹, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦 (2019). トウガラシ微斑ウイルスを拳動指標とした膜ろ過浄水施設におけるウイルスの処理性評価. 第 53 回日本水環境学会年会, 甲府, 2019/3/7-9.

三浦尚之, 鈴木知美, 儀間ありさ, 越後信哉, 秋葉道宏. 病原ウイルスの表流水中存在形態を考慮した汚染指標に関する検討, 第 53 回日本水環境学会年会講演集, 254, 2019.

多田悠人, 奥田恵理香, José Andrés Cordero,

小坂浩司, 越後信哉, 船岡英彰, 倉田彰弘, 伊藤禎彦, ラフィド藻類に由来するトリクロロ酢酸前駆物質の特定解析, 第 53 回日本水環境学会年会講演集, 甲府, 2019. 3, 644.

鈴木知美, 本田恵理, 塩川敦司, 越後信哉, 吉田伸江, 秋葉道宏, ヨウ素化ハロ酢酸の生成特性に関する調査, 第 53 回日本水環境学会年会講演集, 甲府, 2019. 3, 221.

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. 2018. 年会講演集 p.213. 3/15-17

森 智裕, 谷口佳二. フィプロニル分解物の水源河川と浄水処理工程における実態調査. 日本水道協会関西支部. 2018.11

中村優志, 古橋嘉一, 佐々木優樹, 浅見真理, 秋葉道宏, 松井佳彦. 給水栓のニッケル浸出試験の結果の解析. 平成 30 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集. 2018.10.23-25; 福岡. p.640-1.

佐々木優樹, 古橋嘉一, 中村優志, 前田暢子, 浅見真理, 秋葉道宏. 給水栓におけるニッケルの実態調査. 平成 30 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集. 2018.10.23-25; 福岡. p.782-3.

白川大樹, 白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦 (2018). 培養困難なウイルスの浄水処理性評価に向けた遺伝子封入ウイルス様粒子の創製. 第 26 回衛生工学シンポジウム, 札幌, 2018/11/8-9.

白崎伸隆, 松下拓, 松井佳彦 (2018). 浄水処理におけるウイルスの処理性評価と処理技術の高度・高効率化. 外力支援型バイオアッセイ技術コンソーシアム 第 1 回技術セミナー・技術交流会, 東京, 2018/6/8. 招待講演

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トルフロー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.

三浦尚之、儀間ありさ、荒川直子、篠原成子、松村諭、越後信哉、原本英司、秋葉道宏。地下水における病原ウイルス汚染実態調査に向けた検討、平成30年度水道研究発表会講演集、770-771、2018。

岩本和也、目黒健、堀場世樹、宮崎誠生、泉山信司、橋本温、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、日本水環境学会年会、2018年3月、北海道札幌市

中野勲、山口裕太郎、泉山信司、橋本温、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、日本水環境学会年会、2018年3月、北海道札幌市

大河内由美子、泉山信司、前川純子、貯水槽水道で滞留した水道水からのレジオネラ属菌および関連微生物の検出状況、日本防菌防黴学会、2018年11月、東京都

浅野峰子、泉山信司、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、日本水道協会平成30年度全国会議(水道研究発表会)、2018年10月、福岡県

古川紗耶香、山本貢平、赤坂遼平、泉山信司、河川水からのジアルジア(*Giardia microti*)の検出、日本水道協会水道研究発表会、2018年10月、福岡県

泉山信司、汚染される理由と事例、講演会・シンポジウム「医療機関の給湯・給水系に潜むレジオネラ感染リスク - 実態と予防策 -」、2018年10月、東京都

泉山信司、水道における病原性微生物への対策、市民公開講座「安全な水道水をめざして - 水質基準に関する研究の最前線」、2018年5月、東京都

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、2018年3月、東京

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」、2018年11月、東京

Kosaka K., Control of trace pollutants in water during conventional and accidental occurrence,

2018 Busan Waterworks International Workshop, Busan, Korea, 5-6 Sep., 2018, 107-127.

施昊、川口佳彦、越後信哉、小坂浩司、伊藤禎彦、全揮発性窒素を用いた水道水のカルキ臭分析手法の検討、第55回環境工学研究フォーラム講演集、京都、2018。12、11。

林寛之、畑瀬大樹、松下拓、松井佳彦、白崎伸隆、GC-MS-Oによる消毒副生成物の水道水カルキ臭への寄与の評価、第26回衛生工学シンポジウム、2018、札幌、2018。11。

鈴木知美、越後信哉、浅見真理、秋葉道宏、全国における塩素酸の存在実態とその要因 - 最新の国際的動向を踏まえた解析 -、平成30年度全国会議(水道研究発表会)講演集、福岡、2018。10、734-735。

牛江裕行、武村盛史、横山直輝、阿部功介、越後信哉、浅見真理、秋葉道宏、水道水中ヨウ素化トリハロメタンの全国実態調査、平成30年度全国会議(水道研究発表会)講演集、福岡、2018。10、720-721。

岩谷梓、武市裕貴、吉川雄介、小坂浩司、大久保慶子、秋葉道宏、オゾン/生物活性炭処理によるハロアセトアミド生成能の低減、第27回日本オゾン協会年次研究講演会講演集、東広島、2018。6、97-100。

林寛之、畑瀬大樹、松下拓、松井佳彦、白崎伸隆、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、2018。

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に与える影響評価、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。

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）．

小林憲弘：水質検査の現状の課題と最新の検討状況．第 27 回環境化学討論会 自由集会「水質検査の将来のあり方について考える（その 2）」（2018.5.23 沖縄県那覇市）．

高木総吉：GC/MS スクリーニング分析法に用いる検量線の比較．第 27 回環境化学討論会自由集会「水質検査の将来のあり方について考える（その 2）」（2018.5.23 沖縄県那覇市）．

宮脇崇：GC/MS スクリーニング分析における装置性能評価．第 27 回環境化学討論会自由集会「水質検査の将来のあり方について考える（その 2）」（2018.5.23 沖縄県那覇市）．

安達史恵，吉田仁，高木総吉，小泉義彦，中島孝江，北村雅世，鳥居将士，吉田直志，小林憲弘：水道原水および浄水中における農薬類代謝物の分析方法の検討および実態調査．第 27 回環境化学討論会（2018.5.24 沖縄県那覇市）．

高木総吉，小林憲弘，宮脇崇，安達史恵，吉田仁，木下輝昭，中川慎也，梅津萌子，仲野富美，辻清美，上村仁，大窪かおり，門上希和夫：ガスクロマトグラフ-質量分析計を用いた水道水中農薬類のスクリーニング分析法の検討．第 27 回環境化学討論会（2018.5.24 沖縄県那覇市）．

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 スクリーニング分析法を用いた水道原水・水道水中農薬の実態調査．第 27 回環境化学討論会（2018.5.24 沖縄県那覇市）．

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：水道水中農薬の GC/MS スクリーニング分析法の開発と実試料への適用．第 21 回日本水環境学会シンポジウム（2018.9.4 島根県松江市）．

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 スクリーニン

グ分析による水道原水・水道水中の 176 農薬の実態調査．環境科学 2018 年会（2018.9.10 東京都北区）．

小林憲弘：水道水質検査のためのスクリーニング分析法の開発と適用．環境科学 2018 年会シンポジウム「スクリーニング分析法を用いた水道水質検査」（2018.9.11 東京都北区）．

高木総吉：GC/MS を用いた農薬類のスクリーニング分析における定性・定量精度評価．環境科学 2018 年会シンポジウム「スクリーニング分析法を用いた水道水質検査」（2018.9.11 東京都北区）．

宮脇崇：GC/MS スクリーニング分析における装置性能の評価．環境科学 2018 年会シンポジウム「スクリーニング分析法を用いた水道水質検査」（2018.9.11 東京都北区）．

木下輝昭：環境水中でのアミトラズおよびその分解物の挙動．環境科学 2018 年会シンポジウム「スクリーニング分析法を用いた水道水質検査」（2018.9.11 東京都北区）．

吉田仁：農薬類代謝物の分析法検討及び浄水場における検出状況．環境科学 2018 年会シンポジウム「スクリーニング分析法を用いた水道水質検査」（2018.9.11 東京都北区）．

Norihiro Kobayashi, Yuko Tsuchiya, Sokichi Takagi, Takashi Miyawaki, Kiwao Kadokami, Yoshiaki Ikarashi: Monitoring of 176 agricultural chemicals in raw water and tap water by GC/MS screening analytical method. SETAC North America 39th Annual Meeting (2018. 11. 5 Sacramento, CA, USA).

Sokichi Takagi, Norihiro Kobayashi, Takashi Miyawaki, Fumie Adachi, Jin Yoshida, Yuko Tsuchiya, Kiwao Kadokami: Development of an analytical screening method for agricultural chemicals in drinking water using GC-MS. SETAC North America 39th Annual Meeting (2018. 11. 5 Sacramento, CA, USA).

小池真生子，長谷川有紀，安達史恵，吉田仁，高木総吉，小泉義彦，中島孝江，北村雅世，鳥居将士，吉田直志，小林憲弘：大阪府内河川および浄水場における農薬代謝物の検出状況と浄水処理評価．平成 30 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（2018.11.22 大阪府東大阪市）．

小池真生子，長谷川有紀，安達史恵，吉田仁，

高木総吉, 小泉義彦, 中島孝江, 北村雅世, 鳥居将士, 吉田直志, 小林憲弘: 水環境中における農薬代謝物の検出状況と浄水処理評価. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11.29 神奈川県横浜市).

長谷川有紀, 小池真生子, 高木総吉, 安達史恵, 吉田仁, 小林憲弘: 水環境中における除外農薬類の検出特性. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11.29 神奈川県横浜市).

土屋裕子, 小林憲弘, 高木総吉, 宮脇崇, 門上希和夫, 五十嵐良明: 水道原水・水道水中の 176 農薬の GC/MS スクリーニング分析による実態調査. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11.29 神奈川県横浜市).

高木総吉, 小林憲弘, 宮脇崇, 安達史恵, 吉田仁, 土屋裕子, 木下輝昭, 中川慎也, 梅津萌子, 仲野富美, 辻清美, 上村仁, 大窪かおり, 門上希和夫: 176 種農薬を対象とした GC-MS によるスクリーニング分析法の定量精度について. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11.30 神奈川県横浜市).

高木総吉: 質量分析計を用いた水質分析におけるターゲットスクリーニング分析法の適用について. 平成 30 年度市町村水道水質共同検査水質講演会 (2018.12.5 大阪府大阪市).

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)

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.

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.

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.

畑瀬大樹, 佐久間美紀, 松下拓, 田澤しおり, 松井佳彦, 白崎伸隆, 浄水カルキ臭の制御に向けた GC-Olfactometry による臭気評価法の確立: フェニルアラニン塩素処理由来の臭気を用いた検討, 第 51 回日本水環境学会年会, 熊本, 2017/3/15-17.

小林憲弘, 小松原由美, 江里口知己, 五十嵐良明: 環境水中農薬の動態予測モデルの構築と適用. 第 51 回日本水環境学会年会 (2017.3.17 熊本県熊本市).

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).

浅見真理，水道水・環境水中の無機物質と今後の動向，日本分析化学会第76回分析化学討論会．C2001；2016.5.29；岐阜．

浅見真理，小坂浩司，菅原玲，松井佳彦．水質汚染の可能性のある化学物質の基本情報，環境中の検出状況に関するデータベース作成．平成 28 年度全国会議（水道研究発表会）；2016.11：京都．同講演集．p.790-791.

鎌田素之，浅見真理，松井佳彦．水道原水および浄水における農薬類の検出実態．平成 28 年度全国会議（水道研究発表会）；2016.11：京都．同講演集．p.690-691.

白崎伸隆，村井一真，松下拓，松井佳彦 (2016). 膜ろ過処理による水系感染症ウイルスの除去．第 19 回日本水環境学会シンポジウム，秋田，2016/9/13-15.

Torrey, Jason; Asami, Tatsuya; Katayama, Hiroyuki; Furumai, Hiroaki and Hashimoto, Atsush, Evaluating Virus Removal Efficiency in Drinking Water Treatment Plants with Indigenous Pepper Mild Mottle Virus, 第 50 回日本水環境学会年会，徳島，2016/3/16-18.

Vu Duc Canh, Hiroyuki Katayama, and Hiroaki Furumai (2016) Behavior of humic acid recovery during the Mg²⁺ concentration method for drinking water samples, the 12th International Symposium on Southeast Asian Water Environment, pp.397-402. (28-30 November, Hanoi, Vietnam)

黒木俊郎，泉山信司，大屋日登美，鈴木美雪，前川純子，倉文明，医療機関の給水系におけるレジオネラ属菌汚染調査、日本水道協会水道研究発表会、2016 年 11 月、京都市

泉山信司，倉文明，大屋日登美，黒木俊郎，病院の蛇口におけるレジオネラ汚染の検出、環境技術学会、2016 年 9 月、姫路市

中野勲，鈴木允執，吉田圭吾，泉山信司，遠藤卓郎，橋本温（2016）水道原水を対象としたクリプトスポリジウム計数への MPN 法の導入、日本水環境学会第 50 回年会、徳島

泉山信司，飲料水の危機事案に対する関係機関の連携、病原微生物への対応、第 29 回公衆衛生情報研究協議会シンポジウム、2016 年 1 月、埼玉県和光市

渡邊洋大，泉山信司，岩谷梓，齊藤巧介，成澤千秋，上村郁子，関山真樹，北村壽朗，相模川水系における遺伝子検出法を用いた原虫調査、日本水道協会水道研究発表会、2016 年 11 月、京都市

泉山信司、松下拓、秋葉道宏、片山浩之、水道の微生物学的な安全性向上に向けた取り組み、日本水道協会水道研究発表会、2016年11月、京都市

Sakuma, M., Matsushita, T., Matsui, Y., Aki, T., Isaka, M., Hatase, T. and Shirasaki, N., Investigating mechanism underlying removal of trichloramine with super-powdered activated carbon, IWA World Water Congress 2016, Brisbane, Australia, 9–14 October 2016.

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、2016.11、734-735.

小坂浩司、浅見真理、大久保慶子、秋葉道宏、ミックスモードカラムを用いたLC/MS/MSによる水道水中の臭素酸イオンと八口酢酸の一斉分析法の検討、第53回全国衛生化学技術協議会年会講演集、青森、2016.11、198-199.

伊藤禎彦、越後信哉、小坂浩司、北本靖子、田中康夫、百々生勢、消毒処理水の全体毒性の評価に関する研究動向、平成28年度全国会議(水道研究発表会)講演集、京都、2016.11、718-719.

菱田祐太、森智裕、河内智彦、小坂浩司、浅見真理、秋葉道宏、粉末活性炭処理による八口ベンゾキノン類生成能の低減効果、平成28年度全国会議(水道研究発表会)講演集、京都、2016.11、710-711.

小坂浩司、福田圭佑、中村怜奈、浅見真理、越後信哉、秋葉道宏、高度浄水プロセスにおけるトリクロロアミン生成能の挙動、第25回日本オゾン協会年次研究講演会講演集、京都、2016.5、85-88.

榎本剛司、奥野美帆、秋山由華、小林憲弘：塩化スズ()を用いたジチオカルバメート系農薬の分析法の検討。第25回環境化学討論会(2016.6.8 新潟県新潟市)。

小林憲弘、塚本多矩、堀池秀樹、久保田領志、五十嵐良明：水道水の検査対象農薬のLC/MS/MS一斉分析法の検討。第25回環境化学討論会(2016.6.10 新潟県新潟市)。

Norihiro Kobayashi, Yuko Tsuchiya, Reiji Kubota, Yoshiaki Ikarashi: Formation of prothiofos-oxon by chlorination of prothiofos in tap water. Water and Environment Technology Conference 2016

(WET2016) (2016.8.28 東京都文京区)。

小松原由美、江里口知己、小林憲弘：化学物質運命予測モデルを用いた環境水中農薬の動態予測。海洋理工学会平成28年度秋季大会(2016.10.28 京都府京都市)。

小杉有希、渡邊喜美代、鈴木俊也、保坂三継、都内専用水道における深井戸掘削に伴う非イオン界面活性剤の検出事例、日本水道協会、平成28年度全国会議(2016.11 京都府京都市)

木下輝昭、小杉有希、鈴木俊也、保坂三継、LC/MSによる水道水中の八口オキソ酸の一斉分析法、日本水道協会、平成28年度全国会議(2016.11 京都府京都市)

小田智子、木下輝昭、鈴木俊也、保坂三継、水道水中におけるアミトラズの加水分解挙動、日本水道協会、平成28年度全国会議(2016.11 京都府京都市)

渡邊喜美代、小杉有希、木下輝昭、鈴木俊也、保坂三継、HS-GC/MS法による水道水中のダゾメット、メタムおよびMITCの分析法、日本水道協会、平成28年度全国会議(2016.11 京都府京都市)

Norihiro Kobayashi, Taku Tsukamoto, Hideki Horiike, Reiji Kubota, Yoshiaki Ikarashi: Development of a simultaneous analytical method for agricultural chemicals in tap water using LC/MS/MS. 7th SETAC World Congress/37th SETAC North America Annual Meeting (2016. 11. 7 Orlando, FL, USA).

小林憲弘、久保田領志、五十嵐良明：水道水の検査対象農薬のLC/MS/MS一斉分析法の開発と妥当性評価。第53回全国衛生化学技術協議会年会(2016.11.17 青森県青森市)。

土屋裕子、小林憲弘、久保田領志、五十嵐良明：水道水中プロチオホスの塩素処理によるオキソンの生成。第53回全国衛生化学技術協議会年会(2016.11.17 青森県青森市)。

川元達彦、谷畑智也、井上亘、吉田昌史、鈴木俊也、小杉有希、吉田仁、高木総吉、安達史恵：水道法規制・未規制金属類の多成分一斉分析法の妥当性評価試験結果-異なる多原子イオン抑制法を適用したICP/MS法を中心として-。第53回全国衛生化学技術協議会年会(2016.11.17 青森県青森市)。

木下輝昭、小田智子、鈴木俊也、保坂三継、水道水中のアミトラズの分解挙動、第53回全国衛生化学技術協議会年会(2016.11.17 青森県青森市)。

4. その他

Kosaka K., Detecting carcinogens in drinking water, The Column, 2016, 12 (12), 2-6.

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
安藤 正典	水・環境分析技術支援ネットワーク
遠藤 卓郎	国立感染症研究所 細菌第一部
大河内 由美子	麻布大学 生命・環境科学部
大谷 喜一郎	特定非営利活動法人グリーンサイエンス21
江原 和宏	東京都水道局
今井 美江	東京都水道局
黒木 俊郎	神奈川県衛生研究所
中嶋 直樹	神奈川県衛生研究所
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
浅田 安廣	国立保健医療科学院
中嶋 健二	浜松市上下水道部
玉井 拙夫	神奈川県立足柄上病院
片山 浩之	東京大学大学院工学研究科
春日 郁朗	東京大学大学院工学研究科
田部井 由紀子	東京都健康安全研究センター
橋本 温	県立広島大学生命環境学部
松島 有希子	桐生市水道局水質センター
庭山 秀一	新潟市水道局

F. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

植木 健一	新潟市水道局
渡邊 洋大	神奈川県企業庁水道水質センター
浅野 峰子	横浜市水道局
白崎 伸隆	北海道大学大学院工学研究院

< 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
井上 剛	福岡県南広域水道企業団
江崎 智昭	神戸市水道局
鎌田 素之	関東学院大学 理工学部
笠原 典秀	神奈川県内広域水道企業団
桐山 秀樹	奈良県水道局
小坂 浩司	国立保健医療科学院
佐藤 学	神奈川県衛生研究所 理化学部
高橋 英司	新潟市水道局
石橋 美幸	千葉県水道局
水野 俊彦	千葉県水道局
川上 夏紀	茨城県企業局
浅見 真紀	茨城県企業局
関川 慎也	八戸圏域水道企業団
三浦 晃一	仙台市水道局
三枝 慎一郎	広島市水道局
友永 裕一郎	広島市水道局
成田 健太郎	株式会社NJS
谷口 佳二	神戸市水道局

< 消毒副生成物分科会 >

高田 裕志	大阪広域水道企業団
-------	-----------

孝石 健	大阪広域水道企業団
福原 次朗	沖縄県企業局
塩川 敦司	沖縄県企業局
篠田 豊	東京都水道局
小林 利男	東京都水道局
辻 正仁	東京都水道局
橘高 雷太	東京都水道局
市川 豊	東京都水道局
佐藤 賢	茨城県企業局
柴 雅彦	茨城県企業局
倉田 彰弘	奈良県水道局
城山 二郎	奈良県水道局
田中 康夫	阪神水道企業団
中村 英靖	阪神水道企業団
中井 喬彦	横浜市水道局
宮田 雅典	大阪市水道局
北本 靖子	大阪市水道局
山中 伸行	京都市上下水道局
船岡 英彰	京都市上下水道局
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
小牧 裕佳子	静岡県立大学
清宮 佳幸	千葉県水道局
川瀬 悦郎	新潟市水道局
庭山 秀一	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 >

小林 憲弘	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 薬学部
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
江馬 眞	国立医薬品食品衛生研究所
平田 睦子	国立医薬品食品衛生研究所
加藤 日奈	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
高橋 美加	国立医薬品食品衛生研究所
三浦 稔	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
松本 真理子	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
城島 光司	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
町田 高広	日本水道協会

< 水質分析法分科会 >

吉田 仁	大阪健康安全基盤研究所
安達 史恵	大阪健康安全基盤研究所
平林 達也	大阪市水道局
佐田 麻紀	川崎市上下水道局
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
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
古閑 豊和	福岡県保健環境研究所
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
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
小西 浩之	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

小杉 有希	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
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
井上 亘	兵庫県立健康科学研究所
谷畑 智也	兵庫県立健康科学研究所
川元 達彦	兵庫県立健康科学研究所
鈴木 雅和	兵庫県立健康科学研究所
栃本 なお子	兵庫県立健康科学研究所
門上 希和夫	北九州市立大学環境技術研究所
仲野 富美	神奈川県衛生研究所
上村 仁	神奈川県衛生研究所
辻 清美	神奈川県衛生研究所
古川 浩司	三重県環境保全事業団
中村 弘揮	岐阜県公衆衛生検査センター

岩間 紀知	岐阜県公衆衛生検査センター
柴田 智弘	埼玉県水質管理センター
齋藤 賢知	埼玉県企業局 水質管理センター
寺中 郁夫	埼玉県企業局 水質管理センター
宮本 紫織	愛媛県立衛生環境研究所
林 幸範	横須賀市上下水道局
大家 寿彦	横須賀市健康安全科学センター
坂田 脩	埼玉県衛生研究所
渡邊 弘樹	埼玉県衛生研究所
林 千恵子	千葉県衛生研究所
横山 結子	千葉県衛生研究所
豊崎 緑	千葉県衛生研究所
粕谷 智浩	千葉県薬剤師会検査センター
浴口 典幸	千葉県薬剤師会検査センター
中島 晋也	サイエンスソフトウェア株式会社

