

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

飲料水に係る健康危機の適正管理
手法の開発に関する研究

平成18～20年度 総合研究報告書

研究代表者 秋葉道宏
(国立保健医療科学院)

平成21(2009)年 3月

目次

研究班の構成	1
I. 総合研究報告書	
飲料水に係る健康危機の適正管理手法の開発に関する研究	3
秋葉 道宏	
II. 研究成果の刊行に関する一覧表	17
III. 研究成果の刊行物・別刷	23

研 究 班 の 構 成

研究代表者

国立保健医療科学院水道工学部長

秋 葉 道 宏

研究分担者

国立医薬食料品衛生研究所環境衛生化学部長

西 村 哲 治

静岡県立大学環境科学研究所教授

国 包 章 一

国立保健医療科学院水道工学部

生活衛生適正技術開発主任研究官

島 崎 大

国立保健医療科学院水道工学部主任研究官

山 田 俊 郎

国立保健医療科学院水道工学部水質管理室長

浅 見 真 理^{※1}

(^{※1}平成18年度)

研究協力者

鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻准教授

増 田 貴 則

北海学園大学工学部社会環境工学科准教授

山 本 裕 子

国立保健医療科学院水道工学部水質管理室長

浅 見 真 理^{※2}

(^{※2}平成19, 20年度)

国立医薬食料品衛生研究所環境衛生化学部

田 原 麻 衣 子

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

飲料水に係る健康危機の適正管理
手法の開発に関する研究

平成18～20年度 総合研究報告書

研究代表者 秋葉道宏
(国立保健医療科学院)

平成21年3月

飲料水に係る健康危機の適正管理手法の開発に関する研究

研究代表者 秋葉道宏 国立保健医療科学院水道工学部長

研究要旨 わが国の水道は国民生活や経済活動に不可欠であり、安全で安心な水を安定的に供給することが求められているが、自然災害や原水汚染事故、テロ行為等、飲料水の安全性を脅かすリスクは多数存在している。また全ての国民が安全で安心な飲料水を利用するためには、飲用井戸等の小規模な飲料水供給施設においてリスクの適正な管理が求められている。本研究では、水道や飲料水供給施設における危機管理体制の向上に資する情報・方策を提示することで、飲料水に起因する国民の健康の安全を脅かす事態に対する発生予防・拡大防止等のための危機管理の適正化を図ることを目的として実施した。近年わが国で発生した飲料水健康危機に関する情報を整理してデータベースを作成した。事故傾向や原因について分析し、未規制小規模施設や専用水道で健康被害リスクが大きいことなど、水道の種別に危機内容やリスクレベルを明らかにするとともに、飲料水による健康被害防止には確実な消毒プロセスの実施、水源の状況把握といった基本的な管理が重要であることをデータに基づき示した。また地震等自然災害発生時の管理体制や国外でのテロ対策等を含む飲料水危機管理の取組など、今後のわが国の危機管理体制の向上に資する情報を収集し、管理体制の課題等について指摘した。危害原因となる物質についての毒性や浄水工程での除去性などを整理し、飲料水健康危機対応に有用な化学物質データベースを構築した。原因物質特定のための分析手法や汚染発覚時の簡易検知方法の有効性と課題について明らかにした。水質基準等に含まれない未規制化学物質で監視優先度の高いものを抽出し、特に優先度の高い物質であったアクリロニトリルについて、塩素処理や粉末活性炭処理等の浄水工程において削減・除去が難しいことを明らかにした。有機リン系農薬の原体とオキソン体の急性毒性に対する作用を検討し、オキソン体が生成する可能性がある浄水工程では、原体のみではなくオキソン体の両方を合算した濃度による健康影響の評価が重要であること、複数の有機リン系農薬の共存によりアセチルコリンエステラーゼ活性の阻害作用に相加性があることを明らかにした。健康被害のリスクが高い小規模な飲料水供給施設においてその監視率が低い実態を示し、管理者の認識不足も含む消毒装置の活用が不十分である管理上の問題を指摘した。井戸台帳の作成やそれを活用した施設把握法や、小規模飲料水供給施設の衛生管理のチェックポイントを提示した。地理情報システム(GIS)を活用した飲料水危機管理手法に対して利用可能な地理情報や統計に関するメタデータとGISへの取り込み方法を整理し、情報源の問題点・改善点を指摘するとともに、GISの空間解析機能を用いて病原微生物による水源汚染リスク要因を抽出する手法を開発し、個々のリスク因子に対する危険度の高い水源を抽出・可視化できることを示した。以上の研究成果で得られた飲料水健康危機管理に関連する有用な情報については、専用のウェブサイトを開設してインターネット上で公開した。

研究分担者： 西村哲治 国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部長
国包章一 静岡県立大学環境科学研究所教授
島崎 大 国立保健医療科学院水道工学部
生活衛生適正技術開発主任研究官
山田俊郎 国立保健医療科学院水道工学部主任研究官
浅見真理* 国立保健医療科学院水道工学部水質管理室室長

(**平成18年度)

A. 研究目的

高普及率を達成したわが国の水道は、国民生活や経済活動に不可欠なものとなっており、安全な水道水を安定的に供給することが求められている。しかし、地震等の自然災害、工場等の流出事故等による突発的な原水汚染事故、テロ行為等、安全で安心な水道水の供給を脅かす事態は多数存在し、飲料水に係る健康リスクを回避するための施策が必要とされている。また、飲用井戸等の小規模な飲料水供給施設では水質事故や飲料水による健康被害事例が多く、全ての国民が安全で安心な飲料水を利用するためにはこれらの施設における安全性の確保が求められている。本研究では、過去に発生した国内外の飲料水健康危機事例について収集・分析して、水道施設および飲用井戸等の小規模飲料水供給施設の適正な管理のあり方を検討し、また危機対応に必要な不可欠な健康危害の原因となる物質の毒性や浄水工程における除去性などの情報を収集・整理し、かつ実験的な評価を行い、さらに地理情報システム(GIS)を活用した管理手法を開発することによって、管理体制の向上に資する情報・方策を提示し、以て飲料水に起因する国民の健康の安全を脅かす事態に対する発生予防・拡大防止等の危機管理の適正化を図ることを目的としている。

B. 研究方法

1. 国内外の飲料水に関する健康危機関連情報の解析

1) 水に関する危機管理情報の類型化に関する検討

飲料水の健康危機管理に関する情報について、わが国で入手可能なものについて可能な限り収集した。収集した情報につき、情報の緊急性や重篤度による分類を行った。また各種情報についての課題と情報の管理方法など、危機管理に必要な体制についても検討した。

2) 飲料水に係る健康危機の基礎情報の整理・分析

飲料水の健康危機管理に関する情報について、厚生労働省や各自治体などが管理・所有している情報につき収集・整理した。危機事例が発生した原因、対応、被害規模について傾向を分析した。また、水道の種類別に発生した事例の内容と傾向について分析し、危機事例を被害影響の重篤度によって分類し、各カテゴリーにおける影響度を水道の種類毎に求めて、リスクの相対評価を行った。

3) 飲料水起因の健康被害事例の分析

わが国における飲料水によって生じた健康被害事例を厚生労働省が収集している情報を整理するとともに、既往の文献や国立感染症研究所感染症情報センターの病原微生物検出情報月報等の資料を調査を行い、飲料水が原因と考えられる健康被害事例の最近の動向、事例の発生場所や被害状況、原因について検討し、被害が生じた背景を明らかにした。

4) 自然災害による飲料水健康危機管理体制の整理

過去の水道施設に大きな影響を与えた地震、水害事例等について、文献調査・分析を行った。また、断水が被災住民の生活・活動に与える影響を検討し、想定されるリスクとその原因を整理するとともに、リスク低減化対策について検討した。

5) 諸外国における飲料水健康危機情報の整理

国外で過去に発生した飲料水に起因する健康被害事例や、給水停止となった事例、飲料水経由での健康被害が懸念される物質に対する危機管理体制等について、文献や各国政府機関のホームページ等から情報を収集し、飲料水を介した水系感染症の報告事例、自然由来の有害化学物質を含んだ飲料水による健康被害事例、放射性核種による飲料水汚染、自然災害による水供給施設等の被害事例、水に関連するテロによる被害事例および対策につき情報を整理した。情報収集は主に先進国を対象としたが、自然由来の化学物質については、大規模な健康被害が発生している途上国の情報も含めた。

2. 飲料水に係る健康危機に関する化学物質の基礎的情報および健康影響情報の整理

1) 健康危害関連の化学物質に関する情報の整理

国立医薬品食品衛生研究所ホームページからの化学物質とその有害影響に関する検索サイト、国際化学物質安全性カードおよび急性中毒処置の手引等の情報および報文を収集・利用して、データ整理を行った。また、平成 16～18 年度に報告された化学物質による健康危機に及ぶ可能性のある事故事例から、発生原

因の整理を行った。

2) 飲料水健康危害に関連した化学物質の検出に関する情報の整理

危機発生時の対応として必要な簡易分析手法について、市販の検出用キットなどの情報を入手し、分析可能な項目とその分析の原理につき調査した。また緊急時の迅速な汚染原因物質の特定等の手法として期待されるキャリブレーションロックングデータベース法について資料を収集してその内容を調査した。

3) 未規制化学物質等の浄水工程における除去性の評価

未規制化学物質として国内における水道関連以外の基準、規制、監視および調査の対象となっている化学物質、また米国環境保護局の汚染物質候補リストの第二回改訂版に挙げられている化学物質を対象として、国内での生産量・輸入量、排出量、急性毒性、発がん性、オクタノール/水分係数について評点を与え合計値の順にソートし、水道水源等での汚染事故を想定した監視優先度リストを作成した。監視優先度の高い物質を対象として、浄水処理等の水処理による除去性に関する文献調査を実施し、水処理による除去性に関する情報を整理した。文献情報の得られなかった未規制化学物質の主要なものにつき、水試料中の分析方法を検討するとともに、浄水工程における除去性を評価するための室内実験を行った。

4) 有機リン系農薬およびそのオキソン体の潜在的健康危機評価

有機リン系農薬およびそれらの酸化物であるオキソン体に対してアセチルコリンエステラーゼ活性の阻害率を指標とする *in vitro* 評価法を適用し、有機リン系農薬類の急性毒性発現の原因となりうる健康危機への評価を行った。

3. 飲用井戸等の小規模飲料水供給施設の適正管理のあり方に関する検討

飲用井戸等の未規制小規模施設の把握状況や検査状況について文献調査を行うとともに、未規制小規模施設の管理について自治体の水道担当者に対するアンケート調査を行った。未規制小規模施設の事故事例について整理し、事故の背景や原因を分析して問題点を抽出した。また、未規制小規模施設における管理や規制の手法について検討した。

4. 地理情報システムを活用した飲料水危機管理手法の開発

1) 飲料水危機管理手法としての地理情報システム活用に関する情報源情報の調査

水道水源流域における汚染リスク要因に関する情報を一元的に管理する手段として地理情報システム (GIS) を活用し、水道水源流域の汚染状況、汚染の発生源 (生活排水処理施設、畜舎等) の情報のうち、特に病原微生物による水道原水汚染の要因把握を GIS 上で行う際に利用可能と考えられる統計情報やデータベース、地図データ等に関する情報 (メタデータ) を収集・整理するとともに、GIS で活用する際の取り込み方法や元情報の問題点について整理した。

2) GIS を用いた飲料水水源汚染要因の抽出手法および可視化手法の検討

GIS 上で活用できる情報を元に、GIS の空間解析機能を組み合わせて病原微生物による水源汚染要因を抽出する手法を検討するとともに、個々の汚染要因に関して汚染危険度の高い水源を抽出し地図上に可視化する手法を検討した。また、元情報の空間データ精度が汚染要因抽出結果に与える影響を検討するために、同一汚染要因種 (例えば浄化槽など) に関して空間精度の異なる複数の情報を準備し、開発した手法により抽出される水源汚染要因の比較を行った。これに加え、汚染要因抽出結果の評価精度について検討を行うため、飲料水健康危機管理実施要領に基づく事故事例の情報や水道原水の汚染状況、公共用水域の汚染状況の情報と汚染要因抽出結果とを結合し、危機発生事例や原水水質と水源周辺地域の汚染要因との関係について分析を行った。

5. 飲料水危機管理関連情報の発信の検討

これまでの研究成果で得られた飲料水健康危機事例のデータベース等の有用な情報について、ホームページを作成し、インターネット上で公開することを検討した。情報公開には慎重を期する必要があるため、公開の条件や方法についても検討した。

(倫理面への配慮)

人体試料を用いた実験や動物実験等、倫理上問題となるような実験や調査は行っていない。

C. 結果と考察

1. 国内外の飲料水に関する健康危機関連情報の解析

1) 水に関する危機管理情報の類型化に関する検討

わが国における水道等の監督とその分担の関係を整理した。大部分は水道法上の規制対象や水道法に基づく給水条例上で衛生管理の徹底を図ることとなっており、衛生規制の対象として原則的に定期的な検査が行われている。一方、100人以下の自家用水道や飲用井戸等は水道法上の衛生規制対象に含まれず、水質検査の受検率も低く、規制対象とされていない水道の管理が課題である。厚生労働省の飲料水の健康危機管理実施要領に関する各種の情報の関係性について整理した結果、数多くの情報が様々なレベルで収集されている実態が明らかになった。飲料水健康危機管理実施要領は水道水の安全性を確保する上で極めて重要な役割を果たしているが、水道事業者の水質事故情報、水道水源事故に関するアンケート、異臭味被害状況、食中毒発生事例等でそれぞれ集計が行われているため、事例が重複して報告される場合やこれらの集計に含まれない事例もあると考えられた。これらの危機管理に関する情報及び、関連情報について、Incident から Accident まで情報の緊急性、重篤度によって類型化し、これらの水質関連情報と危機管理情報における重篤度と、主な通報経路について整理して、概念図としてまとめた。感染症の患者や化学物質中毒者などが出たことから発覚した場合をカテゴリー1、潜在的な感染や異臭を感じたなど感覚的な被害が出たことから発覚した場合などをカテゴリー2、事故の通報から発覚した場合をカテゴリー3、定期検査等のモニタリングから発覚した場合はカテゴリー4、海外での検出情報等に基づき研究を行う過程から発覚した場合をカテゴリー5と区分された。飲料水健康危機管理実施要領に基づく報告は、現在報告の様式は決められているものの、事例の内容が多様であるために必要とされる情報が統一された状態で報告されていない、記入漏れがあるなど問題点があり、今後の課題として危機管理対策に役立つデータベースの構築に資するための情報収集方法を構築する必要があることがわかった。

2) 飲料水に係る健康危機の基礎情報の整理・分析

飲料水危機管理実施要領に基づいて厚生労働省に報告された平成9年度から平成19年3月末までに厚生労働省への報告数は861件であった。1件の報告に複数の事例や複数の浄水場における被害事例が含まれており、それらを計数した事例数としては1018件であった。事例の内訳は、病原微生物等に関連するものが781件(77%)、化学物質等に関連するものが179件(18%)、濁度・色度の異常が24件(2%)、異臭味の被害報告が7件(0.6%)と大半が病原微生物等による事例であった。病原微生物等が原因の事例781件のうち、9割以上にあたる718件の事例がクリプトスポリジウムおよびジアルジアといった耐塩素性病原微生物が原水または水源となる河川水中に検出された事例であった。飲料水健康危機管理実施要領では、浄水のみならず原水中に検出された場合についても健康危機事例として報告対象となっていることや、水道事業者だけでなく河川管理者等も原水となる河川水における耐塩素性病原微生物の検査をしており、検出された場合に関係機関に連絡されること等の理由で報告数が多くなっていると考えられた。原水中に耐塩素性病原微生物が常に一定レベルで検出されることが確認され、また浄水処理過程では常に濁度の監視など耐塩素性病原微生物汚染に対して適切な管理が行われている場合は、過去に耐塩素性病原微生物が原水中に検出されていないところで初めて検出される事例や検出される濃度(単位水量あたりの個数)が急激に増加するといった突発的な事故事例と比べて危機レベルが低いと考えられ、危機レベルの位置づけや事例の集計方法などを検討することが今後の課題である。事例件数は上水道で684件と最も多かった。大半は原水の汚染事例であり、耐塩素性病原微生物による原水中の検出情報が568件と83%を占め、検査体制があるため定期的に結果が報告されていることや、河川下流に上水道が多いため上流からの汚染の影響を受けやすいことが要因として考えられる。耐塩素性病原微生物の検出報告を除いた全300事例のうち4割近くが上水道における事例であった。

原水における検出報告を除いた場合、耐塩素性病原微生物に関連した事例は31件あり、塩素消毒のない浄水施設での検出による給水停止事例等が含まれる。耐塩素性病原微生物以外の微生物に関連した飲料水健康危機事例は32件であった。複数事例の原因となったものは、病原大腸菌、ウイルス、カンピロバクターであった。ウイルスによる健康被害事例は平成15年度以降に発生しており、今後も注意を払う必要があ

る。一方、飲料水を介して健康を脅かす化学物質は様々であり、油流出事故やそれに伴う PCB 汚染など人為由来のものからヒ素、水銀など自然由来と考えられるものまである。飲料水となる原水にどのようなリスクが存在しているか、地域や事業者が個別に状況を把握する必要性が指摘された。

水道の種類毎に健康危機事例の内容を整理し、感染症等の健康被害事例、健康被害には至らないが給水が停止した事例、用途制限等の日常生活への影響した事例、水質異常が確認されたが通常管理の中で対応できた事例など、被害の重篤度によって5つに分類した。給水人口に対する過去10年間における健康危機事例の被害または影響を受けた人数の比を評価値として危機発生状況についての定量的評価を行った(図-1)。

健康被害カテゴリー(カテゴリー1)での

評価値は、専用水道、未規制小規模施設、簡易水道、上水道という順で大きく、水道の規模が大きいほど評価値は小さくなる、すなわち健康被害が発生する状況は低いことが示唆された。専用水道での健康被害事例は、件数だけでなく1事例における被害人数も多いため評価値は高く、健康被害防止の観点から専用水道の管理に注意しなければならないといえる。給水停止および用途制限の影響が生じたカテゴリーについては、上水道、専用水道、簡易水道、未規制小規模施設の順となり、水道規模が大きくなると評価値が大きくなる傾向があった。給水人口の多い水道では一度給水停止が発生するとその影響が大きいいため、被害が規模に応じて影響していることが結果に反映されていると考えられた。専用水道や未規制小規模施設では上水道や簡易水道に比べて直接健康被害につながる事例が多く、健康被害に至るまで水質異常を検知することができないことも要因として考えられ、これらの日常的な監視体制等管理手法の検討が必要である。

3) 飲料水起因の健康被害事例の分析

わが国において発生した飲料水を介する健康被害事例は過去10年間で少なくとも29件あった。また飲料水が原因と疑わしい(飲料水が原因と断定できない)事例を含めると38件発生し、3100人以上が健康被害を受けていた。発生件数で見ると、貯水槽水道、小規模水道、飲用井戸、湧水などで全体の75%を占め、小規模な水道で事故が発生している傾向が認められた。一方、3件の事例があった専用水道での健康被害を受けた人は1080人と全体の45%(40%)を占め、1件あたりの被害数が多く、一度事故が生じると大きな被害に発展することがデータより再確認できた。健康被害事例の原因をまとめると、施設の不適切管理がほとんどであり、クロスコネクション(誤接合)によって飲用でない水が給水されたことによる健康被害、次亜塩素酸の過剰注入で被害といった管理ミスによる事例もあるが、大半の事例は消毒装置の不調・故障や消毒剤の未注入といった消毒の不備に起因していた。比較的給水人口の大きい水道事業である専用水道・簡易水道で発生した事例で、その原因について資料中に確認できたものについては、いずれも消毒の不備が指摘されており、消毒プロセスの重要性を改めて認識させられた。被害防止の観点から消毒の管理の徹底が不可欠であると言えるが、飲用井戸等においては水源の近くに存在する排水溝や浄化槽といった汚染源からの影響が原因として挙げられる事例も見られ、水源となる周辺の状況を点検し汚染リスクを確認するといった基本的な対応が事件の未然防止に不可欠であることが分かった。また、工事や地震等で水道水や井戸水に濁り等の変化が生じていることを確認しながらも、使用を続けたために被害が生じたケースや、飲用不可を知らされな

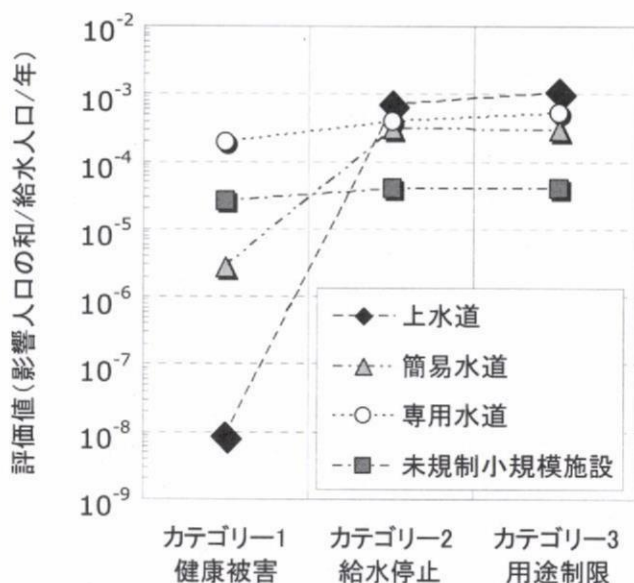


図-1 給水人口に対する過去10年間で飲料水危機事例において影響を受けた人口の和の比。1年当たりに換算した数値を評価値として示した。

から飲用したため被害が生じた例もあり、水を介して様々な健康を脅かす事態の発生を防止しまた被害拡大を防止するためには、事故の原因究明をするとともにそこで得られた情報を共有して、利用者を含めたリスクコミュニケーションを進めることも今後の課題と考えられる。

4) 自然災害による飲料水健康危機管理体制の整理

災害対策の策定の際に活用できる情報源については、インターネットで入手可能な主に官公庁、地方自治体等のサイトを検索し、ホームページのリストを作成した。また、地震規模は変わらなくても地盤状況や発生する地域特性(中山間地域、都市臨海地域)で被害状況は大きく異なった。埋設管路については、ダクタイル鉄管や耐震継手(S、SⅡ、NS 形)、溶接鋼管等の耐震性認められている管路の被害はなく、管路の耐震化を図ることが重要であると考えられた。自然災害によって発生するリスクは、給水水質が悪化する「質的リスク」と給水停止、給水量の減少、供給水圧の低下に至る状態の「量的リスク」が考えられた。断水が住民の生活・活動に与える影響として、地震発生直後の混乱期数日間においては、被災住民の生命維持を図るための飲料水の確保が必要とされ、地震発生直後の混乱期が一段落すると、炊事、風呂、トイレ等の生活用水の確保・供給が必要となることがわかった。応急復旧は、可能な限り最長 4 週間を目安に行う必要がある。さらに、医療機関への水道水の供給不足は、負傷者や入院患者の治療を妨げることになり、住民の生命に直接危機をもたらすことになり、医療用水確保のための国、地方自治体での対応策について示すことができた。

5) 諸外国における飲料水健康危機情報の整理

米国、カナダ、イングランド・ウェールズ、スウェーデン、スイス、フィンランドなどの水系感染症に関する事例を整理した。米国では 1920 年より飲料水に起因する健康被害発生事例の統計が取られており、1971 年より米国環境保護局、疾病対策予防センター(CDC)、州および地域疫学専門家審議会が飲料水およびレクリエーション水に起因する健康被害事例の情報を収集するシステムを維持管理している。州、地域等の地方の公衆衛生関連部局は、健康被害事例について把握調査し、CDC の様式を用いて自主的に報告をする責任を担っている。報告された事例は、2 年ごとに CDC の報告書にまとめられ公開されている。米国における飲料水起因の健康被害患者数(発生病件数)は、1995～2004 年の年平均で、細菌、原虫、ウイルスによる水系感染症が 880 人(8.8 件)、化学物質によるものが 20 人(2.4 件)、原因不明の胃腸炎が 204 人(4.2 件)であった。原虫が原因の場合を中心に 1000 人を超える患者数が発生している。年平均患者数を人口で割った概算のリスクは水系感染症で 4×10^{-6} 、化学物質で 7×10^{-8} であり、日本で同様な方法で求めたリスク(水系感染症 2×10^{-6} 、化学物質 7×10^{-8})と同程度であることが明らかになった。コミュニティ水道において 2002 年時点で基準値を満たしていない飲料水が人口の 6%に供給されていることが分かった。

自然由来の有害化学物質を含んだ飲料水健康危機事例として、フッ素及びヒ素を対象として整理した。放射性核種による健康被害事例はなかったが、飲料水中の放射性核種に関する基準および規制について、WHO、EU、米国、英国、日本における状況を整理した。さらに水に関連するテロによる被害事例および対策について整理し、米国では 1984 年のカルト教団による飲料水タンクへのサルモネラ菌投入によって 750 名以上の患者が発生した事例以降、予告あるいは未遂のみで健康被害の事例はないが、近年サイバーテロを含む様々なテロの懸念があることから、Bioterrorism Response Act に基づき水道水供給施設のテロ対策が数多く取り組まれていること等が分かった。わが国では過去に飲料水の安全を脅かす大規模なテロ事例はないが、水源や貯水槽に有害物質等を投入する事件、水源に異物を混入するとの脅迫事件が数例確認された。これらの事例においていずれも健康被害にまで至ることは無かった。

2. 飲料水に係る健康危機に関する化学物質の基礎的情報および健康影響情報の整理

1) 健康危害関連の化学物質に関する情報の整理

国立医薬品食品衛生研究所ホームページからの化学物質とその有害影響に関する検索サイト、国際化学物質安全性カードおよび急性中毒処置の手引((財)日本中毒情報センター編集)等の情報および報文を収集・利用して、データ整理を行った。多くの機関でそれぞれ特徴のあるサイトを構築しており、多様性と利便性を考慮して、日常から利用しやすいサイトを検索し、情報の入手に熟知しておくことが有用であると考えられた。また、平成 16 年度から平成 18 年度の 3 年間の事例をまとめると、自然由来の原因とされる事例が 15 件、事故が原因とされる事例が 24 件、不可避な脅迫等による原因が 3 件、水道事業者で改善される事例が

20 件あった。水道事業体で改善できる発生事例が多く、過去の発生事例を具体的な参考として発生防止の対策をとり、日常業務の中で注意喚起を怠らず、管理体制の充実を図ることの必要性が示唆された。自然由来や事故が原因とされる事例も多く、対策をとることは困難であるが、発生事例を想定した対応マニュアルの策定と周知徹底により危機管理体制の充実を図る必要性が示唆された。

2) 飲料水健康危害に関連した化学物質の検出に関する情報の整理

現場で簡単に操作でき、短時間に結果が得られる分析器具が緊急時における化学物質の汚染原因の種類や濃度程度の把握に有効な手段となる。市販品で軽くて小型の分析セットが提供されており、活用することも必要であろう。これらの簡易分析類は、測定を特殊な経験や専門知識を特に必要とせず、比較的簡単に操作を行うことができる。目的を明確にすることにより日常の厳密な分析を十分補完でき、特に緊急時には有用な手段となることが明らかとなった。日常から、水質の精緻な分析手法の技術を向上することに加え、簡易な分析手法の導入や使用方法の周知を図り、緊急時対応できる体制作りも検討すべきである。

また、GC/MS による検出および定量に検量線法を補う手法として、考案されているデータベースを用いたスクリーニング的測定法について情報を収集し、概説した。この手法を用いれば、一度データベース化された化学物質は、日常的な測定では標準物質の測定を省略しても同定・定量が可能であることが示されていた。検量線法に比べて定量精度は劣るものの、多数の化学物質の迅速・簡便な一斉測定が期待され、水質管理のための河川水の総括的なモニタリング、あるいは緊急時の迅速な汚染原因物質の特定および濃度推定などの危機管理システムへの適用が特に有効であることがわかった。

3) 未規制化学物質等の浄水工程における除去性の評価

現行の水質基準等に含まれていない未規制化学物質について、初期候補である 498 物質の中から水道水源において監視優先度の高い 51 物質を抽出した。そのうち上位 20 物質を対象として、浄水工程における除去性に関する既往の文献調査を行ったところ、9 物質について水処理に関連する文献が存在したが、浄水処理を想定した実験条件下で除去可能とされたものは、グリオキサール、モノエタノールアミン、エチレンジアミンの 3 物質のみであることがわかった。浄水処理を想定していないが、排水処理等において除去可能と考えられる物質は、アニリン、チオ尿素、*o*-トルイジン、ピリジン、メタクリル酸メチル、*p*-ジクロロベンゼンの 6 物質であった。なお、グリオキサールは、オゾン処理の副生成物として浄水処理過程で生成する可能性が示されていた。文献検索において全く該当しなかったものは 11 物質で、最上位に位置しているアクリロニトリル、1,2-エポキシプロパン、 ϵ -カプロラクタムの 3 物質に関する知見が得られなかった。

アクリロニトリル、1,2-エポキシプロパンおよび ϵ -カプロラクタムについては、水試料を対象とする分析法の検討を行い、LC/MS による分析は困難であると結論された。また 1,2-エポキシプロパンおよび ϵ -カプロラクタムは、水試料の固相および溶媒抽出法、質量分析計を検出器とする測定に課題があり、GC/MS による分析は困難であった。アクリロニトリルは、固相抽出は難しく、ジクロロメタンによる溶媒抽出法で最高 2.5 倍の抽出・濃縮が可能であった。アクリロニトリルの水試料中での濃度が 0.2~10 ppb の範囲において分析可能であり、河川水などを対象に分析が可能であることが明らかとなった。アクリロニトリルは遊離塩素に対する反応性は低く、粉末活性炭に対する吸着性も低いことが明らかとなった。すなわち浄水処理工程において削減・除去が難しいことが示唆された。

4) 有機リン系農薬およびそのオキソン体の潜在的な健康危機評価

有機リン系農薬の原体とオキソン体の急性毒性に対する作用を比較すると、クロルピリホスが最も高く、オキソン体は原体の約 2300 倍の作用があることがわかった。また、イソキサチオン、MPP およびダイアジノンが 200 倍以上の作用を示し、オキソン体が生成する可能性がある浄水工程では、特にこれら 4 種の農薬について、原体のみでなくオキソン体の両方を合算した濃度による健康影響の評価が重要であることが分かった。

-P-O-C=N-の構造を有する有機リン系農薬は、特にアセチルコリンエステラーゼ活性 (ChE) の阻害が強く表れ、構造と阻害能に有意な関係が認められた。構造から有害影響を推定する有効例を提示できた。

2 種および 3 種の有機リン系農薬の共存により、ChE 阻害作用に相加性があることを明らかにし、同一作用点により影響を示す化学物質類の総括評価の必要性を提示した。

3. 飲用井戸等の小規模飲料水供給施設の適正管理のあり方に関する検討

飲料水供給施設の中で健康被害のリスクが比較的高い、飲用井戸等の未規制の小規模飲料水供給施設の管理実態につき整理し、また 5 つの自治体にアンケート調査を行った結果、飲用井戸等の施設監視の割合は 10%程度と低い状況にあり、法適用施設と比較すると管理・監視の対応が消極的であることが分かった。多くの自治体で飲用井戸等衛生対策の要綱や要領が定められているものの、未規制小規模施設の把握に関する具体的な方法や目標などが設定されていないこと、管理者に対して要領等の内容についての周知の有無や、要領の内容に従った保守管理、水質検査及び汚染時の対応の有無についての実態を掴んでいないことが問題として挙げられ、施設把握の促進や要領の周知方法について検討する必要がある。

これまでわが国で生じた 64 件の飲用井戸、小規模な飲料水供給施設における健康被害事例を分析した結果、消毒の不備が原因として最も多く、消毒装置が設置されているにもかかわらず管理者の認識不足も含め消毒装置の活用が不十分であることが分かった。健康被害事例の大半は病原微生物等が原因であり、小規模飲料水供給施設においても飲料水の安全性確保の観点から消毒の重要性を再認識し、日常的な管理体制の構築が不可欠であると考えられた。これらの施設では、責任の所在の不明、専門知識を持った担当者の不在、行政側で施設の未把握等により、健康被害が発生した場合でも行政当局による衛生指導が難しい状況にあった。小規模の飲料水供給施設への適切な監視指導や情報提供には、施設の把握を正確に行われなければならない、具体的方策の一つとして、井戸台帳の作成が有効であると考えられた。本研究では井戸台帳の作成と簡易なGISソフトを組み合わせた管理方法や、リスクに応じた監視指導優先度判定の手順等を提示した。また、事故事例から施設の衛生管理のチェックポイントを抽出し、衛生行政担当者が飲料水供給施設を衛生面で管理するヒントについて提言した。

4. 地理情報システムを活用した飲料水危機管理手法の開発

1) 飲料水危機管理手法としての地理情報システム活用に関する情報源情報の調査

病原微生物による原水汚染リスク要因の把握を GIS 上で行う際に利用可能と考えられる統計やメタデータと GIS への取り込み方法を整理した。汎用的な利用、簡易な手続きで利用することを念頭に、全国規模で調査されており、かつ、一般に入手しやすく、地理情報として GIS に取り込み・整備が可能なものを対象に整理を行った。対象とした原水汚染リスク要因は、「し尿起因」、「畜産・動物起因」、「医療起因」、「レクリエーション起因」、「災害起因」に「水量・水質の実測値」を加えた 6 項目 30 種類以上となった。また、これらの情報の元データの状態でこれらを GIS に取り込む方法、取り込んだ後のフィーチャー種類、属性値、元データの更新頻度、価格などの情報を整理した。大半の情報がポイント情報であり、住所を入力しアドレスマッチングを行うことで容易に GIS に取り込むことができること、下水処理場や集落排水処理施設等は、一般に利用可能な統計情報では住所不明であったため、施設の位置を特定し GIS に取り込むことに多大な時間を要し、統計作成段階での改善が必要であること、が明らかになった。本システムの中心的な情報となる水道地図や水道統計については、双方の情報の整合性に欠けており、情報の整合をとるために水道台帳を確認する労力が必要であることが分かった。水道地図と水道統計の整備に際して連携を図る必要がある。これらの情報の更新頻度は 1~5 年に 1 回程度であり、流域の状況に応じてデータを差し替える必要があると考えられた。

2) GIS を用いた飲料水水源汚染要因の抽出手法および可視化手法の検討

一般に利用可能な汚染源情報と水道地図情報を元に、GIS のバッファリング機能あるいは上流解析機能にオーバーレイ解析機能を組み合わせて病原微生物による水源汚染要因を抽出する手法を開発するとともに、個々の汚染要因に関して汚染危険度の高い水源を抽出し地図上に可視化する手法を開発した。鳥取県をモデル地域として本手法を適用した結果、地域内の上水道、簡易水道、専用水道および飲用井戸等 508 箇所の水源に対して同心円距離内および上流域の汚染要因を抽出することができた。その結果、例えばある水源に対して水源上流に存在する汚染源すべてを地図上に示し、汚染源の情報を確認する、あるいは、全水源のうち半径 1km 以内に下水処理場など特定の汚染源の存在する水源を抽出し、さらに放流水の大腸菌群数を地図として視覚化するなど、水源毎にさらされている汚染リスク要因の種類とその要因の大きさを地図上に明示的に示すことができるなど、GIS を用いるメリットを示すことができた(図-2)。

また、浄化槽など生活排水処理施設や畜産、水源位置などについて、一般に利用可能な情報だけでなく各都道府県が独自形式として所有するような詳細情報など空間精度の異なる複数の情報を準備し、情報の

空間精度が汚染要因抽出結果に与える影響を検討した結果、一般に利用可能な情報のように空間精度が劣る情報を用いた場合、汚染要因抽出結果に大きな影響を与えることがわかった。一般に利用可能な情報源を用いるか、詳細な情報を用いるかについては、手間と評価精度のトレードオフの関係として捉えられるため、詳細情報を用いるための手間を低減することが重要である。

本手法による汚染要因抽出結果の評価精度について検討を行

うため、対象地域における危機発生事例や上水道(84水源)および簡易水道(103水源)の過去5~6年分の原水水質と水源周辺地域の汚染要因との関係を水源種類毎(浅井戸、深井戸、湧水、伏流水)に分析した結果、危機発生事例水源の周囲に汚染要因が存在していることを確認できた。一方、原水水質(大腸菌群数定性率、一般細菌、濁度、硝酸態及び亜硝酸態窒素)と水源周囲の汚染要因の間には有意な関係は見られなかった。本手法の有効性を確認するためには、分析対象となるデータを増やすとともに、汚染要因の空間データ精度を向上させることが必要と考えられる。

5. 飲料水危機管理関連情報の発信の検討

本研究結果で得られた、飲料水健康危機事例、未規制化学物質に関する情報、小規模な飲料水供給施設の衛生管理のヒント等、飲料水健康危機管理に有用な情報について、公開方法等を検討した上で順次インターネット上で公開した。当面は国立保健医療科学院水道工学部のウェブサイト上に、「飲料水健康危機管理総合サイト」(<http://www.niph.go.jp/soshiki/suido/dwrn/index.html>)を開設し、その中に得られた成果を公開している。

D. 結論

わが国では水道の普及率は高まったものの、飲料水による健康被害は依然発生しており、また水質汚染事故や地震・集中豪雨等の自然災害による水道施設の被災で給水停止が発生する等、社会生活への影響も多い状況にあり、水道におけるこれらのリスクを回避するための適切な施策が求められている。また300万人以上が水道未普及地域で生活しており、全ての国民が安全で安心な飲料水を利用するためには、小規模な飲料水供給施設においても一定の水質基準を確保するための管理のあり方についても検討する必要がある。本研究は、以上の問題を見据え、近年国内外で発生している飲料水に係る健康危機の実態を調査してその傾向と対策について検討するとともに、飲料水中の健康危害物質に関する情報の把握や、小規模飲料水供給施設における適正管理策の検討、地理的情報システムを活用した水道原水の危害発生リスクの評価に資するシステムの開発を行い、飲料水を經由して摂取する有害化学物質及び病原生物による健康被害の発生防止、拡大防止等の飲料水に係る健康リスクを回避するための方策を示すことを目的として行ったものである。本研究による成果の概要は以下の通りである。

- 1) 飲料水の健康危機管理に関する情報について整理し、情報の緊急性や重篤度に準じた類型化による特徴付けを行い、各種情報についての課題と対策を明らかにした。また飲料水に係る健康危機に関連する情報の相互関係とそれらの通報経路について概要の整理を行い、これらの情報の継続的な収集と網羅的な考察の必要性を指摘した。
- 2) 「飲料水健康危機管理実施要領」に基づき、厚生労働省健康局水道課が収集した過去10年の飲料水に係る健康危険情報を入手し、飲料水の種類や浄水処理方法、給水人口、水源の種類、被害状況等に

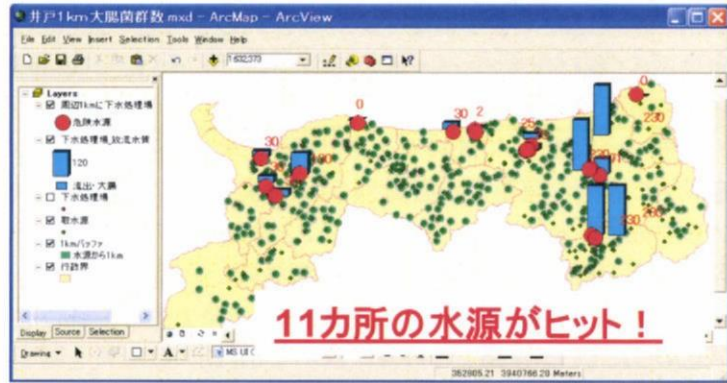


図-2 GISを用いた汚染要因の抽出および視覚化の例：
1km以内に下水処理場が存在する水源(11カ所)の抽出
およびその下水処理場の放流水大腸菌群数

ついてデータベースを作成した。データベース化した事例を対象に、その内容について分析を行い、未規制小規模施設や専用水道で健康被害リスクが大きいことが明らかになるなど、水道の種別によって危機事例の内容やリスクレベル等の特徴が異なり、それぞれの特徴にあわせた危機管理を検討することが必要であることを示した。

- 3) わが国では依然として飲料水による健康被害が毎年発生しており、飲用井戸等の小規模な飲料水供給施設での管理の重要性が指摘された。確実な消毒プロセスの実施や水源の状況把握といった、基本的な管理危害の未然防止に重要であることを実際のデータに基づいて示した。
- 4) 災害対策の策定の際に活用できる情報源について、ホームページリストを作成した。過去の震災被害状況より、同規模の地震であっても地盤状況や発生する地域特性で被害状況は大きく異なること、耐震性が認められている管路での被害報告がなく管路の耐震化を図ることが重要であることが指摘された。また、医療用水確保のための国、地方自治体での対応策を示した。
- 5) 諸外国における自然災害、テロ、放射性核種汚染を含む過去の健康被害事例や被害状況等を整理するとともに、危機管理対策についての取り組みをまとめた。米国における飲料水起因の健康被害リスクは水系感染症が最も高く、患者数を人口で割った概算のリスクは水系感染症で 4×10^{-6} 、化学物質で 7×10^{-8} で、日本で同様に求めたリスクとほぼ同レベルであることが明らかになった。
- 6) 水道水等、飲料水に起因する国民の健康の安全を脅かす事態の原因となりうる有害化学物質について、物性や毒性の情報、浄水工程による除去性、分析法、汚染発覚時の簡易検知方法などを整理し、飲料水健康危機対応に有用な化学物質データベースを構築した。
- 7) 有害化学物質による健康危機事例を整理するとともに、危機発生時の対応策として必要とされる緊急時の迅速・簡便な簡易検出法や、原因物質特定手法としてキャリブレーションロックインデータベース法を利用した GC/MS による分析法につき情報を収集し、それらの有効性と課題について明らかにした。
- 8) 水質基準等に含まれない未規制化学物質のうち、水道水源において監視優先度の高い 51 の未規制化学物質を抽出した。上位 20 物質は、浄水工程による除去性に関する情報が少ないことが明らかになり、これらの情報整備が課題であることがわかった。監視優先度が最も高い物質である 1,2-エポキシプロパン、 ϵ -カプロラクタムの水試料について LC/MS および GC/MS での分析法について検討し、いずれも分析が困難であることが分かった。さらに実験により、アクリロニトリルは塩素処理や粉末活性炭処理等の浄水工程において削減・除去が難しいことを明らかにした。
- 9) 有機リン系農薬の原体とオキソン体の急性毒性に対する作用を比較し、クロルピリホスのオキソン体は原体の約 2300 倍の作用があることがわかった。オキソン体が生成する可能性がある浄水工程では、原体のみではなくオキソン体の両方を合算した濃度による健康影響の評価が重要であることを明らかにした。また、2 種および 3 種の有機リン系農薬の共存により、ChE 阻害作用に相加性があることを明らかにし、同一作用点により影響を示す化学物質類の総括評価が必要であることが分かった。
- 10) 健康被害のリスクが高い未規制小規模施設においてその監視率が低い実態を示した。過去の事例から、管理者の認識不足も含む消毒装置の活用が不十分である管理上の問題が指摘された。井戸台帳の作成、簡易な GIS ソフトを利用した施設状況の把握方法など未規制小規模施設の管理手法について提示した。さらに、小規模飲料水供給施設の衛生管理のチェックポイントを提示した。
- 11) GIS を活用した飲料水危機管理手法に対して利用可能な地理情報や統計に関する情報(メタデータ)と GIS への取り込み方法を整理することにより、情報源の問題点・改善点を指摘するとともに、GIS の空間解析機能を用いて病原微生物による水源汚染リスク要因を抽出する手法を開発し、個々のリスク因子に対する危険度の高い水源を抽出・可視化できることを示した。本手法の有効性をさらに向上させるためには、空間精度の高い詳細情報を GIS に取り込むこと、また、その手間を軽減させることとともに、水源の汚染要因と原水水質との関係をより詳細に分析していくことが必要であることが分かった。
- 12) 本研究成果で得られた飲料水健康危機管理に関連する情報についてウェブサイトを開設し、インターネット上で公開した。

E. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 秋葉道宏. (2007) 医療用水の確保を, 自然・社会と対話する環境工学, 土木学会環境工学委員会編, 土木学会, 108-111.
- 2) 秋葉道宏. (2007) 上下水道システムに対する地震リスクとその対策, 保健医療科学, 56(1), 9-15.
- 3) 山田俊郎, 秋葉道宏. (2007) 最近 10 年間の水を介した健康被害事例, 保健医療科学, 56(1), 16-23.
- 4) 秋葉道宏. (2007) 水道における災害対策, 水環境学会誌, 30(5), 18-21.
- 5) 浅見真理. (2007) 水の衛生管理, 幼保施設危機管理研究会編, 幼保施設等安全・安心ハンドブック—危機管理マニュアル, ぎょうせい, 208-212.
- 6) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一. (2008) わが国における飲料水健康危機事例の分析, 環境工学研究論文集, 45, 563-570.
- 7) Maiko Tahara, Reiji Kubota, Hiroyuki Nakazawa, Hiroshi Tokunaga and Tetsuji Nishimura. (2008) The behaviour and cholinesterase inhibitory activity of fenthion and its products by light and chlorination, Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA, 57(3), 143-151.
- 8) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永裕司, 西村哲治. (2008) 塩素反応生成物を含めた有機リン系農薬のための水道水の安全性評価, 用水と廃水, 50(6), 39-43.
- 9) 山田俊郎, 秋葉道宏. (2009) わが国の水による健康被害の実態 ~最近の国内被害事例から, 片山恒雄, 眞柄泰基, 田中宏明監修, 水と水技術, vol1 災害編, オーム社, (印刷中).

2. 学会発表

- 1) 鎌田素之, 相澤貴子, 西村哲治, 浅見真理. (2006) 農薬実態調査に基づく今後の農薬監視のあり方, 第 57 回全国水道研究発表会講演集, 566-567.
- 2) 西村哲治, 菊池修一, 宇田川富男, 高須豊, 渡部祐介, 宮田雅典, 奥野雅司, 橋渡健児, 安恒実, 安藤正典. (2006) 水質管理目標設定項目の検査方法の改正—農薬類—, 第 57 回全国水道研究発表会講演集, 632-633.
- 3) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 長岡恵, 徳永祐司, 西村哲治. (2006) フェンチオンの環境動態に伴うコリンエステラーゼ活性阻害の増強, 第 57 回全国水道研究発表会講演集, 684-685.
- 4) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2006) コリンエステラーゼ活性阻害の強い構造特性, フォーラム 2006 衛生薬学・環境トキシコロジー, 201.
- 5) 川嶋彩夏, 田原麻衣子, 久保田領志, 清水久美子, 徳永裕司, 西村哲治. (2007) 有機リン系農薬の塩素処理と反応試料抽出物の影響評価, 第 41 回日本水環境学会年会, 607.
- 6) 川崎寛子, 田原麻衣子, 久保田領志, 清水久美子, 徳永裕司, 西村哲治. (2007) LC/MS によるカーバメート系農薬の分析法の確立と浄水工程による除去性の評価, 第 41 回日本水環境学会年会講演集, 611.
- 7) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永裕司, 西村哲治. (2007) チオノ型有機リン系農薬 24 種の塩素浄水処理による有害リスクに関する知見, 日本薬学会第 127 年会要旨集2, CD-ROM.
- 8) Michihiro Akiba and Toshiro Yamada. (2007) Accidental Water resource pollutions and health hazard cases by drinking water in Japan, 29th International Symposium on Environmental Issues, 81-84.
- 9) Tetsuji Nishimura, Maiko Tahara, Reiji Kubota, Kumiko Shimizu, Michihiro Akiba and Hiroshi Tokunaga. (2007) The relationship of structures and cholinesterase inhibitory activities of the activated form of organo-phosphorous pesticides, The IXth International Meeting on Cholinesterases, 142.
- 10) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一. (2007) 過去 10 年間の飲料水に係る健康危機事例の分析, 第 58 回全国水道研究発表会講演集, 650-651.
- 11) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2007) 塩素暴露によるチオノ型有機リン系農薬の反応生成物を含めた評価の水質管理への応用, 第 58 回全国水道研究発表会講演集, 534-535.

- 12) 相澤貴子, 鎌田素之, 西村哲治, 浅見真理, 小坂浩司. (2007) 検出実態を反映した農薬監視体制の提案, 第 58 回全国水道研究発表会講演集, 538-539.
- 13) Toshiro Yamada, Michihiro Akiba, Mari Asami, Dai Shimazaki and Shoichi Kunikane. (2007) Waterborne health hazard cases by drinking water in Japan, Abstract of WaterMicro2007, 14th International Symposium on Health-Related Water Microbiology, 350.
- 14) Tetsuji Nishimura, Maiko Tahara, Reiji Kubota, Kumiko Shimizu, Yasumoto Magara and Hiroshi Tokunaga. (2007) Behavior of organophosphorus pesticides after chlorination treatment effect of its products on cholinesterase activity, 2nd IWA-Aspire Conference and Exhibition, CD-ROM (No.009).
- 15) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一. (2007) わが国における飲料水に係る健康危機事例について, 第 44 回環境工学研究フォーラム講演集, 134-136.
- 16) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一. (2007) 最近 10 年間のわが国における飲料水健康危機事例について, 第 15 回衛生工学シンポジウム論文集, 133-136.
- 17) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2007) 水質管理に向けた ChE 阻害物質の総合的評価の考え方について, 第 44 回全国衛生化学技術協議会年会講演集, 149-150.
- 18) 山本裕子, 山田俊郎. (2007) 海外における飲料水の汚染事例, 第 15 回衛生工学シンポジウム論文集, 121-124.
- 19) 山本裕子, 山田俊郎. (2008) 海外における飲料水に起因する健康被害事例, 第 42 回日本水環境学会年会講演集, 580.
- 20) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2008) ピリダフェンチオンの塩素処理によるオキソン体の生成, 日本薬学会第 128 年会要旨集 2, CD-ROM.
- 21) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 雪本博志, 石田智治, 黒子裕史. (2008) 飲料水健康危機事例内容の分類と危害評価, 第 59 回全国水道研究発表会講演集, 640-641.
- 22) 田原麻衣子, 田中美穂, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2008) 塩素反応試料における挙動解析と生理作用への影響評価の重要性, 第 59 回全国水道研究発表会講演集, 574-575.
- 23) 西村哲治. (2008) 水道水質管理におけるバイオアッセイの適用—有機リン系農薬のための水道水の安全性評価手法—, 第 14 回バイオアッセイ研究会・日本環境毒性学会合同研究発表会講演集, 3-6.
- 24) Toshiro Yamada, Michihiro Akiba, Mari Asami, Dai Shimazaki and Shoichi Kunikane. (2008) Waterborne health hazards attributable to drinking water in Japan, Abstracts of IWA World Water Congress Vienna 2008, 265.
- 25) 増田貴則, 山田俊郎, 秋葉道宏, 田中春樹. (2008) 水源汚染リスク管理のための流域汚染源解析の試みとその課題, 第 11 回日本水環境学会シンポジウム講演集, 124-125.
- 26) 増田貴則, 細井由彦, 山田俊郎, 秋葉道宏, 田中春樹. (2008) 一般に利用可能な情報のみと GIS を用いた飲料原水の汚染リスク要因の抽出, 土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集(第 VII 部門), CD-ROM.
- 27) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 西村哲治. (2008) 利根川水系(中川)における河川水中コリンエステラーゼ阻害物質の存在実態, 第 45 回全国衛生化学技術協議会年会, 141-142.

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

研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

1. 論文発表

<平成18年度>

- 1) 秋葉道宏. (2007) 医療用水の確保を, 自然・社会と対話する環境工学, 土木学会環境工学委員会編, 土木学会, 108-111.
- 2) 秋葉道宏. (2007) 上下水道システムに対する地震リスクとその対策, 保健医療科学, 56(1), 9-15.
- 3) 山田俊郎, 秋葉道宏. (2007) 最近 10 年間の水を介した健康被害事例, 保健医療科学, 56(1), 16-23.

<平成19年度>

- 4) 秋葉道宏. (2007) 水道における災害対策, 水環境学会誌, 30(5), 18-21.
- 5) 浅見真理. (2007) 水の衛生管理, 幼保施設危機管理研究会編, 幼保施設等安全・安心ハンドブック-危機管理マニュアル, ぎょうせい, 208-212.

<平成20年度>

- 6) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一. (2008) わが国における飲料水健康危機事例の分析, 環境工学研究論文集, 45, 563-570.
- 7) Maiko Tahara, Reiji Kubota, Hiroyuki Nakazawa, Hiroshi Tokunaga and Tetsuji Nishimura. (2008) The behaviour and cholinesterase inhibitory activity of fenthion and its products by light and chlorination, Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA, 57(3), 143-151.
- 8) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永裕司, 西村哲治. (2008) 塩素反応生成物を含めた有機リン系農薬のための水道水の安全性評価, 用水と廃水, 50(6), 39-43.
- 9) 山田俊郎, 秋葉道宏. (2009) わが国の水による健康被害の実態 ~最近の国内被害事例から, 片山恒雄, 眞柄泰基, 田中宏明監修, 水と水技術, vol1 災害編, オーム社, (印刷中).

2. 学会発表

<平成18年度>

- 1) 鎌田素之, 相澤貴子, 西村哲治, 浅見真理. (2006) 農薬実態調査に基づく今後の農薬監視のあり方, 第 57 回全国水道研究発表会講演集, 566-567.
- 2) 西村哲治, 菊池修一, 宇田川富男, 高須豊, 渡部祐介, 宮田雅典, 奥野雅司, 橋渡健児, 安恒実, 安藤正典. (2006) 水質管理目標設定項目の検査方法の改正-農薬類-, 第 57 回全国水道研究発表会講演集, 632-633.
- 3) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 長岡恵, 徳永祐司, 西村哲治. (2006) フェンチオンの環境動態に伴うコリンエステラーゼ活性阻害の増強, 第 57 回全国水道研究発表会講演集, 684-685.
- 4) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2006) コリンエステラーゼ活性阻害の強い構造特性, フォーラム 2006 衛生薬学・環境トキシコロジー, 201.
- 5) 川嶋彩夏, 田原麻衣子, 久保田領志, 清水久美子, 徳永裕司, 西村哲治. (2007) 有機リン系農薬の塩素処理と反応試料抽出物の影響評価, 第 41 回日本水環境学会年会, 607.
- 6) 川崎寛子, 田原麻衣子, 久保田領志, 清水久美子, 徳永裕司, 西村哲治. (2007) LC/MS によるカーバメート系農薬の分析法の確立と浄水工程による除去性の評価, 第 41 回日本水環境学会年会講演集, 611.
- 7) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永裕司, 西村哲治. (2007) チオノ型有機リン系農薬 24 種の塩素浄水処理による有害リスクに関する知見, 日本薬学会第 127 年会要旨集2, CD-ROM.

<平成19年度>

- 8) Michihiro Akiba and Toshiro Yamada. (2007) Accidental Water resource pollutions and health hazard cases by drinking water in Japan, 29th International Symposium on Environmental Issues, 81-84.
- 9) Tetsuji Nishimura, Maiko Tahara, Reiji Kubota, Kumiko Shimizu, Michihiro Akiba and Hiroshi Tokunaga. (2007) The relationship of structures and cholinesterase inhibitory activities of the activated form of organo-phosphorous pesticides, The IXth International Meeting on Cholinesterases, 142.
- 10) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一. (2007) 過去 10 年間の飲料水に係る健康危機事例の分析, 第 58 回全国水道研究発表会講演集, 650-651.
- 11) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2007) 塩素暴露によるチオノ型有機リン系農薬の反応生成物を含めた評価の水質管理への応用, 第 58 回全国水道研究発表会講演集, 534-535.
- 12) 相澤貴子, 鎌田素之, 西村哲治, 浅見真理, 小坂浩司. (2007) 検出実態を反映した農薬監視体制の提案, 第 58 回全国水道研究発表会講演集, 538-539.
- 13) Toshiro Yamada, Michihiro Akiba, Mari Asami, Dai Shimazaki and Shoichi Kunikane. (2007) Waterborne health hazard cases by drinking water in Japan, Abstract of WaterMicro2007, 14th International Symposium on Health-Related Water Microbiology, 350.
- 14) Tetsuji Nishimura, Maiko Tahara, Reiji Kubota, Kumiko Shimizu, Yasumoto Magara and Hiroshi Tokunaga. (2007) Behavior of organophosphorus pesticides after chlorination treatment effect of its products on cholinesterase activity, 2nd IWA-Aspire Conference and Exhibition, CD-ROM (No.009).
- 15) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一. (2007) わが国における飲料水に係る健康危機事例について, 第 44 回環境工学研究フォーラム講演集, 134-136.
- 16) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一. (2007) 最近 10 年間のわが国における飲料水健康危機事例について, 第 15 回衛生工学シンポジウム論文集, 133-136.
- 17) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2007) 水質管理に向けた ChE 阻害物質の総合的評価の考え方について, 第 44 回全国衛生化学技術協議会年会講演集, 149-150.
- 18) 山本裕子, 山田俊郎. (2007) 海外における飲料水の汚染事例, 第 15 回衛生工学シンポジウム論文集, 121-124.
- 19) 山本裕子, 山田俊郎. (2008) 海外における飲料水に起因する健康被害事例, 第 42 回日本水環境学会年会講演集, 580.
- 20) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2008) ピリダフェンチオンの塩素処理によるオキソン体の生成, 日本薬学会第 128 年会要旨集2, CD-ROM.

<平成20年度>

- 21) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 雪本博志, 石田智治, 黒子裕史. (2008) 飲料水健康危機事例内容の分類と危害評価, 第 59 回全国水道研究発表会講演集, 640-641.
- 22) 田原麻衣子, 田中美穂, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治. (2008) 塩素反応試料における挙動解析と生理作用への影響評価の重要性, 第 59 回全国水道研究発表会講演集, 574-575.
- 23) 西村哲治. (2008) 水道水質管理におけるバイオアッセイの適用—有機リン系農薬のための水道水の安全性評価手法—, 第 14 回バイオアッセイ研究会・日本環境毒性学会合同研究発表会講演集, 3-6.
- 24) Toshiro Yamada, Michihiro Akiba, Mari Asami, Dai Shimazaki and Shoichi Kunikane. (2008) Waterborne health hazards attributable to drinking water in Japan, Abstracts of IWA World Water Congress Vienna 2008, 265.

- 25) 増田貴則, 山田俊郎, 秋葉道宏, 田中春樹. (2008) 水源汚染リスク管理のための流域汚染源解析の試みとその課題, 第 11 回日本水環境学会シンポジウム講演集, 124-125.
- 26) 増田貴則, 細井由彦, 山田俊郎, 秋葉道宏, 田中春樹. (2008) 一般に利用可能な情報のみと GIS を用いた飲料原水の汚染リスク要因の抽出, 土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集(第 VII 部門), CD-ROM.
- 27) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 西村哲治. (2008) 利根川水系(中川)における河川水中コリンエステラーゼ阻害物質の存在実態, 第 45 回全国衛生化学技術協議会年会, 141-142.
- 28) Shoichi Kunikane, Toshiro Yamada, Michihiro Akiba, Mari Asami and Dai Shimazaki. (2008) Health-related incidents attributable to drinking water quality in Japan, Abstracts of the Eighth China-Japan International Symposium on Health Sciences, 31-32.