

200738017A

厚生労働科学研究費補助金

地域健康危機管理研究事業

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19年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 秋葉道宏
(国立保健医療科学院)

平成20年3月

研 究 班 の 構 成

主任研究者

国立保健医療科学院水道工学部施設工学室長

秋 葉 道 宏

分担研究者

国立医薬食料品衛生研究所環境衛生化学部第3室長

西 村 哲 治

国立保健医療科学院水道工学部長

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

研究協力者

鳥取大学工学部社会開発システム工学科准教授

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

厚生労働科学研究費補助金

地域健康危機管理研究事業

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19年度 総括研究報告書

主任研究者 秋葉道宏
(国立保健医療科学院)

平成20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

主任研究者： 秋葉 道宏 国立保健医療科学院水道工学部施設工学室長

要旨

本研究は、飲料水による健康の安全を脅かす事態を対象に、被害発生予防・拡大防止のための危機管理の適正化に資する手法の開発を最終的な目的としている。今年度は、国内外において飲料水による健康危機の状況を把握すること、また健康危害の原因物質に関する毒性や除去技術など危機発生対応に必要な情報を収集すること、さらに地理情報システムを活用した水源汚染リスク評価手法を開発することを目的とした。国内の飲料水健康危機事例を整理し事故要因やリスクレベルについて分析した結果、上水道や簡易水道と比べ専用水道や飲用井戸等の未規制小規模施設で健康被害リスクが大きいこと等が分かった。また、諸外国の飲料水危機の対策について、自然災害やテロ等を含む健康被害事例や危機管理体制について整理した。健康被害事例が多い未規制小規模施設では、多くの自治体においてその衛生管理に関する要領等が定められているが、関連部局による監視率自体が他の飲料水供給施設に比べて低い状況にあり、また監視・指導の方法が自治体により様々で、有効な管理指針の必要性が示唆された。飲料水健康被害を生じる可能性のある化学物質につき、緊急時の水質管理に有用な化学物質データベースの構築を進めた。有機リン系農薬とそれらのオキソン体を対象とした急性毒性評価を行い、浄水工程での挙動把握と複合する物質群の総括的な有害性評価の必要性が示された。また水質基準として未規制の化学物質を対象に監視優先度を設定し、アクリルニトリル等優先度の高い物質の多くは浄水工程の除去特性に関する情報を整備する必要があることが分かった。飲料水危機管理に活用できる地理情報や統計情報を整理するとともに活用する上での問題点を明らかにし、地理情報システムを用いた汚染危険度の高い水源を抽出・可視化する手法を開発した。

分担研究者： 西村 哲治 国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部第3室長
国包 章一 国立保健医療科学院水道工学部長
島崎 大 国立保健医療科学院水道工学部

生活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
研究協力者： 増田 貴則 鳥取大学工学部社会開発システム工学科准教授
山本 裕子 北海学園大学工学部社会環境工学科准教授
浅見 真理 国立保健医療科学院水道工学部水質管理室長

A. 研究目的

我が国では水道の高普及率を達成し、国民の生活や社会経済活動に不可欠なライフラインとなっており、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。しかし、地震等の自然災害や、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求められている。また、水道法適用外の飲用井戸等の未規制小規模施設では水質事故や飲料水による健康被害事例が多く、これらの施設における安全性の確保も求められている。本研究は、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を対象として、被害の発生予防・拡大防止等の危機管理の適正化を図る手法の開発を最終的な目的としており、国内外の飲料水健康危機事例や現行の危機管理体制を分析し、実態を明らかにするとともに適正な管理のあり方を検討し、健康危害原因物質に関する毒性や除去技術など危機発生対応に不可欠な基礎的情報の収集・評価や、地理情報システム (GIS) を活用した危機管理手法を開発することによって、飲料水の健康危機管理対策及び水源から給水栓までの統合的アプローチによる水道水質管理水準の向上を図ることを目的としている。

B. 研究方法

1. 飲料水に係る健康危機の基礎情報の整理・解析

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・所有している情報を収集して事故事例に関するデータベースを作成し、危機事例が発生した水道種、原因、対応、被害規模について傾向を分析した。また、報告された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。

2. 諸外国における飲料水健康危機情報の整理

諸外国において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の収集し、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についての情報も含めた。

3. 未規制小規模施設における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5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、さらに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. 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

国立医薬品食品衛生研究所の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 (ICSC)、急性中毒処置の手引 ((財)日本中毒情報センター編集) 等の情報および文献を収集して、情報の整理を行った。また、平成 16 年度および平成 18 年度に報告された事例から化学物質による健康危機に及ぶ可能性のある報告事例について整理した。さらに、有機リン系農薬および浄水工程で生成される可能性のあるオキソン体について、独自に確立した *in vitro* 評価法を用いて、急性毒性の指標であるアセチルコリンエステラーゼ活性の阻害率を指標として潜在的健康リスクを評価した。リスク評価には、それぞれの原体における測定上の目安とされている目標値の 1/100 の濃度とアセチルコリンエステラーゼ 20%阻害濃度より数値化し、両者を比較した。

5. 飲料水に係る健康危機に関する未規制化学物質の情報の整理

水道水源等での汚染事故を想定した監視優先度を定量評価するため、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 U. S. EPA の汚染物質候補リスト (CCL) の第二回改訂版 (CCL2) に挙げられている化学物質を対象とし、①国内での生産量・輸入量、②排出量、③急性毒性、④発がん性、⑤オクタノール/水分配係数について評点を与え合計値の順にソートして監視優先度リストを作成した。また監視優先度の高い未規制化学物質の上位 20 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。

6. 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

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) の情報について、特に病原微生物による原水汚染リスクの要因把握を GIS 上で行う際に利用可能と考えられるデータベースや統計情報を収集・整理した。さらに GIS で活用する際の取り込み方法についても整理した。これらの情報と水道地図情報を元に、GIS のバッファリング機能とオーバーレイ解析機能を用いて病原性微生物による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。

(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. 飲料水に係る健康危機の基礎情報の整理・解析

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 18 年度の飲料水に係る健康危機情報 1018 件を対象に、事例発生日、発生場所、危害内容、原因、水源情報、浄水処理法、被害状況等についてデータを整理してデータベースを作成し、原因や危機対応等について分析を行った。耐塩素性病原微生物が原水において検出された事

例が大半で、検出報告事例を除いた場合、耐塩素性病原微生物の事例 31 件とそれ以外の病原微生物の事例 32 件の計 63 件となった。飲料水を介した耐塩素性病原微生物による健康被害は報告されていない。耐塩素性病原微生物以外の病原微生物で、複数事例の原因となったものは、病原大腸菌（7 件）、ウイルス（4 件、うちノロウイルス 3 件、ロタウイルス 1 件）、カンピロバクター（3 件）であった。これらの健康被害事例の発生数は年度によって変化は見られず、毎年 0～5 件生じているが、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。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り、飲料水健康危機管理上、原水にどのようなリスクが存在しているか、地域や事業体が個別に状況を把握する必要がある。過去 10 年間に化学物質が原因で健康被害が発生した事例は 2 件あり、次亜塩素酸ナトリウムの過剰注入による事例と、配管の誤接続による実験用水の飲料水中への混入による事例であった。

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結果、健康被害カテゴリーでの評価値は、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。

2. 諸外国における飲料水健康危機情報の整理

諸外国の水系感染症につき文献調査を行い、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 年より環境保護局 (USEPA)、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 (CSTE) 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1,000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} であった。これは、日本で同様に求めたリスク（水系感染症 2×10^{-6} 、化学物質 7×10^{-8} ）と同レベルであることが明らかになった。ま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を供給されている人口が6%存在し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。

3. 未規制小規模施設等における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水道法適用外の未規制小規模施設の管理実態につき整理し、また5つの自治体を対象として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。また、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。

これまで我が国で生じた64件の未規制小規模施設における健康危害事例を解析した結果、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事例が目立った。健康被害事例の大半は病原微生物等が原因であり、未規制小規模施設における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。また、未規制小規模施設は、責任の所在が不明、専門知識を持った担当者の不在、行政側で施設の把握ができていない等により、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。未規制小規模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と、具体的方策の一つとして、井戸台帳の作成が有効であり、

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、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。

4. 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

飲料水に係る健康危機に関する化学物質の基礎的情報として、水道水において健康危機被害を生じる恐れのある有害化学物質について、物質名、CAS番号、化学式、分子量、沸点、水溶解度、LogPow、水分解性、光分解性、行政区分、(劇毒物指定等)、用途および予想汚染源、ADI/TDI、発がん性、ヒトへの曝露における健康影響濃度、体内動態(標的臓器)、中毒症状、中毒に対する処置、水道における処理性(凝集沈殿、ろ過、塩素処理、オゾン処理、粉末活性炭処理、粒状活性炭処理、生物活性炭処理、膜ろ過)検出法、簡易検出法等の項目について国内外の文献調査によりデータベースの構築をすすめた。また、化学物質による健康危機事例として35事例を収集し、ウランやマンガンなどの自然由来の原因は常時健康危機に至るため管理体制の中に対応策を考慮に入れておくことが必要であること、事故や故意による人為的原因は予期できず対応が困難ではあるが、事例に基づいた対応マニュアルの充実が求められること、等が示唆された。

オキソン体が市販されていない14種のチオノ型有機リン系農薬において、塩素処理を行い、反応生成物がアセチルコリンエステラーゼ活性(ChE活性)に及ぼす影響を独自に確立した*in vitro*評価系を用いて評価した結果、8種においてはChE阻害活性をほとんど示さなかったが、その他6種は原体のチオノ型の構造においてもChE阻害活性を示した。また14種のチオノ型原体は塩素と速やかに反応し、塩素反応時間5分でほとんど原体は検出されず、別の物質の生成が認められ、ChE阻害活性は最高レベルに達した。塩素反応生成混合物におけるChE阻害活性を検討した結果、ピリダフェンチオン、ピリミホスメチル、クロルピリホスメチルおよびホキシムの4農薬では、塩素反応に伴うChE活性の阻害増強がみられた。また、オキソン体が入手可能な10種の農薬についても検討した結果、原体は塩素と反応することで速やかに主生成物としてオキソン体に変化し、イソフェンホスを除く9種は原体からオキソン体に変化することで有害作用の増大が見られた。クロルピリホスが最も健康リスクが高く、原体とオキソン体のリスクを比較すると、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。クロルピリホス、イソキサチオン、MPPおよびダイアジノンの4種については、作用が200倍以上と特に高かった。有機リン系農薬の場合にはオキソン体もリスク評価に考慮しなければいけないこと、2種および3種の有機リン系農薬が複数共存することにより、阻害作用に相加性があることが分かった。検討対象の有機リン系農薬の中で、塩素と速やかに反応し、反応生成混合物においてChE阻害活性が増強された農薬に関しては、浄水工程における反応生成物の有害リスクが高いと考えられ、原体の有害性に加えて、反応生成物の評価が必要であることが分かった。

5. 飲料水に係る健康危機に関する未規制化学物質の情報の整理

水質基準等に含まれない未規制化学物質の初期候補である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。その内の上位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。一方、文献検索において全く該当しなかったものは11物質であった。とりわけ、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物質に関する文献は見あたらなかったため、除去性以外のキーワードを用いるなど検索範囲を広げた文献調査や、浄水工程での除去性に関する室内実験の実施など、さらなる情報収集に努めることが必要と考えられた。

6. 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

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データベースや統計に関する情報と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、一般に入手しやすい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、1) し尿起因、2) 畜産・動物起因、3) 医療起因、4) 車などの移動源起因、5) 災害起因、に6) 実測値を加えた6項目で、詳細は23種類となった。また、これらの情報の元データの状態とこれらを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などを整理した。ほとんど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。

一般利用可能な統計情報やデータをGISに取り込み、汚染リスク要因を抽出・視覚化する水道地図作成のためのGISデータベースの作成手順と方法を提示した。さらに、取り込んだデータベースを基にGISの標準的機能であるバッファリング機能とオーバーレイ解析機能を用いて、汚染リスク要因を抽出・視覚化する手法を開発し、実際に中国地方県内の水源に対して適用した結果、例えば、508カ所の水源のうち、1km以内の区域に下水処理場が存在する11カ所の水源が抽出され、県東部地域にその放流水の大腸菌群数が高い値を示す水源が集中しており管理上の問題点が明らかになる等、視覚的に状況を俯瞰することができた。

D. 結論

国内外での飲料水に係る健康危機の状況・体制を把握し、適正な管理策を講じる上で有効な情報を整理することができた。本年度の研究による成果は以下の通りである。すなわち、過去の飲料水危機事例を基にデータベースを作成して事例の傾向を明らかにするとともに、水道の種類毎に飲料水に係る健康被害および生活被害のリスク評価を行い、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を示した。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。健康被害のリスクが高い未規制小規模施設において監視率が低い等の管理上の問題を明らかにし、未規制小規模施設の管理手法について提示した。飲料水健康危機対応に有用な化学物質データベースの構築を進めた。また有機リン系農薬のコリンエステラーゼ阻害活性評価から水質管理で優先的に監視すべき有機リン系農薬を選択し、有機リン農薬の浄水工程での挙動把握と有害性評価の必要性を示した。水道水源等での事故を想定した場合に監視する必要性の高い未規制化学物質を抽出し、監視優先度が高い物質について浄水工程での除去性に関する情報整備が必要であることを明らかにした。飲料水危機管理に活用できる地理情報や統計情報を整理するとともに、GISを用いた病原性微生物による水源汚染リスクの評価手法を開発し、個々のリスク因子に対する危険度の高い水源を抽出・可視化することができた。

今後は、総合的なリスク評価手法の開発を継続するとともに、これまで得られた危機管理に有効な知見について、広く積極的に活用されるようマニュアル作成やウェブ上での情報公開について検討を進める。

E. 健康危険情報

該当なし

F. 研究発表

別添のとおり

G. 知的所有権の取得状況

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

厚生労働科学研究費補助金

地域健康危機管理研究事業

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19年度 分担研究報告書

平成20年3月

分担研究報告書 1

飲料水に係る健康危機の基礎情報の整理・解析

主任研究者	秋葉	道宏			
分担研究者	国包	章一、島崎	大、山田	俊郎	
研究協力者	浅見	真理			

分担研究報告書

飲料水に係る健康危機の基礎情報の整理・解析

主任研究者： 秋葉 道宏 国立保健医療科学院水道工学部施設工学室長
分担研究者： 国包 章一 国立保健医療科学院水道工学部長
島崎 大 国立保健医療科学院水道工学部
生活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
研究協力者： 浅見 真理 国立保健医療科学院水道工学部水質管理室長

A. 研究目的

水道は国民の安全で安心な生活に不可欠なライフラインであり、我が国における水道普及率は97.3%（平成19年3月31日現在）にまで達している。世界的にみると安全・安心な飲料水の確保は依然として重要な課題であるが、近年我が国において大規模な水系感染症等の発生はなく、水道水は諸外国と比べて極めて高い安全性が確保されているといえる。しかし各家庭等に配られる水に異常が発生した場合、広範囲にまた連続的に水が流れているため、被害は短時間で広範囲に及ぶ可能性があり、結果として集団感染等の重大な事態になり得るため、事故防止には万全を期する必要がある。また、飲用井戸等の水道法適用外の小規模な飲料水供給施設（未規制小規模施設）において飲料水による健康被害事例が頻発しており¹⁾、利用者の健康障害が懸念されている。現在、我が国において飲料水による健康被害を事前に防止するためWHOが提唱している水安全計画の導入が進められている。これは水源から給水栓までの各過程で問題となる要因を明らかにし、リスク評価した上で脆弱な箇所を重点的に管理する手法であるが、そのリスク要因の抽出・把握には、過去の事件事例を分析する作業は不可欠である。また、水系感染症としてクリプトスポリジウムなど耐塩素性病原微生物による汚染やウイルスによる汚染など、新たな飲料水汚染リスクが広く知られるようになり、近年の飲料水による健康危機事例の動向を整理し把握する必要がある。

厚生労働省は、国民の健康に係わる危機管理の基本的な枠組みとして「健康危機管理基本指針」を策定し、この基本指針に基づき、飲料水を原因とする国民の生命、健康の安全を脅かす事態に対して行われる健康被害の発生予防、拡大防止等の危機管理の適正を図ることを目的として、平成9年3月に厚生労働省が実施すべき要領として飲料水健康危機管理実施要領が定められた。この飲料水健康危機管理実施要領は、水道水のみならず、未規制小規模施設の水も対象としており、水質異常により生命、健康の安全を脅かす事態が生じている又は生ずるおそれがある場合に厚生労働省が対応すべき措置等が定められると

もに、異常が生じた飲料水の種類やその水源の情報、浄水方法、被害状況、推定される原因などの関連情報を厚生労働省に提供する方法が定められており、制定された平成9年より都道府県の衛生部局や水道事業者等によって飲料水健康危機に関する情報が厚生労働省に連絡されている²⁾。

そこで本研究では、昨年度に引き続き、平成9年度からの飲料水健康危機管理実施要領に基づいて厚生労働省に報告された飲料水に係る健康危機情報を情報源とし、過去10年間の飲料水に係る健康危機事例について整理して、飲料水健康危機の内容や原因について分析を行った。また水道の規模別に、飲料水健康危機レベルについて評価を試みた。

B. 研究方法

B-1 飲料水健康危機事例内容の整理

飲料水健康危機管理実施要領に基づいて厚生労働省健康局水道課に報告された平成9年4月から平成19年3月まで10年間の飲料水に係る健康危機情報を整理し、データベースを作成した。10年間の飲料水に係る健康危機事例の内容の傾向を明らかにするため、作成したデータベースを用いて飲料水健康危機事例の水道の種類や原因など下記の項目を中心に内容の整理・分析した。

(1) 水道の種類

健康危機事例が生じた対象の水道の種類を、上水道・簡易水道・用水供給・専用水道・未規制小規模施設・簡易専用水道・その他の8つに分類した。地下水汚染等により危険物質が検出された事例で周囲の飲用井戸等への影響が考えられた事例は未規制小規模施設の事例とした。また、ダム湖における汚染事例や、河川管理者等による水質調査で耐塩素性病原微生物が検出された事例や、工場敷地内における地下水汚染検出事例など、特定の水道への影響が示されていない事例については“その他”として分類した。

(2) 原因物質

健康危機事例の原因物質について、化学物質・病原微生物・濁度及び色度・異臭味・その他の5つに大別した。また、原因物質が詳しく特定できたものについてはその物質名毎に集計した。

(3) 対応等

危機発生時に、水道事業者等が行った対応について、給水停止又は使用停止・飲用禁止又は煮沸勧告等の用途制限・取水停止・その他の措置・対応なし・不明の6つに分類した。その他の措置は、給水停止や取水停止に該当しない活性炭注入や浄水処理方法の是正・変更、水運用の変更等を対象として集計した。給水停止又は使用停止・飲用禁止又は煮沸勧告等の用途制限・取水停止・その他の措置まで、危機発生時に通常の管理とは異なる対応を行った事例以外を対応なしの事例として集計した。

(4) 被害規模

報告事例において、健康被害が生じた患者数および給水停止または用途制限等によって

影響を受けた人口を影響人数として集計した。報告事例の中には、影響を受けた戸数のみ記録された事例があり、平成 19 年総務省統計局の第 56 回 日本統計年鑑に記載されている都道府県別 1 世帯当たり人員を戸数に乗じて影響人数を求めた。

B-2 飲料水健康危機事例の被害レベルの評価

飲料水健康危機実施要領で厚生労働省に報告された情報の危機レベルは様々であり、飲料水によって大規模な患者が発生した水系感染症事例から、日常的な管理によって対応が可能な比較的軽微な水源汚染事故まで、事例の緊急性や重篤度に大きく異なる。そのため、報告された危機事例の被害の影響の重篤度による類型化（カテゴリー化）について検討を行った。さらに、各カテゴリーにおける水道の種類毎の影響度を比較するための評価方法について検討し、事例ベースによる飲料水健康危機の影響について相対評価を行った。

C. 結果及び考察

C-1 過去 10 年間の飲料水健康危機事例の内容と傾向

(1) 事例件数とその傾向

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。以降、事例数を対象として考察を行う。平成 9 年 4 月から平成 19 年 3 月までの飲料水に係る健康危機事例の件数を図 1 に示す。

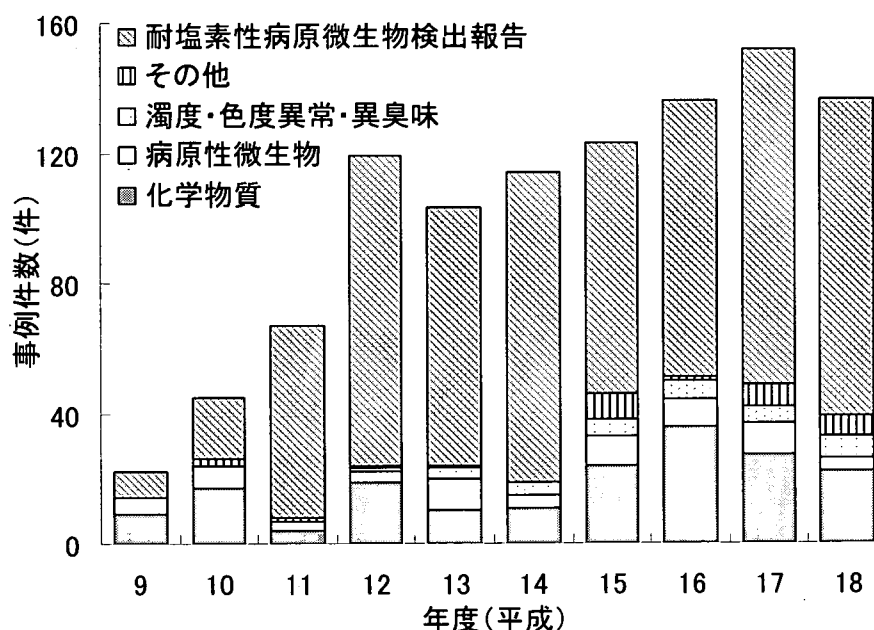


図 1 飲料水健康危機管理要領に基づく年度別報告事例数

病原微生物等に関連する事例については、クリプトスポリジウムおよびジアルジアの耐塩素性病原微生物の原水における検出事例とそれ以外の事例に分けて示した。飲料水健康危機管理実施要領の開始当初は数が少ないが、平成12年度以降は毎年100件程度の事例となり、年々件数が増加する傾向が見られる。10年間の事例の内訳は、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（36件）と、大半が病原微生物等による事例である。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、通常の浄水管理で対応することができたものである。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、水道事業体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る。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といえる。

事例の報告は、関東地方および近畿地方の水道事業体からの報告件数が目立った。これは、耐塩素性病原微生物の原水中での検出情報によるもので、過去に検出された場所（主に河川）で定期的に検査が行われ、その結果が逐次報告されていることが要因であり、耐塩素性病原微生物検出報告を除いた事例数では、都道府県あたり10件前後であり、地域性による偏りは見られなかった。

水道の種類毎の事例件数について表1に示す。事例件数は上水道が684件と最も多い。大半は原水の汚染事例で、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、前述したように検査体制があり定期的に結果が報告されていることが要因と考えられる。しかし、耐塩素性病原微生物の検出報告を除いた全301事例のうち4割近くが上水道における事例であり、上水道はリスクを受ける要素が高いとも考えられる。

健康被害のあった事例は28件あり、未規制小規模施設が15件と最も多い。過去10年間で、専用水道において5件、簡易水道において4件の健康被害が発生した事例があったが、専用水道では被害人数が1025人と多く、一つの事故における影響が大きい特徴があった。上水道は危機事例数に対して健康被害の発生の割合が低く、他の水道と比べて適切に行われているため健康被害が生じていないと示唆される。水道の種類毎の事例内容の詳細については後述する。

表1 水道の種類別の事例数と健康被害事例数（件）

	事例数 (A)	耐塩素性病原 微生物検出 事例(A)	耐塩素性病原 微生物検出 を除く事例 (A)-(B)	健康被害 事例	被害人数
上水道	684	568	116	1	10
簡易水道	103	42	61	3	157
用水供給	95	86	9	0	0
専用水道	20	0	20	5	1025
未規制小規模施設	58	1	57	15	913
簡易専用水道	4	0	4	3	223
その他	54	21	33	0	0
合計	1018	718	300	27	2328

(2) 飲料水健康危機事例の原因物質

表2に飲料水健康危機事例の原因物質のうち、病原微生物に関連したものの内訳を示す。前述したように、耐塩素性病原微生物が原水において検出され事例が多く報告されているため、ほとんどが耐塩素性病原微生物による事例に占められるが、検出報告事例を除いた場合は、耐塩素性病原微生物に関連した事例は31件とそれ以外の32件の計63件となる。飲料水を介して耐塩素性病原微生物によって健康被害が生じた事例は過去10年には報告されていない。耐塩素性病原微生物以外の病原微生物で、複数事例の原因となったものは、病原大腸菌（7件）、ウイルス（4件、うちノロウイルス3件、ロタウイルス1件）、カンピ

表2 事例の原因物質の内訳（件）：病原微生物

	事例件数	健康被害が生じた 事例件数
病原微生物に関連した危機事例	781	24
耐塩素性病原微生物以外	32	24
病原大腸菌	7	5
ウイルス(ノロウイルスなど)	4	4
カンピロバクター	3	3
不明・その他	18	12
耐塩素性病原微生物	749	0
(原水検出報告のみ)	718	0
(給水停止・飲用制限を行ったもの)	21	0
(取水停止・その他の措置)	10	0

ロバクター（3件）であった。これらの健康被害事例の発生数は年度によって変化は見られず、毎年0～5件生じているが、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。

表3に化学物質に関連した原因物質の内訳を示した。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り、飲料水健康危機管理上、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体が個別に状況を把握する必要がある。過去10年間に化学物質が原因で健康被害が発生した事例は2件あり、次亜塩素酸ナトリウムの過剰注入による被害事例と、配管の誤接続による実験用水の飲料水中への混入による被害事例であった。表1で示したように、健康被害事例は過去10年で27件あり、病原微生物による事例が24件、化学物質による事例が2件で、健康危害が生じる事例の大半は病原微生物による事例であった。残りの1件はクロスコネクションによって農業用水が飲料水に混入した事例である。

表3 事例の原因物質の内訳（件）：化学物質

	事例件数		事例件数
化学物質に関連した危機事例	179	無機物質に関連した危機事例	63
油類	44	ヒ素	20
農薬	8	臭素酸	13
その他の有機化合物	58	シアン	6
テトラクロロエチレン	14	水銀	5
トリクロロエチレン	11	ウラン	4
1,4-ジオキサン	6	ホウ素	3
シス-1,2-ジクロロエチレン	5	次亜塩素酸ナトリウム	2
PCB	4	塩化物イオン	2
トルエン	4	マンガン	2
フェノール	4	硝酸・亜硝酸	2
1-ジクロロエチレン	3	塩素酸、クロム、モリブデン他	6
四塩化炭素	3		
ジクロロエタン	3		
ダイオキシン	3	その他	7
ベンゼン	2		
キシレン、クロロホルム他	7		

(3) 飲料水健康危機への対応

表4に、耐塩素性病原微生物の検出事例を除いた事例について、危機発生時に水道事業者や行政担当者等が行った対応を水道の種類毎に示した。全300件のうち222件（74%）は何らかの対応を行っており、給水停止または使用停止の事例（71件）および飲用制限や煮沸勧告等用途制限の事例（66件）と6割が日常生活に影響を伴う事例であった。取水停止を行った件数は48件、活性炭投入など通常処理以外の対応を行ったものが37件あり、