

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20年度 総括・分担研究報告書

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

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

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

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20年度 総括研究報告書

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

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、昨年度に引き続き、国内外において発生した過去の飲料水による健康危機事例を把握するとともに海外での危機管理体制を明らかにすること、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、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、水道法適用外となる小規模な飲料水供給施設の管理の在り方を検討することを目的とした。国内の飲料水健康危機事例の情報収集と整理を継続し、総括的な健康危機事例データベースを作成した。また、危機管理情報から過去10年間の耐塩素病原微生物の原水検出状況を整理し、流域によって検出の特徴が異なることを明らかにした。また諸外国における飲料水危機事例について整理した。水道水を介して健康危機被害を生じる恐れのある有害化学物質の基礎的情報や除去性に関するデータベース構築をすすめた。未規制物質で監視優先度の高いアクリロニトリル、1, 2-エポキシプロパンおよび ϵ -カプロラクタムの3物質につき、水試料中の分析法および浄水プロセスにおける除去性を実験的に検討し、アクリロニトリルを除きGC/MS等での分析が困難であること、水中のアクリロニトリルは、塩素処理、粉末活性炭処理の浄水処理プロセスにおいて除去が難しいことを明らかにした。キャリブレーションロックングデータベース (CLD) 法を調査し、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原因物質の特定などに有効であることが分かった。GISを活用した飲料水危機管理手法に対して一般に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・改善点を指摘した。また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、水源毎に汚染要因を抽出することや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。未規制小規模施設の情報を把握する方法を事例とともに示し、また各自治体で策定されている飲料水健康危機管理実施要領の内容を比較分析し、具体的な対応等や再発防止を意図した対策が明記されることでより有効なものとなること等を指摘した。本研究成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管理等について、専用のウェブページを作成し、インターネット上での公開方法についても検討した。

分担研究者： 西村 哲治 国立医薬食料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 鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻准教授
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
田原 麻衣子 国立医薬食料品衛生研究所環境衛生化学部

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。特に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いる。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在り方を検討し、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・方策を提示することで、飲料水を介した健康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. 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継続して収集し、事故事例に関するデータベースを作成するとともに、平成19年度の健康危機事例の内容を分析した。また、これまで厚生労働省に数多く報告された耐塩素性病原微生物の原水検出事例の整理と分析を行い、我が国における耐塩素性病原微生物の検出状況を流域単位で検討した。さらに、諸外国、特に先進国において過去に発生した飲料水に起因する重大な健康被害事例からその内容および原因等を分析した。

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

国立医薬品食品衛生研究所のホームページから、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、急性中毒処置の手引等の情報集および報文を収集・利用し、情報の整理を行った。また昨年度の研究成果により、監視優先度が最も高いとされたアクリロニトリル、1, 2-エポキシプロパンおよびε-カプロラクタムの3物質を対象として、ガスクロマトグラフィー/質量分析法および液体クロマトグラフィー/質量分析法による水試料中の定量分析方法を検討し、河川水を用いた添加回収実験を行った。分析可能な物質につき、塩素処理および活性炭吸着処理の浄水プロセスによる除去性を確認するための実験を行った。さらに測定対象成分が不明確な測定時の迅速な分析手法として提案されている、データベースを用いたスクリーニング的測定法であ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、その技術的背景と模擬試料および実試料を用いた評価例に関する情報を収集し、整理した。

3. 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 GIS を用いることを前提とし、水道水源流域の汚染状況、汚染の発生源の情報のうち、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を、昨年度に引き続き収集・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。さらに、これらの情報と水道地図情報から GIS の空間解析機能を組み合わせた病原微生物による水源汚染要因を抽出する手法、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の開発を検討した。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の分析し、汚染要因抽出結果の評価精度について検討を行った。

4. 未規制小規模施設における適正管理の在り方に関する検討

未規制小規模施設の管理や水質検査の状況の把握について情報を整理するとともに、データベース化された水質検査台帳を有する自治体を対象としてその手法を概説し、データベースを元に未規制小規模施設の実態について分析した。さらにインターネット等で一般公開されている都道府県の飲料水健康危機管理実施要領を元にその内容を整理・分析した。

(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19年度

の飲料水に係る健康危機情報 1182 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、この検出報告事例を除いた病原微生物の事例は 65 件、化学物質に関連する事例が 204 件、濁度や色度、異臭味被害による報告が 37 件、その他 36 件という内訳であった。平成 19 年度に厚生労働省に報告された飲料水健康危機事例は 164 件あり、うち健康被害が生じた事例は、学校におけるクロスコネクションによる 200 人以上の有症者発生事例と飲用井戸水の農薬（土壌燻蒸剤）による汚染によって生じた健康被害事例等があった。

飲料水健康危機管理実施要領に基づく厚生労働省への報告の大半は、クリプトスポリジウム及びジアルジアの耐塩素性病原微生物の原水中における検出事例であり、場所、報告時期、検出濃度につき整理した。過去 10 年間で 43 の水系から耐塩素性病原微生物の検出の報告があったが、毎年定期的に検出報告がある水系は限定的であり、関東地方の 2 つの河川、関西地方の河川の 3 つの水系で全検出報告のおよそ 7 割を占められていた。他の地方においても下流に大都市を抱える規模の大きな河川からの報告が多い傾向にあり、報告数の多い水系では定期的な測定が行われていることが原因として考えられた。最も報告数の多い関東地方の河川（本文中では関東 A 川）ではクリプトスポリジウム、ジアルジアともに検出される頻度が高いが、関西地方の河川（関西 A 川）ではクリプトスポリジウム検出報告のみが、東北地方の河川（東北 A 川）ではジアルジアの検出報告のみが高く、地域的な差異が見られた。

諸外国の飲料水による水系感染症について、特に先進国であるアイルランド、アメリカ、イギリス、イタリア、オーストラリア、カナダ、スイス、スウェーデン、スコットランド、デンマーク、ニュージーランド、ノルウェー、フィンランドにおいて発生した主要な健康被害事例を整理した。これらの国々において近年 30 年間で、飲料水によって健康被害が生じた事例は少なくとも 67 件あり、主要な病原微生物は、クリプトスポリジウム、ジアルジア、カンピロバクター、ノロウイルス、病原大腸菌（O157）であった。これらの事例の多くで、水源地における汚染が指摘されており、下水の流入によるものだけでなく、水源地付近において大雨等による濁水の影響が約半数の事例で指摘されており、水源の保全として下水整備等の人為的な点源汚染対策だけでなく、面的汚染源対策が重要であることが示唆された。

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

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、情報を調べ、データース構

策をすすめた。

昨年度の研究成果から監視優先度が最も高いとされた、アクリロニトリル、1, 2-エポキシプロパンおよび ϵ -カプロラクタムの3物質を対象として、水試料中の定量分析方法を検討した。DB-5 MS 溶融シリカキャピラリーカラムおよびDB-WAX 溶融シリカキャピラリーカラムを用いたガスクロマトグラフ/質量分析計 (GC/MS) による分析を検討した結果、DB-WAX カラムを用いた GC/MS 分析において、アクリロニトリルは分析可能である一方、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、DB-5 MS カラムを用いた GC/MS 分析でピークは検出されたものの、感度やピーク形状が悪く、当該2物質は、水に溶解した状態でモニタリングすることは困難であることがわかった。LC/MS 法においては3物質のピークは検出できず、LC/MS 法による分析は不適であるとの結論を得た。

アクリロニトリルについて、河川水 5 mL に対する溶媒抽出による添加回収率を求めた結果、最終検液濃度が 0.5~5 ppb の範囲では、低濃度においてばらつきが大きいものの、河川水中の妨害ピークと重ならず、十分定量可能であることが示唆された。

40 ppb のアクリロニトリル水溶液に対し、次亜塩素酸ナトリウムを初期遊離塩素濃度が 1 ppm となるように添加して、30, 60, 120, 240 分後におけるアクリロニトリルの残存率を測定した結果、240 分後においてもアクリロニトリルは 94.3% (RSD 3.5%) が残存しており、塩素による反応性は低いことが分かった。また 40 ppb のアクリロニトリル水溶液に対し粉末活性炭を 20 mg/L 添加し、30 分および 16 時間における粉末活性炭への吸着率を測定した結果、ろ過によって活性炭と分離されたろ液からのアクリロニトリルの回収率は 30 分後で 99.5% (RSD 1.7%)、16 時間後で 103.1% (RSD 4.2%) であり、すなわち粉末活性炭への吸着性が非常に低いことが実験で明らかになった。アクリロニトリルは塩素処理、粉末活性炭処理の浄水処理プロセスによる除去が難しいことが示唆された。

データベースを用いたスクリーニング的測定法であるキャリブレーションロックンデータベース (CLD) 法について、模擬試料などを用いて評価したところ、スクリーニング目的の分析としては十分な実用性を有していることが示唆され、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原因物質の特定などに特に有効と考えられた。この方法において、定量結果が概して高めに突出するという点は、検出の「見落とし」の可能性を小さくできるメリットもあることから、測定目的を考慮すると不利な要素ではないとも考えられる。より精度の高い定量結果が必要な場合には検出された成分について検量線法で再分析することを前提とすれば、十分に有用であると考えられる。濃度が低く検出される成分があること、検出下限、適用範囲が課題である。

3. 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統計やデータベースに関する情報と GIS への取り込み方法を整理した。全国規模で調査され一般に入手しやすく、GIS に取り込み・整備が可能なものを対象とした結果、原水汚染リスク要因として、「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 種類以上が選択でき、これらの情報の元データの状態、GIS に取り込む方法、属性値、価格などの情報を整理した。これらの情報の更新頻度は毎年～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ことが分かった。また、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が明らかになった。一方、下水処理場や集落排水処理施設などは住所が不明であったため、統計作成段階での改善が必要と考えられた。本研究のシステムで中心的な情報となる水道地図や水道統計は、双方の情報が整合性に欠けており、これらの連携を図る必要がある。

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、各都道府県が独自形式として所有するような詳細情報のように空間精度や集計精度の異なる複数の情報の利用について検討した結果、空間精度が粗い、あるいは、秘匿データが存在するため、GIS を用いた汚染要因抽出結果に大きな影響を与えることが明らかになった。都道府県等から個票データを入手して整理することで汚染要因抽出の精度は向上するが、各水道事業体が個票データを整理することは非効率と考えられるため、これらの情報の関係機関に利用環境を整備するように働きかけることが必要と考えられた。

各汚染リスク要因に関する情報を GIS に取り込み、各要因を別々のレイヤーとして整備し、汚染リスク要因を抽出・視覚化するための GIS データベースにつき、鳥取県を例に作成した。一般に利用可能な汚染源情報と水道地図情報を元に、GIS の上流解析機能にオーバーレイ解析機能を組み合わせ、水源上流域の汚染要因を抽出する手法を開発した。河川、湖沼、標高、取水源のレイヤーより、一連の手続きを経て水源上流の集水域を同定すること、GIS のオーバーレイ解析機能を用いて同定した集水域内の汚染リスク要因を抽出することができた。モデル地域に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 箇所の水源のうち、表流水と伏流水を水源とする 92 の水源に対して上流解析が行われ、各水源上流域の汚染要因を抽出することができた。

同心円解析により抽出された水源周辺リスクと飲料水健康危機データベースから抽出した飲料水健康危機事例を比較した結果、要因数が 3～4 ヶ所存在する取水源で水質事故が起こっていること、病原微生物が検出された事例では周辺に処理人口 100 人を超す農業集落排水処理施設の存在が共通してみられること、地震の影響による濁水が発生した水道の取水源周辺には地滑り地帯があること等がわかり、危機発生事例水源の周囲あるいは上流に汚染要因が存在することを確認できた一方、要因規模および要因数と、飲料水健康危機事例発生および原水水質との間に有意な関係はみられなかった。本手法の有効性を確認するためには、分析対象を広範囲に広げ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。

4. 未規制小規模施設等における適正管理の在り方に関する検討

保健所による民営飲料水供給施設の現地指導例から、民営の飲料水供給施設の把握手法の要点を整理した。民営の飲料水供給施設では規約等の内容が長期間改正されないため現状

と合わない場合や、運営面の内容に偏りすぎて管理に関する記載が少ない場合があるので、可能な限り規約等の提示を求め、内容を確認する必要があることや、水質の毎日検査について、記録を残すことと同時に記録する意義や測定器の使用法の説明も含めた指導が必要であること、将来的な維持管理の検討が必要であること等が指摘された。

自家用井戸の把握手法について、実際にある自治体で取り組まれている水質検査依頼時における飲用井戸の台帳化による把握手法の内容を調査した。地方衛生研究所と保健所が水質検査台帳を共有し、井戸の設置状況と水質状況の両方をデータベースとして蓄積することができるという点に特徴があり、データの蓄積、更新、検索という点で利点が指摘できた。実際のデータベース（毎年約1200件登録、全4845件）から、飲用井戸の実態について分析を行った。水道水以外の水に対する水質検査依頼は全体の8割（3923件）であり、うち水道普及地域外の井戸等は1154件であった。水道普及地域内にもかかわらず飲用井戸を併用または単独使用しているものが2152件と多い傾向がみられた。一般家庭からの水質検査依頼件数（2317件）のうち塩素消毒器が設置されている施設は181施設とわずか8%で、水道普及地域外に設置された飲用井戸等（全1154件）においても半数近くの施設で塩素消毒器が設置されておらず、無消毒で利用している飲用井戸等が多くあることがデータで確認できた。一方、水質検査で大腸菌が検出された事例（291件）のうち248件（85%）で塩素消毒器が設置されておらず、塩素消毒が実施されていない施設における大腸菌汚染のリスクの高さが示唆された。なお井戸把握手法は、利用者、施設の設置者・管理者による自主的な水質検査に基づくものであり、水質検査を受検するように継続的に広報活動を行うことが重要である。

未規制小規模施設における危機管理体制について、インターネット上でその内容が公開されている5つの府県および厚生労働省の要領を対象として、その内容について比較検討した。その結果、それぞれの要領で対象とされる飲料水の種類と定義について整理し、地域によって定義が異なることがわかった。要領の内容についてはおおむね厚生労働省の要領に準じたもので、目的や定義を示した上で、情報収集、対策決定、住民への情報提供等についての内容が網羅されていること、飲料水の健康危機管理における対策の意志決定において、都道府県（主に保健所）が担う役割が大きいことが分かった。事故対策実施の際には、再発防止や状況に応じた対策見直しの重要性を念頭に置き、要領等に明文化することが望ましいと考えられた。地域の実情に応じて、対策内容・実施主体の細分化、利用者等への指導・助言の手段を明示すること等が実際の活用にも有効と考えられた。

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在り方についても検討する必要がある。本研究による成果の概要は以下の通りである。

(1) 過去の飲料水健康危機情報を収集して、近年の我が国での水を介した健康危機事例の状況を明らかにするとともに、事故事例のデータベースを作成した。

(2) 飲料水健康危機管理実施要領による報告に基づき、我が国のクリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物の原水中における検出状況を水系別に整理した。検出報告の大半は限られた水系からの報告であったが、地域によって検出される耐塩素性病原微生物の種類に差異があること等がわかった。

(3) 先進国を中心に諸外国における過去の飲料水による健康被害事例を整理し、人為的な排水による汚染だけでなく、降雨による原水水質への影響が原因として挙げられ、安全な飲料水のための水源保全の重要性が示唆された。

(4) 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の基礎的情報、健康影響、水道における除去性、検出法等の項目について調査し、データベース構築をすすめた。

(5) 未規制物質で監視優先度の高いアクリロニトリル、1,2-エポキシプロパンおよびε-カプロラクタムの3物質につき、水試料中の分析方法の検討を行った結果、GC/MSにより検討した結果、アクリロニトリルのみ分析可能であることがわかった。河川水において、最終検液濃度を0.5~5 ppbの範囲で定量可能であることがわかった。

(6) 実験により、水中のアクリロニトリルは、遊離塩素濃度に対する反応性は低く、また粉末活性炭に対する吸着性も低いことが明らかとなり、浄水処理プロセスにおいて除去が難しいことが示唆された。

(7) データベースを用いたスクリーニング的測定法であるキャリブレーションロックンクデータベース (CLD) 法を調査した結果、検量線法に比べて定量精度は劣るものの、多数の化合物の迅速・簡便な測定が期待され、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原因物質の特定などに特に有効と考えられた。

(8) GISを活用した飲料水危機管理手法に対して一般に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・改善点を指摘した。

(9) 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、水源毎に汚染要因を抽出することや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。

(10) 未規制小規模施設の情報把握する方法として、飲料水供給施設については、現地調査の実施による事業者及び市町村との連携等、飲用井戸等については、水質検査申込を契機とする台帳の作成が有効であり、それらの事例を示した。

(11) 都道府県で策定されている飲料水健康危機管理実施要領の内容を分析した結果、厚生労働省の飲料水健康危機管理実施要領に即して情報収集、対策決定、住民への情報提供

等についての内容が網羅されていることがわかった。より有効な要領にするためには、地域の実情を踏まえた具体的な対応等が明記されていること、再発防止を意図した対策が明記されることが有効であると考えられた。

なお、本研究で得られた、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/dwrm/index.html>)を開設し、本研究で得られた成果を順次公開する予定である。

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

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20年度 分担研究報告書

平成21年3月

飲料水に係る健康危機の基礎情報の整理・解析

研究代表者 秋葉 道宏
研究分担者 国包 章一, 島崎 大, 山田 俊郎
研究協力者 浅見 真理, 山本 祐子

飲料水に係る健康危機の基礎情報の整理・解析

研究代表者： 秋葉 道宏 国立保健医療科学院水道工学部長
研究分担者： 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
山本 裕子 北海学園大学工学部社会環境工学科

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。

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。

そこで本研究では、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整理し、内容分析することで、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を提示することを目的とした。また、飲料水の新たなリスクとして認識されている耐塩素性病原微生物の我が国での検出状況についても健康危機

情報からその傾向について検討することとした。さらに、諸外国での飲料水に起因する健康被害の発生実態とその原因についても検討した。

B. 研究方法

B-1 飲料水健康危機事例の整理

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20年3月まで11年間の飲料水に係る健康危機情報を継続して整理し、データベースとして整理した。今年度は、特に平成19年度の事例についてその内容分析を行うとともに、過去に報告された飲料水に関する事例も含め、日本でこれまでに発生した飲料水健康危機事例を整理した。さらに飲用以外の水を介した健康危機事例についても文献等から整理し、傾向を分析した。

B-2 耐塩素性病原微生物の原水検出状況

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大半は、耐塩素性病原微生物の原水中における検出事例であることが昨年度までの研究成果で明らかとなった。今年度は、その耐塩素性病原微生物の検出報告事例について流域単位で検出の状況を整理し、我が国での耐塩素性病原微生物の検出の傾向について検討を行った。

B-3 国外の飲料水健康危機事例の整理

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について、文献からの情報収集を継続し、今年度は特に先進国で発生した飲料水を介した水系感染症等の報告事例の発生原因や背景の分析を中心に行った。

C. 結果及び考察

C-1 飲料水健康危機事例内容の整理

(1) 事例件数と傾向

平成20年3月末までに厚生労働省への報告は1025件あった。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1182件であった。平成9年4月から平成20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。

平成19年度は164件の事例が報告されており、昨年度までの報告と同様、平成19年度もその大半が耐塩素性病原微生物の原水中における検出に関する報告(122件)である。それ以外の内訳は、病原微生物に関連した事例が2件、化学物質に関連した事例が25件、濁度色度の異常・異臭味の発生が6件、その他9件であった。耐塩素性病原微生物の原水中の検出報告を除く平成19年度の飲料水健康危機管理事例のリストを章末の付表1に示した。

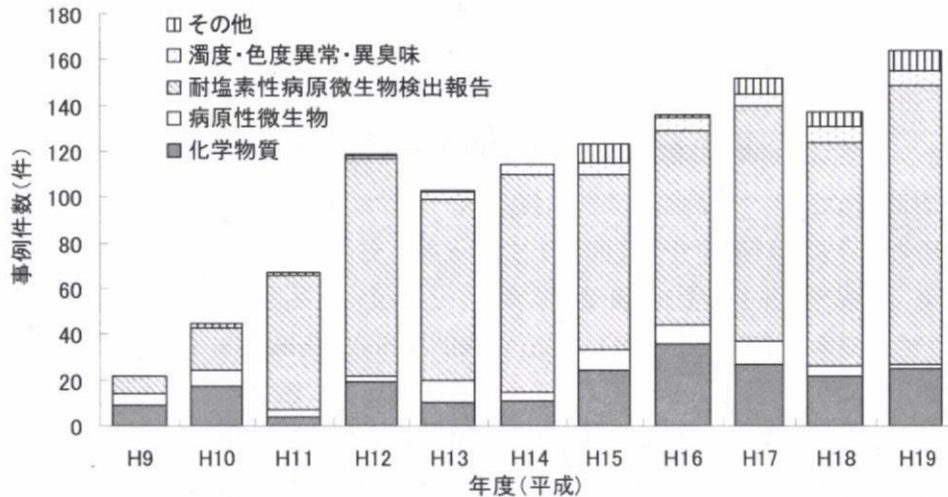


図1 飲料水健康危機管理要領に基づく年度別報告事例数

平成19年度で健康への影響を伴う事例は4件あった。1件は大学施設内において、雑用水として利用されている中水道と上水道とのクロスコネクションによる健康被害事例で、原因となった病原体は特定されていないが、下痢や嘔吐などの症状を伴う200人以上の有症者が発生した。残る3件は感染症等重大な健康被害ではないが、自家用井戸水が土壤燻蒸剤であるクロルピクリンによって汚染され、炊事や入浴中に利用者が呼吸器、皮膚、目等に異常を感じた事例(2件)、および塩素注入器の故障によって塩素が過剰に注入され、その水道水で洗顔等を行ったことによる目や皮膚への刺激症状が生じた事例が(1件)であった。給水停止や使用停止といった日常生活に支障をきたす事例としては、豪雨に伴う原水高濁度による断水(上水道)、高波による飲用井戸への海水混入(自家用井戸)、塩素消毒のみの施設での油汚染(簡易水道)、塩素消毒のみの施設での原水ジアルジアシスト検出による給水停止(簡易水道)、など水質事故に関連したものが5件あり、その他に配水棟への不法侵入発覚によって給水停止となった事例があった。飲用禁止や煮沸勧告など用途制限の指示が出された事例は12件あった。降雨による原水濁度上昇や原水の高いpHに伴う凝集不良によって浄水の濁度が上昇した事例や、硝酸性窒素濃度、ヒ素等の水質基準超過事例等、原水の不良に起因する事例の他に、給水栓水での残留塩素不足(2件)や、長期間同じ給水ポンプを使用したことによってポンプが摩耗したために水道水に異常が生じた事例といった処理や管理が不十分であることに起因する事例があった。

(3) 飲料水に係る健康危機事例リスト

昨年度、今年度の飲料水健康危機管理実施要領による報告事例の成果と、笈川¹⁾、保坂²⁾による過去の事例に関する報告や、厚生労働省「水安全計画策定ガイドライン」³⁾中の水質事故事例を加え、総括的な事例リストを作成した。リスト内容の一部を表1に示す。これらの情報は、現在準備を進めているウェブページ「飲料水健康危機管理総合サイト」

(<http://www.niph.go.jp/soshiki/suido/dworm/index.html>) において、順次公開・更新する予定である。

表1 飲料水に係る健康危機事例リスト(一部)

#	発生日月	発生日域	発生箇所	場所	水源	危害内容	原因物質	原因	被害規模	対応・備考	出典
1	1937/9	福岡県	上水道		地下水(井戸)	赤痢の集団感染	赤痢菌	井戸の管理人が赤痢菌保有者で、家族の洗濯水が汲水質に流入した。	13416人(死亡626人)	推定患者数は17300人	I
2	1939/12	神奈川県	井戸水	家庭	地下水(井戸)	マンガン・亜鉛汚染	マンガン、亜鉛	自転車で使用されていた古乾電池から漏出。	16人(死亡3人)	当初はウイルス性脳炎が疑われた。	I
3	1941/11	神奈川県	専用水道	工場	表流水	腸チフスの流行	腸チフス菌	布設された工業用水を井水管に連結。工業用水取水口上流で腸チフスが流行していた。	111人(死亡3人)	当初は井戸水を通って利用していた。	I
4	1952/7	兵庫県	専用水道	団地	地下水	赤痢の集団感染	赤痢菌	大雨により井戸付近居住者の排せつ物の流入及び貯水への田畑肥料のりゅうじゅうが推察された。塩素滅菌の施設管理の不備も指摘。	243人(死亡3人)		I
5	1953/6	千葉県	簡易水道		伏流水	大規模な下痢症の発生	ウイルス	降雨により水田から破損した埋設集水管に病原菌が流入したと推察。滅菌装置は故障している過池の管理が不十分。塩素滅菌が行われていなかった。	7191人		I
6	1955/6	神奈川県	上水道		表流水	赤痢の集団感染	赤痢菌	水源のすぐ上流にゴミ捨て場、自動車洗車場があり、不衛生であった。暗流塩素の記録があるが不適切であった。患者発生の直前に使った井戸が消毒が不十分であった。井戸への河川水や汚水の流入が懸念された。	73人(死亡1人)	建設後30年以上経過	I
7	1960/2	宮城県	上水道		河川伏流水	赤痢の集団感染	赤痢菌	水源のすぐ上流にゴミ捨て場、自動車洗車場があり、不衛生であった。暗流塩素の記録があるが不適切であった。患者発生の直前に使った井戸が消毒が不十分であった。井戸への河川水や汚水の流入が懸念された。	1492人		I
8	1961/7	山形県	井戸水	小学校	地下水(井戸)	病原大腸菌の集団感染	病原大腸菌(O25)	一斉暴露型集団赤痢発生(ノンネ型)	220人		II
9	1965/6	大阪府	簡易水道					井戸口が地表よりも低く、井戸口を覆う鉄板に穴があった。滅菌装置が故障していた。	163人	井戸原水から原因菌が検出。	I
10	1966/3	東京都	専用水道		地下水(井戸)	赤痢の集団感染	赤痢菌	便所及び地下水が井戸に流入。	464人		I
11	1966/6	群馬県	簡易水道		地下水(井戸)	赤痢の集団感染	赤痢菌	滅菌装置が故障していた。			I
12	1967/6	長崎県	上水道		地下水	クロム汚染	クロム	メッキ工場排水の地下浸透	健康被害なし		II
13	1967	沖縄県	井戸水		地下水	油臭 油汚染井戸6井	燃料油	米軍機専用の燃料油	人体被害なし		II
14	1969/4	静岡県		ヨットクラブ		ヒドラジン中毒	ヒドラジン	ヨット上で漂白剤を入れた容器に氷を入れ、ウイスキーの水割り用として飲用した。	10人		I
15	1970/4	兵庫県	簡易水道			学童集団下痢症の発生	セレウス菌	滅菌装置が故障していた。	66人	水源は良質とみなされ、沈殿槽のみを設置し、ろ過装置は未設置だった。飲用水から原因菌が検出。	I
16	1970/10	東京都	井戸水	私立学校	地下水(井戸)	病原大腸菌の集団感染	病原大腸菌(O27:H20)	浄化槽からの放流水が70m離れた井戸を汚染。	325人		I
17	1970	愛媛県	河川水		表流水	河川中のフナ・コイ大量死	シアン化ナトリウム	メッキ工場から大量のシアン化ナトリウム流出	井戸水汚染なし。被害者数0。	次亜塩素酸処理によりシアンを分解	II
18	1970	山口県	河川		表流水	鉱さい崩壊流出	鉱さい	鉱山からの鉱さいが河川に流入	約1000m ³ が河川に流入	流域の魚介類について重金汚染状況調査	II
19	1971/2	東京都	井戸水	飲食店	地下水(井戸)	病原大腸菌の集団感染	病原大腸菌(O27)	消毒装置が未設置。 受水槽に隣接して汚水槽があり、ひび割れ等から汚染が生じたと推定。	86人	使用量が増加したため上水道から井戸に切り替えた。水質検査をしていなかった。	I
20	1971	沖縄県	上水道(水源地)			PCP高濃度汚染 濃度汚染6ppm	有機塩素剤 ペンタクロロフェノール	除草剤PCPの不法投棄	川の死魚。 直接的被害なし	給水停止	II

I: 使用水による事故事例¹⁾、II: 水安全計画策定ガイドライン水質事故事例²⁾

(4) 飲料水以外の水を介する健康危機健康危機事例

水の直接飲用以外を原因とする健康被害事例を表2に示した。表中の全25事例のうち、19件が温泉など浴槽水を介したレジオネラ症の発生であった。その他に、プール水を介した病原大腸菌やクリプトスポリジウムの集団感染症の発生、河川等屋外でのレプトスピラ症の発生等があった。

レジオネラは水をエアロゾルとして吸入し、呼吸器を経由して感染する。感染力は弱く、抵抗力の弱い人に対して感染する日和見感染症の一つとされる。表2に示した19事例は409人の患者、計21人の死者が発生しており、水系感染症の中でも、その対策の重要性が極めて高いものといえる。これまで主要な感染源としてはクーラーの冷却水や、温泉、循環型浴槽などが報告されているが、水たまりやカーエアコンからもレジオネラ属菌が検出

4) されており、様々な感染経路があることを認識する必要がある。

越生町の大規模感染事例以降のクリプトスポリジウム症の集団感染として、長野県で発生したプールにおける感染事例がある。これは、わが国初のプールにおけるクリプトスポリジウム症の集団感染で、塩素消毒のみでのプール水の衛生管理に限界があることが認識された。クリプトスポリジウム症やジアルジア症では、親水施設における感染リスクの高さも指摘されており⁵⁾、耐塩素性病原微生物の対策も水の衛生管理として重要である。

レプトスピラ症はレプトスピラ属菌による感染症で、レプトスピラを保菌するネズミ等の動物の尿や、その尿で汚染された水や土壌と接触することで経口的または経皮的に感染する急性熱性疾患である。日本では近年患者数が大幅に少なくなった感染症であるが、海外では降雨や洪水の後に死者を伴うレプトスピラ症の大規模な感染が多く報告されている。わが国では、表2にある河川におけるレジャー等による水との接触による感染事例や農作業での水との接触による散発的な感染事例が報告されているが、海外の状況と同様に台風に伴う洪水後の河川水等との接触による感染事例も報告されている⁶⁾。

表2 飲用以外の水を介した健康被害事例

時期	地域	内容	原因	被害人数	
				感染等	死亡
平成10年	東京都	特別養護老人ホームのレジオネラ感染による死亡事例	浴槽水(循環風呂)	12	1
平成11年	愛知県	自宅水中出産の新生児のレジオネラ感染による死亡事例	浴槽水(循環風呂)	1	1
	沖縄県	河川におけるレジャー等によるレプトスピラ感染事例	河川水(推定)	11	0
平成12年	静岡県	複合レジャー施設におけるレジオネラ集団感染	浴槽水(温泉水)	23	2
	山形県	温泉入浴施設におけるレジオネラ集団感染	浴槽水(温泉水)	8	0
	茨城県	入浴施設におけるレジオネラ集団感染	浴槽水	43	3
	愛知県	大学付属病院でのレジオネラ感染による死亡事例	浴槽水(循環風呂)	1	1
平成14年	東京都	銭湯浴槽水によるレジオネラ症による死亡事例	浴槽水(循環風呂)	1	1
	徳島県	保育所の簡易プールを介した病原大腸菌(O157)集団感染	プール水	8	0
	宮崎県	入浴施設におけるレジオネラ集団感染(国内最大)	浴槽水(温泉水)	295	7
	鹿児島県	入浴施設におけるレジオネラ集団感染	浴槽水(温泉水)	9	1
	山形県	入浴施設におけるレジオネラ集団感染	浴槽水(温泉水)	3	0
	広島県	入浴施設におけるレジオネラ症による死亡事例	浴槽水(温泉水)	1	1
	大阪府	客船の入浴施設におけるレジオネラ感染	浴槽水(循環風呂)	1	0
平成15年	石川県	入浴施設におけるレジオネラ症による死亡事例	浴槽水(温泉水)	1	1
	愛知県	客船の入浴施設におけるレジオネラ感染(重症)	浴槽水	2	0
	岡山県	入浴施設におけるレジオネラ症による死亡事例	浴槽水(ジャグジー)	1	1
平成16年	北海道	入浴施設におけるレジオネラ集団感染	プール水(温水)	2	0
	沖縄県	河川におけるレプトスピラ症の発症事例	河川水(推定)	14	0
	長野県	プール水等によるクリプトスポリジウム集団感染	プール水	284	0
	神奈川県	保育所の簡易プールを介した病原大腸菌(O157:H7)集団感染	プール水	2	0
	愛媛県	台風後の河川での作業によるレプトスピラ症の発症	河川水	1	0
平成18年	新潟県	フィットネスクラブのジャグジーにおけるレジオネラ症感染	浴槽水(ジャグジー)	2	0
	東京都	老人福祉施設におけるレジオネラ症による死亡事例	浴槽水(循環風呂)	1	1
平成20年	神戸市	入浴施設におけるレジオネラ症の集団感染	浴槽水	2	0