

C-2 耐塩素性病原微生物の原水等における検出状況

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等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。平成9年度から平成18年度までの10年間における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での検出に関する報告は627件あったが、一つの報告に異なる取水地点等で採水された原水の測定結果等が複数含まれる場合があり、それらを個別の事例とした場合は733件となった。本研究ではこの733件の報告事例を検討対象とした。なお、この結果には水道水の原水だけでなく、直接原水として利用されないが下流において原水となる河川水の調査結果も含む。

全733件の事例のうち、クリプトスポリジウムのオーシスト検出報告は529件、ジアルジアのシスト検出報告は351件であり、これらのうちオーシストおよびシストが同時に検出されたものは147件であった。また、全733件のうち、河川水等表流水における検出が698件と全体の95%を占め、伏流水28件、地下水3件、その他・不明4件であった。

耐塩素性病原微生物が検出された表流水で、その河川水系が判明した690件の事例について水系別に報告を整理すると、43の水系に分類することができた(表3)。表に示すように、全国各地から耐塩素性病原微生物の検出報告があることが分かるが、関東地方の水系での検出事例報告が多い。いくつかの特定の水系の報告に偏っており、表3に示すとおり、関東A川水系、関東B川水系、関西地方A川水系の3水系で全体の68%を占めていた。これらは下流に大都市を抱える規模の大きな河川であり、水質に関する協議会などが存在し、水系における関係者間で情報の共有化が進んでいることや、定期的な測定が行われ測定頻度や調査地点数が多いことが要因として考えられた。東北地方や九州地方においてもある特定の水系のみに報告が偏っている傾向が見られた。一方、過去10年間で1度ないし2度の報告があったのは29水系と全43水系の7割近くに及ぶ。全国の実態を正確に把握するためには、国内水源の網羅的かつ定期的な検査と検査結果の報告が必要であると考えられた。

表3 水系別耐塩素性病原微生物の原水中における検出報告数（全690件）

| 地方 | 水系 | 報告数 | 地方 | 水系 | 報告数 |
|----------|------|-----|--------|------|-----|
| 北海道・東北 | | | 関東・甲信越 | | |
| | | 50 | | | 505 |
| | 東北A川 | 19 | | 関東A川 | 279 |
| | 東北B川 | 8 | | 関東B川 | 105 |
| | 東北C川 | 5 | | 関東C川 | 44 |
| | 東北D川 | 4 | | 関東D川 | 31 |
| | 東北E川 | 3 | | 関東E川 | 13 |
| | 東北F川 | 3 | | 関東F川 | 12 |
| | 東北G川 | 2 | | 関東G川 | 9 |
| | 東北H川 | 2 | | 関東H川 | 5 |
| | 東北I川 | 2 | | 関東I川 | 2 |
| | 東北J川 | 1 | | 関東J川 | 1 |
| | 東北K川 | 1 | | 関東K川 | 1 |
| | | | | 関東L川 | 1 |
| | | | | 関東M川 | 1 |
| | | | | 関東N川 | 1 |
| 東海・北陸 | | 4 | | | |
| | 中部A川 | 2 | | | |
| | 中部B川 | 1 | | | |
| | 中部C川 | 1 | | | |
| | | | 九州・沖縄 | | 45 |
| 近畿・中国・四国 | | 86 | | 九州A川 | 21 |
| | 関西A川 | 74 | | 九州B川 | 9 |
| | 関西B川 | 3 | | 九州C川 | 7 |
| | 関西C川 | 3 | | 九州D川 | 4 |
| | 関西D川 | 2 | | 九州E川 | 2 |
| | 関西E川 | 1 | | 九州F川 | 1 |
| | 関西F川 | 1 | | 九州G川 | 1 |
| | 関西G川 | 1 | | | |
| | 関西H川 | 1 | | | |

過去10年間に報告された全国の原水中のクリプトスポリジウムオーシスト濃度の累積出現分布を図2に、同じくジアルジアシスト濃度の累積出現分布を図3に示す。大半は試料水10リットルに対して分析した結果であるが、分析試料水量として2.2リットル～100リットルの幅があり、それらの結果については便宜的に10リットルあたりに換算した数値を用いた。クリプトスポリジウム、ジアルジアともに、おおむね対数正規分布を示していることが分かる。10リットル中1個の濃度で検出された事例が多く、クリプトスポリジウムは全体の約半分の試料で10リットル中1個ないしそれ以下の濃度であり、ジアルジアについては、40%の試料で10リットル中1個ないしそれ以下の濃度であった。クリプトスポリジウムおよびジアルジアの最高濃度は、それぞれ10リットル中138個、124個であった。これらは水道水の原水そのものではなく、取水地点上流の河川水についての調査結果であり、遠くに排出源と考えられる下水処理場等の付近で採水されたものであった。

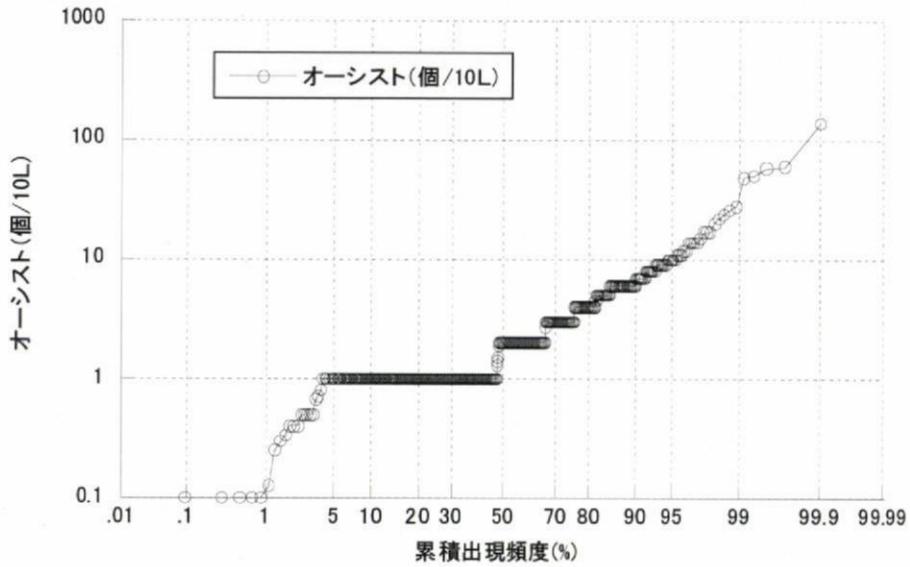


図2 原水中のクリプトスポリジウムオースシスト濃度の累積出現頻度分布

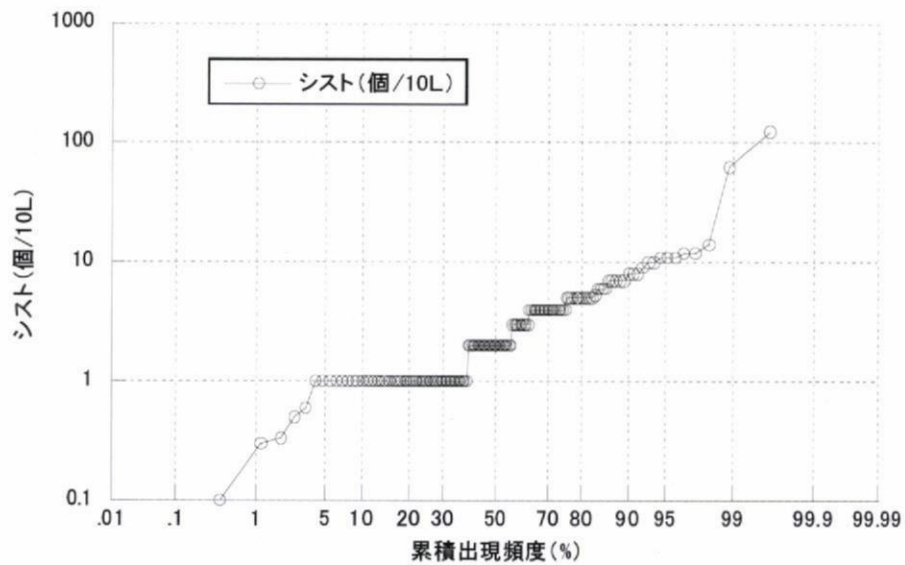


図3 原水中のジアルジアシスト濃度の累積出現頻度分布

特に報告数の多い関東A川水系、関東B川水系、関西A川水系、東北A川水系を対象に、クリプトスポリジウムおよびジアルジアにつき、それぞれの濃度の累積出現分布を図4と図5に示した。各水系のクリプトスポリジウム濃度およびジアルジア濃度は、ほぼ対数正規分布に従うが、水系によって傾向が異なり、出現確率に特徴があることが分かる。報告数の最も多い関東A川は、クリプトスポリジウム、ジアルジアともに同じような出現確率であることがわかる。一方、関東B川はジアルジアの検出濃度が他の水系に比べて低いこ

とや、関東A川と東北A川のジアルジアの検出濃度の出現頻度分布がほぼ同様であること等の特徴が明らかになった。また、関西A川について、クリプトスポリジウム検出の報告数は73件であるに対し、ジアルジア検出報告が1件のみであった。一方、東北A川ではジアルジア検出事例が19件に対し、クリプトスポリジウムの検出報告は1件のみであった。以上のように水系毎に濃度出現分布に差異が見られ、濃度変動に地域性があることが示唆された。これらの地域的な特徴を明確にしてそれらの要因を明らかにするためには、今後のさらなる調査結果の蓄積と検討が必要である。

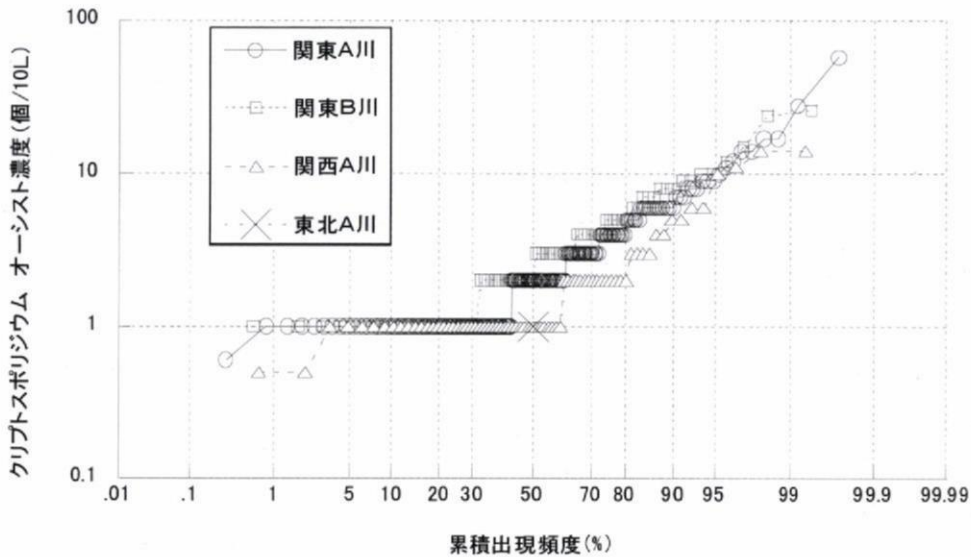


図4 水系別クリプトスポリジウムオーシスト濃度の累積出現頻度分布

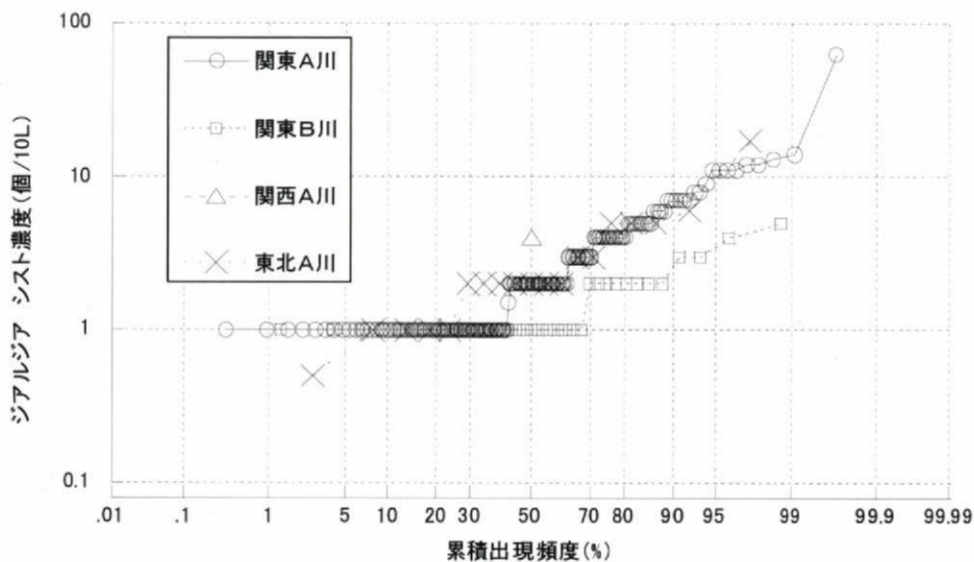


図5 水系別ジアルジアシスト濃度の累積出現頻度分布

C-3 先進国における飲料水健康被害事例

1970年代から2002年までの過去30年間の先進国で発生した飲料水を介した水系感染症の流行について、Hrudeyらによる著書『Safe Drinking Water』⁷⁾の中で69件の事例が紹介されている。文献で示されている69事例の表を訳したものを表4に示す。69事例の多くは、ノロウイルス、カンピロバクターなどによる食中毒やクリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物による感染であった。事例が報告された国は、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、日本である。主な病原微生物は、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(0157)であった。

被害者数が最大規模であったのは、1993年春に米国ウイスコンシン州ミルウォーキー市で発生したクリプトスポリジウムの集団感染流行であり、推定患者数が40万人以上、死亡者数50~70人とされた。表から求めた69事例の推定患者数の合計はおよそ60万人であり、この事例の規模の大きさが伺える。1993年米国ミズーリー州ギデオンにおいて *Salmonella* Typhimurium によるサルモネラ感染の流行は650人以上の感染者、7名の死者が発生した。またウォーカーートの悲劇(Walkerton Tragedy)として知られる、2000年5月カナダ国オンタリオ州ウォーカーートン(人口:4800人)で発生した病原大腸菌0157:H7およびカンピロバクタージェジュニによる水系感染の流行は、患者2300人(推定)、死者7人が発生した。これらの2事例は、前述のミルウォーキー事件を除いた場合、過去50年間で最多の死亡者を伴う事例であった。なお、日本での事例として挙げられているのは、1990年に埼玉県浦和市(当時)の幼稚園で発生した死者2人を伴う病原大腸菌0157:H7による水系感染の流行事例と、1996年埼玉県越生町で8800人以上の患者が発生したクリプトスポリジウムの集団感染事例である。

図6は、全69件の健康被害原因物質の汚染場所の種類を示している。全69事例のうち86%(59件)の事例において水源における汚染が原因とされており、水源汚染が主要な汚染場所であることが分かる。図7は水源汚染の経緯を示したものであり、全69件のうち、下水等の汚染源からの汚水の混入が28件、降雨によって流域から発生した汚染原因物質を含む濁水の流入によるものが26件であった。水源保全として、施設等の汚染源(点源)への対策だけでなく、取水地点上流の流域から面的な汚染への対策の重要性が示唆されている。特に今後気候変動によって降雨強度等これまでと異なる降雨パターンが発生する可能性があり、豪雨等による取水地点での濁度上昇に対して、飲料水安全の観点から措置・対策を講じる必要がある。

図8は、全健康被害事例の水処理プロセスの種類を示している。塩素消毒のみが行われていた、または処理が行われていなかったとされる事例が37件と全体のおよそ半数あり、これらの簡易処理は原水の汚染に対して脆弱であったといえるが、一般的な水処理プロセスであるろ過を有する施設においても24件の事例が発生しており、処理プロセスが適切に

管理されることが、安全な水を確保するためには重要である。

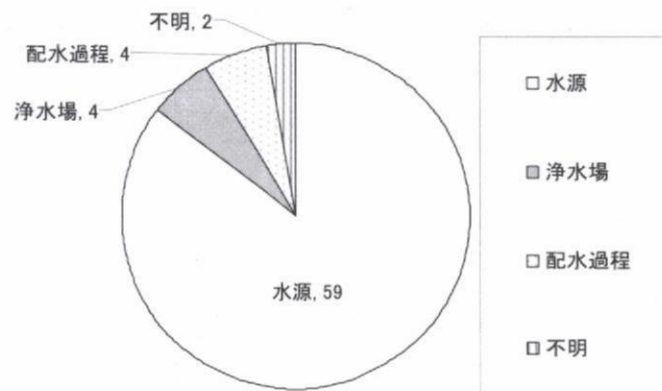


図6 健康被害事例における汚染発生場所（全69件）

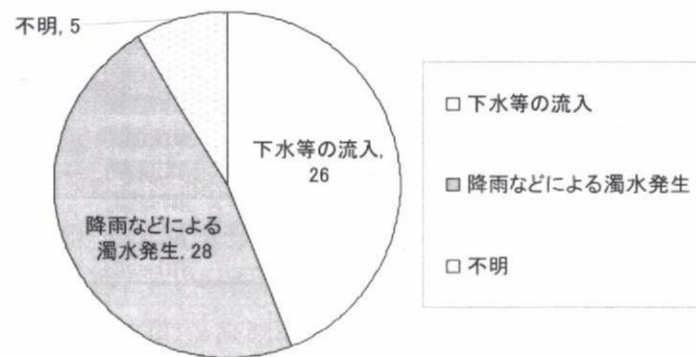


図7 健康被害事例における汚染発生場所（全69件）

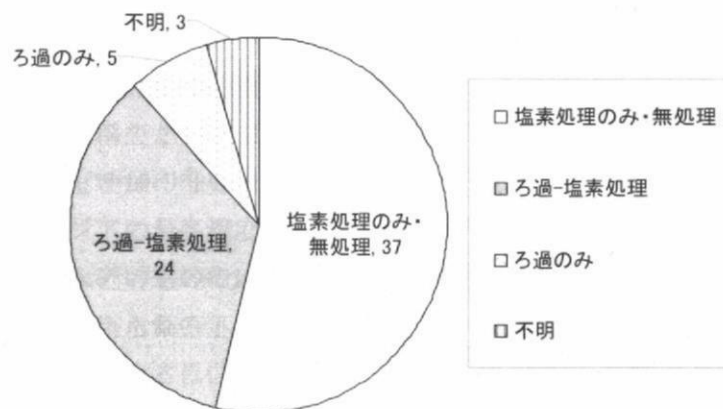


図8 健康被害事例における汚染発生場所（全69件）

表4 過去30年間に先進国で発生した飲料水による水系感染の流行事例⁷⁾ (全69件) (1)

| 時期 | 地域 | 水源 | 浄水方法 | 主な事故原因 | 感染の規模等 | | | | | 備考 |
|--------------------|------------------------------|---------------|----------|--|---------------------|-----|-------------|------|----|---|
| | | | | | 病原体 | 患者数 | 感染者数(推定) | 入院 | 死亡 | |
| 【1970年代】 | | | | | | | | | | |
| 1974.1~3 | アメリカ フロリダ州 リッチモンドハイブ | 地下水 | 塩素 | 塩素消毒の失敗。(浄化槽からの地下水汚染) | 赤痢 (ソナ型) | 10 | 1,200 | 報告なし | - | 学校のトイレからの流出水が38m離れた井戸に9時間到達。(深さ15mに帯水層) |
| 1974.11 ~1975.6 | アメリカ ニューヨーク州 ローマ | 大規模貯水池からの支線水路 | 塩素 | 沈殿及びろ過なし。(残塩基準値以下) | ジアルジア | 350 | 5,300 | 報告なし | - | 原水からはシストを検出。 |
| 1976.4~5 | アメリカ オレゴン州 クレーターレイク | 表流水(浅井戸) | 塩素 | 浄水場での残留塩素濃度の監視不良。 | 毒素原性大腸菌 | 20 | 2,200以上 | 0 | - | 井戸付近での下水のオーバーフロー。(いくつかの公園地域で残塩なし) |
| 1976.4~5 | アメリカ ワシントン州 カマス | 表流水(2小川) | 塩素、ろ過 | 浄水場内で原水のクロスコネクションがあり、凝集・沈殿及びろ過の効果がなく、塩素消毒も不十分。 | ジアルジア | 25 | 600 | 報告なし | - | 流域でジアルジアを検出。アルカリ側での凝集、ろ過の短絡が原因。原水の前処理や塩素予備注入機が必要。 |
| 1977.5 | アメリカ ニューハンプシャー州 ベルリン | 表流水(2河川) | 塩素、ろ過 | ろ過の失敗。(新しい設備の継手からの漏水があった。濁度監視と塩素消毒がされなかった) | ジアルジア | 275 | ~7,000 | ~27 | - | 老朽化した設備でろ過に多くの問題があった。新しい設備に更新する際にろ過設備も変更。 |
| 1978.6 | アメリカ バーモント州 ベニントン | 表流水(予備水類、地下水) | 塩素(ろ過なし) | 大雨の後に塩素注入量を超えた。下水処理場からの汚染水の流入。 | カンピロバクター | 15 | 3,000 | 報告なし | - | 昨年の秋に水の煮沸指示があった広範囲の細菌汚染は、ろ過がない設備に大雨による高濃度水が流入したことで残留塩素がなくなったために生じた。1979年3月に新たな水処理プラントが稼働。 |
| 1979.7~12 | アメリカ ペンシルバニア州 ブラッドフォード | 表流水(貯水池から) | 塩素 | 大雨のためジアルジアに対する消毒が不十分。 | ジアルジア | 407 | 2,900~3,500 | 報告なし | - | ジアルジアの処理に対する認識不足。老朽化した塩素注入設備。 |
| 【1980年代】 | | | | | | | | | | |
| 1980.6 | アメリカ テキサス州 ジョージタウン | 伏流水 | 塩素 | 大雨による流入。(バックアップがなく、手動での塩素注入となった) | コクサッキーウイルス、A型肝炎ウイルス | 36 | ~7,900 | 報告なし | - | 大雨により下水が漏れだし、原水が汚染された。(塩素の接触時間が短かった) |
| 1980.7 | アメリカ モンタナ州 レッドロッジ | 表流水(小川) | 塩素 | セントヘレンズ山からの大量の流出による濁度の増加。(ろ過なし) | ジアルジア | 24 | 780 | 報告なし | - | 大量の流出で濁度が上昇。また、残留塩素が不足したので、水の煮沸の指示が行われた。(新しい塩素注入設備を導入) |

| 時期 | 地域 | 水源 | 浄水方法 | 主な事故原因 | 感染の規模等 | | | | | 備考 |
|--------------------|-----------------------------|---------|-----------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|------|----|---|
| | | | | | 病原体 | 患者数 | 感染者数(推定) | 入院 | 死亡 | |
| 1980.7 | イギリス ヨークシャー ブラナム | 伏流水 | 塩素 | 下水が流出し原水が汚染され、塩素の注入量が不足。 | 同定されていない | - | 3,000 | 報告なし | - | 監視不足。下水管が詰まり汚水が流入。塩素注入の不足。 |
| 1980.8 | アメリカ ジョージア州 ローマ | 伏流水(湧水) | 塩素 | 織物工場からの汚染。(需要が多かったため、水圧が下がって逆流) | ノロウイルスの可能性 | - | 1,500 | 報告なし | - | 需要量が多かったため、ゲートバルブから汚水が逆流。 |
| 1980.10 | スウェーデン グラム | 伏流水 | ろ過(消毒なし) | 工場内で河川水とのクロスコネクション。 | カンピロバクター | 221 | 2,000 | 7 | - | 配水過程において水質が守られなかった。 |
| 1981.3 | アメリカ コロラド州 イーグルベイル | 表流水(河川) | 加圧ろ過、塩素 | 塩素消毒の失敗。(原水の下水汚染) | 同定されていない(1人中5人でロタウイルスを検出) | - | 81 | 報告なし | - | 塩素注入障害の警報が、無断で停止された。 |
| 1982.10 | スウェーデン ムジョベール | 伏流水 | ろ過(消毒なし) | 下水道がせき止められ、井戸が溢れた。 | ジアルジア(同定されていない) | 56 | 557 | 8 | - | 給水は停止され、水の煮沸が指示されたが、対応が非常に遅かった。 |
| 1982.10 ~1983.6 | カナダ アルバータ州 エドモント | 伏流水 | 凝集、ろ過、塩素 | 上流の雨水の排水管からの汚染。(十分にろ過、塩素との接触時間が短い) | ジアルジア | 895 | 2,200~29,000 | 報告なし | - | このジアルジアによる感染は、今までで2番目に大きいものであったが、発生後、数ヶ月経つまで原因が特定されず。 |
| 1983.2 | カナダ アルバータ州 ドラムヘラー | 表流水(河川) | ろ過、塩素 | 上流での下水流出。(塩素の注入量が不足) | 同定されていない | 1,326 | 3,000 | 報告なし | 2 | 汚水の流出が浄水場や保健所に報告されず。 |
| 1983.3 | アメリカ フロリダ州 グリーンビル | 伏流水 | 消毒、ろ過 | 水の糞便汚染。(水の煮沸の指示)(蓋のない貯水槽) | カンピロバクター | 11 | 865 | 4 | - | 下閉止薬の売り上げ87%増。塩素消毒失敗。無免許のオペレーター。 |
| 1984.5~7 | アメリカ テキサス州 ブラウンステーション | 伏流水 | 塩素、(ろ過なし) | 5月はノロウイルス、7月はクリプトスポリジウム。 | ノロウイルス、クリプトスポリジウム | 4(ノロ) 47(クリプト) | 251(ノロ) 117(クリプト) | 1 | - | 調査により井戸水の下水汚染と判明。断続的に汚染が続いたため、感染のピークが2回あった。 |
| 1984.6~7 | ノルウェー アルスバン | 伏流水(湖) | なし | 春の激しい雨で水源付近の手飼料の流出汚染。 | カンピロバクター | 22 | 680 | - | - | 北ノルウェーでの一般的な被害。低い水質が生存を助けた。1件は関節炎、22件はカンピロバクター。 |

表4 過去30年間に先進国で発生した飲料水による水系感染の流行事例⁷⁾ (全69件) (2)

| 時期 | 地域 | 水源 | 浄水方法 | 主な事故原因 | 感染の規模等 | | | | | 備考 |
|--------------------|---------------------------------|---------------|-----------|---|---------------------|-------------------------|----------|------|----|---|
| | | | | | 病原体 | 患者数 | 感染者数(推定) | 入院 | 死亡 | |
| 1985.3~4 | カナダ オンタリオ州 オレンジビル | 伏流水 | なし | 春の雪解けと雨による井戸の家畜汚染。 | カンピロバクター | 57 | 241以上 | 報告なし | - | 低い水温がカンピロバクターの生存を助けた。また、残塩の監視が適切に行われなかったために塩素注入量が不足。 |
| 1985.11 ~1986.1 | アメリカ マサチューセッツ州 ピッツフィールド | 表流水(貯水池から) | 塩素(ろ過なし) | 濁度上昇、不十分な塩素消毒。 | ジアルジア | 703 | 3,800 | 報告なし | - | 新しい過施設への変更、機械の故障で残留塩素低下。また、古い貯水池からの水が人や動物の活動でジアルジアに汚染。 |
| 1986.6~8 | カナダ ベンシオン、B.C | 表流水(貯水池からの小川) | 塩素 | 春の洪水が小川の高濁度を引き起こした。灌漑用水と旅行者の需要増、水の煮沸指示。 | ジアルジア | 362 | 3,100 | 報告なし | - | 旅行者に水の煮沸の指示をした。2度目の大流行は取水を再開してから起こった。 |
| 1986.12 | スウェーデン サーレン | 伏流水 | なし | 下水汚染を受けた水がスキー場で処理されていた。3週間流行が続いた。 | ジアルジア、赤痢 | 1,480(ジアルジア) 106(赤痢) | ~3,600 | 報告なし | - | もっとも大きいジアルジアの感染事例。修理の材料が下水を塞いで貯水池が休日3日間におわり汚染されたもの。 |
| 1987.1~2 | アメリカ ジョージア州 カールトン | 表流水(河川) | 凝集、砂ろ過、塩素 | 不十分な濁質除去。大雨による下水の流出で原水がクリプトスポリジウムに汚染。 | クリプトスポリジウム | 58 | 13,000 | 報告なし | - | ろ過施設のある浄水からの最初のクリプトスポリジウムの大規模な感染。不十分な塩素消毒。女性の罹患率が高い。休日期に起こった。 |
| 1988.4 | オーストラリア ビクトリア州 サンバリー | 表流水(貯水池、小川) | なし | 大雨により水源である小川の1つが糞便汚染。 | 同定されていない | - | 6,600 | 報告なし | - | 感染の24~48時間前に大雨が降った。水が臭いと苦情あり。糞便汚染された地域には水の煮沸を指示。 |
| 1988.3~4 | スウェーデン ボーンデン | 表流水(河川) | 砂ろ過、塩素 | 上流で廃水があふれていた。施設の工事の間、塩素注入器が故障。 | ロタウイルス、クレバシエラ(大腸菌群) | - | ~11,000 | 報告なし | - | 新たに取り付けられた電子機器の影響で塩素注入器とモニターが動かなかった。砂ろ過のみとなった。 |
| 1988.3~4 | スコットランド フォートコースト スティーベンソン | 表流水(貯水池) | 凝集、ろ過、塩素 | 未知の汚水集水管からの汚染。 | クリプトスポリジウム | 27 | - | 12 | - | 大雨により午のスラーが流出し、再生水の圧力タンクに流入した。27人中17人が女性。 |
| 1988.8 | ノルウェー スカジャボイ | 表流水(貯水池) | 塩素 | 修理のために塩素注入器を停止したため、その後、4週間の間塩素消毒なしで配水。 | カンピロバクター | 9 | 330 | 報告なし | - | 住民の15%が感染。うち関節炎が2件あった。感染率が低いのはその地域の特性だろう。 |
| 1988.11 ~1989.4 | イギリス オックスフォードシャー スウィンドン | 表流水(河川) | 凝集、ろ過 | 不十分な濁質除去。逆洗水の再利用。 | クリプトスポリジウム | 516 | - | 41 | - | イギリスで最初の水道水によるクリプトスポリジウムの感染。大雨により原水に高濃度でクリプトスポリジウムの流入があったが、十分なる過ができなかった。現在は、そのような心配はない。 |

| 時期 | 地域 | 水源 | 浄水方法 | 主な事故原因 | 感染の規模等 | | | | | 備考 |
|--------------------|---------------------------------------|---------|--------------|--|---------------------|-----|-------------|-------|----|--|
| | | | | | 病原体 | 患者数 | 感染者数(推定) | 入院 | 死亡 | |
| 1989.4~5 | アメリカ アリゾナ州 セドナ、キャニオン オータクリーク | 伏流水 | 塩素なし | 砂岩、石灰岩の破砕帯を通過しての地下水帯水層への汚水浸入。 | クロウウイルス(かもしれない) | 3 | 900 | 報告なし | - | 行楽地の下水処理システムは機械的な問題があり、溢れることがある。調査では、汚水は3日~11日で井戸まで到達した。 |
| 【1990年代】 | | | | | | | | | | |
| 1989.12 ~1990.1 | アメリカ ミズーリ州 カブール | 伏流水 | なし | 本管の修繕及びメーター取り換えの間、下水により汚染されていたと思われる。 | O-157 | 243 | - | 32 | 4 | 汚染は、季節外れの寒さにより給水本管が破裂し、その修繕を行ったときに起きた。寒い時期は修理後の殺菌が難しい。4人死亡。63%は女性。 |
| 1989.12 ~1990.1 | オーストラリア ニューサウスウェールズ モアイ | 雨水 | なし | 川の水を貯める地下タンクへの下水流入。 | プロウイルス(でありそう) | 8 | ~2,000 | 報告なし | - | 河川の水を使うときに、下水で汚染されている河川水へ貯蔵タンクを接続していることはある。 |
| 1990.1~4 | カナダ エリクソン クレストン | 伏流水 | なし | ビーバーによる給水の汚染。 | ジアルジア | 124 | - | - | - | ビーバーに関連する強い証拠が集められた。この地域は1985年にも流行しているが、それでも塩素消毒はしていない。 |
| 1990 | 日本 埼玉県 | 伏流水 | 報告なし | 井戸の汚染が説明されなかった。 | O-157 | 42 | 186 | 20HUS | 2 | 患者の年齢の中央値は13.9歳であった。死亡した2人は5歳と2歳。 |
| 1990.12 ~1991.1 | イギリス ケント タネット島 | 伏流水、河川 | 凝集、ろ過、活性炭、塩素 | 少雨により湛水となった。浄水場の注入ポンプの修理。大雨による河川水の増水による濁度上昇。 | クリプトスポリジウム | 47 | - | 5 | - | 1989年の2月から5月に起こった65人が感染した流行は、水が原因だと思われます。(証明はされていない。) |
| 1991.10 | アイルランド キルデア ナース | 伏流水 | 塩素 | 汚水が貯水層を汚染し、残留塩素をすべて消費。 | 大腸菌、ジアルジア(確定されていない) | 340 | 5,600~6,800 | 報告なし | - | 大腸菌は100mあたり15,000,000個体だった。最初の兆候は、臭いに対する苦情で、流行した10月5日と同じくらい時期。 |
| 1991.12 ~1992.1 | デンマーク ウーグロス | 伏流水 | 曝気、ろ過、消毒なし | 大雨により下水道がせき止められ溢れて、短絡したことにより下水濃度が上昇し、井戸が汚染。 | 同定していない | - | 1,600 | 10 | - | 以前から老朽化した排水管の接続が問題とされていたが、浄水場の職員から報告されることはなかった。しばらくの期間は大雨の後に病気が多かった。 |
| 1992.1~6 | アメリカ オレゴン州 ジャクソン | 表流水(河川) | ろ過 | 干ばつで河川流量が低下しており、取水口地点での濁度変動。 | クリプトスポリジウム | 43 | ~15,000 | - | - | 浄水場での凝集、沈殿、ろ過が十分でなかったため、オーシストが確認された。5月2日には河川水の30%が廃水。 |

表4 過去30年間に先進国で発生した飲料水による水系感染の流行事例⁷⁾(全69件)(3)

| 時期 | 地域 | 水源 | 浄水方法 | 主な事故原因 | 感染の規模等 | | | | | 備考 |
|--------------------|------------------------------------|----------------|--------------------------------|---|---------------|--------------------|-------------|--------|-----|---|
| | | | | | 病原体 | 患者数 | 感染者数(推定) | 入院 | 死亡 | |
| 1992.11~12 | イギリス 西ヨークシャー ブラッドフォード | 表流水(貯水池) | 緩速ろ過、塩素 | 大雨により緩速ろ過で十分処理できなかった。 | クリプトスポリジウム | 125 | - | 9 | - | 大雨の後に濁度が上昇し、十分なる濾過率が得られず、浄水からオーシストを検出。 |
| 1992.11 ~1993.2 | イギリス チェシャー ウォリントン | 伏流水 | 塩素 | 大雨により家畜の汚水が地下水貯蔵タンクに入った。(井戸の一つで汚水とのクロスコンタクション) | クリプトスポリジウム | 47 | - | 5 | - | 貯水池の非常に高い濁度が兆候。 |
| 1993.2~5 | カナダ オンタリオ州 ウォータールー キッチンナー | 伏流水、表流水(河川20%) | オゾン、凝集、ろ過、塩素 | 春先の出水による濁度が上昇しているときは、ろ過池の逆流にリスクがあることが確認。 | クリプトスポリジウム | 143 | 1,000以上 | 報告なし | - | 水が原因の大発生だと思われる(確認はされていない)が、河川から井戸への流出と思われる。2つの井戸で低濃度のクリプトスポリジウムが検出。 |
| 1993.3~4 | アメリカ ウィンスコン州 ミルウォーキー | 表流水(大きな湖) | 塩素、KMnO ₄ 、凝集、ろ過、塩素 | 下水により湖の取水口が汚染されたこと、不適切なろ過が行われた。 | クリプトスポリジウム | 285 | ~400,000 | ~4,400 | ~50 | 原因は家畜からの流出が疑われたが、オーシストの遺伝子がト型であったため、人間からの汚染であると思われていた。 |
| 1993.11~12 | アメリカ ミズーリ州 ギデオン | 伏流水 | なし | 鳥の糞が貯水タンクを汚染。洗浄水が引き込まれた。 | サルモネラ | 31 | 650 | 15 | - | ミルウォーキーを考慮しなければ、この50年間で一番大きな流行。 |
| 1994.4 | フィンランド ノーマーク | 伏流水、(井戸) | pH調整、消毒なし | 春の大量の雪解けや下水処理施設の上流での氾濫により、河川や井戸も汚染。 | ノロウイルスの可能性 | 5 | 1,500~3,000 | 報告なし | - | 井戸と河川を接続していた排水管(忘れられていた)があったため、上流の氾濫により汚染。 |
| 1994.2~3 | カナダ オンタリオ州 テマガミ | 表流水(湖) | 凝集、ろ過、塩素 | テマガミ湖の大発生は、下水汚染によるもの。テマガミ北はビーバーによるものだが、両方で不十分な浄水処理。 | ジアルジア | 26 | ~330 | 報告なし | - | 湖への下水の流出と春の洪水により、汚染された。また、ビーバーも汚染源。 |
| 1994.10 ~1995.4 | カナダ ビクトリア州 | 表流水(複数の貯水池) | 塩素 | 汚染源は特定できないが、流域内のアメリカライオンカ野生の猫の糞による汚染。 | トキソプラズマ | 100以上 | 2,900~7,800 | 報告なし | - | この事例は先進国で水を介してトキソプラズマが大流行した最初のもの。 |
| 1995.3 | スコットランド ファイフェ | 伏流水 | 塩素 | 汚染された水の逆流によって、工場から汚水が下流に流出。 | O157、カンピロバクター | 6(O157) 8(カンピロ) | 633 | 5 | - | 消費者からは、病気が発生する前に、色に対する苦情。 |
| 1995.6~7 | カナダ テリトリー州 ユコン | 伏流水 | なし | 井戸の近くの浄化槽からの井戸水汚染により、バスターアで感染。 | ノロウイルス | 3 | 433 | 6 | - | 調査結果、井戸が浄化槽により24時間程度で汚染。また、井戸の汚染は、浄化槽を通じて湖の水が入ったことによるものと思われる。 |

| 時期 | 地域 | 水源 | 浄水方法 | 主な事故原因 | 感染の規模等 | | | | | 備考 |
|--------------------|----------------------------|-------------|---------------|---|------------|-----|-------------|------|--------------------|--|
| | | | | | 病原体 | 患者数 | 感染者数(推定) | 入院 | 死亡 | |
| 1995.8~9 | イギリス 北デボン | 表流水(河川、貯水池) | 凝集、ろ過、塩素 | 汚水が水源に流出した。微粒子除去が適切でなかったかもしれない。処理水からオーシストが検出。 | クリプトスポリジウム | 575 | - | 25 | - | 逆洗方法変更。また、春の洪水により高濁度。上流の下水の影響でクリプトスポリジウムのオーシストをいくつかの水源地から検出。 |
| 1995.11 ~1996.3 | デンマーク 北ジユランド クラブ | 伏流水 | なし | 水道局は、硝酸塩がないか調査するため井戸から25m離れた地点でボーリングを実施したが、深さ3mのところまで下水道管を損傷。ボーリング坑を通じて汚水が帯水層に流出。 | カンピロバクター | 110 | ~2,400 | 13 | - | 帯水層の硝酸塩汚染を監視する井戸は、下水道管を損傷し1か月以上、地下水貯水タンクを汚染。また、別の水系も連絡管が開けられ汚染。 |
| 1996.6 | 日本 埼玉県 越生町 | 表流水(河川) | 凝集、ろ過、塩素 | 洪水の後の大雨による濁度上昇。凝集剤の注入失敗。 | クリプトスポリジウム | 125 | 9,100以上 | 24 | - | 小さな二つの下水処理場が400m、1200m上流にあり、越生の水道水(100を360)飲んだ7名から感染が拡大。 |
| 1996.5~7 | カナダ クランブルク | 表流水(小川、貯水池) | 塩素 | 貯水池の近くにある牧草地があり、春の洪水により原水の濁度上昇。 | クリプトスポリジウム | 29 | ~2,000 | 報告なし | - | 原水の濁度は増加した。消費者は水道水の中の沈殿物について苦情を言った。8つの飲料のサンプルのうち7つはオーシスト陽性だった。 |
| 1996.8~9 | スウェーデン ストームス | 表流水(河川) | 急速ろ過、塩素 | 原水中の大腸菌は、大発生の前に急激に上昇。川の流れが遅いため下流の汚水が混ざったと推測。 | 同定されていない | - | ~3,000 | 報告なし | - | この地域には昔から腸胃病が秋に大流行することがあった。今回は、疫学的に水道によって引き起こされたとする初めてのケース。 |
| 1997.2~3 | イギリス ハートフォードシャー ロンドン | 伏流水 | オゾン、活性炭、ろ過、塩素 | 干ばつ後の洪水や上流の家畜や下水処理場が、原水の汚染源。ろ過の逆流も原因。 | クリプトスポリジウム | 345 | - | 26 | 2人死亡したがクリプトが原因ではない | オーシストが井戸とそれに繋がる原水及び処理水から検出された。地質学的には周囲の帯水層がオーシストの汚染に繋がったと思われる。 |
| 1998.2 | バミューダ リゾートホテル | 用供、雨水 | 指定できない | ホテルのトイレの配管不備で、トイレが詰まり、ホテルの飲料水を汚染。 | ノロウイルス | 18 | 448以上 | 報告なし | - | ホテルには水道や下水の保守作業員やメンテナンスの記録がなかった。 |
| 1998.3 | フィンランド ハイネーベ | 表流水(湖) | ろ過、塩素 | 残留塩素がほとんど検出されなかった。水源は、上流の下水処理場による汚染。 | ノロウイルス | 15 | 1,700~3,100 | 報告なし | - | ノロウイルスは、原水、浄水、浄水設備や汚水から検出。上流では食品によるノロウイルスの感染が4ヶ月前に発生。ノロウイルスは凍った湖で生存。 |
| 1998.6~7 | アメリカ ワイオミング州 アルバイン | 湧水 | なし | 大雨による野生動物の糞便の流出により汚染が起こった。流行の前の大腸菌は通常の2倍。 | O157 | 71 | 157 | 4 | - | 入院は溶血性尿毒症候群によるもので、全員回復。発症率は、女性は男性の2倍。季節コミュニティにいる地元の人には、有効な免疫。 |
| 1998.7 | アメリカ テキサス州 ブラッシュクリーク | 伏流水 | なし | 井戸の汚染は、生汚水が流入した河川水が地下の亀裂から流出したことによるもの。 | クリプトスポリジウム | 89 | 1,300~1,500 | 報告なし | - | 0.4km離れた場所での生汚水の流出は、地下の亀裂を通して深い地下水層を汚染。帯水層の純度は、知られていない。 |

表4 過去30年間に先進国で発生した飲料水による水系感染の流行事例⁷⁾ (全69件) (4)

| 時期 | 地域 | 水源 | 浄水方法 | 主な事故原因 | 感染の規模等 | | | | | 備考 |
|--------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|---|------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------|----|--|
| | | | | | 病原体 | 患者数 | 感染者数(推定) | 入院 | 死亡 | |
| 1998.6~7 | スイス ベンカントン ラ・ネウベリー | 伏流水 | イオン、酸化マンガン、オゾン、消毒なし | 下水処理でのポンプ操作の失敗で、汚水が詰まってあふれ出でて地下水層に流入。医者は飲み水の汚染が原因という見解。 | カンピロバクター、赤痢、大腸菌、ノロウイルス | 55 | 2,200以上 | 報告なし | - | 以前の秋の流行では疫学調査は行われず。汚水ポンプの警報機は、頻りに誤警報を出すので停止。1999年6月からは、紫外線及び塩素消毒を実施。 |
| 1999.9 | アメリカ ニューヨーク州 ワシントン | 伏流水(浅井戸) | なし | いくつかの水道事業者は、塩素消毒されていない水を飲料となる水を作るために供給。また、寮の浄化槽浸透井から11mの位置にあり井戸と接続。 | O157、カンピロバクター | 161 | 2,800~5,000 | 71 (うち14はHUS) | - | 3才、7才が溶血性尿毒症の合併症で死亡。浄化槽浸透井から検出されたO157の源は確定されず。井戸の汚染は、干ばつ後の大雨により発生。 |
| 2000.1~3 | イギリス ランカシャー クリセロ | 伏流水(湧水をタンクへ) | 塩素(ろ過なし) | 水源地のコンクリート構造物が損傷したことが原因。大雨と洪水による飼料収集室からの流出によって汚染。 | クリプトスポリジウム(ウシ型) | 58 | - | 報告なし | - | 最初の流行期間は3月1~15日と報告。原因調査は16日から実施され、給水系統も変更。汚染が続いたため、3月21日に水の煮沸消毒の指示。 |
| 2000.4 ~2001.3 | アイルランド 北ベルファスト | 表流水 | ろ過 | 3回の流行があり、2000年4月はウシ型、2000年8月と2001年4月はヒト型。 | クリプトスポリジウム | A 129 B 117 C 191 | - | A 6 B 21 C 41 | - | ヒト型での感染は、人の汚物からのもの。Bは、1890年に設置したパイプから漏れたのが原因。Cは、詰まった排水管からの汚染。 |
| 2000.7 | イタリア マテラ | リゾート地に送られる公共の水 | リゾート地では行われない | 行楽地で新たに水道管を使い始めたことが原因。(灌漑用水管と水道管が接続) | ノロウイルス | 22 | 344 | 5 | - | 流行は3回のピークがあり、行楽地で起きた。塩素消毒はされていたが、貯水タンクから大腸菌が検出。 |
| 2000.5 | カナダ オンタリオ州 ウォーカートン | 浅い伏流水 | 塩素 | 豪雨の後に肥料で汚染された水が流入したが、そのときの塩素消毒が不十分。 | O157、カンピロバクター | 163(O157) 105(おびろ) 12(両方) | 2,300 | 65 27HUS | - | 2005年の失敗は基本的なもの。 |
| 2000.8 ~2001.11 | フィンランド アシカラ | 地下水(3系統) | 塩素なし | 3つの大発生は消毒されていない地下水によるもので、すべてカンピロバクター。 | カンピロバクター | A 10 B 5 C 56 | A 400 B 50 C 1,000 | 報告なし | - | A,Cの事例は豪雨による表流水が井戸を染したもので、Bの原因は解明されていない。 |
| 2001.3~4 | カナダ サスカチュワン州 北バートルフォード | 表流水(河川) | 凝集、ろ過、塩素 | 濁質の除去が十分ではなかった。取水口が下水処理場の下流3.5kmのところにあった。 | クリプトスポリジウム(ヒト型) | 375 | 5,800~7,100 | 50 | - | 原水の下水による水質障害は1年もの間見落とされていた。2001年3月にクラリのメンテナンスが行われた。 |
| 2001.5 | ニュージーランド ホークス湾 ボーディングスクール | 表流水(湧水) | 加圧砂ろ過、カートリッジフィルター、紫外線 | 湧水付近で牧草を食べる牛(湿地帯)によって、水源が汚染。 | カンピロバクター | 少しあった | 95~185 | 報告なし | - | UVランプが故障していたため、効果的な殺菌ができず、供給水が汚染されたままとなった。 |
| 2001.5~6 | スウェーデン ストックホルム キャンブ | 伏流水 | なし | 下水処理システムの詰まりで溢れ、浅い井戸水を汚染。 | ノロウイルス | 11人中8人 | 200以上 | 報告なし | - | 今回の流行は小規模。また、感染力の強い病原体が含まれなかったのも幸運。 |

| 時期 | 地域 | 水源 | 浄水方法 | 主な事故原因 | 感染の規模等 | | | | | 備考 |
|----------|-------------------|-----|------|--------------------------|--------|--------|----------|------|----|--|
| | | | | | 病原体 | 患者数 | 感染者数(推定) | 入院 | 死亡 | |
| 2002.2~3 | スウェーデン トランスタード | 伏流水 | なし | 損傷した下水管から10mの距離にある井戸が原因。 | ノロウイルス | 12人中9人 | 500 | 報告なし | - | 今回の事故は、水の煮沸消毒の指示により1/3が防止できたので注目された。この地域では、下水管の損傷が見られるまで、化学殺菌及び水道水からの汚染である考えを拒否。 |

D. 結論

我が国における水道を含めた飲料水による健康危機の現状を明らかにし、また今後の飲料水に係る健康危機の適切な管理に必要な情報を整理することを目的に、厚生労働省に飲料水による健康危機情報や文献情報を中心にその内容について分析を行った。昨年度までに整理した情報や文献で報告されている事例をまとめて総括的な事例集を作成するとともに、我が国での危機事例の傾向を明らかにした。また、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。さらに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。

E. 参考文献

- 1) 笈川和男：使用水による事故事例，水，Vol. 39, pp89-95, 1997.
- 2) 保坂三継：水道における事故例と背景，水道の病原微生物対策，pp139-146, 丸善，2006.
- 3) 厚生労働省健康局水道課：水安全計画策定ガイドライン，資料編，pp61-70,
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/hourei/jimuren/dl/080530-5.pdf>
- 4) 国立感染症研究所感染症情報センター：病原微生物検出情報月報，Vol.29, pp331~332, 2008.
- 5) 黒木俊郎，橋本温，遠藤卓郎：水道における汚染事例とその背景，水道の病原微生物対策，pp20~30, 丸善，2006.
- 6) 国立感染症研究所感染症情報センター：病原微生物検出情報月報，Vol.29, pp1~15, 2008.
- 7) Hrudehy, S.E. and Hrudehy E.J. : Safe Drinking Water; Lessons from Recent Outbreaks in Affluent Nations, IWA Publishing, Cornwell, UK. 2004.

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 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.
- 2) 山田俊郎，秋葉道宏。(2009) 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，vol11 災害編，オーム社，(印刷中).

2. 学会発表

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 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.

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

該当なし

付表1-1 平成19年度の飲料水に係る健康危機事例（耐塩素性病原微生物の原水等での検出事例等を除く）

| No | 年月 | 都道府県 | 種類 | 水源 | 浄水処理 | 対象 | 危害内容 | 対象物質 | 原因・排出源 | 緊急措置 | 長期的対応 | 給水人口 | 健康被害 | 備考 |
|----|---------|------|---------|----------|-----------|----------|--------------------------------|---|--------------------------|------------|----------------|---------------|------|--|
| 1 | 平成19年3月 | 秋田県 | 飲用井戸 | 地下水(井戸) | (無処理) | 井戸水 | 飲用井戸におけるテトラクロロエチレン基準超過 | テトラクロロエチレン(0.011~0.22 mg/l) | 排出源不明 | 用途制限(飲用停止) | | 27 | | |
| 2 | 平成19年4月 | 神奈川県 | 上水道 | 表流水(河川水) | 凝集沈殿急速ろ過 | 原水 | 上流からの汚泥流出による原水からのクワトロスポリジウムの検出 | クワトロスポリジウム(54個/10L) | 養蜂所の汚泥からの流出 | 取水停止 | | | | |
| 3 | 平成19年4月 | 岐阜県 | 上水道 | | | (配水) | 配水施設の不法侵入 | 不明(毒物等の混入の形跡は無し) | | 給水停止 | 排水タンク洗浄 | 460戸 | | 配水池のフェンスが切断され、配水導入口の南京錠破壊。配水池の蓋の南京錠が破壊されていた。 |
| 4 | 平成19年4月 | 千葉県 | 上水道 | 表流水 | 急速ろ過 | 浄水 | 原水(河川水)の高pHによる凝集不良に伴う濁水濁度の上昇 | 濁度(1.35度) | | 用途制限(飲用停止) | | 約1万世帯(32746人) | | 原水のpHが9.5以上となった。 |
| 5 | 平成19年4月 | 宮崎県 | 上水道 | 表流水(河川水) | | 原水 | 濁水濁上による原水の塩化物イオン濃度の基準超過 | 塩化物イオン(311mg/L) | 濁潮(大潮)時の濁水濁上 | 取水停止 | | | | |
| 6 | 平成19年4月 | 京都府 | 井戸(事業用) | 地下水 | | 井戸水 | 民間事業所の井戸からヒ素・水銀の検出 | ヒ素(0.0019mg/L) | | | | | | |
| 7 | 平成19年4月 | 鳥取県 | 簡易水道 | 地下水(深井戸) | pH調整消毒 | 浄水 | 水源井戸での濁度発生 | 濁度:37度 色度:10度 | 地震による地震の前後や活断層の変化による濁度発生 | 取水停止 | | 765人 | | 小型曝気過装置を設置し対応。 |
| 8 | 平成19年5月 | 千葉県 | 上水道 | | | 浄水 | 水道水に油混入(給水栓で油臭) | ジクロロメタン(0.042mg/L) ベンゼン(0.078mg/L) 1,1,2-トリクロロエタン(0.032mg/L) トルエン(0.887mg/L) | 給水管接合部から油が浸透した可能性 | 用途制限(飲用停止) | | 1戸 | | |
| 9 | 平成19年5月 | 鹿児島県 | 飲料水供給施設 | 地下水(浅井戸) | 塩素消毒のみ | 浄水 | 一般細菌、大腸菌の検出 残留塩素不足 | 大腸菌(検出) 一般細菌(130cfu/ml) | 不明 | | | 55人 | | 健康被害なし。 |
| 10 | 平成19年6月 | 宮崎県 | 上水道 | 表流水(河川水) | 急速ろ過 | 浄水 | 給水栓におけるジェオスミン基準超過 | ジェオスミン(0.000012mg/L) | | 濁水井に活性炭注入 | | 32023人 | | |
| 11 | 平成19年6月 | 北海道 | 上水道 | 表流水(河川水) | 高度浄水+急速ろ過 | 原水 浄水 | 原水での濁水発生による断水等被害 | 高濁度 | 上流域での豪雨によって濁水が発生 | 給水停止 | | 57,872人 | | |
| 12 | 平成19年6月 | 熊本県 | 簡易水道 | 地下水(深井戸) | 塩素消毒のみ | 浄水 | 硝酸性窒素の基準超過 | 硝酸性窒素(10.9mg/L) | 不明 | 用途制限(飲用停止) | 他の簡易水道からの配水等検討 | 178人 | | |
| 13 | 平成19年7月 | 愛知県 | 簡易水道 | 湧水 | 塩素消毒のみ | 浄水 | 給水栓水におけるウランの目標値超過 | ウラン(0.0031mg/L) | 地質(花崗岩)由来と推定 | 結果公表 | 水源の切替 | 7人 | | (ウランの管理目標値:0.002mg/L) |
| 14 | 平成19年7月 | 高知県 | 飲用井戸 | 地下水 | | 井戸水 | 飲用井戸における六価クロム検出 | 六価クロム(0.07~0.21mg/L) | メッキ工場内の溶液槽からの湧出 | 用途制限(飲用停止) | 水道加入 | 57人 | | 汚染源はであった工場が一部操業を停止したところ、濃度が減少 |

付表1-2 平成19年度の飲料水に係る健康危機事例（耐塩素性病原微生物の原水等での検出事例等を除く）

| No | 年月 | 都道府県 | 種類 | 水源 | 浄水処理 | 対象 | 危害内容 | 対象物質 | 原因・排出源 | 緊急措置 | 長期的対応 | 給水人口 | 健康被害 | 備考 |
|----|----------|------|--------|----------|--------------|----|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-------------------|-------|---------|--|
| 15 | 平成19年8月 | 広島県 | 簡易専用水道 | | | 浄水 | 大学施設内のクロスコネクションによる健康被害発生 | 不明 | 中水道(雑用水)とのクロスコネクション | 給水停止 | | | 有症者209人 | 嘔吐、下痢、発熱等、重症者なし。 |
| 16 | 平成19年8月 | 東京都 | 上水道 | | | 浄水 | クロスコネクションによる給水栓水への異物混入(錠口から着色水) | 農薬：石灰硫黄合剤(主成分 多硫化カルシウム) | 農業散布配管と給水管の違法なクロスコネクション | 洗濯機検査 | | 3戸 | | 給水栓の接続管内において給水管と農業散布配管とを違法接続が原因、農業ポンプの加圧により逆流し近隣住宅給水栓で検出した。飲用に至らず健康被害無し。 |
| 17 | 平成19年8月 | 東京都 | 簡易専用水道 | 上水道受水 | | 浄水 | 給水栓水における残留塩素不足 | 残留塩素検出なし | 利用者数に対し水容量が過大と推察 | 用途制限(飲用停止) | 受水槽の容量の適正化 | | | |
| 18 | 平成19年8月 | 鹿児島県 | 簡易専用水道 | 上水道受水 | | 浄水 | 給水栓水における残留塩素不足 | 残留塩素検出なし | 軟水化した水と上水との混合の調整 | 再調整 残留確認 | バルブ固定 | | | 町からの受水のうち、一部を軟水装置を通して上水と混合して給水、軟水量が多く調整されていたため残留塩素が検出されなかった。下痢症等の被害なし。 |
| 19 | 平成19年8月 | 茨城県 | 上水道 | 表流水(河川水) | 凝集沈殿 急速ろ過 | 原水 | 油流出事故による取水停止 | 油(A重油:140リットル) | 事業所からの重油の流出 | 取水停止 | 油回収等 対策 | | | 排水源は栃木県内の事業所 新水等の被害無し |
| 20 | 平成19年8月 | 静岡県 | 簡易水道 | 地下水(浅井戸) | 塩素消毒のみ | 浄水 | 浄水での大腸菌の検出 | 大腸菌 | 不明(採水時の汚染の可能性) | 給水停止 取水停止 | 塩素注入 方式の変更 | 148人 | | 塩素注入方式を変更 (時間指定注入→常時注入方式) |
| 21 | 平成19年9月 | 富山県 | 簡易水道 | 湧水 | 塩素消毒のみ | 原水 | 原水ジアルジア検出による給水停止事例 | ジアルジア(5個/10L) | | 給水停止 取水停止 | 上水道と混合 | 105人 | | 健康被害なし。 |
| 22 | 平成19年9月 | 岩手県 | 簡易水道 | 表流水(河川水) | 急速ろ過 | 浄水 | 浄水濁度の上昇 | 濁度(0.169度) | 大雨による河川濁度の上昇 | 用途制限 (煮沸飲用) | | 160人 | | |
| 23 | 平成19年9月 | 愛媛県 | 専用水道 | 表流水(河川水) | 凝集沈殿 急速ろ過 | 浄水 | 浄水で臭素酸の基準超過 | 臭素酸(0.012mg/L) | 消毒剤(次亜塩素酸ナトリウム)が原因 | 用途制限 (飲用停止) | 次亜塩素酸ナトリウムを変更 | 58人 | | |
| 24 | 平成19年9月 | 奈良県 | 上水道 | 地下水(井戸) | 急速ろ過 | 原水 | 水源井戸で水銀の検出 | 総水銀(0.001mg/L) | 不明 | 取水停止 | | | | 断水等なし。 |
| 25 | 平成19年10月 | 富山県 | 簡易水道 | 伏流水 | 急速ろ過 | 原水 | 原水ジアルジア検出による給水停止事例 | ジアルジア(1個/10L) | | 用途制限 (飲用停止) | 紫外線 施設導入 検討 | 73人 | | 濁度管理ができない施設。健康被害なし。 |
| 26 | 平成19年11月 | 岐阜県 | 簡易水道 | 地下水(浅井戸) | 塩素消毒のみ | 浄水 | 浄水で油臭 | 味、臭気 | 原因不明 | 取水停止 給水停止 | | 1286人 | | |
| 27 | 平成19年12月 | 香川県 | 上水道 | 表流水(河川水) | 凝集沈殿 急速ろ過 | 原水 | 原水中のマンガンによる着色 | マンガン | 自然由来 | | | 約500戸 | | |

付表1-3 平成19年度の飲料水に係る健康危機事例（耐塩素性病原微生物の原水等での検出事例等を除く）

| No | 年月 | 都道府県 | 種類 | 水源 | 浄水処理 | 対象 | 危害内容 | 対象物質 | 原因・排出源 | 緊急措置 | 長期的対応 | 給水人口 | 健康被害 | 備考 |
|----|---------|------|----------|----------|----------|-----|----------------------------|--------------------|--------------------------------|------------|--------------------|---------|------|---|
| 28 | 平成20年1月 | 愛媛県 | 飲料水供給施設 | 表流水 | 緩速ろ過 | 浄水 | 浄水で臭素酸の基準超過 | 臭素酸(0.013mg/L) | 次亜塩素酸ナトリウムが原因 | | 新しい次亜塩素酸ナトリウム溶液を使用 | 60人 | | |
| 29 | 平成20年1月 | 秋田県 | 飲用井戸 | 地下水(井戸) | なし | 井戸水 | 井戸水の菌叢汚染による健康被害事例 | クロルピクリン(7.8mg/L) | 由来は不明 | 使用停止 | 水道加入 | 1世帯 | 3人 | 呼吸器、皮膚、目の症状等の異常の訴え。近隣のクロルピクリン使用実態の調査を行ったが不適切な点は認められなかった。 |
| 30 | 平成20年2月 | 三重県 | 専用水道 | 地下水(井戸) | 塩素消毒のみ | 浄水 | 水銀の基準値超過 | 水銀(0.00072mg/L) | | 取水停止 | 上水道への切替 | 1287人 | | 濃度の高い井戸を取水停止 |
| 31 | 平成20年2月 | 宮城県 | 上水道 | 表流水(河川水) | 急速ろ過 | 浄水 | 給水への濁質混入による断水事故 | 濁度(13.9度)色度(33.5度) | 沈んで池洗浄作業時の不備で汚泥が濾過池に流入した | 給水停止 | | 731447人 | | クリプトスפורジウム等については、浄水検査により安全確認 |
| 32 | 平成20年2月 | 東京都 | 小規模貯水槽水道 | | | 浄水 | 給水ポンプ不良による水質事故 水道水から薬品臭 | スチレン及びトルエンを高濃度で検出 | ポンプの羽根車の摩擦が原因と判明 | 用途制限(飲用禁止) | メーカーからの他の使用者への注意喚起 | 15戸 | | 集合住宅15戸中7戸の住人が異臭を感じた。 健康被害はなし。 ポンプ羽根車は18年間使用していた。 |
| 33 | 平成20年2月 | 長野県 | 簡易水道 | 湧水 | 塩素消毒のみ | 浄水 | 給水貯水でヒ素の基準値超過 | ヒ素(0.011mg/L) | 自然由来と推測 | 用途制限(飲用停止) | 別水道と連絡して対応 | 1016人 | | 飲用停止となったのは一部の188世帯、一部のベントボトル水の配布 |
| 34 | 平成20年2月 | 千葉県 | 上水道 | 表流水(河川水) | 急速ろ過 | 原水 | 塩化物イオン濃度の基準超過 | 塩化物イオン(233mg/L) | 強風による塩化物イオンが高い河川低層部の巻き上げ | | | 32120人 | | 濃度は塩化物イオン濃度の低い河川表層部から取水。 健康被害、苦情はなし。 |
| 35 | 平成20年2月 | 富山県 | 飲用井戸 | 地下水 | なし | 井戸水 | 飲用井戸への海水混入 | | 高波の影響により浸水 | 使用停止 | | 140世帯 | | |
| 36 | 平成20年2月 | 新潟県 | 飲用井戸 | 地下水 | なし | 井戸水 | 井戸水の農薬汚染による健康被害事例 | クロルピクリン(2.8mg/L) | | 使用停止 | 水道加入を勧めた | 1世帯 | 6人 | 民家の井戸2ヶ所、周辺民家の井戸1ヶ所から検出。 |
| 37 | 平成20年2月 | 大阪府 | 用水供給事業 | | | 浄水 | 水道用水の一時期的な残留塩素濃度の低下 | 残留塩素検出し | 工業用水への応援給水時の井の誤操作 | その他 | チオ硫酸ナトリウム注入点の変更 | | | |
| 38 | 平成20年2月 | 愛知県 | 簡易水道 | 表流水(河川水) | 凝集沈殿急速ろ過 | 浄水 | 水道水で下水臭(給水貯水での残留濃度なし) | 残留塩素検出し | 上流域からの原水汚染の可能性 | 用途制限(飲用停止) | | | | 残留塩素計の故障により警報が作動しなかった。 飲用禁止措置を講じたのは、住民からの苦情から半日以上経過してから。 |
| 39 | 平成20年3月 | 東京都 | 簡易水道 | 雨水 | 緩速ろ過 | 浄水 | 塩素過剰注入による健康被害 | 塩素濃度(6mg/L) | 注入制御装置の不具合 | 給水停止 | | 193人 | 1人 | 配水配下の水圧低下により塩素注入制御装置が塩素不足と誤判定し注入が継続された。 健康被害1名は、皮膚刺激症状。 |
| 40 | 平成20年3月 | 栃木県 | その他(河川水) | 表流水(河川水) | | 原水 | 河川から1,4-ジオキサンの検出 | 1,4-ジオキサン(4.9mg/L) | 発生源から流域下水道処理施設を bypass して河川に流入 | | | | | 水濁法・下水道法では排水基準が設定されていない。 |

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

研究分担者 西村 哲治
研究協力者 田原 麻衣子

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

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
研究協力者： 田原麻衣子 国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部

A. 研究目的

高い普及率に達した我が国の水道においては、浄水工程における人為的不注意事故、産業活動の際に発生する人為的汚染事故、地震などの自然災害、テロ行為などの予測不能な要因が原因となって水道水を通じて国民の生命、健康の安全および社会経済活動が脅かされる事態を生じる恐れがある。また、水道法の適応外の飲用井戸や簡易水道、専用水道において発生する水質事故による利用者の健康障害が懸念されている。

これらのことを背景として、水道水を起因とする健康被害を未然に防止するため、水源から給水栓までの水道システム全体を通じた潜在的な危害因子の同定と健康被害が発生する危険性に関して、水道システム監視計画の策定、体系的な水質管理の実施、現状改善策の明確化、異常時対応策の確立などについて、水安全計画を構築して、総合的に取り組むことが提案されている。

本研究では、水道水等飲料水の有害化学物質を起因とする国民の健康の安全を脅かす事態の予防、拡大防止などの危機管理の適正化を図る手法の開発を行うことを目的として、突発的水質事故対応システムの構築、小規模水道、未規制水道および給水施設の適正管理技術の向上に有効に寄与する基礎情報の整理を行い、危機管理手法の開発をすすめる。

本年度は、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関する情報の整理、未規制化学物質の水試料中からの定量分析方法の確立検討、水質監視の手法等について研究を実施した。

B. 研究方法

B-1 化学物質のデータベース構築

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 (ICSC)、急性中毒処置の手引 ((財)日本中毒情報センター編集)等の情報集および報文を収集・利用し、情報の整理を行った。

B-2 未規制物質の水試料中からの定量法の検討

(1) 試薬

アクリロニトリル, 1, 2-エポキシプロパンおよび ϵ -カプロラクタムは和光純薬工業株式会社製を用いた。アセトンで 1000 mg/L の標準原液を作製し, -20°C に保存した。標準溶液はジクロロメタンまたはアセトニトリルで標準原液を用時希釈して調製した。

(2) ガスクロマトグラフィー/質量分析 (GC/MS) 法の条件

装置名: HP6890 Series GC System 5973 Mass Selective Detector

キャリアーガス: He

注入量: 2 μL

イオン化法: EI

イオン化電圧: 70V

測定モード: スキャンおよび選択イオンモニタリング(SIM)

スキャン範囲 (m/z): 45-550

(3) 液体クロマトグラフィー/質量分析 (LC/MS) 法の条件

装置名: Agilent 1100

カラム: ZORBAX Eclipse XDB-C18

(4.6 mm i.d. \times 250 mm, 5 μm)

カラム温度: 40°C

注入量: 10 μL

流速: 1.0 mL/min

イオン化法: ESI

キャピラリー電圧: Positive-4000V, Negative-2000V

ネブライザー: N₂ (60 psi)

乾燥ガス: N₂ (10 L/min, 350°C)

測定モード: スキャンおよび SIM

スキャン範囲 (m/z): 50-500

B-3 キャリブレーションロッキングデータベース法を利用した GC/MS による分析法の整理

測定対象成分が不明確な測定な時の迅速な分析手法として, 近年, データベースを用いたスクリーニング的測定法 (以下データベース法) が考案されている。この分析手法の技術的背景や評価例等の情報を収集, 整理した。

C. 研究結果

C-1 化学物質のデータベース構築

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, データース構築をすすめた。

C-2 未規制物質の水試料中からの定量法の検討

(1) はじめに

未規制物質として, 健康影響へのリスクが上位と考えられる化学物質の中からアクリロニトリル, 1, 2-エポキシプロパンおよび ϵ -カプロラクタムの3物質を選択し, 分析方法の検討を行った。

(2) 性状

①アクリロニトリル: $\text{CH}_2=\text{CHCN}$, 分子量 53.06, 沸点 $77\sim 79^\circ\text{C}$, 有機溶剤 (アセトン, ベンゼン, 四塩化炭素, エーテル, アルコール, トルエン) に可溶, 水と共沸混合物をつくる。

②1, 2-エポキシプロパン: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, 分子量 58.08, 沸点 33.9°C , 水, アルコール, エーテルに可溶。

③ ϵ -カプロラクタム: $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$, 分子量 113.16, 沸点 270°C , 水, エタノール, エーテル, クロロホルム, ベンゼンに可溶。

(3) ガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC/MS) による分析法の検討

①カラム DB-5 を用いたアクリロニトリルの分析

カラムに DB-5 MS 溶融シリカキャピラリーカラム (0.25 mm i.d.×30 m, 0.25 μm) を用いて, 注入口温度, 注入モード, 昇温プログラム, イオン源温度, キャリヤーガス流量の条件を替えた下記の a~g の条件で検討した。

a: 240°C / スプリットレス/ 30°C (5 min) $\rightarrow 10^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 160^\circ\text{C}$ / 230°C / 1.2 mL/min

b: 200°C / スプリット(10:1)/ 30°C (7 min) $\rightarrow 10^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 150^\circ\text{C}$ / 250°C / 2.5 mL/min

c: 200°C / スプリット(10:1)/ 30°C (7 min) $\rightarrow 10^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 150^\circ\text{C}$ / 250°C / 1.2 mL/min

d: 200°C / スプリットレス/ 30°C (5 min) $\rightarrow 10^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 160^\circ\text{C}$ / 230°C / 1.2 mL/min

e: 240°C / スプリットレス/ 50°C (2 min) $\rightarrow 5^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 60^\circ\text{C}$ / 230°C / 1.2 mL/min

f: 220°C / スプリットレス/ 35°C (10 min) $\rightarrow 3^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 166^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 230^\circ\text{C}$ (5 min) / 250°C / 3.0 mL/min

g: 220°C / スプリットレス/ 35°C (10 min) $\rightarrow 3^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 166^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}/\text{min} \rightarrow 230^\circ\text{C}$ (5 min) / 250°C / 1.2 mL/min

しかし, 上記の条件ではアクリロニトリルのピークは検出できなかった。

②カラム DB-WAX を用いたアクリロニトリルの分析

カラムに DB-WAX 溶融シリカキャピラリーカラム (0.320 mm i.d.×30 m, 0.50 μm) を用いて, 注入口温度, 注入モード, 昇温プログラム, イオン源温度, キャリヤーガス流量の条件を替えて, C-2(3) ①の a, d, f, g の条件で検討した。

その結果, a の条件において, 1mg/L のジクロロメタン溶液を直接注入した場合, 保持時間 5.7 分に分子イオン 53 のピークが検出できた。ジクロロメタンを溶媒として, 0.1~20 ppb の濃度

範囲で検量線を作成した結果、相関係数 0.999 の良好な直線性が得られた。

③1, 2-エポキシプロパンおよび ϵ -カプロラクタムの分析

アクリロニトリルで最適だった注入口温度、注入モード、昇温プログラム、イオン源温度、キャリアーガス流量の条件を用い、DB-5 およびカラム DB-WAX の2種類のカラムについて、1 ppm のジクロロメタン溶液を注入し、マスクロマトグラフ法にてピークを検出した。カラム DB-5 を用いた場合には、1,2-エポキシプロパンは分子イオン 58、 ϵ -カプロラクタムは分子イオン 113 のピークが検出された。しかし、 ϵ -カプロラクタムはピーク面積が小さく、テーリングが見られてピーク形状が悪かった。カラム DB-WAX を用いた場合には、両物質ともピークを同定することができなかった。

(4) 液体クロマトグラフー質量分析計 (LC/MS) による分析法の検討

該当する3物質を、それぞれ100, 80, 50, 20%のアセトニトリル水溶液で調製し、LC/MSにおける移動相を0.15%酢酸/アセトニトリル=30:70 (5 min)→70:30 (5 min)、フラグメンター電圧を200Vの条件でピークの検出を行ったが、全ての調製溶液で3物質ともピークの検出はできなかった。30%アセトニトリル水溶液で3物質を調製し、移動相を0.15%酢酸/アセトニトリル=70:30の条件で、フラグメンター電圧を150, 200, 250Vと変更してピークの検出を行ったが、いずれの条件においてもピークを検出できなかった。これらの結果から、水試料中の該当3物質の分析にはLC/MS法は不適と判断した。

(5) 水試料からの抽出

①固相抽出

2 ppt および20ppt (500倍濃縮時の濃度が、検出下限値の10倍である1 ppbと100倍である10 ppbを想定) のアクリルニトリル水溶液を精製水で調製し、それぞれ500 mLについて固相カートリッジ Oasis HLB Plus, Sep-Pak Plus PS-2 または Sep-Pak Plus C18 (Waters)を用いて抽出、濃縮を行った。固相カートリッジは、ジクロロメタン、メタノールおよび水それぞれ5 mLを順次通した後、使用した。試料水を10 mL/minの速度で固相カートリッジに通水した後、固相カートリッジは空気10分および窒素20分、通気乾燥した。吸着成分をジクロロメタンで溶出した。溶出液は窒素ガス気流下で濃縮後、ジクロロメタンで1 mLに定溶し、GC/MS用検液とした。

上記の固相抽出条件では、高濃度の水溶液から調製した抽出溶液についても、いずれのカートリッジを用いて調製した場合であっても、アクリルニトリルのピークを検出することはできなかった。

そこで、通水後の固相カートリッジの通気乾燥を空気15分のみとし、吸着成分をアセトンで溶出し、窒素ガス気流下での濃縮を行わずに無水硫酸ナトリウムで脱水後、GC/MS用検液とする方法を検討した。固相カートリッジは、Oasis HLB Plus または Bond Elut Jr. (VARIAN)を用い、20 ppt のアクリルニトリル水溶液500 mLを抽出したが、2種の固相カートリッジから調製した抽出溶液からはアクリルニトリルのピークを検出することはできなかった。

②溶媒抽出