

ウイルスによる過去の水系感染事例の整理・解析

分担研究者 矢野一好、西尾 治、片山浩之
研究協力者 田村 務、西川 真、
水中微生物研究会（青木 稔、有井鈴江、
井上 智、猪又明子、北村壽朗、茂野誠一、
新開敬行、高瀬和弥、竹村伸一、館野 泉、
保坂三継、本多正義、矢澤秀行、山下憲司、
吉田靖子）

分担研究報告書

「ウイルスによる過去の水系感染事例の整理・解析」

主任研究者 国包章一 国立保健医療科学院水道工学部
分担研究者 矢野一好 東京都健康安全研究センター微生物部
西尾 治 国立感染症研究所感染症情報センター
片山浩之 東京大学大学院工学系研究科
協力研究者 田村 務 新潟県保健環境研究所
西川 真 新潟県保健環境研究所
水中微生物研究会（会長：金子美光 立命館大学）
青木 稔 神奈川県内広域水道企業団
有井鈴江 神奈川県企業庁水道局
井上 智 横浜市資源循環局
猪又明子 東京都水道局
北村壽朗 神奈川県企業庁水道局
茂野誠一 千葉県衛生研究所
新開敬行 東京都健康安全研究センター
高瀬和弥 東京都産業労働局
竹村伸一 横浜市環境創造局
舘野 泉 神奈川県企業庁水道局
保坂三継 東京都健康安全研究センター
本多正義 埼玉県企業局水道部
矢澤秀行 桐生市水道局水質センター
山下憲司 神奈川県内広域水道企業団
吉田靖子 東京都健康安全研究センター

要 旨

腸管系ウイルスの水系感染事例、飲料水からのウイルス検出事例及び水道原水からのウイルス検出事例を整理・解析した。その結果、水道水を介したウイルス感染は、浄水処理装置が正常に稼働している場合の発生はほとんどない。塩素処理装置の不具合や原水の異常（洪水など）など、何らかのトラブルがあった場合に発生している。しかし、都市部を流域とする河川水などの原水からはウイルスが高率に検出されており、浄水処理を怠るとウイルスの水系感染が起こり得ることが示唆された。

飲料水がウイルス汚染されていないことを保障するには、感染性の有無が判定できるウイルス関連遺伝子検査法の開発が望まれる。

A. 研究目的

本研究の最終目的である「飲料水中のウイルス等に係る危機管理対策」について検討・研究す

るための基礎資料として、国内外におけるウイルスの水系感染事例等を収集・整理する事を目的とした。国内発生事例については、可能な限り現地調査も行い研究班としての原因究明も実施した。

B. 研究方法

国内におけるウイルスの水系感染事例等の情報は、国立感染症研究所感染症情報センターが集計し報告している病原微生物検出情報を中心に収集した。海外の情報収集は、二年ごとに開催されている HEALTH-RELATED WATER MICROBIOLOGY の論文集 (*Water Science and Technology*) を中心に行った。この論文集は、水環境微生物に携わる多くの研究者が参加する国際学会で発表された論文をまとめたものであり、水環境微生物関連の情報が網羅されていると考えられる。

環境水のウイルス汚染実態調査は、世界的にも1970年代後半から1980年代にかけて精力的に行われていることから、情報収集も1980年代以降の論文集を中心に行った。

具体的には、HEALTH-RELATED WATER MICROBIOLOGY の論文集を翻訳し、水環境微生物の制御について勉強会を行っている自主研究グループ「水中微生物研究会（会長：立命館大学金子光美教授）」の有志と研究協力体制を構築して実施した。

文献情報の整理は、以下の項目に焦点を当てて行い、発表年次又は発生年次の新しい順に整理した。

1. 大分類

- ① 飲料水が原因と考えられるウイルスの水系感染事例であって、患者検体と原因水系の両者から特定のウイルスが分離・検出された事例の収集
- ② 飲料水が原因と考えられるウイルスの水系感染事例であるが、原因水系からは特定のウイルスが分離・検出されなかったため疫学解析の結果から水系感染と断定した事例
- ③ 飲料水からのウイルス分離・検出事例であるがヒトへの水系感染は認められなかった事例
- ④ 飲料水の原水（河川水等）からのウイルス分離・検出事例

2. 情報整理

文献情報の整理は、大分類、文献名、著者名、原文タイトル、和文タイトル、キーワード、発生国・地域、発生時期、発生場所、被害状況、推定感染源及び判断根拠、対応・対策等、その他重要事項とした。

C. 結果と考察

1. 感染源と考えられた飲料水及び患者の両者からウイルスが検出された事例（表1～表9）

飲料水が原因と確定されたウイルスの水系感染事例をまとめた。海外の事例は、文献調査によって情報収集と解析をおこなった。

わが国における事例は、文献調査にあわせて、現地調査等を実施し本研究班としての解析・考察も行った。

1. 1 わが国における感染事例

わが国における事例を表1～3に示した。わが国で発生した飲料水を介したウイルス感染事例で、患者及び感染源と考えられた飲料水の両者からウイルスが検出された事例は非常に少ない。このことは、感染事例がないのではなく、飲料水からのウイルス検出技術等の未整備による影響のほうが大きいと考える。近年（2000年代）になって、ノロウイルスを中心とした遺伝子

検索技術が進歩し、この技法を水中ウイルスの検査にも導入したことによって、ウイルスの水系感染実態が究明されつつある。

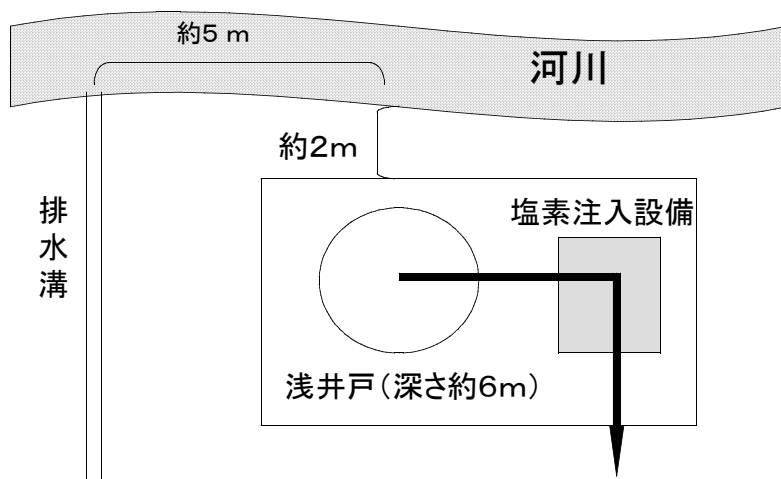
事例1：簡易水道が原因と考えられたノロウイルス感染症の流行（表1）

この事例は、2005年3月16日～18日にかけて秋田県の山間部でノロウイルスによる感染性胃腸炎患者が発生したことに端を発する。発症者数は3日間で14世帯29名となり、そのうちの16名について検便を行い11名からノロウイルス関連遺伝子（ノロウイルスは、培養ができないウイルスであることから、現行のノロウイルス検査のほとんどは、PCR法などによるウイルス関連遺伝子の検出をもってノロウイルス陽性と判定している。したがって、正確にはノロウイルス関連遺伝子の検出と表記すべきであるが、便宜上以下、ノロウイルスの検出と略記する）が検出されている。

感染源の究明に努力した結果、共通する感染経路として集落内の94世帯258人に供給している簡易水道水が疑われた。簡易水道の水源として使用されていた井戸水を原水とする水道水からノロウイルスが検出された。井戸水から検出されたノロウイルスの遺伝子パターンと患者から検出されたウイルスの遺伝子のパターンが一致したことで、本事例は飲料水を介したノロウイルス感染事例であったと断定された。

井戸水がウイルス汚染された原因を調査した結果、井戸の深さが6 m と浅かったこと、井戸から約2 m 離れたところに河川があったこと及び約5 m 離れたところに生活廃水の排水溝があったため、汚染水が井戸に侵入した可能性が示唆された（図1）。

しかも、塩素注入装置が不調であったため、水中に生残していたノロウイルスが不活化されないまま飲料水として供給された可能性が強い。



対策（教訓）としては、井戸水を原水とする場合は生活廃水によって汚染されにくい井戸を選択すること。原水の水質が良好に思える場合でも塩素消毒を徹底しなければ感染症の発生につながる恐れがあることを水道管理者が自覚すべきである。

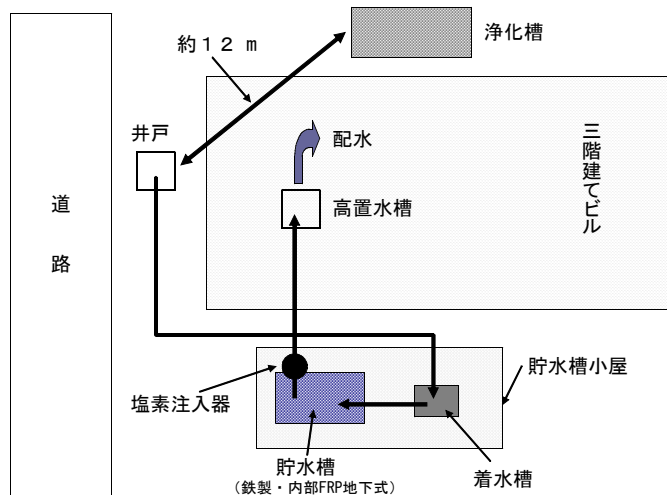
図1 事例1にかかわる井戸の配置図

表 1

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	病原微生物検出情報26:150-151, 2005
著者	齋藤博之、佐藤寛子、阿部真理子、石塚志津子、原田誠三郎、鈴木紀行、北嶋哲彦、高橋治、川村之聡、金恵美子、堀内和之、永須昭夫、渡邊 稔、小杉真吾、伊藤善信
タイトル	簡易水道が原因と考えられたノロウイルスの流行—秋田県
発生国（地域）	日本（秋田県）
発生時期	2005年3月
被害状況	14世帯29名
推定感染源	飲用井戸（簡易水道水）が感染源。 発症者16名中11名、簡易水道水から、RT-PCR法でノロウイルスGⅡを検出。遺伝子解析で患者の全てと水道水のパターンが一致した
対応・対策等	水道を停止し、給水車に切り替えた
その他の重要事項	原水を採取する井戸の深さは6 m と浅く井戸から2 m のところに川が流れていた。集落のトイレは浄化槽あるいは汲み取り式であった。
備考	塩素注入装置は不調で機能していなかった。

事例 2：飲料水を原因とするノロウイルス食中毒（表 2）

この事例は、2003年3月17日～27日にかけて新潟県で発生した飲料水（井戸水）を介したノロウイルス感染事例である。疫学調査の結果、県内に所在するカラオケハウスで提供された井戸水を使用した「飲料」が原因であると推定された。



暴露数は27グループ227名、患者数151名にのぼった。患者75名の糞便についてウイルス検査を実施した結果、21名の糞便からノロウイルスが検出されてる。また、井戸水からもノロウイルスが検出されており、両者の遺伝子パターンが一致したことから井戸水による感染事例と断定された。現地調査の結果、図 2 に示したように原因となった井戸は、深さ10m 程度であり道路脇に掘られていた。

図 2 事例 2 にかかわる井戸の配置図



また、写真1に示したごとく井戸と地表面の段差はまったくなく、地表に降った雪や雨が容易に混入する状態であった。貯水槽も老朽化して破損しており、かつ設置場所は坂道を下った低い場所であった。井戸水の塩素消毒装置も作動しておらず、次亜塩素酸ナトリウム容器も空になっていた。

この事例からも、ウイルスの水系感染防止には塩素処理の徹底が重要であることが示唆された。

写真1 事例2の井戸の設置状況

表2

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	病原微生物検出情報26:330-331, 2005
著者	田村 務、西川 真、飯田和久、新井田良平、柴竹美和子、角田由紀子、西尾 治
タイトル	飲料水が原因のノロウイルスによる食中毒事例—新潟県
発生国（地域）	日本（新潟県）
発生時期	2003年3月
被害状況	カラオケハウスを利用した27グループ227名中151名が患者となった。
推定感染源	<p>飲用井戸が感染源。</p> <p>患者便25件中21件からノロウイルスが検出された。井戸水はGIが100ml中9,600コピーが認められ、GIIは検査していない。患者および井戸水の遺伝子解析の結果、GIは患者と井戸水から検出された遺伝子配列が100%一致した。患者からGII型に属するものが検出され、2つのノロウイルスに起因していた。</p>
対応・対策等	井戸水の使用を中止し、水道を施設配管に直結し、給水するようにした。
その他の重要事項	井戸水はジュースディスペンサーと製氷機に直結され、チューハイやジュースに供給されていた。井戸は道路の脇にあり、深さは10m以内で、受水槽は老朽化のため破損があり周囲に水が溢れた状態であった。井戸水には褐色の浮遊物が見られた。塩素滅菌器の次亜塩素酸ナトリウムは空であった。浄化槽が井戸から12mの所にあり、しかも井戸よりも高い位置にあった。
備考	

事例3：井戸水からノロウイルスが検出された食中毒事例（表3）

この事例は、2004年5月に長野県で発生した飲料水（井戸水：自家水）を介したノロウイルス感染事例である。疫学調査の結果、県内に所在する旅館が自家水として使用していた井戸水が原因であると推定された。暴露数は旅館利用者160名、患者数65名にのぼった。患者38名の糞便についてウイルス検査を実施した結果、28名の糞便からノロウイルスが検出されている。また、井戸水からもノロウイルスが検出されており、両者の遺伝子パターンが一致したことから井戸水による感染事例と断定された。

表3

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	感染症学雑誌 印刷中（2006年5月号掲載予定）
著者	徳竹由美、小林正人、秋山美穂、愛木智香子、西尾 治
タイトル	井戸水からノロウイルスが検出された食中毒事例
発生国（地域）	日本（長野県）
発生時期	2004年5月
被害状況	旅館を利用した160名中65名が急性胃腸炎となった
推定感染源	飲用井戸が感染源。 患者38名中28名、従事者13名中8名、井戸水からノロウイルスが検出された。遺伝子配列は患者、従事者および井戸水ともに100%一致した。遺伝子型はGⅡ/4であった
対応・対策等	井戸水の使用を止め、水道に切り替えた
その他の重要事項	井戸水は各室のパントリー、全客室、各階トイレ、浴室の蛇口等で使われていた。井戸は10m以内と浅く、井戸の近くには生活排水が流れる川が存在した。
備考	

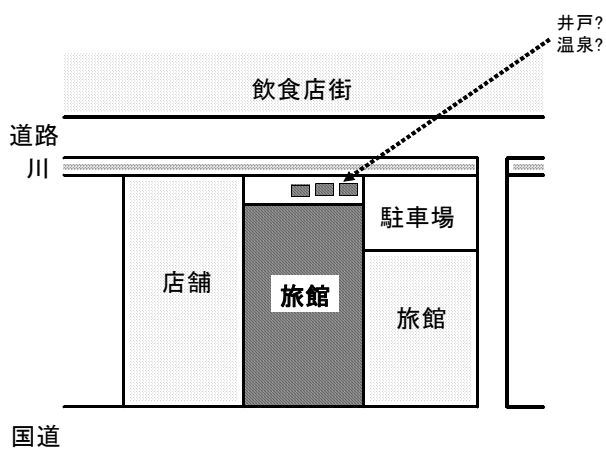


図3 事例3にかかわる旅館と飲用井戸の配置図

原因となった井戸は、深さ10m程度であり、すぐ近くに生活排水が流れる川がある。

この事例も、井戸近辺に生活排水が流入している川が流れていた。また、消毒のための塩素注入装置は作動していたが注入量が少なく0.05 mg/L程度の遊離塩素濃度しか確保されていなかった。

塩素処理の徹底など浄水処理の重要性が再確認された事例であった。

1. 2 諸外国における感染事例

諸外国における事例を表4～表9にまとめた。諸外国における水系感染事例も我が国と同様、井戸水を原水とした小規模水道の消毒不十分による場合が多く、大規模水道施設での事故例は見受けられない。

表4には、フィンランドで1998年から2003年の間に確認されたノロウイルスによる感染事例を示した。この事例の原因は消毒不十分か未消毒という初歩的なミスである。飲料水を介した感染症の流行は、時として広範囲、かつ多人数に起こりうることが示唆された。この事例では最大で5,500人の患者が確認されている。

表4

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	Emerging infectious diseases, 11(11), 1716-1721, 2005.
原文タイトル	Norovirus outbreaks from drinking water
著者	Leena Maunula, Ikka T. Mietinen and Carl-Henrik von Bonsdorff
和文タイトル	水道水によるノロウイルスの流行
キーワード	ノロウイルス、ロタウイルス、水道水、集団感染
発生国（地域）	フィンランド
発生時期	1998~2003年の水系感染症発生調査期間中に、41回流行があり、そのうち28回がノロウイルス、1回がロタウイルスによるものであった（患者糞便検査結果）。41流行のうち27流行で水道水の試験を行い、18流行でノロウイルスが検出された。
発生場所	コミュニティ9回、貸しコテージ2回、キャンプ2回、工場、温泉、私有井戸、農場、ゲストハウス、
被害状況	患者数200人以上6回（最大5,500人）、40~100人7回、20人未満5回
推定感染源	表流水3回、地下水8回、井戸7回（表流水は消毒不十分、他は未消毒）
検出病原体	ノロウイルス
検出方法	試料水1Lをゼータプラスフィルター法で濃縮し、RT-PCR法で検出。シーケンシングによりジェノタイプを決定。
対応・対策等	特になし
その他重要事項	フィンランドでは、1997年から水系感染が疑われる症例を National Public Health Institute へ報告することが義務づけられた。水系感染が疑われると患者3~10人の糞便検査を行い、ウイルス陽性の場合、原水および複数の給水栓水のウイルス検査を行った。水道水と患者糞便についてノロウイルスのジェノタイプを調べ、両者から同一のジェノタイプが検出される例が多いことが確認された。大腸菌群不検出にもかかわらず、ノロウイルスが検出される場合が多々あり、糞便指標細菌がウイルスに指標にはならないことが示された。ノロウイルスによる水系感染の遍在が示されたことから、水道事業者はウイルスリスクへの関心を高めている。
備考	

表5には、スウェーデンのストックホルムで発生したノロウイルスの水系感染事例を示した。この事例も、未消毒の井戸水を飲料水としている事例であり、患者数は200名にのぼった。

表5

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	Emerging infectious diseases, 9(12), 1548-1552, 2003.
原文タイトル	Emerging genotype (GG II b) of Norovirus in drinking water, Sweden
著者	Karin Nygård, Maria Torvén, Camilla Ancket, Siv Britt Knauth, Kjell-Olof Hedlund, Johan Giesecke, Yvonne Andersson and Lennart Svensson
和文タイトル	スウェーデンの水道水におけるノロウイルス GG II b の流行
キーワード	ノロウイルス、水道水、集団感染、糞便汚染
発生国（地域）	スウェーデン（ストックホルム）
発生時期	2001年5~6月
発生場所	キャンプ場および会議場
被害状況	キャンプ場と会議場に訪れた人および従業員合わせて約200人。
推定感染源	水道水としている井戸（未消毒）が、下水の越流により汚染された。
検出病原体	ノロウイルス
検出方法	試料水0.5Lをゼータプラスフィルター法で濃縮し、RT-PCR法で検出。シーケンシングによりジェノタイプを決定。
対応・対策等	<ol style="list-style-type: none"> 1. 飲料水と調理用水の煮沸勧告（しかし、感染は拡大） 2. 施設の閉鎖（感染拡大は終息）。 3. 井戸水の飲用をやめ、公共水道へ切り替え。
その他重要事項	水道として井戸水を未消毒で利用しており、流行発生前の2001年4月に井戸から100mの地点で下水の越流があった。この地点の土壌は深さ1~2mしかなく、その下の岩に亀裂があったことから、井戸（80m深）が汚染されたと考えられる。胃腸炎の流行時に、糞便・井戸水・水道水・海水・食品についてウイルス（電子顕微鏡観察）、サルモネラ、赤痢菌、カンピロバクター、エルシニアの検査を行った結果、糞便・井戸水・水道水からノロウイルスのみが検出された。井戸水と水道水からは、糞便汚染指標細菌の大腸菌群、大腸菌、糞便性連鎖球菌が検出された。患者糞便と水道水から検出されたノロウイルスはどちらもGG II bであった。飲料水と調理用水の煮沸勧告後も感染が拡大した原因として、汚染水のシャワーによるエアロゾルや、洗濯用水による衣類の汚染が考えられた。
備考	

表6に示したアメリカ（ワイオミング州）の事例も、下水汚染された井戸水の使用で、かつ塩素消毒の不備によるものである。

表6

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	Applied and environmental microbiology, 69(9), 5263-5268, 2003.
原文タイトル	Water outbreak of gastroenteritis associated with a Norovirus
著者	Sandhya U. Parshionikar, Sandra Willian-True, G. Shay Fout, David E. Robbins, Scott A. Seys, Joslyn D. Cassady and Richard Harris
和文タイトル	ノロウイルスの水系感染による胃腸炎の流行
キーワード	ノロウイルス、水道水、集団感染、塩素消毒、糞便汚染
発生国（地域）	アメリカ（ワイオミング州）
発生時期	2001年9~10月
発生場所	旅行者用サロン（ワイオミング）
被害状況	急性胃腸炎84/111（76%） 患者84名のうち、91%（吐き気）、85%（下痢）、82%（嘔吐）、73%（筋肉痛） 9月23日～25日：患者6名 10月8日～9日：患者7名 10月15日～16日：患者5名 10月19日～23日：患者62名
推定感染源	水道水としている井戸が下水により汚染され、固形塩素剤が落下口の閉塞で井戸に投下されていなかった。
検出病原体	ノロウイルス（G1）
検出方法	試料水2010Lをカートリッジフィルターで濃縮し、うち50L分をRT-PCR法で検出。シーケンシングによりジェノタイプを決定。
対応・対策等	施設の閉鎖。
その他重要事項	水道として井戸水を利用しており、法令で定められている年4回の細菌検査で糞便性大腸菌群が陽性となった1995年以降、井戸に固形塩素剤を投入して消毒を行っていた。井戸（深さ80フィート）から50フィート離れた地点に破損が見られる浄化槽があった。電話での聞き取りによる後ろ向きコホート調査の結果、飲料水や氷を摂取した人の発症率は摂取しなかった人よりも4.5倍高く、41食品はどれも疾病との相関は見られなかった。井戸水5/6検体が糞便性大腸菌群陽性、水道水6/6検体が糞便性大腸菌群陽性であった。患者の糞便と井戸水についてウイルス検査を行ったところ、G1 subtype 3が両者から検出されたため、これが原因と推定された。
備考	

1998-1999年にかけてフィンランドで発生したノロウイルス感染症の流行は、湖水を原水とした公営水道による流行である。最大で住民の90%以上が罹患している。原因は明らかでない。事例の概要は表7に示した。

表7

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	Water Science and Technology, 43(12), 67-71, 2001
原文タイトル	WATERBORNE EPIDEMICS IN FINLAND IN 1998-1999
著者	I.T.Miettinen, O.Zacheus, C-H.von Bonsdorff and T.Vartiainen
和文タイトル	1998-1999年のフィンランドにおける水系感染症の流行
キーワード	汚染、飲料水、微生物、水系感染症の流行
発生国（地域）	フィンランド
発生時期	1998-1999年に14回、うち8回がノロウイルスによる。
発生場所	半分は公営水道、半分は市営水道（キャンプ場等）
被害状況	（うち1回）流行時、住民の90%以上（2500人）が罹患
推定感染源	（うち1回）湖水を原水とする飲料水 （急速砂ろ過、0.2-0.3 mg/Lの塩素処理）
検出病原体	ノロウイルス
検出方法	陽電荷フィルターろ過→RT-PCR
対応・対策等	（うち1回）住民ほぼ全てが罹患したため終息
その他重要事項	
備考	流行時は通常、煮沸勧告、塩素処理、管路洗浄、ショック塩素処理（5-10 mg/Lの塩素処理） 流行の原因となっているのは、一位がノロウイルス、2位がカンピロバクターの順

表 8 には、米国メリーランド州で1981年に発生した A 型肝炎の水系感染事例を示した。小規模の集落であったため14名の感染者で終息している。

表 8

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY、17(10)、1984. (WATER VIROLOGY 1984)
原文タイトル	DETECTION OF HEPATITIS A VIRUS (HAV) IN DRINKING WATER
著者	M. D. Sobsey, S. E. Oglesbee, D. A. Waite and A. I. Cuenca
和文タイトル	飲料水中の A 型肝炎ウイルスの検出
キーワード	水、A 型肝炎ウイルス、検出、濃縮、メンブランフィルター、有機凝集法
発生国 (地域)	米国 (メリーランド州)
発生時期	1981年4月～6月 (公衆衛生機関に報告された時期 発生時期はこれより以前と思われる)
発生場所	総人口330人、100世帯からなる小規模集落
被害状況	調査対象者190人中14名の感染者
推定感染源	自家用井戸と泉
検出病原体	A 型肝炎ウイルス
検出方法	細胞培養 (AGMK 細胞) と蛍光抗体法による直接計数 492～946 L をゼータプラスフィルターで20 mL に濃縮
対応・対策等	なし
その他重要事項	エコーウイルスも同時に検出している。 チンパンジーを使った感染試験を行っている。
備 考	本論文の前半部分は HAV の濃縮方法の検討

表9の事例は、米国テキサス州での住民の79%罹患した胃腸炎と36症例を数えたA型肝炎の流行である。

表9

分類	ヒト及び飲料水の両者からウイルスを検出した事例
文献名	Journal American Water Works Association June p. 318-321, 1982.
原文タイトル	Viruses in a community water supply associated with an outbreak of gastroenteritis and infectious hepatitis
著者	T. W. Hejkal, B. Keswick, R. L. LaBelle, C. P. Gerba, Y. Sanchez, G. Dreesman, B. Hafkin, and J. L. Melnick
和文タイトル	胃腸炎と感染性肝炎の流行に関する供給水中のウイルス
キーワード	
発生国（地域）	米国（テキサス州）
発生時期	1980年6月
発生場所	Georgetown
被害状況	1980年6月＝胃腸炎（住民10,000人のうち79%） 7月＝A型肝炎 36症例
推定感染源	Central-city wells（深さ57～64 m、750,000 gal／日）
検出病原体	A型肝炎ウイルス、ロタウイルス、コクサッキーB群ウイルス2・3型
検出方法	陽電荷フィルター法 エンテロウイルス、A型肝炎ウイルス：細胞培養法 ロタウイルス：蛍光抗体法
対応・対策等	特になし
その他重要事項	
備考	

2. 疫学解析の結果から水系感染と断定した事例（表10～表18）

疫学解析によって水系感染が疑われた事例は、諸外国からの報告のみで、わが国における解析事例は見あたらない。

表10の事例は、諸外国ではしばしば採用されている疫学調査方法（電話調査）により推定されたロタウイルスによる水系感染事例である。

表10

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	Wat.Sci.Tech.,47(3), 7-14, 2003.
原文タイトル	A fatal waterborne disease epidemic in Walkerton, Ontario: comparison with other waterbone outbreaks in the developed world.
著者	S.E.Hrudey, P.Payment, P.M.Huck, R.W.Gillham and E.J.Hrudey
和文タイトル	オンタリオ州 Walkerton における致命的な水系感染症： 先進国における他の水系感染症発生との比較
キーワード	カンピロバクター、腸管出血性大腸菌 O157:H7、健康リスク、 複合的な防御、水系感染発生、Walkerton Inquiry
発生国（地域）	米国（コロラド州、Eagle-Vail）
発生時期	1981年3月
発生場所	米国コロラド州中部にある山間の2つの集落(Eagle-Vail、Avon)で 主にスキーの拠点となっている。
被害状況	電話調査で得た感染率： 1回目32%（41名/128名） 2回目48.2%（81名/168名） 2つの集落の人口は約3540名、著者推計で約1500名発症
推定感染源及び判断根拠	統計学的に患者の分布と2つの集落の給水区域が関係することが認められたため、飲料水が推定感染源とされた。 調査はコロラド州と USEPA により行われた。 患者の糞便検査とペア血清検査により、ロタウイルス感染が確認された(患者7人中5人から)。サルモネラ、赤痢菌、カンピロバクター、ジアルジア、ノロウイルス、腸管毒素原性大腸菌は陰性であった。 糞便検査は EM により、ペア血清検査は IEM と RIA で行った。
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	AWWA, 78(1) 34-39, 1986. にも掲載されている。

表11の事例は住民の健康リスク評価（疫学調査）の一環として調査された事例である。

表11

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	Water Science and Technology, 43(12), 39-48, 2001.
原文タイトル	A new analytical tool to assess health risks associated with the virological quality to drinking water (EMIRA study)
著者	L.Gofti-Laroche, B.Gratacap-Cavallier, O.Genoulaz, J.C.joret, Ph.Hartemann, J.M.seigneurin and D.Zmirou
和文タイトル	飲料水のウイルスに関する健康リスクを評価する新しい分析手法（EMIRA 調査）
キーワード	飲料水、疫学調査、エンテロウイルス、ロタウイルス、アストロウイルス、RT-PCR
発生国（地域）	フランス（アルプス地方;Isere 県、Savoie 県）
発生時期	1999. 2
発生場所	集水域の家畜とコミュニティーの廃水の暴露から保護されておらず、汚染の影響を受けやすい地下水由来の飲料水の給水区域
被害状況	
推定感染源及び判断根拠	①疫学調査による急性胃腸炎患者の増加。 ②飲料水の微生物調査の結果、エンテロウイルス、ロタウイルスを検出、糞便性大腸菌群不検出、ジアルジア；10/100 L となった。
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	

表12の事例は、浄水からノロウイルスが検出された事例であり、患者発生については疫学調査によって判明した事例である。

表12

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	The journal of infectious diseases, 180, 1771-1776, 1999.
原文タイトル	Outbreak of viral gastroenteritis due to drinking water contaminated by Norwalk-like viruses
著者	Marja Kukkula, Leena Maunula, Esa Silvennoinen and Carl-Henrik von Bonsdorff
和文タイトル	ノーウオーク様ウイルスで汚染された水道水によるウイルス性胃腸炎の流行
キーワード	ノロウイルス、水道水、集団感染、塩素消毒
発生国（地域）	フィンランド（中央部 Heinävesi 市）
発生時期	1998年3~4月
発生場所	Heinävesi 市内
被害状況	住民4860人中、1700~3000人の患者が発生したと見積もられている（疫学調査結果から）。
推定感染源及び判断根拠	飲料水からノーウオーク様ウイルス（ノロウイルス）を検出。
検出病原体	ノーウオーク様ウイルス（ノロウイルス）
検出方法	試料水 1 L をゼータプラスフィルター法で濃縮し、RT-PCR 法で検出。シーケンシングによりジェノタイプを決定。
対応・対策等	配水池における残留塩素濃度を、目標値0.8 mg/L 以上に強化した。
その他重要事項	浄水処理は砂ろ過+塩素処理で、次亜塩素酸ナトリウムを自動注入している。胃腸炎の流行時に、ノーウオーク様ウイルス（ノロウイルス）、アストロウイルス、アデノウイルス、ロタウイルス、サルモネラ、赤痢菌、カンピロバクター、エルシニア、エロモナス、プレシオモナス、ジアルジア、クリプトスポリジウムについて検査を行ったが、ノーウオーク様ウイルス（ノロウイルス）のみが検出された。浄水場配水池での残留塩素目標濃度は0.8 mg/L であるが、流行時の残塩は0.07~0.3 mg/L と低く、全く検出されない時もあった。水道水を生で飲用している人は、私有井戸・湯冷まし・ボトル水を飲んでいる人よりも発症率が3.5倍高かった。これは、ノーウオーク様ウイルス（ノロウイルス）が原因となった公共水道による初めての水系感染事例であると推定。
備考	

表13の事例は、既報の文献をレビューしたものである。多数の患者発生が疫学調査によって確認されている事例も含まれている。

表13

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	水中の健康関連微生物 1990 水中の健康関連微生物に関する IAWPRC 国際シンポジウム報告 192-197
原文タイトル	A REVIEW OF THE EPIDEMIOLOGY AND DIAGNOSIS OF WATERBORNE VIRAL INFECTIONS
著者	W.D.Cubbit
和文タイトル	水系ウイルス感染症の疫学とその診断法
キーワード	水、貝類、ロタウイルス A 群、ロタウイルス B 群、カリシウイルス、小型球形ウイルス（SRSV）、アストロウイルス、パルボ様ウイルス、下痢
発生国（地域）	ロタウイルス A 群：米国（コロラド州） ロタウイルス B 群：中国大陸
発生時期	ロタウイルス A 群：記載無し ロタウイルス B 群：1982～1983
発生場所	ロタウイルス A 群：リゾートタウン ロタウイルス B 群：地方の川から取水している水道の利用者
被害状況	ロタウイルス A 群：1750名が感染 ロタウイルス B 群：100万人を超える患者発生
推定感染源及び判断根拠	ロタウイルス A 群：塩素注入機の故障、原水の汚染（便所からの流入あり）、前処理フィルターが不適當 ロタウイルス B 群：記載無し ロンドン大学児童保健研究所ウイルス部の著者がウイルスによる水系感染についてレビューを行った文献である。
対応・対策等	記載無し
その他重要事項	
備考	

表14の事例は、米国全土を対象として1920年から1988年にかけて実施された疫学調査の結果である。

表14

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	水中の健康関連微生物 1990 水中の健康関連微生物に関するIAWPRC 国際シンポジウム報告 17-20
原文タイトル	CAUSES OF WATERBORNE OUTBREAK IN THE UNITED STATES
著者	G.F.Craun
和文タイトル	アメリカ合衆国における水系疾病発生の原因
キーワード	水系疾病、発生、病因、USA
発生国（地域）	米国
発生時期	1920－1988年
発生場所	詳細記述なし（米国全土）
被害状況	1920-1940年：A型肝炎1事例、患者数28人。 1941-1960年：A型肝炎23事例患者数930人、ポリオ1事例16人。 1961-1970年：A型肝炎30事例患者数903人。 1971-1988年：ウイルス性胃腸炎26事例11799人、A型肝炎23事例患者数737人、ポリオ1事例16人。
推定感染源及び判断根拠	USEPA 所属の著者が1920－1988年の米国における水系疾病発生に関する報告（疫学的解析結果）をまとめたもの。
対応・対策等	①1981～1988年の水系疾病の原因のうち、汚染された無処理の地下水や消毒が不十分な地下水の使用が44%、汚染された無処理の表流水や処理が不十分な表流水の使用が26%、クロスコネクションや水道本管の修理による配水管網の汚染が13%であった。 ②1981～1985年にろ過施設のある水道で急激に発生が増加していた。ろ過施設の適切な設計と運転を行うことが重要であると指摘。
その他重要事項	細菌、原虫による疾病の事例、患者数の情報も記載されている。
備考	事例ごとの詳細については記載されていない。

表15の事例は、イギリスで調査された疫学事例である。調査期間は1945年から1987年の間であり、私設水道の消毒不備が原因と推定されている。

表15

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	水中の健康関連微生物 1988 第14回国際水質汚濁研究会議セミナー報告論文集 (Water Science and Technology, Vol.21, No.3 1989)
原文タイトル	The Incidence of Waterborne and Water-associated disease in Scotland from 1945 to 1987
著者	C.Benton, G.L.Forbes, G.M.Paterson, J.C.M.Sharp and T.S.Wilson
和文タイトル	1945年－1987年にスコットランドで発生した水系感染症及び水起因疾病
キーワード	水系感染症、流行、公共施設、私設設備、胃腸炎、レビュー
発生国（地域）	イギリス（スコットランド、Aviemore）
発生時期	1986年
発生場所	私設水道（無処理あるいは不適切な処理）
被害状況	7500人
推定感染源及び判断根拠	疫学的解析 1945年－1987年間に57件の発生があり、そのうち件数で5%、患者数で52.2%がウイルス性胃腸炎で、患者数の殆んどが Aviemore に集中していた。
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	

表16の事例は寄宿舎で飲料水として使用されていた井戸水が関与したと考えられた事例である。この事例の井戸水も浄化槽などからの汚水の浸透によってウイルス汚染された可能性がある。

表16

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	Water Sci. Technol. , 27 (3-4), 199-205, 1993.
原文タイトル	VIRUS ISOLATION AND IDENTIFICATION BY PCR IN AN OUTBREAK OF HEPATITIS A:EPIDEMIOLOGICAL INVESTIGATION
著者	M. Divizia, C. Gnesivo, R. A. Bonapasta, G. Morace, G. Pisani and A. Pana
和文タイトル	PCR 法による A 型肝炎流行例からのウイルス分離と同定：疫学的調査
キーワード	流行、A 型肝炎、分離、PCR、統計解析
発生国（地域）	イタリア（ローマ）
発生時期	1987年4月~5月
発生場所	ローマに所在する寄宿舎と州立学校
被害状況	A 型肝炎患者：寄宿舎、407名中13名 州立学校、子供12名、大人1名
推定感染源及び判断根拠	疫学的に寄宿舎内の井戸水のウイルス汚染を推定した。
検出病原体	A 型肝炎ウイルス（患者検体からのみ検出された）
検出方法	具体的な方法：ELISA、PCR 法 試料水の濃縮：(1)100 L を1MDS 陽電化フィルターにより、ろ過して濃縮し誘出後、PEG 沈殿で濃縮。 (2)100 L を限外ろ過法で濃縮
対応・対策等	4月28日に医師が州立学校における2人の A 型肝炎患者の存在を当局に届出、同日医療当局は疫学調査を実施。497人と面接し407人から血液試料を採取。
その他重要事項	寄宿舎の井戸は、ごく最近掘られたもので古い漏れのある腐敗槽から25-30メートルほどに位置する。
備考	

表17の事例は、スウェーデンで1975年から1984年にかけて実施された疫学調査の結果である。この事例でも下水の排水管を地下水源から分離することを提案している。

表17

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 18(10), 185-190, 1986.
原文タイトル	Waterborne outbreaks in Sweden -causes and etiology-
著者	Y. Andersonn and I. A. Stenström
和文タイトル	スウェーデンにおける水系感染症の発生 - 原因と病因-
キーワード	水系感染症、キャンピロバクター、赤痢菌、サルモネラ、ウイルス様因子、疫学、技術的欠陥と地下水
発生国（地域）	スウェーデン
発生時期	1975年から1984年
発生場所	家庭内発生から3000人にのぼる集団発生まで
被害状況	調査期間中、32件の水系感染が報告されている。 ウイルス感染事例は； A型肝炎ウイルス感染症：1件33人発症 ロタウイルス感染症：1件3200人発症
推定感染源及び判断根拠	疫学解析の結果による。 ①数人の患者の回復期血清とふん便検体より A型肝炎ウイルスとロタウイルスの感染が認められた 32件の水系感染感染症のうち、5件は表流水、1件は客船、26件は地下水に、関連していた。 ②発生原因のほとんどは、排水管にそった排水の逆流、下水道の破損、原水の汚染と塩素処理の不調などの技術的欠陥によるものであった
対応・対策等	①下水の排水管を地下水源から分離することを提案。 ②水源取水口での水流の乱れなどに関する水文学的調査を提言。
その他重要事項	①32件の水系感染症（細菌11件、ウイルス2件、原虫1件、不明19件）が報告され、約12000名に影響を与えた ②スウェーデンの人口の約50%は、水源として表流水の供給を受けていて、緩速または急速ろ過され、大部分は薬品凝集沈澱されている。消毒は主に塩素消毒がなされている。塩素投入量は国際水準より低く、水道水中の平均遊離残留塩素濃度は、0.17mg/Lである。 ③地下水や貯留表流水が公共用水道の約50%に用いられ、これらの半分以上は通常消毒されていない。未消毒の地下水は主に個人世帯へ給水されている。
備考	原因不明と分類された数人のふん便からノロウイルス様粒子が見つかったが、感染症の発生に直接関連していないと判断されている。

表18の事例は、疫学的解析結果から、氾濫した河川水が飲用井戸に混入したことによる水系感染事例であると考えられている。

表18

分類	水系感染事例（疫学的解明）
文献名	Viruses and Disinfection of Water and Wastwater., Proceedings of the International Symposium held at the University of Surrey, Guildford, England, 1982
原文タイトル	A Virological Study of the Health Hazards Associated with the Indirect Reuse of Water
著者	R. Walter, H-J. Dobberkau and J. Durkop
和文タイトル	再利用水が健康に及ぼす影響のウイルス学的研究
キーワード	ロタウイルス、集団感染、飲用井戸、河川氾濫
発生国（地域）	旧東ドイツ南部
発生時期	1981年11月～1982年2月
発生場所	氾濫した河川堤防近辺の飲用井戸水を供給されている住民
被害状況	町の人口32万5千人中11,600人以上の患者が発生
推定感染源及び判断根拠	氾濫した河川堤防近辺の飲用井戸水からロタウイルスを検出。疫学的解析結果から判断。
検出病原体	ロタウイルス
検出方法	EM 法、免役電気泳動法、ELISA 法
対応・対策等	特になし
その他重要事項	飲用井戸の消毒設備を塩素ガスから二酸化塩素へ変更している最中に河川の氾濫が起こった。
備考	

3. 飲料水からのウイルス検出事例（表19～表31）

飲料水からのウイルスが分離・検出されたが、ヒトへの水系感染は認められなかった事例を集約した。確認された水系感染事例はないものの、大規模な水系感染の発生につながるおそれがある事例である。

3. 1 わが国における飲料水からのウイルス検出事例

わが国における飲料水からのウイルス検出事例を表19に示した。この事例は、都内を給水区域とする大規模水道におけるノロウイルス検出事例である。しかし、この事例はノロウイルス関連遺伝子の検出事例であるので、感染性のあるウイルスが飲料水に混入していることを直接裏付けるものではない。感染性ウイルスの存在を意味するか否かの確認が必要であるが、現在の技術では判定が困難である。浄水過程に異常がなければ、感染性を失ったウイルスの遺伝子が検出された可能性が高いと考えられる。

表19

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY,70(4), 2154-2160,2004.
原文タイトル	Detection of Noroviruses in Tap Water in Japan by Means of a New Method for Concentrating Enteric Viruses in Large Volumes of Freshwater
著者	Haramoto E., Katayama H. and Ohgaki S.
和文タイトル	日本の水道水からのノロウイルスの検出
キーワード	ノロウイルス、水道水、河川水、濃縮法
調査国（地域）	日本・東京
調査時期	2002-2003年
試料水・件数	水道水：98試料
検出病原体及び検出状況	東京都内の水道水100～500 Lを合計98試料を調べ、そのうち10試料からノロウイルスが検出された。
検体処理（濃縮）	100～500 Lの水道水を、陽イオン添加型陰電荷膜酸洗浄法を用いて濃縮。ミリポア HA膜に、アルミニウムイオンを吸着させ（前処理）、水道蛇口に直結してろ過し、pH3の硫酸溶液4 Lで膜を洗浄した後に pH10.5の水酸化ナトリウム溶液200 mlでウイルスを誘出し、中和する。同じ方法で5 mlに再濃縮した後、Cetriprep YM 50を用いて0.9 mlに濃縮した。
検出方法	濃縮液全量から RNA 抽出を行い、得られた試料に対し、半分をノロウイルス G1,半分をノロウイルス G2の検出試験（逆転写 TaqManPCR法）に供した。
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	検出されたウイルスの感染価については不明である。なお、残留塩素が存在していることが確認されている。

わが国における報告事例は本事例以外にはない。今後、調査範囲を拡大して実施する必要があると考える。

3. 2 諸外国における検出事例

諸外国における事例を表20～31にまとめた。諸外国における飲料水からのウイルス検出事例は、浄水場の規模や原水の種類について詳細に記載されていない報文も多いが、井戸水などを原水とした比較的規模の小さい水道施設での報告が多い。

以下、諸外国における飲料水からのウイルス分離・検出事例をまとめた。

表20

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	Water Science and Technology, 43(12), 1-8, 2001.
原文タイトル	NEW METHOD FOR THE DETECTION OF VIRUSES: CALL FOR REVIEW OF DRINKING WATER QUALITY GUIDELINES
著者	W.O.K.Grabow, M.B.Taylor and J.C.de Villiers
和文タイトル	新しいウイルスの検出方法：飲料水ガイドラインの再検討
キーワード	ウイルス、飲料水、水質、ガイドライン、培養細胞、PCR
調査国（地域）	南アフリカ
調査時期	2年間（1996－1997）
試料水・件数	WHO ガイドライン（1996年、1997年）に適合した処理を行った飲料水：413試料
検出病原体及び検出状況	ウイルス全体：23%、細胞変性ウイルス：不検出 エンテロウイルス：17%、アデノウイルス：4%、HAV：3%
検体処理（濃縮）	100～1000 L：ガラスウールフィルターでろ過濃縮
検出方法	①細胞培養法：BGM、PLC/PRF/5、CaCo2 ② RT-PCR 法：初代ベルベットモンキー細胞で2代継代後に実施
対応・対策等	
その他重要事項	飲料水全てにおいて、 従属栄養細菌：<100/mL、大腸菌・糞便性大腸菌群：0/100 mL、 体細胞付着ファージ・F-RNA ファージ：不検出/500 mL
備考	カリシウイルス科は調査対象となっていない。

表21

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	Proc.ASCE, 103, 803-814, 1977.
原文タイトル	Trihalomethanes and Viruses in a Water Supply
著者	R. C. Hoehn, <i>et al.</i>
和文タイトル	水道におけるトリハロメタン及びウイルス
キーワード	
調査国（地域）	米国（北部バージニア Clccoquan地区）
調査時期	1975.6～1975.9
試料水・件数	浄水場浄水：6件 配水システム：6件
検出病原体及び検出状況	ポリオウイルス1型のみ 浄水場浄水：2/6 配水システム：2/6
検体処理（濃縮）	
検出方法	培養細胞法：初代サル腎細胞と BGM 細胞
対応・対策等	
その他重要事項	
備 考	

表22

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	Water Sci. Technol., 27(3-4), 227-233, 1993.
原文タイトル	DETECTIN OF HUMAN HEPATITIS A VIRUS IN ENVIRONMENTAL WATER BY AN ANTIGEN- CAPTURE POLYMERASE CHAIN REACTION METHOD
著者	J. Prévot, S. Dubrou and J. Maréchal
キーワード	A 型肝炎ウイルス、抗原補足法、二段階 PCR 法、ハイブリダイゼーション、環境水
調査国（地域）	フランス（パリ）
調査時期	1991~1993
試料水・件数	飲料水・2検体
検出病原体及び検出状況	A 型肝炎ウイルス
検体処理（濃縮）	陰電化フィルター法：試料水1000 L を10 mL に濃縮
検出方法	二段階 PCR 法、アガロースゲル電気泳動 ドットプロットハイブリダイゼーション
対応・対策等	
その他重要事項	
備 考	

表23

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	水中の健康関連微生物 1990 水中の健康関連微生物に関する IAWPRC 国際シンポジウム報告 275-279
原文タイトル	DETECTION OF ROTAVIRUSES IN WATER BY PROBES
著者	K.De Leon and C.P.Gerba
和文タイトル	ジーンプローブ法による水中ロタウイルスの検出
キーワード	ロタウイルス
調査国（地域）	スペイン（セビリア）
調査時期	詳細不明。夏との記載あり。
試料水・件数	給水栓水：16検体。
検出病原体及び検出状況	ロタウイルス 1 /16 検出されたこの1事例は、セビリアのホテルの給水栓水であった。
検体処理（濃縮）	718 Lを0.5 mLに濃縮（濃縮方法不明） その後3%牛肉エキスで誘出、0.22 μm ニトロセルロースフィルターでろ過、フロン処理後0.5 mL とし、SephadexG-200カラムで妨害物質を除去した。
検出方法	in vitro 転写/ジーンプローブハイブリダイゼーション法
対応・対策等	記載無し
その他重要事項	ロタウイルスを検出した給水栓水の残留塩素は0.3 mg/L であった。また、この陽性試料は組織培養試験と非特異プローブ結合試験でエンテロウイルス陰性であった。
備考	ジーンプローブ法の検討を行った文献。

表24

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 18(10), 53-60, 1986.
原文タイトル	Ten year survey of Salmonella and enterovirus in raw and treated waters in the Great São Paulo area, Brazil
著者	M. T. Martins, P. S. Sanchez, E. Marques, C. K. Monteiro and G. Molina
和文タイトル	ブラジル、サンパウロ地域の原水及び処理水中のサルモネラ属菌とエンテロウイルスに関する10年間の調査
キーワード	サルモネラ属菌、エンテロウイルス、水質汚染、水質制御
調査国（地域）	ブラジル（サンパウロ地域）
調査時期	1976. 1～1985. 12
試料水・件数	9カ所の浄水場の浄水：975検体
検出病原体及び検出状況	エンテロウイルス3/975（ポリオウイルス2型1/975、コクサッキーウイルス A 群16型1/975、不明1/975）
検体処理（濃縮）	試料水400Lを濃縮（Standard Methods (APHA, 1975, 1980, 1985) の吸着-誘出と Katzenelson ら（1975）の報告した方法で再濃縮
検出方法	細胞培養法：BS-C-1、LLC-MK2、HEp2、RD 細胞
対応・対策等	
その他重要事項	ウイルスが検出された一つの浄水場はヒトと動物の排水で高度に汚染された河川水が水源。もう一つの浄水場は家庭と工場で中程度に汚染された河川水を水源としていた 残留塩素1.5または1.6 mg/L・濁度・pH・色度・アルミニウム濃度が全て許容範囲内である試料からウイルスを検出、糞便性大腸菌群、サルモネラ属菌は不検出
備考	浄水処理工程は基本的に凝集（硫酸アルミニウムの添加）・沈澱・濾過・塩素消毒からなる

表25

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 18(10), 109-114, 1986.
原文タイトル	Occurrence of enteroviruses and rotaviruses in drinking water in Columbia
著者	G. A. Tranzos, H. Hassen and C. P. Gerba
和文タイトル	コロンビアの飲料水からのエンテロウイルスとロタウイルスの検出
キーワード	飲料水、腸管系ウイルス、エンテロウイルス、ロタウイルス、浄水処理
調査国（地域）	コロンビア（メデリン市・カルタヘナ市・サンタマルタ市・ボゴタ市・バランキア市）
調査時期	1983年と1984年の2回
試料水・件数	飲料水 7浄水場の出口で採水；7件、 個人住宅やホテルの給水栓・地域の供用栓で採水；14件
検出病原体及び検出状況	エンテロウイルス 1/7；7浄水場の出口） 1/14；個人住宅・ホテル・地域の供用栓14ヶ所で採水 ロタウイルス 2/7；7浄水場の出口 3/11；個人住宅・ホテル・地域の供用栓11ヶ所で採水
検体処理（濃縮）	試料20～99 L から2 mL に濃縮（陽電荷50 S Zeta-plus フィルター法または1MDS Virozorb フィルター法）
検出方法	エンテロウイルス：BGM 細胞培養 ロタウイルス：MA-104細胞培養、間接免疫蛍光抗体法
対応・対策等	処理された飲料水の微生物学的汚染を減らすためには、浄水処理の向上だけに努めるのではなく、むしろ配水施設での汚染を減らすことに力を注ぐべきと、提言。
その他重要事項	
備考	浄水処理は凝集沈澱、濾過、塩素消毒（1浄水場のみ砂濾過を行っていない）

表26

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	水中ウイルス 第12回国際水質汚濁研究会議セミナー報告論文集 WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 17(10), 1984.
原文タイトル	DETECTION OF ROTAVIRUS IN TREATED DRINKING WATER
著者	B. H. Keswick, C. P. Gerba, J. B. Rose and G. A. Toranzos
和文タイトル	飲料水からのロタウイルス検出
キーワード	ロタウイルス、浄水処理、塩素消毒、大腸菌群、糞便性連鎖球菌、飲料水
調査国（地域）	メキシコ
調査時期	1979年～1984年の2年間
試料水・件数	原水、沈殿処理水、ろ過水、浄水：合計113検体
検出病原体及び検出状況	ロタウイルス（D：乾期 R：雨期） 原水 D 9/19 R 1/2 沈殿処理水 D 5/14 R 2/2 ろ過水 D 3/8 R 5/5 浄水 D 7/54 R 9/9
検体処理（濃縮）	ゼータプラスフィルター法：試料水9.8～756 Lを約36 mLに濃縮
検出方法	細胞培養 ロタウイルス：MA-104細胞 エンテロウイルス属：BGM細胞
対応・対策等	記載なし
その他重要事項	糞便性連鎖球菌がウイルス汚染の指標となる可能性を言及
備考	本論文は参考文献にある論文の一部（ロタウイルスについて）をまとめたものと思われる。

表27

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	水中ウイルス第12回国際水質汚濁研究会議セミナー報告論文集 WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 17(10), 1984.
原文タイトル	ANALYSIS OF TAP WATER FOR VIRUSES : RESULTS OF A SURVEY
著者	Naomi Guttman-Bass and B. Fattal
和文タイトル	飲料水中のウイルス調査
キーワード	給水栓水、ウイルス分離
調査国（地域）	イスラエル
調査時期	1980年～1981年
試料水・件数	水道水（共同炊事施設の台所の給水栓）：111試料
検出病原体及び検出状況	ブラック法で検出されるエンテロウイルス属（未同定） 111検体中3試料（5 pfu）
検体処理（濃縮）	試料水100 Lを12.5 mL又は300 Lを50 mLに濃縮 チューブフィルター使用
検出方法	細胞培養法：BGM細胞
対応・対策等	記載なし
その他重要事項	細菌試験を平行して行っていないが、ウイルスが検出された地点の細菌学的水質は上位（良い）にランクされている
備考	

表28

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	水中ウイルス第12回国際水質汚濁研究会議セミナー報告論文集 WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 17(10), 1984.
原文タイトル	DETECTION AND HEALTH RISK ASSOCIATED WITH LOW VIRUS CONCENTRATION IN DRINKING WATER
著者	P. Payment and M. Trudel
和文タイトル	飲料水中の低濃度ウイルスの検出とその健康影響
キーワード	飲料水、ヒト腸管系ウイルス、浄水処理、ウイルス除去、健康影響
調査国（地域）	カナダ（モンリオール）
調査時期	1981年～1984年の間の1年間
試料水・件数	7箇所の浄水場から隔月で試料採取： 原水153検体、 塩素処理水17検体、 凝集沈殿処理水119検体、 砂ろ過水45検体、 オゾン処理水45検体、 浄水138検体
検出病原体及び検出 状況	細胞変性を起こすウイルス 検出率： 原水79%、 塩素処理水65%、 凝集沈殿処理水19%、 砂ろ過水14%、 オゾン処理水9%、 浄水9%
検体処理（濃縮）	陰電荷フィルター法（試料水量は不明、最終濃縮量10mL）
検出方法	細胞培養法：Vero 細胞、BGM 細胞
対応・対策等	記載なし
その他重要事項	リスク評価を行っている 水処理でのウイルス除去の限界を指摘
備 考	

表29

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	水中ウイルス第12回国際水質汚濁研究会議セミナー報告論文集 WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 17(10), 1984.
原文タイトル	VIRUSES AND BACTERIA IN A CHALK WELL
著者	J. S. Slade
和文タイトル	チョーク層井戸におけるウイルスと細菌汚染実態
キーワード	エンテロウイルス、飲料水、井戸、チョーク層、消毒、塩素、接触時間、指標、細菌
調査国（地域）	イギリス（ロンドン）
調査時期	1982年3月～1984年7月
試料水・件数	原水：15検体 飲料水（処理水）：36検体
検出病原体及び検出状況	原水：ポリオ13/18 コクサッキー1/15 飲料水（処理水）：ポリオ13/33 コクサッキー2/36
検体処理（濃縮）	ゼータプラスフィルター法：1000 L 以上ないしそれ以下を5～10 mLに濃縮
検出方法	細胞培養法：BGM 細胞 定量試験：ブラック法と TCID 法
対応・対策等	なし
その他重要事項	塩素による消毒試験を行っている
備考	

表30

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	Viruses and Disinfection of Water and Wastwater., Proceedings of the International Symposium held at the University of Surrey, Guildford, England, 1982
原文タイトル	Viruses in Fresh and Saline Waters
著者	J. M. Tyler
和文タイトル	浄水及び下水中のウイルス調査
キーワード	ポリオウイルス、コクサッキーウイルス、エコーウイルス、浄水、配水、塩素消毒
調査国（地域）	イギリス（ウエールズ）
調査時期	1979年2月～1982年8月
試料水・件数	浄水及び下水：553検体
検出病原体及び検出状況	腸管系ウイルス検出：90/553検体（うち1/3は下水試料） ポリオウイルス1, 2, 3型、 コクサッキーウイルス B3, B5型、 エコーウイルス7, 11, 22型
検体処理（濃縮）	不明、試料水20 L
検出方法	不明（細胞培養と思われる）
対応・対策等	特になし
その他重要事項	①コクサッキーウイルスの感染ピークと、浄水及び下水からのウイルス分離ピークが一致（1980, 1981年晩夏）。 ②塩素接触槽のない浄水場浄水で、大腸菌群・大腸菌は不検出にもかかわらずウイルスが検出された。 ③完全な浄水処理により指標細菌を全く含まない浄水からウイルスが検出された。通常は遊離残留塩素が0.3 mg/L以上保持されているが、サンプリングの数時間前に残留塩素が痕跡程度まで低下していたことがわかった。 ④飲料水中にエンテロウイルスが混入・残留しないようにするためには適切な消毒が必須である。
備 考	

表31

分類	飲料水からのウイルス検出事例
文献名	Viruses and Disinfection of Water and Wastwater., Proceedings of the International Symposium held at the University of Surrey, Guildford, England, 1982
原文タイトル	A Virological Study of the Health Hazards Associated with the Indirect Reuse of Water
著者	R. Walter, H-J. Dobberkau and J. Durkop
和文タイトル	間接的な再利用水が健康に及ぼす影響に関するウイルス学的研究
キーワード	エンテロウイルス、アデノウイルス、飲用井戸
調査国（地域）	旧東ドイツ南部
調査時期	1981年11月～1982年2月
試料水・件数	河川近くの飲用井戸浄水：4検体
検出病原体及び検出状況	1/4検体でウイルス陽性（エンテロウイルス、アデノウイルス）
検体処理（濃縮）	遠心分離法：試料水10 Lを10 mLに濃縮
検出方法	細胞培養法
対応・対策等	特になし
その他重要事項	調査期間中に河川の氾濫が起こり、飲用井戸の消毒設備を塩素ガスから二酸化塩素へ変更している最中であつたことから、この井戸水が供給されている住民にロタウイルスによる集団感染が発生したと推測している。
備 考	

4. 飲料水の原水からのウイルス分離・検出事例（表32～表47）

飲料水の原水となる河川水等からのウイルス分離・検出事例は、比較的多く報告されている。代表的な報告事例をまとめた。

表 32

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 71(5), 2403-2411 , 2005.
原文タイトル	Application of cation-coated filter method to detection of noroviruses, enteroviruses, adenoviruses, and torque teno viruses in Tamagawa River in Japan
著者	Eiji HARAMOTO, Hiroyuki KATAYAMA, Kumiko OGUMA and Shinichiro OHGAKI
和文タイトル	日本の多摩川におけるウイルス調査
キーワード	ノロウイルス、腸管系ウイルス、河川水、濃縮法
調査国（地域）	日本（東京）
調査時期	2003-2004 年
試料水・件数	
検出病原体及び検出状況	多摩川の 6 地点において毎月試料を採取しており（ただし、上流 2 地点は年 4 回）、ノロウイルス、エンテロウイルス、アデノウイルス、TT ウイルスを測定している。ノロウイルスについては夏に少なく冬に多いという季節変動が見られた。
検体処理（濃縮）	陽イオン添加型陰電荷膜酸洗浄法。 500 ml の河川水に対し、陽イオン添加型陰電荷膜酸洗浄法を用いて濃縮。ミリポア HA 膜に、アルミニウムイオンを吸着させ（前処理）、水道蛇口に直結してろ過し、pH3 の硫酸溶液 200 ml で膜を洗浄した後 pH10.5 の水酸化ナトリウム溶液 10 ml でウイルスを誘出し、中和した後、Cetriprep YM50 を用いて 0.7 ml に濃縮した。
検出方法	濃縮液から RNA 抽出を行い、ノロウイルス G1,G2、エンテロウイルスの検出試験（逆転写 TaqManPCR 法）に供した。また、DNA 抽出を行って、TaqManPCR 法による TT ウイルスおよびアデノウイルスの検出をおこなった。
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	

表33

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Wat. Sci. Tech., 50(1), 39-43, 2004. Health-related Water Microbiology 2003.
原文タイトル	Prevalence of human adenoviruses in raw and treated water
著者	J. van Heerden, M. M. Ehlers, W. B. vanZyl and W. O. K. Grabow
和文タイトル	水道原水および浄水におけるヒトアデノウイルスの検出状況
キーワード	ヒトアデノウイルス、分子生物技術、原水、浄水
調査国（地域）	南アフリカ
調査時期	2001年7月～2002年6月の毎週
試料水・件数	河川水及びダム水:100検体
検出病原体及び検出状況	アデノウイルス： 河川水の44%（22/50）、 ダム水の16%（8/50）
検体処理（濃縮）	ガラスウールフィルター法：河川水、ダム水25 Lを100 mLに ポリエチレングリコール法：二次濃縮し沈殿物をPBS 20 mLに再懸濁。
検出方法	アデノウイルス： 細胞培養後PCR法と二段階PCR法
対応・対策等	安全な飲料水を生産するための国際基準（WHO, 1997）に適合した処理法の導入： 消石灰添加凝集、フロック形成、沈殿、炭酸ガス注入、ろ過、塩素処理。
その他重要事項	種々の浄水処理を経た後でも、アデノウイルスは依然として浄水中に検出される。
備考	他の腸管系ウイルスについて、同一の試料水を試験している（Grabow, W. O. K. (2002). RAND WATER:Virological Quality of Water, July 20 01 to June 2001. Department of Medical Virology, Faculty of Health Sciences, University of Pretoria, Pretoria, South Africa）。 本研究は、南アフリカの水道原水および浄水におけるアデノウイルスの検出法（an optimised integrated cell culture molecular-based technique）の有用性を評価するために行ったものである。

表34

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Water Science and Technology, 43(12), 1-8, 2001.
原文タイトル	NEW METHOD FOR THE DETECTION OF VIRUSES: CALL FOR REVIEW OF DRINKING WATER QUARITY GUIDELINES
著者	W.O.K.Grabow, M.B.Taylor and J.C.de Villiers
和文タイトル	新しいウイルスの検出方法：飲料水ガイドラインの再検討
キーワード	ウイルス、飲料水、水質、ガイドライン、培養細胞、PCR
調査国（地域）	南アフリカ
調査時期	2年間
試料水・件数	河川及びダム由来の原水：224試料
検出病原体及び検出状況	ウイルス全体：73%、細胞変性ウイルス：6% (エンテロウイルス、アデノウイルス、HAVに加え、) アストロ、ロタ検出
検体処理（濃縮）	ガラスウールフィルター：100～1000 L
検出方法	培養細胞法：BGM、PLC/PRF/5、CaCo2、 RT-PCR 法：初代ベルベットモンキー細胞で2代継代後に実施
対応・対策等	
その他重要事項	
備 考	

表35

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Water Science and Technology, 43(12), 39-48, 2001.
原文タイトル	A new analytical tool to assess health risks associated with the virological quality to drinking water (EMIRA study)
著者	L.Gofti-Laroche, B.Gratacap-Cavallier, O.Genoulaz, J.C.joret, Ph.Hartemann, J.M.seigneurin and D.Zmirou
和文タイトル	飲料水のウイルスに関する健康リスクを評価する新しい分析手法 (EMIRA 調査)
キーワード	飲料水、疫学調査、エンテロウイルス、ロタウイルス、アストロウイルス、RT-PCR
調査国 (地域)	フランス(アルプス地方; Isere 県、 Savoie 県)
調査時期	1998/10～1999/6
試料水・件数	以下の4つのグループからの原水24試料： ①生活圏でない環境にある汚染されていない地下水 ②生活圏でない集水域にあるが汚染の影響を受けやすい地下水 ③集水域の家畜とコミュニティーの排水の暴露から保護されておらず汚染の影響を受けやすい地下水 ④表流水（周囲に人間の生活圏がある湖）
検出病原体及び検出状況	ウイルス RNA 全体：9/24（原水） （内訳）エンテロ：10%、 ロタ：15%、 アストロ：12% グループ①：不検出、②：11%、③：37%、④：53%（原水+浄水）
検体処理（濃縮）	クロスフロー限外ろ過：4.5 L →15 mL、その後0.5-1 mL に濃縮
検出方法	PCR 法
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	

表36

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Water Sci. Technol., 27(3-4), 145-150, 1993.
原文タイトル	THE APPLICATION OF RISK ASSESSMENT TECHNIQUES TO MICROBIAL MONITORING DATA:ASOUTH AFRICAN PERSPECTIVE
著者	N. Rodda, A. Amory and R. Kfir
和文タイトル	微生物監視データへのリスク評価法の適用：南アフリカの場合
キーワード	健康リスク評価、微生物検査、腸管系ウイルス、エコーウイルス、ポリオウイルス、南アフリカ
調査国（地域）	南アフリカ
調査時期	1981年4月～1991年3月
試料水・件数	浄水場原水
検出病原体及び検出状況	エコーウイルス12型、ポリオウイルス1型、ポリオウイルス3型。
検体処理（濃縮）	試料水10 Lを限外ろ過法で濃縮。
検出方法	細胞培養法で定量：10 Lあたりの再確数(MPN)50%感染量(TCID ₅₀)で示した。
対応・対策等	健康リスク評価を実施。
その他重要事項	処理水（浄水）では不検出。
備考	リスク評価法手法についての論文であり、ウイルス検出状況については詳述されていない。

表37

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Water Sci. Technol., 27(3-4), 299-320, 1993.
原文タイトル	GLASS WOOL FOR VIRUS CONCENTRATION AT AMBIENT WATER pH LEVEL
著者	PH. Vilaginès, B. Sarrette, G. Husson and R. Vilaginès
和文タイトル	環境水レベルの pH でのグラスウールによるウイルス濃縮
キーワード	連続制御、中性 pH、ウイルス濃縮、腸管系ウイルス、水
調査国（地域）	フランス（パリ）
調査時期	1988年1月～1991年8月
試料水・件数	パリの浄水場原水（セーヌ川、Marne 川）：88検体
検出病原体及び検出状況	セーヌ川： アデノウイルス12%、 エンテロウイルス83%、 レオウイルス5%、 Marne 川： アデノウイルス5.4%、 エンテロウイルス92.2%、 レオウイルス2.4%
検体処理（濃縮）	試料水30 L をグラスウールにより濃縮。
検出方法	ブラック法
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	

表38

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	水中の健康関連微生物 1990 水中の健康関連微生物に関する IAWPRC 国際シンポジウム報告 200-203
原文タイトル	VIROLOGICAL INVESTIGATION OF THE RIVER ELBE
著者	M.Johl, M.L.Kerkman, U.Kramer and R.Walter
和文タイトル	エルベ川のウイルス学的調査
キーワード	ウイルス、水道原水、環境調査、エコーウイルス、コクサッキーウイルス、ポリオウイルス、ピコルナウイルス、アデノウイルス、パルボウイルス
調査国（地域）	オーストリア
調査時期	1987年3月～1989年1月
試料水・件数	河川水（エルベ川、111 km 区画から5地点を選定）：115検体（23ヶ月間×月1回×5地点）
検出病原体及び検出状況	①試料の90%がウイルス陽性、 濃度範囲は0.3～52.3 MPNCU/L で平均は7.5 MPNCU/L エコーウイルス（3, 7, 11, 30, 33）：97/115、 コクサッキーウイルス B1-5：78/115、 ポリオウイルス1-3：48/115、 ポリオ&エコーウイルス1/115 ピコルナウイルス：32/115、 アデノウイルス：15/115、 アデノ&ピコルナウイルス・パルボウイルス：6/115
検体処理（濃縮）	試料水10 L を2 mL に濃縮（硫酸アルミニウムフロック形成法を含む2段階濃縮法）
検出方法	細胞培養法
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	

表39

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	水中の健康関連微生物 1988 第14回国際水質汚濁研究会議セミナー報告論文集 Water Science and Technology,21(3),1989.
原文タイトル	Comparison of Microbiological Data from Two Water Filtration Plants and Their Distribution System
著者	P.Payment, F.Gamache and G.Paquette
和文タイトル	二か所の浄水場とその配水系統中の微生物学的調査結果の比較
キーワード	
調査国（地域）	カナダ
調査時期	記載なし
試料水・件数	原水：1000 L、10-31検体の平均
検出病原体及び検出状況	同定はしていない Pont-Viau 浄水場からは 5.5 mpniu/L Repentigny 浄水場からは 31.8 mpniu/L
検体処理（濃縮）	記載なし
検出方法	記載なし
対応・対策等	
その他重要事項	
備考	数年前には浄水でも検出されたが、施設を建て直し、Pont-Viauでは二酸化塩素の使用により、Repentignyではフロック形成工程最適化により検出されなくなった

表40

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 18(10), 107-108, 1986.
原文タイトル	Two years survey of indicator bacteria and enteroviruses during the preparation of drinking water from three water treatment plants in Paris suburbs
著者	J. C. Joret, T. Dupin, A. Hassen, F. Agbalika and P. Hartemann
和文タイトル	パリ郊外の3浄水場の浄水処理工程における指標細菌とエンテロウイルス類に関する2年間の調査結果
キーワード	
調査国（地域）	フランス（パリ郊外）
調査時期	2年間
試料水・件数	河川水
検出病原体及び検出状況	ほとんどの試料がコクサッキーウイルス B 群4型、コクサッキーウイルス B 群6型、エコーウイルス類を主体とするウイルス陽性であった。 平均ウイルス濃度は汚濁の低い原水で0 - 3.5PFU/L、 汚濁の高い原水で0.1 - 20PFU/L であった。
検体処理（濃縮）	試料水20 L を濃縮
検出方法	
対応・対策等	
その他重要事項	
備 考	

表41

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	水中ウイルス第12回国際水質汚濁研究会議セミナー報告論文集 WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 17(10), 1984.
原文タイトル	INTERACTIONS BETWEEN BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS AND VIRUSES IN A WATER SYSTEM
著者	R. Walter, J. Dürkop, B. Friedman and H. J. Dubberkau
和文タイトル	河川における生物、非生物的要因とウイルスとの相互作用
キーワード	ウイルス、A型肝炎ウイルス、ロタウイルス、化学的汚染、生物学的汚染、因子分析、原水中のウイルス濃度の推定
調査国（地域）	ドイツ（旧東ドイツ）
調査時期	1981年～1983年
試料水・件数	河川水：62検体 （河川名は不明 河川長427 km の河口から33 km ～160 km で計16地点採水）
検出病原体及び検出状況	ウイルスとして51/61（82.3%） （内訳） ポリオ（1, 2, 3型）、 コクサッキー（B1, 2, 3, 4, 5型）、 エコー（2, 6, 11, 13, 25, 30型）、 アデノ（2, 5型）、 エンテロウイルス群等 ロタウイルス抗原9/46 HAV 抗原6/46
検体処理（濃縮）	10%硫酸アルミニウムによる凝集沈澱法：試料水10 L を10 mL に濃縮
検出方法	①細胞培養法：FL細胞（ポリオ、コクサッキー、エコー、アデノ等） ②ELISA法：ロタウイルス抗原、HAV抗原
対応・対策等	特に記載なし
その他重要事項	河川水のウイルス汚染源は、工場排水、家庭下水等の流入としている。 A型肝炎の疫学調査についても触れている（今回の調査地域は、東ドイツ全体での発生率より有意に高い）
備考	

表42

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	水中ウイルス第12回国際水質汚濁研究会議セミナー報告論文集 WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 17(10), 1984.
原文タイトル	STUDY OF INDIGENOUS VIRUS REMOVAL AT DIFFERENT STAGES IN A DRINKING WATER PLANT TREATING RIVER WATER
著者	F. Agbalika, P. Hartemann, J. C. Joret, A. Hassen and M. M. Bourbigot
和文タイトル	浄水処理工程における水中ウイルスの除去に関する研究
キーワード	水中ウイルスの除去、河川水、水道水、オゾン処理
調査国（地域）	フランス（OISE 川）
調査時期	1982年4月～10月
試料水・件数	河川水、貯留水、沈澱処理水、ろ過水、第2オゾン処理水、活性炭処理水、後オゾン処理水 後塩素処理水 それぞれ9検体
検出病原体及び検出状況	河川水：エンテロウイルス属 9/9 (10～146 PFU/1000 L) 貯留水：エンテロウイルス属 8/9 (7～100 PFU/1000 L) 沈澱処理水：エンテロウイルス属 7/9 (5～75 PFU/1000 L) ろ過水：エンテロウイルス属 5/9 (3～10 PFU/1000 L) 第2オゾン処理水、活性炭処理水、後オゾン処理水、後塩素処理水は不検出 検出されたエンテロウイルス属は、ポリオ・エコー・コクサッキー
検体処理（濃縮）	河川水、貯留水：30～100 L 沈澱処理水：40～100 L その他：550～1000 L ゼータプラス又はゼータマイナスフィルター法で濃縮
検出方法	細胞培養法：BGM 細胞
対応・対策等	特に記載なし
その他重要事項	ウイルス不活化に対するオゾン処理の有用性についても触れている
備考	

表43（表31と同文献）

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Viruses and Disinfection of Water and Wastwater., Proceedings of the International Symposium held at the University of Surrey, Guildford, England, 1982
原文タイトル	A Virological Study of the Health Hazards Associated with the Indirect Reuse of Water
著者	R. Walter, H-J. Dobberkau and J. Durkop
和文タイトル	間接的な再利用水が健康に及ぼす影響に関するウイルス学的研究
キーワード	エンテロウイルス、アデノウイルス、飲用井戸
調査国（地域）	旧東ドイツ南部
調査時期	1981年11月～1982年2月
試料水・件数	河川近くの飲用井戸原水：9検体
検出病原体及び検出状況	2/9検体でウイルス陽性（エンテロウイルス、アデノウイルス）
検体処理（濃縮）	遠心分離法：試料水10 Lを10 mLに濃縮
検出方法	細胞培養法
対応・対策等	特になし
その他重要事項	調査期間中に河川の氾濫が起り、飲用井戸の消毒設備を塩素ガスから二酸化塩素へ変更している最中であったことから、この井戸水を供給されている住民にロタウイルスによる集団感染が発生した。
備考	飲料水からのウイルス検出状況は表31に記載

表44

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Viruses and Disinfection of Water and Wastwater., Proceedings of the International Symposium held at the University of Surrey, Guildford, England, 1982
原文タイトル	Cytopathic Enteric Viruses in Wastwater Effluents and Surface Waters
著者	R. Morris and D. N. Sharp
和文タイトル	排水及び表流水からの細胞変性腸管系ウイルスの検出
キーワード	エコーウイルス、ポリオウイルス、コクサッキーウイルス、表流水、水道原水
調査国（地域）	イギリス
調査時期	1979年1月～1981年7月
試料水・件数	表流水23地点：533検体 うち16地点：287検体は水道原水取水口
検出病原体及び検出状況	細胞変性腸管系ウイルス： 前貯留なしで取水：133/252（最大74 pfu/L） 前貯留あり取水：29/154 排水・表流水914検体から分離した1,283株を同定 エコーウイルス13, 17, 32型、ポリオウイルス1, 2, 3型、コクサッキーウイルス B1, B2, B3, B4, B5型
検体処理（濃縮）	試料水20 Lを Morris, Waite らの方法で濃縮
検出方法	BGM 細胞により細胞変性効果の見られたものを、抗血清により血清型を同定
対応・対策等	特になし
その他重要事項	
備考	

表45（表30と同文献）

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Viruses and Disinfection of Water and Wastwater., Proceedings of the International Symposium held at the University of Surrey, Guildford, England, 1982
原文タイトル	Viruses in Fresh and Saline Waters
著者	J. M. Tyler
和文タイトル	淡水及び塩水中のウイルス
キーワード	腸管系ウイルス、水道原水
調査国（地域）	イギリス（ウエールズ）
調査時期	1979年2月～1982年8月
試料水・件数	原水：615検体
検出病原体及び検出状況	腸管系ウイルス検出：158/615検体 ウイルスの種類は不明
検体処理（濃縮）	不明
検出方法	不明（細胞培養と思われる）
対応・対策等	特になし
その他重要事項	原水と同時に浄水も調査
備 考	飲料水からのウイルス検出状況は表30に記載

表46

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	Env.Sci.Tec. , 14(11), 1290-1297, 1980
原文タイトル	Viruses in Groundwater
著者	B. H. Keswick <i>et al.</i>
和文タイトル	地下水のウイルス
キーワード	
調査国（地域）	米国(フロリダ、ミシガン)、ドイツ、インド、イスラエル、イギリス、ガーナ、メキシコ
調査時期	
試料水・件数	
検出病原体及び検出状況	下欄にまとめた
検体処理（濃縮）	下欄にまとめた
検出方法	
応・対策等	
その他重要事項	
備考	(地下水中のウイルスに関する文献の総説である)

調査地域	検出病原体	濃縮法
米国フロリダ	エコー22/23	メンブラン吸着
ドイツ	エコー3, 6, 30 コクサッキーB6, 4, 5, 不明	硫酸アルミニウム
インド	不明	酸化鉄
米国ミシガン	ポリオ2	PE60/遠心分離
イスラエル	エコー6, 7 コクサッキーB6 ポリオ1, 不明	メンブラン
イギリス	ポリオ2	酸化アルミニウム/メンブラン
イスラエル	ポリオ1, 不明	有機凝集
ガーナ	ポリオ1 コクサッキーB3	遠心分離
メキシコ	ロタ コクサッキーB4, 6	メンブラン

表47

分類	飲料水原水からのウイルス検出事例
文献名	JAWWA, 65(3), 200-202, 1973.
原文タイトル	Viruses in Metropolitan Waters : Concentration by Polyelectrolytes, Freeze Concentration and Ultrafiltration
著者	S.H.Rubenstein, <i>et al.</i>
和文タイトル	都市水域におけるウイルス：高分子電解質による濃縮及び凍結濃縮と限外ろ過
キーワード	
調査国（地域）	米国（リトルカルメット川、シカゴ川、ミシガン湖）
調査時期	1970.12～1971.8
試料水・件数	シカゴ川の4月の検体にのみ検出
検出病原体及び検出状況	エコーウイルスのみ
検体処理（濃縮）	1)凍結濃縮－限外ろ過 2)高分子電解質（無水イソブチレマレイン）
検出方法	培養細胞法 1) BS-C-1細胞とHEP-2細胞 2) RMK細胞とVero細胞
対応・対策等	
その他重要事項	1) ミシガン湖でウイルスが検出されなかったのは、湖に生下水や下水処理水が流入していないためと考察。 2) シカゴ川でウイルスが検出されたのは、水質が悪化しているためと考察。
備 考	

D. 結論

腸管系ウイルスによる過去の水系感染事例に関する情報整理を行い以下の情報を得た。

1. 感染源と考えられた飲料水及び患者の両者からウイルスが検出された事例

飲料水に混入したウイルスが原因と推測される水系感染症の流行があり、患者及び飲料水の両者から原因ウイルスが分離又は検出された事例は、非常に少ないことがわかった。

1980年以降に報告された9事例についてまとめた結果、ウイルスの水系感染が確認された飲料水は、大規模水道が関与したものではなく、井戸水などを原水とした小規模水道がほとんどであった。また、事故発生の経緯をみると、浄水処理過程のうち、特に、消毒工程の不備・不具合によるものがほとんどであった。

したがって、適切な管理が行われている水道施設であれば、ウイルスの水系感染は起こり難いと考えられる。しかし、発生した場合は、飲料水が原因であると確定するまでに時間を要し、結果として大規模な感染症の流行につながる恐れがあるため迅速な対応が望まれる。

2. 疫学解析の結果から水系感染と断定した事例

地域単位で感染症の発生動向調査等が行われているとき、あるいは、感染源の特定はできないが感染症の流行が確認された場合などは、最終的に水系感染が疑われることがある。このような場合は、患者発生の疫学調査等から最終的に飲料水を介したウイルスの水系感染であると推測されることがある。

1980年以降報告された諸外国における9事例についてその概要をまとめると、感染源と推定された水道施設に何らかの問題があることが分かっている。その問題点の多くは、浄水処理過程における消毒工程のトラブルである。また、河川等の原水が洪水等によって激しく汚染された場合や、原水となっている井戸水が下水汚染された場合などもトラブルもある。

いずれにしても、塩素処理などによる消毒工程が重要なカギとなっていると考えられる。

3. 飲料水からのウイルス検出事例

疫学的に確認された水系感染症は発生していないが、飲料水からウイルスが分離・検出された事例をまとめた。1980年以降報告された13事例をみると、試料水は数リットルから数千リットルもの大量を用いて行われている。検査方法は、細胞培養法によるウイルス分離とPCR法などによる遺伝子検出が主流である。ウイルス分離・検出率は、数%レベルから100%までさまざまである。結果の解釈は、前述のごとく、培養法によって分離されたウイルスは感染性を有したウイルスであるため、ウイルスの水系感染につながる可能性が示唆されるが、遺伝子検出のみでは水系感染の可能性を結論付けることはできない。

いずれにしても、外見上問題がないような飲料水にもウイルスが混入している可能性は否定できないので不断の浄水処理工程の監視が重要である。

4. 飲料水の原水からのウイルス分離・検出事例

飲料水の原水となっている河川水等からのウイルス分離・検出に関する調査事例は多数ある。いずれの報告事例でもウイルスの分離・検出率は概して高率であり、分離・検出されるウイルスの種類も多い。したがって、浄水処理にあたっては、原水にはウイルスが混入しているという前提をもつべきであると考えられる。