

- Pathogenic Viruses in Environmental Water, and Inactivation of Fish Viruses. *Bull. Fish. Res. Agen. Supplement*. No.2. pp.47-54.
3. Kasai, H., Y. Muto, M. Yoshimizu. (2005) Virucidal Effects of Ultraviolet, Heat Treatment and Disinfectants against Koi Herpesvirus (KHV). *Fish Pathology*. Vol.40. No.3. pp.137-138.
 4. Amoy Epidemic and Pandemic Alert and Response (EPR) : http://www.who.int/csr/don/2003_03_31/en/index.html
 5. Outbreak of Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) at Amoy Gardens, Kowloon Bay, Hong Kong Main Findings of the Investigation (Hong Kong Department of Health) : http://www.info.gov.hk/info/ap/pdf/amoy_e.pdf
 6. Studies of SARS virus survival, situation in China (WHO : Epidemic and Pandemic Alert and Response) : http://www.who.int/csr/sarsarchive/2003_05_05/en/
 7. 新型インフルエンザ対策報告書(厚生労働省) : <http://www.mhlw.go.jp/topics/2004/09/tp0903-1.html>

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、舘野 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。

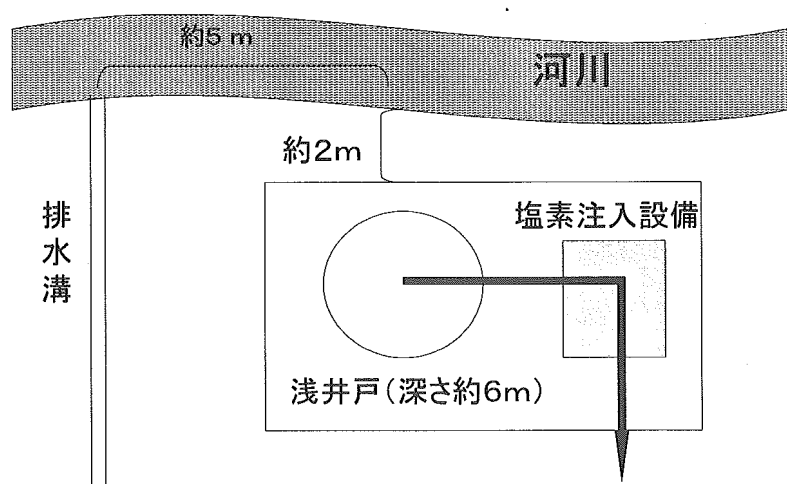
事例1：簡易水道が原因と考えられたノロウイルス感染症の流行（表1）

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。

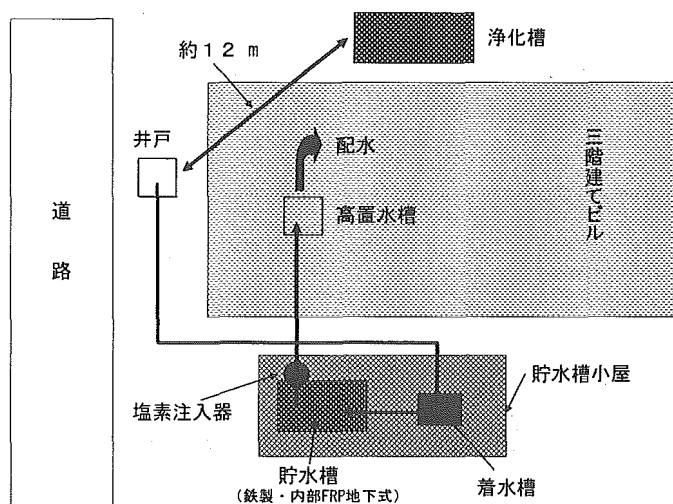
図1 事例1にかかわる井戸の配置図

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、小椋真吾、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	飲用井戸が感染源。 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。
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	

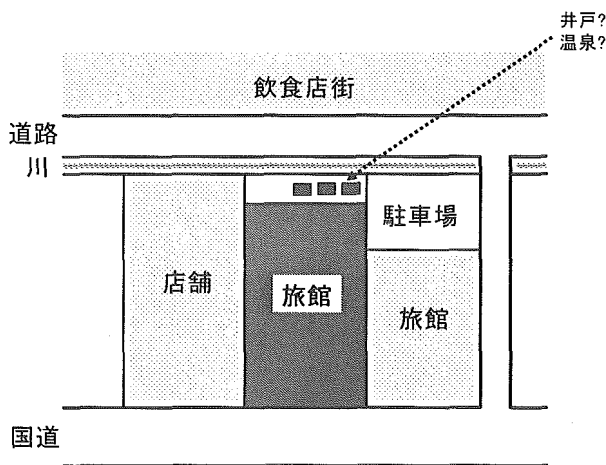


図3 事例3にかかわる旅館と飲用井戸の配置図

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、井戸付近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. Miettinen 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。シークエンシングによりジェノタイプを決定。
対応・対策等	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（疫学的説明）
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（疫学的説明）
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	