



自然環境における水にまつわる感染症

Water-associated Infectious Diseases in the Natural Environment

せき や のり たか
関 谷 紀 貴
Noritaka SEKIYA

はじめに

水と健康の関係に関する歴史は古く、古代ギリシャの Hippocrates が "AIRS, WATERS, PLACES" という著作で言及しており、環境要因が健康に与える影響について考察している¹⁾。水と感染症という観点では、1854 年、ロンドンのソーホー地区で流行した下痢症の原因が特定の井戸水であることを特定した「近代疫学の父」John Snow が有名である²⁾。井戸水を組み上げるポンプの取っ手を撤去することで流行を終息に導き、更に 2 つの水道会社の給水地域における死亡率の違いを比較することで、水源の汚染が感染拡大に影響していたことを証明した。Robert Koch が *Vibrio cholerae* を発見した 1883 年よりも前の出来事であり³⁾、近代的疫学手法の礎となる彼の調査は、後の上下水道整備に繋がった。

医療で扱う水由来の感染症は、感染が成立した場所に依りてその特徴が異なるが（市中感染 vs 医療関連感染）、本稿では主に市中感染を念頭に置いた内容を中心に紹介する。

I. 水と感染症

一般に "waterborne infections" と呼ばれる水由来の感染症は、より広義の水に関連する感染症 (water-associated infectious diseases) という視点で考えると、原因微生物の起源や水が果たす役割に応じて主に 5 つのカテゴリーに分類される (図 1)⁴⁻⁸⁾。

1. Water-borne diseases

病原体を含む人間または動物の糞便や尿で汚染された水を摂取することによって引き起こされる感染症である^{6,8,9)}。原因微生物はさらに、細菌、原虫、蠕虫（線虫）、ウイルスに分類される。関連疾患は非常に多く、代表的なものは、腸チフス、コレラ、細菌性赤痢、レプトスピラ症、胃腸炎、ポリオ、髄膜炎、肝炎、回虫症、アメーバ性髄膜脳炎などが挙げられる。また、その主な感染経路として 5F (fluids, fingers, food, fields, flies) の概念が知られている¹⁰⁾。

2. Water-based diseases

水中の宿主に存在する寄生性病原体によって引き起こされる感染症である^{6,8,11)}。代表的な疾患は住血吸虫症、メジナ虫症である。

3. Water-related diseases

人獣共通感染症の性質を持ち、水中で繁殖する、または水の近くで吸血する媒介生物によって引き起こされる感染症である^{6,8,12)}。代表的なベクターである蚊媒介性ウイルス感染症の原因微生物は、フラビウイルス科に属するジカウイルス、ウエストナイルウイルス、デングウイルス、日本脳炎ウイルス、黄熱ウイルスなど、トガウイルス科に属するチクングニアウイルスなどが挙げられる。同様に、代表的な寄生虫感染症には、マラリア、トリパノソーマ症（アフリカ睡眠病：ツェツェバエ）、フィラリア症などが含まれる。

4. Water-washed diseases

家庭内および個人の衛生管理における水の使用が

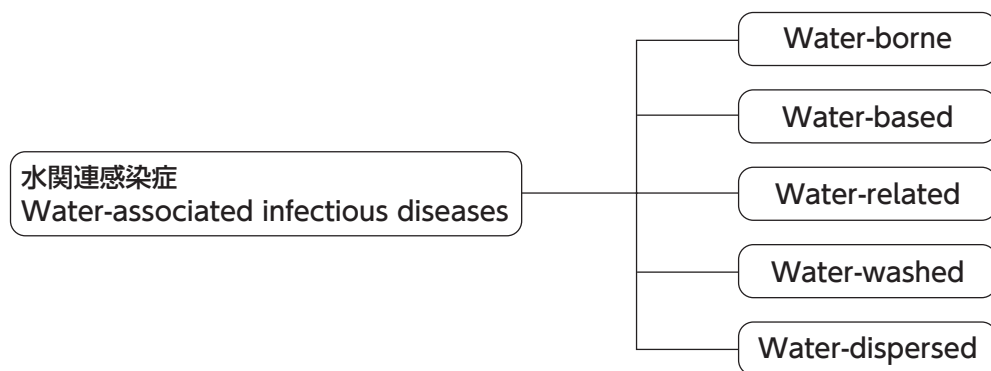


図1 水関連感染症の分類

文献8)を参考に筆者作成

不十分であることによって引き起こされる感染症である（水の汚染という質よりも、洗浄に必要な水が不十分という量に注目した概念）^{6,8)}。主な疾患として、ハンセン病、細菌性赤痢、皮膚軟部組織感染症、トラコーマ、潰瘍、疥癬、結膜炎など非常に幅広い。

5. Water-dispersed diseases

主に自然の水源内で増殖し、呼吸器を介して人体に侵入することで引き起こされる感染症である⁸⁾。レジオネラ症が代表的な疾患であり、レジオネラに汚染されたミストを吸い込むことで発生する¹³⁾。

また、上記疾患は感染経路に応じて、「直接伝播」「媒介生物由来」「人獣共通感染症」「環境媒介」の4つに分類される¹⁴⁾。水関連感染症の疾患名と原因微生物の概要については表1を参照されたい⁸⁾。

II. 自然環境の水と感染症

自然環境の水と感染症は、対象となる水の種類、曝露環境、原因微生物の感染様式、地域の疫学、非特定汚染源などの影響を複合的に受ける。事例毎のバリエーションも広いため、本稿では近年の具体的事例に関連した内容を元に概説する。

1. レクリエーション活動における水と感染症

2024年8月、熊本県天草市の滝周辺で川遊びをした69名が嘔吐、下痢等の症状を呈したという事例が報告された¹⁵⁻¹⁷⁾。メディアが報じた熊本県の最終報告では、経口感染によるノロウイルスGII型による集団感染であり、

感染者が滝壺周辺で嘔吐・下痢をしたことにより水が汚染され、そこに後から来た人々が水を飲み込むなどして感染した可能性が高いとしている。また、発生した時期は降雨が少なく水の流れが悪かったため、ウイルスが滝壺内にとどまり、濃縮されたことで感染リスクが高まったという考察もなされている。本事例のような自然環境におけるレクリエーション活動の水とアウトブレイクについて、海外においてこれまで数多くの報告がなされている。

レクリエーション目的（例：水泳、浸かること、運動など）で使用される水域は、その構成する水質により系統的な消毒処理が施された処理水（treated water：プール、スパ/温泉、噴水などの人工施設）と未処理水（untreated water：湖、池、川、泉、海などの自然水域）にわけられる¹⁸⁾。米国（1971～2020）における全レクリエーション水域での感染症アウトブレイクの原因微生物上位5つは、*Cryptosporidium* 属、*Pseudomonas* 属、*Legionella* 属、*Shigella* 属、ノロウイルスと報告されている¹⁹⁾。また、同じく米国（2000～2014）での自然水域を代表とする未処理レクリエーション用水関連のアウトブレイクは、原因微生物が判明している中ではアウトブレイク数/症例数に占める割合共にノロウイルス（15%/29%）が最多であり、アウトブレイク数に占める割合では *E. coli*（14%）、*Shigella* 属（10%）が続く（表2）²⁰⁾。古い報告になるが、レクリエーション水域におけるウイルス由来のアウトブレイクに絞った研究では、原因微生物はノロウイルスが半数弱で最多（46%）、原因水域は処理水のプール（48%）と未処理水の池・湖（40%）が大半を占め、川・温泉・噴水（全て4%）が時に原因となることが報告されている²¹⁾。また、未処理のレクリエーション用水に関連す

表 1 水関連感染症の疾患、感染源、病原体

疾患	保菌宿主・一次感染源	病原体
腸管病原性細菌		
腸チフス	ヒトの糞便	<i>Salmonella typhi</i>
パラチフス	ヒトの糞便	<i>Salmonella paratyphi</i>
サルモネラ症	ヒト・動物の糞便	その他の <i>Salmonella</i> spp.
細菌性赤痢	ヒトの糞便	<i>Shigella</i> spp.
コレラ	ヒトの糞便・淡水の動物プランクトン	<i>Vibrio cholera</i>
胃腸炎	ヒトの糞便	Enteropathogenic <i>E. coli</i> (EPEC)
	ヒト・動物の糞便	<i>Yersinia enterocolitica</i>
	ヒト・動物の糞便	<i>Campylobacter jejuni</i>
出血性腸炎	動物の糞便	<i>Escherichia coli</i> O157:H7 (EHEC)
水道水中での増殖が疑われる病原性細菌		
上海熱	排水で汚染された表層水	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
下痢症		<i>Aeromonas</i> spp.
レジオネラ症	温水	<i>Legionella</i> spp.
レプトスピラ症	動物・ヒトの尿	<i>Leptospira</i> spp.
肺炎	土壌・水・レクリエーション環境	非結核性抗酸菌
慢性胃炎 / 消化性潰瘍 / 胃癌	ヒトの糞便	<i>Helicobacter pylori</i>
その他	自然水	日和見病原体
腸管ウイルス		
ポリオ	ヒトの糞便	ポリオウイルス
無菌性髄膜炎	ヒトの糞便	コクサッキーウイルス A
	ヒトの糞便	コクサッキーウイルス B
	ヒトの糞便	エコーウイルス
脳炎	ヒトの糞便	その他のエンテロウイルス
胃腸炎	ヒトの糞便	ロタウイルス
	汚染物・水	ノロウイルス
上気道炎 / 胃腸炎	ヒトの糞便	アデノウイルス
肝炎	ヒトの糞便	A 型肝炎ウイルス
肝炎：流産および死亡	ヒトの糞便	E 型肝炎ウイルス
原虫		
アメーバ性髄膜脳炎	ヒトの糞便	<i>Acanthamoeba castellanii</i>
バランチジウム症（赤痢）	ヒト・動物の糞便	<i>Balantidium coli</i>
クリプトスポリジウム症（胃腸炎）	水・ヒト / その他の哺乳類の糞便	<i>Cryptosporidium hominis</i> , <i>C. parvum</i>
赤痢アメーバ症	ヒト・動物の糞便	<i>Entamoeba histolytica</i>
ジアルジア症	水・動物の糞便	<i>Giardia lamblia</i>
原発性アメーバ性髄膜脳炎	温水（汚染された湖、川）	<i>Naegleria fowleri</i>
蠕虫		
回虫症	ヒト・動物の糞便	<i>Ascaris lumbricoides</i>
その他の水関連微生物		
Malaria <i>Anopheles gambiae</i>	<i>Anopheles</i> 属の蚊	<i>Plasmodium</i> spp.
アフリカ睡眠病	ツエツェバエ	<i>Trypanosoma brucei</i>
リンパ系フィラリア症	<i>Culex</i> 属などの蚊	<i>Wuchereria bancrofti</i>
日本脳炎	<i>Culex tritaeniorhynchus</i> を中心とする <i>Culex</i> 属の蚊	日本脳炎ウイルス
デング熱	<i>Aedes aegypti</i> を中心とする <i>Aedes</i> 属の蚊	デングウイルス
小頭症 / ギランバレー症候群	<i>Aedes</i> 属の蚊	ジカウイルス
ウエストナイル熱 / 脳炎	<i>Aedes</i> 属、 <i>Culex</i> 属を中心とする蚊	ウエストナイルウイルス
黄熱	<i>Aedes aegypti</i> を中心とする蚊	黄熱ウイルス

文献 8) を参考に著者作成

る感染リスクのレビューにおいて、疫学的に遊泳者は非遊泳者に比べて消化器系疾患のリスクが高いことが示されている一方、糞便指標菌によって測定された水質との明確な関連性はしばしば認められず、特に非特定汚染源（都市排水、動物排泄物、遊泳者による排菌や堆積物の攪拌など）の影響を受けた調査地点でこの傾向が顕著であるとしている²²⁾。

レクリエーション用水に関連する water-borne diseases アウトブレイクと定義されるためには、表 3 の条件を満たす必要がある¹⁸⁾。特に自然環境(未処理水)に関連した散発例は、適切に疑うことが難しい事例が多いこと、全ての事例に系統的なアウトブレイク調査が実施され公表されるわけではないことを踏まえると、国内外問わず未報告の潜在的な事例は数多く存在することが想定される。

2. スポーツにおける水と感染症

2024 年のパリオリンピック/パラリンピックにおいて、競技に使用するセヌ川の水質汚染関連の話題が報じられていたことは記憶に新しい。2024 年 7 月 30 日に発表された「トライアスロン男子レース延期に関する共同声明」において、五輪本番中の 7 月 26 ～ 27 日に認めた大雨で水質が悪化し、当初 7 月 30 日朝に予定されていたトライアスロン男子の部が延期されたことについて触れられている²³⁾。声明では「大会最優先事項は選手の健康」と強調し、大雨による水質悪化で一部の採水地点が許容限度を超える大腸菌濃度を示し、安全基準を満たさない結果が出たため開催を見送ったとされた。しかし、別日での開催後にベルギー代表のトライアスロン選手が大腸菌感染症により入院し、同国トライアスロンチームは大会から撤退したこと、他国

表 2 未処理レクリエーション用水に関連するアウトブレイクの原因・件数・患者数（米国、2000-2014 年）

原因微生物	アウトブレイク数（%）	症例数（%）	アウトブレイク毎の症例数 中央値（範囲）
総計	140（100）	4958（100）	9（2-1341）
細菌	43（31）	604（12）	5（2-141）
<i>Campylobacter</i> 属	1（1）	6（0）	6（NA）
<i>Escherichia coli</i>	19（14）	155（3）	5（3-45）
<i>Leptospira</i> 属	6（4）	74（2）	3（2-43）
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	3（2）	7（0）	2（2-3）
<i>Shigella</i> 属	14（10）	362（7）	14（2-141）
寄生虫	25（18）	685（14）	7（2-220）
鳥類の住血吸虫	8（6）	345（7）	17.5（4-200）
<i>Cryptosporidium</i> 属	12（9）	314（6）	6.5（3-220）
<i>Giardia</i> 属	4（3）	24（0）	6（2-10）
<i>Naegleria fowleri</i>	1（1）	2（0）	2（NA）
ウイルス	22（16）	1491（30）	27.5（8-597）
アデノウイルス	1（1）	32（1）	32（NA）
ノロウイルス	21（15）	1459（29）	26（8-597）
複数の原因微生物	5（4）	345（7）	56（45-125）
化学物質 / 毒素	8（6）	78（2）	8.5（2-20）
藻類毒素	7（5）	75（2）	9（2-20）
硫酸銅	1（1）	3（0）	3（NA）
未確定	37（26）	1755（35）	8（2-1341）

NA : not applied

文献 20) を参考に著者作成

表 3 レクリエーション用水関連のアウトブレイク定義に必要な条件

1. 2 人以上の患者が、発症時期、水への曝露場所、および疾患の特徴において疫学的に関連していること
2. 疫学的証拠により、疾患の原因がレクリエーション用水、または水に関連した化合物の揮発による周囲空気中への曝露である可能性が示唆されていること

文献 18) を参考に著者作成

の選手たちにも消化器症状がみられセーヌ川の細菌に関連している可能性が指摘されたことから、大会側の対応が有効であったとはいえない結果であった²⁴⁾。

セーヌ川の水質汚染改善計画は、パリ五輪に向けた国家プロジェクトとして 2016 年より開始されており、約 14 億ユーロを投じて下水の無処理放流の解消、下水処理場における排水の殺菌処理、約 1 万件の不適切な住宅排水接続の是正などを実施し、水中生物の多様性回復が得られていた²⁵⁾。また、この計画では 2024 年夏までに河川中の糞便汚染（大腸菌群など）を 75% 削減することが目標としていたが、実際に各競技日とも大腸菌 1000 CFU/100 mL 未満・腸球菌 400 CFU/100 mL 未満という国際基準を満たし、特に 7 月 31 日のトライアスロン個人戦当日は全測定地点で大腸菌 500 CFU 未満・腸球菌 100 CFU 未満と良好な水質だったことが強調されている²⁶⁾。しかし、大会後に水質基準や競技実施判断に関する意思決定の透明性が欠如していたことを指摘する論文が発表されており、特に水質データ報告の遅れや、安全性を裏付ける証拠の不十分さについて言及している²⁴⁾。例えば、国際トライアスロン連合の水質基準では、大腸菌 500 CFU/100 mL 以下、腸球菌 200 CFU/100 mL 以下での開催が推奨されているが、五輪では大幅に緩和された基準（1000 CFU/100 mL、腸球菌 400 CFU/100 mL）が許容されていたことに関する説明は不十分であったとしている。2006 年に発表された EU における法的基準の最低ラインはクリアしているものの（表 4）、2021 年のレクリエーション用水の水質に関する WHO ガイドラインではカットオフとして単一の数値基準は設けておらず、各国がリスク評価に基づき設定すべきとしている点に注意が必要である^{27,28)}。これは先に記載した、糞便指標菌測定による水質評価と消化器性疾患発症の関連性に乏しいこと、非特定汚染源の影響を受けることで影響が顕著に出やすいことを鑑みても矛盾はない。

パリ五輪の話題は、淡水の未処理水曝露を伴うスポーツイベントにおける消化器感染症疑いの事例とい

えるが、表 5 に淡水曝露を伴うスポーツ活動中の水や泥への曝露後に生じた各種感染症アウトブレイクのレビューを提示した²⁹⁾。本文献において、現在のレクリエーション用水の水質評価ガイドラインでは、淡水の質を包括的に評価するには不十分であること、イベント主催者は環境要因や気象イベントに留意しつつ啓発活動を含む適切な安全対策を講じる責任があることについて言及しており、スポーツにおける水と感染症においても学際的なリスク評価が必要なことを物語っている。

Ⅲ. 気候変動と水関連感染症

水関連感染症の世界的な分布および背景因子について、2012 年に包括的なレビューが発表されている⁷⁾。同報告では、社会・環境因子と報告されたアウトブレイク分布との関連性を評価しており、1991 年から 2008 年までの 1,428 件のアウトブレイク事例を抽出し解析を行った（図 2）。その結果、人口密度は全てのタイプの水関連感染症アウトブレイクにおける重要なリスク因子であること、water-related diseases は年間積算気温と関連すること、water-washed diseases は水域面積と負の相関を認めること、water-borne diseases と water-related diseases は、年間平均降水量と負の相関を認めることが示された。本研究は、水関連感染症は世界規模で社会・環境因子と有意に関連しているだけでなく、影響を受ける地域は疾患カテゴリー毎に異なる形で、不均等に影響を受けている可能性が示唆されたことから、気候変動が与える影響も地域毎に異なる特徴を持つことが予見された。

2025 年に発表された系統的レビューでは、温帯地域における気候変動が water-borne diseases (WBDs) に与える影響を評価することを目的に、2010 年から 2023 年に発表された英語文献 75 報を対象に実施された³⁰⁾。解析の結果、大腸菌、クリプトスポリジウム症、ジアルジア症などの病原体が主要な対象と

表 4 EU における淡水域のレクリエーション用水の微生物学的基準

指標細菌	判定		
	優良	良好	十分
腸球菌	200 CFU/100 mL 以下 *	400 CFU/100 mL 以下 *	330 CFU/100 mL 以下 **
大腸菌	500 CFU/100 mL 以下 *	1000 CFU/100 mL 以下 *	900 CFU/100 mL 以下 **

注) *95% タイル値、**90% タイル値

文献 27) を参考に著者作成

表5 淡水曝露を伴うスポーツ活動に関連した感染症アウトブレイク報告

病原体	スポーツ	報告地域	汚染が生じた場所	発症までの期間	報告されたりリスク因子
<i>Leptospira</i> 属	アドベンチャーレース	フィリピン/マレーシア/米国	湖/ジャングル/河川/湿地	13.5日間	イベント前的大雨 水の飲み込み 走行中の切り傷や擦り傷
	マッドラン	米国	泥		
	ラフティング/カヤック	スリランカ/コスタリカ/タイ/フランス	河川		
	カヌー	フランス (マルティニーク島)	河川		
	サーフィン	スイス	河川		
	トライアスロン	ドイツ/米国/オーストリア/レユニオン島	湖/河川		
胃腸炎を起こす細菌 (<i>Campylobacter</i> 属、 <i>Shigella</i> 属)	マッドラン	オランダ、米国	泥	3.3日間 (<i>Campylobacter</i> 属)	水と泥の飲み込み
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	マッドラン	オーストラリア	泥	18日間	泥の曝露
<i>Francisella tularensis</i>	カヌー	フランス	河川	7日間	—
住血吸虫	ラフティング	ウガンダ、エチオピア	河川	6週間	少量の淀んだ水たまり
<i>Giardia</i> 属、 <i>Cryptosporidium</i> 属	水泳	英国	河川	1.5日間	イベント前的大雨 水と泥の飲み込み
セルカリア皮膚炎	水泳	フランス	湖	—	少量の淀んだ水たまり
<i>Naegleria fowleri</i>	ラフティング/水泳	米国	人工河川	6日間	夏季の温暖地域にある湖や池などの温かいレクリエーション用水
ノロウイルスとその他の胃腸炎ウイルス	カヌー/ラフティング	ウェールズ、米国	湖/溪谷	1日間	イベント前的大雨 水と泥の飲み込み
	マッドラン	フランス、オランダ	泥		
	水泳	オランダ、英国	運河/河川		
	トライアスロン	オランダ	運河		
<i>Histoplasma capsulatum</i>	マッドラン	米国	泥	4週間	大量の病原体吸入

文献 29) を参考に著者作成

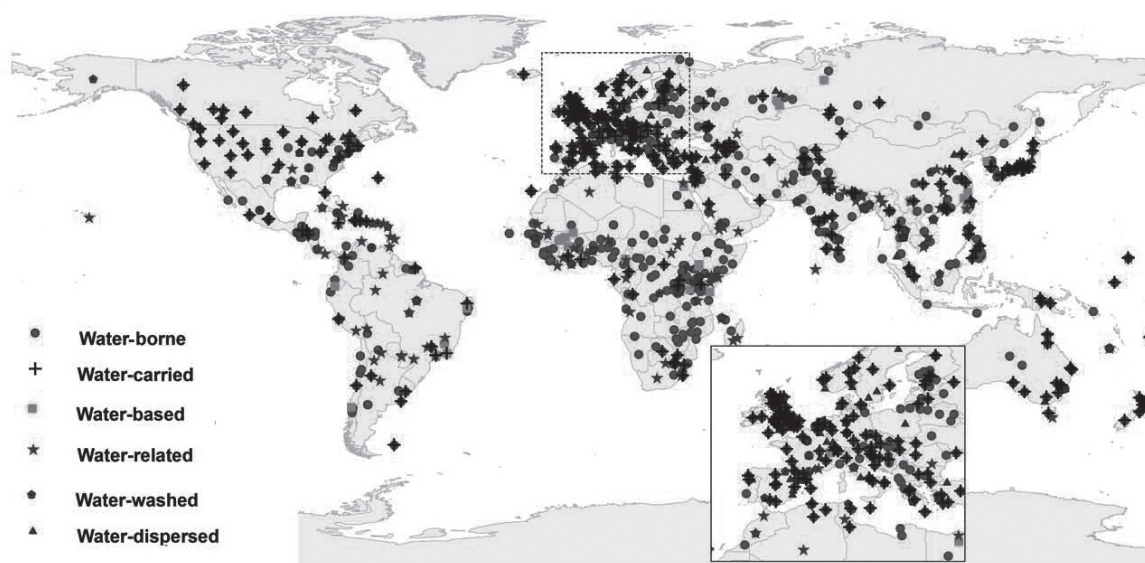


図2 1991年から2008年にかけて報告された水関連感染症アウトブレイクの分布

文献7) より転載

(図2は巻末カラーで掲載しています)

っており、特に降水量（22％）と豪雨（19％）が多くの温帯地域でリスク要因とされ、欧州では河川流量（50％）が重要な要因とされた。将来の気候シナリオでは、降水量増加と気温上昇により水系感染症の発生率が上昇すると予測されており、特にクリプトスポリジウム症とジアルジア症のリスク増加が指摘されている。また、社会的・行動的要因（レジャー、観光、農業活動）も感染リスクに関連しており、気候・

水関連の生態学的要因・人間行動の相互作用がWBDsの発生に複雑な影響を及ぼしている。

温暖化は、水が地表から大気へ、そして再び地表へと循環するサイクルを乱しており、高温、極端な降雨と洪水、干ばつ、高潮と海面上昇といった気候変動を引き起こしている^{31,32)}。これらの変化は、前述の原因微生物の起源、感染経路、病原体毎の特性に応じて多面的な影響を与え得る。表6に示したよ

表6 気候変動による災害が特定の水系感染症に及ぼす影響

気候上のハザードと病原体	病原体に対する環境の影響	ヒトへの曝露機会（注）	疾病リスク（注）
空気および水温の上昇			
チフス、 非チフス性サルモネラ 赤痢、 <i>Vibrio cholerae</i>	温水環境では感染性を保持したまま、 病原体の生存や増殖が促進	↑ (水源における病原体負荷、感染可能 季節の長期化)	↑
サルモネラ、赤痢	高温では病原性遺伝子が発現し、低温で は発現が抑制	→	↑ (感染力の強い病原体曝露)
<i>V. vulnificus</i> <i>V. parahaemolyticus</i> <i>Naegleria fowleri</i>	海洋細菌の生存率と増殖が高まり、結果と して沿岸域で細菌が大量発生	↑ (感染可能季節の長期化：レクリエー ション活動等)	↑
<i>N. fowleri</i> 、 アカントアメーバ属	温かい未処理の淡水において、感染性を 保持したまま病原体の増殖または生存が 促進（例：栄養豊富な湖、池、貯水池）	↑ (水源における病原体負荷)	↑
ロタウイルス、ノロウイルス クリプトスポリジウム属、 <i>Giardia lamblia</i>	温水環境では病原体の死滅が進み、 感染性は低下	↓ (水源における病原体負荷)	↓
レジオネラ属	空調ユニットや給湯器、水の供給システム などに形成されるバイオフィーム内で、 病原体の増殖や生存が促進	↑ (汚染された空調ユニット・シャワー ヘッドからのエアロゾルによる病原体負 荷・拡散)	↑
細菌・原虫・ウイルス・ 寄生虫病原体	・高温で塩素消毒の効果が上がり、水の浄 化がより効率的になる可能性 ・一方、高温で有機物が溶解し水処理施設 での濁度が上昇し、その結果塩素消毒や 紫外線照射による飲用水処理が妨げら れ、水の浄化効率が低下する可能性	↑↓ (飲用水中の病原体負荷)	↑↓
大雨と洪水			
クリプトスポリジウム属、 <i>Giardia lamblia</i>	洪水やインフラ設備損壊により、水処理施 設・工場・畜産施設などからの排水・排出物 流出が増加	↑ (水源における病原体負荷)	↑
<i>V. cholerae</i> 、A型肝炎ウイル スその他の糞便由来病原体	洪水や極端な気象事象による被害により、 井戸や飲用水源などのインフラが損壊	↑ (水源における病原体負荷)	↑
レプトスピラ、ブドウ球菌A型 肝炎ウイルス、ロタウイルス	暴風雨による雨水流出や下水の溢流により、 病原体の移動や拡散が促進	↑ (汚染された地表水・土壌曝露)	↑
動物・ヒト由来の <i>Escherichia coli</i> O157:H7 およびその他の糞便由来 病原体	・非特定の供給源（例：家畜の糞便、野生 動物、浄化槽）からの流出増加、水処理 不十分な地域での大雨時に糞便性病原 体により、地下水汚染が発生 ・水処理施設の処理能力を超えることによ り、水源や河川・湖の底質が汚染	↑ (地表水中の病原体濃度)	↑
干ばつ			
糞便由来病原体	干ばつ時の水源や貯水方法変更により、家 庭における塩素消毒などの処理手段が不十 分になる可能性	↑ (水源における病原体負荷、水利用可 能量減少による手指衛生不十分)	↑
高潮または海面上昇			
ヒト・環境・動物由来のビブ リオ属菌を含む糞便由来病原体	高潮で病原体が巻き上げられて拡散するこ とにより、飲料水が汚染	↑ (水源における病原体負荷)	↑

（注）曝露機会またはリスク：↑増加、→不変、↓低下

文献 32) を参考に著者作成

うに、気候変動のパターンが病原体とヒトおよび環境に与え得る影響を理解することで、現在進行形の問題となっている、国内外における気候変動と水関連感染症を考える一助となるであろう。

おわりに

医療で取り扱う水由来の感染症のうち、自然環境を中心とした市中感染症について最近の事例を取り上げつつ概説した。レクリエーション用水は、未処理水のみならず処理水においても一定のリスクがあることに加え、今後は気候変動が付与する新たなリスクについても十分な留意が必要である。また、本稿では取り上げなかった医療環境における水と感染症（医療関連感染症）についても未解決の課題は多く、一人でも多くの方に「水と感染症のリスク」についての認識を深めるきっかけとしていただければ幸いである。

文 献

- 1) Jouanna J. WATER, HEALTH AND DISEASE IN THE HIPPOCRATIC TREATISE *AIRS, WATERS, PLACES*. In book: Greek Medicine from Hippocrates to Galen. https://doi.org/10.1163/9789004232549_010 (引用日 2025年4月21日)
- 2) Tulchinsky TH. John Snow, Cholera, the Broad Street Pump; Waterborne Diseases Then and Now. Case Studies in Public Health. 2018 Mar 30:77–99.
- 3) Lippi D, Gotuzzo E. The greatest steps towards the discovery of *Vibrio cholerae*. Clin Microbiol Infect. 2014;20(3):191-5.
- 4) White GF, Bradley DJ, White AU. Drawers of water: domestic water use in Africa: public health classics. Bull World Health Organ. 2002;80(1):63–73; discussion 61–62.
- 5) World Health Organization. Environmental management for vector control. 1988. <https://iris.who.int/handle/10665/69487> (引用日 2025年4月21日)
- 6) UNICEF. HANDBOOK ON WATER QUALITY. 2008. <https://www.unicef.org/documents/2008-unicef-handbook-water-quality> (引用日 2025年4月21日)
- 7) Yang K, LeJeune J, Alsdorf D, et al. Global distribution of outbreaks of water-associated infectious diseases. PLoS Negl Trop Dis. 2012;6(2):e1483.
- 8) Saxena SK. (ed.) Water-Associated Infectious Diseases. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2020.
- 9) Ashbolt NJ. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. Toxicology. 2004;198(1–3):229–238.
- 10) Sclar GD, Penakalapati G, Amato HK, et al. Assessing the impact of sanitation on indicators of fecal exposure along principal transmission pathways: a systematic review. Int J Hyg Environ Health. 2016;219(8):709–723.
- 11) Colley DG, Bustinduy AL, Secor WE, et al. Human schistosomiasis. Lancet. 2014;383(9936):2253–2264.
- 12) Weaver SC, Barrett AD. Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease. Nat Rev Microbiol. 2004;2(10):789–801.
- 13) Cunha BA, Burillo A, Bouza E. Legionnaires' disease. Lancet. 2016;387(10016):376–385.
- 14) Eisenberg JN, Desai MA, Levy K, et al. Environmental determinants of infectious disease: a framework for tracking causal links and guiding public health research. Environ Health Perspect. 2007;115(8):1216–1223.
- 15) 熊本県. 令和6年(2024年)8月22日 知事定例記者会見. <https://www.pref.kumamoto.jp/site/chiji/212971.html#2> (引用日 2025年4月21日)
- 16) 日テレNEWS NNN. 【専門家】轟の滝の水質検査でノロウイルス 患者の便から検出も遺伝子型は一致せず. <https://news.ntv.co.jp/category/society/kk067fb910b-f764893a63a0a5cda2d73c1> (引用日 2025年4月21日)
- 17) TBS NEWS DIG. 【速報】川遊び後に下痢・嘔吐 水が「ノロウイルス汚染」か 原因特定には至らず 症状はのべ300人以上に 熊本・天草市「轟の滝」. <https://newsdig.tbs.co.jp/articles/-/1450268> (引用日 2025年4月21日)
- 18) Hlavsa MC, Roberts VA, Anderson AR, et al. Surveillance for waterborne disease outbreaks and other health events associated with recreational water — United States, 2007–2008. MMWR Surveill Summ. 2011;60(12):1-32.
- 19) CDC. Waterborne Outbreaks Summary Reports. <https://www.cdc.gov/healthy-water-data/study-results/index.html> (引用日 2025年4月21日)
- 20) Graciaa DS, Cope JR, Roberts VA, et al. Outbreaks Associated with Untreated Recreational Water - United States, 2000-2014. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2018;67(25):701-706.
- 21) Sinclair RG, Jones EL, Gerba CP. Viruses in recreational water-borne disease outbreaks: a review. J Appl Microbiol. 2009;107(6):1769-80.
- 22) Fewtrell L, Kay D. Recreational Water and Infection: A Review of Recent Findings. Curr Environ Health Rep. 2015;2(1):85-94.
- 23) Communiqué - Paris 2024 et World Triathlon - 30 juillet. Report de l'épreuve masculine de triathlon – météo. <https://presse.paris2024.org/actualites/communiqué-paris-2024-et-world-triathlon-30-juillet-e6965-e0190.html#:~:text=Paris%202024%20et%20World%20Triathlon,permettre%20la%20tenue%20de%20l%27C3%A9v%C3%A9nement> (引用日 2025年4月21日)
- 24) Sesa G, Borry P, Loland S, et al. Olympic Glory Vs. Athlete Safety: Ethical Lessons From the Seine Water Quality Controversy. Public Health Rev. 2024;45:1608075.

- 25) Les Jeux olympiques et paralympiques 2024.
<https://www.ecologie.gouv.fr/rendez-vous/jeux-olympiques-paralympiques-2024/nos-actions#:~:text=Le%20plan%20pr%C3%A9voit%20des%20actions,se%20poursuivront%20apr%C3%A8s%20les%20Jeux> (引用日 2025年4月21日)
- 26) Bilan des épreuves dans la Seine et publication des données liées à la qualité de l' eau de la Seine.
<https://presse.paris2024.org/actualites/bilan-des-epreuves-dans-la-seine-et-publication-des-donnees-liees-a-la-qualite-de-leau-de-la-seine-e064c-e0190.html#:~:text=Les%20journ%C3%A9es%20de%20familiarisation%20et,400%20UFC%2F100ml%20pour%20les%20ent%C3%A9rocoques> (引用日 2025年4月21日)
- 27) European Union. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. Official Journal of the European Union. L64:37–61. 2006.
<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/7/oj> (引用日 2025年4月21日)
- 28) World Health Organization. Guidelines on recreational water quality: Volume 1 Coastal and fresh waters. 2021.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240031302> (引用日 2025年4月21日)
- 29) Delamare H, Septfons A, Alfandari S, et al. Freshwater sports and infectious diseases: A narrative review. *Infect Dis Now*. 2024;54(4S):104883.
- 30) Salubi EA, Gizaw Z, Schuster-Wallace CJ, et al. Climate change and waterborne diseases in temperate regions: a systematic review. *J Water Health*. 2025;23(1):58-78.
- 31) Allen MR, Ingram WJ. Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. *Nature* 2002;419: 224-32.
- 32) Semenza JC, Ko AI. Waterborne Diseases That Are Sensitive to Climate Variability and Climate Change. *N Engl J Med*. 2023;389(23):2175-2187.

本シリーズは第65巻(2019)10号より「マスギャザリングと感染症」というシリーズで6回にわたり掲載しておりましたが、より広く社会における感染対策なども含めたテーマも取り上げることとし、シリーズ名を「社会における感染症」に変更しています。

(モダンメディア編集室)

社会における感染症 7
自然環境における水にまつわる感染症 関谷紀貴

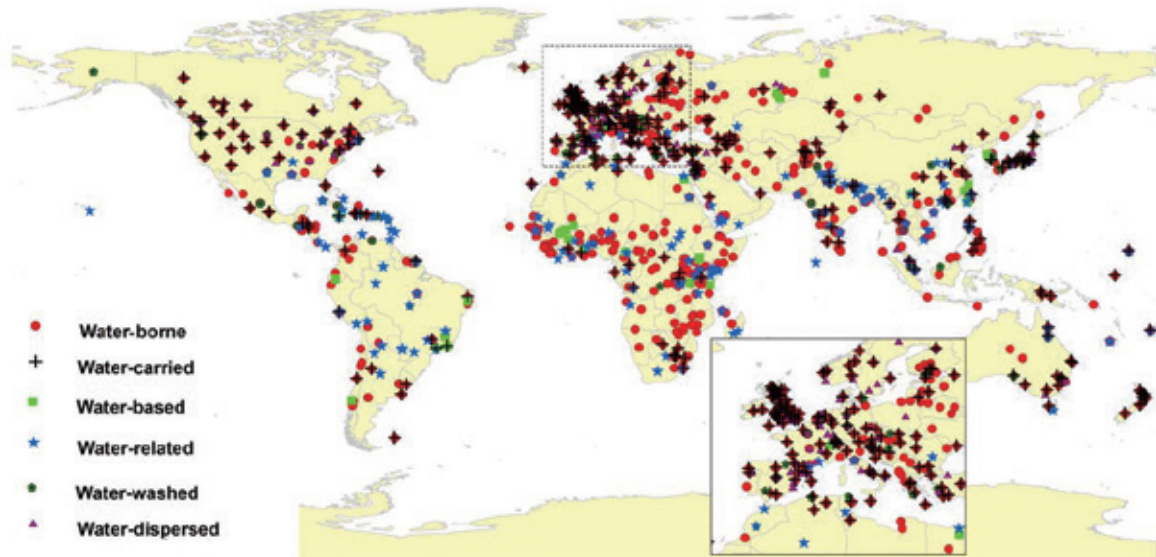


図2 1991年から2008年にかけて報告された水関連感染症アウトブレイクの分布

文献7)より転載