

環境省委託調査研究

令和7年度 水道における寄生虫等の  
微生物対策に資する調査検討業務

報告書

令和7（2025）年度

泉山 信司

（特殊法人 国立健康危機管理研究機構）

## 環境省委託調査研究

令和7年度 水道における寄生虫等の微生物対策に資する調査検討業務

### 報告書

泉山 信司（特殊法人 国立健康危機管理研究機構 国立感染症研究所 寄生動物部）

#### 概要

クリプトスポリジウムやジアルジアといった消化管寄生性の原生生物は塩素消毒に抵抗性があり、水道水を介した集団下痢症の原因となる。対策の一環として、原水の汚染レベルに応じた水質管理等を行うための「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」が通知されている。汚染の可能性が低いレベル1からおそれが高いレベル4までの4段階で分類し、汚染のおそれの程度に応じた予防対策の実施を助言しているが、レベル不明に分類された施設が2023年時点で1,000施設もの数が国内に存在していた。未対策施設を支援する方法の一つとして、本業務では、水道における耐塩素性微生物等対策に関する情報収集を行い、現行の対策および対策の実例2件を列挙した。これら2例の浄水施設改良は、単なる設備の追加、改修に留まらず、水道に対する安全性への強い意志と、それを実現するための効率的かつ現実的な手法が凝縮されていた。これらを参考にして、未分類未対策施設が解消されることを期待する。

#### 背景

水道の原水は、河川等の水を利用していることが多く、周辺環境の影響によりバクテリア、ウイルス、寄生虫等の微生物等が混入する可能性があり、適切な浄水処理が行われな  
い場合は集団感染症を引き起こすリスクが常にある。水道水の遊離残留塩素濃度は蛇口の水で0.1 mg/Lが義務付けられており、バクテリアとウイルスの多くは消毒されるが、耐塩素性病原生物である寄生虫には効果が限られており問題になりえる。具体的に、クリプトスポリジウムやジアルジアといった消化管寄生性の原生生物は塩素消毒に抵抗性があり、水道水を介した集団下痢症の原因となる。実際に日本国内では、1996年に町水道を介した9,000人弱のクリプトスポリジウム集団感染が生じている<sup>1)</sup>。海外では、1993年に米国で40万人がクリプトスポリジウムに感染する世界最大の集団感染があり<sup>2)</sup>、このような大規

模な集団感染が生じることを経験している。最近でも、2010年にスウェーデンで27,000人の大規模な集団感染が<sup>3)</sup>、2024年に英国で100人強の集団感染が生じている<sup>4)</sup>。ジアルジアの集団感染は、2004年にノルウェーで6,000人の世界最大規模があった<sup>5)</sup>。他にも多数の事故が海外で報告されており、水泳プールなどの遊水施設や食品といった水道水以外の感染経路もあり、注意を要する。

日本の水道では、消毒だけでなく、病原性微生物の対策の一環としてろ過の設備が法令により義務付けられている。「水道施設の技術的基準を定める省令」の第5条第1項第8号において、以下の通り、原水に耐塩素性病原生物が混入するおそれがある場合の要件が定められている<sup>6)</sup>。

- 八 原水に耐塩素性病原生物が混入するおそれがある場合にあっては、次に掲げるいずれかの要件が備えられていること。
  - イ 濾過等の設備であって、耐塩素性病原生物を除去することができるものが設けられていること。
  - ロ 地表水を原水とする場合にあっては、濾過等の設備に加え、濾過等の設備の後に、原水中の耐塩素性病原生物を不活化することができる紫外線処理設備が設けられていること。ただし、当該紫外線処理設備における紫外線が照射される水の濁度、色度その他の水質が紫外線処理に支障がないものである場合に限る。
  - ハ 地表水以外を原水とする場合にあっては、原水中の耐塩素性病原生物を不活化することができる紫外線処理設備が設けられていること。ただし、当該紫外線処理設備における紫外線が照射される水の濁度、色度その他の水質が紫外線処理に支障がないものである場合に限る。

さらに技術的助言として、原水の汚染レベルに応じた水質管理等を行うための「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」が通知されている<sup>7)</sup>。この指針は、クリプトスポリジウム等による汚染のおそれの程度に応じた予防対策の実施を助言している。まず汚染の可能性が低いレベル1からおそれが高いレベル4までの4段階で分類し、レベル3と

4に対策を求めている。河川水などの地表水<sup>8)</sup>は糞便汚染を受けやすく、レベル4に分類され、ろ過後の濁度を0.1度以下に維持あるいはろ過後に99.9%以上不活化できる紫外線処理の対策が求められる。地表水の影響を受けやすい伏流水や浅井戸の地下水は、指標菌の検出があればろ過あるいは紫外線の対策を必要とするレベル3、指標菌の検出がなければ当面はろ過や紫外線の対策を求められないレベル2に分類される。地表水等が混入していない被圧地下水の深井戸で大腸菌などの指標菌の検出がなければ、ろ過や紫外線の対策を必要としないレベル1に分類される。それぞれのレベルに合わせて原水等の検査も求められる。

この暫定対策指針が通知された1996年から30年弱が経過したが<sup>9)</sup>、未だに寄生虫等の耐塩素性病原微生物の対策に苦慮しているであろう水道施設も一定数存在している<sup>10)</sup>。レベル不明に分類された施設は減少傾向にあるものの、下げ止まりつつある状態で、1,000施設もの数が国内に存在しており(図1)、小規模が理由でクリプトスポリジウム対策にまで配慮が行き届かないことが可能性として考えられる。しかし、レベル不明で未対策のままにして、事故が生じて良いとはならず、規模に関わらず水道水には十分な安全性が求められるし、事業者としても安全性を求めることは間違いない。そのような未対策施設を支援する方法の一つとして、本業務では、水道における耐塩素性微生物等対策に関する情報収集を行い、実効性の高い対策や事例を提示することを企図した。水道システム全体のリスクの一層の低減と安全性の強化を期待するものである。

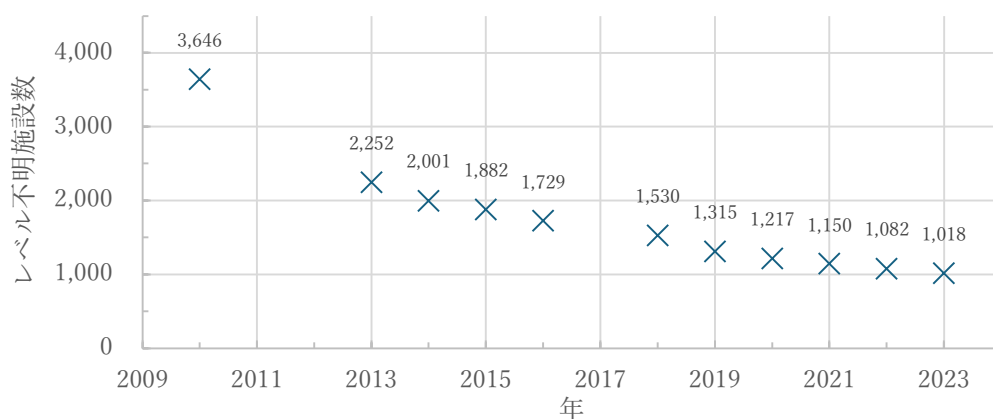


図1 対策指針に基づく予防対策の実施状況より、レベル不明施設数の推移<sup>10)</sup>

注：“水道原水に係る指標菌（大腸菌、嫌気性芽胞菌）の検査結果に基づくレベル判断を未実施である施設の数。ろ過等による浄水処理対策を実施済みの施設も含まれる。”とあり、理由は不明だが、対策済みであっても不明のままにされている施設もある模様。

## 方法

現在の耐塩素性病原微生物の対策について、参考資料にあるように各種資料を検討し、現状をまとめた。対策の実例2件について取材して列挙した。本業務は、以下4名の研究協力者の協力を得て遂行した（敬称略）。

神戸大学大学院農学研究科 資源生命科学専攻 感染症制御学教室 研究員 井上 亘

川崎市上下水道局水管理センター 検査第1担当 北沢 和

神奈川県内広域水道企業団 浄水部 広域水質管理センター 水質管理担当 栗田 志広

県立広島大学 生物資源科学部 教授 橋本 温

## 結果および考察

### 1. 現在の耐塩素性病原微生物の対策

周知の大前提として、近年の日本の水道水における微生物学的な安全性は、主に凝集沈殿ろ過による急速ろ過と、塩素消毒により担保されてきた。塩素消毒が始まる以前の昔の水道水はろ過が主たる処理であり、配水系の汚染防止も重視されていた。ところが塩素消毒が始まってからは塩素消毒のみに依存して、濁度が末端の基準2度を超えていないことを理由に、凝集剤を利用せず除去性能を低下させることがあった。凝集剤を入れなかった結果として、5 $\mu\text{m}$ と小さいクリプトスポリジウムがろ過池を抜けて、事故が生じている<sup>1)</sup>。ろ過と言っても細かな粒子が素通りする単なる砂ろ過ではなく、凝集剤を使って細かな粒子も捕捉できる急速ろ過、あるいは凝集剤を使わず生物膜で捕捉する緩速ろ過、地層によりろ過される深井戸、5 $\mu\text{m}$ を補足できる膜ろ過があり、いずれも5 $\mu\text{m}$ 程度の粒子を除去可能な設備が求められる。これらの処理は水道事業者にとって常識的な対応であるが、一般には十分に認識されていない可能性がある。また、地震や地上汚染の影響により、深井戸であっても原水の水質が変化することがあるため、定期的な水質確認が重要である。

そして現在でもろ過と消毒の両方の重要性は変わることがないことを、改めてここで確認しておく。病原体には様々な種類があり、ろ過を抜けるが塩素消毒が有効な場合（例えばろ過性病原体のウイルス）、塩素消毒が通用しないが適切なるろ過で除去できる場合（例えば本報告の主題である耐塩素性病原微生物の寄生虫）があって、対策として2つの処理は補い合っている。

ろ過方法として前述の急速ろ過や緩速ろ過が使えるのは、管理が行き届く比較的大きな浄水場に限定されると考えられる。暫定対策指針の時から「ろ過池出口の水の濁度を常時把握し、ろ過池出口の濁度を 0.1 度以下に維持すること」が通知されているが<sup>9)</sup>、降雨で急激に変動する原水濁度に対応して、凝集剤の添加量を調整し、低い濁度の浄水を得ることは、無人では困難であると思われる。時と場所や天候により原水水質が異なるので、ジャーテストの実施や運転管理者の経験に基づいて、凝集剤の添加量の調整が職人技で行われていることもまた、水道における常識であり、一般には知られていないことであろう。規模が小さくてもろ過を徹底する場合には、MF 膜 (Micro Filtration membrane) など 5 $\mu$ m を補足できる膜ろ過が用いられて、無人運転も可能なシステムが実用化されている。

通知にはろ過の強化が先あり、消毒は後に追加された<sup>7)</sup>。比較的低線量の紫外線消毒がクリプトスポリジウムとジアルジアに通用することが明らかにされ、およそ 10mJ/cm<sup>2</sup> の線量で 99.9% の不活化が得られることが分かった。紫外線の線量がわかりやすいように例を書くと、長さ 40cm の直管型殺菌灯 (例えば GL-15) は (一般的な直管型蛍光灯 (FL-15) の装置につけられる大きさで)、約 50cm の距離で 100 秒ほど照射するとその線量に達する (装置により線量は前後するかもしれないが、実験室の安全キャビネット内でクリプトスポリジウムの不活化に利用している実測例として) (なお、距離が半減すると線量が 4 倍になり、照射時間を 1/4 に減らせる計算)。

クリプトスポリジウム/ジアルジアへの紫外線消毒は、当初は脱のう (嚢子 (のうし、オーシスト/シスト) から中身の小虫 (スポロゾイト/トロホゾイト) が脱出して外に出られる活性を評価) や色素排除能 (色素が細胞内に透過せず無傷なことを評価) を指標に検討されて、タンパク質が変性して脱のうできなくなったり膜に穴が開く程の高線量が必要と考えられたが、前述のとおり低線量でも DNA 損傷が増殖を阻害して、結果として病原性が抑えられることが後から判明し、国内外で紫外線消毒が実用化されている<sup>6, 7, 11)</sup>。

<sup>12)</sup>。なお、紫外線に数倍から桁違いな耐性を持つ病原体として芽胞菌やアデノウイルスがあるので、低線量の紫外線処理のみに依存することはせず、他の処理と組み合わせて使用する。

他に紫外線処理について気になるのは、水俣条約<sup>13)</sup>の影響で蛍光灯の利用が急速に減少しており、その結果として処理のコスト上昇が予想される点である。殺菌灯に用いられる低圧水銀ランプは、照明用の蛍光管のガラスを紫外線が透過できる石英ガラスに置き換え、内側の白色の蛍光塗料 (紫外線を白色の可視光にかえて照明に使う) を施さない構造

をしている。つまり殺菌灯は、これまで蛍光灯と同様の技術で安価（？）に利用されてきたところを、殺菌灯は水俣条約で例外とされてはいるが、今後はその生産と利用が容易ではなくなると予想される。将来に向けて UV-LED による紫外線消毒装置の開発も進んでいるが、現状ではまだコストが高い。それでもなお、コストをかけてでも UV-LED を利用することが将来の方向で、低圧水銀ランプを用いて低コストで紫外線処理を導入しやすいのは、今のうちかもしれない。

背景で指摘した通り、クリプトスポリジウム等の耐塩素性の病原体による感染事故は生じるので、対策することが極めて重要である。次に、未分類施設における理解と対策の促進を期待して、対策を実施した 2 事例について列挙する。

## 2. 上郡町（かみごおりちょう）の与井浄水場（よい浄水場）

1 例目は小規模な例として、兵庫県赤穂郡上郡町の与井浄水場について紹介する。

上郡町は、昭和 43 年から水道事業を開始し、現在は計画給水人口約 14,000 人、計画 1 日最大給水量 7,315 m<sup>3</sup>の規模で事業を運営している。町内には 4 つの浅井戸水源と、与井浄水場と大枝新浄水場の 2 つがある。水源からは大腸菌の検出があり<sup>14)</sup>、大枝新浄水場は膜処理で平成 18 年頃には対策済みであった<sup>15)</sup>。もう一方の改良前の与井浄水場は、町の東半分に 3,800 m<sup>3</sup>の水道水を供給していたが、浅井戸からの原水に塩素消毒のみを行い、耐塩素性病原体対策が未対応であった。町は「いつでも安全で、安心して飲める水道水」という明確な理念のもと、浄水施設の改良を決定した。平成 20 年度に浄水方法の変更認可を受け、令和 3 年には高度浄水処理施設（紫外線処理）の建設に着手し、令和 5 年に完成した。

具体的な設備の内容等は以下の通り：

- 濁度処理のための凝集剤（PAC、ポリ塩化アルミニウム）注入設備と繊維ろ過設備：通常は PAC を使用せず、万が一濁度が上がった時に使うために用意
- 紫外線処理設備：耐塩素性病原体に有効（写真 1）



写真1 与井浄水場の紫外線処理設備

右側に四角い制御盤、中央の黒い電線が接続されている丸い部分に低圧水銀ランプ、その上の左右に流入側と流出側の配管が続いて、配管の上部に遮断弁、などがある。制御盤は遠隔監視と操作に対応している。この設備は建物2階にあり、水害を避けられるようになっている。

- ばっ気設備：pH調整のため
- 自動水質監視装置：メダカを使った水質監視装置の導入
- 繊維フィルターの自動排泥設備：ろ過設備のメンテナンスを容易にし、安定した稼働を維持
- 一括監視体制：与井浄水場と大枝新浄水場をオンラインで一括監視できる監視室を整備、管理業務の効率化と迅速な対応が可能
- 浄水池：以前は原水に塩素を添加して直接送っていたため必要なかった浄水池を新設
- 天日乾燥床：屋外に3床設置
- 設備の集約：既存の敷地内にある駐車場を有効活用し、1つのコンパクトな建物内にまとめる
- 浸水被害対策：設備は建物の2階に配置、1階を駐車場として再利用

一連の内容は、非常に有益かつ、他の多くの事業者にとって重要な示唆となると考えられた。一部繰り返しになるが、設備以外の角度から見ると以下の通りであった。

第一に、町の水道に対する能動的な危機管理意識である。我々は平成30年に上郡町内で実施した下水調査において、鞍居浄化センターからクリプトスポリジウムを複数回検出

しており、汚染への懸念があった<sup>16)</sup>。一方、問題が顕在化する前に、町が主体的に対策を講じて、水道事業者が抱える潜在的なリスクに対し先駆的に行動した。この好事例は全国の模範となりえる。

第二に、限られた予算と敷地を最大限に活用した設計である。新規の土地取得を必要とせず、既存の敷地内にコンパクトな施設を集約する工夫は、同様の課題を抱える多くの小規模事業者にとって、現実的かつ経済的な解決策となりうる。

第三に、濁度処理と紫外線処理を組み合わせた複合的な対策である。浅井戸の濁度は通常は低いですが、降雨など濁度が上昇した際に紫外線が透過できるように維持し、配水系の汚れを防ぐといった重要な役割を濁度処理が担っている。浅井戸の水質特性を考慮した合理的な設計として評価が高いと言える。

第四に、水質管理の高度化と効率的な運用への配慮である。オンラインによる2浄水場の一括監視体制の導入は、水源の特性、人的負担の軽減、確実な水質管理の実現に対応しようとする、先進的な取り組みと考えられた。

### 3. 青森市の横内浄水場（よこうち浄水場）

次に、青森市の横内浄水場の事例について紹介する。

青森市は、明治42年に水道事業を開始し、令和5年度末で給水人口約26万人、一日最大配水量約93,328 m<sup>3</sup>（簡易水道含む）の規模で運営している。市内には横内浄水場と堤川浄水場の2つの主要な浄水場があり、横内浄水場は横内川を水源とし、緩速ろ過方式で浄水処理を行っている。横内浄水場は、青森市の水道が最初に通水を開始した歴史のある施設で、数度の拡張工事を経て、現在の施設能力は43,200m<sup>3</sup>/日になっている。その水道水は、昭和59年に日本一おいしい水道水と評価されている（厚生省、おいしい水研究会、全国12地区の利き水大会）。水源保護のため「青森市横内川水道水源保護条例（平成14年）」が制定され、水源涵養保安林の整備も進められて、青森市水道部は水資源功績者として表彰もされている（国土庁、平成8年）。

横内川は八甲田連峰を水源として、浄水場の上流には下水処理場がなく、水質は良好で病原微生物の心配がないとみなされていたと想像する。ところが水道原水からジアルジアが検出される様になり、遺伝子型別からげっ歯類に感染するジアルジア (*Giardia microti*)

の配列が高頻度に検出された<sup>17)</sup>。このジアルジアは野ネズミで流行していたようで、自然豊かな山林に由来の表流水を水道原水として利用するからには、わずかとはいえ野生生物に由来する糞便汚染が避けられなかった。幸いこの種類はヒト感染や集団感染の報告はなかったが、稀に他のジアルジアやクリプトスポリジウムの遺伝子が検出されることもあった。これに対応して、浄水場の改修のタイミングにあわせて、紫外線処理が追加され、水質のさらなる向上がなされた。すなわち現在は、緩速ろ過による除去と、紫外線処理による消毒の、2重のバリアーが導入されて高い安全性が確保されている。

殺菌灯は安価であっても、おそらく建物などのその他の費用が高いと思われるが、浄水場の改修に合わせた導入であれば負担が少なく、費用対効果が高かったと推察する。横内浄水場の施設整備については以下の通り：

- 緩速ろ過の更新：110年以上が経過した北系沈殿池の更新（およびろ過池の更新予定）、耐震化、降雨や融雪の高濁度に対応しづらく取水停止を余儀なくされることもあったところを、ストック水量の増でろ過継続時間の延長、安定性の増
- 紫外線・塩素処理棟の設置：40年ほど経過した消毒設備の更新、耐震化と同時に、施設内に紫外線処理設備を設置、水の流れはろ過池＞紫外線処理＞塩素処理＞配水池の順
- 大規模地震対応：施設1系統の沈殿施設までが耐震となった
- 緩速ろ過に紫外線処理の追加：マルチバリア方式、東北地方では初となる
- 中圧水銀ランプの採用：大水量の処理をコンパクトに実行（最大処理水量50,000m<sup>3</sup>/日）、紫外線強度の無段階制御による省エネ（写真2）
- 洗砂機の処理の徹底：更新で性能向上、既存機は洗浄水が2度以下にできなかったが、新型機は可能な高い洗浄効果
- 高感度濁度計の導入：ろ過池の削り取り後の濁度管理の徹底、2台の装置で、南系統の計8池のろ過池出口を監視、試料は混合せずサンプリング配管を切り替えながらインターバル測定、1池毎の丁寧な対応が可能で経済的

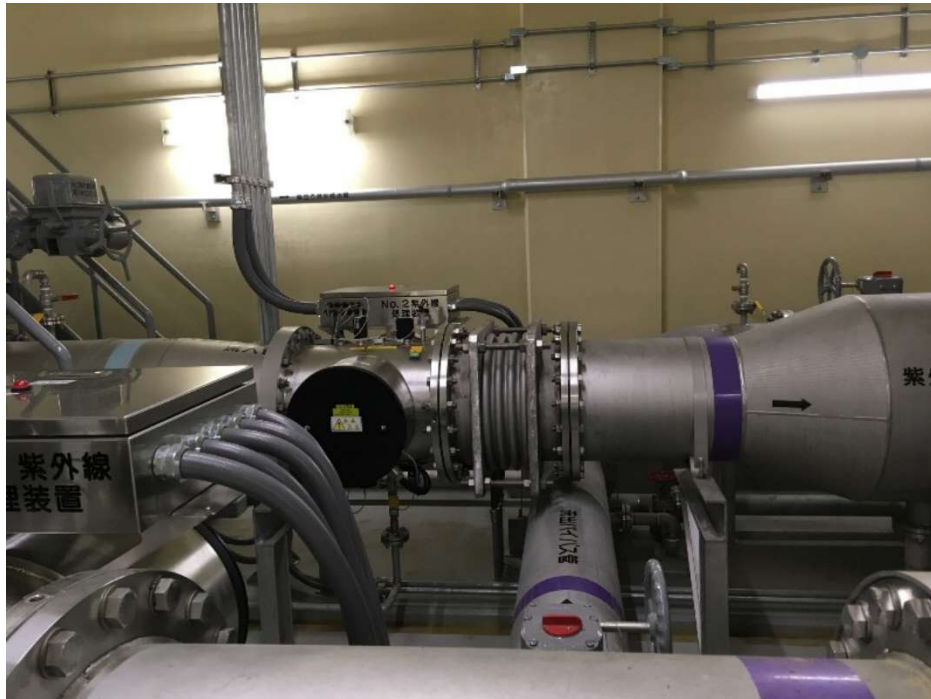


写真 2 横内浄水場の紫外線処理設備

中央やや左にある黒丸の装置内に中圧水銀ランプ、その上部ユニットに照射中ランプやケーブル類、左から右に向かって水道水が流れて右の太い管が膨らむところに流向の矢印。写真左端の手前側にも別の照射装置が奥側 1 台目と平行に並んであり、ランプの上部ユニットとケーブル類の一部が見える。

- 水質試験室の更新：昭和 53 年から 40 年ほど経過、大規模な改修や業務への影響を避けた単独での設置、薬品で腐食された空調や給水の不具合対応、検査のコンタミネーション防止、検査精度と検査担当者の安全の確保、給排気可変風量制御による省エネ、周辺町村の水質検査業務を受託する広域的な検査体制
- 非常用電源の整備：高効率化出力向上、停電時にも一部検査業務の継続が可能

上郡町の内容の繰り返しが多くなるが、一連の内容は、非常に有益かつ、他の多くの事業者にとって重要な示唆となると考えられた。設備以外の角度から見ると以下の通りであった。

第一に、市の水道に対する能動的な危機管理意識である。ジョージアの汚染が多数検出されたことに対して、ヒト感染のおそれが低い種類と軽視することなく、対策が行われた。人獣共通感染症は広く警戒されており、野生生物の間でヒト感染する種類が流行する可能性も考慮されたであろう。ジョージアには Assemblage A 型、B 型といった人獣共通の遺伝子型が知られており、いつどこで流行が生じるか予想できない。ヒト感染するクリプトスポリジウムなら、よく知られているヒト型 (*Cryptosporidium hominis*) とウシ型 (*C. parvum*) だけでなく、トリ型 (*C. meleagridis*) やウサギ型 (*C. cuniculus*) なども知られている<sup>18)</sup>。表流水は糞便汚染を受けるものであり、潜在的なリスクであっても対策がなされた。

第二に、限られた予算と敷地を最大限に活用した設計である。紫外線・塩素処理棟として、一つのコンパクトな施設に集約されている。横内浄水場にある緩速ろ過の南北2系統のうち、南系統がこの処理棟と接続されている（北系統は今後耐震化を含め更新予定で実際には使用していない状態）。資料によれば、コンパクトな施設にしたことで億円単位の節約との数字があった。

第三に、緩速ろ過と紫外線処理を組み合わせたマルチバリア方式であり、処理に安全側の余裕が大きく、とても安心感がある。紫外線処理は水道水の風味に影響せず、日本一おいしい水道水を守ろうとしている。緩速ろ過が高濁度に弱いところを補っている。

第四に、水質管理の高度化と効率的な運用への配慮である。ろ過池出口の濁度を 0.1 度よりも十分に下回るよう、高感度な濁度計で監視している。多数あるろ過池出口を、個別に測定しているが、試料水の切り替えで、効率よく監視している。緩速ろ過で掻き取った砂を洗浄するのに、さらに濁度を低減できるよう、性能の良い洗砂機に更新している。

青森市の浄水施設におけるマルチバリア処理導入の事例を紹介した。近年、欧米では地下水・表流水を問わず紫外線処理を導入する事例が広く見られるほか<sup>12)</sup>、国内においても 2023 年度末に 477 の浄水施設で導入が進んでおり<sup>19)</sup>、そのうち少なくとも 20 の施設がろ過と紫外線処理を有するマルチバリアである。クリプトスポリジウムなどの耐塩索性病原微生物への対応を考慮すると、ろ過に加えて紫外線処理を組み合わせたマルチバリアの導入は、より高い水質安全性を確保するための有効な手段であり、今後一層推奨されるべき方向性と考えられる。

これら2例の浄水施設改良は、単なる設備の追加、改修に留まらず、水道に対する安全性への強い意志と、それを実現するための効率的かつ現実的な手法が凝縮されていた。これらを参考にして、未分類未対策施設が解消されることを期待する。

#### 参考資料

1. 埼玉県衛生部、「クリプトスポリジウムによる集団下痢症」-越生町集団下痢症発生事件-報告書（平成9年3月）
2. Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, Gradus MS, Blair KA, Peterson DE, Kazmierczak JJ, Addiss DG, Fox KR, Rose JB, Davis JB. A massive outbreak in Milwaukee of *cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *N Engl J Med*. 1994 Jul 21;331(3):161-7.
3. Widerström M, Schönning C, Lilja M, Lebbad M, Ljung T, Allestam G, Ferm M, Björkholm B, Hansen A, Hiltula J, Långmark J, Löfdahl M, Omberg M, Reuterwall C, Samuelsson E, Widgren K, Wallensten A, Lindh J. Large Outbreak of *Cryptosporidium hominis* Infection Transmitted through the Public Water Supply, Sweden. *Emerg Infect Dis*. 2014 Apr;20(4):581-9.
4. UKHSA, Research and analysis *Cryptosporidium* data 2015 to 2024 Updated 26 June 2025. (<https://www.gov.uk/government/publications/cryptosporidium-national-laboratory-data/cryptosporidium-data-2015-to-2024>、令和7年9月22日時点)
5. Guzman-Herrador B, Carlander A, Ethelberg S, Freiesleben de Blasio B, Kuusi M, Lund V, Löfdahl M, MacDonald E, Nichols G, Schönning C, Sudre B, Trönnberg L, Vold L, Semenza JC, Nygård K. Waterborne outbreaks in the Nordic countries, 1998 to 2012. *Euro Surveill*. 2015 Jun 18;20(24):21160.
6. 水道施設の技術的基準を定める省令（平成十二年厚生省令第十五号、令和元年五月二十九日一部改正）（<https://laws.e-gov.go.jp/law/412M50000100015/> 令和7年9月5日時点）
7. 水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について（平成19年3月30日健水発第0330005号厚生労働省健康局水道課長通知、令和元年5月29日一部改正）（<https://www.mlit.go.jp/common/830005030.pdf> 令和7年9月5日時点）
8. 東京都水道局、さまざまな水源、<https://www.waterworks.metro.tokyo.lg.jp/suigen/topic/09> 令和7年9月4日時点）
9. 「水道水中のクリプトスポリジウムに関する対策の実施について」（旧厚生省水道課、平成8年10月4日付け衛水第248号）
10. 環境省 水・大気環境局環境管理課水道水質・衛生管理室長が設置する検討会（旧厚生労働省水道課）、水道における微生物問題検討会より、配布資料、

- ([https://www.env.go.jp/council/water\\_supply/kentoukai/microbe.html](https://www.env.go.jp/council/water_supply/kentoukai/microbe.html) より、  
<https://www.env.go.jp/content/000270139.pdf> 他、令和7年9月4日時点)
11. Morita S, Namikoshi A, Hirata T, Oguma K, Katayama H, Ohgaki S, Motoyama N, Fujiwara M. Efficacy of UV irradiation in inactivating *Cryptosporidium parvum* oocysts. Appl Environ Microbiol. 2002 Nov;68(11):5387-93.
  12. USEPA. National Primary Drinking Water Regulations: Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule; Final Rule. Federal Register. Vol.71, No.3, p.662, January 5, 2006.
  13. 環境省 (2013) 『水俣条約 (全文仮訳)』 環境省. <https://www.env.go.jp/chemi/tmms/>  
(2025年9月9日時点)
  14. 上郡町上下水道課、上郡町水道ビジョン、平成29年3月 (令和4年12月一部改定)  
(<https://www.town.kamigori.hyogo.jp/material/files/group/82/suidoubijon.pdf> 令和7年9月4日時点)
  15. 神鋼環境ソリューション、次世代の浄水処理技術「膜ろ過設備」(<https://www.kobelco-eco.co.jp/development/docs/5seihin2mizusyori.pdf> 令和7年9月4日時点)
  16. 井上 亘, 荻田 堅一, 藤瀬 大輝, 橋本 温, 泉山 信司. 小規模下水処理場放流水の塩素抵抗性原虫調査. 水道協会雑誌. 2021年90巻11号 p. 23-27
  17. 泉山信司、鎌田智子、古川紗耶香、藤瀬大輝、橋本温、黒木俊郎、井上亘、中嶋直樹、「微生物(寄生虫等)に関する研究～耐塩素性病原微生物の顕微鏡検査を遺伝子検査で補い、浄水場の対策に反映した例」、厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)「化学物質等の検出状況を踏まえた水道水質管理のための総合研究(研究代表者、松井佳彦)」より、令和2年度分担研究報告書
  18. Puleston RL, Mallaghan CM, Modha DE, Hunter PR, Nguyen-Van-Tam JS, Regan CM, Nichols GL, Chalmers RM. The first recorded outbreak of cryptosporidiosis due to *Cryptosporidium cuniculus* (formerly rabbit genotype), following a water quality incident. J Water Health. 2014 Mar;12(1):41-50.
  19. 水道技術研究センター、国内の水道における紫外線処理設備の導入状況(全国計、2023年度末現在)、JWRC水道ホットニュース第918号、令和6年11月8日  
(<https://www.jwrc-net.or.jp/publication-outreach/hotnews/docs/918.pdf>、令和7年9月22日時点)

## 謝辞

本報告の作成に当たり、上郡町上下水道課、青森市企業局水道部の協力を得た。心からの感謝の意を表する。