

水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針の設定・改正経緯

1．クリプトスポリジウムについて

クリプトスポリジウムは塩素耐性を有する5マイクロメートル程度原虫で、人が感染すると腹痛を伴う水溶性下痢が3日から1週間程度持続する。健常者の場合には免疫機構の働きにより自然治癒するが、免疫不全者の場合には重傷かつ難治性の下痢症となり、長期化すると致命的となる。

塩素耐性を有し、水道水中の塩素濃度では不活化しないことから、ろ過等の浄水処理により除去する必要がある。

2．水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針の策定

平成8年6月、水道を介したクリプトスポリジウムによる約8,800人の集団感染症が、日本で初めて、埼玉県越生町において発生した。このため、厚生省では同年10月、緊急的に収集した知見に基づいて、水道事業者等における予防対策及び感染症が発生した場合における応急措置等、所要の対策を定めた「クリプトスポリジウム暫定対策指針」を策定し、都道府県を通じて水道事業者等へ周知した。

なお、その後、水道水が原因と判明した感染症の集団発生は生じていないものの、原水を中心として検出されており、一部浄水で検出され給水停止した事例もある。

3．指針の見直し状況

指針の内容については、厚生労働省健康局水道課で設置する「水道におけるクリプトスポリジウム等病原性微生物対策検討会」(座長：金子光美(摂南大学教授))における専門家の議論を受け、新たに得られた知見等を踏まえ、平成10年6月及び平成13年11月に見直しを実施している。

水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針改正の概要

平成 13 年 11 月

厚生労働省健康局水道課

水道水質管理室

．改正の背景

平成 8 年 6 月、埼玉県越生町において、我が国ではじめて水道を介してクリプトスポリジウムによる感染症が発生したため、厚生省では同年 10 月、水道事業者等における予防対策及び感染症が発生した場合における応急措置等、所要の対策を定めた「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」を策定し、都道府県を通じて水道事業者等へ周知した。

当時、この指針は緊急的に収集した知見に基づき暫定的に定めたものであったことから、新たな知見が得られれば、これを見直しすることとしている。

その後、全国の水道水源におけるクリプトスポリジウムの存在状況の調査結果が得られたこと、試験方法に関する知見が集積されたこと等新たな知見が得られたことから、平成 10 年 6 月には、専門家で構成する「水道におけるクリプトスポリジウム等病原性微生物対策検討会」（座長：金子光美撰南大学教授）において指針の見直しについて検討し、暫定対策指針を改正した。

引き続き上記の検討会を定期的開催し、検討会の議論を受けた結果、今般水道原水のクリプトスポリジウムによる汚染のおそれの判断及び予防対策を中心に暫定対策指針を改正した。

．改正の概要

1．水道原水のクリプトスポリジウムによる汚染のおそれの判断

クリプトスポリジウムによる汚染のおそれの判断方法を明確にするため、以下のいずれかの場合には、大腸菌及び嫌気性芽胞菌（以下、「指標菌」という。）の検査を実施することとし、いずれかの菌が検出された場合には、クリプトスポリジウムによる汚染のおそれがあると判断することとした。

- ・水道の原水から大腸菌群が検出されたことがある場合
- ・水道の水源となる表流水、伏流水若しくは湧水の取水施設の上流域又は浅井戸の周辺に、人間又は哺乳動物の糞便を処理する施設等の排出源がある場合

指標菌検査の頻度を明確にするため、汚染のおそれを判断するための指標菌検査において指標菌が検出されなかった場合、クリプトスポリジウムを除去できる浄水処理を実施していない浄水場にあつては、水道原水の指標菌検査を毎月1回以上実施することとした。

2．予防対策

(1) 施設整備

クリプトスポリジウムによって水道原水が汚染されるおそれのある浄水場においては、クリプトスポリジウムを除去できる設備の設置、若しくは、クリプトスポリジウムによって汚染されるおそれのない水源への変更のいずれかの対策を講ずることとした。

(2) 浄水処理の徹底

凝集剤の注入量やろ過池出口濁度など、浄水施設の運転管理に関する記録を残すこと、緩速ろ過法においてもろ過速度の急激な変化を発生させないようにすること等により、浄水処理の徹底を図るとした。

3．クリプトスポリジウムの生物学的性状等の知見の追加

クリプトスポリジウムの生物学的性状及び動物の感染状況等新たな知見に関する記述を追加した。

水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針

1. 背景及び目的

水道水中のクリプトスポリジウムによる感染症については、米国ウィスコンシン州ミルウォーキー市で 40 万人以上が感染した事例など、海外でいくつかの事例が報告されている。このような状況を踏まえ、WHO においても 1995 年 12 月から、クリプトスポリジウムを含む病原性微生物に係る飲料水水質ガイドラインの検討を開始したところである。

平成 8 年 6 月には、我が国で初めての水道水中に起因するクリプトスポリジウムによる感染症が埼玉県越生町で発生した。

我が国の水道原水におけるクリプトスポリジウムの存在状況や、浄水場における除去又は不活化などの方法については、今後の本格的な調査研究に待つべき部分も多いが、水道におけるクリプトスポリジウム対策の緊要性に鑑み、水道事業者、水道用水供給事業者及び専用水道の設置者（以下、「水道事業者等」という。）並びに都道府県が当面講ずべき予防的措置や応急措置等について、暫定対策指針を定めるものである。

2. 水道原水に係るクリプトスポリジウムによる汚染のおそれの判断

以下のいずれかの場合には、大腸菌及び嫌気性芽胞菌（以下、「指標菌」という。）の検査を実施することとし、いずれかの菌が検出された場合には、水道原水のクリプトスポリジウムによる汚染のおそれがあると判断すること。

- ・ 水道の原水から大腸菌群が検出されたことがある場合
- ・ 水道の水源となる表流水、伏流水若しくは湧水の取水施設の上流域又は浅井戸の周辺に、人間又は哺乳動物の糞便を処理する施設等の排出源がある場合

において指標菌が検出されなかった場合、クリプトスポリジウムを除去できる浄水処理を実施していない施設にあっては、水道原水の指標菌の検査を毎月 1 回以上実施すること。

感染経路

クリプトスポリジウムは人間や哺乳動物（ウシ、ブタ、イヌ、ネコ等）の消化管内で増殖し、感染症をもたらす。これらの感染した動物の糞便に混じってクリプトスポリジウムのオーシストが環境中に排出され、オーシストを経口摂取することにより感染症による被害が拡大する（クリプトスポリジウムの生物学的性状等については、別添 1 を参照）。水源がクリプトスポリジウムにより汚染された水道においては、浄水場でクリプトスポリジウムを十分に除去できなければ、水道水を経由して感染症による被害が拡大するおそれがある。

汚染のおそれの判断

表流水、伏流水、湧水又は浅井戸を水源としており、水源の近傍上流域又は周辺にし尿や下水、家畜の糞尿等を処理する施設等の排出源がある場合には、指標菌の検査を行う必要がある。なお、湧水は、清浄な場合も多いが、地表近傍で汚染されるおそれがあることから、クリプトスポリジウムによる汚染のおそれを判断すべき水源の一つと考えられる。また、通常使用されていない水源についても、あらかじめ、クリプトスポリジウムによる汚染のおそれを判断しておくこと。

さらに、近傍上流域又は浅井戸の周辺に排出源がない場合であっても、水道原水等からクリプトスポリジウムが検出されている事例が報告されていることから、水源の種類によらず、水道原水の水質検査の結果、大腸菌群が検出された場合には、指標菌の検査を行う必要がある。

大腸菌 (*E.coli*) 及び嫌気性芽胞菌は、水道原水の糞便による汚染の指標として有効であることから、これら指標菌を 2 項目とも検査し、そのうち 1 項目でも検出されれば、クリプトスポリジウムによる汚染のおそれがあると判断すること。また、指標菌が検出されなかった場合において、クリプトスポリジウムを除去できる浄水処理を実施していない施設にあっては、水道原水の指標菌の検査を毎月 1 回以上実施すること。

なお、周辺環境の状況等を考慮した上で、指標菌の検査を省略し、クリプトスポリジウムによる汚染のおそれがあると判断しても差し支えない。また、指標菌の検査のための採水量は、大腸菌 50 mL、嫌気性芽胞菌 100 mL を原則とする。

3. 予防対策

クリプトスポリジウムによる汚染のおそれがある水道水源から取水している水道事業者等は次の対応措置を講ずること。

(1) 施設整備

クリプトスポリジウムによって水道原水が汚染されるおそれのある浄水場では、クリプトスポリジウムを除去することができる浄水処理を行うこと。

汚染のおそれがあるにもかかわらず、これらの浄水処理を実施していない浄水場においては、早急に浄水処理施設の整備を実施するか、又は、クリプトスポリジウムによって汚染されるおそれのない水源からの取水に変更すること。

浄水処理又は水源変更

水道法第 5 条第 4 項の規定に基づく水道施設の技術的基準を定める省令 (平成 12 年 2 月 23 日厚生省令第 15 号) では、「原水に耐塩素性病原生物が混入するおそれのある場合にあっては、これらを除去することができるろ過等の設備が設けられていること。」とされており、前記 2 に基づきクリプトスポリジウムによって水道原水が汚染されるおそれがあると判断される浄水場においては、以下のいずれかの措置を講ずること。

- ・ クリプトスポリジウムを除去するため、急速ろ過法、緩速ろ過法又は膜ろ過法のいずれかの方法により浄水処理を行うこと。
- ・ クリプトスポリジウムによる汚染のおそれのない水源に変更すること。

なお、通常使用されていない水源についても、汚染のおそれがあると判断される場合には、同様に、上記のいずれかの措置を講ずること。

取水の停止

クリプトスポリジウムを除去できる施設を整備中の浄水場にあつては、原水の濁度を常時計測して、その結果を遅滞なく把握できるようにしておき、濁水等により、原水の濁度レベルが通常よりも高くなった場合には、原則として原水の濁度が通常のレベルに低下するまでの間、取水停止を行うこと。

ただし、上流の河川工事等が水道原水の濁度を上昇させている場合、底泥をまき上げない工事等、必ずしもクリプトスポリジウムによる汚染を生じさせないものもあるため、当該工事の種類、場所その他を勘案して取水停止の必要性を判断すること。

(2) 浄水処理の徹底

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。

ろ過方式ごとに適切に浄水管理を行う必要があるが、特に急速ろ過法を用いる場合にあっては、原水が低濁度であっても、必ず凝集剤を用いて処理を行うこと。

凝集剤の注入量、ろ過池出口濁度等、浄水施設の運転管理に関する記録を残すこと。

共通の留意事項

- ・ ろ過池出口の水の濁度を常に 0.1 度以下に維持すること。そのため、原水水質の変化を浄水処理操作に即時に反映できるようにすること。なお、その際、目視のみによって浄水処理の効果を判断せず、必ず十分に調整された濁度計を用いること。
- ・ ろ過池出口の水の濁度は各ろ過池ごとに測定することとするが、不可能な場合は、各処理系統ごとに測定することとし、いずれの場合も測定記録を残すこと。

急速ろ過法における留意事項

a) 凝集用薬品の注入

- ・ 原水が低濁度であっても急速砂ろ過池でろ過するのみではクリプトスポリジウムを含めコロイド・懸濁物質の十分な除去は期待できないので、必ず凝集剤を用いて処理を行うこと。
- ・ 原水の濁度、pH、水温、アルカリ度等の検査結果に即応して、凝集剤の適正な注入率が調整できるよう、また、適正な pH に調節できるよう、必要な機器の整備と維持管理を行うこと。
- ・ 凝集剤の注入率は、処理する原水を用いたジャーテストにより決定することが基本であることから、定期的にジャーテストを実施すること。また、注入率及び

pHが適正なものになっているかどうかを確認するため、原水の水質、並びに、当該原水に係る凝集沈殿処理水及びろ過水の濁度の相関関係を十分把握し、注入率及びpHの調整にフィードバックすること。

- ・ 原水水質が急変した場合にはジャーテストを行う必要があるが、当該ジャーテストの結果を注入率の調整に用いるまでの間タイムラグがある。そのため、あらかじめ、原水に濁度成分（上流の河床底泥等）を添加した人工高濁度水を用いた実験の結果や過去の実績値に基づいて、高濁度時の注入率を設定しておくこと。なお、水源に汚染源が新たに立地された場合には、必ず設定注入率を見直すこと。
- ・ 凝集剤、アルカリ剤等の浄水用薬品は、その使用期限を遵守して使い、注入量等の記録を残すこと。

b) 凝集操作

- ・ 凝集剤を注入した直後に攪拌し、原水全体に一樣に凝集剤を拡散させること。
- ・ 凝集用薬品の注入率を変えたときには、必ず、フロック形成池及び沈殿池での処理結果を確認すること。

c) 沈殿操作等

- ・ 沈殿池の滞留時間、池内の流速に留意し、十分な沈殿処理を行うこと。
- ・ 沈殿効果を高める必要がある場合は、傾斜板等を設置すること。

d) 急速ろ過操作

- ・ ろ過池のろ過速度を急激に変更してはならないこと。
- ・ ろ過池は、目詰まりの発生が少ない場合であっても、適切な間隔で洗浄を行うこと。
- ・ ろ過池の洗浄は適正な逆流洗浄速度で行うこと。
- ・ ろ過池の洗浄は、通常、洗浄排水の最終濁度が2度以下となることを目標として行うこと。可能であれば1度以下を目標とすることが望ましいこと。
- ・ ろ過池の洗浄等の直後はろ過機能が発現していないため、ろ過池出口の濁度が0.1度以下になるまでの捨て水を行う等、ろ過池出口の水の濁度が0.1度以下を維持できるようにすること。

e) ろ過池洗浄排水等の原水への返送管理

- ・ 水道原水水質に急激な変化が生じないよう返送に係る運転・管理に留意すること。
- ・ ろ過池で捕捉されたクリプトスポリジウムが再び浄水場内で循環しないように、可能な限り排水池等に濁質の低減機能を持たせること。

緩速ろ過法における留意事項

- ・ 生物ろ過膜の損傷を防ぐため、ろ過速度はおおむね5 m/日を超えないように、また、ろ過速度の急激な変化が発生しないようにすること。
- ・ かき取ったろ過砂を再利用する場合には、洗浄水の濁度が2度以下になる程度まで洗浄し、洗浄水は水道原水として利用しないこと。
- ・ かき取り後、ろ過水を排水しながら、生物膜が再び形成され浄水の濁度が0.1度以下になるまで、低いろ過速度から徐々に速度を上げるようにすること。

膜ろ過法における留意事項

- ・ 膜の破断による事故を防止するため、異常の有無を適切に検知又は検査するとともに、異常が発見された場合には、直ちに該当する膜ろ過設備の運転を停止すること。

(3) 水源対策

表流水若しくは伏流水の取水施設の近傍上流域又は浅井戸の周辺にクリプトスポリジウムを排出する可能性のある污水处理施設等の排水口がある場合には、当該排水口を取水口等より下流に移設し、又は、当該排水口より上流への取水口等の移設が恒久対策として重要であるので、関係機関と協議のうえ、その実施を図ること。

一般に、污水处理施設等の排水口下流に近接して、水道原水の取水口が設けられている場合は少ないが、特にクリプトスポリジウムによる汚染の可能性のある污水处理施設等の場合は、より一層の注意が必要であること。

また、水道の取水口の上流近傍に污水处理施設が設けられる場合が考えられるが、この場合には、当該施設の排水口を水道の取水口の下流に位置させる等、水道事業者等は関係機関と十分協議する必要があること。

4. クリプトスポリジウム症が発生した場合の応急対応

クリプトスポリジウム症が発生し、水道水がその原因であるおそれがある場合には、関係者は次の対応措置を講ずること。

(1) 応急対応の実施

水道事業者等をはじめ、都道府県の関係部局は連携して応急対応を実施すること。

連絡体制の整備

感染症の発生を迅速に把握するとともに、応急対応が遅滞なく実施されるよう、都道府県（水道行政担当部局、感染症担当部局、食中毒担当部局、保健所等）、水道事業者等の関係者間における連絡マニュアル・連絡網を予め策定しておくこと。感染症が発生した場合、予め策定したマニュアルに基づき水道事業者等は都道府県へ、都道府県は国へそれぞれ報告し、連絡を密にすること。

(2) 水道事業者等における応急対応

水道利用者への広報・飲用指導等

下痢患者等の便からクリプトスポリジウムが検出される等、水道が感染源であるおそれが否定できない場合には、直ちに、水道利用者への広報・飲用指導等を行うこと。

広報の実施

クリプトスポリジウムによる感染症の発生状況から見て、水道が感染源であるおそれが否定できないと判断される場合には、水道事業者等は都道府県と協力して直ちに、水道利用者に対する広報・飲用指導を行う必要があること。なお、クリプトスポリジウムによって水道原水が汚染されるおそれがあると判断される浄水場において、浄水処理の異常等によってろ過池出口の水の濁度が、0.1度を超過した場合においても、当該水道水が感染源となるおそれがあることに留意して、必要に応じた広報等を行うこと。

広報の手段

クリプトスポリジウムによる感染症の拡大を防止するため、また、水道の利用者の混乱を招くことがないように、各種手段（広報車、ビラ、新聞、テレビ）を活用して、迅速かつ確実に広報を行うこと。

広報の内容

飲用時の注意事項（例；煮沸して飲用すること）や、2次感染の予防方法（例；手洗いを十分行うこと）について周知するとともに、クリプトスポリジウム症の症状や感染予防策、水道事業者の対応等について、わかりやすくかつ詳細に伝えること。広報の具体例を別添2に示す。

水道施設における応急対応

水道水がクリプトスポリジウムに汚染された可能性のある場合には、給水停止の措置を講じた上で、浄水処理の強化を行うか、または、汚染されているおそれのある原水の取水停止・水源の切り替え等を実施すること。

その後、配水管等の洗浄を十分に行った上で、クリプトスポリジウムの有無の検査により、飲用水としての利用に支障がないと判断された場合に給水を再開すること。

給水停止等の実施

水道水がクリプトスポリジウムに汚染された可能性のある場合には、水道水の給水停止を迅速かつ確実に行うこと。このために通常時より、必要なバルブ等の作動状態を点検しておくこと。

浄水処理の強化

浄水場において浄水用薬品の注入率、ろ過速度等の調整を行い、浄水処理条件を適正化して、浄水の濁度を0.1度以下に維持すること。

取水停止 / 水源の変更

浄水処理が適切に実施できない場合には、クリプトスポリジウムに汚染されているおそれのある原水の取水を停止し、可能な場合は糞便による汚染のない他の水源に切り替えること。

汚染された施設の洗浄

汚染された配水系統内の水道水の排水を行うとともに、汚染されていない水道水で配水管や配水池等の施設の洗浄を十分行うこと。この場合、配水管からの排水が速や

かに実施できるよう、ドレーンの適切な設置、配水管網の点検を行うこと。

水質検査の実施

給水栓水、配水池水及び浄水池水についてクリプトスポリジウムに係る水質検査を行い、給水栓、配水池及び浄水池のそれぞれにおいて検水 20 L についてクリプトスポリジウムが検出されないことを確認すること（水質検査は、确实性を高めるため、各 3 試料について 40 L（一カ所につき 40 L を 3 回、合計 120 L）ずつ採水し行うこと）。

なお、水源を切り替えることにより給水を再開する場合については、新規の水道原水についても併せて水質検査を行うこと。

水質検査方法については、当分の間、別に定める暫定試験方法を用いること。

給水の確保

断水等による生活への重大な影響や、洗浄を行うための清浄な水の不足が生ずることも想定されることから、あらかじめ、緊急時には汚染されていない水源を活用し、又は、水道用水供給事業による給水量を増加させること等により対処できるよう施設の整備をしておくこと。

（ 3 ） 都道府県等の水道行政担当部局における対応

関係の水道事業者等、都道府県の感染症担当部局、試験研究機関等と連携を密にし、水道事業者等における対応の円滑な実施を支援するほか、関係都府県とも連絡を密にし、自らも住民への広報に努める等、対策の早期実施に努めること。

水道利用者への広報・指示

水道事業者等と連携し、都道府県の感染症担当部局等や保健所を通じて、病院、老人保健施設、社会福祉施設、学校等をはじめとし、利用者に広報・指示を行うとともに、患者等の問い合わせ等に適切に対応すること。

受水槽の管理

受水槽の設置者に対し、給水の停止及び水槽内の清掃を行うよう指導すること。また、給水の再開は、汚染されていない水に入れ替えたのちに行うよう指導すること。

近傍の水道事業者等への連絡等

近傍の表流水又は表流水の影響を受ける地下水（伏流水、浅井戸）を水源とする水道事業者等に対し、クリプトスポリジウム症の発生について速やかに情報提供を行うとともに、浄水処理の徹底を指導すること。

【別添 1】

クリプトスポリジウム(*Cryptosporidium parvum*)の生物学的性状等について

1. クリプトスポリジウムの生物学的性状等

(1) 分類

孢子虫類のコクシジウム目に属する寄生性原虫。クリプトスポリジウムは多くの種が知られており、80 種以上の哺乳動物で感染が報告されている。また、鳥類や爬虫類でも寄生が見られている。このうちヒトが感染するのは主に *C. parvum* (オーシストの大きさ: $4.5 \sim 5.4 \times 4.2 \sim 5.0 \mu\text{m}$) で、牛などの家畜では幼若獣で検出されることが多い。近年の遺伝子解析技術の発達により、*C. meleagridis* など、*C. parvum* 以外の種類もヒトに感染することがわかってきた。ただし、形態学的に非常に似ており、これらの区別は困難である。なお、免疫不全状態にある患者ではさらに多くの種類のクリプトスポリジウムに感染する可能性があるものと考えられる。

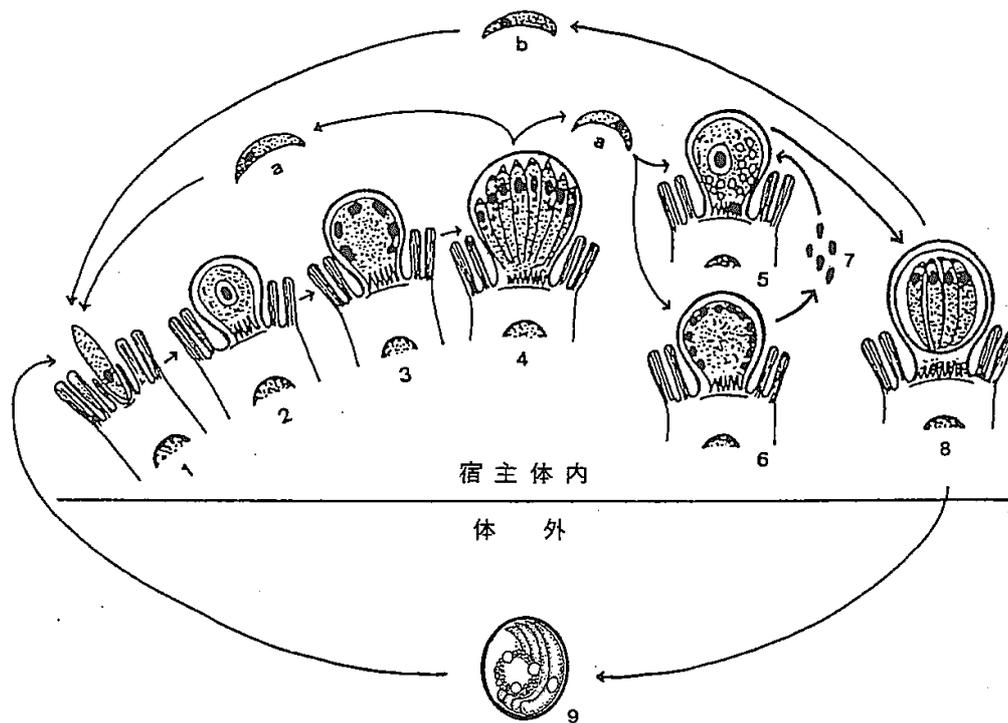
(2) 動物等の体内での増殖¹⁾

クリプトスポリジウムの発育環を図に示す。

宿主(ヒトやウシなど)の外、つまり環境中では、クリプトスポリジウムはオーシストの形で存在しており、増殖することはない。

オーシストが哺乳動物に経口的に摂取されると、消化管内でスポロゾイトが遊離して粘膜上皮細胞の微絨毛に侵入し、微絨毛内に形成された寄生胞内で無性生殖を行って、8 個のバナナ状をしたメロゾイトを形成する。寄生胞から遊離したメロゾイトは再び他の微絨毛に侵入して発育を繰り返す。メロゾイトの一部は有性生殖に移行し、雌性生殖細胞と雄性生殖細胞になり、受精してオーシストになる。オーシストは寄生胞内で成熟して、内部に 4 個のスポロゾイトが形成される。

成熟したオーシストが糞便とともに体外に排出されて、新たな個体への感染源となるが、一部は消化管内でスポロゾイトを放出して自家感染を起こす。



- 1～4：無性生殖の過程
 1．スポロゾイトまたはメロゾイトが腸粘膜上皮細胞の微絨毛に侵入 2．栄養型 3．シゾン
 4．メロゾイト8個を有する成熟シゾン
 5～7：有性生殖の過程
 5．雌性生殖母体 6．雄性生殖母体 7．遊出した雄性生殖体 8．成熟オーシスト
 9．糞便に排出されたオーシスト
 a．成熟シゾンから遊離したメロゾイト b．成熟オーシストから遊離したスポロゾイト

図 クリプトスポリジウムの発育環

(3) 感染症¹⁻⁵⁾

感染源

ウシ、ウマ、ブタなどの家畜、イヌ、ネコ、ネズミなど(哺乳動物)が保虫宿主であるほか、オーシストを排出する患者が感染源となる。

伝播様式

飲食物や手指を介してオーシストを経口摂取することにより感染する。

米国でのボランティアによる感染実験から、飲んだヒトの半数が感染するオーシスト数(ID₅₀)は132個と計算されている。最近になって分離株による病原性の違いが示され、株によっては9個程度のオーシストでも発症するとの報告がある。

潜伏期

4～5日ないし10日程度と考えられている。

症状

感染すると、腹痛を伴う水様下痢が3日～1週間程度持続し、嘔吐や発熱を伴うこともある。

感染しても症状が出ない場合もあるが、いずれの場合も、感染者の糞便からは、数週間オーシストの排出が続く。

現時点では本症の特異療法は開発されておらず、免疫不全者では重症、難治性の下痢症となり、長期化すると致死的となる。一方、健常者では免疫機構の働きによりやがて自然治癒する。

伝染期間

感染した人間や動物の糞便とともにオーシストが排出される期間、すなわち、発症から症状消失後数週間に及ぶ。さらに、自然界に放出されたオーシストは湿環境下では2～6か月間は不活化せず感染性を保持するといわれている。

ただし冷凍や乾燥には弱く、-20度以下で30分、常温・乾燥状態で1～4日で感染力を失う。

国外での感染率

アフリカ、中南米では、クリプトスポリジウムの感染率が10%を超える国もあり、相互の渡航者が増加すれば日本での感染症発生が増加するおそれがある。

(4) 水道原水等での存在状況

水道水源

a) 日本における調査例

日本での水道水源における調査例(厚生省調べ⁶⁾)を表-1に示す。

調査対象は表流水(ダム及び湖沼を含む。)及び伏流水からなる全国94水源水域、277地点(1水源水域につき3地点程度)で、試験水量は5L(一部の試料については10L)である。クリプトスポリジウムオーシストが検出されたのは、秋田、山形、栃木、群馬、熊本、沖縄の6県の計6水源水域8地点(陽性率2.9%)で、そのオーシスト濃度は2～4個/10Lであった。ただし、この調査時点では検査技術にまだ不慣れであったため、陽性率が低く算定された可能性がある。

また、神奈川県衛生研究所の行った表流水、地下水、伏流水等の水道水源25地点での調査では、表流水11地点のうち4地点(36.4%)からオーシストが検出されており、その濃度は1～30個/50Lと報告されている。⁷⁾

兵庫県衛生研究所が免疫磁気ビーズ法を用いて1998年と1999年に実施した兵庫県内の18河川、156地点の調査では、13河川(72%)の74地点(47%)からオーシストが検出されており、濃度は5～40個/100Lと報告されている。⁸⁾

b) 国外における調査例

国外における水道水源での調査例を表-2に示す。

米国及び加国での調査⁹⁻¹²⁾によると、水道水源では、クリプトスポリジウムオーシストが陽性率51.5～100%で検出され、その平均濃度は0.31～4.8個/Lであった。

英国¹³⁾においては、40.5%の陽性率で水道水源からクリプトスポリジウムオーシストを検出しており、そのオーシスト濃度は0.006～2.3個/Lであった。

表 - 1 水道水源水域におけるクリプトスポリジウム及びジアルジアの検出状況調査

都道府県	水 源	水道水源水域	A浄水場取水地点		B取水地点0.3~24km上流		C取水地点1.1~49km上流	
			クリプト スポリジウム	ジアルジア	クリプト スポリジウム	ジアルジア	クリプト スポリジウム	ジアルジア
青森県	表流水	馬淵川		2		4		
岩手県	表流水	北上川		2				
秋田県	表流水	雄物川		2	2	2		
山形県	表流水	最上川			4			
福島県	表流水	阿賀川				2		
栃木県	ダム放流・表流水	鬼怒川					2	
群馬県	表流水	烏川	2	4	4	6		
東京都	伏流水	多摩川		2				4
新潟県	表流水	阿賀野川				1		
島根県	伏流水	飯梨川				2		
島根県	ダム直接	忌部川				3		
岡山県	表流水	高梁川						2
広島県	ダム直接	黒瀬川		1		1		1
佐賀県	伏流水	玉島川				2		
長崎県	ダム直接	大井手川		2				2 3
熊本県	伏流水	水俣川			2			
大分県	表流水	大分川						2
鹿児島県	表流水	万之瀬川		2				
沖縄県	表流水	天願川	1	8	2	1 4		

各水源水域について3点（取水地点A及び取水地点の上流2地点B，C）において採水
数字は検出個数（個/10L）。空欄は「0個/10L」を意味する。

表 - 2 国外における水道水源からのクリプトスポリジウムの存在状況調査

	水源	検体数 (n)	陽性率 (%)	オーシスト濃度 (個/L)	幾何平均濃度 (個/L)	参考文献
米国及び加国	河川	85	87	0.07 ~ 484	2.70	
米国	河川	10	100	0.82 ~ 71.9	4.8	
米国	河川	10	70	0.42 ~ 5.1	2.5	
米国	ダム湖	10	70	0.77 ~ 8.7	2.5	
英国	-	84	40.5	0.006 ~ 2.3	-	
米国及び加国	-	262	51.5	0.065 ~ 65.1	2.4	
米国	河川	-	63	0.00 ~ 22.3	0.31	
加国	河川	-	63	0.00 ~ 14.7	0.58	

〔参考文献〕

M.W.LeChevallier, W.D.Norton, and R.G.Lee (1991) : Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* spp. in Surface Water Supplies. Appl. Environ. Microbiol., 57(9),2610-2616

M.W.LeChevallier, W.D.Norton (1992) : Examining Relationships Between Particle Counts and *Giardia* and *Cryptosporidium*, and Turbidity. Jour.AWWA, 84(12), 54-60

H.V.Smith, A.M.Grimason, C.Benton and J.F.W.Parker (1991) : The Occurrence of *Cryptosporidium* spp. in Scottish Waters, and the Development of a Fluorogenic Viability Assay for Individual *Cryptosporidium* spp. Oocysts. Wat.Sci.Tech.,24(2), 169-172.

M.W.LeChevallier, W.D.Norton (1995) : Giardia and Cryptosporidium in raw and finished water. Jour.AWWA, 87(9), 54-68

S.States, K.Stadterman, L.Ammon, P.Vogel, J.Baldizar, D.Wright, L.Conley, and J.Sykora (1997) : Protozoa in river Water: sources, occurrence, and treatment. Jour.AWWA, 89(9),74-83

下水、環境水等

a) 日本における調査

下水処理場におけるクリプトスポリジウム実態調査結果(建設省調べ¹⁴⁾)によると、全国 67カ所の下水処理場の流入下水 73 試料のうち 9.6%に当たる 7 試料からオーシストが検出されており、濃度は 8 ~ 50 個/L であった(検出限界 3 ~ 33 個/L での調査)。

なお、平田ら¹⁵⁾は、相模川水系の表流水 6 試料のうち 4 試料(陽性率 66.7%)からクリプトスポリジウムオーシストを検出、濃度は 3 ~ 4,500 個/100L と報告している。

b) 米国における調査¹⁶⁻¹⁸⁾

米国での調査結果のほとんどで、生下水及び処理水からオーシストが検出されている。1 L 中のオーシストの存在量は、生下水で $10^2 \sim 10^4$ 個、活性汚泥処理後、塩素消毒を行ったものも含め(2次処理水で) $10^1 \sim 10^3$ 個、更に砂ろ過を行った処理水では 10 分の 1 程度に減少する。また、生下水からの除去率を測定すると、2次処理で 96.6%、砂ろ過まで実施すると 99.9%との報告がある。

また、米国及び英国での調査例を表 - 3 及び表 - 4 に示す。

表 - 3 北アメリカにおける表流水及び地下水中でのクリプトスポリジウムの存在状況調査²³⁾

水 源	水 系	検体 (n)	平均 (%) 陽性	オーシスト濃度 分類 (個 / L)	幾何平均濃度 (個 / L)	参考 文献
表流水	小川 / 河川	6	100	0.80-5800	1920 [†]	
表流水	小川	19	73.7	0-240	1.09	
表流水	小川 / 河川	58	77.6	0.04-18	0.94	
表流水	小川 / 河川	38	73.7	<0.001-44	0.66	
表流水	河川 *	11	100	2-112	25 ^{††}	
表流水	河川 / 湖	85	87.1	0.07-184	2.70	
表流水	河川	22	31.8	0.01-75.7	0.58	
表流水	河川 / 湖	18	NA	7.1-28.5	17.8	
表流水	湖	20	70.7	0-22	0.58	
表流水	湖 / 貯水池	32	75.0	1.1-8.9	0.91	
表流水	湖	24	58.3	<0.001-3.8	1.03	
表流水	湖	44	27.3	0.11-251.7	4.74	
表流水	清浄な河川	3	NA	NA	0.08	
表流水	清浄な河川	59	32.3	NA	0.29	
表流水	清浄な湖	34	52.9	NA	0.093	
表流水	清浄な温泉	7	28.6	<0.003-0.13	0.04	
表流水	清浄な湖	11	9.1	0-0.003	0.003	
地下水	井戸	18	5.6	NA	0.003 [§]	

注 NA ; 不明

* ; 生活排水及び / 又は農業排水の影響が大きい水源

÷ ; 平均値

÷ ÷ ; 回収率を用いて修正したデータ

§ ; 1 検体のみデータ

< 参考文献 >

Roach P., et.al.; J.Parasitol 1987;73;702

Rose JB., et.al.; Advances in Giardia Research, Calgary Canada: University of Calgary Press 1988

Ongerth JE., et.al.; Appl Environ Microbiol, 1987;53;672

LeChevallier MW., et.al.; Appl Environ Microbiol, 1991;57;2610

Rose JB., et.al.; Proc Int Conf Water Wastewater Microbiol, Newport Beach, CA. 1988;2;43.1

The National *Cryptosporidium* Survey Group; J Int Water Engng Mgmt 1992;6;697

Smith H., et.al.; Wat Sci Technol 1991;24;169

Madore MS., et.al.; J Parasitol 1987;72;702

Rose JB., et.al.; Environ Sci Technol 1991;25;1393

表 - 4 英国における表流水及び地下水中でのクリプトスポリジウムの存在状況調査²³⁾

水 源	水 系	影 響	採取 場所 (n)	検 体 (n)	陽 性 (%)	オーシスト濃度 分類 (個 / L)	幾何平均濃度 (個 / L)	参考 文献
表流水	河川	農家による流出	2	375	4.5	0.07-4.00	0.95	
表流水	河川	農家による流出	4	691	55.2	0.04-3.00	0.38	
		下水流出						
表流水	河川	農家による流出	4	430	4.4	0.07-2.75	0.50	
		下水流出						
表流水	小川/湖	NA	NA	84	40.5	0.06-2.3	NA	
地下水	井戸	深井戸	3	120	0	-	-	
地下水	井戸	大腸菌汚染の経歴	3	138	5.8	0.04-0.922	0.23	

注 NA ; 不明

<参考文献>

Department of Environment and Health; HMSO 1990

LeChevallier MW., et.al.; Appl Environ Microbiol, 1991;57;2617

米国での調査によると¹⁶⁾、人為汚染のない、あるいは非常に少ないと考えられる泉水や地下水からも検出されており、泉水で平均 0.04 個/L、地下水で平均 0.003 個/L であった。これは、クリプトスポリジウムが人獣共通感染症の病原体であることから、野生動物が感染しているためと考えられている。

(5) オーシストの存在量と相関のある指標

米国で実施された、表流水中のクリプトスポリジウムのオーシストの指標に関する調査では、糞便性連鎖球菌と有意な相関が見られたこと、ただし、その関係は流況により異なることが報告されている¹⁹⁾。

また、日本で行われた水道水源等の環境水調査で、クリプトスポリジウムのオーシストやジアルジアのシスト濃度と、大腸菌、大腸菌群、嫌気性芽胞菌(ウェルシュ菌芽胞)等の濃度との間に有意な相関関係が認められているほか(厚生省⁶⁾、平田²⁰⁾)、嫌気性芽胞菌については、水環境における生残性が著しく高く、原虫のシストやオーシストの代替指標として利用可能であることが示唆されている²¹⁾。また、水処理における除去性に関しては、下水中のジアルジアシスト濃度と大腸菌、大腸菌群及び嫌気性芽胞菌の濃度との間に良好な相関があり、そのうち嫌気性芽胞菌が最もよい相関を示したとの報告²²⁾や、浄水処理におけるシストの除去性評価に嫌気性芽胞菌が有効との報告がある²³⁾。

糞便性連鎖球菌；温血動物の糞便に特異的に存在する。また、糞便性大腸菌より長期間生残り、消毒剤に対して大腸菌よりも耐性があることが知られている。

嫌気性芽胞菌；芽胞形成能のある嫌気性細菌のうち、芽胞の状態が存在していて、嫌気的条件下で集落を形成する亜硫酸塩還元性のクロストリジウム属の細菌を

いう。好気性芽胞菌と同様、水道で用いられる塩素濃度の消毒レベルでは不活化されないものが多い。また、栄養要求性が高いため、環境中での増殖性がなく、保存性のある微生物トレーサーとして有効と考えられている。

2. クリプトスポリジウム感染症の発生例

(1) ウシ、ブタ、ニワトリ、イヌ、ネコ、ネズミにおける感染状況

(a) ウシ、ブタ

国内のウシにおける *C. parvum* 感染は全国的にみられ、発症例は1カ月齢以下の子ウシが大半で死亡例も少なくない。子ウシのオーシスト排出期間は1～2週間で、感染極期には糞便1gあたり数百万～数千万個が排出される。成牛では *C. parvum* 感染は稀で、検出されるのは *C. muris* が大半を占める。ブタには *C. parvum* 感染がみられる。報告された陽性率は検査対象動物の齢、症状の有無、検査方法などによって異なるが、これまでの調査結果を表5にまとめた。

表5 国内のウシおよびブタにおけるクリプトスポリジウム感染状況

地 域	検査対象	陽性頭数 / 検査頭数 (陽性率 %)	文 献
(ウ シ)			
北海道	新生子ウシ	41 / 89 (46.1)	清水ら：北海道獣医学会誌，34：184 (1990)
北海道	3週齢	26 / 140 (18.6)	高橋：動物の原虫病，6：55 (1994)
宮 城	2～90日齢 (和牛)	4 / 90 (5.6)	佐藤ら：家畜診療，285：17 (1987)
宮 城	成牛	8 / 217 (3.7) ¹	中井ら：寄生虫誌，45(増)：126 (1996)
千葉・埼玉	2～8週齢 (ホルスタイン)	11 / 121 (9.1)	Miyaji et al：Jpn J Vet Sci，52：435 (1990)
兵 庫	1カ月齢未満 (ホルスタイン)	28 / 30 (93.3) ²	Uga et al：Vet Parasitol，94：27 (2000)
岡 山	1カ月齢未満 (乳用牛)	41 / 66 (62.1)	板倉ら：日獣会誌，38：496 (1985)， 藤原ら：動物の原虫病，6：38 (1994)
岡 山	保育牛	23 / 70 (32.9)	福原ら：日獣会誌，45：574 (1992)
全 国	1カ月齢未満	68 / 2,565 (2.7)	農水省畜産局：家畜衛生週報，2480 (1997)
	1カ月齢以上	39 / 2,437 (1.6)	
(ブ タ)			
全 国	2カ月齢未満	18 / 1,449 (1.2)	農水省畜産局：家畜衛生週報，2480 (1997)
	2カ月齢以上	9 / 1,000 (0.9)	
神奈川	1～3ヶ月齢	77 / 232(33.2)	Izumiyama et al：Jpn J Infect Dis，54:23(2001)
	6ヶ月齢	1 / 252(0.4)	

1 すべて *C. muris* , 2 30頭の子ウシについて生後すぐから30日齢まで連続検査した累積

(b) ニワトリ

国内のニワトリには *C. baileyi* タイプや *C. meleagridis* タイプの感染が全国的にみられる。調査結果を表6にまとめた。

表6 国内のニワトリにおけるクリプトスポリジウム感染状況

地 域	検査対象	陽性頭数 / 検査頭数 (陽性率 %)	文 献
千 葉	採卵鶏	10 / 200 (5.0)	岩淵ら：日獣会誌，45：317 (1992)
鳥 取	採卵鶏	25 / 68 (36.8)	Itakura et al：Abian Patol, 13：487 (1984)
	ブロイラー	4 / 12 (33.3)	
福岡・佐賀・熊本	肉用・採卵	7 / 17 (41.2)	西川ら：日獣医師会誌，37：667 (1984)
長 崎	肉用・採卵	30 / 65 (46.2)	福田ら：鶏病研報，23：26 (1987)
鹿児島	肉用鶏	9 / 17 (52.9)	横峯ら：臨床獣医，10：27 (1988)

(c) イヌ、ネコ、ネズミ

国内のイヌ、ネコ、ネズミには *C. parvum* タイプの感染がみられる。ネズミでは稀に *C. muris* の感染も見られ、これは実験的にはイヌやネコにも感染する。調査結果を表7にまとめた。

表7 国内のイヌ、ネコ、ネズミにおけるクリプトスポリジウム感染状況

地 域	陽性頭数 / 検査頭 (陽性率 %)	文 献
(イヌ)		
東京・神奈川	1 / 295 (0.3)	浅野ら：日獣医師会誌，43：285 (1990)
兵 庫	3 / 217 (1.4)	Uga et al：Jpn J Parasitol, 38：139 (1989)
大 阪	4 / 48 (8.3)	阿倍ら：第70回日本寄生虫学会，(2001)
(ネコ)		
東京・神奈川	1 / 32 (3.1)	浅野ら：日獣医師会誌，43：285 (1990)
東 京	23 / 608 (3.8)	舟越ら：東京衛生局会誌，84：62 (1989)
兵 庫	20 / 507 (3.9)	Uga et al：Jpn J Parasitol, 38：139 (1989)
(ドブネズミ)		
東京・千葉	10 / 47 (21.3)	Miyaji et al：Jpn J Parasitol, 38：368 (1989)
東 京	1 / 48 (2.1)	Yamaura et al：Jpn J Parasitol, 39：439 (1990)
大 阪	9 / 61 (14.8) ¹	Iseki：Jpn J Parasitol, 35：521 (1986)
大 阪	5 / 55 (9.1)	宮下ら：寄生虫誌，39：112 (1990)
(クマネズミ)		
東京・千葉	83 / 171 (48.5)	Miyaji et al：Jpn J Parasitol, 38：368 (1989)
東 京	31 / 175 (17.7)	Yamaura et al：Jpn J Parasitol, 39：439 (1990)
大 阪	2 / 18 (11.1)	宮下ら：寄生虫誌，39：112 (1990)

1 9頭中3頭は *C. muris*

2) 水道水中のクリプトスポリジウムによる感染例

国外での事例^{2,4)}

a) 米国ウィスコンシン州ミルウォーキー

発生；1993年3月～4月

感染者等

160万人が暴露し、40.3万人(25.1%)が発症^{2,4)}し、多数の死亡者が発生したとの報告がある。

便の検査

南ミルウォーキー在住の患者の便からクリプトスポリジウムのオーシストを検出。

浄水処理の状況

通常は、塩素消毒、ポリ塩化アルミニウム(以下、「PAC」という。)による凝集沈殿、急速砂ろ過を行い、ろ過池の逆洗水は浄水工程に循環。

発生当時、南処理場では濁度が0.25から1.71NTUに上昇し、4月9日には処理を一時停止。北処理場では濁度は0.45NTUを超過していない。

水源の状況

ミシガン湖から取水する南浄水場の原水に影響する2つの河川の上流には、屠殺場、下水処理場、牛の放牧場がある。3月末には大雨と雪解け水で河川流量が増大した。

b) 英国 Swindon-Oxfordshire

発生；1989年1月

感染者数

741,092人が暴露し、516人(0.06%)が発症。

検便・水質の検査等

1986年から便についてクリプトスポリジウムの検査を開始。月平均4～5の症例があったが、1988年12月と翌年1月には月36症例に増加。4月になって患者数は平常に戻った(水道水からオーシストは検出されなくなった)。

浄水場のろ過池の逆洗水から、10,000個/Lのオーシストを検出。また、給水栓水のサンプルの34%から0.002～24個/Lのオーシストを検出。

浄水処理の状況

通常は貯留、スクリーニング、PACによる凝集沈殿、急速砂ろ過、塩素消毒を行い、ろ過池の逆洗水は浄水工程に循環。

水源の状況

取水口上流の大雨で牛と羊の放牧場からの排水が流出したこと、ろ過池への負荷が増加したこと、逆洗水の利用によりろ層上に蓄積したオーシストが浄水に混入したことが想定される。なお、浄水場の管理記録には技術・機器上の異常はみられない。

水道利用者への対応

飲用指導(2歳以下の幼児及び免疫不全者に対し煮沸して飲用するよう指示)を行うとともに、浄水場ではろ過池の清掃、逆洗水の排水、沈砂池の沈殿物の除去を実施。

c) 英国 Isle of Thraunet area

発生；1990年11月～12月

感染者数

177,300人が暴露し、47人が発症。月平均3名の感染者数が、1989年12月から翌年1月には28名に増加。

浄水処理の状況

通常は硫酸バンドによる凝集沈殿、急速砂ろ過、活性炭、塩素消毒、脱塩素を実施。発生前の11月26～30日には雨の影響で流量が増加(3.4m³/s 6.9～15.0m³/s)。この間、濁度が通常の<1.0NTUから2.0NTUに上昇し、30日まで1.0NTUを越える状況が続いた。1990年12月末に供給停止。

水源の状況

水源には羊の放牧場があるが、雨による原水濁度の増加と水源からのオーシストの流し出し(wash-out)があり、一方浄水場では凝集処理が適切でなかったことが重なった。

d) 米国のその他の感染症例より

米国で発生した3つの感染症例(1987年ジョージア州 Carrollton、1992年オレゴン州 Jackson County、1993年ウィスコンシン州 Milwaukee)について、その共通点の例は次のとおり。

取水口の近傍に高濃度でオーシストを排出する施設等が存在し、これらの施設には排水の調整池等がないため表流水への流出が一挙に起こった。

大雨や雪解けなどによって、ウシ等の糞便や人間の便等の高濃度でクリプトスポリジウムを含む排水が洗い出され、取水口の上流に流入した。

浄水場での濁度計の使用が適切でなく(設置や維持管理方法が不適切、電源が切られたり測定値が無視されている)、フロック形成池、薬液注入器、ろ過池等の浄水設備の運転も適切でなかった。

浄水場の技術者が、原水の濁度の悪化に応じた浄水操作ができなかった。

濁度の急激な上昇時に最適条件で処理を行わず、浄水の濁度が上昇した。

国内での感染例

a) 神奈川県平塚市の雑居ビル²⁵⁾

発生；1994年(平成6年)8月

感染者数

763人のビル関係者のうち、461人が感染。症状は粘液性及び水様性下痢(96.7%)、腹痛(61.6%)、発熱(54.2%)等。

検便及び水質検査

25検体の患者便のうち、12検体(48.0%)からクリプトスポリジウムのオーシストを検出。また、受水槽、汚水槽、雑排水槽から採水した検水のいずれからもオーシストを検出。

原因

下痢症の集団発生時、排水ポンプの故障によって、汚水及び雑排水が受水槽に混入していたことを確認。

対応

受水槽を交換するとともに、ビル内の給水管、受水槽、高置水槽を 200ppm の塩素液で 2 時間以上、洗浄・消毒が行われた。

b) 埼玉県越生町²⁶⁾

発生；1996 年（平成 8 年）6 月

感染者数

6 月初め、下痢、腹痛の患者が発生。7 月に全町民約 13,800 人を対象に罹患状況調査を実施し、集計の結果、5 月中旬以降に下痢等の症状があった住民は、回答者 12,345 人中 8,812 人で全体の 71.4%であった。

下痢及び腹痛のため仕事や学校を休んだ住民は 2,878 人で発症者の 32.7%、医療機関受診者は 2,856 人 32.4%であり、このうち入院者は 24 人で医療機関受診者の 0.8%であった。

検出

34 検体の患者便のうち、22 検体（64.7%）からクリプトスポリジウムのオーシストを検出（6 月 18 日）。

町の浄水場の水道原水及び給水栓水からオーシストを検出。一方、県営水道用水供給事業からの供給水（県水）からは不検出（6 月 25 日）。

浄水処理等の状況

通常、越生町への給水の約 25%は県水から受水し、残りを大満浄水場から給水していた。

大満浄水場は、麦原川の表流水及び越辺川上流の湧水の混合水を原水とする系統と、越辺川の伏流水（川底の集水渠）を原水とする系統の 2 つがある。

処理方法は、いずれも凝集沈殿、急速砂ろ過であるが、後者の系統は P A C の常時注入は行っておらず、目視で確認した原水の状態及び自動測定によるろ過水の濁度によって P A C の注入を判断していた。注入量は原水濁度に応じて注入機目盛で調整しており、正確な注入率は不明。

感染症発生当時、県水を 100%受水している他の町では感染症は発生していなかったことから、県水の受水量を増やし、県水からクリプトスポリジウムが検出されなかったことが確認されたため、県水の受水を 100%にし、町の浄水処理を停止した（6 月 27 日）。なお、町の水道は、凝集処理を徹底しろ過水濁度を 0.1 度以下に維持した結果、6 月 27 日時点で、クリプトスポリジウムは検出されなかった。

小中学生の欠席状況は 6 月 11 日の 210 人を最高としたが、7 月 2 日にほぼ通常（16 人）に減少し、7 月 8 日、15 日及び 19 日に行った小学校の受水槽等の水質検査の結果、いずれもクリプトスポリジウムは検出されなかったことから、7 月 19 日に煮沸飲用の指導を解き、越生町の水道水の「安全宣言」を行った。

なお、越生町では、抜本的な対策として大満浄水場に膜ろ過処理施設を導入し、平成 10 年 5 月 1 日より給水を行っている。

水源の状況

大満浄水場の伏流水取水地点の上流域には、し尿浄化槽とともに 2 か所の農業集落排水処理施設が稼働しており、越辺川に流入するこれらの施設の処理水と越生町の水道水の間において、感染者の便を介してクリプトスポリジウムの循環増殖系を形成してしまったため、汚染が拡大したものと推察される。

また、クリプトスポリジウムの水質検査を開始した6月19日には、既に越辺川、下水処理施設の処理水及び越生町水道水からクリプトスポリジウムが検出されており、検査の箇所別に特異的な検出状況が把握できなかったこと、7月初旬から疫学調査を実施したが原因を断定できなかったことから、水質検査及び疫学調査による第一原因の特定は不可能であった。

3. 浄水場における除去率等について

(1) 処理水質の指標について

パイロットプラント及び実プラントでの、凝集剤に硫酸バンドを用いた処理実験によると、浄水中のクリプトスポリジウムの存在量と最も相関が高かった指標は、径が4~7 μ mの粒子の濃度であり、濁度はこれに次ぐ相関があると報告されている²⁷⁾。米国水道協会では、水道水中のクリプトスポリジウムによる感染症の発生を最小限におさえるため、ろ過水の濁度を0.1NTU以下に維持するよう提言している²⁸⁾。

NTU：Nephelometric turbidity unit；ネフゼン濁度標準液（ネフゼンポリマー）を用いて、散乱光測定法により測定した濁度。0.1NTU = 約0.07度

(2) 各処理方法別の除去率又は不活化率

膜ろ過法²⁹⁾

細孔径が除去の有効性を左右する重要な要素。精密ろ過膜の細孔は最大径が原虫より1ケタ小さく、限外ろ過膜の細孔はさらに1ケタかそれ以上小さいため、いずれもオーシストの除去には有効。

緩速ろ過法

クリプトスポリジウムについて、99.99%の除去が可能とする報告がある²⁴⁾。ただし、かき取り後など、ろ過機能が発現していないと十分除去できないおそれがある。

急速ろ過法¹¹⁾

凝集沈殿・急速砂ろ過・塩素消毒の処理を行った場合、クリプトスポリジウムのオーシスト及びジアルジアのシストについて99~99.7%の除去率という報告がある。

不活化効果

a) 塩素

クリプトスポリジウムのオーシストを99%不活化するのに必要な遊離塩素のCT値（遊離塩素濃度(mg/L)と処理時間(分)の積）は7,000 mg min/Lにも達するとされていた³⁰⁾ことから、遊離塩素濃度80mg/Lで約90分間の処理時間が必要となり、一般の浄水場で実施されている遊離塩素による消毒方法では不活化できないとされてきた。最近になって99%不活化CT値が1,600 mg min/L (pH 7.0, 20)との知見が得られ、ある程度の不活化が生じることが明らかにされた³¹⁾が、それでも遊離塩素濃度1 mg/Lで1,600分(約27時間)もの処理時間を要するので、塩素消毒では十分な消毒効果は期待できない。

b) オゾン

オゾンは遊離塩素に比べクリプトスポリジウムの不活化に有効である。99%不活化CT値は2~3 mg min/L(20)程度であり^{32~34)}、20 以上であれば残留オゾン濃度1 mg/Lに2~3分間接触させることにより、オーシストを99%程度不活化できる。しかし、温度依存性が高く、0 付近では同じ99%不活化を達成するのに30~40 mg min/LものCT値が必要となる³⁴⁾。

c) 紫外線

紫外線もクリプトスポリジウムには有効でないとされていたが、近年、マウス感染性で評価すると紫外線(波長 254nm 付近)に対して非常に感受性が高いことが明らかにされた³⁵⁻³⁷⁾。それによると、99%不活化に必要な照射線量は 1~2 mW s/cm² 程度である。また、紫外線は、化学消毒剤と異なり、不活化効果は温度の影響をほとんど受けないとされている³⁷⁾。

[参考文献]

- 1) 井関基弘：クリプトスポリジウム症、臨床と微生物、Vol.20、No.6、p.21-26 (1993)
- 2) (財) 日本公衆衛生協会、伝染病予防必携、p.82-83
- 3) H.L.Dupont, et.al.; The infectivity of *Cryptosporidium parvum* in health volunteers, New Eng. Jour. Med. 322(13), pp.855-859 (1995)
- 4) B.C.Anderson; Effect of drying on the infectivity of Cryptosporidia-laden calf feces for 3 and 7 day old mice, Am. Jour. Vet. Res. 47, pp. 2272-2273 (1995)
- 5) Okhuysen PC, Chappell CL, Crabb JH, Sterling CR, DuPont HL, 1999. Virulence of three distinct *Cryptosporidium parvum* isolates for healthy adults. Infect Dis, 180(4):1275-81
- 6) クリプトスポリジウム等の水道水源における動態に関する研究報告書、厚生科学研究(1997)
- 7) 神奈川県衛生部報道発表資料、クリプトスポリジウムに係る水道原水調査の結果について(1997.7.2)
- 8) 兵庫県健康福祉部、兵庫県におけるクリプトスポリジウム汚染実態調査報告書(2000.3)
- 9) M.W.LeChevallier, W.D.Norton and R.G.Lee (1991) ; Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* spp. in Surface Water Supplies. Appl. Environ. Microbiol., 57(9), 2610-2616
- 10) M.W.LeChevallier, W.D.Norton (1992) ; Examining Relationships Between Particle Counts and *Giardia* and *Cryptosporidium*, and Turbidity. Jour.AWWA, 84(12), 54-60
- 11) M.W.LeChevallier and W.D.Norton,(1995) ; *Giardia* and *Cryptosporidium* in raw and finished water, Jour.AWWA, 87(9), 54-68
- 12) S.States, K.Stadterman, L.Ammon, P.Vogel, J.Baldizar, D.Wright, L.Conley and J.Sykora,(1997); Protozoa in river Water : sources, occurrence, and treatment. Jour.AWWA, 89(9), 74-83
- 13) H.V.Smith, A.M.Grimason, C.Benton and J.F.W.Parker,(1991); The Occurrence of *Cryptosporidium* spp. in Scottish Waters, and the Development of a Fluorogenic Viability Assay for Individual *Cryptosporidium* spp. Oocysts. Wat. Sci. Tech., 24(2), 169-172
- 14) 鈴木穰；クリプトスポリジウムと下水道、特集・水のクリプトスポリジウム汚染と対策、環境技術研究協会(1997.9)
- 15) 橋本温、平田強；相模川水系におけるクリプトスポリジウムおよびジアルジアの汚染レベル、水環境学会誌、第 21 巻、第 2 号、119-122(1998)
- 16) 平田強、橋本温、保坂三継；クリプトスポリジウム汚染と水道、水道協会雑誌、Vol.64、No.12p.2-10(1995)
- 17) (社) 水環境学会、水中の健康関連微生物シンポジウム講演集、p.152-173 (1995)
- 18) J.B.Rose; Occurrence and significance of *Cryptosporidium* in water, Jour. AWWA 80(2), pp.53-58 (1988)
- 19) P.P.Schuler, M.M.Ghosh and B.N.Boutros; Comparing the Removal of *Giardia* and *Cryptosporidium* using Slow and Diatomaceous Earth Filtration, 1988 AWWA Ann. Conf., Orlando, Fla.
- 20) 橋本温、平田強他；相模川水系のクリプトスポリジウム及びジアルジア汚染とその汚染指標の検討、水環境

学会誌、第 22 巻、第 4 号、282-287 (1999)

- 21) Medima G.J., Bahar M. and Schets F.M. (1997) Survival of *Cryptosporidium parvum*, *Escherichia coli*, faecal Enterococci and *Clostridium perfringens* in river water: Influence of temperature and autochthonous microorganisms. *Water Science and Technology* 35 (11-12), 249-252.)
- 22) 橋本温、平田強他；下水中の *Giardia* シストおよび *Cryptosporidium* オーシスト濃度と下水処理における除去性、水環境学会誌、第 20 巻、第 6 号、404-410 (1997)
- 23) Payment P. and Franco E. (1993) *Clostridium perfringens* and somatic coliphages as indicators of the efficiency of drinking water treatment for viruses and protozoan cysts. *Applied and Environmental Microbiology* 59(8), 2418-2424.
- 24) J.T.List and J.B.Rose ; *Cryptosporidium* contamination of water in the USA and UK: a mini-review, *J Water SRT-Aqua* Vol.44, No.3, p.103-117 (1995)
- 25) 黒木俊郎 他；神奈川県内で集団発生した水系感染 *Cryptosporidium* 症、感染症学雑誌、Vol.70 No.2p.132-140
- 26) 「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、埼玉県衛生部(1997.3)
- 27) E.C.Nieminski, J.E.Ongerth, (1995) ; Removing *Giardia* and *Cryptosporidium* by conventional treatment and direct filtration, *Jour.AWWA*, 87(9), 96-106
- 28) *Main Stream*, *AWWA* 39(3) (1995)
- 29) J.G.Jacangelo, S.S.Adham, J.M.Laine, (1995) ; Mechanism of *Cryptosporidium*, *Giardia*, and MS2 virus removal by MF and UF, *Jour.AWWA*, 87(9), 108-121
- 30) Korich D G, Mead J R, Madore M S, Sinclair N A and Sterling C R (1990) Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on oocysts viability. *Appl.Environ. Microbiol.* 56(5), 1423-1428.
- 31) 志村有道，竹馬大介，森田重光，平田 強(2001)塩素の *Cryptosporidium parvum* オーシスト不活化効果とその濃度依存性，水道協会雑誌 70(1), 26-33.
- 32) Finch G R, Black E K, Gyurek L and Belosevic M (1993) Ozone inactivation of in demand-free phosphate buffer determined by in vitro excystation and animal infectivity. *J.Appl.Environ.Microbiol.*, 59, 4203-4210.
- 33) Joret J C, Baron J, Langlais B and Perrine D (1998) Inactivation of *Cryptosporidium* sp. Oocysts by ozone evaluated by animal infectivity. *Proc. Int.Ozone Conf.*, 739-744.
- 34) Hirata T, Shimura A, Morita S, Suzuki M, Motoyama N, Hoshikawa H, Moniwa T and Kaneko M (2001) The effect of temperature on the efficacy of ozonation for inactivating *Cryptosporidium parvum* oocysts. *Water Science and Technology* 43(12), 163-166.
- 35) Shin G A, Linden K, Handzel T and Sobsey M D (1999) Low pressure UV inactivation of *Cryptosporidium parvum* based on cell culture infectivity. *Proc.AWWA Wat.Qual.Tech.Conf.*, ST-7.4.1-ST-7.4.8.
- 36) Linden K G, Shin G A and Sobsey M D (2000) Comparative effectiveness of UV wavelength for the inactivation of *Cryptosporidium parvum* in water. *Proc. 1st World Water Congress of Int.Wat.Assoc.* 7, 99-100.
- 37) Morita S, Suzuki M, Motoyama N, Morioka T, Hoshikawa H, Fujiwara M and Hirata T (2001) The effects of temperature and intensity of ultraviolet irradiation for inactivating *Cryptosporidium parvum* oocysts. *First Asia-Pacific Regional Conference - Asian Water Qual 2001*, 711-716.

【参考】

ジアルジア (*Giardia lamblia*) の生物学的性状等について

1. ジアルジアの生物学的性状等

(1) 生物学的性状

形態及び性状

ジアルジア ランブリア (*Giardia lamblia*)、別名ランブル鞭毛虫とも呼ばれる。

鞭毛虫類に属する原生動物で、その生活史は栄養体 (trophozoite) とシスト (嚢子) よりなる。栄養体は左右対称の洋ナシ型をしており、長径10 - 15 μm 、短径6 - 10 μm である。虫体腹部の前半部は腸の粘膜などに吸着するための器官として発達し、吸着円盤と呼ばれる構造を形成している。その他、常時2核であること、あるいは4対の鞭毛を持つなど、栄養体は特徴的な形態を有している。シストは長径8 - 12 μm 、短径5 - 8 μm の長楕円形で、成熟したシストは4核となり、他に軸糸、鞭毛、中央小体、曲刺 (あるいは楯板) などが観察される。多くの場合、シストは糞便中に排泄された時点で成熟型となっており、すでに感染性を有している。

シストの抵抗性

シストはクリプトスポリジウムなどと同様に環境の変化や薬剤に対して抵抗性を有している。通常、ジアルジアのシストは湿環境下で少なくとも2ヶ月は不活化しないとされている。

(2) 感染症

感染経路と症状

ジアルジア症はシストによって汚染された水や食物の経口摂取による。シストは胃を通過後に速やかに脱シストして栄養体となり、十二指腸から小腸上部付近に寄生・定着する。時に寄生は胆道から胆嚢に及ぶことがある。本原虫の寄生による主な症状は下痢、腹痛で、下痢は脂肪便 (ジアルジア性下痢) であることが多い。その他に食欲不振や腹部膨満感などを訴える。原因は不明であるが、これを放置すると時に吸収障害に至ることがあり、流行地の子供の栄養不良の原因とも考えられている。また、胆嚢炎や胆管炎の原因となることも知られている。一方、一般健常者では不顕性感染で終わる事例も少なくないものと推測される。

感染源と治療薬

ヒトに寄生するジアルジアが他の哺乳動物に感染し得るかどうか、あるいは逆に動物に寄生するものがヒトに感染し得るか否かについては議論があるところであるが、少なくとも宿主特異性を示さない株が知られていることから、人獣共

通感染症として扱うべきと考えられる。本症の治療薬は知られており、わが国では主にニトロイミダゾール誘導体（メトロニタゾール、チニダゾールなど）が用いられている。

国内外の感染率等

ジアルジアの分布は広く、世界中のほとんどの国で有病者を抱えている。特に熱帯・亜熱帯に多く見られ、有病率が20%を超える国が少なくない。一方、先進諸国での感染率に関する詳しい報告は限られている。わが国では熱帯地方への旅行者が輸入感染症として持ち込む例が多く、旅行者下痢症としての重要度が高い。ちなみに、わが国の都市部を中心とした健常者の検便では0.4 - 0.5%程度の率で感染者が見つまっているという報告もある。水系感染による集団発生は欧米を中心に多数の事例が報告されているが、その多くは表流水を塩素で簡易に処理したのみで飲料水に供していた。その他に託児所での集団発生もあり、又、性的接触による感染症としても知られている。

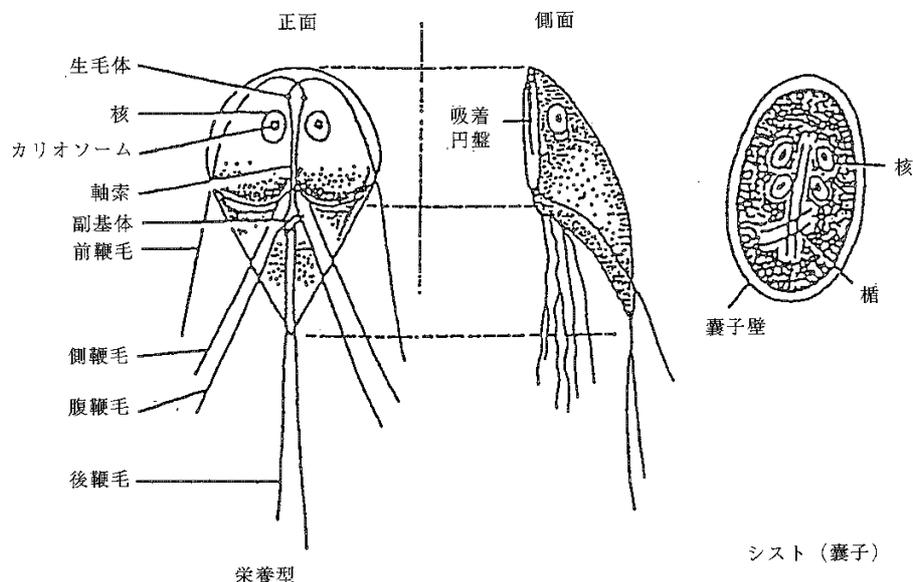


図 *Giardia lamblia* (ランブル鞭毛虫) [稲臣成一・頓宮廉正・村上節雄：寄生虫学 (改定3版) , 金芳堂 , 1992]

2. ジアルジアの予防対策等について

(1) 予防対策

ジアルジアのシストは、クリプトスポリジウムのオーシストより大きいことから、基本的にクリプトスポリジウムに対する予防対策を講じることが有効と考えられる。

(2) 塩素消毒^{*}

ジアルジアシストの99.9%不活化に必要な遊離塩素のCT値は、概ね150 - 300程度とされている。たとえば、遊離塩素1.0mg/Lであれば150分から300分で99.9%のシストを死滅させることができる。CT値は水温やpHに依存するが、クリプトスポリジウムのそれに比べて極めて低い値となっている。

注) 「水道施設設計指針・解説」では、浄水池の有効容量は計画浄水量(一日最大給水量に作業水量等を見込んだ水量)の1時間分以上とするとされており、また配水池の有効容量は一日最大給水量の12時間分(旧基準では8~12時間分)を標準とするとされている。なお、配水池有効容量の実際の水準は平成6年度現在、全国平均で9.4時間分となっている。

* : (参考文献)

C.P.Hibler, C.M.Hancock, L.M.Perger, J.G.Wegrzyn, K.D.Swabby ;
Inactivation of Giardia Cysts With Chlorine at 0.5 TO 5.0 , Research
Report, AWWA Research Foundation, (1987)

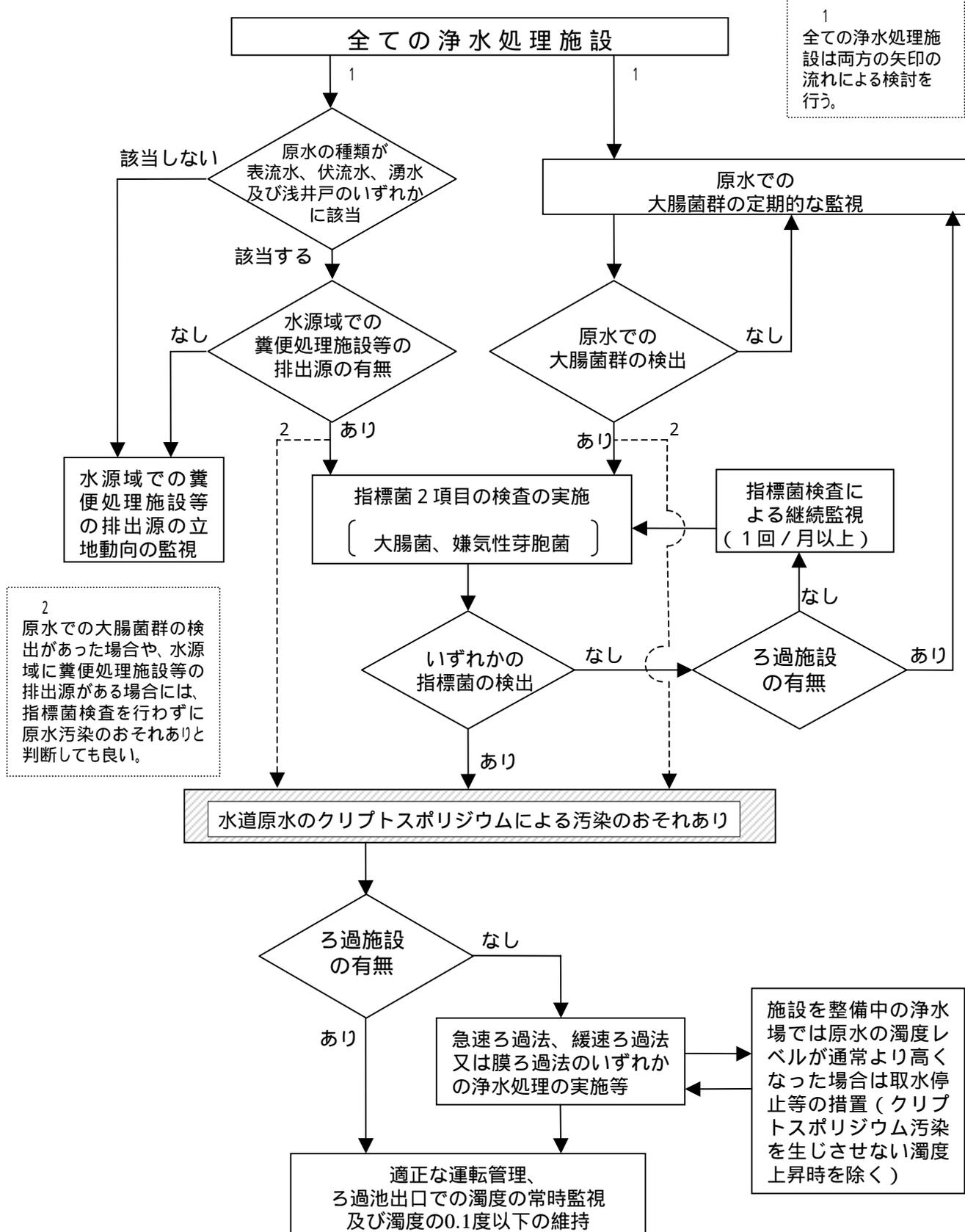


図 水道原水に係るクリプトスポリジウムによる汚染のおそれの判断等の流れ

水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針等に関する質疑回答集（平成14年2月）

1. 「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」について

問1 「水道水源のクリプトスポリジウムによる汚染のおそれを判断する必要がある上流域」の具体的な範囲は。

答 現段階では、具体的な距離等を特定することはできない。

クリプトスポリジウムは水中における生存能力が高く、流下に伴う不活化はほとんど期待できないので特段の事情がない限り、上流域全てが汚染のおそれを判断する必要がある対象であると考えられる。

問2 汚染のおそれの判断のために、「水源の種類によらず、水道原水の水質検査の結果、大腸菌群が検出された場合には、指標菌の検査を行う必要がある。」とあるが、深井戸も検査を行う必要があるのか。また、水道用水供給事業から浄水の供給を受ける施設も検査を行う必要があるのか。

答 深井戸においても原水から大腸菌群が検出される場合があり、表流水の影響のある地下水を取水している場合など、構造によってはクリプトスポリジウムの汚染のおそれがある場合があるため、原水の大腸菌群検査で大腸菌群が検出された場合は、指標菌検査を実施し原水の糞便による汚染の監視が必要である。

また、水道用水供給事業から浄水の供給を受ける施設では、水道用水供給事業により、水道水源の汚染のおそれの判断がなされていれば、自ら指標菌の検査を行う必要はない。

問3 鳥に寄生するクリプトスポリジウムは人に感染するのか。また、人に寄生するクリプトスポリジウムは鳥に寄生して汚染が拡散する可能性はあるのか。

答 従来、鳥類に寄生する *C. baileyi* や *C. meleagridis* は通常はヒトには感染しないといわれていたが、最近の遺伝子解析による研究では、*C. meleagridis* は免疫不全患者のみならず免疫機能正常者にも感染するという事例も報告されている。また、国内でも免疫機能正常な患者3人から *C. meleagridis* が検出されている（下記文献参照）。一方、*C. baileyi* 感染例は海外で1例（エイズ患者）が報告されている。なお、人に寄生する *C. parvum* は鳥類には感染しないといわれている。

（参考文献）

Yagita K. et al.: Molecular characterization of *Cryptosporidium* isolates obtained from human and bovine infections in Japan. *Parasitol. Res.*, 87: 950-955, 2001

問4 「し尿や下水、家畜の糞尿等を処理する施設等の排出源がある場合には、指標菌の検査を行う必要がある」とあるが、これはどのような規模の施設をいうのか。

答 施設の規模にかかわらず、表流水、湧水又は浅井戸を水源としており、水源の近傍上流域又は周辺にし尿や下水の処理施設や浄化槽、家畜の糞尿等を処理する施設等の排出源がある場合には指標菌の検査を行う必要がある。

なお、水道の取水施設の上流域に位置する下水処理場、家畜の糞尿処理施設等の排出源については、位置や規模を把握し、これらの情報を整理しておくことが重要である。

問5 糞便等の処理施設においてクリプトスポリジウムは除去されるのか。

答 米国における調査では、下水道流入水に比較して二次処理で96.6%の除去率、砂ろ過まで行うと99.9%の除去率であると報告されている。

(出典:「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」(以下「暫定対策指針」という。)
「別添1」)

我が国における下水を用いた処理実験例では、標準活性汚泥法、曝気槽への凝集剤添加、流入下水の凝集沈殿の各処理において、除去率はそれぞれ90%(1log)以上、99.9%(3log)以上、99.99%(4log)程度の結果が得られている。

(出典:「下水道におけるクリプトスポリジウム検討委員会最終報告書」(平成12年3月、社団法人日本下水道協会))

問6 水道原水に係る汚染のおそれは、発生源において大腸菌等の指標菌の検査を行って判断するのか。また、水道原水についてはクリプトスポリジウムの検査を行わなければならないのか。

答 暫定対策指針では、水道原水に係る汚染のおそれの判断は、水道原水の検査により行うこととしており、発生源についての水質検査を求めているものではない。

暫定対策指針では、水道原水の糞便による汚染の指標として有効な大腸菌及び嫌気性芽胞菌の検査によって水道水のクリプトスポリジウムによる汚染のおそれを判断するとしている。

問7 指標菌を大腸菌と嫌気性芽胞菌とした理由。また、検査方法はどのようにすればよいか。

答 改訂前の暫定対策指針では、糞便の汚染の指標として、これらの菌と糞便性大腸菌群および糞便性連鎖球菌は水道原水の糞便による汚染の指標として有効であるとしていたが、必ずしもこれら全ての検査を行うこととしていなかった。

今回の指針の改正では、水源の種類によらず原水から大腸菌群が検出されており、クリプトスポリジウムが除去できる浄水処理を実施していない施設にあっては、毎月、大腸菌および嫌気性芽胞菌の検査を行い、定期的に汚染のおそれの監視を行うこととした。

指標菌は、糞便汚染の指標としての有効性等の知見を勘案し、温血動物の腸管内の常在菌であり糞便中に多数存在する大腸菌及び塩素耐性を有しクリプトスポリジウム等原虫との高い相関が認められている嫌気性芽胞菌とした。

大腸菌の検査方法は、特定酵素基質培地法(ONPG-MUG法(MMO-MUG培地、IPTG添加ONPG-MUG培地)、XGal-MUG法(XGal-MUG培地、ピルビン酸添加XGal-MUG培地))において培養後に紫外線の照射により定性的に確認する方法により確認するものとする。

嫌気性芽胞菌の検査方法は、ウェルシュ菌芽胞の検査により定性的に確認する。ウェルシュ菌芽胞の検査方法は、75℃で20分間の加熱処理後に、ハンドフォード改良培地法、M-CP寒天培地法又はDRC法による。

問8 改正前の暫定対策指針で有効とされていた糞便性大腸菌群又は糞便性連鎖球菌が検出されたことがある場合は、クリプトスポリジウムによる汚染のおそれがあると考えなのか。

答 水道原水の糞便による汚染の指標として糞便性大腸菌群又は糞便性連鎖球菌も有効であり、クリプトスポリジウムによる汚染のおそれがあると判断すべきである。なお、暫定対策指針に示す毎月1回以上実施する水道原水の指標菌の検査は、指針に示すとおり大腸菌及び嫌気性芽胞菌とされたい。

問9 大腸菌群が原水で過去に一度検出されたが、その後一度も検出されていない場合も指標菌を検査する必要があるのか。

答 過去に大腸菌群が検出され、現在検出されない理由が明確であり、かつ、今後とも大腸菌群が検出されることがないと考えられるためクリプトスポリジウムの汚染のおそれを監視する必要がないと判断できるのであれば、指標菌の定期的な検査は必ずしも必要ないが、水源の上流又

は周辺の排出源の状況を考慮した慎重な検討が必要である。

問10 原水で指標菌検査を毎月1回以上実施するのはどのような施設か。

答 原水のクリプトスポリジウムによる汚染のおそれを継続的に監視するため指標菌の検査を毎月実施することとしたが、暫定対策指針では、次の(1)～(3)の全てに該当する施設にあっては、原水で指標菌の検査を毎月1回以上実施することとしている。

- (1) 水道原水から大腸菌群が検出されたことがある場合、又は、水源となる表流水・伏流水・湧水の取水施設の上流又は浅井戸の周辺に排出源がある場合。
- (2) 水道原水から指標菌が検出されていない場合。
- (3) クリプトスポリジウムを除去できる浄水処理を実施していない施設。(ろ過処理を行っていない施設、ろ過池出口の濁度を0.1度以下に管理できない施設等)

問11 井戸からのポンプアップ時に塩素注入を行っているような、滅菌前の原水の採水が困難な施設では、指標菌の検査は滅菌後の水の検査でよいか。

答 滅菌後の水で指標菌の検査を行う意味はなく、滅菌前の原水を採水して指標菌の検査を実施する。

問12 「水道の原水から大腸菌群が検出されたことがある場合」に指標菌の検査を行うこととあるが、原水の大腸菌群の検査を定期的に行う必要があるか。

答 「水道法の施行について」(昭和49年7月26日環水第81号)において原水の検査を少なくとも毎年1回行うこととしており、原水の大腸菌群の検査を毎年定期的の実施されたい。

問13 「指標菌検査のための採水量は、大腸菌50mL、嫌気性芽胞菌100mLを原則とするとされているが、これらの採水量の根拠は。

答 これらの菌の検査において、一般的に使用されている採水量とした。

問14 水道事業者が行うべき、クリプトスポリジウムの検査の頻度等を示す予定はあるか。

答 当面のところ検査の頻度を示す予定はない。クリプトスポリジウムに関する水質検査のあり方については、今後の研究やWHO等における検討等をもとに検討していくこととしている。

問15 原水濁度が0.1度以下の場合も指標菌が検出されれば、ろ過施設が必要か。また、一度でも指標菌が検出されればろ過施設が必要か。

答 暫定対策指針に示す「ろ過池出口の濁度を0.1度以下に保持すること。」とは、ろ過処理が適切に行われたことを確認するためのものである。ろ過を行う前の、原水の濁度が0.1度以下であっても、浄水処理を行わなければ、クリプトスポリジウムが存在した場合、除去されず水中に存在したままとなることとなる。このため、原水濁度が0.1度以下であってもクリプトスポリジウムの汚染のおそれがある施設においては、ろ過施設が必要となる。

また、原水から指標菌が検出されたのが一度であっても、指標菌の検出原因が明らかにされ対策が行われていなければ、原水の糞便による汚染を否定することはできないため、ろ過施設が必要となる。

問16 原水濁度を監視し、原水が通常より高濁度の場合には取水停止することでクリプトスポリジウム対策になるのではないか。

答 原水のクリプトスポリジウムの汚染のおそれがある場合、クリプトスポリジウムを除去するこ

とができる浄水処理を適切に行うことが必要であり、施設基準においては「原水に耐塩素性病原体が混入するおそれがある場合にあっては、これらを除去することができるろ過等の設備が設けられていること」とされている。

なお、通常より高濁度の場合に取水停止を行う措置は、ろ過施設が整備されるまでの過渡期の対策として、クリプトスポリジウムが原水中に流出する可能性が通常より高くなる場合である、原水の濁度が通常より高い場合における措置として示したものである。

問17 「急速ろ過を用いる場合にあっては、原水が低濁度であっても、必ず凝集剤を用いて処理を行うこと。」とあるが、原水濁度が0.1度以下の場合、凝集剤がわずかでも添加されていればよいのか。

答 急速ろ過におけるクリプトスポリジウムは、凝集剤の凝集効果により、沈殿及びろ過過程で除去されるため、凝集剤を適切に添加する必要がある。

凝集剤の添加量の決定は原水水質によって異なるので、ジャーテスト等により適切に決定することが必要である。

問18 予防対策のうち、浄水場での対応のなかで「ただし、上流の河川工事等が水道原水の濁度を上昇させている場合、底泥をまき上げない工事等、必ずしもクリプトスポリジウムによる汚染を生じさせないものもあるため、当該工事の種類、場所その他を勘案して取水停止の必要性を判断すること」とあるが、このような検討が必要な理由は。

答 河川工事には、例えば、しゅんせつ工事のように河川の底泥をまき上げてしまう工事がある一方で、一部の護岸工事のように底泥をまき上げることがない工事もある。クリプトスポリジウムのオーシストは河川の底泥に沈殿している可能性があるため、当該河川工事の種類、場所その他を勘案した上で、判断する必要がある。

問19 クリプトスポリジウム対策にはろ過施設が必要だが、除鉄・除マンガンの砂ろ過施設はクリプトスポリジウムが除去できるろ過施設と見なすことができるのか。

答 クリプトスポリジウムの除去は、急速ろ過であれば凝集・沈殿・ろ過の一連の処理により、緩速ろ過であればろ過砂の周囲に形成される生物膜による作用によりクリプトスポリジウムが除去される。このため、これらと同等の能力を有する施設であれば、クリプトスポリジウムが除去されるが、多くの除鉄・除マンガンの砂ろ過施設は凝集・沈殿の処理を行っておらず、クリプトスポリジウムが除去できる施設と見なすことはできない。

問20 直接ろ過方式の場合、どのようにしてクリプトスポリジウムが除去できる施設と判断すればよいのか。

答 凝集直後の微小フロック(マイクロフロック)を沈殿させずにろ過する、直接ろ過方式の施設は、施設の能力、原水の状況、管理の方法等によりクリプトスポリジウムが除去できる施設であると判断することも可能である。

このような施設では、原水の濁度が高い場合にあっては、ろ過池出口の水において、大きさが約5 μmのクリプトスポリジウムと同程度の濁質が流出しないような施設能力がある場合、クリプトスポリジウムを除去できる施設であるといえる。なお、ろ過池の除濁容量は、沈殿池と比較すると小さいことから、沈殿を行わないこのような施設では、原水の濁度が通常より高い場合の処理についての十分な検討が必要である。

さらに、このような施設においても、ろ過池出口の水の濁度を0.1度以下に維持すること、そのための適正な薬品の注入操作、pH調整、逆洗操作を行うことが重要である。

なお、クリプトスポリジウムの代替として使用可能なトレーサーも開発されているので実験ブ

ラント等による実証実験等に活用されたい。

問21 予防対策のうち、浄水処理の徹底のなかで「ろ過池出口の水の濁度を常時把握」とあるが、自動計測器による24時間の連続監視でなければならないのか。

答 自動計測器による連続測定が望ましいが、1日何回か採水して検査することでもさしつかえない。その際、得られた結果を速やかに浄水処理操作に反映することができる体制の確保が重要である。なお、肉眼では0.1度は判断できないので、検査機器による測定を行うことが必要である。

問22 クリプトスポリジウム対策として施設整備を行う場合、国庫補助制度はあるか。

答 クリプトスポリジウム等病原性原虫対策としてのろ過施設の整備に対する補助として、急速、緩速又は膜ろ過の施設の整備に対して、上水道では水道水源開発等施設整備国庫補助金の高度浄水施設等整備費で、簡易水道では簡易水道等施設整備費国庫補助金の生活基盤近代化事業の増補改良において補助を行っており、施設整備を行う際に活用されたい。

問23 浄水処理の徹底のなかで「ろ過池出口の水の濁度を常に0.1度以下に維持すること」とした根拠は。また、「浄水処理に関する記録を残すこと」とした理由は、また、その様式及び保存期間はどのようにするのか。

答 米国水道協会白書及び過去にクリプトスポリジウム禍に見舞われた経験があるミルウォーキー市において、公衆衛生上のリスクの観点から目標とすべきとされている数値等を参考とした。なお、我が国のろ過方式による浄水処理を行っている浄水場においては、適正な管理のもとでろ過池出口の水の濁度を常に0.1度以下に維持することは、技術的に可能なレベルと考えられる。

また、記録を残すこととしたのは

クリプトスポリジウム症が発生した時やクリプトスポリジウムが浄水中で検出された時の原因究明

原水中で通常より高濃度のクリプトスポリジウムが検出された際の過去の浄水処理状況の確認のためである。このため、ろ過池出口の濁度の連続的なデータ等の保存期間はこれらの確認を可能とするために潜伏期間及び医療機関での検査期間を考慮し、1ヶ月間程度以上は保存されることが望ましい。様式については、必要事項の確認が可能なものであればよい。

問24 クリプトスポリジウム症が発生した場合の応急対応のなかで、「水道が感染源であるおそれが否定できない場合」には、水道事業者等が水道利用者への広報・飲用指導等を行うこととなっているが、具体的に、どういう場合にこの判断をすればよいのか。

答 以下の全てに当てはまる場合には、水道水がクリプトスポリジウム症の感染の原因であるおそれは否定できないと判断できる。

同一浄水場システムの給水区域内に広く多数の下痢患者が発生していること。

感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律(以下「感染症新法」という。)に基づき、当該浄水場システムの給水区域内における複数のクリプトスポリジウム症患者に関する医師の届出があること。

クリプトスポリジウム症患者の発生が、当該浄水場システムの給水区域内に限定されかつその給水区域の広い範囲に及んでおり、原因が特定できないこと。

問25 水道が感染源であるおそれが否定できないことから水道事業者等による飲用指導等が行われた場合や水道水がクリプトスポリジウムに汚染されたおそれのある場合には、水道水を飲用以外の用途（食材・食器等の洗浄、洗顔、洗濯、入浴等）に使用できるか。

答 クリプトスポリジウムの感染経路は、このオーシストの経口摂取であるから、経口感染のおそれの無い用途においては、使用可能である。ただし、飲用以外の用途であっても経口感染のおそれがあるものは避けなければならない。

具体的には、次のような対応方法があるので、水道の利用者に十分な周知、徹底を行うことが必要である。

対象	対 応 方 法
食材	十分加熱調理すること。 生食食材は、洗浄の際に煮沸した後の水を用いてすすぎを行うこと。
食器	煮沸した後の水を用いてすすぎを行うこと。
洗顔 入浴	水が口に入らないよう十分注意し、水をよくふき取ること。 用いるタオル類は、十分乾燥させたものを用いること。
洗濯	乳幼児が口に入れる可能性の高い、タオル、前掛け、衣類等については、充分乾燥させること。

問26 「水道水がクリプトスポリジウムに汚染された可能性のある場合には、給水停止」とあるが、汚染された可能性の判断の方法は。

答 水道が感染源であるおそれが否定できない場合（問24参照）であって、さらに以下の全てに当てはまる場合は、水道水がクリプトスポリジウムに汚染された可能性があるとして判断できる。感染症の発生の状況、動向及び原因を明らかにするための調査が行われ、その調査の結果や情報の分析の結果から、例えば特定の食品、プール、噴水等が原因でないことが明らかであること。

当該給水区域に給水している浄水場の浄水の検査結果から、クリプトスポリジウムの存在が確認できなくとも、濁度の上昇等その存在が示唆されること。

問27 クリプトスポリジウムによる感染症の発生は確認されていないが、浄水でクリプトスポリジウムが検出された場合、その対応は給水停止となるか。また、人に対する感染性が不明の種類のクリプトスポリジウムが検出された場合、給水停止が必要か。

答 クリプトスポリジウムには、人に感染する種類のものも感染性が不明のものもあるが、仮に検出されたクリプトスポリジウムが人に感染する種類のものであるとすれば、その水を飲用することにより、クリプトスポリジウムの集団感染が発生するおそれがあると考えられるので、給水停止すべきである。

また、人に対する感染性が不明な種類のクリプトスポリジウムが検出された場合も、これらが含まれる水を飲用することにより、クリプトスポリジウム症の発生する可能性を否定できるものではないことから、給水停止は必要である。

なお、クリプトスポリジウムの検査結果の正確を期すため、確定的な判断が困難である場合には、「飲料水におけるクリプトスポリジウム等の検査結果のクロスチェック実施要領について」（平成11年1月21日衛水第3号厚生省生活衛生局水道環境部長通知）を参考にすること等により対処されたい。

問28 浄水でクリプトスポリジウムが検出された場合の感染のおそれの大きさは。

答 クリプトスポリジウムの種の同定及び不活化しているか否かは、現状では判断が非常に難しい

とされているが、浄水で人に感染性のあるクリプトスポリジウムのオーシストが検出された場合の感染確率は、Haas らの研究成果から関係式（注 1）が提案されており、これを使って試算すると以下のとおりである。

1 人 1 日当たりの飲水量を約 2 L とすると、浄水中にクリプトスポリジウムのオーシストが 1 個 / 20 L であった場合、オーシストを摂取する可能性（確率）は 1 日あたり 0.1 個である。

オーシストを 0.1 個摂取したときの感染確率は、Haas らの関係式から、 $P(0.1) = 1 - \exp(-0.1 / 238.6) = 0.00042$ と試算される。すなわち、1 個 / 20 L の濃度の浄水を 1 日に 2 L 飲用した場合、1 日あたりの感染確率は、0.00042 であり、言い換えれば 1 日に 10,000 人に約 4 人が感染する確率があることになる。

浄水中のクリプトスポリジウムの存在は、あったとしても極めて少ないと考えられるが、クリプトスポリジウムが常時 1 個 / 20 L の濃度で均一に存在しているとすれば、1 年間で見た場合の感染確率は（注 2）より、 $P_{365} = 1 - (1 - 0.00042)^{365} = 0.14216$ となる。

これは言い換えると 1 年間に、10,000 人の内、約 1,400 人が感染する確率になると試算され、集団感染の発生するおそれが強いと判断せざるを得ない。

（注 1）Haas らの関係式

$$P(N) = 1 - \exp(-N / k)$$

ここで、 $P(N)$ ：摂取個数 N の時の感染確率

N ：摂取個数

k ：パラメーター（クリプトスポリジウムの場合、 $k = 238.601$ ）

（出典：Haas, C. N., Crockett, C. S., Rose, J. B., Gerba, C. P. and Fazil, A. M. (1996)

Assessing the risk posed by oocysts in drinking water. Journal of American Water Works Association 88(9),131-136)

（注 2）単回及び反復暴露後の感染確率の公式

$$P_n = 1 - (1 - P_1)^n$$

ここで、 P_n ：反復（1 日分が n 回）暴露による感染確率

n ：反復回数

P_1 ：単回（例えば 1 日）暴露による感染確率

【参考】

米国の EPA が提案している「飲料水の微生物許容感染リスク 10^{-4} / 年以下」を達成するための条件を、Haas らの関係式を使って試算すると以下のとおりである。

1 年間に 1 人が感染する確率 P_{365} が 10^{-4} 以下でなければならないことから、 $P_{365} = 1 - (1 - P_1)^{365} = 10^{-4}$ であり、これを満足する P_1 は、約 0.000000273 以下と計算される。すなわち 1 日に 1 人が感染する確率をこの値以下にする必要があるということである。

また、1 日の摂取個数 N 個による感染確率をこの値以下にするには、 $P(N) = 1 - \exp(-N / k) = 0.000000273$ であり、これを N / k について解くと、 $N / k = 2.73 \times 10^{-7}$ となる。 $k = 238.6$ であるから、 $N = 6.51378 \times 10^{-5}$ を得る。2 L 飲んだときにこの個数を摂取するというのであるから、飲料水 1 L あたりのクリプトスポリジウムの数は、 $6.51378 \times 10^{-5} \div 2 = 3.25689 \times 10^{-5}$ 個以下である必要がある。これは、 $1 \div (3.25689 \times 10^{-5}) = 30,704$ L ≈ 30 m³ であり、飲料水約 30 m³ に含まれるクリプトスポリジウムの数が 1 個以下である必要があるということと同じである。

つまり飲料水によるクリプトスポリジウムの感染リスクを 10^{-4} / 年以下とするためには、常時 30 m³ の浄水のなかにクリプトスポリジウムが検出されないことを確認する必要があると試算される。

このようにクリプトスポリジウムの感染リスクが例えば 10^{-4} / 年以下といった低いレベルにあることを、常時水質検査によって確認することは非現実的であることから、水道事

業者は、常に浄水場の運転管理に注意を払い、間違いのない浄水処理を実施することが求められる。

問29 水道水以外にクリプトスポリジウムによる広域汚染のおそれはあるのか。

答 1995年に米国において50人が感染した事例があり、原因はクリプトスポリジウムで汚染された食物と推定されている。

また、米国疾病管理予防センターの調査によると、親水施設等(Recreational Water)を介した水系感染事例として、クリプトスポリジウムによるものは1993～1994年の2年間に6件、1995～1996年の2年間に6件の報告があり、ほとんどが水泳プール水を介しての事例であったと報告されている。

(出典：米国疾病管理予防センター(CDC：Centers of Disease Control and Prevention).

MMWR(Morbidity and Mortality Weekly Report))

問30 クリプトスポリジウム症が発生した場合、患者に対する措置はどのように行えばよいか。免疫力が低い患者が感染した場合の措置はあるのか。

答 詳細は、専門の医師や文献等により確認していただきたいが、参考までに概略を示せば以下のとおりである。

「免疫機能が正常であれば、不顕性感染(症状無し)または発症しても自然治癒する傾向が強い。すなわち、発症した場合、下痢を主症状とし、嘔吐、腹痛、発熱、体重減少などがみられることはあっても、1～2週間で自然治癒する。

エイズ等免疫機能が低下している患者では、下痢が長期間持続したり、激しい下痢により脱水症状を起し急速に衰弱する。治療薬としては、パロモマイシンが使用されていたが、製造中止のため現在は入手できない。アジスロマイシンやクラリスロマイシンが使われるが効果は不定である。

いずれの患者の場合も、糞便の衛生処理には特に留意すること。」

(参考：「内科学」朝倉書店、「伝染病予防必携日本公衆衛生協会」)

(その他の参考資料：「クリプトスポリジウム等原虫疾患に関する情報・資料集」クリプトスポリジウム等の原虫類による食品及び環境の汚染除去と感染対策に係る研究班、原虫類の診断治療に関する情報収集と分析に関する分担研究班(厚生科学研究補助金 新興・再興感染症研究事業))

問31 消毒のみを実施している場合等、急速ろ過法、緩速ろ過法又は膜ろ過法のいずれをも用いていない浄水場に係る水道水についての安全といえる条件は。

答 水道原水に糞便による汚染がないことが明らかである場合、即ち 上流域に発生源がなく、指標細菌が検出されていない場合には一般的に安全であると考えられる。

問32 水道水がクリプトスポリジウムに汚染された可能性のある場合は、給水停止の措置を講じ、対策を実施した後、給水栓、配水池及び浄水池のそれぞれにおいて水質検査を実施し給水を再開するとあり、水質検査は、確実性を高めるため、各3試料について40L(一ヶ所について40Lを3回、合計120L)ずつ採水し行うこととされたが、1ヶ所あたりの採取試料数と採水間隔は。

答 採水は40Lの試料を3試料採取(40L×3試料=120L)することを、給水栓、配水池及び浄水池のそれぞれで行う(120L×3ヶ所=360L)。また、採水間隔は、連続した採水でかまわない。

2. 「水道に関するクリプトスポリジウムのオーシストの検出のための暫定的な試験方法」について

問33 暫定的な試験方法では蛍光顕微鏡が必要とされているが、今後より安価な機材で定量試験が可能となる見込みはあるのか。

答 現時点では、他の方法の見込みはたっており、当面、蛍光顕微鏡を使用する方法により対処する必要がある。

問34 暫定的な試験方法とあるが、将来、蛍光顕微鏡を用いる方法が用いられなくなることがあるという趣旨か。

答 将来本試験方法を部分的に改良したり、他の方法を追加することもあり得ることから「暫定的な試験方法」としているが、いずれにしても蛍光顕微鏡を用いる方法が不相当と判断されることはないと考えている。

問35 厚生省が指定・推奨している検査用キットはあるのか。

答 暫定的な試験方法では、クリプトスポリジウムの染色法として特異抗体（モノクローナル抗体等）を用いた方法を紹介しているが、指定・推奨している特定の検査用キットはない。

問36 病原性細菌等を測定する場合には、汚染や感染防止のために特別な施設を要するが、クリプトスポリジウムの場合には、施設の構造上、どのような配慮が必要か。

答 一般的な病原性細菌やウイルス用のバイオハザード防止対策に準じていればよい。試験の実施に当たって、実施者自身が感染しないことはもちろん、環境中に病原体を放出しないよう十分配慮することが重要である。

問37 クリプトスポリジウムの判定方法のポイントは。

答 クリプトスポリジウムの判定を行うためには経験と技術が必要であり、これを有する検査員が、試験方法に示すFITC標識蛍光抗体染色で緑色の特異蛍光を示す類円形の粒子で3.5～6.5 μmの範囲に入るもののうち、試験方法の判定条件に示す3条件のいずれかを確認することが必要である。この際に前提となる、FITC標識蛍光抗体染色を確認する場合、一部の藻類等が交叉反応して染色され特異蛍光を示すことがあるため、B励起フィルターによる観察と並行してG励起フィルターによる蛍光像観察により正確な判定を行うことも有効である。なお、試験方法は暫定的なものであり、随時見直しを行うこととしているので、適切な方法を選択することが重要である。

さらに、確定的な判定が困難であるときはクロスチェックを行い正確な確認を行うことも有効である。

)「水道に関するクリプトスポリジウムのオーシストの検出のための暫定的な試験方法」に示す、判定の3条件

- i) 蛍光抗体染色像又は微分干渉像で明らかに縫合線が観察される場合。
- ii) 微分干渉像でスポロゾイトが確認される場合。
- iii) DAPI染色の結果、オーシスト中のスポロゾイトの核が明瞭に観察される場合。

なお、実際の検査で検出される紛らわしい生物の写真が下記に掲載されているので参照されたい。

・日本水道協会、水道の原虫対策に関する研究報告書（平成12年度）、pp. 28-60。（本質疑回答集の添付資料に顕微鏡写真例を示す）

・国立感染症研究所ホームページ

<http://www.nih.go.jp/~tendo/atlas/japanese/plankton.html>

3. その他

問38 水道水質管理計画にはクリプトスポリジウムの検査を位置づけていないが、同計画で検査機関とした全ての機関でクリプトスポリジウムの検査ができるようにすべきか。

答 必ずしも全機関で検査体制を整備することを意図しているものではなく、むしろ、検査員の検査技術の向上により、検査結果の信頼性を高めることが重要である。

また、検査結果の正確を期するために策定された「飲料水におけるクリプトスポリジウム等の検査結果のクロスチェック実施要領」を積極的に活用して、緊急時の対策を円滑に実施することが重要である。

問39 感染症新法では、保健所や地方衛生研究所の役割はどのように位置づけられているのか。

答 感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律第9条に基づき定められた「感染症の予防の総合的な推進を図るための基本的な指針（平成11年4月1日付け厚生省告示第115号）」の「第一 感染症の予防の推進の基本的な方向」で、保健所については地域における感染症対策の中核的機関として、また、地方衛生研究所については、都道府県における感染症の技術的かつ専門的な機関として明確に位置づけるとともに、それぞれの役割が十分に果たされるよう、これらの機能強化をはじめとした対応を進めることが重要とされている。さらに、「第五 感染症に関する調査及び研究に関する事項」で、地方衛生研究所においては、都道府県等の関係部局及び保健所との連携の下に、感染症の調査、研究、試験検査及び感染症に関する情報等の収集、分析及び公表の業務を通じて感染症対策に重要な役割を果たしていくこととされている。

このため、地方衛生研究所等に国立公衆衛生院で実施している「水道クリプトスポリジウム試験法実習」の受講経験者が在籍する場合は、水道行政担当者と相互に連携を図り都道府県内のクリプトスポリジウム対策を推進することが重要である。

問40 クリプトスポリジウムが検出された場合等における関係機関との連携はどのようにすべきか。

答 水道水中からクリプトスポリジウムが検出された場合においては、衛生担当部局及び医療機関においても適切な対応が図られるよう「水道水からクリプトスポリジウムが検出された場合の対応について（通知）」（平成13年11月26日厚生労働省健康局結核感染症課長通知）により通知されており、水道水からクリプトスポリジウムが検出された場合は、各都道府県に連絡し、衛生担当者と連携を図り対応を行うことが重要である。

また、クリプトスポリジウム症の患者が発生した場合、大量のクリプトスポリジウムを処理することとなる下水道との連携を図るため、「水道水等においてクリプトスポリジウムが検出された場合の関係機関との連携について」（平成13年12月28日付け厚生労働省健康局水道課水道水質管理室事務連絡）により、関係機関との連携を依頼したところである。浄水からクリプトスポリジウムが検出された場合及び原水から通常より高濃度のクリプトスポリジウムが検出され浄水処理における対応が困難となり水道水からクリプトスポリジウムが検出されるおそれがある場合は、その情報を関係機関に連絡し、必要な連携を図ることが重要である。また、下水道において通常より高濃度のクリプトスポリジウムが検出されたとの情報連絡があった場合は、水道事業者等において適切な浄水処理を行うことが重要である。

(資料)

Cryptosporidium parvum 顕微鏡写真例

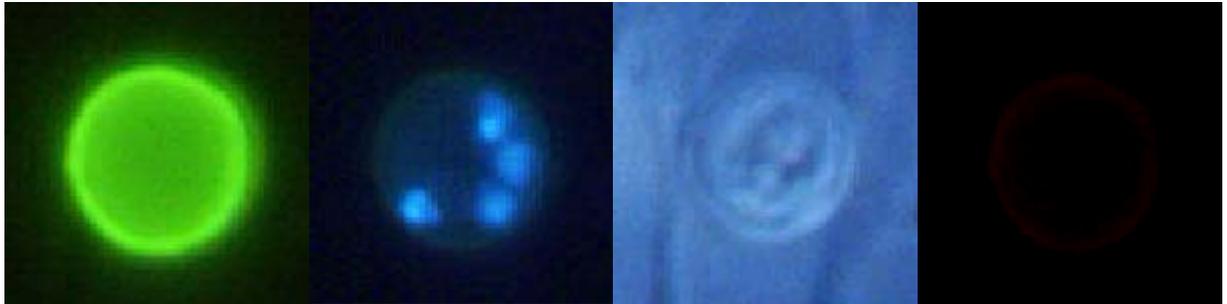
(*Cryptosporidium parvum* 例1) 採水地点 江戸川、採水年月日 平成13年1月15日、水温2.6°C

FITC像

DAPI像

微分干渉像

G励起像



4.8 × 4.5 μm

(*Cryptosporidium parvum* 例2) 採水地点 利根川、採水年月日 平成13年2月19日、水温6.2°C

FITC像

DAPI像

微分干渉像

G励起像



4.8 × 4.5 μm

出典：(社)日本水道協会,「水道の原虫対策に関する研究」報告書,平成12年度,p36,Cry.14及び16

Cryptosporidium parvum の特徴

) 一般的特徴

クリプトスポリジウムパルバムのオーシストは類円形で、その長径は約5 μmであるが、測定状況によって3.5~6.5 μmの範囲に入る。オーシスト壁は薄く平滑で、その1ヶ所に縫合線(脱囊時の開口部分)と呼ばれる亀裂様構造を有する。内部には4個の三日月型をしたスポロゾイト、残体とその他の顆粒を含む。標本によってはオーシストが変形して紙風船がひしゃげたような形状を呈することがある。また、縫合線が開口し、内部構造が消失していることもある。

) 蛍光抗体法で染色されたオーシストの特徴

B励起下でのFITCの特異蛍光は緑色である。オーシストが示す蛍光は一様ではなく、辺縁(シスト壁)の蛍光が強く、それに比して中央部は弱い。観察の方向によっては縫合線が確認できることがある。オーシストの内部が赤色、又は強い黄色を呈することはない。

) DAPI染色されたオーシストの特徴

UV励起下でのDAPIの特異蛍光は青色である。オーシスト内にスポロゾイトの核が1~4個青色に染って見える。

) 微分干渉像の特徴

表面が平滑なオーシスト壁、その中に1~4個のスポロゾイト及び残体とその他の顆粒構造が確認できる。

) G励起像の特徴

多くの植物プランクトンは細胞小管内に色素を含有しており、G励起下で橙色から赤色の蛍光を発する。*C.parvum*は赤くは光らず、わずかに赤く見える程度。