

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. 水道水源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

水道の水源となる表流水若しくは伏流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は、人間又は哺乳動物の糞便による水道原水の汚染の有無を把握することにより、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）。

○水道水の汚染の可能性

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。

水量の少ない表流水、伏流水等を水源としており、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比較的大きな排出源がある場合には、水道原水の汚染の可能性が高まるので、留意する必要がある。

なお、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、水道原水の汚染が生ずる場合もあることに留意する必要がある。

○糞便による汚染の指標

大腸菌（*E. coli*）、糞便性大腸菌群、糞便性連鎖球菌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、これらを検査し、糞便による汚染の影響の有無を把握すること。糞便による汚染の影響がある場合には、クリプトスポリジウムの汚染のおそれがあると考えられる。

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) 浄水場での対応

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等を行うこと。

○浄水処理の実施

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、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。これらの処理施設を有していない浄水場では、施設の整備について早急に検討し、所要の措置を講ずること。

○取水の停止

これらのいずれの処理も実施できない浄水場においては、原水の濁度が高い場合にはクリプトスポリジウムによる感染症発生のおそれが高くなる。そのため、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。

①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。

②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用いること。

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。
- 可能な限り排水池等に濁質の低減機能を持たせること。

③緩速ろ過法における留意事項

- ろ過速度はおおむね5m/日を超え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（ろ過機能発現には、夏季で1日程度、冬季で7日程度を要する）。

④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の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

①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。

②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20L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、確実性を高めるため、各3試料について40L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て、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、利用者へ広報・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кок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。

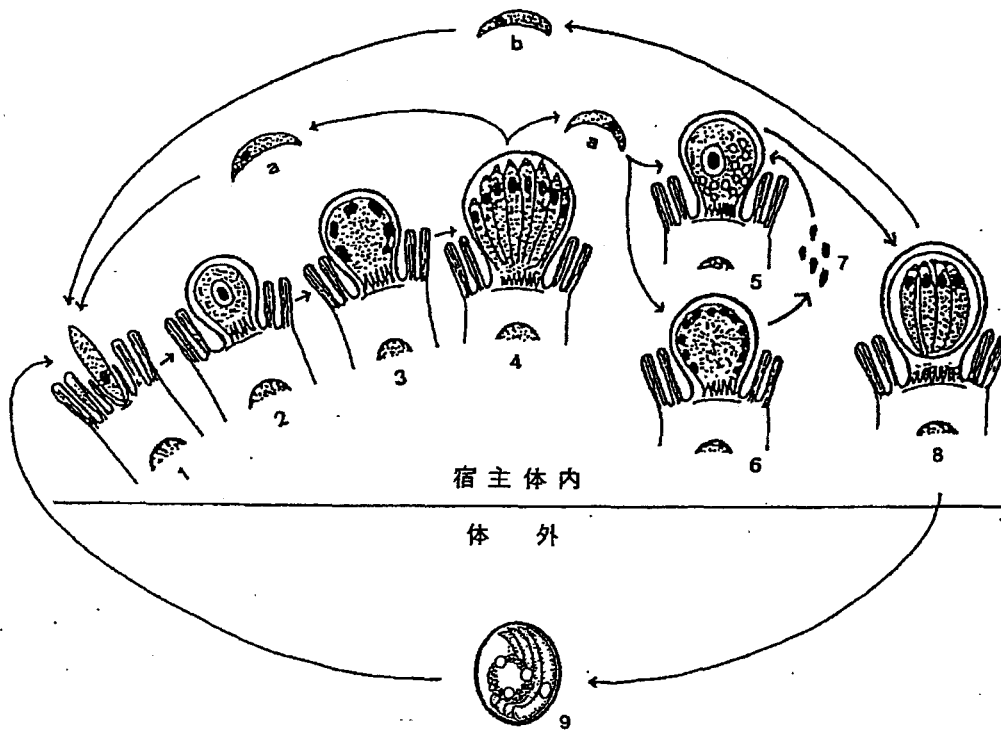
(2) 動物等の体内での増殖¹⁾

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)}

①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。

②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。

③潜伏期

4～5日ないし10日程度と考えられている。

④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。

⑤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。

⑥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

①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	ジアルジア	クリプト	ジアルジア	クリプト	ジアルジア
			スポリジウム		スポリジウム		スポリジウム	
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	①
米国	河川	10	100	0.82~71.9	4.8	②
米国	河川	10	70	0.42~ 5.1	2.5	②
米国	ダム湖	10	70	0.77~ 8.7	2.5	②
英国	—	84	40.5	0.006~ 2.3	—	③
米国及び加国	—	262	51.5	0.065~65.1	2.4	④
米国	河川	—	63	0.00~22.3	0.31	⑤
加国	河川	—	63	0.00~14.7	0.58	⑤

[参考文献]

- ① 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
- ② M.W.LeChevallier, W.D.Norton (1992) : Examining Relationships Between Particle Counts and *Giardia* and *Cryptosporidium*, and Turbidity. *Jour.AWWA*, 84(12), 54-60
- ③ 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.
- ④ M.W.LeChevallier, W.D.Norton (1995) : *Giardia* and *Cryptosporidium* in raw and finished water. *Jour.AWWA*, 87(9), 54-68
- ⑤ 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

②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 [÷]	①
表流水	小川	19	73.7	0-240	1.09	②
表流水	小川/河川	58	77.6	0.04-18	0.94	③
表流水	小川/河川	38	73.7	<0.001-44	0.66	④
表流水	河川*	11	100	2-112	25 [÷]	⑤
表流水	河川/湖	85	87.1	0.07-184	2.70	⑥
表流水	河川	22	31.8	0.01-75.7	0.58	⑦
表流水	河川/湖	18	NA	7.1-28.5	17.8	⑧
表流水	湖	20	70.7	0-22	0.58	②
表流水	湖/貯水池	32	75.0	1.1-8.9	0.91	③
表流水	湖	24	58.3	<0.001-3.8	1.03	④
表流水	湖	44	27.3	0.11-251.7	4.74	⑦
表流水	清浄な河川	3	NA	NA	0.08	⑧
表流水	清浄な河川	59	32.3	NA	0.29	④
表流水	清浄な湖	34	52.9	NA	0.093	④
表流水	清浄な温泉	7	28.6	<0.003-0.13	0.04	④
表流水	清浄な湖	11	9.1	0-0.003	0.003	⑨
地下水	井戸	18	5.6	NA	0.003 [§]	④

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検体のみのデータ

<参考文献>

- ① Roach P., et.al.; J.Parasitol 1987;73:702
- ② Rose JB., et.al.; Advances in Giardia Research, Calgary Canada: University of Calgary Press 1988
- ③ Ongerth JE., et.al.; Appl Environ Microbiol, 1987;53:672
- ④ LeChevallier MW., et.al.; Appl Environ Microbiol, 1991;57:2610
- ⑤ Rose JB., et.al.; Proc Int Conf Water Wastewater Microbiol, Newport Beach, CA. 1988;2:43.1
- ⑥ The National *Cryptosporidium* Survey Group; J Int Water Engng Mgmt 1992;6:697
- ⑦ Smith H., et.al.; Wat Sci Technol 1991;24:169
- ⑧ Madore MS., et.al.; J Parasitol 1987;72:702
- ⑨ 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	⑩
表流水	河川	農家による流出	4	691	55.2	0.04-3.00	0.38	⑩
		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	⑩
		下水流出						
表流水	小川/湖	NA	NA	84	40.5	0.06-2.3	NA	⑪
地下水	井戸	深井戸	3	120	0	-	-	⑩
地下水	井戸	大腸菌汚染の経歴	3	138	5.8	0.04-0.922	0.23	⑩

注 NA ; 不明

<参考文献>

⑩ Department of Environment and Health; HMSO 1990

⑪ 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、芽胞の状態で存在していて、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症例

(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

①国外での事例²⁴⁾

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²⁴⁾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地からのオーシストの流出(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。

②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 PAC 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 PAC 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つたこと、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つたことから、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つた。

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つた指標は、径が4~7 μm 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0.1 NTU以下に維持するよう提言している²⁸⁾。

※NTU : Nephelometric turbidity unit ; ホルマジン濁度標準液 (ホルマジンポリマー) 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

①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。

②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。

③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。

④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°C)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°C)程度であり^{32~34)}、20°C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°C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」ー越生町集団下痢症発生事件ー報告書、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 Stering 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.

【別添 2】

広報の具体例

1 クリプトスポリジウムに関する情報の提供

水道利用者等に混乱を生じないよう、クリプトスポリジウム症の特徴などを十分説明する。

●クリプトスポリジウムは人間や牛などの小腸に寄生する原虫です。

クリプトスポリジウムは人の他に牛、豚、犬、猫などのほ乳動物の腸に寄生する、大きさは4~6 μ m(1 μ mは1mmの千分の1)の原虫です。感染した人や動物の糞便といっしょにオーシストと呼ばれる形で体の外へ排出され、感染源となります。排出量は、1日当たり、人では約10億個、ウシでは約100億個といわれています。

湿った環境の中では、クリプトスポリジウムは2~6ヶ月間、感染力をもっています。

●クリプトスポリジウムは食べ物や水を介して口から感染します。

クリプトスポリジウムのオーシストを、食べ物や水を介して口から摂取すると、クリプトスポリジウムは小腸の組織に入り込み増殖を始めます。

●クリプトスポリジウムに感染した場合の症状は下痢や腹痛です。

クリプトスポリジウムが人に感染症を引き起こす原因として知られ始めたのは、1976年からです。

クリプトスポリジウムに感染すると、2日~5日後に、下痢、腹痛、吐き気や嘔吐、軽い発熱などの症状が始まります。下痢はさらさらの泥水の様で、血液が混じることはありません。感染しても症状が出ない人もいます。

健康な方で免疫が正常に働いていれば、クリプトスポリジウム症の症状は4、5日~約1週間程度でなくなります。長い場合は2週間ほど続く場合もありますが、生命に関わる病気ではありません。

一方、免疫不全の方やガンの治療で免疫抑制療法を受けている方などの場合、病気が長びき、深刻な症状になるおそれがあります。

●感染症にかかったら水分の補給に心がけて下さい。

クリプトスポリジウムによる下痢は、免疫の作用で自然に治りますが、脱水症状にならないよう、水分の補給に気をつけて下さい。水やお茶よりもスポーツドリンクの方が吸収されやすく、脱水を防ぐのに有効です。

また、症状がひどくて心配な場合は、医師に相談して下さい。

2 感染症の予防

感染症の流行時に心掛けるべきことを説明する。

●手をきちんと洗って下さい。

おむつの交換のあと、患者の糞便にさわったあと、また、料理など食べ物を扱うまえには、アルコール綿等でふき取り、石けんで手を良く洗い紙タオル等で良くふいて乾かして下さい。

[参考]

クリプトスポリジウムに感染した場合、症状が治った後、あるいは症状が出なくてもオーシストは便から排出されることから、2次感染を防止するため、便に触れた場合や飲食物を扱うときには、アルコール綿等でふき取り、石けん等で十分手を洗って良く拭いて乾かして下さい。

●水は煮沸して飲んで下さい。

クリプトスポリジウムは熱に弱いので、水は1分間以上煮沸して飲んで下さい。氷も湯冷ましを使って作って下さい。プールの水、湖や川の水からも感染することがありますから、再生水を口にするのがないよう注意して下さい。

この他、生ものは避け、加熱して調理して下さい。食器も良く拭き乾燥させて下さい。

[参考]

クリプトスポリジウムは加熱、冷凍、乾燥に弱く、60℃以上又は-20℃以下で30分間、又は、常温の場合で1~4日間乾燥状態におかれると、感染力を失います。飲用水の場合は、1分間沸騰させれば十分不活化できます。

●浄水器の使用にも注意して下さい。

家庭用等の浄水器については、全ての機種がクリプトスポリジウムの除去に有効であるわけではなく、1μmより大きい粒子が確実に除去できるもの以外は効果がありません。

また、クリプトスポリジウムを除去できる浄水器でも、継続した使用に伴ってカートリッジにクリプトスポリジウムが蓄積されるので、使用の手引きに従ってカートリッジの交換を適宜行ってください。なお、カートリッジの交換時には、手にクリプトスポリジウムが付着しないよう気をつけるようにし、交換後には手をよく洗ってください。

●その他

家族で下痢をしている人がいる場合、家族内感染を防ぐため、患者の方の入浴を最後にして下さい。また、クリプトスポリジウムは熱湯に弱いので、患者のふん便で汚れた下着やおむつは熱湯をかけてから洗濯して下さい。

3 水道局での対応

水道事業者等の対応状況を広報し、住民の理解と協力を得ること。

●配水管の洗浄などに伴う断水に関する広報事項(例)

- ・目的 : 配水管内のクリプトスポリジウムを除去するため、管の洗浄を実施する
- ・断水の影響のある世帯、地域等
- ・断水の開始予定時間及び終了予定時間
- ・洗浄後の安全確認結果
- ・水道水の利用再開時の注意

しばらく水道水を放水し、給水管内のクリプトスポリジウムを流し出す。