



Title	札幌市におけるクリプトスポリジウムへの対応
Author(s)	藤田, 賢一
Description	第5回衛生工学シンポジウム（平成9年11月6日（木）-7日（金） 北海道大学学術交流会館） . 1 計画・展望 . 1-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 5, 12-15
Issue Date	1997-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7695
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-1-3_p12-15.pdf



1-3 札幌市におけるクリプトスポリジウムへの対応

藤田 賢一（札幌市水道局工務部水質試験所）

1 はじめに

クリプトスポリジウムは、動物の消化管内で増殖し、水様性下痢や腹痛を引き起こす病原性原虫であり、糞便とともに多量のオーシストが排出される。オーシストは4~6 μ mの大きさで塩素消毒に対して極めて強い抵抗性を有しており、万が一水道水中に混入すれば、多大な健康被害をもたらす。

水道水を原因としたクリプトスポリジウム感染症については、米国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。日本国内では、平成8年6月に埼玉県越生町で1カ月間に約8,700人が感染する事例が発生し、水道水の安全性に対する信頼に大きな衝撃を与えた。このため、平成8年10月、厚生省は、水道におけるクリプトスポリジウム対策として、その予防措置や応急措置等について「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」を定めた。

本市の浄水場での管理目標濁度は従前から0.1度未満であり、暫定対策指針を満足しているが、クリプトスポリジウムの水道水への混入の可能性を低下させるため、浄水処理を徹底し、濁度管理のより一層の強化を検討している。また、原水中のクリプトスポリジウムの存在状況の把握や浄水の安全性の確認を行うため、クリプトスポリジウムの検査体制の整備を行っているところである。

2 暫定対策指針ならびに本市の対応

（1）水道水源の状況

暫定指針では取水施設近傍上流に人間又は動物の糞便を処理する施設等の排出源がある場合、水道原水の糞便による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となっている。糞便による汚染の指標としては、大腸菌、糞便性大腸菌群、糞便性連鎖球菌があげられており、これらを検査することにより糞便による汚染の状況を把握することができる。

本市では、市内5浄水場の原水について毎月、糞便性大腸菌群の検査を行っている。その結果、全ての原水で糞便性大腸菌群が検出されている。また、大腸菌についても検査を行い、検出が確認されている。

本市の水道水源上流のクリプトスポリジウムの汚染源になりうる施設等を表1に示す。藻岩浄水場ならびに白川浄水場の取水施設上流には、近傍ではないものの、下水処理場やクマ牧場等いくつかの施設がある。西野浄水場の水源となる琴似発寒川には、流域に降った雨水を河川に放流する雨水吐口があり、この放流水からも糞便性大腸菌群が検出されることがある。星置川には汚染源になりうる施設は見あたらない。各河川とも大腸菌や糞便性大腸菌群が検出されている状況から、汚染施設のない森林山岳地域を流れている河川についても、流域に生息しているキツネ等の野生動物の糞便汚染の可能性もあり、水道原水がクリプトスポリジウムにより汚染される恐れがあると考えている。

現在、我々はクリプトスポリジウムの検査体制の整備をすすめており、今後、原水中のクリプトスポリジウムの存在状況を把握したいと考えている。

表1 クリプトスポリジウムの汚染源になりうる施設等

河川	豊平川水系			琴似発寒川水系	星置川水系
浄水場	藻岩浄水場	白川浄水場	定山溪浄水場	西野浄水場	宮町浄水場
施設等	クマ牧場 浄化槽 下水処理場 畜舎		クマ牧場 浄化槽	雨水吐口	

(2) 予防対策

暫定指針では、クリプトスポリジウムによって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い、ろ過池出口の濁度を0.1度以下に維持することとしている。

前述のように、本市の水道原水はクリプトスポリジウムによる汚染を受ける可能性があることから、予防対策として徹底した浄水処理を行うことが必要である。本市では、5浄水場すべてで急速ろ過方式を採用しており、従前からろ過水濁度0.1度未満を維持するように運転管理を行っている。

ろ過水水質を良好に保つためには、適正な凝集・沈殿を行い、適正なるろ過池管理を行うことが重要であることは言うまでもない。本市で行っている浄水処理の留意点について次に紹介する。

凝集の良否を左右する凝集剤の注入率は、原水の濁度やpH、アルカリ度に応じて決定している。しかし、原水の状態によっては良いフロックができない場合もあるため、フロックの状態を常時モニターで監視し、注入率を変更するなどして適正な凝集を行っている。さらに、沈殿水の濁度を測定することで、凝集・沈殿の良否を監視している。

凝集・沈殿操作が適正に行われていても浄水処理の最終工程であるろ過操作を適正に行わなければ、良好な水質を得ることはできない。ろ過操作の良否については、ろ過水濁度を指標として判断することができる。本市では、各系統毎に自動計器によりろ過水濁度を常時測定している。濁度計は一定の頻度で校正を行い、常に正確な測定ができるように管理している。また、1日数回浄水場職員が管理室内の濁度計で濁度を測定し、自動計器とのクロスチェックを行っており、測定値にずれが生じれば随時、自動計器の校正を行っている。しかし、現在の計器では0.1度未満の濁度を正確に測定することはできない。そこで、今後更に徹底した濁度管理を行うために、より低濁度まで正確に測定できる計器の導入を検討している。

良好で安定したろ過水水質を得るためには、適切なるろ過池洗浄が欠かせない。本市では、損失水頭が一定値を超えた場合あるいは一定のろ過持続時間が経過した場合にろ過池洗浄を行っている。ろ過持続時間の決定は、ろ過水濁度が0.1度以下を維持できる範囲内の運転管理を考慮して行っている。

表面洗浄時間や逆流洗浄時間等の条件については、洗浄排水濁度、初期ろ過水濁度、砂付着物量などの調査を行い決定している。また、夏季と冬季で逆流洗浄時の膨張率を測定することで、最適となる逆流洗浄水量を求めている。この他、砂層厚、砂粒径等を測定し、洗浄効果の良否を判断するとともに、ろ過池状況の把握を行い、補砂やろ過池更正等の維持管理を行っている。現在の条件で洗浄を行うことにより、洗浄終了時の洗浄排水濁度は概ね1度以下に、初期ろ過水濁度についても概ね0.1度以下となっているが、さらに調査、検討を行い、ろ過水濁度の低減化に努めたい。

3 検査体制の整備

本市では、糞便汚染の指標菌を用いてクリプトスポリジウムによる汚染の可能性を判断するだけでなく、クリプトスポリジウムそのものを測定することにより、原水の汚染状況の把握や浄水の安全性の確認を行うことも必要であると考え、クリプトスポリジウムの検査体制を整備することとした。

クリプトスポリジウムの検査は、クリプトスポリジウムオーシストをモノクローナル抗体で染色し、顕微鏡観察により同定するものである。検査方法の概略はフロー図に示したとおりであるが、この検査は操作が煩雑であることに加え、オーシストの同定には、落射蛍光顕微鏡により推定した後、微分干渉像での内部構造の確認が必要であり、熟練を要する。本市では、技術習得のため、水質試験所職員1名が日本水道協会の行った「クリプトスポリジウム試験方法実技講習会」に参加し、試験操作について学んできた。現在、検査機材の整備をすすめ、検査方法の検討を行っているところである。

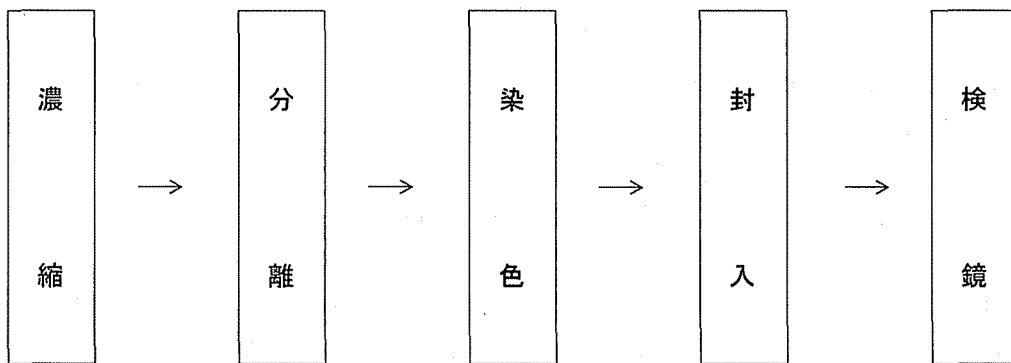


図. クリプトスポリジウム検査フロー

濃縮から封入までの前処理には多くの工程があり、回収率は10%~70%と習熟度との関連が深い。

我々は、現時点での回収率を求めするため、水道水に陽性コントロールを一定量添加して試験を行った。その結果、濃縮操作後、分離操作を5回繰り返した場合の回収率は約30%という低い値であった。正確な検査を行うためには回収率をあげることが大きな課題となる。そこで、検査のどの段階でのロスが大きいのかを調べるため、濃縮操作あるいは分離操作のみでの回収率を求めた。濃縮操作のみでは約35%、分離操作5回では約80%であった。濃縮、分離操作とも、操作の習熟を図ることである程度回収率をあげることができると思われるが、濃縮操作でのロスを減らす方法を検討し、回収率を上げることが必要である。また、原水等濁度の高い試料の

検査も行うため、検水の濁度が回収率に与える影響についても検討が必要である。

濃縮・分離・染色を行った試料中のオーシストの計数は顕微鏡を用いて行う。まず、落射蛍光観察でオーシストの推定を行い、微分干渉観察によりスポロゾイド等の内部構造が確認できたものをクリプトスポリジウムとして確定する。染色されたオーシストは、落射蛍光観察では青リンゴ色の蛍光を発する。染色に用いられるモノクローナル抗体は、オーシストに対して比較的高い特異性を示すが、試料中に含まれる様々な物質の中には類似反応を示すものがあり、オーシストの判別を難しくしている。さらに、微分干渉観察による内部構造の確認は非常に困難であり、多くの経験を積む必要がある。

現在行われている検査方法は非常に時間を要するもので、我々が行った場合、ろ過水40Lの検査に40時間程度の時間を要する。原水の場合にはさらに多くの時間を必要とし、濁度によって所要時間は大きく異なる。これまでの検討結果から試算すると、原水10Lの検査には、濁度5.9度（平成8年度白川浄水場原水年平均濁度）の場合で100時間程度、濁度20度の場合には250時間程度の時間を要するものと考えられる。現在、検査担当者は1名であり、検査所要時間等を考慮すると、十分な検査を行っていくことが難しいと考えられる。このため、今後、水質試験所内で研修を行い、検査担当者を育成するとともに、落射蛍光顕微鏡等の機器の整備すすめ、検査体制の充実を図る予定である。

4 おわりに

8月には、全国94水源水域、282地点の水道水源におけるクリプトスポリジウム等の存在状況についての調査結果が厚生省より発表され、クリプトスポリジウムが全国に散在する状況が明らかになりつつある。

現在のところ、本市では、水道を介したクリプトスポリジウム感染症は発生していないが、糞便汚染の指標菌の検出状況からクリプトスポリジウム汚染の可能性を有しており、原水水質に対応した適正な浄水処理、徹底した濁度管理を行っていく必要がある。

しかし、糞便汚染の指標菌を用いての判断はあくまでも汚染の可能性であり、クリプトスポリジウムそのものの有無の確認が急務であることから、検査体制の整備を急ぎ、原水の汚染状況を把握するとともに、浄水での安全性を確認し、利用者に信頼される水道水の供給に努めなければならないと考えている。

しかしながらクリプトスポリジウムの検査には、多大な時間と労力を要し、熟練した技術が必要とすることから、個々の事業者の取り組みとあわせ、簡便な検査法の開発、検査体制整備への支援、適切な指標の選定、感染量に関する調査等、国としての具体的施策が望まれるところである。

先に厚生省が発足させた「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」の今後の活動に大いに期待するところである。