

再生水におけるクリプトスポリジウムの再試験濃度基準値について

水再生水質課 ○七里 浩志 石原 充也
村岡 麻衣子 折目 孝子

1. はじめに

クリプトスポリジウム（*Cryptosporidium parvum*）は、経口感染によってヒトの小腸に寄生し、下痢や腹痛を引き起こす原生動物である。塩素などの消毒剤に対して強い耐性を持つため、国内でも水道水を介した集団感染が報告されている。

下水道事業においても、下水処理水の放流先下流（ただし、海域は除く）において、水道水源としての利用や水浴等により人へ直接下水処理水が暴露されるような水利用が行われる場合は、クリプトスポリジウムのリスクへ対応するため、「下水処理水の水系リスク管理計画」を策定することとなっている（2003 年国交省事務連絡¹⁾（以下、事務連絡とする）。

市内の水再生センターは、上記条件に該当せず、管理計画策定の必要はないが、下水処理水の再利用（再生水の利用）を行っており、再生水が人と接触する可能性がある。そのため、水再生水質課では、事務連絡を参考に、再生水におけるクリプトスポリジウムの濃度基準値について検討した。この結果から、再生水の安全性の確認、リスク管理の一環として、再生水のクリプトスポリジウム濃度の再試験実施基準を設け、これを超えた場合再試験を行って濃度の推移を確認することとした。

2. クリプトスポリジウムの生活環

クリプトスポリジウムは、ヒトやペット、家畜、野生動物など多くの哺乳類に寄生する。宿主の腸管上皮細胞で増殖を繰り返し、丈夫な殻を持ったオーシストとして便とともに排出される。オーシストは環境中で増殖することはない、糞便に混じって外界に排出されたものが再び経口的に取り込まれることによって感染が広がる。したがって、ヒトからヒトへの感染（家族間）や動物との接触、汚染食品や飲料水の摂取、あるいはプールでの感染などが考えられる²⁾。

クリプトスポリジウム症には有効な治療薬がなく、健常者では免疫反応が強く働くようになると増殖が抑えられ、2 週間あまりで自然治癒するが、免疫不全者では死に至ることもある。下水処理において塩素混和池での次亜塩素酸ナトリウムの消毒では効果がなく、不活性化には、オゾン消毒や紫外線消毒が有効であるとされている³⁾。



図 1
クリプトスポリジウムオーシスト

3. これまでの経緯と水質基準

下水道とクリプトスポリジウムに関するこれまでの経緯を表 1 に示す。

表 1 クリプトスポリジウムに関するこれまでの経緯

1996(平成8)年	埼玉県越生町でクリプトスポリジウムによる大規模な集団感染が発生(6月)
2000(平成12)年	(財)日本下水道協会： 「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」(3月) 再利用に関して下水道部局は事業実施主体であるので、適宜クリプトスポリジウムの濃度を測定し、実態を把握しておくことが望ましい 水再生水質課:クリプトスポリジウムの委託調査開始

2003(平成15)年	国土交通省都市・地域整備局下水道部: 「下水処理水中のクリプトスポリジウム対策について(事務連絡)」(6月)
2004(平成16)年	水再生水質課:クリプトスポリジウムの直営分析開始
2008(平成20)年	国土交通省:処理水、再生水の衛生学的水質検討プロジェクト活動報告書(4月)

4. クリプトスポリジウムに関する水質基準

現在、クリプトスポリジウムに関する環境基準は定められておらず、排水に関する基準も設定されていない。2000年(財)日本下水道協会による最終報告⁴⁾(以下、最終報告とする)では、これらの状況から下水道部局独自に下水処理水質の目標を設定することは困難であるとしながらも、リスクアセスメント手法適用による処理目標水質の検討例を示している(表2)。許容リスク 10^{-4} は、年間の感染者が1万人当たり1人、 10^{-2} は同100人当たり1人を意味する。

表2 各利用形態における年間許容リスクごとの下水処理水中クリプトスポリジウム濃度(個/L)

利用形態		被暴露者	暴露形態	接触頻度	摂取量	許容リスク		
						10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}
親水用水	公園	公園利用者	水遊び	100日/年	10mL/日	0.024	0.24	2.4
修景用水	公園	公園利用者	魚釣り	104日/年 (2日/週)	1mL/日	0.229	2.3	23.1
水洗用水	office	勤労者	飛沫による接触	261日/年 (5日/週)	0.1mL/日	0.914	9.15	91.9
散水用水	公園	公園利用者	芝生等での接触	60日/年	1mL/日	0.398	3.98	40

また、事務連絡では、下水処理水の水系リスク管理計画を策定する方法の中で濃度基準について言及している。こちらは、定常時のクリプトスポリジウム濃度を把握しておき、その値から著しく逸脱する(高い)分析値が得られた場合には異常事態の可能性があるといった考え方にに基づき、監視強化及び緊急対応基準値を設定している。本報告ではこれまで蓄積してきた測定結果を利用し、両基準値に相当する濃度を試算した。

5. 再生水におけるクリプトスポリジウムの検出状況

2005(平成17)年度～2007(平成19)年度の再生水(販売再生水、オゾン処理水)のクリプトスポリジウム検出状況を図2に示す。110回の分析のうち、26回検出、84回不検出であった。検出された際の濃度は0.1～2.2個/Lであった。また、この期間の回収率は、表3のとおり47%～75%であった。濃度の値は回収率による補正を行っていない。

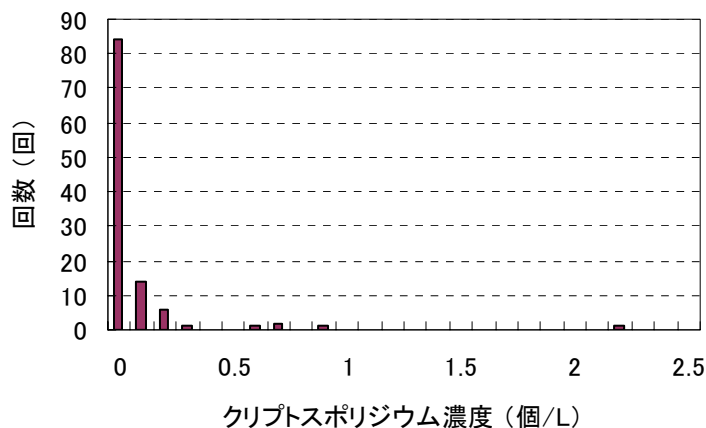


図2 再生水のクリプトスポリジウム検出状況

表3 再生水の回収率測定結果

年度	センター	試料	回収率(%)
2005 (H17)	中部	販売再生水	75
	神奈川	オゾン処理水	71
2006 (H18)	西部	販売再生水	67
	神奈川	オゾン処理水	57
2007 (H19)	西部	販売再生水	66
	神奈川	オゾン処理水	47

6. 事務連絡に基づく基準値の算出

事務連絡の手法に基づき算出した濃度基準値を表 4 に示す。事務連絡では、回収率を加味して値を算出しているが、回収率は検体によって異なったため、回収率を加味していないものと、回収率を 60%としたものの 2 通りを算出した。監視強化基準値 L1 は、過去の濃度分布から 3 回測定値の幾何平均の分布の 95%信頼区間上限値濃度として、緊急対応基準値 L2 は、2 回測定値の幾何平均の分布の 95%信頼区間上限値濃度（図 3 参照）として算出した。

表 4 再生水における濃度基準値の算出結果(個/L)

	監視強化基準値 (L1)	緊急対応基準値 (L2)
回収率補正なし	0.14	0.23
回収率 60%の場合	0.24	0.39

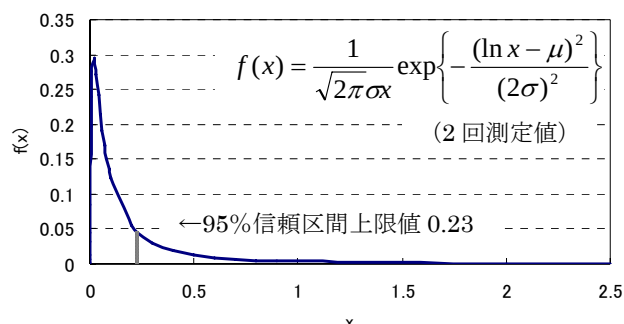


図 3 蓄積データから得られた対数正規分布

事務連絡では、最低限の管理目標としてクリプトスポリジウムの年間許容リスクを 10^{-2} 以下としている。表 4 の基準値 L1、L2 は、回収率で補正した場合でも、最終報告における年間許容リスク 10^{-2} （表 2）を十分に下回っていた。

7. 業務への反映

算出結果を基に、業務への反映について検討し、クリプトスポリジウムの濃度が通常の状態ではない場合は再試験を行い、濃度の推移を確認することとした。検討結果で得られた L2 の 0.23 個/L（回収率補正なし）を採用し、再生水のクリプトスポリジウムの再試験実施基準とした。現状では回収率にばらつきがあり、回収率の補正は行わないこととした。再生水のクリプトスポリジウム濃度が再試験実施基準 0.23 個/L を超えた場合、測定結果が基準未満になるまで 2 週間以内ごとに再生水を採水、測定することとした。

課内での取り決めとして 2009（平成 21）年度から暫定的に運用を開始している。平成 21 年 9 月現在、基準を超える濃度は検出されていない。

8. 課題

基準値の設定には仮定が含まれており、随時、見直しが図られるべきものである。また、これまでの分析結果から、検出されるクリプトスポリジウムの濃度は、水再生センター（処理区域）によりばらつきがあることがわかっている。地域ごとに基準を設定、モニタリングするにはより多くのデータを蓄積していく必要がある。回収率については、試料の種類毎に年 1 回以上測定しているが、ばらつきがある。夾雑物が多いなどの試料の性質もあり難しいが、回収率の向上、一定化に努める必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省（2003）下水処理水中のクリプトスポリジウム対策について（事務連絡）。
- 2) 遠藤卓郎（2001）：飲料水の原虫汚染問題と健康。麻布大学市民公開シンポジウム 水のクリプトスポリジウム汚染と浄水処理対策。4-11。
- 3) 竹村伸一・村岡麻衣子・井上智（2005）：オゾン処理水・販売再生水等のクリプトスポリジウム試験。環境創造局職員業務研究発表会（下水道・河川部門）講演集。97-99。
- 4) （社）日本下水道協会（2000）：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。