# 水道原水・浄水等における原虫類並びに 糞便汚染指標細菌類調査結果(平成15年度,16年度)

保 坂 三 継\*, 高 田 千恵子\*, 榎 田 隆 一\*, 矢 口 久美子\*

Surveys of Protozoan Parasites and Fecal Indicator Bacteria in Raw and Finished Water (Apr.2003. ~ Mar.2005.)

Mitsugu HOSAKA\*, Chieko TAKADA\*, Takaichi ENOKIDA\* and Kumiko YAGUCHI\*

**Keywords**: クリプトスポリジウム *Cryptosporidium*, ジアルジア *Giardia*, 原虫 protozoa, 水道水 drinking water, 水道原水 raw water, 表流水 surface water, 糞便汚染指標細菌 fecal indicator bacteria

#### 緒 重

水道水の微生物的安全性を脅かす原虫クリプトスポリジウムとジアルジアによる感染リスクの評価には、これらの病原微生物の存在実態に関する情報が不可欠である.筆者らは平成9年以降,「水道における感染性微生物の実態調査」の一環として,東京都水道局が給水している地域を除く東京都の多摩地区や島しょにおいて表流水を水源としている浄水場の原水・浄水の原虫類の調査を行っている。さらに東京都外の地域の浄水場等についても原虫類を検査している.

本報では前報<sup>1)</sup>に引き続き、平成 15 年度及び 16 年度に 実施した浄水場原水・浄水における原虫類及び糞便汚染指標細菌の調査結果、並びに調査対象浄水場等の水源について実施したクリプトスポリジウム汚染のおそれの指標菌<sup>2)</sup>(以下、クリプトスポリジウム汚染指標菌という)の実態調査結果を取りまとめた。また平成 12 年から継続して検査している宮城県内の水道事業体の水道原水における原虫類の出現とクリプトスポリジウム汚染指標菌との関係について考察した。

### 材料及び方法

#### 1. 試料水

- 1) 浄水場の原水・浄水 平成 15 年度と 16 年度に採取された東京都奥多摩町と檜原村(以下, 奥多摩地区という) 及び島しよ(伊豆諸島, 小笠原諸島) 町村の表流水を水源とする浄水場の原水及び浄水を用いた. 内訳は 15 年度が原水 15 試料, 浄水 16 試料, 16 年度が原水 16 試料, 浄水 17 試料である. また, 宮城県内の水道事業体の原水 8 試料及び浄水 12 試料を用いた.
- 2) 浄水場の水源 平成 15 年 6 月~7 月と 16 年 5 月~6 月に、奥多摩地区及び島しょの水道水源(貯水池,河川,井戸あるいは湧水)のすべて(調査時に休止中のものを除く)を対象として調査した.1 つの浄水場が複数の水源か

ら取水している場合はそれぞれの水源すべてについて調査対象とし、平成15年度は表流水17試料、井戸水・湧水57試料、平成16年度は表流水17試料、井戸水・湧水51試料を調査した.

#### 2. 原虫類の検査方法

水試料からのクリプトスポリジウムのオーシスト(以下,クリプトスポリジウムという)とジアルジアのシスト(以下,ジアルジアという)の検出方法,判定基準及び結果の表示は前報<sup>1)</sup>と同様である. 奥多摩地区及び島しょの浄水場の原水と浄水についてはそれぞれ 100 L,宮城県内の水道事業体の原水と浄水についてはそれぞれ 20 L と 40 L について試験した.

### 3. 細菌検査方法

- 1) 大腸菌群及び大腸菌 MMO-MUG 培地 (アスカ純薬) を用いた Multi-well 法<sup>3)</sup> で測定した.
- 2) 糞便性連鎖球菌 m-エンテロコッカス寒天培地 (MERCK) と疎水性格子付きメンブランフィルターを用いた MPN 法<sup>4)</sup> で測定した.
- 3) ウェルシュ菌芽胞 ハンドフォード改良培地(栄研化学)と疎水性格子付きメンブランフィルターを用いた MPN 法<sup>4)</sup> で測定した.嫌気培養にはガスパックシステム (BBL) を用いた.

# 結果及び考察

#### 1. 浄水場浄水の原虫検査結果

平成15年度及び16年度に調査した奥多摩地区及び島しよ,並びに宮城県内の水道事業体の浄水場の浄水については,すべての検体で原虫類不検出であった。この結果から,これまでと同様,これらの浄水が直ちに原虫による集団感染の原因となる可能性は少ないと判断できる<sup>5)</sup>.しかし,後述するように,今回の調査でも一部の浄水場原水では原

- \* \*東京都健康安全研究センター環境保健部水質研究科 169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1
- \* Tokyo Metropolitan Institute of Public Health 3-24-1, Hyakunincho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

虫類が検出されている. 平成8年の越生町での事件<sup>6)</sup>では、原水の汚染と不十分な浄水処理など人為的な欠陥が重なったことが原因と考えられている. したがって、突発的な原水水質の変動に注意するとともに、事故あるいは人為的

なミスによる浄水処理の失敗による浄水への原虫類の漏 出を常に警戒し、平常時の水質検査による原虫類の監視を 今後も継続して行っていく必要がある.

表1. 奥多摩地区及び島しょ水道原水(表流水)における原虫類と糞便汚染指標細菌の検出状況 (平成15年度)

	原虫類			糞便汚染指標細菌				
		クリプト スポリジウム	ジアルジア	大腸菌群	大腸菌	ウエルシュ 菌芽胞	糞便性 連鎖球菌	
事業体	浄水場	個/20L	個/20L	MPN/100mL	MPN/100mL	MPN/100mL	MPN/100mL	
奥多摩町	小河内	0	0	120	8.6	0	66	
	日原	0	0	54	4.1	0	120	
	氷川	0	0	270	11	3.0	110	
	棚沢	0	0	340	0	0	12	
	大丹波	0	0	16	0	0	0	
檜原村	北秋川	0	0	8.6	0	0	1.5	
	南秋川	0	0	5.2	2.0	0	1.0	
大島町	泉津配水池系	0	0	130	1.0	0	13	
利島村	貯水池系	0.2	0	1,100	9.8	2.5	98	
八丈町	大川	0	0	9,200	9.6	0	140	
	洞輪沢	0.2	0	700	9.6	1.5	23	
	関之戸	0	0	810	5.2	0.5	48	
青ヶ島村	向沢	0	0	1,800	0	0	48	
小笠原村	扇浦	0	0	44,000	1,100	29	1,400	
	沖村	0	0	3,900	23	4.5	37	

表 2. 奥多摩地区及び島しょ水道原水 (表流水) における原虫類と糞便汚染指標細菌の検出状況 (平成16年度)

		原虫	類	糞便汚染指標細菌				
		クリプト スポリジウム	ジアルジア	大腸菌群	大腸菌	ウエルシュ 菌芽胞	糞便性 連鎖球菌	
事業体	浄水場	個/20L	個/20L	MPN/100mL	MPN/100mL	MPN/100mL	MPN/100mL	
奥多摩町	小河内	0	0	71	1.0	0	18	
	日原	0	0	41	0	0	0	
	氷川	0	0	8.5	0	0	0	
	棚沢	0.6	0	150	1.0	1.0	23	
	大丹波	0	0	13	1.0	0	0	
檜原村	北秋川	0	0	0	0	0	0	
	南秋川	0	0	4.1	0	0	0	
大島町	泉津配水池系	0	0	100	4.1	0	7.0	
利島村	貯水池系	0	0	1,300	48	6.0	110	
	脱塩井戸系	0	0	0	0	0	0	
八丈町	大川	0	0	930	39	0	140	
	洞輪沢	0	0	1,300	3.1	0	100	
	関之戸	0	0	870	8.6	0	170	
青ヶ島村	向沢	0	0	2,000	28	0	9.0	
小笠原村	扇浦	0	0	1,700	14	9.0	11	
	沖村	0	0	3,400	3.1	21	14	

#### 2. 水道原水の原虫検査結果

1) **多摩地区の水道原水** 平成 15 年度の結果を表 1 に, 平成 16 年度の結果を表 2 に示す.

平成 15 年度の奥多摩地区の原水 7 試料では原虫類は不 検出であった. 糞便汚染指標細菌については 14 年度とほ ぼ同レベルであった. 平成 16 年度の奥多摩地区の原水 7 試料では棚沢浄水場の原水からクリプトスポリジウムが 0.6 個/20 L 検出された. 棚沢浄水場では平成 12 年度調査 でジアルジアが 1 個/20 L 検出されていた $^{7}$ ). また, 平成 13 年度調査では日原浄水場の原水でジアルジアが 0.2 個 /20 L 検出されていた<sup>5)</sup>. しかし, クリプトスポリジウム については奥多摩地区の 7 箇所の浄水場原水から検出さ れたのはこれが初めてである. 原水中の糞便汚染指標細菌 については奥多摩地区の浄水場全体としては平成 15 年度 よりも全般的に少なかった.しかし,クリプトスポリジウ ムが検出された棚沢浄水場では,大腸菌群,大腸菌及び糞 便性連鎖球菌の菌数レベルは過去数年間と同様であった ものの, 通常は不検出であるウェルシュ菌芽胞が今回わず かながら (1.0 MPN/100 mL) 検出されていた. ウェルシュ 菌芽胞で指標される糞便汚染がクリプトスポリジウムの 検出と関係した可能性が考えられる.

2) 島しょの水道原水 平成15年度の島しょの原水8試料のうち、利島の貯水池系原水と八丈町の洞輪沢浄水場原水から、それぞれ0.2個/20Lのクリプトスポリジウムが検出された. 平成16年度では島しょの原水8試料から原虫は検出されず、糞便汚染指標細菌についても前年度とおおむね同レベルにあった. 利島の貯水池系原水では平成12年度に0.7個/20Lのクリプトスポリジウムと11個/20Lのジアルジアが検出されており7)、島しょの水道原水の中では原虫がよく検出される. 平成15年度に検出されたクリプトスポリジウムの数は少なかったものの、今後も突発的な高濃度汚染が生じる可能性があると考えられる. また八丈町の洞輪沢浄水場原水からは平成15年度調査で初めてクリプトスポリジウムが検出されたが、平成12年度には

0.3 個/20 L のジアルジアが検出されており<sup>7)</sup>,原水に原虫 汚染があることは明らかである. なお,八丈町の3箇所の 表流水系浄水場では毎年のようにいずれかの原水でジア ルジアが検出されている<sup>1)</sup>. 島しょの浄水場においては, 地理的並びに技術的な制約から水源の保全や浄水処理の 最適管理が困難な面があることは否めないが,八丈町や利 島村の水道原水での結果が示すように,水源における原虫 汚染の存在を前提として,徹底した浄水処理を今後も継続 して行うことが原虫感染の防止のためには不可欠である。

3) その他の浄水場原水 宮城県内の水道事業体の原水 (KM 取水場)の平成15年度と16年度の結果を表3に示す. 調査回数は両年度とも4回である.

本取水場の原水では 13 年度までクリプトスポリジウムが検出されることが多く、特に平成 12 年度には多数検出された<sup>7)</sup>. その後、原虫の検出数は低下し、14 年度はジアルジアが 2 回、それぞれ 1 個/20 L 検出されたが、クリプトスポリジウムは検出されなかった<sup>1)</sup>.この傾向は平成 15 年度と 16 年度も同じで、平成 15 年度はクリプトスポリジウムが 1 個/20 L で 2 回、16 年度はジアルジアが 1 個/20 L で 1 回検出されたのみであった. しかし糞便汚染指標細菌の状況では、平成 15 年度と 16 年度はウェルシュ菌芽胞と糞便性連鎖球菌がこれまでよりも増加しており、原虫類が多数検出された平成 12 年度<sup>7)</sup>とほぼ同様なレベルであった. 糞便汚染指標細菌数が多かったにもかかわらず、原虫検出数が少なかった理由については、汚染源からの原虫類と糞便汚染指標細菌の排出状況の変化などが考えられるが、詳細は不明である.

# 3.水道水源のクリプトスポリジウム汚染指標菌調査結果

平成 13 年 11 月に「水道におけるクリプトスポリジウム 暫定対策指針」の一部改正<sup>2)</sup> があり, クリプトスポリジウムの汚染のおそれの判断は大腸菌又は嫌気性芽胞菌 (=ウェルシュ菌芽胞) の検出によることとされた. これを受け

表 3.	宮城県内水道事	₹業体の原水	(表流水)	における	る原虫類と	上糞便汚染指	標細菌の検旨	出状況
	(平成15年度,	16年度)						

		原虫	類	糞便汚染指標細菌					
		クリプト スポリジウム		大腸菌群	大腸菌	ウエルシュ 菌芽胞	糞便性 連鎖球菌		
年度	採水日	個/20L	個/20L	MPN/100mL	MPN/100mL	MPN/100mL	MPN/100mL		
15年度	5月26日	0	0	770	8.4	0	66		
	8月24日	1	0	20,000	220	0	120		
	11月25日	0	0	9,800	86	3.0	110		
	2月24日	1	0	1,700	96	0	12		
16年度	5月24日	0	1	>24,000	550	0	0		
	8月23日	0	0	2,100	19	0	1.5		
	11月29日	0	0	3,700	76	0	1.0		
	2月21日	0	0	100,000	220	0	13		

て、奥多摩地区及び島しょの各浄水場が取水している水源の各々について、クリプトスポリジウム汚染のおそれを把握する目的で、クリプトスポリジウム汚染指標菌、すなわち大腸菌とウェルシュ菌芽胞の調査を実施した。水源をその種類によって表流水と井戸水・湧水に区分し、平成15年度と16年度におけるそれぞれの水源ごとのクリプトスポリジウム汚染指標菌等の検査結果を総括して表4に示す。なお、表4には同時に試験した大腸菌群の結果も示してある。

表4. 奥多摩地区及び島しょ水道水源におけるクリプトスポリジウム汚染の指標細菌の検出状況(平成15年度,16年度)

			大腸菌群	大腸菌	ウエルシュ菌 芽胞
		·-	検出件数	検出件数	検出件数
		検査件数	(検出率 %)	(検出率 %)	(検出率 %)
15年度	表流水	17	17 (100.0)	11 (64.7)	8 (47.1)
13年及	井戸・湧水	57	34 (59.6)	12 (21.1)	2 (3.5)
16年度	表流水	17	16 (94.1)	11 (64.7)	7 (41.2)
10千及	井戸・湧水	51	26 (51.0)	9 (17.6)	2 (3.9)

平成15年度では表流水17試料ではすべての試料で大腸菌群が検出され、大腸菌は65%(11試料)から、ウェルシュ菌芽胞は47%(8試料)から検出された.一方、井戸水・湧水57試料では大腸菌群が検出された割合は60%(34試料)に低下し、大腸菌は21%(12試料)から、ウェルシュ菌芽胞は4%(2試料)から検出されるなど、表流水に比べて汚染割合は小さかった.平成16年度では表流水17試料は15年度とほぼ同様の検出状況であった.一方、井戸水・湧水では大腸菌群と大腸菌でわずかに検出率が低くなったが、傾向としては15年度とほぼ同様の検出状況であった.また、表流水の水源ではほとんどすべての地点から、井戸水・湧水の水源でもその半数以上から大腸菌群が検出されている.したがって、「暫定対策指針」2)に基づき、これらの水源に対するクリプトスポリジウム汚染の

おそれの判断のために、今後も継続して指標細菌の監視が 必要である.

個々の水源の検出状況では、年によって指標細菌が検出される水源や検出菌数に変動が見られるが、表流水、井戸水・湧水ともに、小笠原や八丈島など特定の地域で高い値を示す水源があることは平成14年度<sup>1)</sup>と同様である.

表4に示すように、井戸水・湧水であっても指標細菌である大腸菌が検出されるところが少なくない。このことは、こうした水源に糞便汚染があり、クリプトスポリジウム汚染のおそれがあると判断される。現在、これらの井戸水・湧水からの原水は、一部についてはろ過施設を持つ浄水場で処理されているが、大部分は塩素消毒のみで給水されている。「暫定対策指針」<sup>2)</sup>ではクリプトスポリジウム汚染の指標細菌が検出される場合、ろ過などのクリプトスポリジウム除去が可能な浄水処理を行うこととされており、こうした水源についてもクリプトスポリジウム汚染対策のための何らかの対応が必要になるものと思われる。

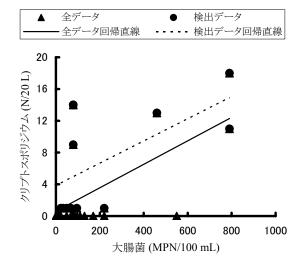
# 4. 北上川水系の水道原水における原虫類とクリプトスポリジウム汚染指標菌との相関

筆者らは平成11年度及び12年度に多摩川で行った調査結果から、多摩川における原虫類と指標細菌の出現との間に高い相関があることを認めた5).そこで、ここでは平成12年度から16年度まで宮城県内水道事業体の水道原水20 Lについて実施したのべ29回の結果について、同様の検討を行った。これらの原水の大部分はKM取水場から取水されたものであるが、一部には異なる取水点からのものが含まれる。しかし、すべて北上川とその派川から取水していることから、同一水系として扱った。のべ29回の検査のうち、クリプトスポリジウムは12回検出され、ジアルジアは10回検出された。原虫類(クリプトスポリジウム、ジアルジア)と指標細菌(大腸菌、ウェルシュ菌芽胞)の散布図と回帰直線を図1〜図6に、またこれらの相関係数と回帰直線式及び相関係数の検定結果を表5に示す。

表 5. 北上川水系原水における原虫類と指標細菌の相関

						相関係数検定(*)	
压力	松捶勿井	ニーカ発物	二、万米	扣閉び粉	다.티그		
原虫	指標細菌	データ種類	データ数	相関係数	回帰式	3 70	1 %
		全データ	29	0.577	y=0.01478x+0.61632	0	$\circ$
	大腸菌	検出データ	12	0.602	y=0.01401x+3.85419	$\bigcirc$	×
クリプト		同上(対数)	12	0.601	y=0.68331x-0.86212	0	×
スポリジウム	ウェルシュ菌 芽胞	全データ	29	0.440	y=0.05040x+0.42861	0	×
		検出データ	12	0.385	y=0.04833x+3.69640	×	×
	7 NE	同上(対数)	12	0.554	y=1.13714x-1.43941	た除 5 % ○ ○ ○ × × × ×	×
	大腸菌	全データ	29	0.241	y=0.00083x+0.31851	×	×
ジアルジア	人肠困	検出データ	10	-0.449	y=-0.00097x+1.59431	×	×
	ウェルシュ菌	全データ	29	0.107	y=0.00165x+0.36655	X	×
	芽胞	検出データ	10	-0.275	y=-0.00321x+1.50948	×	×

(\*) ○;相関あり, ×;相関なし



全データ回帰直線 ・・・・ 検出データ回帰直線

検出データ

全データ

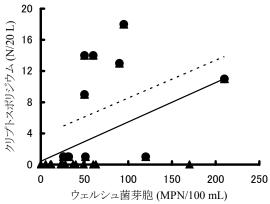
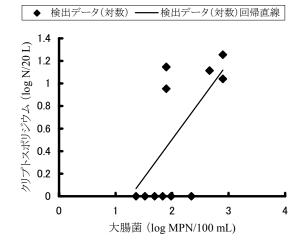


図1. 北上川水系の大腸菌とクリプトスポリジウムの相関

図2. 北上川水系のウェルシュ菌芽胞とクリプトスポリジウムの相関





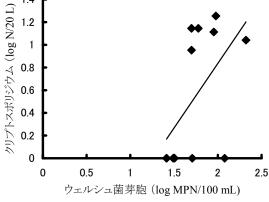
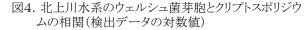
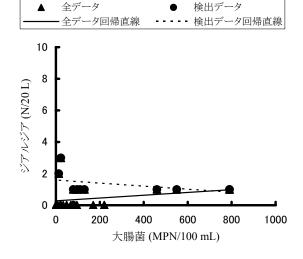


図3. 北上川水系の大腸菌とクリプトスポリジウムの相関 (検出データの対数値)





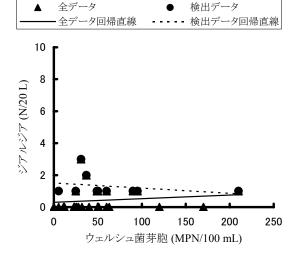


図5. 北上川水系の大腸菌とジアルジアの相関

図6. 北上川水系のウェルシュ菌芽胞とジアルジアの 相関

1) クリプトスポリジウムと指標細菌 クリプトスポリ ジウムと大腸菌との相関は、29 データ全てを用いた場合 (図1), 相関係数は0.58とあまり高くないものの, 危険 率 1%以下の水準で相関は有意と判定された(表 5)。ク リプトスポリジウムが検出された 12 データによる相関 は、危険率 5%以下で有意だったが 1%以下では有意でな かった(図1,表5).クリプトスポリジウムと大腸菌の 対数相関をとった場合(図3)でも同様であった(表5). のべ 29 回の全データを用いた場合に相関性が高く判定さ れたのは、半数以上を占めるクリプトスポリジウム不検出 のデータに影響されたものと思われる. 多摩川の結果で は、クリプトスポリジウムと大腸菌の対数相関で相関係数 は 0.94 と大きく, 危険率 1%以下で有意だった5). したが って, 北上川原水の場合, クリプトスポリジウムと大腸菌 との出現相関は認められるものの、多摩川のケースと比較 して相関係数は小さく,相関の有意性もさほど強くないも のと思われる.

クリプトスポリジウムとウェルシュ菌芽胞との相関は、29 データ全てを用いた場合(図 2)、相関係数は大腸菌の場合よりも小さい 0.44 であり、危険率 1%以下では相関は有意でないと判定された(表 5). さらに、クリプトスポリジウムが検出された 12 データによる相関は、回帰直線の傾きはあまり変わらないが相関係数は全データの場合よりも小さくなり、危険率 5%でも相関は有意でないと判定された(図 2、表 5). この結果は対数相関でも同様であった(図 4、表 5).多摩川の結果では、クリプトスポリジウムとウェルシュ菌芽胞の相関はきわめて明瞭で、相関係数は 0.99、危険率 1%では有意だった5).

このように、北上川水系原水の場合、クリプトスポリジウムと大腸菌の検出数との間に弱いながらも相関が認められる一方、ウェルシュ菌芽胞とは相関がほとんどないことから、クリプトスポリジウムと指標菌との関係、すなわちクリプトスポリジウムによる汚染機構が多摩川とは異なっているものと考えられた。

2) ジアルジアと指標細菌 ジアルジアと大腸菌あるいはウェルシュ菌芽胞との出現状況は、29 データ全てを用いた場合(図 5, 6)も明瞭な相関を示さず、ジアルジアがが検出された 10 データによる相関ではいずれの指標細菌の場合も負の相関となった。相関性の検定もいずれの場合でも危険率5%で相関なしと判定された(表5).

北上川水系原水の場合、すべての検出データにおいてジアルジアの検出値が小さく、また値に大きな差がないなど、指標細菌との相関性の検討材料として不適当であった可能性は否めない。一方、指標細菌数の多さに比べてジアルジアの検出値が小さいことから、ジアルジアの汚染源が多摩川流域に比べて少ない、あるいは流域におけるジアルジア感染率が多摩川に比べて小さいことが考えられる。

なお、奥多摩地区と島しょの水道原水については平成 12年度~16年度まででのべ71回の検査を行っているが、 浄水場ごとに水源やその汚染状況が大きく異なるため、全 体を同一に扱うことはできず、別個に解析する必要がある。しかし、それぞれの浄水場ごとでは検査回数は5回にすぎない.加えてのべ71回の検査のうち、奥多摩地区でクリプトスポリジウムとジアルジアが検出されたのはそれぞれ1回と2回、また島しょではそれぞれ3回と6回しかなく、クリプトスポリジウムあるいはジアルジアが検出されたのは利島を除いてそれぞれの浄水場で1回のみである.したがって、現時点では統計的な検討を加えるのは不適当と判断された.今後のデータ蓄積に期待したい.

#### まとめ

平成15年度と16年度に東京都の奥多摩地区と島しょの 浄水場から採取した水道原水と浄水及び宮城県内の水道 事業体の原水と浄水について、原虫類を中心に調査した. また奥多摩地区並びに島しょの浄水場の水源についてク リプトスポリジウム汚染のおそれの指標細菌を調査した.

- 1) 浄水場の浄水は平成 15 年度と 16 年度ともにすべて原 虫類不検出だった.
- 2) 奥多摩地区の浄水場原水では、平成 15 年度は原虫類不 検出であった。 平成 16 年度は奥多摩地区の浄水場で初め てクリプトスポリジウムが棚沢浄水場原水から 0.6 個/20 L 検出された。
- 3) 島しょの浄水場原水では、平成15年度に利島の貯水池 系原水と八丈町の洞輪沢浄水場原水から、それぞれ0.2個/20Lのクリプトスポリジウムが検出された。八丈町の浄 水場原水からクリプトスポリジウムが検出されたのはこ れが初めてであった。平成16年度ではいずれの原水でも 原虫類不検出であった。
- 4) 浄水場の水源個々についてのクリプトスポリジウム汚染指標菌検査から、表流水は井戸水・湧水よりも汚染されていること、また一部の井戸水・湧水でもクリプトスポリジウムの汚染のおそれのあることが確認された.
- 5) 北上川水系の水道原水では検出されたクリプトスポリジウム数と大腸菌数に弱い相関が認められたが、ウェルシュ菌芽胞との相関は見られなかった.
- 謝 辞 多摩地区及び島しょの浄水場や水源の調査は東京都福祉保健局健康安全室環境水道課の事業として採取された試料によるものであり、関係各位に深甚なる謝意を表する.

## 文 献

- 1)保坂三継,勝田千恵子,榎田隆一,他:東京健安研セ 年報,54,290-295,2003.
- 2) 水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針,平成8年10月4日付衛水第248号通知,平成10年6月一部改正,平成13年11月一部改正(厚生労働省).
- 3) APHA, AWWA, WEF: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., 9-69-9-70, 1998.

- 4)日本水道協会:上水試験方法 2001 年版, 2001,日本水道協会
- 5)保坂三継,落合由嗣,勝田千恵子,他:東京衛研年報,53,223-228,2002.
- 6) 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, 1997.
- 7)保坂三継,落合由嗣,矢野一好,他:東京衛研年報, **52**,254-259,2001.