

## 浄水場原水・浄水等における原虫類並びに指標細菌類調査結果（平成13年度）

保坂三継\*, 落合由嗣\*\*, 勝田千恵子\*, 眞木俊夫\*

### Surveys of protozoan parasites and indicator bacteria in raw and finished water(Apr. 2001 ~ Mar. 2002)

Mitsugu HOSAKA\*, Yoshitsugu OCHIAI\*\*, Chieko KATSUTA\*  
and Toshio MAKI\*

**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 indicator bacteria of fecal pollution

#### 緒言

1996年6月に埼玉県越生町でクリプトスポリジウムによる集団下痢症が発生<sup>1)</sup>して以来、水道水中のクリプトスポリジウムとジアルジアは水道にとってもっとも警戒すべき病原性微生物として注目を集めている<sup>2,3)</sup>。そのため、各自治体並びに水道事業者で水道水に係わる原虫対策が進められている。幸いにして、越生町以後は水道原因の集団感染こそ発生していないが、水道水等から原虫類が検出されたために給水停止となった事例は数多く、特に平成13年は4

件と多かった(表1)。筆者らはこの間、東京都水道局が給水している地域を除いて、東京都の「水道における感染性微生物の実態調査」の一環として多摩地区や島嶼などの水道について、原虫類の調査を行ってきた。また水道水以外にも、都市環境水による水系感染防止の観点から、河川水、雑用水等についても調査を行い、その実態の把握に努めてきた<sup>4-7)</sup>。

本報では、引き続き平成13年度に実施した浄水場原水、浄水等における原虫類の調査結果を取りまとめ、あわせて原水中の糞便汚染指標細菌(以下、指標細菌という)について原虫類出現の指標としての可能性について検討した結果を報告する。なお、ここで原虫類とはクリプトスポリジウムのオーシスト並びにジアルジアのシストのことである。

#### 材料及び方法

##### 1. 試料水

表2に原虫類の試験に供した試料水の一覧を供試水量の内訳とともに示した。平成13年度は可能な限り試料水量を増やし、最大100 Lとした。

表1. 原虫類検出による水道の給水停止事例<sup>1)</sup>

平成	県名	水道事業者等	検出状況	
			原水	浄水
9年	鳥取	三山口簡易水道 <sup>*2)</sup>	<i>Cryptosporidium</i> 8個/10L <i>Giardia</i> 2個/10L	-
		岡山 哲多簡易水道 <sup>*2)</sup>	<i>Cryptosporidium</i> 1個/10L	-
10年	福井	永平寺町 志比地区簡易水道 <sup>*3)</sup>	<i>Giardia</i> 2~4個/10L	<i>Giardia</i> 2個/20L
		兵庫 立船野簡易水道 <sup>*2)</sup>	<i>Cryptosporidium</i> 2個/10L	-
11年	山形	朝日村上水道 <sup>*2)</sup>	-	<i>Cryptosporidium</i> 4個/60L <i>Giardia</i> 2~3個/60L
12年	青森	三戸町 蛇沼地区簡易水道 <sup>*2)</sup>	<i>Giardia</i> 5個/20L	-
		岩手 平泉町 戸河内簡易水道 <sup>*2)</sup>	<i>Giardia</i> (濃度不詳)	-
13年	愛媛	今治市上水道 <sup>*2)</sup>	<i>Cryptosporidium</i> 2個/20L	-
		兵庫 山崎町 川戸簡易水道 <sup>*2)</sup>	<i>Cryptosporidium</i> 50個/10L	-
		鹿児島 財部町 七村第二水源 <sup>*2)</sup>	<i>Cryptosporidium</i> 6個/20L	-
14年(1月)	愛媛	北条市上水道 <sup>*3)</sup>	-	<i>Cryptosporidium</i> 1個/40L

\*1 新聞報道等による発表があった事例のみ。  
検出状況ほかについては新聞報道以外の情報も加えて作成  
\*2 塩素消毒のみ。  
\*3 急速ろ過。

表2. 検査試料一覧(平成13年度)

飲料水	試料数	供試水量別内訳			
		20L	40L	60L	100L
水道水等					
浄水	47		28		19
水道原水(表流水)	30	14			16
井戸水	1		1		
雑用水					
RO膜処理水(*1)	8			8	
修景用水(*2)	8			8	
合計	94	14	29	16	35

\*1 逆浸透ろ過処理した下水処理

\*2 親水公園の河川水

\* 東京都立衛生研究所環境保健部水質研究科 169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

\* The Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health  
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

\*\* 日本獣医畜産大学

1) 水道水等 平成13年5月～平成14年3月の間に、東京都多摩地区と島嶼（伊豆諸島，小笠原諸島）の表流水を水源とする浄水場から採取された原水16試料及び浄水19試料（各100 L），宮城県内の6水道事業体（8浄水場）の原水12試料（各20 L）及び浄水26試料（各40 L），並びに埼玉県内の2水道事業体の原水2試料（各20 L）と浄水2試料（各40 L）を用いた。

2) 雑用水 平成13年4月～平成14年1月の間に都内で採取された逆浸透膜ろ過処理された下水再生水8試料（各60 L）及びこれを利用した修景用水（親水公園の人工河川）8試料（各60 L）を用いた。

3) その他の試料水 4類感染症発生に関わる感染源調査として板橋区内の井戸水（40 L）1件を試験した。

## 2. 原虫類の検査方法

水試料からの原虫類の検出方法並びに原虫類の判定基準は保坂ら（2002）<sup>7)</sup>に従った。ただし、水試料濃縮回収物からの原虫類の精製はDynabeads GC-Combo (Dyna)を用いた免疫磁気ビーズ法で行った。免疫磁気ビーズによる処理方法はキットの使用説明に従った。検査結果は「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」<sup>8)</sup>に従い、試料水20L当たりの検出原虫数で示した。

## 3. 指標細菌の検査方法

指標細菌の検査は上水試験方法<sup>9)</sup>に従い、それぞれ下記の方法で行った。

1) 大腸菌群及び大腸菌 MMO-MUG培地（コリラート，アスカ純薬）を用いたMPN法で測定した。

2) 糞便性大腸菌群 M-FC寒天平板培地(DIFCO)を用いた疎水性格子付きメンブランフィルター法で測定した。

3) 糞便性連鎖球菌 M-エンテロコッカス寒天平板培地(MERCK)を用いた疎水性格子付きメンブランフィルター法で測定した。

4) ウェルシュ菌芽胞 ハンドフォード改良培地(栄研)を用いた疎水性格子付きメンブランフィルター法で測定した。

## 4. 原虫類と指標細菌の相関性の検討

今年度の結果並びに平成11年度と12年度に行った浄水場原水，多摩川河川水等の調査結果<sup>5,6)</sup>を用いて，原虫類の出現と各種の指標細菌の相関を検討した。

## 結果及び考察

### 1. 浄水

平成13年度に調査した東京都多摩地区と島嶼（伊豆諸島，小笠原）の浄水19試料（各100 L），並びに宮城県内の6水道事業体 8浄水場の浄水26試料（各40 L）と埼玉県内の2水道事業体の浄水2試料（各40 L）については，原虫類はすべての検体で不検出であった。

Haas and Rose(1995)<sup>10)</sup>は，もし1 試料でもこの範囲以上のクリプトスポリジウムオーシストが浄水に検出されたなら，適切な対策決定のために緊急に対応すべきAction Level

として10～30個/100 Lを提案している。また英国は，1日当たり約1,000 Lの浄水を検査し，平均オーシスト数1個/10 L未満という基準を1999年に定めている<sup>11)</sup>。さらに，平田ら(2001)<sup>12)</sup>は微生物感染リスク評価の対象となる非加熱で飲む水道水の摂取量の実態調査結果と感染リスクモデルに基づいて 原虫類の水道水基準として100L中に1個を提案している。今回調査した浄水場の浄水は100 L又は40 Lで原虫類が不検出であり，上記のAction Levelや英国基準，さらには平田らが提案する水質基準を満足するものであった。このことから，昨年に引き続き，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。原虫類の存在が知られている相模川<sup>13)</sup>を水源とし，適切な浄水処理が行われていると考えられる浄水場における原虫類の出現状況を詳細に調査したHashimotoら(2000)<sup>14)</sup>によれば，クリプトスポリジウムでは26試料中9試料から0.5～8個/m<sup>3</sup>（幾何平均1.2個/m<sup>3</sup>），ジアルジアでは26試料中3試料から0.5～2個/m<sup>3</sup>（幾何平均0.8個/m<sup>3</sup>）が検出されている。したがって，適切な浄水処理が行われていれば筆者らが今回行った調査における検出下限（1個/100 L）のさらに1桁下のリスクで管理できるものと考えられる。しかし，後述するように，奥多摩地区，島嶼とも一部の浄水場原水では昨年に引き続き原虫類が検出されている。筆者らが調査対象としている多摩地域や島嶼の浄水場はいずれも小規模な浄水施設で，日常的な水質監視や運転管理は必ずしも十分とは言えない。したがって，突発的な原水水質の変動や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，原虫類に対して今後も継続した監視並びに水質検査が必要である。

### 2. 水道原水

1) 多摩地区及び島嶼の水道原水 多摩地区の水道原水7試料と島嶼の水道原水9試料について，平成12年度の結果の総括とともに表3に示す。

多摩地区の原水7試料では平成12年度調査<sup>6)</sup>と比べて，原虫類では検出数，陽性率とも同様であった。指標細菌については，大腸菌群及び糞便性連鎖球菌では陽性率は12年度と同様で検出菌数は若干低くなった。しかし大腸菌は12年度よりも検出箇所が2地点少なかったものの，最大検出菌数は12年度よりも1桁多くなった。また平成11年度と12年度で不検出だったウェルシュ菌芽胞が13年度調査で初めて2箇所の原水から検出された。これらの指標細菌の陽性率や検出菌数の増加は，多摩地区の原水における糞便汚染の進行を示すものである。このことは，現在検出されているジアルジアに加えて，クリプトスポリジウム汚染の危険の増大を示すものと解され，今後の動向に十分な注意が必要である。

島嶼の原水9試料では平成12年度調査<sup>6)</sup>と比べて，クリプトスポリジウムは検出されなかったが，ジアルジアは3箇所から検出された。特にこれまで検出されていなかった小笠原の父島，母島の原水から検出された。父島，母島の原水は島嶼のなかで糞便性連鎖球菌を除いて指標細菌の検出数

表3. 多摩地区及び島嶼水道原水（表流水）における原虫類と糞便汚染指標細菌の出現状況（平成13年度）

		原虫類		糞便汚染指標細菌				
		クリプト スポリジウム (個/20L)	ジアルジア (個/20L)	大腸菌群 (MPN/100mL)	糞便性 大腸菌群 (MPN/100mL)	大腸菌 (MPN/100mL)	糞便性 連鎖球菌 (MPN/100mL)	ウェルシュ菌 芽胞 (CFU/100mL)
檜原村	南秋川	0	0	17	3.0	4.5	3.5	0
	北秋川	0	0	49	0	0	9.0	0
奥多摩町	氷川	0	0	79	35	49	50	2.0
	日原	0	0.2	7.8	0	0	0.5	0
	小河内	0	0	79	12	23	67	0
	大丹波	0	0	13	0.5	0	0	0
	棚沢	0	0	110	1.5	2.0	19	0.5
多摩地区	検出範囲 (陽性率)	不検出 (0/7)	0.2 (1/7)	7.8~110 (7/7)	0.5~35 (5/7)	2.0~49 (4/7)	0.5~67 (6/7)	0.5~2.0 (2/7)
八丈町	洞輪沢	0	0	1,700	15	23	540	0
	関之戸	0	0	490	26	94	150	0
	大川	0	0.2	4,900	100	130	510	0
	大川	0	0	1,100	27	27	68	0
	鴨川系統	0	0	110	1.5	0	8.0	0
小笠原村	沖村(母島)	0	0.2	24,000	120	240	320	6.0
	扇浦(父島)	0	0.2	4,900	300	490	120	1.0
青ヶ島村	向ヶ沢	0	0	3,300	21	13	76	0
利島村	第3貯水池	0	0	13,000	62	79	370	0.5
島嶼	検出範囲 (陽性率)	不検出 (0/9)	0.2 (3/9)	110~24,000 (9/9)	1.5~300 (9/9)	13~490 (8/9)	8.0~540 (9/9)	0.5~6.0 (3/9)
12年度多摩地区	検出範囲 (陽性率)	不検出 (0/7)	1 (1/7)	4.1~170 (7/7)	1~4.5 (5/7)	2.0~7.8 (6/7)	1~410 (6/7)	不検出 (0/7)
12年度島嶼	検出範囲 (陽性率)	0.7 (1/7)	0.3~11 (2/7)	330~35,000 (7/7)	1.5~1,400 (7/7)	2.0~2,200 (6/7)	3.5~2,000 (7/7)	13~31 (4/7)

表4. 宮城県内6水道事業体の原水における原虫類と糞便汚染指標細菌の出現状況（平成13年度）

		原虫類		糞便汚染指標細菌				
		クリプト スポリジウム (個/20L)	ジアルジア (個/20L)	大腸菌群 (MPN/100mL)	糞便性 大腸菌群 (MPN/100mL)	大腸菌 (MPN/100mL)	糞便性 連鎖球菌 (MPN/100mL)	ウェルシュ菌 芽胞 (CFU/100mL)
KM 取水場 (原水)	'01. May	1	0	3,300	55	49	47	26
	'01. Aug.	0	0	3,300	450	79	740	12
	'01. Nov.	1	0	3,300	370	33	19	32
	'02. Feb.	0	0	700	12	68	18	28
MU 町浄水場	'01. May	1	0	1,700	29	68	9	26
	'01. Aug.	1	3	7,900	210	23	470	31
	'01. Dec.	0	2	790	40	13	0.5	37
KN 町浄水場	'01. May	0	0	490	63	49	67	23
	'01. Aug.	0	1	14,000	61	130	1,800	60
KH 町浄水場	'01. May	0	0	49	0	0	0	15
OG 町浄水場	'01. Aug.	0	0	2,400	40	23	76	23
KK 町浄水場	'01. Dec.	0	0	-	-	-	-	-
	(検出範囲)	1	1~3	49~14,000	12~450	13~130	0.5~1,800	12~60
	(陽性率)	(4/12)	(3/12)	(11/11)	(10/11)	(10/11)	(10/11)	(11/11)

が最も多く、ジアルジアの検出がこうした糞便汚染の結果であることが示唆された。また12年度は八丈町の洞輪沢浄水場原水でジアルジアが検出されたが、13年度は同じ八丈町の大川浄水場原水で検出された。このように異なる浄水場の原水で原虫が検出されることは、原虫汚染が特定の浄水場原水にあるのではなく、島嶼の水源の広範囲に原虫汚染があることを疑わせるものである。

島嶼の原水での指標細菌の検出最大値は12年度よりも低下したが、これは12年度に原虫類が検出され、指標細菌数が最も大きな値を示した利島村の原水の値が13年度は小さかったことによるものである。利島村を除く島嶼の値を12

年度と比較すると、むしろ大腸菌群と大腸菌では13年度の値が大きくなっており、今後の動向を注意深く監視していく必要がある。

2) その他の浄水場原水 宮城県内の6水道事業体の原水12試料の結果を表4に示す。なお埼玉県内の2水道事業体の原水2試料からは原虫類は不検出だった。

12年度<sup>6)</sup>の結果ではK川水系のKM取水場その他の地点で、2001年2月に多数のクリプトスポリジウムが検出され、ジアルジアも多くの地点で見られたが、13年度は同地点の2月の試料では原虫類は検出されず、全般に原虫類の検出数、検出回数が少なかった。しかしながら、これまで不検出だ

った5月と8月に、KM取水場とMU町浄水場原水でクリプトスポリジウムが検出され、ジアルジアについても同様にこれまで不検出だった8月と12月に、MU町浄水場原水とKN町浄水場原水で検出されるなど、12年度のように冬場だけでなく、原虫類が通年検出されるようになりつつあることが懸念される。指標細菌については、KM取水場以外は12年度と異なる地点であるため比較はできない。KM取水場については12年度とほとんど大差なかったが、12年度は2月のデータのみであるので詳細な比較は困難である。原虫類の出現と指標細菌との関係を考察するためには今後の継続したデータの集積が必要である。

### 3. 雑用水

逆浸透膜ろ過処理された下水再生水8試料(各60 L)及びこれを利用した修景用水(親水公園の人工河川)8試料(各60 L)では、すべての試料で原虫類は不検出だった。この結果は従来と同様であり、これらの雑用水の処理及び維持管理において原虫汚染のないことが確認された。

### 4. 井戸水

都内板橋区で発生したジアルジア症患者に対する感染源調査の一環として、患者宅の井戸水1件(40L)を試験したが、原虫類は不検出だった。

### 5. 指標細菌との相関

指標細菌数の対数値と原虫類の対数値の間には相関があることが指摘されており<sup>13,15,16)</sup>、平成11年度の多摩川で出現したジアルジアとウェルシュ菌芽胞の間には相関が見られたことを指摘した<sup>5)</sup>。そうしたことから、ジアルジアのみならずクリプトスポリジウムも検出された平成12年度の多摩川の結果や多摩川以外の水についても同様に検討を行った。ここでは指標細菌のうち、糞便由来のほかに自然由来のものが含まれる大腸菌群を除いた4種類の指標細菌を対象とし、それぞれの指標細菌の対数値と原虫類の対数値の単相関を検討した。

1) 多摩川 多摩川において原虫類が検出された試料における原虫類と指標細菌とのデータセットを用いて求めた回帰式並びに相関係数を表5にまとめた。11年度のデータはすべて12年度のデータの範囲内にあることから、これら2ヶ年のデータは多摩川での指標細菌並びに原虫類出現の変動の範囲内にあるものと見なし、2年分のデータをまとめて計算した結果も表示した。図1にはウェルシュ菌芽胞と原虫類との相関を、図2には大腸菌と原虫類との相関を示した。

平成11年度に測定した指標細菌は大腸菌とウェルシュ菌芽胞のみであり、またクリプトスポリジウムが検出されたのは1試料でのみあったので、ジアルジアとの相関を求めた。ジアルジアとウェルシュ菌芽胞との相関は有意であったが、大腸菌とは有意に相関しなかった。12年度はジアルジア、クリプトスポリジウムとも4種類の指標細菌すべてで高い相関が得られ、糞便性連鎖球菌を除いて相関係数は0.9以上となった。またジアルジアよりもクリプトスポリジウムで相関が高くなり、特にウェルシュ菌芽胞とは相関係数0.99であった。このことは、平成12年度に多摩川で見られた高濃度の原虫汚染が、これら糞便汚染指標細菌の挙動と関係していること、すなわち高度の糞便汚染の結果であるとの前報の結論<sup>6)</sup>を支持するものといえる。ジアルジアよりもクリプトスポリジウムで指標細菌との相関が高いことは、これら2種類の原虫には若干異なる汚染メカニズムがあることが考えられ、今後詳細な検討が必要であろう。

大腸菌とウェルシュ菌芽胞は、平成13年11月に改訂された「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」<sup>17)</sup>でクリプトスポリジウムによる汚染のおそれを示す指標細菌とされている。平成12年度の結果ではジアルジア、クリプトスポリジウムともにこの2種類の細菌と高い相関があった。しかし大腸菌は11年度のジアルジアとは相関せず、また水環境中では原虫のシストやオーシストに比べてはるかに速やかに死滅すると考えられるため、原虫の種類や水

表5. 多摩川における指標細菌と原虫類の単相関

原虫 / 年度	( 上段：回帰式、 下段：相関係数 )				
	糞便性大腸菌群	大腸菌	糞便性連鎖球菌	ウェルシュ菌芽胞	
ジアルジア	11年度	- *2	$y = 0.7813 x^{0.2905}$ $r = 0.36^{*5}$	- *2	$y = 0.0643 x^{0.8641}$ $r = 0.75^{*3}$
	12年度	$y = 0.0426 x^{0.8187}$ $r = 0.90^{*3}$	$y = 0.0467 x^{0.8622}$ $r = 0.90^{*3}$	$y = 0.0885 x^{0.7453}$ $r = 0.85^{*3}$	$y = 0.5496 x^{0.7038}$ $r = 0.90^{*3}$
	11 + 12年度	- *2	$y = 0.0702 x^{0.7471}$ $r = 0.78^{*3}$	- *2	$y = 0.2485 x^{0.713}$ $r = 0.82^{*3}$
クリプト スポリジウム *1	12年度	$y = 0.00005 x^{1.4243}$ $r = 0.96^{*3}$	$y = 0.00009 x^{1.4538}$ $r = 0.95^{*3}$	$y = 0.0001 x^{1.321}$ $r = 0.87^{*4}$	$y = 0.0003 x^{1.5688}$ $r = 0.99^{*3}$
	11 + 12年度	- *2	$y = 0.0002 x^{1.3747}$ $r = 0.94^{*3}$	- *2	$y = 0.0003 x^{1.5613}$ $r = 0.99^{*3}$

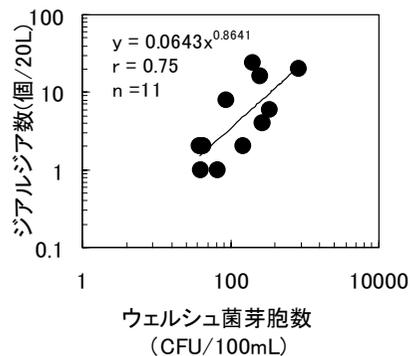
\*1 11年度は1データしかないので単年度の計算はできない。

\*2 11年度は測定せず。

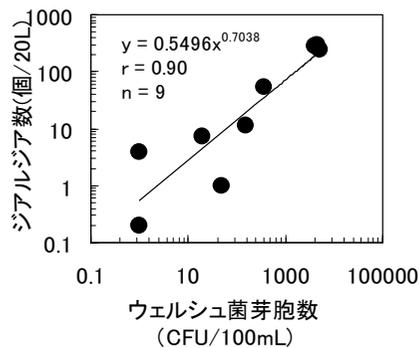
\*3 危険率1%で有意。

\*4 危険率5%で有意だが、意危険率1%では有意でない。

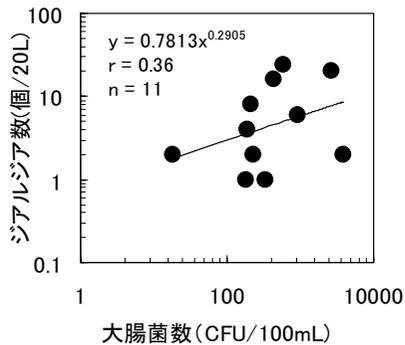
\*5 危険率5%で有意でない。



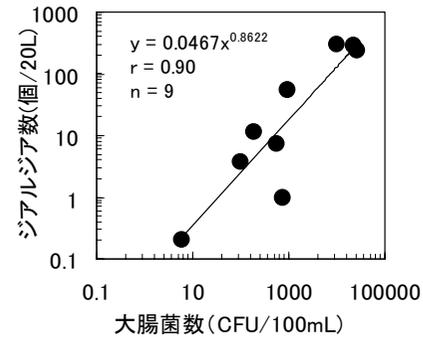
A 平成11年度多摩川におけるジアルジアとウェルシュ菌芽胞との関係



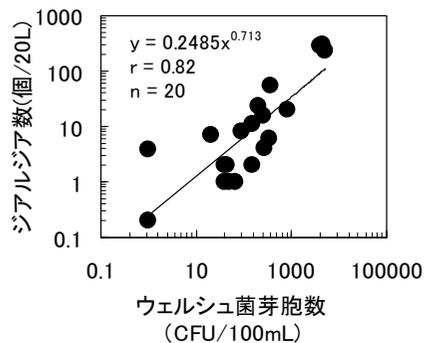
B 平成12年度多摩川におけるジアルジアとウェルシュ菌芽胞との関係



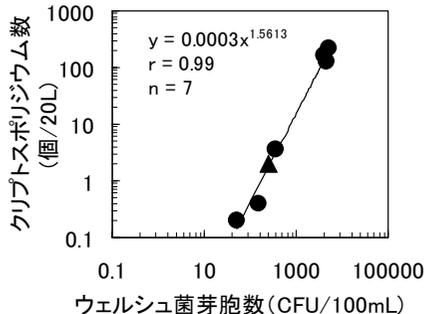
A 平成11年度多摩川におけるジアルジアと大腸菌との関係



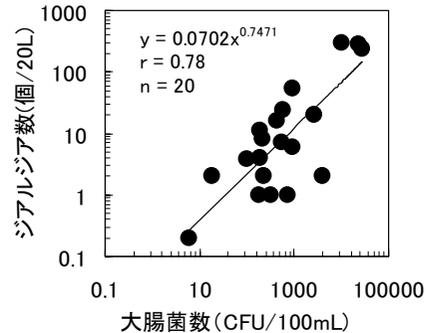
B 平成12年度多摩川におけるジアルジアと大腸菌との関係



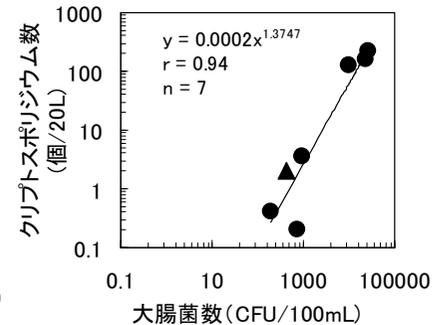
C 平成11年度+12年度多摩川におけるジアルジアとウェルシュ菌芽胞との関係



D 平成11年度+12年度多摩川におけるクリプトスポリジウムとウェルシュ菌芽胞との関係 (▲:11年度のデータ)



C 平成11年度+12年度多摩川におけるジアルジアと大腸菌との関係



D 平成11年度+12年度多摩川におけるクリプトスポリジウムと大腸菌との関係 (▲:11年度のデータ)

図1. 多摩川におけるウェルシュ菌芽胞と原虫の関係

図2. 多摩川における大腸菌と原虫の関係

源状況によっては相関性が小さくなる可能性が指摘できる。このことから、ジアルジアを含めた原虫汚染の指標細菌としては、ウェルシュ菌芽胞が好適であることが再確認できた。

糞便性連鎖球菌と糞便性大腸菌については、  
 ・12年度で高い相関が得られているが単年度の結果であること、  
 ・糞便性連鎖球菌では他の指標細菌に比べて相関係数が若干小さく、またクリプトスポリジウムとの相関は危険率5%では有意であったが、危険率1%では有意でなかったこと、  
 ・糞便性大腸菌については大腸菌とほぼ同様な結果であり、原虫類の指標として大腸菌を上回る有効性が不明であること、  
 などの問題があり、いずれも今後さらに継続した調査検討が必要であろう。

多摩地区と島嶼の水道原水並びに宮城県内の水道事業者の原水については、原虫の検出回数が少なく、指標細菌が不検出の場合もあるため、相関について検討するにはデータが不十分であった。今後さらにデータを集積して検討していきたい。

#### ま と め

平成13年度に採取した水道原水30試料、浄水47試料、井戸水1試料並びに雑用水16試料について、原虫類を中心に調査した。

- ・浄水、井戸水及び雑用水はすべて原虫類不検出だった。
- ・多摩地区及び島嶼の水道原水から原虫類が再び検出され、島嶼の水道原水ではこれまで検出されていない原水から原虫が検出された。
- ・指標細菌の分析結果から、多摩地区及び島嶼の浄水場原水では糞便由来の汚染の進行が推察された。
- ・多摩川における2箇年の調査結果から、原虫類の出現数と大腸菌あるいはウェルシュ菌芽胞との相関が高く、特に後者で高い相関を示すことがわかった。

謝辞 多摩地区及び島嶼の水道水等の調査は都衛生局生活環境部環境指導課(当時)によっ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) 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.
- 2) 保坂三継: 用水と廃水, 40(2), 119-132, 1998.
- 3) 保坂三継: 臨床検査増刊号, 43(11), 1337-1344, 1999.
- 4) 保坂三継, 矢野一好, 眞木俊夫, 他: 東京衛研年報, 50, 264-268, 1999.
- 5) 保坂三継, 矢野一好, 眞木俊夫: 東京衛研年報, 51, 248-252, 2000.
- 6) 保坂三継, 落合由嗣, 矢野一好, 他: 東京衛研年報, 52, 254-259, 2001.
- 7) 保坂三継, 落合由嗣, 矢野一好, 他: 用水と廃水, 44(4), 295-303, 2002.
- 8) 平成10年6月19日付け衛水第49号厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課長通知の別添.
- 9) 厚生省水道環境部監修: 上水試験方法1993年版, 日本水道協会, 1993.
- 10) Haas, C. N. and Rose, J. B.: *Jour. AWWA.*, 87(9), 81-84, 1995.
- 11) UK Dep. Environ. Trans. Reg.,: The Water Supply (Water Quality) (Amendment) Regulations 1999 No.1524
- 12) 平田強, 木村憲司, 保坂三継, 他: 第4回日本水環境学会シンポジウム講演集, 181-182(2001).
- 13) 橋本温, 河井健作, 西崎綾, 他: 水環境学会誌, 22, 282-287, 1999.
- 14) Hashimoto, A., Hirata, T. and Kunikane, S.: The 10th Health-Related Water Microbiology Symposium, 3-7 July 2000, Paris, France(1/4-4/4).
- 15) 橋本温, 平田 強, 土佐光司, 他: 水環境学会誌, 20, 404-410, 1997.
- 16) Payment, P. and Franco E.: *Appl. Environ. Microbiol.*, 59(8), 2418-2424, 1993.
- 17) 厚生省生活衛生局水道環境部長通知, 平成8年10月4日付衛水第248号(平成10年6月一部改正, 平成13年11月一部改正)。