

水道水並びに各種の環境水からの原虫類の検出状況 (平成11年度)

保坂三継*, 矢野一好*, 眞木俊夫*

Detection of Protozoan Parasites from Drinking Water and Environmental Water Samples

MITSUGU HOSAKA*, KAZUYOSHI YANO* and TOSHIO MAKI

Keywords : 原虫 protozoa, クリプトスポリジウム *Cryptosporidium*, ジアルジア *Giardia*, 水道水 drinking water, 水道原水 raw water, 河川水 river water, 糞便汚染指標微生物 indicator microorganisms of fecal pollution, ウェルシュ菌芽胞 spore of *C. parfringens*

緒言

1996年6月に埼玉県越生町で病原性原虫クリプトスポリジウム *Cryptosporidium* による下痢症が集団発生¹⁾したことを契機に, 厚生省は「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」を通知²⁾し, 各自治体並びに水道事業者に対策の実施等を求めている. この「指針」では, 浄水からクリプトスポリジウムが検出された場合は給水を停止することが求められている. 実際には, 同じく水系感染する病原性原虫のジアルジア *Giardia* についても浄水で検出された場合は給水停止の措置がとられている³⁾. したがって, クリプトスポリジウムのみならずジアルジアも含めた原虫類に対する監視が必要である.

東京都においては, 都水道局が管理する地域を除いて, 多摩地区や島嶼など都内のそのほかの水道に関しては衛生局生活環境部の「水道における感染性微生物の実態調査」の一環として筆者らが調査を行っている. また, 水道水以外にも, 都市環境水によるクリプトスポリジウム水系感染防止の観点から, 河川水, 雑用水等についても検査を行い, その実態の把握に努めている.

本稿では, 前報⁴⁾に引き続き, 平成11年度に実施した水道水(浄水及び水道原水)並びに環境水からの原虫類の検出状況について報告し, あわせて原虫類の指標とされている糞便汚染指標微生物の測定結果についても考察した.

材料及び方法

1. 試料水

表1に試料水の一覧を供試水量の内訳とともに示した.

1) 水道水 平成11年5月~平成12年1月の間に, 東京都多摩地区及び島嶼(伊豆諸島, 小笠原)並びに東京都外の水道施設から採取された浄水25試料及び水道原水25試料(表流水18試料, 井戸水7試料)を用いた.

2) 雑用水 平成11年4月~平成12年2月の間に都内で採取された逆浸透(RO)膜ろ過処理された下水再生水9試料及びこれを利用した修景用水(親水公園の人工河川)9試料を用いた.

3) 河川水 平成11年9月~平成12年1月の間に多摩川の8地点(昭和橋, 和田橋, 羽村堰, 拝島原水補給点, 多摩川原橋, 砧下取水点, 田園調布堰上, 大師橋)から採取された河川水24試料を用いた.

2. 原虫類の検査方法

水試料からの原虫類の検出方法は前報⁴⁾に従った. 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. 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」⁵⁾に従い, 試料水20L当たりの検出原虫数で示した.

3. 糞便汚染指標微生物の検査方法

1) 大腸菌群及び大腸菌 水道原水についてはMMO-MUG培地(コリラート, アスカ純薬)を用いたMPN法⁶⁾で測定した. 河川水については酵素基質培地⁷⁾(クロモ

* 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, Hyakunincho, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-0073 Japan

表1. 水道水並びに環境水の原虫類検査試料一覧
(平成11年度)

| 試料水 | 試料数 | 供試水量別内訳 | | |
|------------|-----|---------|-----|-----|
| | | 20L | 40L | 60L |
| 水道水等 | | | | |
| 浄水(*1) | 25 | 1 | 22 | 2 |
| 水道原水 | | | | |
| 表流水 | 18 | 17 | 1 | |
| 井戸水 | 7 | | | 7 |
| 雑用水 | | | | |
| RO膜処理水(*2) | 9 | | | 9 |
| 修景用水(*3) | 9 | | | 9 |
| 河川水 | 24 | 24 | | |
| 合計 | 92 | 42 | 23 | 27 |

- (*1) 給水栓水を含む
- (*2) 逆浸透膜処理した下水処理水
- (*3) 親水公園の河川水

アガーECC, 関東化学)を用いた混釈平板法またはメンブランフィルター法⁶⁾で測定した。所定の培養後、赤色集落を大腸菌群, 青色集落を大腸菌と判定した。またBGLB培地(日水製薬)を用いたMPN法による大腸菌群の測定⁸⁾も行った。

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⁶⁾で測定した。

3) 糞便性連鎖球菌 M-エンテロコッカス寒天培地(MERCK)を用いた疎水性格子付きメンブランフィルター法⁶⁾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(栄研化学)を用いたメンブランフィルター法⁶⁾で測定した。

5) 大腸菌ファージ *E. coli* K12 F⁺ (A/)を宿主菌とした100ml培養法⁹⁾で測定した。

表2. 水道水並びに環境水におけるクリプトスポリジウム検査結果
(平成11年度)

| 試料水 | 試料数 | 陽性試料数 | 検出濃度範囲 (個/20L) | 平均値(*) (個/20L) |
|--------|-----|-------|-------------------|-------------------|
| 水道水 | | | | |
| 浄水 | 25 | 0 | - | - |
| 水道原水 | | | | |
| 表流水 | 18 | 0 | - | - |
| 井戸水 | 7 | 0 | - | - |
| 雑用水 | | | | |
| RO膜処理水 | 9 | 0 | - | - |
| 修景用水 | 9 | 0 | - | - |
| 河川水 | 24 | 1 | 2 | 2 |

(*) 年間総検出個数 / 検出回数

結果及び考察

1. 水道水

表2及び表3に示したように、浄水並びに水道原水(表流水及び井戸水)については、すべての試料で原虫類は不検出だった。

これらのうち、多摩地区の表流水の原水7試料と島嶼の表流水の原水7試料については、糞便汚染指標微生物の結果とともに総括して表4に示す。また表4には前報⁴⁾と同様に、橋本ら¹⁰⁾による相模川水系の調査結果のうち糞便汚染が最も小さいと考えられる3地点を選んで比較のために示してある。これによると、多摩地区7地点の原水では、相模川水系で最も糞便汚染が小さいと考えられる中津川半原地点と比較して糞便汚染指標微生物の検出数が1/10から1/100と少なく、大腸菌やウェルシュ菌芽胞の検出率も多摩地区7地点の方が明らかに小さい。したがって、多摩地区7地点の原水で原虫類が不検出であったのは、これらにおける糞便汚染がまだ進んでいないためと推察できる。一方、島嶼7地点の原水では、糞便汚染指標微生物の検出数並びに検出率は相模川水系の中津川半原地点と同様の範囲にあった。また糞便性大腸菌群や糞便性連鎖球菌の検出数及び検出率も、多摩地区7地点と比較して島嶼7地点の方が大きい。こうしたことから、島嶼7地点の原水では多摩地区7地点の原水よりも糞便汚染を強く受けていることがうかがえる。さらに、糞便汚染のレベルが同様と考えられる中津川半原地点でのジアルジアの検出数が100L中1個であったことを考え合わせると、島嶼7地点の原水で原虫類が不検出であった一因として検査水量の問題もあったと推察される⁴⁾。すなわち、島嶼7地点の原水については、相模川での調査と同様に検査水量を現在の20Lから100L規模に増すことで、原虫類が検出される可能性があると考えら

表3. 水道水並びに環境水におけるジアルジア検査結果
(平成11年度)

| 試料水 | 試料数 | 陽性試料数 | 検出濃度範囲 (個/20L) | 平均値(*) (個/20L) |
|--------|-----|-------|-------------------|-------------------|
| 水道水 | | | | |
| 浄水 | 25 | 0 | - | - |
| 水道原水 | | | | |
| 表流水 | 18 | 0 | - | - |
| 井戸水 | 7 | 0 | - | - |
| 雑用水 | | | | |
| RO膜処理水 | 9 | 0 | - | - |
| 修景用水 | 9 | 0 | - | - |
| 河川水 | 24 | 11 | 1~24 | 7.8 |

(*) 検出個数の合計 / 検出回数

表4. 多摩地区及び島嶼の水道原水における原虫類と糞便汚染指標微生物の検出状況並びに相模川水系との比較

| 採水地点 | 原虫類 | | 糞便汚染指標細菌 | | | | | 備考 | |
|----------|----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| | クリプト スポリジウム | ジアルジア | 大腸菌群 | 大腸菌 | 糞便性 大腸菌群 | 糞便性 連鎖球菌 | ウェルシュ菌 芽胞 | | |
| | (個/20 L) | (個/20 L) | (MPN/100ml) | (MPN/100ml) | (MPN/100ml) | (MPN/100ml) | (CFU/100ml) | | |
| 多摩地区 7地点 | 検出範囲 (陽性率) | 不検出 (0/7) | 不検出 (0/7) | 2.0~110 (5/7) | 26 (1/7) | 26 (1/7) | 54 (1/7) | 不検出 (0/7) | 平成 11年度 |
| 島 嶼 7地点 | 検出範囲 (陽性率) | 不検出 (0/7) | 不検出 (0/7) | 240~4,900 (7/7) | 9.3~130 (6/7) | 7~59 (6/7) | 7~88 (7/7) | 5~11 (4/7) | 調査 |
| 中津川 半原 | 検出範囲 (陽性率) | 不検出 (0/9) | 0.2* (1/9) | 330~79,000 (9/9) | 8~130 (8/9) | | | 0.2~12 (9/9) | 橋本ら (1999) |
| 相模川 昭和橋 | 検出範囲 (陽性率) | 0.2*~1.6* (3/5) | 0.2*~0.6* (4/5) | 3,300~24,000 (5/5) | 20~610 (5/5) | | | 2~58 (5/5) | から |
| 相模湖 | 検出範囲 (陽性率) | 0.2*~4.4* (4/6) | 0.4*~2.6* (3/6) | 1,700~68,000 (6/6) | 7~790 (5/6) | | | 4~23 (6/6) | 抜粋 |

* 橋本ら(1999)では100L当たりの個数で報告されているが, 20L当たりの個数に換算して表示した

れる。

2. 雑用水

表2及び表3に示したように, 雑用水(RO膜処理水と修景用水)では, すべての試料で原虫類は不検出だった。下水処理場の流入水や下水処理水などの下水試料中には原虫類が高濃度に含まれ, 検出頻度も高いことがこれまで米国¹¹⁻¹⁶⁾, カナダ¹⁷⁾, 英国¹⁸⁻¹⁹⁾, フランス²⁰⁻²¹⁾, 南アフリカ²²⁾, ケニヤ²³⁾などの諸外国から報告されている。わが国の下水処理場の流入水からも原虫類はしばしば検出され^{24,25)}, こうした下水を二次処理, 砂ろ過あるいは膜処理して作られた再生水からも, 検出率12.2%, 検出濃度範囲0.05~1.6個/Lでクリプトスポリジウムが検出されている²⁵⁾。筆者らが調査している雑用水は, 下水処理水を再利用したものであるが, 下水処理水を砂ろ過し, 精密膜ろ過した後さらにRO膜処理した再生水並びにこれを用いた修景用水(前報⁴⁾では親水河川水として報告)であり, 平成9年度から今年度までの3年間でそれぞれ23試料, 計46試料について, すべて60L規模で調査したが, 原虫類は検出されていない。このことは, 下水再生水をヒトへの暴露や誤飲もあり得るような状況で親水利用する際には, 原虫類その他の微生物の水系感染リスクを避けるため, RO膜処理あるいはこれと同等の微生物制御が可能な処理方法が望ましいことを示すものである。

3. 河川水

多摩川の河川水からは, 表2に示すように24試料中1試料からクリプトスポリジウムが, また表3に示すように24試料中11試料からジアルジアが検出された。表5に各調査地点における原虫類及び糞便汚染指標細菌等の検出結果を示す。

多摩川は, 羽村堰及び拝島原水補給点で水道原水として河川水が大量に取水される一方, これより下流では流域の下水処理場からの放流水や中小の汚濁河川が多数流入するため, 水質が著しく悪化する。すなわち, 同じ川でありながら水質的には極めて異なった様相を呈する。そのため, ここでは, 多摩川の8地点のうち, 昭和橋から拝島原水補給点までを上流と, 多摩川原橋から大師橋までを下流として便宜的に区別する。

クリプトスポリジウムは, 多摩川下流の田園調布堰上地点で平成12年1月31日に採取された試料水20L中に2個検出された。この値は全国の水源河川での調査²⁶⁾におけるクリプトスポリジウムの検出結果(2~4個/10L)や関東地方の主要水源河川の調査²⁷⁾におけるクリプトスポリジウムの検出結果(0.05~0.1個/L), あるいは相模川水系での調査結果¹⁰⁾と比較しても決して大きいものではない。むしろ, 糞便汚染指標細菌の結果から判断して相模川水系において同様の汚染レベルと考えられる地点と比較すると, 検出頻度, 検出数ともに小さいものであった。したがって, ある程度人為汚染の進んだ水域では, この程度のクリプトスポリジウムの存在は常態であると考えられる。なお, 田園調布堰上地点の多摩川は環境基準のC類型⁸⁾が適用されており, 水道水の原水は取水されていない。

ジアルジアは, 多摩川下流の4地点すべてから検出され, 検出された濃度範囲は1~24個/20Lであった。多摩川下流におけるジアルジアの存在はすでに知られており, 2~4個/10Lを検出したことが報告されている²⁶⁾。今回の調査では, 大師橋を除いてこれを上回る数が検出された。大師橋は多摩川河口にあり, 試料水中に内湾性

表5. 多摩川における原虫類並びに糞便汚染指標微生物の調査結果 (平成11年度)

| 採水地点 | 採水月日 | 原虫類 | | 糞便汚染指標微生物 | | | | |
|---------|-------|---------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| | | クリプト スポリジウム (個/20L) | ジアルジア (個/20L) | 大腸菌群 BGLB法 (MPN/100ml) | 大腸菌群 酵素基質法 (CFU/100ml) | 大腸菌 酵素基質法 (CFU/100 ml) | ウェルシュ菌 芽胞 (CFU/100 ml) | 大腸菌 ファーヂ (PFU/100ml) |
| 昭和橋 | 9/6 | 0 | 0 | 1,700 | 2,800 | 82 | 4.5 | 59 |
| | 10/25 | 0 | 0 | 4,600 | 5,500 | 160 | 2 | 54 |
| | 1/26 | 0 | 0 | 7,900 | 8,300 | 470 | 2 | 1,000 |
| | 幾何平均 | - | - | 3,950 | 5,040 | 183 | 2.6 | 147 |
| 和田橋 | 9/6 | 0 | 0 | 700 | 1,800 | 79 | 8.5 | 21 |
| | 10/25 | 0 | 0 | 1,300 | 620 | 14 | 5 | 11 |
| | 1/26 | 0 | 0 | 79 | 180 | 5 | 4.5 | 6 |
| | 幾何平均 | - | - | 416 | 586 | 17.7 | 5.8 | 11.1 |
| 羽村堰 | 9/6 | 0 | 0 | 1,300 | 1,500 | 33 | 3 | 5 |
| | 10/25 | 0 | 0 | 490 | 550 | 14 | 4 | 0 |
| | 1/26 | 0 | 0 | 49 | 130 | 0.5 | 1 | 4 |
| | 幾何平均 | - | - | 315 | 475 | 6.1 | 2.3 | 4.5 |
| 拝島原水補給点 | 9/6 | 0 | 0 | 4,900 | 4,600 | 72 | 1.5 | 2 |
| | 10/25 | 0 | 0 | 310 | 340 | 7 | 1 | 0 |
| | 1/26 | 0 | 0 | 33 | 150 | 1.5 | 1.5 | 3 |
| | 幾何平均 | - | - | 369 | 617 | 9.1 | 1.3 | 2.4 |
| 多摩川原橋 | 9/7 | 0 | 1 | 24,000 | 28,000 | 330 | 68 | 310 |
| | 10/27 | 0 | 24 | 170,000 | 140,000 | 590 | 200 | 71 |
| | 1/31 | 0 | 20 | 13,000 | 24,000 | 2,700 | 830 | 94 |
| | 幾何平均 | - | 7.8 | 37,600 | 45,500 | 807 | 224 | 127 |
| 砧下取水点 | 9/7 | 0 | 1 | 17,000 | 12,000 | 180 | 40 | 45 |
| | 10/27 | 0 | 8 | 7,900 | 9,500 | 210 | 87 | 49 |
| | 1/31 | 0 | 4 | 4,900 | 3,400 | 190 | 270 | 36 |
| | 幾何平均 | - | 3.2 | 8,700 | 7,290 | 193 | 97.9 | 43.0 |
| 田園調布堰上 | 9/7 | 0 | 2 | 13,000 | 13,000 | 230 | 39 | 33 |
| | 10/27 | 0 | 2 | 28,000 | 43,000 | 3,900 | 150 | 210 |
| | 1/31 | 2 | 16 | 3,300 | 8,900 | 440 | 250 | 59 |
| | 幾何平均 | - | 4 | 10,600 | 17,100 | 733 | 114 | 74.2 |
| 大師橋 | 9/7 | 0 | 0 | 790 | 23,000 | 160 | 60 | 8 |
| | 10/27 | 0 | 6 | 11,000 | 19,000 | 940 | 340 | 220 |
| | 1/31 | 0 | 2 | 1,100 | 1,800 | 18 | 43 | 71 |
| | 幾何平均 | - | 3.5 | 2,120 | 9,230 | 139 | 95.7 | 50.0 |

のプランクトンが存在したことから、東京湾の海水による希釈効果によって他の地点よりも検出数が少なかったものと思われる。

前述のように、多摩川下流では流域の下水処理場からの放流水や中小の汚濁河川が次々に流入する。これによる水質悪化の状況は糞便汚染指標微生物濃度にも反映されており、多摩川下流では拝島原水補給点から上流の4地点に比べて糞便汚染指標微生物濃度が著しく高くなっている。また前述のように、下水やその処理水中には原虫類が高濃度に存在し、わが国の下水処理場の調査では、クリプトスポリジウムよりもジアルジアが多く検出され、下水処理水中にも多数（幾何平均で24個/L）のジアルジアが存在することが報告されている²⁴⁾。このように、糞便汚染指標微生物数の著しい増加と下水中のジアルジアの存在を考え合わせると、多摩川下流に見いださ

れるジアルジアの由来が、ここに流入する下水処理水及び下水で汚濁した河川水である可能性が大きいものと考えられる。

糞便汚染指標微生物数の対数値と原虫類の対数値との間には相関があることが指摘されている^{10,24)}。本調査でジアルジアが検出された多摩川下流の結果をもとに、糞便汚染指標微生物数の対数値とジアルジアの対数値との間の単相関計数を求めてみると、大腸菌群、大腸菌及び大腸菌ファーヂではいずれも0.4以下であった。しかし、ウェルシュ菌芽胞では0.76とやや大きく、これら糞便汚染指標微生物の中ではジアルジアと最も相関がある可能性が示唆された。またウェルシュ菌芽胞に関しては、ジアルジアが不検出であった多摩川上流とジアルジアが検出された多摩川下流で、ウェルシュ菌芽胞数に明確な差があったのに対して、ウェルシュ菌芽胞以外の糞便汚染

指標微生物では、多摩川上流と下流で同様な微生物数を示す試料がみられるなど、ジアルジアの存否に応じた明瞭な差が明らかではなかった。これらのことは原虫類の指標微生物としてウェルシュ菌芽胞が有効であるとのこれまでの報告^{10,24,28,29)}を支持するものと考えられる。今回の調査では例数も少なく、詳しい解析は行い得ないが、今後さらに調査を行ってこれらの点を詳細に検討し、原虫類の存在の指標となる微生物を確立する必要があると思われる。

結 論

平成11年度の調査の対象となった水道水に関しては、浄水、原水とも原虫類は不検出であり、原水は比較的清浄な状態にあると考えられる。しかし、糞便汚染指標微生物数から判断して、島嶼の水道原水では原虫が検出される可能性も十分あり得ると考えられるので、慎重な浄水処理が望まれる。多摩川下流の河川水からクリプトスポリジウムとジアルジアが検出され、下水等による汚濁が進んだ多摩川下流においては、原虫類が常時存在するという認識が必要であることが示された。今後も更に詳細な調査を行って水道水及び環境水の原虫汚染の状況を明らかにし、それらの成果を原虫類による水のリスク評価や低減化対策に結びつけていきたいと考えている。

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) 平成8年10月4日付け衛水第248号厚生省生活衛生局水道環境部長通知の別添。
平成10年6月19日付け生衛第1039号厚生省生活衛生局水道環境部長通知.
- 3) 病原性微生物対策研究会監修:我が国の水道における汚染例, 金子光美編, 水道のクリプトスポリジウム対策 [改訂版], 86-90, 1999, 株式会社ぎょうせい, 東京.
- 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) 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.
- 6) 厚生省生活衛生局水道環境部監修:上水試験方法 1993年版, 489-570, 1993, 日本水道協会, 東京.
- 7) 古畑勝則, 矢野一好:東京衛研年報, 47, 256-264, 1996.
- 8) 水質汚濁に係る環境基準について, 環境庁告示59号, 1971.
- 9) Grabow, W.O.K. and Coubrough, P.: *Appl. Environ. Microbiol.*, 52, 430-433, 1986.
- 10) 橋本温, 河井健作, 西崎綾, 他:水環境学会誌, 22, 282-287, 1999.
- 11) Rose, J.B., Cifirino, A., Madore, M.S., et al.: *Wat. Sci. Tech.*, 18, (10), 233-239, 1986.
- 12) Madore, M.S., Rose, J.B., Gerba, C.P., et al.: *Jour. Parasit.*, 73, 702-705, 1987.
- 13) Musial, C.E., Arrowood, M.J., Sterling, C.R., et al.: *Appl. Environ. Microbiol.*, 53, 687-692, 1987.
- 14) Sykora, J.I., Sorber, C.A., Jakubowski, W., et al.: *Wat. Sci. Tech.*, 24(2) 187-192, 1991.
- 15) Rose, J.B., De Leon, R., and Gerba, C.P.: *Wat. Sci. Tech.*, 21(3) 43-47, 1989.
- 16) Jakubowski, W., Skora, J.L., Sorber, C.A., et al.: *Wat. Sci. Tech.*, 24(2), 173-178, 1991.
- 17) Roach, P.D., Olson, M.E., Whitley, G., et al.: *Appl. Environ. Microbiol.*, 59, 67-73, 1993.
- 18) Gilmour, R.A., Smith, H.V., Smith, P.G., et al.: *Wat. Sci. Tech.*, 24(2), 179-182, 1991.
- 19) Smith, H.V., Grimason, A.M., Benton, C., et al.: *Wat. Sci. Tech.*, 24(2), 169-172, 1991.
- 20) Gassmann, L. and Schwartzbrod, J.: *Wat. Sci. Tech.*, 24(2), 183-186, 1991.
- 21) Dumoutier, N. and Mandra, V.: 20th International Water Supply Congress and Exhibition, Technical Papers, SS6-5-SS6-10, 1995.
- 22) Kfir, R., Hilner, C., du Preez, M., et al.: *Wat. Sci. Tech.*, 31(5-6), 435-438, 1995.
- 23) Grimason, A.M., Smith, H.V., Thitai, W.N., et al.: *Wat. Sci. Tech.*, 27(3-4), 97-104, 1993.
- 24) 橋本温, 平田強, 土佐光司, 他:水環境学会誌, 20, 404-410, 1997.
- 25) 諏訪守, 鈴木穰:下水処理場等におけるクリプトスポリジウムの検出方法の検討及び実態調査, 土木研究所資料第3533号, 1998.
- 26) 財水道技術研究センター: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, 1997.
- 27) 諏訪守, 鈴木穰:第1回日本水環境学会シンポジウム講演集, 123-124, 1998.
- 28) Payment, P. and Franco, E.: *Appl. Environ. Microbiol.*, 59, 2418-2424, 1993.
- 29) Medema, G.J., Bahar, M. and Schets, F.M.: *Wat. Sci. Tech.*, 35(11-12), 249-252, 1997.