

# 都市環境水におけるレジオネラ属菌の 生息実態と共存生物調査 -平成 15 年度-

高田 千恵子<sup>\*</sup>, 保坂 三継<sup>\*</sup>, 榎田 隆一<sup>\*</sup>

## Distribution of *Legionella* Species in Urban Water Environments with Reference to Their Coexisting Organisms (Apr.2003-Mar.2004)

Chieko TAKADA<sup>\*</sup>, Mitsugu HOSAKA<sup>\*</sup> and Takaichi ENOKIDA<sup>\*</sup>

**Keywords** : 都市環境水 urban water environments, レジオネラ属菌 *Legionella* species, 冷却塔 cooling tower, 給湯 hot-water supply system, 温泉 hot spring, アメーバ類 amoeba

### 緒 言

現在,幅広い年齢層の人々が訪れる大型浴場施設が東京都内にも増加している.こうした浴場施設の多くがレジオネラ属菌(以下レジオネラという)の汚染リスクが高い循環式浴槽を採用している.平成 14 年には宮崎県内で日本国内最大の集団感染事故(発症者 295 名,死亡者 7 名)が発生した<sup>1)</sup>.さらにその事故後も,多くの浴場施設からレジオネラの検出が報告されている<sup>2)</sup>.東京都では浴場施設に起因するレジオネラ症発生防止に努めるべく,平成 15 年度から公衆浴場法・旅館業法に係る条例の一部改正によって,レジオネラの基準を定めたところである<sup>3,4)</sup>.

また,レジオネラを発見する契機原因ともなったビルの冷却塔水をはじめとした人工的な環境水中には,レジオネラの生息し得る条件の整った水系が多く存在していることが知られている<sup>5)</sup>.さらに平成 15 年には岡山県内の大学病院で給湯水に起因するレジオネラ感染死亡事例が発生している<sup>6)</sup>.

こうしたことから,著者らは生活用水におけるレジオネラの生息状況の調査及びレジオネラの宿主となり得るアメーバ類並びにその他の共存生物に関する実態調査を行っており,本稿では平成 15 年度に得られた結果について報告する.

### 材料と方法

#### 1. 試料水

冷却塔水 137 件,給湯水 63 件(うち公共施設に設置されている循環式給湯設備 51 件),浴槽水 56 件,温泉浴槽水 59 件,その他 47 件(下水処理水の再利用水 16 件,水道水 14 件,シャワー水 7 件,修景水 4 件,貯湯式給湯水 2 件,ドレン水 2 件,プール水 1 件及び加湿水 1 件)の計 362 件を試験に供した.

#### 2. 試験方法

レジオネラ試験方法,アメーバ類の検出方法,生物試験方法,一般細菌及び大腸菌群試験方法は前報<sup>7,8)</sup>に従った.

### 結果と考察

#### 1. 都市環境水のレジオネラ調査結果

平成 15 年度に調査した合計 362 件のうち,レジオネラは約 24%の 88 件から検出された.表 1 には試料の種類ごとの出現状況を,また図 1 には循環利用しているか否かに着目して検出件数を区分した結果を示した.図 1 から,検出試料の 84%(88 件中 74 件)が循環利用している水(冷却塔水,循環式給湯水,循環式浴槽水,循環式温泉浴槽水)であることがわかった.

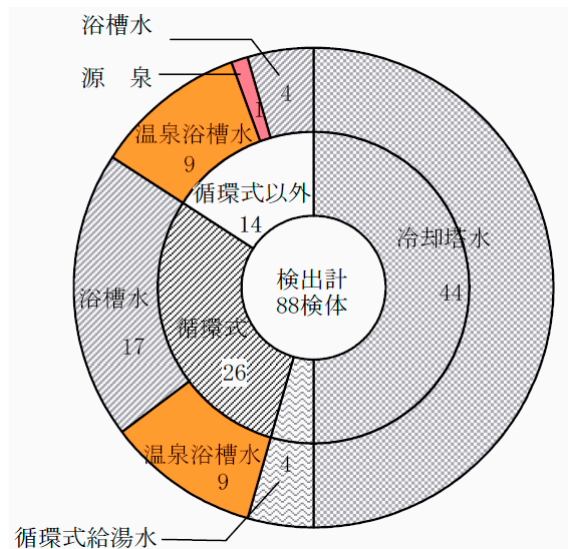


図 1. 平成15年度レジオネラ属菌検出試料における循環利用状況

\* 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, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

表1. 平成15年度におけるレジオネラ検出状況

	試料数	検出件数	検出率 (%)	最大検出菌数 (CFU/100 mL)
冷却塔水	137	44	32.1	120,000
循環式給湯水	63	4	6.3	1,600
温泉浴槽水	59	19	32.2	4,400
浴槽水	56	21	37.5	10,000
その他	47	0	0.0	-
計	362	88	24.3	

## 1) 冷却塔水

冷却塔水では137件中44件(検出率32.1%)からレジオネラが検出された。最大検出菌数は120,000 CFU/100 mLであったが、図2からわかるように大半が1,000 CFU/100mL未満であり、10,000 CFU/100mLを超えるものは約1割であった。

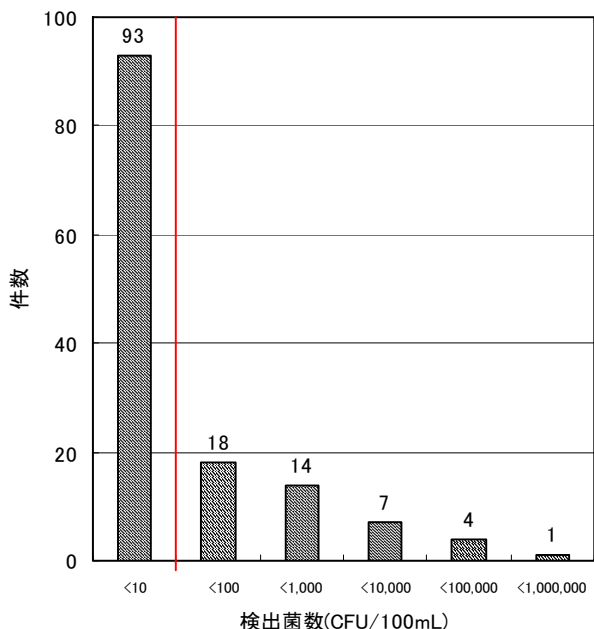


図2. 冷却塔水中のレジオネラ属菌検出菌数の分布

検出率を14年度の結果<sup>8)</sup>と比較すると、14年度は検出率44.3%であり、15年度は若干低い値となった。しかし「新版レジオネラ症防止指針」<sup>9)</sup>の指針値(100 CFU/100 mL未満)に照らすと、15年度は調査に供した試料水のうち26件(19.0%)が指針値を超えていた。日本国内では冷却塔水中のレジオネラによると推測されるレジオネラ症は比較的わずかし報告されていない<sup>10,11)</sup>、一方、海外においては冷却塔水中のレジオネラが原因と考えられるレジオネラ症事例が数多く報告されている<sup>12,13)</sup>。平成15年7月には厚生労働省からレジオネラ症の発生を防止するために必要な措置に関する技術上の指針<sup>14)</sup>が告示されており、今後はレジオネラ症の感染源として冷却塔水を重視した対策並びに設備の衛生管理が一層重要になってくると思われる。

## 2) 給湯水

循環式給湯水では63件中4件(検出率6.3%)からレジオネラが検出され、最大検出菌数は1,600 CFU/100 mLであった(表1)。検出率は14年度を除いた過去数年と同様のレベル(5~6%)であった<sup>7,8,15,16)</sup>が、最大検出菌数はこれまでの最高値を示した。

給湯の末端温度が低いとレジオネラが検出される例が多いため、55以上の温度を保つことが望ましいとされている<sup>17)</sup>。レジオネラを検出した4件の末端温度も27、22、54.2及び32.2であり、いずれも55に達していなかった。特に32.2だった検体においては、今回最大菌数1,600 CFU/100mLを検出した。行政指導後の再検査は行われていないためその後の経緯は不明であるが、過去の例を見てもレジオネラの生息を抑制するためには給湯の末端温度を55以上に制御し、循環効率を上げる必要があると思われる。

都内では平成8年に大学病院で給湯系のレジオネラ汚染により新生児が死亡した例がある<sup>17)</sup>。また、15年にはレジオネラに汚染された給湯水に起因する単発死亡事故が岡山県内の大学病院で発生した<sup>6)</sup>。本件の場合、当該患者の入室していた病室の末端給湯からは3,800 CFU/100 mLものレジオネラが検出され、加えて、当該患者は免疫不全状態にあったために重篤な症状を呈したと考えられる。岡山県内での事故は、病院内での迅速な対応によりこれ以上の感染を防止することができた。さらに、15年7月には厚生労働省からレジオネラ症の発生を防止するために必要な措置に関する技術上の指針<sup>14)</sup>が告示され、給湯水に関しては、年一回以上の貯湯槽の清掃のほか、貯湯槽内の温度を60に、また末端の給湯栓でも55に保てる能力を有する加熱装置を設置する等の策を講じるよう求めている。多くの施設でこれに準じた管理が行われれば、レジオネラによる汚染状況の改善と感染防止に寄与すると思われる。

## 3) 温泉浴槽水・浴槽水

温泉浴槽水では59件中19件(32.2%)、浴槽水では56件中21件(37.5%)から本菌が検出され、最大検出菌数は温泉浴槽水で4,400 CFU/100mL(都外施設)、浴槽水では10,000 CFU/100 mLであった(表1)。東京都では平成15年度より公衆浴場・旅館業法に係る条例の一部改正によって、レジオネラの基準を「検出されないこと」と定め、循環式浴槽水を打たせ湯・シャワー等に用いない等の規制も掲げられている<sup>3,4)</sup>。ここでいう「検出されないこと」とは国が示す浴槽中のレジオネラの基準値「10 CFU/100 mL未満」<sup>18)</sup>のことである。今回の結果は、温泉浴槽水では19件中13件(68.4%)が、浴槽水では21件中9件(42.9%)がこの基準を越えていた。

浴槽水中のレジオネラ属菌検出菌数分布を、浴槽が循環式か否かという観点から整理して、図3に示した。10 CFU/100 mLを超えたものは、循環式浴槽76件中17件(22.4%)、循環式浴槽以外では39件中5件(12.8%)となり、循環式浴槽では循環式以外の2倍の検出率となった。

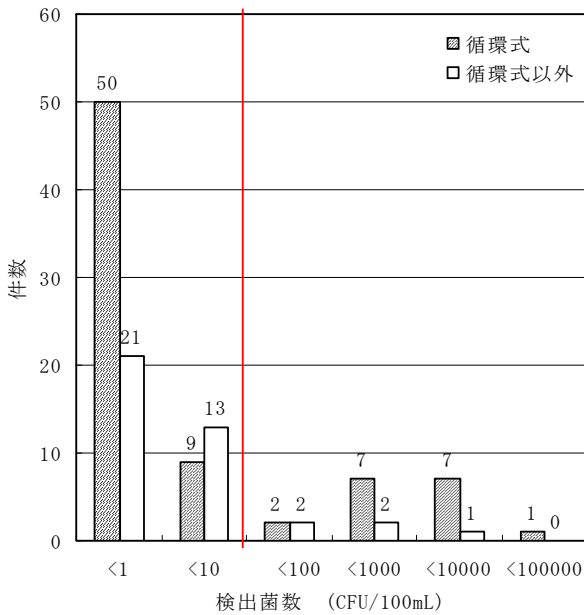


図 3. 浴槽水中のレジオネラ属菌検出菌数の分布

このことから、循環式浴槽でレジオネラ汚染のレベルが高いことが改めて確認された。

4) その他の都市環境水

その他の都市環境水として、下水処理水の再利用水 16 件、水道水 14 件、シャワー水 7 件、修景水 4 件、貯湯式給湯水 2 件、ドレン水 2 件、プール水 1 件及び加湿水 1 件、計 47 件を対象とし調査を行ったが、いずれの試料水からもレジオネラは検出されなかった。

東京都では平成 16 年 3 月 31 日付でプール等取締条例が改正され、加温装置を設けて温水を利用するプール水についてはレジオネラの基準<sup>19)</sup>が設けられたので、プール水におけるレジオネラの状況についても、今後の推移を見守っていきたいと考える。

2. レジオネラ属菌とアメーバ類及びその他の共存生物の実態調査

平成 15 年度に本研究室に搬入された試料水のうち、冷却塔水 53 件、温泉浴槽水 33 件、浴槽水 28 件、給湯水 14 件 (うち循環式 12 件)、修景水 4 件及び加湿水 1 件の計 133 件についてアメーバの調査を行った。その他の共存生物調査は冷却塔水 33 件、循環式給湯水 12 件、修景水 4 件および加湿水 1 件の計 45 件について行った。また、一般細菌と大腸菌群の調査を冷却塔水 52 件、循環式給湯水 12 件、貯湯式給湯水 2 件、修景水 4 件及び加湿水 1 件の計 71 件について行った。

1) アメーバ類の検出状況

レジオネラとアメーバの検出状況を表 2 に、検出したアメーバを写真 1 に示した。アメーバは試料水 133 件中 77 件 (57.9%) から検出された。

試料水の種類別にみると、冷却塔水におけるアメーバの検出率が高く、53 件中 51 件 (96.2%) から検出された。他の試料水においては温泉浴槽水 33 件中 10 件 (30.3%)、

表2. レジオネラ属菌とアメーバ類の検出状況

		レジオネラ属菌		
		検出	不検出	計
アメーバ類	検出	42	35	77
	不検出	15	41	56
		57	76	133

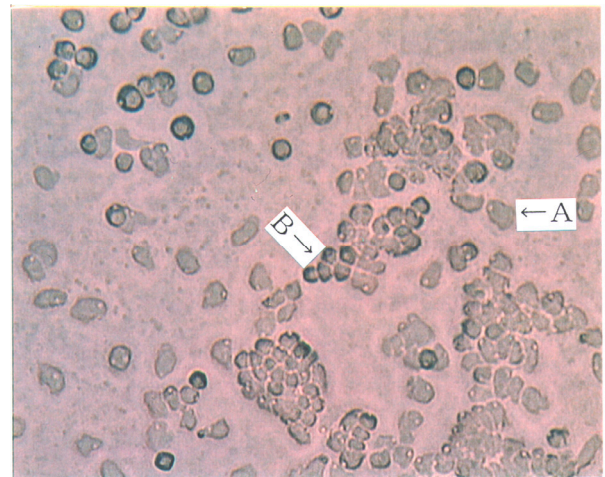


写真 1 A : アメーバ(栄養体)  
B : アメーバ(シスト)

浴槽水 28 件中 10 件 (35.7%)、給湯水 14 件中 1 件 (7.1%) から検出され、修景水と加湿水ではすべての検体からアメーバが検出された。

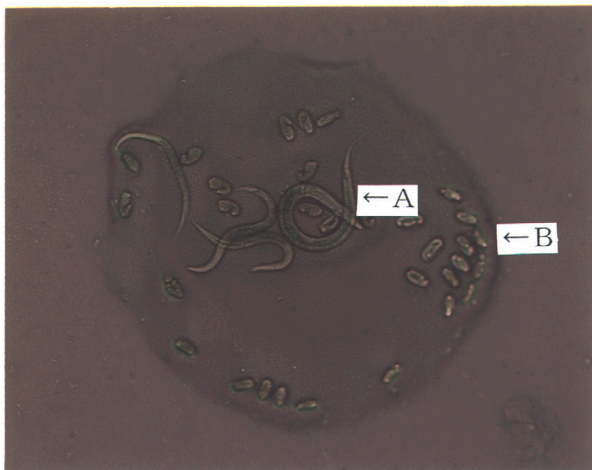
また、アメーバ類が検出された 77 件中の過半数の 42 件 (54.5%) でレジオネラも検出された。さらにこの 42 件のうち冷却塔水が 32 件を占めており(表 3)、冷却塔水中でアメーバとレジオネラが同時に生息している例が多いことがうかがわれた。また、残りの 10 件に関しては、例数が少ないために現状では明確な傾向を示すことはできないが、浴槽水 5 件、温泉浴槽水 4 件および給湯水 1 件であり、そのほとんどが浴槽に関わるものであった。アメーバ類が検出されなかった 56 件中のレジオネラ検出数は 15 件 (26.8%) と比較的低い検出率となった。この結果はアメーバ類の存在がレジオネラの増殖を支持している可能性を示すものと思われる。

厚生労働省の指針<sup>14)</sup>ではレジオネラは設備に付着する生物膜内で増殖すること、及びレジオネラ症発生を防止する対策として微生物の繁殖や生物膜の生成を抑制し、これらの除去を行うことが挙げられており、レジオネラと共存生物の関連を重視した内容となっている。今回、冷却塔水からアメーバとレジオネラが同時に検出される例が多かったが、レジオネラ発見の契機が冷却塔水だったことを考慮すると冷却塔水に対するより一層の管理が必要であると考えられる。

なお、アメーバ用増殖培地に接種した冷却塔水試料で線

表3. 冷却塔水中のレジオネラ属菌とアメーバ類の検出状況

		レジオネラ属菌		計
		検出	不検出	
アメーバ類	検出	32	19	51
	不検出	1	1	2
		33	20	53

写真2 A: 線虫成体  
B: 線虫卵

虫類の繁殖が時折観察された。線虫類はアメーバ培養のために塗布した大腸菌を捕食して産卵し、速やかに増殖する(写真2)。また、培地中を動き回って培地を荒廃させ、アメーバの増殖を妨げるため、アメーバの確認が困難になることがあった。

さらにレジオネラの宿主となるアメーバ類には、薬剤等の負荷により栄養体から薬品や不利な環境に抵抗性の高いシストへと移行して生き延びるものも多くある<sup>20)</sup>。レジオネラ自身も生物膜内では薬剤の効果が及びにくくなる。したがって殺菌剤などの投与に頼るばかりではなく物理的洗浄を徹底することがレジオネラならびにレジオネラの繁殖を支える他の生物の増殖を防止する上で重要であると言える<sup>14)</sup>。

## 2) その他の共存生物の検出状況

共存生物については真菌類、藍藻類、珪藻類、緑藻類、鞭毛虫類、繊毛虫類、根足虫類、輪虫類及び線虫類の計9種類について調査し、表4に結果を示した。試料水45件中25件から各種の生物が検出され、この25件のうち22件(88.8%)に原生動物の鞭毛虫類が検出された。また、生物が検出された25件中、冷却塔水が23件(92.0%)を占めており、そのうちの20件(87.0%)で鞭毛虫類が検出された。平成14年度と同様に生物検出率(平成14年度87.5%)、冷却塔中の生物検出率(平成14年度84.4%)、鞭毛虫検出率(平成14年度88.9%)ともに80%以上と高率であることから、特に冷却塔が生物増殖の好条件を満たしていることが示唆された。原生動物もある種のアメーバの餌になりうることから<sup>20)</sup>、間接的にレジオネラの存在に関与するものではないかと考えられる。

## 3) レジオネラ以外の細菌の生息実態

レジオネラの検出状況とレジオネラ以外の細菌の存在量との関係を検討するため、一般細菌及び大腸菌群の試験を行った。一般細菌は71件中57件(1 CFU/mL以上、検出率80.3%)、大腸菌群は71件中15件(1 CFU/mL以上、21.1%)から検出された。しかしながら、前報と同様に一般細菌、大腸菌群ともにレジオネラとの相関は見いだせなかった。

表4. その他の共存生物の供試水別検出状況

	冷却塔水(29)	給湯水*(14)	修景水(1)	加湿水(1)	計
不検出	6	14	0	0	20
検出	23	0	1	1	25
分類群別検出試料数					
真菌類	4	0	0	0	4
藍藻類	2	0	1	0	3
珪藻類	3	0	1	0	4
緑藻類	3	0	1	0	4
鞭毛虫類	20	0	1	1	22
繊毛虫類	3	0	0	0	3
根足虫類	3	0	0	0	3
輪虫類	0	0	0	0	0
線虫類	1	0	0	0	1

( )内は各試料の総件数

\*給湯水は循環式12件とそれ以外の方式の合計数。

## 結 論

1. 平成 15 年度に水質研究科に搬入された試料水 362 件について、レジオネラの検査を行い、以下の結果を得た。

- 1) 冷却塔水では 137 件中 44 件からレジオネラを検出した。レジオネラが検出された試料水の 19.0%が「新版レジオネラ症防止指針」の指針値(100 CFU/100 mL 未満)を超えていた。
- 2) 循環式給湯水では 63 件中 4 件からレジオネラを検出した。検出率は 6.3%で、ここ数年の検出率(5~6%)と同様であったが、検出菌数は 1,600 CFU/100mL と過去の検査結果中最大値を示した。
- 3) 温泉浴槽水では 59 件中 19 件、浴槽水では 56 件中 21 件からレジオネラを検出した。温泉浴槽水では 13 件(検出検体の 68.4%)が、浴槽水では 9 件(同 42.9%)が公衆浴場の浴槽水の基準値である 10 CFU/100 mL 未満を超えていた。さらに浴槽が循環式か否かで区分すると、循環式浴槽で循環式以外の浴槽の約 2 倍の検出率となった。
- 4) その他の都市環境水(下水処理水の再利用水 16 件、水道水 14 件、シャワー水 7 件、修景水 4 件、貯湯式給湯水 2 件、ドレン水 2 件、プール水 1 件および加湿水 1 件) 47 件のすべてでレジオネラは検出されなかった。

2. アメーバ等の共存生物の実態調査を行い、以下の結果を得た。

- 1) アメーバ類が検出された 77 件中 42 件(検出率 54.5%)からレジオネラが検出された。一方、アメーバ類が不検出だった 56 件中からは 15 件(26.8%)と少なかったことから、アメーバ類の生息とレジオネラとの関連がうかがわれた。冷却塔では 53 件中 51 件(96.2%)からアメーバが検出された。
- 2) 45 件中 25 件から各種の共存生物を検出した。そのうち、22 件から鞭毛虫類が確認された。また鞭毛虫の検出数が最も多かった試料水は、冷却塔水で 20 件(90.2%)であった。原生動物はアメーバの餌になるため、間接的にレジオネラの増殖に関与していると思われる。
- 3) レジオネラ以外の細菌として、一般細菌が 71 件中 57 件(80.3%)から、大腸菌群が 15 件(21.1%)からそれぞれ検出されたが、レジオネラの検出菌数との相関性は見られなかった。

謝辞 本調査に供した試料水の大部分は、地域保健部(当時)環境水道課ビル衛生検査係の環境衛生監視員によって採取されたものであることを記して、関係各位に深甚なる謝意を表す。

## 文 献

- 1) 河野喜美子, 東美香, 斉東信弘他: 病原微生物検出情報, **24(2)**, 3-5, 2003.
- 2) 全国レジオネラ対策会議資料: 2002, 厚生労働省健康局生活衛生課
- 3) 公衆浴場の設置場所の配置及び衛生措置等の基準に関する条例, 昭和 39 年東京都条例第 184 号, 平成 15 年 3 月 14 日改正.
- 4) 旅館業法施行条例, 昭和 32 年東京都条例第 63 号, 平成 15 年 3 月 14 日改正.
- 5) 山本啓之: 日本微生物生態学会誌, **12(4)**, 149-156, 1997.
- 6) 岡山大学医学部付属病院におけるレジオネラ症に関する調査報告書: 2003, 岡山大学医学部付属病院感染予防対策委員会
- 7) 勝田千恵子, 保坂三継, 榎田隆一, 他: 東京衛研年報, **53**, 219-222, 2002.
- 8) 勝田千恵子, 保坂三継, 榎田隆一, 他: 東京衛研年報, **54**, 296-300, 2003.
- 9) 厚生省生活衛生局企画課監修: 新版レジオネラ症防止指針, 1999, 財団法人ビル管理教育センター, 東京.
- 10) 柏木征三郎, 林純, 原寛, 他: 日本医事新報, **2986**, 15-20, 1981
- 11) 藪内英子, 森正道, 斎藤厚, 他: 感染症学雑誌, **69**, 654-665, 1995
- 12) 中島博志: 空気調和・衛生工学, **72(3)**, 181-187, 1997
- 13) 厚生労働省健康局生活衛生課: 病原微生物検出情報, **19(10)**, 10, 1998
- 14) 平成 15 年 7 月 25 日付 厚生労働省告示第 264 号.
- 15) 保坂三継, 矢野一好, 眞木俊夫, 他: 用水と廃水, **42**, 677-683, 2000.
- 16) 矢野一好, 榎田隆一, 保坂三継, 他: 東京衛研年報, **52**, 250-253, 2001.
- 17) 東京都衛生局編集: 知っていますか? レジオネラ, 1997, 東京都衛生局生活環境部, 東京
- 18) 平成 12 年 12 月 5 日付生衛発第 1811 号, 厚生省生活衛生局長通達.
- 19) プール等取締条例, 昭和 50 年東京都条例第 22 号, 平成 16 年 4 月 1 日改正.
- 20) 石井圭一: アメーバ図鑑, 1999, 金原出版株式会社, 東京.