

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14年度)

勝田 千恵子*, 保坂 三継*, 榎田 隆一*, 瀬戸 博*

Distribution of *Legionella* Species in Urban Water Environments
with Reference to Their Coexisting Organisms (Apr.2002 - Mar.2003)

Chieko KATSUTA*, Mitsugu HOSAKA*, Takaichi ENOKIDA*, and Hiroshi SETO*

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 amoebae

緒言

近年の大型浴場施設数の増加に伴い、全国各地で循環式浴槽水・温泉水におけるレジオネラ属菌(以下、レジオネラという)に関わる事故も頻発している。特に平成14年度初夏には宮崎県において、温泉入浴施設で感染者約300名(疑い含む)死者7名という国内最大のレジオネラ症事故が発生した¹⁾。それ以外にも客船や老人福祉施設等の浴槽水に関わる事故が報じられている。東京都では平成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、レジオネラ症発生防止に努めているところである^{2,3)}。また、ビルの冷却塔水をはじめとした人工的な水環境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も知られている⁴⁾。

本稿では平成14年度に著者らが行った、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結果を報告する。

材料と方法

1. 試料水

冷却塔水176件、給湯水(主に公共施設に設置されている循環式給湯設備)107件、消防用水14件、浴槽水(公共施設の循環式浴槽水等)13件、温泉浴槽水7件、その他24件(雑用水17件、修景用水4件、加湿水1件、プール水1件及び冷水器の水1件)の計341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、一般細菌および大腸菌群試験方法は前報⁵⁾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14年度に調査した冷却塔水、給湯水、消防用水、

浴槽水及び温泉浴槽水等合計341件のうち、レジオネラは103件から検出された。14年度のレジオネラ検出状況を表1に示した。

表1. 平成14年度におけるレジオネラ検出状況

	試料数	検出件数	検出割合 (%)	最大検出菌数 (CFU/100 mL)
冷却塔水	176	78	44.3	42,000
循環式給湯水	107	11	10.3	670
雑用水	17	1	5.9	20
消防用水	14	3	21.4	270
浴槽水	13	4	30.8	1,900
温泉浴槽水	7	6	85.7	140
その他	7	0	0.0	-
計	341	103	30.2	

1) 冷却塔水

冷却塔水では176件中78件(検出率44.3%)からレジオネラが検出された。最大検出菌数は42,000 CFU/100 mLであった(表1)。

検出率及び最大検出菌数を13年度の結果⁵⁾と比較すると、13度は検出率61.2%、最大菌数280,000 CFU/100 mLであり、14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」⁶⁾の指針値(100 CFU/100 mL未満)に照らすと、14年度は調査に供した試料水のうち46件(26.1%)が指針値を超えていた。1976年にフィラデルフィアで発生した「在郷軍人病」の発生原因がレジオネラによって汚染された空調設備によるものであったように、海外においては冷却塔に生息した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。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の報告例は少ないとされているが、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

* 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

必要な措置に関する技術上の指針⁷⁾が告示されており、今後は感染源として冷却塔水を重視するとともに、設備の一層の衛生管理が重要となってくると思われる。

2) 給湯水

循環式給湯水(シャワー水を含む)では107件中11件(検出率10.3%)からレジオネラが検出され、最大検出菌数は670 CFU/100 mLであった(表1)。ここ数年は検出率5~6%で推移していたが^{5,8,9)}、14年度は10%と高くなった。最大菌数も過去の検出結果と比較して2.5倍以上を示した。

給湯の末端温度が55を下回るような場合にはレジオネラが検出される例が多いが、今回最大菌数を検出した検体の末端での水温は40を下回っており、行政指導による末端温度(60)に達していなかった。しかし、この給湯施設の末端水温を60に調整した後の再検査ではレジオネラは不検出となった。給湯の末端温度を60以上に制御し、循環効率を上げることでレジオネラの生息を抑制できることを示すものである。

15年2月には岡山県内において、レジオネラに汚染された給湯水に起因する大学病院の院内感染により入院患者が死亡する事故が起きたことが報じられた。過去にも都内の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り、給湯系のレジオネラ汚染への対策が求められていた。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⁷⁾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に、温度が60に満たない貯湯槽は60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。多くの施設がこれに準じた管理が行われれば、レジオネラの検出菌数、率ともに低くなり、感染防止に寄与すると思われる。

3) 消防用水

消防用水では14件中3件(検出率21.4%)からレジオネラが検出され、最大菌数は270 CFU/100 mLであった。そのうちの1件は循環式給湯水でもレジオネラが検出された施設からの試料であった。

消防用水とはビル等建設の際に消防法で定められている消火設備の一つ¹⁰⁾であるが、特に水質の基準はなく、利用される水は雨水や上水等幅広い。また消防用水槽の水替えを促すために、庭への散水等、消火以外の用途に用いる場合もあり、直接人体に暴露される可能性もある。こうした点を考慮すると、ビル管理者に消防用水の定期的な水質検査などレジオネラの問題を考慮した管理を指導していく必要があると考える。

4) 浴槽水・温泉浴槽水

浴槽水では13件中4件(30.8%)温泉浴槽水では7件中6件(85.7%)から本菌が検出され、最大検出菌数は浴槽水では1,900 CFU/100 mL、温泉浴槽水で140 CFU/100 mLであった。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、打たせ湯・シャワー等に再利用しない等循環式浴槽水の規制も一層厳しくなっている^{2,3)}。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」¹¹⁾のことである。今回の結果は条例施行前のものであるがこれに当てはめた場合、浴槽水においては4件ともが基準値を越えていた。それに対し、温泉浴槽水については基準を超えるものは2件のみ(2件とも都外施設)にとどまり、検出率は28.6%と低くなった。

しかしながら全国的規模で見ると、14年度は宮崎県、鹿児島県の新設の大型入浴施設、山形県の公衆浴場などでのレジオネラ症集団感染事故が相次いだ。特に前述の宮崎の事例では新設であるにもかかわらず、国内最大のレジオネラ症感染事故となった¹⁾。この他にも浴槽水に関わる事故が多数報じられており、平成12年に発生した静岡県や茨城県の集団感染事例における教訓が生かされていないように思われる。

5) その他の都市環境水

その他の都市環境水として、雑用水17件、修景用水4件、加湿水1件、プール水1件及び冷水器の水1件、計24件を対象とし調査を行った。そのうち本菌が検出されたのは雑用水1件(20 CFU/100 mL)のみであった。

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14年度に本研究室に搬入された試料水のうち、冷却塔水64件、給湯水14件、消防用水14件、修景水4件、雑用水1件及び加湿水1件の計98件についてアメーバの実態調査を行った。また、その他の共存生物実態調査は冷却塔水50件、給湯水14件、消防用水14件、修景水4件、雑用水1件及び加湿水1件の計84件について行った。

1) アメーバ類の生息実態

アメーバは試料水98件中69件(検出率70.4%)から検出された(表2, 写真1-3)。試料水の種類についてみると、冷却塔水におけるアメーバの検出率が高く、64件中58件(90.6%)から検出された。レジオネラがアメーバに取り込まれるとその食胞内で増殖し、最終的には宿主を破壊し、大量のレジオネラが水中に放出される。また、冷却塔水や家庭用循環式浴槽水の調査ではレジオネラの検出がアメーバの存在と関連しているとの報告もなされている⁶⁾。本調査においても、アメーバ類が検出された69件中のレジオネラ検出数は40件(58.0%)と、高い検出率であったが、アメーバ類が検出されなかった29件中のレジオネラ検出数は10件(34.5%)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(表2)。

多くの設備ではレジオネラ対策として塩素剤や市販の抗レジオネラ剤の投与等が行われているようであるが、実際には多くの試料水からレジオネラが検出されている。それはアメーバ等の生物が生息できる環境、すなわちパイオフ

表2. レジオネラとアメーバの検出状況

		レジオネラ		
		検出	不検出	計
アメーバ類	検出	40	29	69
		58.0	42.0	100.0
	不検出	10	19	29
		34.5	65.5	100.0
		50	48	98

上段：件数

下段： $\frac{\text{レジオネラが検出あるいは不検出であった試料数}}{\text{アメーバ類が検出あるいは不検出であった総試料数}} \times 100(\%)$

イルムのような付着物が存在することにより、レジオネラ及びレジオネラの繁殖を助ける生物群集が薬剤から守られるためと考えられる。また、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抵抗性のあるシストへと移行して、生き延びるものも多くある¹²⁾。したがって、薬品の投与のみならず物理的洗浄の徹底もレジオネラの増殖を防止する上で重要である。

環境水中に生息する自由生活型アメーバの中にはヒトに対し、致死的な病原性を持つ種が複数知られている。例えば *Naegleria fowleri* は急性原発性髄膜脳炎の起因生物であり、*Acanthamoeba* 属(写真1)は角膜炎や肉芽腫脳炎の原因となっており、いずれも、国内での感染報告がある^{6,13)}。すなわち、アメーバの存在を許容することはレジオネラ以外の病原体の感染リスクも高める危険性がある。オーストラリアでは疾病防止策としてアメーバの検査が義務化されており、培養温度 42 °C で *Naegleria* 属が検出されて

はならず、検出された場合には水の使用禁止と施設の消毒が義務付けられている⁶⁾。今回の調査でも高率でアメーバが検出がされ、*Acanthamoeba* 属(写真1)の存在が確認されており、こうした観点からも水管理をより徹底する必要があると思われる。また、今後は出現するアメーバの種の同定の必要性も検討していく必要があると考える。

2) その他の共存生物の生息実態

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た(表3)。試料水84件中34件からは今回の調査では生物は検出されなかった。生物が検出された50件のうち43件(検出率86.0%)に原生動物の鞭毛虫類が、16件(32.0%)に繊毛虫及び根足虫類がそれぞれ検出された。また、生物が検出された50件中、冷却塔水が41件(82.0%)をしめており、そのうちの37件(90.2%)で鞭毛虫類が、15件(36.6%)で根足虫類が、13件(31.7%)で繊毛虫類がそれぞれ検出された。これら鞭毛虫、繊毛虫、根足虫などの原生動物もある種のアメーバの餌になりうることから¹²⁾、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

レジオネラの生息状況とレジオネラ以外の細菌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、112件中94件から検出され(1 CFU/mL以上、検出率83.9%)、大腸菌群は9件から検出された(1 CFU/mL以上、8.0%)。一般細菌及び大腸菌群の検出菌数とレジオネラの検出菌数との相関を検討したが、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。

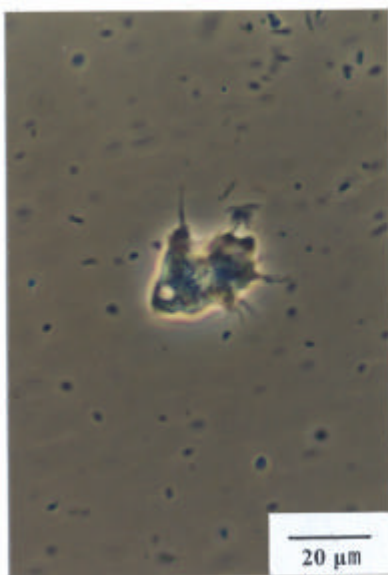


写真1 *Acanthamoeba* sp.
(栄養体)

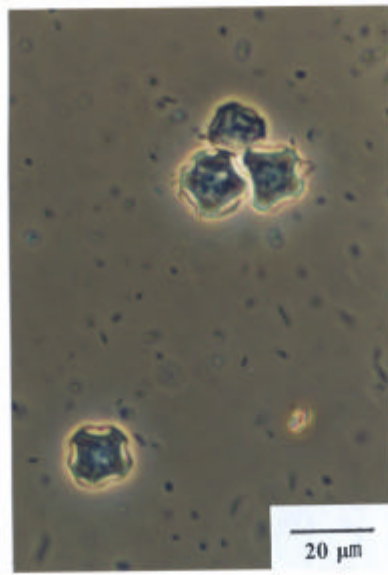


写真2 *Acanthamoeba* sp.
(シスト)

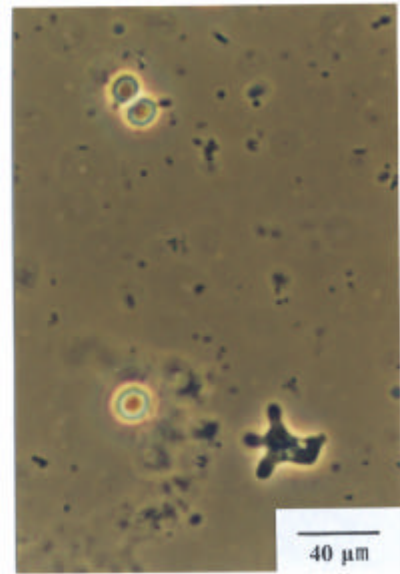


写真3 その他のアメーバ
(栄養体及びシスト)

表3. その他の共存生物の供試水別検出状況

	冷却塔水(50)	給湯水(14)	消防用水(14)	修景用水(4)	雑用水(1)	加湿水(1)	計
不検出	9	14	10	0	0	1	34
検出	41	0	4	4	1	0	50
分類群別検出試料数							
真菌類	14	0	0	0	0	0	14
藍藻類	11	0	0	1	0	0	12
珪藻類	5	0	0	3	0	0	8
緑藻類	13	0	0	4	1	0	18
鞭毛虫類	37	0	4	2	0	0	43
繊毛虫類	13	0	1	2	0	0	16
根足虫類	15	0	0	1	0	0	16
輪虫類	1	0	0	0	0	0	1
線虫類	6	0	0	0	0	0	6

* ()内は各試料の総件数

結 論

1. 平成 14 年度に水質研究科に搬入された試料水 341 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 176 件中 78 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 40.0 %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) 給湯水 (シャワー含む) では 107 件中 11 件からレジオネラを検出した。検出率は 10.3 %と、ここ数年の検出率 (5~6 %) を上回った。

3) 消防用水では 14 件中 3 件からレジオネラを検出した。検出率は 21.7 %であった。

4) 浴槽水では 13 件中 4 件から、温泉浴槽水では 7 件中 6 件からレジオネラを検出した。浴槽水では 4 件全てが、温泉浴槽水では 2 件が平成 15 年度に一部改正された東京都の公衆浴場・旅館業法に係る条例基準値 (10 CFU/100 mL 未満) を超えていた。また、温泉水では 12 件中 8 件からレジオネラを検出し、検出率は 66.7 %と高かった。

5) その他の都市環境水 (雑用水 17 件、修景水 4 件、加湿水 1 件、プール水 1 件及び冷却器の水 1 件) 24 件中レジオネラを検出したのは雑用水で 1 件のみであった。

2. アメーバ実態調査には試料水 98 件、共存生物実態調査には 84 件を検査し、以下の結果を得た。

1) アメーバ類検出群 69 件中 40 件 (検出率 58.0 %) からレジオネラが検出された。一方、アメーバ類不検出群 29 件中からは 10 件 (34.5 %) と少なかったことから、アメーバ類とレジオネラの生息との関連がうかがわれた。冷却塔では 64 件中 58 件 (90.6 %) からアメーバが検出された。検出されたアメーバの中には、角膜炎の原因となることが知られている属のものが含まれていた。

2) 共存生物実態調査においては、84 件中 50 件で共存生物を検出した。そのうち、43 件から鞭毛虫類が確認され、

検出数が最も多かった試料水は、冷却塔水で 41 件中 37 件 (90.2 %) であった。この他にも繊毛虫類や根足虫類が比較的多く確認された。これらの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では、112 件中一般細菌が 94 件 (83.9 %) から、大腸菌群が 9 件 (8.0 %) からそれぞれ検出されたが、レジオネラの生息状況との関連性は特に見いだすことは出来なかった。

謝辞 本調査に供した試料水の大部分は、地域保健部環境水道課ビル衛生検査班の環境衛生監視員によって採水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る。

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) 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.
- 3) 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.
- 4) 山本啓之: 日本微生物生態学会誌, **12(4)**, 149-156, 1997.
- 5) 勝田千恵子, 保坂三継, 榎田隆一, 他: 東京, 衛研年報, **53**, 219-222, 2002.
- 6) 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.
- 7) 平成 15 年 7 月 25 日付 厚生労働省告示第 264 号.
- 8) 保坂三継, 矢野一好, 眞木俊夫, 他: 用水と廃水, **42**, 677-683, 2000.

- 9) 矢野一好，榎田隆一，保坂三継，他：東京，衛研年報，
52，250-253，2001.
- 10) 紀谷文樹：改訂新版給排水衛生設備学 中級編，
184-195，2000，TOTO 出版，東京．
- 11) 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．
- 12) 石井圭一：アメーバ図鑑，1999，金原出版株式会社，
東京．
- 13) 厚生労働省健康局生活衛生課：病原微生物検出情報，
24(2)，9-10，2003．