

## 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 16 年度—

高田 千恵子\*, 榎田 隆一\*, 保坂 三継\*

### Distribution of Legionella Species in Urban Water Environments with Reference to Their Coexisting Organisms (Apr.2004-Mar.2005)

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

**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>.

このように我々の生活に密接な関わり合いを持つ様々な水がレジオネラ汚染の可能性をはらんでいることから, 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<sup>7-9)</sup>, 本稿では平成 16 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

平成 16 年度に筆者らの研究室に搬入された冷却塔水 165 件, 給湯水 82 件 (循環式 78 件, 貯湯式 4 件), 雑用水 69 件, 温泉浴槽水 55 件 (循環式 32 件, 非循環式 23 件), 浴槽水 51 件 (循環式 28 件, 非循環式 23 件), 修景水 8 件, その他 39 件 (下水処理水の再利用水 14 件, 水道水 13 件, プール水 4 件, 温泉スタンド水 2 件, 源泉 2 件,

空調用ドレン水 2 件及び加湿水原水 2 件) の計 469 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, 生物試験方法は前報<sup>7)</sup>・<sup>10)</sup>に従った. 検出結果については, 冷却塔水, 雑用水, 修景水及び空調用ドレン水は検出菌数 10 CFU/100 mL 以上を, それ以外は 1 CFU/100 mL 以上を陽性として集計した.

#### 結果及び考察

##### 1. 都市環境水のレジオネラ調査結果

平成 16 年度に調査した合計 469 件のうち, レジオネラは約 30% の 141 件から検出された. 表 1 には試料の種類ごとの検出状況を示した.

表 1. 供試試料水別レジオネラ検出状況

試料水	試料数	検出件数	検出率 (%)	最大検出菌数 (CFU/100 mL)
冷却塔水	165	62	37.6	20,000
循環式給湯水	78	8	10.3	93
貯湯式給湯水	4	0	0.0	—
循環式温泉浴槽水	32	23	71.9	2,000
非循環式温泉浴槽水	23	7	30.4	9
循環式浴槽水	28	26	92.9	8,000
非循環式浴槽水	23	0	0.0	—
雑用水	69	11	15.9	130
修景水	8	4	50.0	160
その他	39	0	0.0	—
計	469	141	30.1	

\* \*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

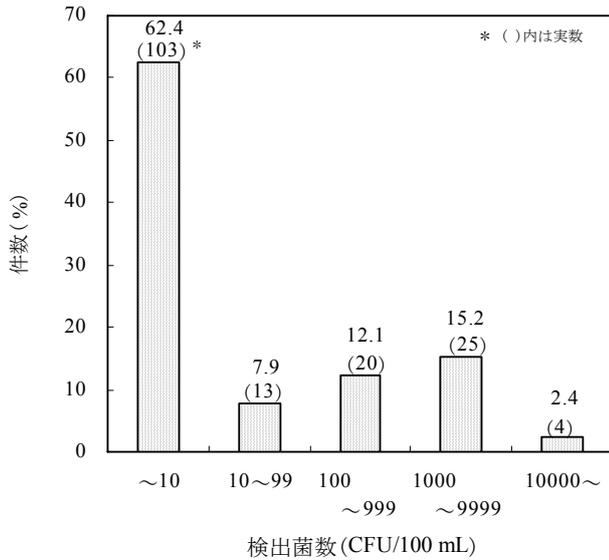


図1. 冷却塔水中のレジオネラ検出菌数の分布

1) 冷却塔水

冷却塔水では 165 件中 62 件（検出率 37.6%）からレジオネラが検出された。最大検出菌数は 20,000 CFU/100 mL であった。冷却塔水からのレジオネラ検出率は例年 40% 前後で推移しており、16 年度も同様であったが、16 年度は「新版レジオネラ防止指針」の指針値（100 CFU/100 mL）を超過しているものは 49 件（29.7%）であり（図1）、昨年度の 26 件（19.0%）と比較して 1.5 倍の高い検出率となっている。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は比較的わずかししか報告されていない<sup>12, 13)</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>14, 15)</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>16)</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

給湯水では 82 件（うち、貯湯式 4 件）中 8 件からレジオネラが検出され（循環式 10.3%、貯湯式 0.0%）、最大検出菌数は 93 CFU/100 mL であった（表1）。検出率は高検出率だった 14 年度に続くもので、過去数年の検出率（5~6%）を上回った<sup>7, 8, 10, 17)</sup>。

レジオネラと水温の関係については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>16)</sup>。レジオネラを検出した 8 件の末端温度も 38.2~52℃であり、いずれも 55℃に達していなかった。特に 40.2℃だった検体においては、今回最大菌数 93 CFU/100 mL を検出した。一方、末端給湯温度が 55℃以上に保たれていた施設の給湯水（21 件）からはレジオネラは検出されていなかった。このことから、給湯の末端温度を 55℃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し、循環効率を上げ

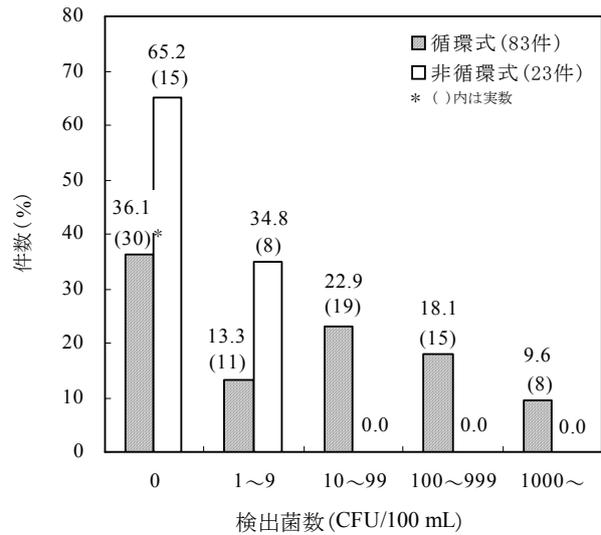


図2. 温泉浴槽水及び浴槽水中のレジオネラ検出菌数の分布

ることで、レジオネラの生息を抑制することができると思われる。平成 8 年に都内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>18)</sup>。また、15 年には岡山大学病院での単発死亡事故が発生した<sup>6)</sup>。後者の場合、当該患者が入院していた病室の末端給湯水からは 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。給湯設備は入所施設や病院には不可欠であるが、そうした施設はまた免疫力の低下している易感染者も多い。したがって、給湯水のレジオネラ汚染の防止は何よりも重要である。厚生労働省が示した技術上の指針<sup>16)</sup>では末端の給湯栓でも 55℃以上に保つことを求めており、本研究の結果からもその必要性が裏付けられる。

3) 温泉浴槽水・浴槽水

温泉浴槽水では 55 件（循環式 32 件、非循環式 23 件）中 30 件からレジオネラが検出された。そのうち循環式温泉浴槽水は 23 件（71.9%）、非循環式温泉浴槽水は 7 件（30.4%）であった。また、浴槽水では 51 件（循環式 28 件、非循環 23 件）中 26 件から本菌が検出され、すべて循環式浴槽水（92.9%）であった。最大検出菌数は温泉浴槽水で 2,000 CFU/100 mL（都外施設）、浴槽水では 8,000 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指針値<sup>19)</sup>「10 CFU/100 mL 未満」のことである。16 年度の結果は、温泉浴槽水では 55 件中 20 件（36.4%）が、浴槽水では 51 件中 22 件（43.1%）がこの基準を越えていた。

温泉浴槽水及び浴槽水中のレジオネラ検出菌数分布を、浴槽が循環式か否かという観点から整理して、図2に示した。東京都条例の基準値を超えたものは、循環式浴槽水 83 件中 42 件（50.6%）であり、非循環式浴槽水では 23 件

すべてが基準内であった。このことから、循環式浴槽でレジオネラ汚染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、雑用水 69 件、修景水 8 件及び下水処理水の再利用水、水道水など計 116 件について調査を行った。そのうちレジオネラが検出された試料水は雑用水 69 件中 11 件 (15.9%) と修景水 8 件中 4 件 (50.0%) であり、検出菌数は 10~160 CFU/100 mL であった。

修景水に対してはレジオネラの基準は設けられてないが、その構造上、エアロゾルが発生するうえ、不特定多数の人が近づける場所に設置されていることが多い。また、特に夏季には涼を求めて修景水に近づいている光景が多く見受けられることから、レジオネラ汚染の防止を常に念頭に置いた施設管理が必要と思われる。

プール水に対しては東京都はプール等取締条例を改正し、加温装置を設けて温水を利用するプール水にレジオネラの基準<sup>20)</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は、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 16 年度に著者らの研究室に搬入された試料水のうち、雑用水 68 件、冷却塔水 68 件、温泉浴槽水 50 件 (循環式 31 件、非循環式 19 件)、循環式浴槽水 36 件、循環式給湯水 24 件、修景水 8 件、プール水 3 件、加湿水原水 2 件、温泉スタンド水 2 件及び源泉 1 件の計 262 件についてアメーバ類の調査を行った。その他の共存生物調査は雑用水 69 件、冷却塔水 36 件、循環式給湯水 24 件、修景水 8 件、加湿水原水 2 件及び循環式浴槽水 1 件の計 140 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類の検出状況を表 2 に示した。アメーバ類は試料水 262 件中 145 件 (55.3%) から検出された。

表 2. レジオネラとアメーバ類の検出状況

		レジオネラ		
		検出	不検出	計
アメーバ類	検出	69	76	145
	不検出	32	85	117
		101	161	262

アメーバ類の検出状況をレジオネラの検出状況と対比させて表 3 に示した。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、68 件中 57 件 (83.8%) から検出された。他の試料水においては雑用水 68 件中 44 件 (64.7%)、温泉浴槽水 50 件中 15 件 (循環式 35.5%、非循環式 21.1%)、循環式浴槽水 36 件中 16 件 (44.4%)、循環式給湯水 24 件中 6 件 (25.0%)、修景水 8 件中 7 件 (87.5%) から検出され、加湿水原水、温泉スタンド水、源泉及びプール水からはアメーバ類が検出されなかった。

また、アメーバ類が検出された 145 件中の約半数の 69 件 (47.6%) でレジオネラも検出された。さらにこの 69 件のうち冷却塔水が 29 件を占めており (表 3)、例年と同様に冷却塔水中でアメーバ類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。一方、今年度は冷却塔水以外の試料水に関しても、両者の同時検出率が高かった。特に給湯水や浴槽水といった日常生活に身近なものほど高い検出率であった。アメーバ類が検出されなかった 117 件中のレジオネラ検出数は 32 件 (27.4%) と比較的低い検出率となった。すなわち、アメーバ類が不検出の場合はレジオネラも不検出である傾向が認められた。これらの結果は、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>16)</sup>には、レジオネラは設備に付着する生物膜内で増殖することから、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、レジオネラ増殖と共存生物の関連性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類とレジオネラが同時に検出される例が多かったことと、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。なお、アメーバ用増殖培地に接種した冷却塔水試料で線虫類の繁殖が時折観察された。

表 3. アメーバ類検出状況の内訳

試料水	試料数	検出件数 (うち、レジオネラ検出件数)	アメーバ類 検出率(%)
雑用水	68	44 ( 9 )	64.7
冷却塔水	68	57 ( 29 )	83.8
循環式温泉浴槽水	31	11 ( 10 )	35.5
非循環式温泉浴槽水	19	4 ( 1 )	21.1
循環式浴槽水	36	16 ( 13 )	44.4
循環式給湯水	24	6 ( 4 )	25.0
修景水	8	7 ( 3 )	87.5
プール水	3	0 ( 0 )	0.0
加湿水原水	2	0 ( 0 )	0.0
温泉スタンド水	2	0 ( 0 )	0.0
源泉	1	0 ( 0 )	0.0
計	262	145 ( 69 )	55.3

表 4. その他の共存生物の検出状況

試料水 供試水数	雑用水 (69)	冷却塔水 (36)	循環式給湯水 (24)	修景水 (8)	その他* (3)	計 (140)
不検出	47	13	24	1	0	85
検出	22	23	0	7	3	55
分類群別検出試料数						
真菌類	0	10	0	0	0	10
藍藻類	3	5	0	2	0	10
珪藻類	2	4	0	3	0	9
緑藻類	1	2	0	2	0	5
鞭毛虫類	19	17	0	6	0	42
繊毛虫類	1	3	0	2	0	6
根足虫類	6	11	0	3	0	20
輪虫類	0	0	0	0	0	0
線虫類	0	2	0	0	0	2

\*その他は加湿水原水2件と循環式浴槽水1件

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。また、寒天平板中を動き回って平板を荒廃させ、アメーバ類の増殖を妨げるため、アメーバ類の確認が困難になることがあった。線虫類は生物膜内に生息して細菌を捕食しており、試料中に線虫が出現することは、その試料を採取した施設で生物膜が発達していたことを間接的に示すものと考えられる。

さらにレジオネラの宿主となるアメーバ類には、薬剤等の負荷に対して、栄養体からシストへと移行して薬品や不利な環境に抵抗性の高い状態で生き延びるものも多くある<sup>21)</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並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>16)</sup>。

## 2) その他の共存生物の検出状況

その他の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140件中55件から各種の生物が検出され、この55件のうち42件(76.4%)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55件中、冷却塔水が23件(41.8%)、雑用水が22件(40.0%)を占めており、そのうち各々17件(73.9%)、19件(86.4%)で鞭毛虫類が検出された。例年と同様に冷却塔水中の生物検出率(平成15年度79.3%)、鞭毛虫類検出率(平成15年度73.9%)ともに高い検出率であることから、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類の餌になりうることから<sup>21)</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。

## 結 論

1. 平成16年度に水質研究科に搬入された試料水469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165件中62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29.7%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78件中8件からレジオネラを検出した。検出率は10.3%で、過去数年の検出率(5~6%)を上回った。

3) 温泉浴槽水(循環式32件、非循環式23件)からのレジオネラ検出率は循環式温泉浴槽水は23件(71.9%)、非循環式温泉浴槽水は7件(30.4%)であった。また、浴槽水では51件(循環式28件、非循環23件)中26件の循環式浴槽水(92.9%)からレジオネラが検出された。それらのうち、東京都条例の基準値を超えていたものは、温泉浴槽水では55件中20件(36.4%)が、浴槽水では51件中22件(43.1%)であった。

さらに、循環利用の有無で整理した結果、東京都条例の基準値を超えたものは、循環式浴槽水83件中42件(50.6%)であり、非循環式浴槽水では23件すべてが基準内であった。

4) その他の都市環境水として、雑用水69件、修景水8件及び下水処理水の再利用水、水道水など計116件中、レジオネラが検出された試料水は雑用水11件(15.9%)と修景水4件(50.0%)であった。

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) 試料水262件中145件からアメーバ類が検出され、そのうちの69件(検出率55.3%)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117件中からのレジオネラ検出数は32件(27.4%)と少なかった。冷却塔

水はアメーバ類が 68 件中 57 件 (83.8%) と高い検出率を示した。

2) その他の共生生物は試料水 140 件中 55 件から検出された。そのうち、42 件からは鞭毛虫類が確認された。また鞭毛虫類の検出数が多かった試料水は、冷却塔水 17 件と雑用水 19 件であった。原生動物はアメーバ類の餌になるため、間接的にレジオネラの増殖に関与していると思われる。

**謝 辞** 本調査に供した試料水の大部分は、健康安全室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, 齊東信弘, 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) 岡山大学医学部附属病院におけるレジオネラ症に関する調査報告書: 2003, 岡山大学医学部附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) 高田千恵子, 保坂三継, 榎田隆一: 東京健安研七年報, **55**, 283-287, 2004.
- 10) 矢野一好, 榎田隆一, 保坂三継, 他: 東京, 衛研年報, **52**, 250-253, 2001.
- 11) 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.
- 12) 柏木征三郎, 林 純, 原 寛, 他: 日本医事新報, **2986**, 15-20, 1981.
- 13) 藪内英子, 森正道, 斎藤厚, 他: 感染症学雑誌, **69**, 654-665, 1995.
- 14) 中島博志: 空気調和・衛生工学, **72(3)**, 181-187, 1997.
- 15) 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.
- 16) 平成 15 年 7 月 25 日付 厚生労働省告示第 264 号.
- 17) 保坂三継, 矢野一好, 眞木俊夫, 他: 用水と廃水, **42**, 677-683, 2000.
- 18) 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.
- 19) 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.
- 20) 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.
- 21) 石井圭一: アメーバ図鑑, 1999, 金原出版株式会社, 東京.