

# プール水及び浴槽水におけるレジオネラ属菌の検出とアメーバ及び線虫類の消長

石上 武, 楠 くみ子, 武藤 千恵子, 猪又 明子, 保坂 三継

## **Detection of *Legionella* Species from Pool Water and Bath Water and Their Correlative Behavior with Amoebae and Nematodes**

Takeshi ISHIKAMI, Kumiko KUSUNOKI, Chieko MUTO, Akiko INOMATA and Mitsugu HOSAKA

## プール水及び浴槽水におけるレジオネラ属菌の検出とアメーバ及び線虫類の消長

石上 武\*, 楠 くみ子\*, 武藤 千恵子\*, 猪又 明子\*, 保坂 三継\*

2006年から2009年の間に多摩地域のプール水（加温プール水，採暖槽水，屋外プール水）1,064件と浴槽水，不感風呂水，水風呂水の226件について，レジオネラ属菌（1CFU/100 mL以上）とアメーバおよび線虫類について生息調査を行った．レジオネラ属菌の検出率は，採暖槽水で37.8%，不感風呂水で23.8%，浴槽水で21.8%であったが，加温プール水では4.8%，屋外プール水では1件のみの検出，水風呂水からは検出されなかった．アメーバの検出率は，加温プール水で36.6%と最も高く，次いで屋外プール水，水風呂水，不感風呂水，浴槽水の順に低率となり，最も低率であった採暖槽水でも19.1%であった．線虫類は，屋外プール水では検出されなかったが，水風呂水からの検出率が14.3%であり，水温が高くなるとともにその検出率が低下し，浴槽水でのそれは3.5%であった．

**キーワード：**プール水，浴槽水，レジオネラ属菌，アメーバ，線虫類

### はじめに

レジオネラ属菌，アメーバ，線虫類は自然界に広く生息している．その中でレジオネラ属菌とアメーバの生息関係は，浴槽水や修景水などでは報告<sup>1,2)</sup>されているが，プール水での調査報告がない．

そこで我々は，2006年から2009年の間に，夏期及び冬期の加温プール水と採暖槽水及び屋外プール水について，レジオネラ属菌とアメーバ及び線虫類の生息調査を行った．また，浴槽水と不感風呂水及び水風呂水についても調査したのであわせて報告する．

### 検査試料と方法

#### 1. 検査試料

##### 1) プール水等

2006年から2009年に東京都多摩地区のプール監視指導事業として行ったレジオネラ属菌検査試料の残水及び計画事業の検査試料を用いた．その内訳は，夏期加温プール水181件，冬期加温プール水387件，夏期採暖槽水66件，冬期採暖槽水185件，屋外プール水245件の合計1,064件である．

なお，施設ごとに名称のことなる採暖槽，ジャグジー，ワームプール，気泡プール，マッサージプールなどをまとめて採暖槽とした．

##### 2) 浴槽水等

2008年秋期の監視指導事業の検体残水を用いて，浴槽水170件，不感風呂水21件，水風呂水35件について行った．

なお，施設ごとに名称が異なる不感風呂，低温浴槽，打たせ湯，かぶり湯など浴槽水以外の名称を使用しているものをまとめて不感風呂とした．

#### 2. 検査方法

##### 1) レジオネラ属菌の検出

レジオネラ属菌の検出は，厚生省監修のレジオネラ症防止指針<sup>3)</sup>のろ過濃縮法と酸処理法に基づいて行った．すなわち，試料水1,000 mLをメンブランフィルター（孔径0.22

μm）でろ過し，このフィルターに5 mLの滅菌蒸留水を加え，粉砕器（seward ストマッカー80）を用いて1分間振り出しを行った．この振り出し濃縮液に等量の酸処理液（pH2.2）を加え1分間粉砕器を用いて攪拌し，5分間の酸処理を行った．この処理液をレジオネラ属菌の選択分離培地であるWYO α寒天平板（栄研化学）とGVPC α寒天平板（日研生研）各2枚に0.25 mLずつ計1 mL塗抹した．培養及び同定方法は，既報<sup>4)</sup>と同様に行った．本法により最小検出菌数を1CFU/100 mLとした．

##### 2) アメーバの検出

アメーバの検出は，レジオネラ防止指針とアメーバ図鑑<sup>5)</sup>を参考に行った．検水量は50 mLを用い1,500 rpm，5分間遠心分離した．この沈査の全量をアメーバ分離用寒天平板（無栄養1.5%寒天培地に60°C 1時間熱処理した大腸菌液を塗抹したもの）に塗布後，25°Cで培養し，3週間まで顕微鏡等による観察を行った．

##### 3) 線虫の検出

線虫の検出は，アメーバの培養観察時に線虫の観察を行い，死虫または生虫が観察されたものを，50 mL中の検出とした．

##### 4) 水温及び残留塩素濃度

水温と残留塩素濃度は検体送付書の数値に基づいた．なお，残留塩素濃度の平均値の算定のため，残留塩素濃度が，痕跡の場合は0.01とし，2.0以上，2.5以上と記載の場合は，それぞれ2.0，2.5として計算した．

### 結果と考察

#### 1. プール水

表1にプール水の採水時期及び種別ごとの平均水温と残留塩素濃度及びレジオネラ属菌とアメーバと線虫類の検出数を示した．加温プール水の平均水温は30.5°C，採暖槽水のそれは37.1°C，屋外プール水のそれは28.6°Cであった．屋内の加温プール水と採暖槽水の水温は，夏期冬期を比較

\* 東京都健康安全研究センター環境保健部環境衛生研究科 169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

表 1. プール種別ごとの平均水温・残留塩素及びレジオネラ・アメーバ・線虫の検出数

時期	種別	件数	平均 水温 °C	平均残 留塩素 ppm	レジオネラ 検出数 (%)			アメーバ 検出数 (%)		線虫 検出数 (%)	
					>10	>1	/100 mL	/50 mL		/50 mL	
2006 夏	加温プール	83	30.1	0.75	2	6	(7.2)	37	(44.6)	13	(15.7)
2008 夏	〃	98	31.1	0.85	0	5	(5.1)	46	(46.9)	12	(12.2)
2006 冬	加温プール	119	30.4	0.91	0	3	(2.5)	45	(37.8)	12	(10.1)
2007 冬	〃	145	30.4	0.95	0	4	(2.8)	51	(35.2)	19	(13.1)
2008 冬	〃	123	30.6	0.90	2	9	(7.3)	29	(23.6)	13	(10.6)
2006 夏	採暖槽	30	36.8	0.99	6	11	(36.7)	10	(33.3)	2	(6.7)
2008 夏	〃	36	37.9	0.97	4	20	(55.6)	5	(13.9)	3	(8.3)
2006 冬	採暖槽	56	36.9	1.00	9	26	(46.4)	12	(21.4)	4	(7.1)
2007 冬	〃	64	36.7	1.22	9	24	(37.5)	12	(18.8)	3	(4.7)
2008 冬	〃	65	37.6	1.31	6	14	(21.5)	9	(13.8)	2	(3.1)
2008 夏	屋外プール	130	29.4	0.91	NT			44	(33.8)	0	(0.0)
2009 夏	〃	115	27.7	1.01	0	1	(0.87)	27	(23.5)	0	(0.0)
計	加温プール	568	30.5	0.88	4	27	(4.8)	208	(36.6)	69	(12.1)
	採暖槽	251	37.1	1.13	34	95	(37.8)	48	(19.1)	14	(5.6)
	屋外プール	245	28.6	0.94	0	1	(-)	71	(29.0)	0	(0.0)

NT：検査せず

してほとんど差がみられなかったが、屋外プール水においては、わずかながらそのときの天候の影響と考えられる差がみられた。

加温プール水の平均残留塩素濃度は、0.88 ppmであったが、採暖槽水のそれは1.13 ppmと加温プール水に比して高く、また双方とも夏期より冬期の方が高い傾向が見られた。屋外プール水のそれは0.94 ppmであった。

レジオネラ属菌の検出数は、条例基準である検出されないことに反する10CFU/100 mL以上と本法の検出限界値である1CFU/100 mL以上とを併記し、その検出率は1CFU/100 mL以上のものを示した。平均水温37.1°Cの採暖槽水での検出率は37.8% (95/251) と高かったが、水温30.5°Cの加温プール水でのそれは、平均で4.8% (27/568) と低率であった。この両者において夏期の方が冬期より検出率が高い傾向があった。また、屋外プール水では検出を試みた2009年に1件のみ検出された。

アメーバの検出率は、加温プール水で36.6% (208/568)、屋外プール水で29.0% (71/245) であり、水温の高い採暖槽水では19.1% (48/251) と最も低率であった。また、加温プ

ール水と採暖槽水ともに夏期の方が冬期より高い傾向が見られた。

線虫類の検出率は、加温プール水の平均で12.1% (69/568)、水温の高い採暖槽水で5.6% (14/251) であったが、屋外プール水では検出されなかった。線虫類の検出率は、レジオネラ属菌やアメーバと同様に夏期の検出率が冬期のそれよりも高い傾向が見られた。

プール水において、レジオネラ属菌、アメーバ及び線虫類ともに年次ごとに減少傾向が見られたのは、冬期採暖槽であったが、これは平均残留塩素濃度が年次ごとに増加していることもその一因と推察された。

## 2. 浴槽水

表2に浴槽の種別ごとの平均水温と残留塩素濃度及びレジオネラ属菌とアメーバと線虫類の検出数を示した。

浴槽水の平均水温は40.8°C、不感風呂水のそれは36.1°C、水風呂水は19.9°Cであった。また、平均残留塩素濃度は、浴槽水、不感風呂水、水風呂水それぞれ1.24 ppm、1.64 ppm、1.19 ppmであり、プール水より高めであった。

レジオネラ属菌の検出率は、浴槽水で21.2% (36/170)、

表 2. 浴槽種別ごとの平均水温・残留塩素及びレジオネラ・アメーバ・線虫の検出数

時期	種別	件数	平均 水温 °C	平均残 留塩素 ppm	レジオネラ 検出数 (%)			アメーバ 検出数 (%)		線虫類 検出数 (%)	
					>10	>1	/100mL	/50mL		/50mL	
2008 秋	浴槽	170	40.8	1.24	12	36	(21.2)	33	(19.4)	6	(3.5)
〃	不感風呂	21	36.1	1.64	2	5	(23.8)	5	(23.8)	2	(9.5)
〃	水風呂	35	19.9	1.19	0	0	(0.0)	9	(25.7)	5	(14.3)

不感風呂水で23.8% (5/21) であったが、水風呂水からは検出されなかった。

アメーバの検出率は、浴槽水、不感風呂水、水風呂水それぞれ19.4% (33/170), 23.8% (5/21), 25.7% (9/35) であり、平均水温が低いほどアメーバの検出率が高かった。

線虫類の検出率は、浴槽水、不感風呂水、水風呂水それぞれ3.5% (6/170), 9.5% (2/21), 14.3% (5/35) であり、水温と検出率の関係は、アメーバの場合と同じ傾向で平均水温が低いほど線虫類の検出率が高かった。

表3. プール・浴槽種別ごとの平均水温と  
レジオネラ・アメーバ・線虫類の検出率

種別	平均 水温°C	レジオ ネラ (%)	アメー バ (%)	線虫類 (%)
水風呂	19.9	0	25.7	14.3
屋外プール	28.6	0.9 *	29.0	0
加温プール	30.5	4.8	36.6	12.1
不感風呂	36.1	23.8	23.8	9.5
採暖槽	37.1	37.8	19.1	5.6
浴 槽	40.8	21.2	19.4	3.5

\* : 2009 夏の分のみ

表3にプールと浴槽の種別ごとの平均水温とレジオネラ属菌とアメーバ及び線虫類の検出率を示した。

レジオネラ属菌は、発育至適温度に近い平均水温が37.1°Cの採暖槽水において検出率が37.8%と最も高かったが、平均水温では36.1°Cと至適条件に近い不感風呂水において検出率が23.8%と低かった。これは不感風呂水の平均残留塩素濃度が1.64 ppmと高かったことがその一因と考えられた。

アメーバの検出率は、平均水温30.5°Cの加温プール水において36.6%と最も高く、それよりも温度が高くあるいは低くなるにつれその検出率が低下した。

線虫類の検出率は、平均水温が19.9°Cの水風呂水において14.3%と最も高かったが、屋外プール水を除き水温が上がるとともに検出率の減少傾向がみられた。

屋外プール水と加温プール水を比較してみると、平均水

温の差が約2°Cで、アメーバの検出率も高いにもかかわらず、レジオネラ属菌及び線虫類の検出率が低かったのは、屋外プールが営業開始から検体採水までの期間が1ヶ月ほどしかないため、汚染がまだ進んでいないためと考えられた。したがって、屋外プールの営業終了まぎはにおいて、レジオネラ属菌および線虫類の検出率が増加する可能性は留保される。

## ま と め

2006年から2009年に多摩地区のプール水および浴槽水について、レジオネラ属菌とアメーバ及び線虫類の生息状況調査を行い次のような結果を得た。

1. レジオネラ属菌の検出率 (1CFU/100 mL以上) は、平均水温37.1°Cの採暖槽水で37.8% (95/251), 36.1°Cの不感風呂水で23.8% (5/21), 40.8°Cの浴槽水で21.2% (36/170) であったが、加温プール水で4.8% (27/568), 屋外プール水では1件のみ、水風呂水からは検出されなかった。

2. アメーバの検出率は、加温プール水で36.6% (208/568) と最も高く、最も低率な採暖槽水でも19.1% (48/251) と全体的に高率であった。

3. 線虫類の検出率は、平均水温19.9°Cの水風呂水で14.3% (5/35) と最も高く、水温が高くなるほどに検出率は低くなったが、営業開始後の期間の短かった屋外プールからは検出されなかった。

## 文 献

- 1) 高田千恵子, 保坂三継, 榎田隆一, 他: 東京衛研年報, **55**, 283-287, 2004.
- 2) 黒木俊朗, 八木田健司, 藪内英子, 他: 感染症学雑誌, **72**, 1050-1055, 1998.
- 3) 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, 財団法人ビル管理教育センター, 平成11年.
- 4) 楠くみ子, 石上武, 山本宣和, 他: 東京健安研七 年 報, **60**, 265-272, 2009.
- 5) 石井圭一: 坂上英紀, 木原章編, アメーバ図鑑, 1999, 金原出版株式会社, 東京.

**Detection of *Legionella* Species from Pool Water and Bath Water  
and Their Correlative Behavior with Amoebae and Nematodes**

Takeshi ISHIKAMI\*, Kumiko KUSUNOKI\*, Chieko MUTO\*, Akiko INOMATA\* and Mitsugu HOSAKA\*

Between 2006 and 2009, we investigated the presence of *Legionella*, amoebae, and nematode species in 1,064 water samples collected from swimming pools (include jacuzzis) and 226 from baths (including tepid bath and non-warmed bath) of public facilities in the Tama area of Tokyo. *Legionella* species (more than 1 CFU/100 mL) were detected in 37.8% of water samples from jacuzzis, 23.8% from tepid baths, 21.8% from ordinary baths, 4.8% from indoor pools (warmed pool), and 0.87% from outdoor pools, but were not detected in non-warmed baths. Amoebae (more than 1 CFU/50 mL) were detected in 36.6% of water samples from indoor pools, 28.9% from outdoor pools, 25.7% from non-warmed baths, 23.8% from tepid baths, 19.4% from jacuzzis, and 19.1% from ordinary baths. Nematodes (more than 1 worm/50 mL) were detected in 14.3% of water samples from non-warmed baths, 12.1% from indoor pools, 9.5% from tepid baths, 5.6% from jacuzzis, and 3.5% from ordinary baths, but not detected in outdoor pools.

**Keywords:** pool water, bath water, *Legionella* species, amoebae, nematodes

---

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