

千葉県内の浴槽水等におけるレジオネラ属菌検出状況（平成19年度～平成21年度）

富田隆弘, 石井俊靖

Detection Frequencies of *Legionella* Species from Bath Waters in Chiba Prefecture (Apr.2007-Mar.2010)

Takahiro TOMITA and Toshiyasu ISHII

要旨

平成19年度から平成21年度までの3年間にわたり、県内の公衆浴場、旅館・ホテル等延べ299の入浴施設、626の浴槽水についてレジオネラ属菌検査を実施したところ、3年間ほとんど変動がなく、毎年度約20%の浴槽水からレジオネラ属菌が検出された。

浴槽水として温泉水を原水とする場合は、遊離残留塩素濃度が適切に管理されていても、レジオネラ属菌に対して十分な消毒効果を発揮できないこともあったため、事前に塩素剤の消毒効果を検証し、泉質に応じた消毒方法を検討する必要性が示唆された。

循環式浴槽を使用するにあたり、週に1回以上の浴槽水の換水、ろ過器の逆洗、配管等の生物膜除去といった日常管理を確実に実施することで、浴槽水からレジオネラ属菌は検出されなくなり、レジオネラ症の発生防止に繋がることが確認できた。

キーワード：レジオネラ属菌；浴槽水；循環式浴槽；遊離残留塩素

Keywords : *Legionella* species ; bath water ; hot bathtub circulating system ; free residual chlorine

はじめに

レジオネラ属菌は、グラム陰性桿菌であり、河川、池、沼、温泉、土壌など自然界に広く生息している。しかし、近年、冷却塔、加湿器、循環式浴槽などの人工的な水環境にもその生息域を広げている¹⁾。

この菌によって引き起こされるレジオネラ症は、劇症型の肺炎、あるいは熱性疾患の病型を示すが、重篤な場合は死に至ることから、感染症法²⁾に基づく四類感染症として位置づけられており、また、入浴施設における集団感染事例がたびたび報告され、死亡者が発生するなどの社会的な問題になっていた^{3), 4)}。

平成14年には宮崎県及び鹿児島県の入浴施設において死亡者を出す集団感染があり^{5), 6)}、それ以降は入浴施設における大規模な集団発生の報告は少なくなっているものの、レジオネラ症の報告件数は年々増加傾向にあるため⁷⁾、いつ新しい集団感染が発生してもおかしくない状況が続いているものと考えられる。

千葉県では、このような中、県内の公衆浴場及び旅館・ホテル等の入浴施設の衛生管理の徹底を図ることを目的として、浴槽水等のレジオネラ属菌の検査を実施するとともに入浴施設の管理状況調査を実施し、不適切な管理が発見された場合には改善指導を行っている。

今回、平成19年9月から平成22年2月にかけて実施した県内の公衆浴場及び旅館・ホテル等延べ299施設で採水された浴槽水等648検体におけるレジオネラ属菌検査及び当該施設の管理状況調査の結果を取りまとめたので報告する。

材料と方法

1. 材料

平成19年9月から平成22年2月にかけて県内の公衆浴場及び旅館・ホテル等延べ299施設で採水された浴槽水等648検体を試料とした。試料はチオ硫酸ナトリウムが入った滅菌採水瓶に約2000mL採取し、保冷容器に入れたのち、採水当日に委託検査機関へ冷蔵輸送し、レジオネラ属菌検査を行った。

2. 方法

1) 試料のレジオネラ属菌検査方法

レジオネラ属菌の検査は、新版レジオネラ症防止指針⁸⁾に準じて実施した。試料水1000mLをろ過濃縮法で5mLに濃縮した。この濃縮液に0.2M HCl-KCl溶液(pH2.2)を等量添加し60秒間攪拌し、室温で5分間作用させて酸処理をした。この処理液をレジオネラ属菌の選択培地であるGVPC α 寒天培地に原液処理液は2枚の培地、希釈液(10倍、100倍、1000倍)は各1枚の培地に、それぞれ0.1mLずつ塗抹し、37°Cで7日間培養した。

青みを帯びた灰白色の湿潤集落をレジオネラ属菌用集落として計数し、このうち代表的な集落を羊血液寒天培地及びBCYE α 寒天培地に移植して37°Cで2日間、95%恒温器内で培養観察した。BCYE α 寒天培地に発育し、羊血液寒天培地に発育しない集落でかつグラム陰性の細長桿菌をレジオネラ属菌とした。

2) 施設の管理状況調査

保健所環境衛生監視員が、試料採水時に、原水の種別、ろ過器の管理方法、配管等の生物膜除去方法、浴槽水の直近の換水日、浴槽水の消毒方法等について聞き取り調査等を行った。

なお、浴槽水の遊離残留塩素濃度は、採水現場で保健所環境衛生監視員がDPD法により測定した。

結果及び考察

1. 対象施設別レジオネラ属菌検出状況

平成 19 年度から平成 21 年度に採水された浴槽水等 648 検体のうち、132 検体からレジオネラ属菌が検出された。

対象施設別レジオネラ属菌検出状況は、公衆浴場 19.0% (82/432)、旅館・ホテル 26.2% (32/122)、公衆浴場+旅館・ホテル 23.1% (15/65)、その他 10.3% (3/29) であった。なお、「その他」には、公衆浴場法又は旅館業法において規制対象となっていない社会福祉施設、スポーツクラブなどが含まれていた。

2. 検体の種類別レジオネラ属菌検出状況

検体の種類別レジオネラ属菌検出状況を表 1 に示した。浴槽水からは 19.5% (122/626)、原水・原湯からは 0% (0/4)、その他からは 55.6% (10/18) レジオネラ属菌が検出された。なお、「その他」には浴室のドレン水、機械室のろ過器前の水などが含まれていた。

3. 浴槽水における年度別レジオネラ属菌検出状況
浴槽水における年度別レジオネラ属菌検出状況を表 2 に示した。平成 19 年度は 18.6% (33/177)、平成 20 年度は 18.9% (44/233)、平成 21 年度は 20.8% (45/216) からレジオネラ属菌が検出された。

4. 浴槽水中の遊離残留塩素濃度に対する原水別レジオネラ属菌検出状況

塩素消毒を実施する施設の浴槽水中の遊離残留塩素濃度に対する原水別レジオネラ属菌検出状況を表 3 に示した。

表 1 検体の種類別レジオネラ属菌検出状況

| | 検体数 | 陽性数 ^{a)} | 検出率(%) |
|-------|-----|-------------------|--------|
| 浴槽水 | 626 | 122 | 19.5 |
| 原水・原湯 | 4 | 0 | 0.0 |
| その他 | 18 | 10 | 55.6 |
| 計 | 648 | 132 | 20.4 |

a)陽性数：レジオネラ属菌が検出された検体数

表 2 浴槽水における年度別レジオネラ属菌検出状況

| | 検体数 | 陽性数 | 検出率 (%) | 検出菌数 (CFU/100mL) | | | | | 最高検出菌数 |
|----------|-----|-----|---------|------------------|-------|---------|-----------|--------|--------|
| | | | | 不検出 | 10-99 | 100-999 | 1000-9999 | 10000- | |
| 平成 19 年度 | 177 | 33 | 18.6 | 144 | 15 | 14 | 4 | 0 | 6600 |
| 平成 20 年度 | 233 | 44 | 18.9 | 189 | 23 | 9 | 10 | 2 | 73000 |
| 平成 21 年度 | 216 | 45 | 20.8 | 171 | 24 | 15 | 6 | 0 | 4600 |
| 計 | 626 | 122 | 19.5 | 504 | 62 | 38 | 20 | 2 | |

表 3 遊離残留塩素濃度に対する原水別レジオネラ属菌検出状況

| 遊離残留 塩素濃度 (mg/L) | 水道水 | | | 井戸水 | | | 温泉水 | | |
|------------------------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|
| | 検体数 | 陽性数 | 検出率 (%) | 検体数 | 陽性数 | 検出率 (%) | 検体数 | 陽性数 | 検出率 (%) |
| 0 | 27 | 14 | 51.9 | 17 | 5 | 29.4 | 18 | 6 | 33.3 |
| 0.1 | 14 | 6 | 42.9 | 12 | 4 | 33.3 | 11 | 7 | 63.6 |
| 0.2-0.4 | 26 | 8 | 30.8 | 30 | 7 | 23.3 | 24 | 6 | 25.0 |
| 0.5-1.0 | 71 | 0 | 0.0 | 83 | 17 | 20.5 | 35 | 9 | 25.7 |
| 1.1-1.4 | 12 | 1 | 8.3 | 13 | 3 | 23.1 | 3 | 2 | 66.7 |
| 1.5- | 58 | 2 | 3.4 | 51 | 3 | 5.9 | 37 | 1 | 2.7 |
| 計 | 208 | 31 | 14.9 | 206 | 39 | 18.9 | 128 | 31 | 24.2 |

原水の種別ごとのレジオネラ属菌検出率は、水道水 14.9% (31/208)、井戸水 18.9% (39/206)、温泉水 24.2% (31/128) であった。国の指針⁹⁾では「浴槽水の消毒に当たり、浴槽水中の遊離残留塩素濃度は通常 0.2~0.4mg/L 程度に保ち、かつ、最大で 1.0mg/L を超えないように努めること」とされているが、遊離残留塩素濃度を 0.2~0.4mg/L に保っているにも関わらず、水道水の 30.8%(8/26)、井戸水の 23.3%(7/30)、温泉水の 25.0% (6/24) からレジオネラ属菌が検出された。

また、水道水の 33.7% (70/208)、井戸水の 31.1% (64/206)、温泉水の 31.3% (40/128) は、遊離残留塩素濃度が 1.0mg/L を超えていたことが判明した。

原水の種別ごとに遊離残留塩素濃度とレジオネラ属菌検出率を比較すると、水道水を原水とした浴槽水では、遊離残留塩素濃度が高くなるのに伴い、レジオネラ属菌の検出率が下がる傾向が見受けられるのに対して、温泉水及び井戸水の場合は、同様の傾向は見られなかった。

それは、千葉県内の温泉水のほとんどはアルカリ性であり¹⁰⁾、塩素剤の消毒効果はアルカリ性では効果が減弱する性質があることから、塩素剤が効果を十分発揮できなかつたものと考えられる。

さらに、温泉成分中に鉄イオン、マンガニオン、アンモニウムイオン、有機物を含む場合は、相互作用により塩素剤が効きにくいことが報告¹¹⁾されており、温泉水を原水とした浴槽水の場合、遊離残留塩素濃度が高いからといって、必ずしもレジオネラ属菌の殺菌効果が十分期待できるものとは限らないと思われる。

5. 浴槽水の供給形態別レジオネラ属菌検出状況

浴槽水の供給形態別レジオネラ属菌検出状況を表 4 に示した。循環式浴槽からは 20.2% (113/559)、掛け流し浴槽からは 11.1% (3/27) からレジオネラ属菌が検出された。

6. ろ過器の機能別レジオネラ属菌検出状況

循環式浴槽においてろ過器の機能別レジオネラ属菌検出状況を表 5 に示した。

その内訳は、物理ろ過方式によるものが 74.1% (414/559)、生物浄化方式によるものが 25.9% (145/559) であった。

それらのレジオネラ属菌検出率を比較すると、生物浄化方式は 30.3% (44/145) であり、物理ろ過方式の 16.7% (69/414) に比べて約 2 倍高かった。

生物浄化方式のろ過器のろ材には、人造石、自然石、活性炭が使用されていたが、これらはろ材自体のろ過能力を期待するものではなく、その表面に微生物を繁殖させ、その微生物によって浴槽水の汚濁物質を分解させる目的で使用されていた。

しかしながら、このろ過器では、結果としてそれ

表 4 浴槽水の供給形態別レジオネラ属菌検出状況

| 浴槽水の供給形態 | 検体数 | 陽性数 | 検出率 (%) |
|----------|-----|-----|---------|
| 循環式浴槽 | 559 | 113 | 20.2 |
| 掛け流し浴槽 | 27 | 3 | 11.1 |
| 計 | 586 | 116 | 19.8 |

表 5 ろ過器の機能別レジオネラ属菌検出状況

| 機能 | 検体数 | 陽性数 | 検出率 (%) |
|---------|-----|-----|---------|
| 物理ろ過方式 | 414 | 69 | 16.7 |
| -砂 | 347 | 62 | 17.9 |
| -カートリッジ | 51 | 7 | 13.7 |
| -珪藻土 | 9 | 0 | 0.0 |
| -その他 | 7 | 0 | 0.0 |
| 生物浄化方式 | 145 | 44 | 30.3 |
| -人造石 | 102 | 25 | 24.5 |
| -自然石 | 39 | 18 | 46.2 |
| -活性炭 | 4 | 1 | 25.0 |
| 計 | 559 | 113 | 20.2 |

自体が目的とする微生物のみならずレジオネラ属菌も繁殖しやすい環境を作っていることが、この結果からも推測された。

7. 施設の日常管理とレジオネラ属菌検出状況

循環式浴槽を使用している施設の日常管理とレジオネラ属菌検出状況を表 6 に示した。

県の条例^{12), 13)}では、循環式浴槽を設置する浴槽の管理として 1 週間に 1 回以上の①浴槽水の換水、②ろ過器の逆洗、③配管等に付着した生物膜除去が求められている。しかしながら、浴槽水を 1 週間以内に換水していた施設は 80.1% (448/559)、ろ過器の逆洗を 1 週間以内に行っていた施設は 75.7% (423/559) であり、配管等に付着した生物膜除去を 1 週間以内に行っていた施設に至っては、21.6% (121/559) に留まっていた。

一方、Q1、Q2、Q3 のいずれの問いにも「はい」と回答した原水を水道水とする施設からはレジオネラ属菌が検出されなかった。(0/13)

表 4 で示したとおり、掛け流し浴槽 27 検体のうち 3 検体からレジオネラ属菌が検出された。これら 3 施設における管理状況を調査したところ、2 施設は配管に付着した生物膜除去を行っておらず、他の 1 施設は浴槽水の遊離残留塩素濃度が 0mg/L であった。

掛け流し浴槽であっても不十分な管理はレジオネラ属菌繁殖の温床となることが示唆された。

8. 循環式浴槽における1日平均入浴者数とレジオネラ属菌検出状況

循環式浴槽における1日平均入浴者数とレジオネラ属菌検出状況を表7に示した。

1日平均入浴者数が0~49人では23.8%(25/105)、50~99人では11.5%(7/61)、100~199人では19.8%(21/106)、200~499人では21.8%(19/87)、500人以上では23.4%(25/107)からレジオネラ属菌が検出された。

浴槽水中におけるレジオネラ属菌の増殖メカニズムとして、『老廃物の増加→細菌類の増殖→生物膜の形成→アメーバの増殖→レジオネラ属菌の増殖』が考えられている¹⁴⁾。つまり、入浴者数の増加がレジオネラ属菌の増殖に繋がるものと予想され、入浴者数が50人以上の結果はそれを示すものであった。

しかし、1日平均入浴者が最も少ない0~49人では、レジオネラ属菌の検出率が23.8%と他と比較して高かったが、日常管理状況と併せて比較すると、1日平均入浴者数が0-49人の施設では、週に1回以上

の浴槽水の換水、ろ過器の逆洗、配管等の生物膜除去を確実に実施している施設は6.7%に留まっていた。このことから、入浴者数が少なくても、日常管理を怠ることでレジオネラ属菌が検出されるリスクが高くなることが示唆された。

9. 浴槽水からレジオネラ属菌が検出された施設の対応状況

浴槽水からレジオネラ属菌が検出された74施設の対応状況を表8に示した。

配管等の生物膜除去が57施設、ろ過器の逆洗が25施設、浴槽水の残留塩素濃度確保が20施設であった。

「その他」として、塩素剤注入装置の位置の変更、浴槽内のトルマリン石の撤去、浴槽の改修等構造設備の改善を行ったもののほかに従業員に対する衛生教育等があった。

これらの対応を行った結果、レジオネラ属菌が検出されたいずれの施設からもレジオネラ属菌が検出されなくなったことを確認した。

表6 施設の日常管理とレジオネラ属菌検出状況

| 質問内容 | 回答 | 検体数 | 陽性数 | 検出率 (%) |
|-------------------------------|--------|-----|-----|---------|
| Q1 浴槽水を1週間以内に換水したか? | はい | 448 | 86 | 19.2 |
| | いいえ | 34 | 13 | 38.2 |
| | 未回答・不明 | 77 | 14 | 18.2 |
| Q2 ろ過器の逆洗を1週間以内に行ったか? | はい | 423 | 81 | 19.1 |
| | いいえ | 17 | 2 | 11.8 |
| | 未回答・不明 | 119 | 30 | 25.2 |
| Q3 配管等に付着した生物膜の除去を1週間以内に行ったか? | はい | 121 | 28 | 23.1 |
| | いいえ | 242 | 55 | 22.7 |
| | 未回答・不明 | 196 | 30 | 15.3 |

表7 循環式浴槽における1日平均入浴者数とレジオネラ属菌検出状況

| 入浴者数 (人) | 検体数 | 陽性数 | 検出率 (%) | 表6のQ1~Q3に「はい」と回答 | |
|----------|-----|-----|---------|------------------|--------|
| | | | | 検体数 | 割合 (%) |
| 0-49 | 105 | 25 | 23.8 | 7 | 6.7 |
| 50-99 | 61 | 7 | 11.5 | 9 | 14.8 |
| 100-199 | 106 | 21 | 19.8 | 20 | 18.9 |
| 200-499 | 87 | 19 | 21.8 | 24 | 27.6 |
| 500- | 107 | 25 | 23.4 | 30 | 28.0 |
| 不明 | 93 | 16 | 17.2 | 4 | 4.3 |
| 計 | 559 | 113 | 20.2 | 94 | 16.8 |

表8 レジオネラ属菌が検出された施設の対応状況

| (n=74 重複回答あり) | |
|---------------|-----|
| 対応内容 | 施設数 |
| 配管等の生物膜除去 | 57 |
| ろ過器の逆洗 | 25 |
| 浴槽水の残留塩素濃度確保 | 20 |
| 浴槽の洗浄・消毒 | 14 |
| 浴槽水の換水 | 12 |
| ろ材の交換 | 10 |
| 管理手順書の改訂 | 7 |
| その他 | 15 |

まとめ

1. 平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 年間にわたり、県内の公衆浴場、旅館・ホテル等延べ 299 の入浴施設、626 の浴槽水についてレジオネラ属菌検査を実施したところ、平成 19 年度は 18.6%(33/177)、平成 20 年度は 18.9%(44/233)、平成 21 年度は 20.8%(45/216) からレジオネラ属菌が検出され、この 3 年間ほとんど変動がみられなかった。

2. 浴槽水として温泉水を原水とする場合は、遊離残留塩素濃度が適切に管理されていても、レジオネラ属菌に対して十分な消毒効果を発揮できないこともあるため、事前に塩素剤の消毒効果を検証し、泉質に応じた消毒方法を検討する必要があると思われる。

3. 循環式浴槽において、ろ過器に生物浄化方式を使用している浴槽水からは 30.3%の検出率でレジオネラ属菌が検出され、物理ろ過方式と比べて約 2 倍高い値を示した。生物浄化方式のろ過器は、その原理からレジオネラ属菌が繁殖しやすい環境を作る恐れがあるため、このろ過器を使用している施設に対して、物理ろ過方式のろ過器へ変更を促すなどの対策が必要であると思われる。

4. 浴槽水の原水が水道水の場合、週に 1 回以上の浴槽水の換水、ろ過器の逆洗、配管等の生物膜除去を確実に実施していただければいずれの施設からもレジオネラ属菌が検出されなかった。さらに、原水の種別に関わらず、浴槽水からレジオネラ属菌が検出された施設において、配管等の生物膜除去、ろ過器の逆洗、浴槽水の残留塩素濃度の確保等といった改善措置を行った結果、いずれの施設の浴槽水からもレジオネラ属菌が検出されなくなった。このことは、日常管理の重要性を改めて認識するとともに、レジオネラ症の発生を未然に防ぐためにも講習会等を通じて入浴施設の営業者等に対して周知徹底させる必要があると思われる。

謝辞

本調査をまとめるにあたり、データを提供していただきました健康福祉部衛生指導課の関係各位に深謝いたします。

文献

- 1) 財団法人ビル管理教育センター：第 3 版レジオネラ症防止指針，3-6（2009）
- 2) 感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律，平成 10 年法律第 114 号，平成 20 年 6 月 18 日改正
- 3) David W. Fraser, Theodore R. Tsai, Walter Orenstein, William E. Parkin, H. James Beecham, Robert G. Sharrar, et al : Legionnaires' Disease — Description of an Epidemic of Pneumonia, The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE, 297,

1189-1197(1977)

- 4) 齊藤厚：レジオネラ感染症ハンドブック，日本医事新報社，231-241（2007）
- 5) 岡田美香，河野喜美子，倉文明，前川純子，渡辺治雄，八木田健司，他：循環式入浴施設における本邦最大のレジオネラ症集団感染事例 I . 発症状況と環境調査，感染症学雑誌，79, 365-374,（2005）
- 6) 吉國謙一郎，中山浩一郎，本田俊郎，新川奈緒美，有馬忠行，湯又義勝，他：循環濾過式浴槽水が原因と推定されたレジオネラ症集団発生事例，鹿児島県環境保健センター所報，4, 66-67（2003）
- 7) 感染症発生動向調査年別報告数一覧，国立感染症研究所感染症情報センター
(URL:<http://idsc.nih.go.jp/idwr/ydata/report-Ja.html>)
- 8) 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，85-94（1999）
- 9) レジオネラ症を予防するために必要な措置に関する技術上の指針，平成 15 年厚生労働省告示第 264 号，平成 15 年 7 月 25 日
- 10) 千葉県の温泉水について，千葉県衛生研究所
(URL: http://www.pref.chiba.lg.jp/syozoku/c_eiken/risousu/study/koukai/koukai_pdf/0803_1.pdf)
- 11) 遠藤卓郎：厚生労働科学研究費補助金健康安全・健康危機対策総合研究事業 公衆浴場におけるレジオネラの消毒方法に関する研究 平成 20 年度 総括・分担研究報告書，1-14（2009）
- 12) 公衆浴場法施行条例，平成 5 年千葉県条例第 32 号，平成 15 年 7 月 11 日改正
- 13) 旅館業法施行条例，昭和 33 年千葉県条例第 7 号，平成 15 年 7 月 1 日改正
- 14) 千葉県健康福祉部：平成 14 年度地域保健推進特別事業 浴場等におけるレジオネラ属菌汚染防止対策事業報告書，66-74（2003）