

## 6. レジオネラ症等予防対策としての温泉運搬用容器の適切な管理手法の構築に向けた検討

○藤浪 裕士（旧所属 千葉県安房保健所、現所属 千葉県衛生研究所）、  
野澤 憲子、児玉 一世、金井 要（千葉県安房保健所）

### 【研究目的】

タンクローリーやポリ容器等の温泉運搬用容器を用いて運搬する施設は、源泉から配管を敷設する施設と異なり、温泉運搬用容器のレジオネラ属菌発生防止対策が必要になるが、温泉運搬用容器の清掃方法については確立されていない。今回、温泉運搬用容器の維持管理方法を確立するとともに、これら容器の管理者等に対して結果をフィードバックすることにより地域の環境衛生を向上させレジオネラ症等の発生防止に資する。

### 【研究の必要性】

本地域には水温が 25℃未満の冷鉱泉が多く、かつ温泉を活用した地域活性化のためにタンクローリーやポリ容器等の温泉運搬用容器を用いて複数の入浴施設に配湯している源泉が複数ある。冷鉱泉の場合には、レジオネラ属菌をはじめ細菌が死滅しにくい環境であるが、温泉運搬用容器を衛生的に取り扱うための手法は確立されていない。

令和 4 年度にタンクローリーの実態調査をしたところ、年 1 回の清掃を実施しているタンクローリーの内壁ふき取り検査で一般細菌が約 1000 CFU/cm<sup>2</sup> であり、適切に清掃等が実施されない場合に容器内部で生物膜が発生し、温泉水を汚染するリスクがあると想定された。

そこで、実際の運搬状況を再現した研究を通じて、温泉運搬用容器の衛生的な管理手法の検討を行うことで本県のレジオネラ症等防止対策の推進及び公衆衛生の向上に資する。

### 【研究計画】

#### 1 モデル容器内部の汚れの付着状況及び経時的変化の確認

モデル容器を用いて温泉の配湯状況について再現し、モデル容器内部に付着した汚れの状況及び配湯する温泉水への影響を確認する。

#### 2 モデル容器を用いた有効な洗浄方法の検討

モデル容器の内部に付着した汚れに対して物理的方法や化学的方法により洗浄し、洗浄前後のモデル容器内部の汚れの状況を確認する。

#### 3 モデル容器を用いた日常管理の方法に係る検討

モデル容器に消毒薬を添加し、次回配湯時まで汚れの付着が抑えられるかを確認する。

## 【実施内容】

### 1 モデル容器内部の汚れの付着状況及び経時的変化の確認

容量 50L のローリータンクを「モデル容器」（図 1）とし、7 日ごとに計 5 回温泉水をくみ取り、源泉から施設までの配湯を再現として約 1 時間自動車にてモデル容器を載せて走行（運搬）した。

モデル容器には底面 2 か所、側面 4 か所、上部 1 か所において、10cm×10cm のふき取り箇所を、また蓋の内側もふき取り箇所と（ふき取り面積：76.8 cm<sup>2</sup>）して設定し、ルシパック A3 Surface 湿潤綿棒（以下「湿潤綿棒」とする。）を用いて配湯前後の ATP 値を測定した。

モデル容器にくみ取った温泉水は、運搬前後での採取及び運搬前検体のトラベルブランクについて従属栄養細菌及びルシパック A3 Water（以下「A3 Water」とする。）での ATP 測定を実施した。

### 2 モデル容器を用いた有効な洗浄方法の検討

モデル容器での 7 日ごとの温泉水の運搬により内部に汚れを付着させた。目標 ATP 値は藤沼らの報告から 1600 RLU/100 cm<sup>2</sup> とした<sup>1)2)</sup>。

洗浄方法は、①スポンジによる洗浄及び高濃度塩素による消毒、②過炭酸ナトリウムを用いた洗浄及び高濃度塩素による消毒、③第 4 級アンモニウム塩製剤（商品名：モルキラー MZ）による消毒を実施した。

なお、洗浄前後で上記 1 の実験と同様にふき取り ATP 値、温泉水中の ATP 値及び従属栄養細菌数の測定を実施した。

### 3 モデル容器を用いた日常管理の方法に係る検討

内部を洗浄したモデル容器に温泉水をくみ取る際に①次亜塩素酸ナトリウム（最終濃度：遊離残留塩素濃度 0.5 mg/L）、②第 4 級アンモニウム塩製剤（最終濃度：10 mg/L）、③消毒薬等を添加しないの 3 つの条件で ATP 値や従属栄養細菌数を比較した。

## 【実施結果】

### 1 モデル容器内部の汚れの付着状況及び経時的変化の確認

#### （1）モデル容器内部のふき取り ATP 値について

モデル容器内部は「蓋」、「天板裏側・側面上部」、「側面下部」、「底面」の順でふき取り ATP 値が大きくなり、モデル容器全体でみると運搬回数が多くなるにつれて容器内部の ATP 値は大きくなっていった。

なお、水面直下部分平均のふき取り ATP 値と底面部分平均のふき取り ATP 値の経時的変化を示したものが図 2 である。

#### （2）モデル容器内の温泉水の ATP 値について

モデル容器内の運搬前・運搬後・ブランクのそれぞれにおける温泉水の ATP 値を比較したところ、運搬前後及び運搬回数ともに差はみられなかった。

### (3) モデル容器内の温泉水の従属栄養細菌数について

モデル容器内の運搬前・運搬後・ブランクのそれぞれにおける温泉水の従属栄養細菌数を比較したところ、各検体間で有意差はみられなかった。

なお、運搬回数の比較では、回数を重ねるごとに従属栄養細菌数が増加していた(図3)。

#### 2 モデル容器を用いた有効な洗浄方法の検討

今回実施した3つの方法いずれも清掃後はモデル容器内のふき取り ATP 値が減少しており、全ての洗浄方法において洗浄後のふき取りで 1600 RLU/100cm<sup>2</sup> を超えた箇所はなかった(図4)。

モデル容器内の温泉水の ATP 値については、いずれの洗浄方法でも洗浄前後で差は見られなかったが、従属栄養細菌数については、全ての洗浄方法において洗浄前と比較して洗浄後では細菌数が減少していた。

#### 3 モデル容器を用いた日常管理の方法に係る検討

消毒薬を投入しなかったモデル容器では、4 回目の運搬前の時点において底面部分のふき取り ATP 値が 1600 RLU/100cm<sup>2</sup> を超えたが、次亜塩素酸ナトリウム及び第4級アンモニウム塩を投入して運搬したモデル容器では、4 回目の運搬前までに内壁のいずれの箇所でもふき取り ATP 値が 1600 RLU/100cm<sup>2</sup> を超える箇所はなかった。

なお、底面のふき取り ATP 値の経時的変化では、次亜塩素酸ナトリウムを投入したモデル容器では、ATP 値に変化がみられなかったが、第4級アンモニウム塩を投入したモデル容器ではわずかに増加が、消毒薬を投入しなかったモデル容器では大幅な増加がみられた。

### 【考察と今後の課題】

- 1 モデル容器の汚染状況は、底面に近づくにつれふき取り ATP 値が高くなっていたことから、有機物等の温泉成分の沈殿が推測された。運搬回数が多くなるに従いモデル容器内のふき取り ATP 値が有意に増加し、かつモデル容器内の従属栄養細菌数も経時的に増加していたことから、沈殿した有機物をエサとして微生物が繁殖したことが示唆された。
- 2 洗浄方法の検討では、実施した3つの方法(①スポンジでの清掃及び高濃度塩素消毒、②過炭酸ナトリウム及び高濃度塩素消毒、③第4級アンモニウム塩消毒)のいずれも清掃後でモデル容器内部のふき取り ATP 値が設定した 1600 RLU/100 cm<sup>2</sup> を下回っていたことから、洗浄方法として有効だと示唆された。

今回のモデル容器は容量が 50L と小型のものであったことからスポンジを用いて十分に清掃することができたが、実際に営業施設で用いる容器は容量が 500L 以上の容器であることが多く、またタンクローリーを用いている場合もあるため、容器の隅々までスポンジで十分に清掃することが困難な場合がある。そのような施設においては、今回効果が確認できた薬品(過炭酸ナトリウム＋高濃度塩素、第4級アンモニウム塩)を用いた洗浄は実行可能な方法であるといえる。

3 日常管理の検討では、0.5mg/L となるように次亜塩素酸ナトリウムを投入したモデル容器では、10mg/L 第4級アンモニウム塩を投入したモデル容器及び消毒薬を投入しなかったモデル容器と比較して、容器内部のふき取り ATP 値が低かった。

このことから、運搬時に温泉水に次亜塩素酸ナトリウムを投入することは、細菌類の繁殖を抑制する効果があると示唆された。

消毒薬を投入しなかったモデル容器では、底面のふき取り ATP 値が 1600 RLU/100cm<sup>2</sup> を超え清掃が必要な状態となったが、消毒薬を投入したモデル容器のふき取り ATP 値は、1600 RLU/100cm<sup>2</sup> を超える箇所はなく、運搬容器に消毒薬を日常的に投入することは一定の効果があると推測された。

4 今後の課題としては、今回の研究はモデル容器での実験であるため、実際に運搬している温泉運搬用容器にて汚染状況調査及び洗浄方法の効果を確認するとともに、泉質による汚染までの日数や汚染の度合いが異なるかについても検討していきたい。

なお、日常管理の検討については検体数が少ないため、多くの検体を処理することで有意義なデータを取得していきたい。

今回得られた知見を含め、営業者に対して適切な維持管理方法を提案し、レジオネラ症等の発生を未然に防いでいきたい。

#### 【参考文献】

- 1) 入浴施設におけるルシパック<sup>™</sup> Pen 及びルシパック<sup>™</sup> A3 surface の測定値の比較について（藤沼ら、令和元年度（第41回）全国環境衛生職員団体協議会関東ブロック会研究発表会発表抄録）
- 2) 平成 18 年度地域健康危機管理研究事業「かけ流し式温泉における適切な衛生管理手法の開発等に関する研究」

#### 【経費使途明細】

| 使 途                                  | 金 額       |
|--------------------------------------|-----------|
| ①ローリータンク（3 個）                        | 33,000 円  |
| ②温泉水                                 | 7,000 円   |
| ③ルシパック A3 surface（湿潤綿棒）100 本入り×3 セット | 75,240 円  |
| ④ルシパック A3 Water 100 本入り×1 セット        | 25,080 円  |
| ⑤滅菌遠沈管 50 本入り×2 セット                  | 2,772 円   |
| ⑥過炭酸ナトリウム                            | 398 円     |
| ⑦次亜塩素酸ナトリウム                          | 498 円     |
| ⑧塩化ベンザルコニウム-フェノキシエタノール製剤             | 9,000 円   |
| ⑨水質検査委託費用                            | 147,420 円 |
| ⑩その他（ひしゃく、ホース）                       | 1,618 円   |

|              |           |
|--------------|-----------|
| 合 計          | 302,026 円 |
| 大同生命厚生事業団助成金 | 300,000 円 |



図 1 モデル容器及びふき取り箇所

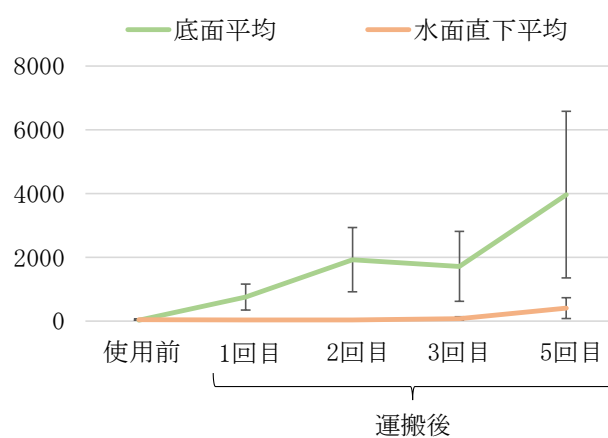


図 2 温泉運搬回数ごとの底面と水面直下の容器内部ふき取り ATP 値 (RLU)

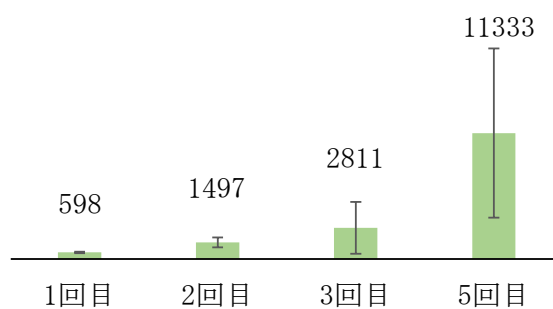


図 3 温泉運搬回数と温泉水中の従属栄養細菌の平均数 (個/mL)

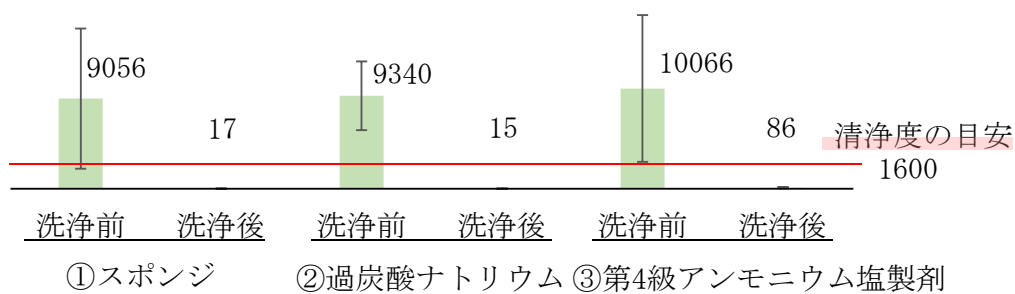


図 4 各洗浄方法実施前後でのモデル容器内のふき取り ATP 値 (RLU/100 cm<sup>2</sup>)