

循環式浴槽におけるレジオネラ属菌汚染実態と抑制対策

杉山 順一, 斎藤 敬子, 高柳 保

(財)ビル管理教育センター

1. はじめに

レジオネラ属菌は主に冷却塔などの人工環境水に生息することで知られていた。しかし、近年は循環式浴槽水による感染・事故例が多く報告されている。厚生労働省では平成12年12月に「公衆浴場における衛生管理要領等について」を改正し、循環式浴槽水のレジオネラ属菌対策として「遊離残留塩素濃度0.2~0.4 mg/Lを1日2時間以上保つこと」、「1週間に1回以上定期的に完全換水し消毒・清掃すること」等の具体的な対策法に挙げて、指導を行っている。

本調査では、実際に使用している循環式浴槽を用いてレジオネラ属菌の抑制対策を実施し、その対策方法を検討したので報告する。

2. 調査方法

調査は神奈川県内の民間企業社員寮の循環式浴槽で実施した。なお、この施設はレジオネラ属菌検査を定期的に行っており、浴槽水よりレジオネラ属菌が検出されていた。

レジオネラ属菌抑制対策として、1. 物理的清掃、2. 遊離残留塩素の保持、3. 化学的洗浄による循環システムの洗浄、4. 化学的洗浄後の塩素剤による維持管理、を実施して、その対策法の有効性を検討した。

検査項目は「公衆浴場法における水質基準等に関する指針」に示されている水質検査項目(濁度、過マンガン酸カリウム消費量、大腸菌群、レジオネラ属菌)

表1 浴槽設備の概要

| | |
|------|-----------------------------------|
| 浴槽容量 | 2.8 m ³ |
| ろ過装置 | カートリッジフィルター+石英班岩 24時間運転 逆洗機能なし |
| 循環回数 | 3回/時 |
| 殺菌方法 | ジクロロイソシアヌル酸 Na を 1日1回 20g投入 |

に色度と pH を加えた6項目とした。

2.1 物理的清掃による抑制効果

浴槽の湯を抜き、ブラシと浴用洗剤で浴槽内の物理的清掃を実施した。清掃後、新湯を張り1時間程度循環システムを稼働させ、物理的清掃による抑制効果を検討するため、浴槽水のレジオネラ属菌数を測定した。対照として清掃前の湯についても検査を実施した。

2.2 遊離残留塩素保持による抑制

管理要領に示されている「遊離残留塩素濃度0.2~0.4 mg/Lを1日2時間以上の保持」を実施することによる効果を検討した。

次亜塩素酸 Na 溶液を投入し、浴槽水の遊離残留塩素濃度を10分毎に監視しつつ、次亜塩素酸 Na 溶液を補給して0.2~0.4 mg/Lを2時間保持した。塩素投入前と遊離残留塩素2時間維持後の浴槽水の水質検査を実施し、評価した。

2.3 化学的洗浄による循環システム洗浄効果の検討

本調査は平成13年度厚生科学研究費補助金(生活安全総合研究事業)「室内空気中の微生物防止対策に関する研究」の一環として行ったものである。

ろ過装置を含む循環システム内に1%過酸化水素溶液を2時間循環させてシステム内の化学的洗浄を実施した。化学的洗浄の直前と洗浄後の3日間、水質検査を実施し、化学的洗浄の効果を検討した。

2.4 塩素剤による維持管理の確認

洗浄後については、毎朝ジクロロイソシアヌル酸 Na の塩素剤を 20 g 添加し、添加2時間後の遊離残留塩素濃度が 0.2 ~ 0.4 mg/L であることを確認し、約2週間ごとに浴槽水の水質検査を実施し、レジオネラ属菌の挙動を確認した。さらに、ヘアキャッチャー内にバイオフィーム試験片を設置し、バイオフィームの付着挙動を評価した。

3. 調査結果及び考察

3.1 物理的清掃による抑制効果

物理的清掃前後における浴槽水のレジオネラ属菌数は表 2 のとおりであった。菌数の減少が認められなかったことから、循環システム全体にレジオネラ属菌を含むバイオフィームが生成されていると考えられ、物理的清掃の効果が見られなかったと考える。

3.2 遊離残留塩素保持による抑制

遊離残留塩素を保持することによるレジオネラ属菌抑制効果を確認するために塩素剤投入前の湯(終い湯)と、塩素剤投入後、遊離残留塩素濃度を2時間保持した湯(処理湯)の水質検査を行った結果を表 3 に示す。

次亜塩素酸 Na 溶液を投入し、残留塩素が検出されている間は浴槽水中のレジオネラ属菌の抑制が確認された。しかし、残留塩素がなくなると再びレジオネラ属菌が検出され、終い湯では前日とあまり変わらない状況であった。これらのことから、循環システム内に生息したレジオネラ属菌を抑制するためには常時塩素を残留させておかないと効果がないことが確認された。

3.3 化学的洗浄による循環システム清浄効果の検討

1%過酸化水素水を用いて、循環システム内の化学的洗浄を実施し、その清浄効果を検討した結果を表 4 に示す。

レジオネラ属菌数は、洗浄作業前には 1.2×10^4 CFU/100 mL 検出されていたが、循環システム内を化学的洗浄することにより、洗浄後にはレジオネラ属菌は不検出となった。

洗浄後は、ジクロロイソシアヌル酸 Na を用いて毎朝1回、塩素剤を投入し、湯の管理を行った。その結果、塩素投入前の湯いわゆる終い湯にも残留塩素が検出されており、レジオネラ属菌検査結果も不検出であったことから、循環システム内の過酸化水素洗浄はレジオネラ属菌汚染抑止対策としては有効であることが確認された。

3.4 塩素剤による維持管理の確認

清浄効果を確認後、約2週間ごとに継続的に水質検査を実施し、塩素剤による維持管理方法の有効性を検討した結果、KMnO₄ 消費量等の上昇が確認され

表 2 物理的清掃前後のレジオネラ属菌数

| レジオネラ属菌数 (CFU/100 mL) | |
|-----------------------|-------------------|
| 清掃前 | 7.4×10^3 |
| 清掃後 | 4.2×10^3 |

表 3 塩素投入前後における水質検査結果

| 日数 | 採水条件 | 残塩濃度 (mg/L) | レジオネラ属菌数 (CFU/100 mL) |
|----|------|-------------|-----------------------|
| 1 | 終い湯 | 0 | 4.2×10^3 |
| | 処理湯 | 0.2 | <10 |
| 2 | 終い湯 | 0 | 1.4×10^3 |
| | 処理湯 | 0.4 | <10 |
| 3 | 終い湯 | 0 | 1.4×10^3 |
| | 処理湯 | 0 | <10 |

表 4 化学的洗浄によるレジオネラ属菌抑制効果

| 日数 | 採水条件 | 残塩濃度 (mg/L) | レジオネラ属菌数 (CFU/100 mL) |
|-----------|----------|-------------|-----------------------|
| 洗浄日 (0 日) | 洗浄前 | 0.0 | 1.2×10^4 |
| | 洗浄直後 | 0.0 | <10 |
| | 洗浄 2 時間後 | 0.0 | <10 |
| 1 日 | 塩素投入前 | 0.0 | <10 |
| | 投入 2 時間後 | 1.5 | <10 |
| 2 日 | 塩素投入前 | 0.2 | <10 |
| | 投入 2 時間後 | 1.5 | <10 |
| 3 日 | 塩素投入前 | 0.1 | <10 |
| | 投入 2 時間後 | 1.5 | <10 |

表5 化学的洗浄後の継続調査結果

| 日数 | 残塩濃度 (mg/L) | レジオネラ属菌数 (CFU/100 mL) | KMnO ₄ (mg/L) | 濁度 (度) | 色度 (度) | ATP 値 (pmol/L) |
|----|----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------|
| 17 | 0.2 | <10 | 4.9 | 0 | 1 | <10 |
| 33 | 0.2 | <10 | 14 | 0 | 1 | 19 |
| 48 | 0.1 | <10 | 7 | 0 | 1 | <10 |

*ATP 値については試験片の抜き取り結果である

た。これは、塩素剤によりろ材等に生物膜が生成できないため、生物浄化の効果を発揮せず、湯の有機物濃度等が上昇したためと考える。また、バイオフィルムの付着挙動調査は ATP を用いて評価したが、ATP 値

の上昇は見られなかったことから、残留塩素の保持はレジオネラ属菌以外にバイオフィルムの生成抑制にも有効であると考ええる。