

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
公衆浴場等施設の衛生管理におけるレジオネラ症対策に関する研究
研究代表者：前川純子 国立感染症研究所 細菌第一部

平成 29 年度 分担研究報告書

モノクロラミン消毒導入スキームの構築と消毒効果の検証

研究分担者	長岡宏美	静岡県環境衛生科学研究所 微生物部
	泉山信司	国立感染症研究所 寄生動物部
研究協力者	森主博貴	静岡県環境衛生科学研究所 微生物部
	水本嗣郎	静岡県環境衛生科学研究所 微生物部
	村田学博	静岡県環境衛生科学研究所 微生物部
	杉山寛治	株式会社マルマ 研究開発部
	市村祐二	ケイ・アイ化成株式会社
	青木信和	ケイ・アイ化成株式会社

（研究要旨）

平成 27 年 3 月 31 日、厚生労働省はレジオネラ防止対策マニュアルを改正し、浴槽水に対するモノクロラミンの消毒効果を初めて明記した。本研究では、本消毒法の普及を目的として営業施設がモノクロラミン消毒を導入する際に活用できるスキームを構築した。

構築したスキームを利用して、静岡県内の泉質の異なる 3 箇所の入浴施設においてモノクロラミン消毒を導入し、レジオネラ属菌に対する消毒効果の実証試験を実施した。その結果、モノクロラミンの濃度保持がその消毒効果に反映するため、導入スキームには対象となる泉質に対するモノクロラミンの濃度変化の検証を必須とすることが最重要綱目であることが示唆された。さらに、実証試験の結果、運用に当たっては施設ごとにモノクロラミンの注入方法を検討する必要があることが示された。

また、これまで遊離塩素での消毒効果が期待できず、モノクロラミンの消毒効果も難しいと思われたヨウ化物イオン、臭化物イオンを含むフミン質有機物泉においても注入方法を工夫することで一定の消毒効果を得ることが実証された。

A．研究目的

結合塩素の一種であるモノクロラミンの浴槽水に対する消毒効果を検証してきた。その結果、モノクロラミン消毒は、遊離塩素消毒では十分な殺菌効果が期待できない、高 pH や、アンモニア態窒素、臭化物イオン、鉄、マンガンを含む泉質の温泉においても、レジオネラ属菌やその増殖宿主であるアメーバの殺菌・増殖抑制効果が高いことを確認した^{1,2,3,4)}。それらの研究成果を踏まえ、平成 27 年 3 月に、公衆浴場の浴槽水のレジオネラ汚染対策としてモノクロラミン消毒が有効であることが、厚生労働省健康局生活衛生課長通知「循環式浴槽におけるレジオネラ症防止対策マニュアル」に盛り込まれた⁵⁾。

今年度は、モノクロラミン消毒導入のモデルスキームを構築し、実際の入浴施設において実証試験を行い、モノクロラミン消毒の適用を検討した。

B．研究方法

1 導入モデルスキームの構築

これまで、モノクロラミン消毒効果の実証試験実施時に行っていた実験室レベルでの事前試験を盛り込んだスキームの構築を試みた。

2 入浴施設へのモノクロラミン消毒導入実証試験

静岡県内でモノクロラミン消毒の導入を検討したいと所轄保健所に相談のあった 3 か所の入浴施設（県内東部地域 S 施設、中部地域 I 施設、西部地域 D 施設）で、モノクロラミン濃度を 3 mg/L に維持する 6 週間の消毒実証試験を行なった。それぞれの施設の泉質は S 施設が Na/塩化物泉（pH7.2）、I 施設が Na/塩化物泉（pH7.8）、D 施設が I-/アンモニア態窒素/フミン質有機物/臭化物イオンを含む塩化物泉（pH8.1）であった。

3 施設とも、浴槽水の消毒薬はろ過器前に注入していた。モノクロラミンは営業日の循環開始後から、ほぼ 1 時間 30 分間隔で計 8 回、営業終了時までタイマーで間欠的に注入された。また、毎週土曜日にはモノクロラミン濃度 10mg/L、2 時間循環による配管洗浄を実施し、その後換水していた。

検体は、毎週 1 回換水時の排水を S 施設 3 箇所、I 施設源泉、貯湯槽、浴槽水 6 か所、D 施設 10 箇所から採水した。

レジオネラ属菌の定量は、浴槽水 500mL をメンブランフィルター法により 100 倍濃縮後、GVPC 寒天培地に分離培養し、100mL あたりの CFU (Colony Forming Unit) を算出した。

また、浴槽水のモノクロラミン濃度と遊離アンモニア濃度を、ポケット水質計 PC（HACH 社）のインドフェノール法により測定し、モノクロラミンの生成が問題なく行われていることを確認した。全塩素濃度は MD100 残留塩素計（Lovibond 社）の DPD 法により測定し、全塩素濃度とモノクロラミン濃度の測定値の比較を行った。

C．結果

1 導入モデルスキーム（図 1）

まず、実証試験実施施設の源泉に対して、モノクロラミン及び比較対照として遊離塩素を添加後、40 の温浴槽内に静置し、経時での系内濃度を測定することで、濃度安定性を調べた。モノクロラミンを添加した系の測定にはインドフェノール法を、遊離塩素を添加した系の測定には DPD 法を使用した。その結果、モノクロラミンの濃度安定が確認された源泉を消毒適用可と判断した。つづいて、このスキームに準じ、実証試験を実施した。実証試験では、モノクロラミン濃度の安定性とレジオネラ属菌検出状況について調査した。

2 (1) モノクロラミン消毒時のレジオネラ属菌検出状況

S 施設

6 週間のモノクロラミン消毒期間中、3 箇所全ての採水場所からレジオネラ属菌は検出されなかった。

I 施設

源泉はモノクロラミン未添加の検体であり、6 週間すべてからレジオネラ属菌が検出された。貯湯槽では 5 週目までは検出されなかったが、6 週目の検体からレジオネラ属菌が検出された。6 箇所の浴槽水のうち 2 箇所はいずれの期間もレジオ

ネラ菌は検出されなかったが、2箇所は4回目と6回目、2箇所は3回目と6回目の検体からレジオネラ属菌が検出された。

D 施設

モノクロラミン消毒導入前は10箇所中4箇所の浴槽水からレジオネラ属菌が検出されたが、6週間後までには検出されなくなった。一方、源泉は6週間連続して検出された。

(2) モノクロラミンの濃度安定性

S 施設

6週間の実施期間内、浴槽水のモノクロラミン濃度は比較的安定で、ほぼ3mg/lを維持することができた。

I 施設

導入時1週目までは濃度の変動が激しかったが、2週目以降は安定し、3mg/lを維持することができた。

D 施設

1日内の濃度変動が激しく、採水場所によっても濃度の安定性に差が見られた(図2)。

D . 考察

構築したモノクロラミン消毒の導入スキームを用いて静岡県内3箇所の営業施設で実証試験を行ったところ、レジオネラ属菌に対して消毒に効果ある結果が得られた。しかしながら、その消毒効果はモノクロラミンの濃度に依存するところが大きく、モノクロラミンの濃度は、泉質の他入浴者数や施設の配管の状態に大きく影響を受けることから、それぞれの施設で安定性は異なっており、実際の運用に当たってはそれぞれの施設に応じた対応をする必要があると思われる。

E . 結論

公衆浴場等の入浴施設で実績を上げてきたモノクロラミン消毒の導入スキームを構築し、それを用いて営業施設へ適用した結果、良好な消毒効果が得られたが、消毒効果の根幹であるモノクロラミンの濃度保持については施設ごとに検討が

必要であることが、今後モノクロラミン消毒を導入するにあたっての問題点であることが示唆された。

一方、今回実証試験を行った3施設は、3月までに遊離塩素消毒からモノクロラミン消毒に切り替えることとなった。

F . 参考文献

- 1) 杉山寛治：モノクロラミン消毒による浴槽水の衛生対策，ビルと環境，No.148，34-41(2015)
- 2) 佐原啓二，縣 邦雄，神野透人，八木田健司，杉山寛治，小坂浩司，泉山信司，片山富士男，富田敦子，江口大介，市村祐二，道越勇樹，八木美弥：公衆浴場等におけるレジオネラ属菌対策を含めた総合的衛生管理手法に関する研究，モノクロラミン消毒による循環式浴槽の消毒効果について 営業施設における検証，平成 24 年度厚生労働科学研究（健康安全・危機管理対策総合研究事業）分担研究報告書（研究代表者 倉文明）
- 3) 長岡宏美，縣邦雄，神野透人，八木田健司，杉山寛治，小坂浩司，泉山信司，片山富士男，和田裕久，榎原広里，市村祐二，青木信和：レジオネラ検査の標準化及び消毒等に係る公衆浴場等における衛生管理手法に関する研究，各種泉質及び形態の温泉施設におけるモノクロラミンによるレジオネラ属菌消毒効果の検証，平成 26 年度厚生労働科学研究（健康安全・危機管理対策総合研究事業）総括・分担研究報告書。（研究代表者 倉文明）
- 4) 長岡宏美，縣 邦雄，八木田健司，杉山寛治，小坂浩司，泉山信司，前林公男，加藤千裕，和田裕久，鈴木史恵，寺田善直，壁谷美加，土屋祐司，市村祐二，青木信和：レジオネラ検査の標準化及び消毒等に係る公衆浴場等における衛生管理手法に関する研究，マンガンイオンを含む浴槽水へのモノクロラミン消毒の適用，平成 27 年度厚生労働科学研究（健康安全・危機管理対策総合研究事業）総括・分担研究報告書。（研究代表者 倉文明）

- 5) 健衛発 0331 第 7 号 平成 27 年 3 月 31 日 厚生労働省健康局生活衛生課長通知, 「循環式浴槽におけるレジオネラ症防止対策マニュアル」の改正について
http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujo_uhou-10900000-Kenkoukyoku/0000085122.pdf

G. 研究発表

学会発表

- 1) 杉山寛治, 長岡宏美, 佐原啓二, 和田裕久, 土屋祐司, 市村祐二, 青木信和, 神野透人, 小坂浩司, 泉山信司, 八木田健司, 縣邦雄, 田中慶郎, 前川純子, 倉文明: モノクロラミン消毒の事前適合性試験の提案, 日本防菌防黴学会第 43 回年次大会, 東京 (2016)

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

なし

導入のモデルスキーム

実験室レベルで源泉水へのモノクロアミン消毒適用の可否を調査



実証試験を行う源泉水にモノクロアミンや遊離塩素を加え経時的濃度変化を確認

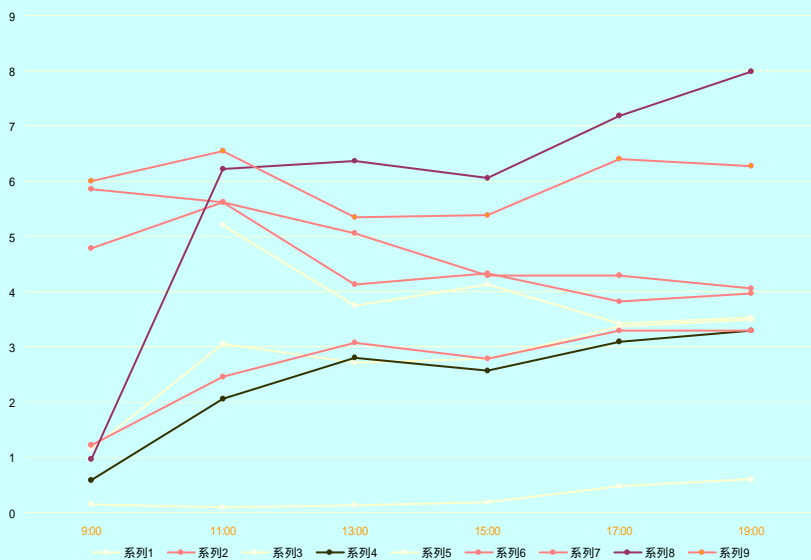
実証試験

調査項目

- (1)モノクロアミンの濃度安定性
- (2)微生物検査・レジオネラ属菌

2

図1 導入のモデルスキーム



モノクロアミンの日内濃度変動(D施設)

図2 D施設におけるモノクロアミンの日内濃度変動