

令和元年～3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)
公衆浴場におけるレジオネラ症対策に資する検査・消毒方法等の衛生管理手法の開発のための研究

研究代表者 前川 純子(国立感染症研究所 細菌第一部)

総合研究分担報告書

高 pH 温泉、有機物を含む温泉におけるモノクロラミン消毒

研究分担者	柳本 恵太	山梨県衛生環境研究所 微生物部
研究分担者	泉山 信司	国立感染症研究所 寄生動物部
研究分担者	森 康則	三重県保健環境研究所 衛生研究課
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
研究協力者	山上 隆也	山梨県衛生環境研究所 微生物部
研究協力者	植松 香星	山梨県衛生環境研究所 微生物部
研究協力者	久田 美子	山梨県衛生環境研究所 微生物部
研究協力者	望月 映希	山梨県衛生環境研究所 生活科学部
研究協力者	大森 雄貴	山梨県衛生環境研究所 生活科学部
研究協力者	赤地 重宏	三重県保健環境研究所 微生物研究課
研究協力者	永井 佑樹	三重県保健環境研究所 微生物研究課
研究協力者	田中 慶郎	株式会社マルマ PC 営業部
研究協力者	杉山 寛治	株式会社マルマ 研究開発部
研究協力者	茶山 忠久	ケイ・アイ化成株式会社 機能性薬品部
研究協力者	市村 祐二	ケイ・アイ化成株式会社 機能性薬品部
研究協力者	枝川亜希子	地方独立行政法人大阪健康安全基盤研究所
研究協力者	山本 哲司	花王株式会社 ハウスホールド研究所
研究協力者	藤井 明	株式会社ヘルスビューティー
研究協力者	斎藤 利明	株式会社ヤマト 温浴事業部
研究協力者	小坂 浩司	国立保健医療科学院 生活環境研究部

研究要旨

高 pH の温泉や有機物を多く含む温泉では、遊離塩素消毒の効果の減弱や、濃度の低下が知られている。そのような泉質でも、モノクロラミンは安定的にレジオネラを抑制できると期待されている。ただし、モノクロラミン消毒は浴用水中の従属栄養細菌数を増加させることがあり、また有機物を多く含む温泉水を利用した公衆浴場での実績に乏しい。そこで本研究では、そのような泉質の 3 営業施設の協力を得て、モノクロラミン消毒の実証試験を行った。高 pH の温泉施設では、全ての浴用水でレジオネラ、アメーバ、大腸菌群は陰性であったが、従属栄養細菌数は増加し、週 1 回、1 時間の高濃度モノクロラミンを

用いた配管の消毒では抑制しきれなかった。高 pH の温泉であっても、モノクロラミン消毒はレジオネラの制御に有用だが、従属栄養細菌数が増加する問題が再現され、より強力な洗浄や対策が必要と考えられた。有機物を含む温泉施設でも、レジオネラは陰性と、モノクロラミンの消毒効果が得られたが、従属栄養細菌数が高かった。菌叢解析の結果、*Methylomonas* 属菌、*Cloacibacterium* 属菌が優占菌種で、一見 *Mycobacterium phlei* はモノクロラミン消毒時に減少傾向にあったが、消えることはなかった。有機物が含まれている温泉においてもモノクロラミン消毒は有効であったが、繰り返し従属栄養細菌数増加への対策が必要と考えられた。

A. 研究目的

レジオネラ症発生防止のため、次亜塩素酸ナトリウム（遊離塩素）により公衆浴場浴用水の消毒が行われている。遊離塩素は、アンモニア態窒素、鉄、マンガンを含む温泉や、高 pH の泉質の場合、効果が減弱することが知られている。また、全有機体炭素（Total Organic Carbon、以下 TOC）が高い、有機物が多い温泉の場合、遊離塩素濃度が低下する。

一方、遊離塩素とアンモニア態窒素の反応により生成される、結合塩素のモノクロラミンは、様々な温泉において、レジオネラ属菌に対する有効性が確認されている¹⁾。試験管の中ではあるが、有機物を含む温泉であっても、モノクロラミンは消費量が少ないことが確認されており²⁾、濃度を維持しやすいと期待される。

ただし、モノクロラミン消毒下における従属栄養細菌数の増加が報告されており³⁾、また有機物を含む温泉を利用した公衆浴場での実証試験は経験不足であり、事例の蓄積と対策の検討が課題である。

そこで本研究では、高 pH および有機物を含む温泉施設の協力を得て、モノクロラミン消毒実証試験を実施した。高 pH の温泉施

設では従属栄養細菌数の増加の再現性の確認と対策の検討、有機物を含む温泉施設では消毒効果、濃度の安定性、菌叢の変化について調査した。

B. 研究方法

施設 1 高 pH 温泉水を用いた大容量浴槽

(1) 対象施設

三重県内の pH9.5 の温泉水（表 1）を利用する施設において、男女の浴槽がそれぞれ連通管で接続されている循環系統内容量約 30m³ の浴槽を研究対象とした。同施設は砂ろ過方式であり、毎営業日に逆洗処理を行うとともに、週 1 回の休館日に完全換水および浴槽清掃を行っている。

ろ過器の逆洗浄は、毎営業日の営業時間外に行った。ろ過器（容量約 5 m³ 直径約 1.8 m×高さ約 2 m の円筒状、目視による概寸）に対して、30 分程度浴用水をろ過の逆方向に通水し、洗浄水は排水した。浴用水の減少分は、後から新たな温泉水を補給した。

(2) モノクロラミンの濃度管理

モノクロラミン生成装置（クロラクター、ケイ・アイ化成）を用いて、遊離塩素製剤（ケイミックス SP、ケイ・アイ化成）とアンモニウム製剤（レジサイド、ケイ・アイ化

成)により用時調製されたモノクロラミン溶液を、循環ろ過系統内に添加した。注入頻度は、浴用水のモノクロラミン濃度が、常時およそ 3~6 mg/L の範囲で推移することを意図して設定した。モノクロラミン濃度がこの管理濃度範囲に入らない場合は、手動操作によって追添加し、濃度を調整した。施設による濃度測定は、全塩素濃度を測定した。

週 1 回、循環配管内の高濃度モノクロラミン消毒・洗浄と完全換水を行った。具体的には、モノクロラミンを追加して、濃度を 10~15 mg/L に上昇させ、循環ろ過及び逆洗処理を行った。毎営業日の逆洗浄と同様に、浴用水を 30 分ずつ、ろ過の順方向、および逆方向に通水し、逆方向の洗浄水は排水した。消毒後、浴用水は全て排水し、浴槽を洗浄した。営業開始前日に新たな温泉水を補給し、営業開始 3 時間半前にモノクロラミンを添加、循環させ、営業開始直前にはモノクロラミン濃度が管理範囲内であることを確認した。

(3) 各種測定

各種微生物試験は、定法に従い実施した。すなわち微生物試験用の水試料は、チオ硫酸ナトリウムを添加した滅菌容器に、休館日前日の営業中（モノクロラミン添加 3 時間以上経過後）に採水した。細菌培養用は冷蔵、アメーバ培養用は常温にて搬送・保存した。レジオネラ属菌は、0.20 µm フィルターでろ過濃縮した 100 倍濃縮液と、ふきとり検体は懸濁した原液の、それぞれを熱処理または酸処理し、GVPC 寒天培地で 36°C、7 日間培養した。大腸菌群は浴用水 100 mL を EC ブルー100P「ニッスイ」、一般細菌数は標準寒天培地を用いて 36°C、24 時間培養

した。従属栄養細菌数は、R2A 寒天培地を用いた混積培養の 42°C、14 日間で求めた。アメーバは、浴用水原液および 1,000×g、5 分間で 50 倍に遠心濃縮した浴用水から、大腸菌塗布無栄養寒天培地を用いて、42°C で 14 日間培養した。

pH はガラス電極式 pH メーター(堀場)、遊離塩素と全塩素は DPD 法によるポケット残留塩素計(HACH)、モノクロラミンはインドフェノール法によるポケットモノクロラミン・アンモニア計(HACH)により測定した。アンモニア態窒素は、上記ポケットモノクロラミン・アンモニア計、あるいはインドフェノール法により波長 640 nm の吸光度(紫外可視分光光度計、SHIMADZU UV-2450)から測定した。

施設 2 週 3 回換水する高 pH 温泉水を用いた浴槽

(1) 対象施設

山梨県内の pH10 の源泉水(表 2)を有する、一日の入浴者数が 500~1000 人程度の施設において、男女の浴用水が同一系統の 15~20 m³の内湯を対象とした。週に 3 回、浴用水の完全換水と、清掃が行われた。ろ過器の逆洗浄は、毎営業日の営業時間外に 10 分間程度行われた。実証試験期間は 7 週間とした。

(2) モノクロラミンの濃度管理

施設 1 と同様の方法でモノクロラミンの濃度管理を行った。週 1 回、完全換水直前に浴用水のモノクロラミン濃度を 15~20 mg/L に調整し、1 時間または一晩中消毒を行った(図 1)。

(3) 各種測定

各種微生物試験と塩素濃度測定は、施設 1 同様に、定法に従い実施した。浴用水の

採水は、試験期間直前に 1 回、期間中に週 1 回、汚れが蓄積していると思われる最終換水日から最も日数の経過した日の営業開始前（モノクロラミン添加 30 分間程度経過後）に、実施した（図 1）。

施設 3 有機物を含んだ温泉水を用いた浴槽

(1) 対象施設

山梨県内の TOC が 9.2 mg/L、腐植質 0.2 mg/L、アンモニア態窒素 2.0 mg/L を含む、pH7.9 の温泉水（表 3）を使用する、約 22 m³ の内湯を対象とした。入浴者数は 1 日に 200~400 名程度で、浴用水の循環系統を有しており、1 週間に 3 回換水していた。ろ過器の逆洗浄は、毎営業日の営業時間外に 7 分間行われた。モノクロラミン導入前後 4 週間の、計 8 週間を試験期間とした（図 2）。

(2) モノクロラミンの濃度管理

施設 1 と同様の方法でモノクロラミンの濃度管理を行った。ただし、用時調製したモノクロラミン溶液は、概ね 3~5 mg/L の範囲となるように、全ての循環系統および貯湯槽に添加した。週 1 回、完全換水直前に浴用水のモノクロラミン濃度を 20 mg/L 程度に上昇させ、翌朝まで約 9 時間の循環を行い、配管を消毒した。消毒後、浴用水は全て排水し、浴槽を洗浄した。

(3) 各種測定

各種微生物試験は、施設 1 と同様に行った。ただし、採水は週に 1 回、浴用水に汚れが蓄積していると思われる最終換水日から最も日数の経過した日の営業開始前（モノクロラミン添加 2 時間程度経過後）に、実施した。モノクロラミン消毒導入前後の一般細菌数および従属栄養細菌数を比較し、t-検定で危険率 5%未満を有意差ありと判定した

（Microsoft Excel 2016）。

浴用水中の 16S rRNA 遺伝子の定量、同遺伝子の V3/V4 領域を対象としたアンプリコンシーケンスによる菌叢解析を行った（生物技研、神奈川県相模原市）。DNA 試料は、浴用水 1L をろ過したフィルターから、腐植質を除去する目的で、DNeasy PowerSoil Pro kit (QIAGEN) を用いて抽出した。モノクロラミン消毒導入前後の 16S rRNA 遺伝子の定量値を比較し、前述の比較と同様に、t-検定の危険率 5%未満を有意差ありと判定した。

C. 研究結果および考察

施設 1 高 pH 温泉水を用いた大容量浴槽

浴用水中のモノクロラミン濃度は、ほぼ安定的に推移した（図 3）。入浴客の増加に伴って温泉水の足し湯をした場合に管理濃度範囲よりも若干低くなる傾向が見られたが、この場合も即座に手動操作によって追添加を行うことにより、短時間で管理濃度範囲に回復した。

6 週間の実証試験期間を通じて、レジオネラ属菌、一般細菌、大腸菌群はいずれも陰性であった（表 4）。モノクロラミン消毒は、レジオネラ属菌、一般細菌、大腸菌群の消毒に効果的であった。

一方、従属栄養細菌についてはいずれも陽性であった。従属栄養細菌数は一般細菌数より多く、浴槽の汚れをより高感度に検出できると考えられた。従属栄養細菌の制御のために、10~15 mg/L の高濃度モノクロラミン消毒を行ったが、それでも従属栄養細菌数が上昇した。本研究で行った消毒方法では従属栄養細菌の制御までには至らず、汚れの残留と微生物の増殖が生じてしまったと考えられた。

施設 2 週 3 回換水する高 pH 温泉水を用いた浴槽

浴用水中のモノクロラミン濃度はほとんどの測定において 3~6 mg/L の範囲にあり、安定して濃度を維持することができた (図 4)。試験期間前半はやや低い濃度になることもあったが、複数回の添加時間の微調整により、後半は 3 mg/L を下回らなかった。

遊離塩素管理時および 7 週間の実地試験期間を通じて、レジオネラ属菌、アメーバ、大腸菌群はいずれも検出下限値未満または陰性であった (表 5)。モノクロラミン消毒はこれらに対して効果が期待できると考えられた。一方、従属栄養細菌数は施設 1 同様に増加し、遊離塩素管理時より多かった。15~20mg/L、1 時間の高濃度モノクロラミンによる消毒では増加を抑制できなかった。消毒時間を一晩に延長し、直後の第 5 週では 1/100 程度に減少したものの、第 6 週以降は再び同様のオーダーにまで増加した。一度増加してしまった従属栄養細菌の抑制は困難であった。

施設 2 では営業開始前の浴用水にモノクロラミンを添加し、管理濃度範囲で安定した直後に採水を行っていた。濃度管理を行わなかった夜間に従属栄養細菌が増加し、それに対する十分な消毒時間が得られなかった可能性が考えられた。モノクロラミン消毒を実施している浴用水においても、従来の衛生管理を省略できるものではなく、ろ過器や配管などに対する洗浄が重要であると考えられた。

施設 3 有機物を含んだ温泉水を用いた浴槽

入浴客の増加によって源泉水から循環系

統への補給が多くなった際に、浴用水中の全塩素濃度は目標より低くなる傾向であったが、概ね安定的に推移していた (図 5)。濃度が下がっても手動操作を行い、追添加により、濃度は速やかに回復した。試験期間後半に、薬剤不足が発生した。これにより 2 日間にわたって全塩素が消失したが、このようなトラブルがなければ、多量な有機物を含む温泉においても、モノクロラミン消毒による管理は可能と考えられた。

モノクロラミン消毒導入の前後を通じて、レジオネラ属菌、アメーバ、大腸菌群はいずれも陰性であった (表 6)。モノクロラミン消毒導入前の施設は、遊離塩素消毒が想定されていたが、源泉水に多量のアンモニア態窒素が含まれ、意図せずモノクロラミンが生じていると考えられた。実際、3 mg/L 前後の全塩素濃度が確認されており、モノクロラミン消毒を意図して導入する前から、モノクロラミンが主であると思われる結合塩素消毒が行われていた。従って遊離塩素消毒との比較にはならないが、有機物を含む温泉においても、モノクロラミンはレジオネラ属菌に対する安定的な消毒効果があると考えられた。

浴用水中の一般細菌数、従属栄養細菌数、16S rRNA 遺伝子の定量値について、結果を図 6 に示す。一般細菌数はモノクロラミン消毒導入後も 300 CFU/mL 前後であり、導入前と比較し定量値に大きな変化は確認されなかった。一方、従属栄養細菌数は導入前よりも有意に減少し、16S rRNA 遺伝子のコピー数は導入後有意に増加した。一見矛盾しているが、モノクロラミン消毒導入前後の大きな相違点として、導入前は高濃度遊離塩素、導入後は高濃度モノクロラミンによ

る配管消毒を実施したことが挙げられる。モノクロラミン導入以前は、配管消毒の際などに浴用水に次亜塩素酸ナトリウムが直接に添加されることで、DNA の分解が生じていた可能性が考えられた⁴⁾。

菌叢解析の結果、モノクロラミン消毒導入前、導入後ともに *Methylomonas* 属菌と *Cloacibacterium normanense* が優占種であり、全体の 80~90%を占めていた (図 7)。*Methylomonas* 属菌は地下水⁵⁾から、*C. normanense* は下水⁶⁾から分離されたことがあり、水環境中に広く存在する細菌であると考えられる。消毒下に関わらず細菌が多く存在することは、バイオフィルムの増大とレジオネラ発生が懸念されることから、こうした細菌への対応を検討することが重要になるかもしれない。

モノクロラミン消毒下の増殖が疑われていた *M. phlei* については、モノクロラミン消毒導入後、経時的に減少傾向であった。この結果は、従属栄養細菌数の減少と関連していると考えられる。また、同菌は試験管内の試験により、20 mg/L のモノクロラミン消毒の有効性が確認されている³⁾。これらのことから考察すると、今回の施設で行っていた 20 mg/L、9 時間程度の高濃度モノクロラミンによる配管消毒は、*M. phlei* に対して有効な消毒方法であることが示唆された。ただし、従属栄養細菌数は多かったことから、高濃度モノクロラミン消毒以外に、さらなるろ過器の洗浄等が必要と考えられた。

今回実証試験を行った 3 施設ではいずれも従属栄養細菌数の増加が確認されたが、定量値は施設 1、3 よりも施設 2 の方が 10 倍程度高かった。その要因として、ろ過器の

逆洗浄と採水前の浴用水のモノクロラミン消毒時間が考えられる。逆洗浄の時間は、施設 1 では毎日 30 分間に対して、施設 2、3 ではそれぞれ毎日 10 分間、7 分間であった。また、採水前の浴用水のモノクロラミン消毒時間は、施設 1、施設 3 では濃度安定後、それぞれ少なくとも 3 時間以上、1 時間以上経過してから採水していたのに対し、施設 2 ではモノクロラミン濃度安定直後に採水していた。これらの逆洗浄時間や消毒時間の長短が従属栄養細菌数に影響した可能性がある。定量値の比較には採水前の消毒時間の統一が必要と考えられた。

仮に上述の逆洗浄時間と採水前消毒時間に注意を払ったとしても、モノクロラミン消毒下に従属栄養細菌数が増加することは回避しきれていない。モノクロラミン消毒の適用に関わらず、今なお洗浄が重要であると考えられた。

D. 結論

3 箇所の温泉施設の協力を得て、4~7 週間にわたるモノクロラミン消毒の実証試験を行った。高 pH や有機物を含む温泉であっても、モノクロラミン消毒はレジオネラ属菌の抑制が可能であった。高濃度モノクロラミンを用いた配管消毒により、一定の従属栄養細菌数を減少させることができたが、配管等のより強い洗浄が必要と考えられた。

E. 参考文献

1. 杉山寛治: 環境水からのレジオネラ・宿主アメーバ検出とその制御¹⁰⁾ 浴槽のレジオネラ対策³⁾ モノクロラミンによる消毒方法について, 防菌防黴, 47, (2019), 159~166

2. 柳本恵太, 高村知成, 植松香星:山梨県内のレジオネラ属菌の消毒が困難な浴用水におけるモノクロアミンの消毒効果, 山梨衛環研年報, 59, (2015), 55~57
 3. 長岡宏美, 泉山信司, 八木田健司, 杉山寛治, 小坂浩司, 壁谷美加, 土屋祐司, 市村祐二, 青木信和:社会福祉施設の入浴設備におけるモノクロアミン消毒実証試験と浴槽水から分離される従属栄養細菌について, 厚生労働科学研究(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 平成 28 年度分担研究報告書
 4. 泉山信司, 藤井明, 松田宗大, 松田尚子, 枝川亜希子, 吉田光範, 星野仁彦:モノクロアミン消毒の薬湯への応用、並びに雑菌への対応, 厚生労働科学研究(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 平成 30 年度分担研究報告書
 5. 江口正浩, 明賀春樹, 佐々木正一, 三宅酉作, 藤田正憲:汚染サイトから分離された *Methylomonas* sp. KSWⅢ株によるトリクロロエチレンの分解特性, 環境技術, 30, (2001), 65~72
 6. Allen TD, Lawson PA, Collins MD, Falsen E, Tanner RS : *Cloacibacterium normanense* gen. nov., sp. nov., a novel bacterium in the family *Flavobacteriaceae* isolated from municipal wastewater, Int J Syst Evol Microbiol., 56, (2006), 1311~1316
- F. 研究発表
- 誌上発表
1. 森 康則、永井佑樹、赤地重宏、杉山寛治、田中慶郎、茶山忠久、西 智広、濱口真帆、吉村英基、泉山信司、次亜塩素酸ナトリウム消毒を阻害する高アルカリ温泉水に対するモノクロアミン消毒の実地検証ー三重県津市の榎原温泉における検討ー、温泉科学、2019, 69, 90-102.
 2. 杉山寛治、「講座、環境水からのレジオネラ・宿主アメーバ検出とその制御 8 浴槽のレジオネラ対策1 浴槽のどこで、どのように増えるのか」、防菌防黴、2019, 47, 83-89.
 3. 杉山寛治、「講座、環境水からのレジオネラ・宿主アメーバ検出とその制御 9 浴槽のレジオネラ対策2 浴槽水の各種消毒方法の効果」、防菌防黴、2019, 47, 117-123.
 4. 杉山寛治、「講座、環境水からのレジオネラ・宿主アメーバ検出とその制御 10 浴槽のレジオネラ対策3 モノクロアミンによる消毒方法について、防菌防黴、2019, 47, 159-166.
 5. 枝川亜希子、「講座、環境水からのレジオネラ・宿主アメーバ検出とその制御12 レジオネラ属菌の宿主となる自由生活性アメーバ、防菌防黴、2019, 47, 229-232 (2019)
 6. 井上浩章、枝川亜希子、「講座、環境水からのレジオネラ・宿主アメーバ検出とその制御13 アメーバ共培養法を用いたレジオネラ属菌の検出、防菌防黴、2019, 47, 273-277.
 7. Mori Y, Yanagimoto K, Yamamoto T, Nagai Y, Yoshimura H, Akachi S,

Yamagami T, Uematsu K, Hisada Y, Nishio M, Yagi J, Izumiyama S, Initial Trials of Monochloramine Disinfection of Circulating Bathtub Water at Public Hot Spring Facilities and Determining its Efficacy. J. Hot Spring Sci., 2020, 70, 50-60.

8. 柳本恵太, 堀内雅人, 山上隆也, 植松香星, 久田美子, 杉山寛治, 田中慶郎, 茶山忠久, 市村祐二, 泉山信司, 山梨県のアルカリ性 (pH10程度) 温泉におけるモノクロラミン消毒の有効性の検討、防菌防黴、2021, 49, 261-267.

口頭発表

1. Mori, Yasunori., Nagai, Yuki., Akachi, Shigehiro., Nishi, Tomohiro., Hamaguchi, Maho., Yoshimura, Hideki., Sugiyama, Kanji., Tanaka, Yoshirou., Sayama, Tadahisa., Izumiyama, Shinji. Field test of monochloramine disinfection for alkaline hot spring water that cannot sufficiently be disinfected with sodium hypochlorite because of its high pH - A case study in Sakakibara hot spring area of Tsu City, Mie Prefecture -. The 72th Annual Meeting of the Japanese Society of Hot Spring Sciences. Taichung, November 2019.
2. 森 康則、赤地重宏、永井佑樹、吉村英基、泉山信司、温泉付随ガス分離設備のレジオネラ属菌による汚染実態と対策、

日本温泉科学会、2019年11月、台湾、台中市

3. 小倉 徹、植園健一、枝川亜希子、泉山信司、松田宗大、松田尚子、藤井 明、モノクロラミン管理下の浴槽循環ろ過装置内のろ材バイオフィームに対する各種消毒剤の消毒効果の検討、日本防菌防黴学会、2019年9月、大阪府
4. 松田宗大、枝川亜希子、泉山信司、小倉徹、植園健一、松田尚子、藤井 明、循環式浴槽から分離された *Mycolicibacterium phlei* に対するモノクロラミンの殺菌効果、日本防菌防黴学会、2019年9月、大阪府
5. 藤井明、渡邊貴明、松田宗大、松田尚子、小倉徹、植園健一、枝川亜希子、泉山信司、薬湯使用時におけるモノクロラミン消毒の有用性評価、第46回建築物環境衛生管理全国大会、2019年1月、東京都
6. 藤井明、松田宗大、小倉徹、小倉諒太、植園健一、枝川亜希子、泉山信司、モノクロラミン管理下の循環浴槽におけるろ材付着バイオフィームに対する各種消毒剤の効果、第47回建築物環境衛生管理全国大会、2020年1月、東京都

G. 知的所有権の取得状況

特許申請・実用新案登録、その他
なし

表 1. 施設 1 の温泉水質

陽イオン	mg/kg	陰イオン	mg/kg	非解離成分	mg/kg
Na ⁺	92.5	F ⁻	1.5	H ₂ SiO ₃	52.2
K ⁺	1.1	Cl ⁻	16.1		
Ca ²⁺	0.5	SO ₄ ²⁻	29.5		
		HPO ₄ ²⁻	0.3		
		HCO ₃ ⁻	112.9		
		CO ₃ ²⁻	27.0		
		BO ₂ ⁻	2.0		
合計	94.1	合計	189.3	合計	52.2

※ pH:9.5, 泉温:24.6℃, 分析日: 2010 年 10 月 1 日

表 2. 施設 2 の温泉水質

項目	分析値	項目	分析値
pH	10.2	硫黄	< 0.1 mg/L
ORP	-146 mV	総鉄イオン	< 0.1 mg/L
一般細菌数	100 CFU/mL	アンモニア態窒素	< 0.1 mg/L
Cl ⁻	1.2 mg/L	マンガンイオン	< 0.1 mg/L
Br ⁻	不検出		
I ⁻	不検出		
S ₂ O ₃ ²⁻	不検出		

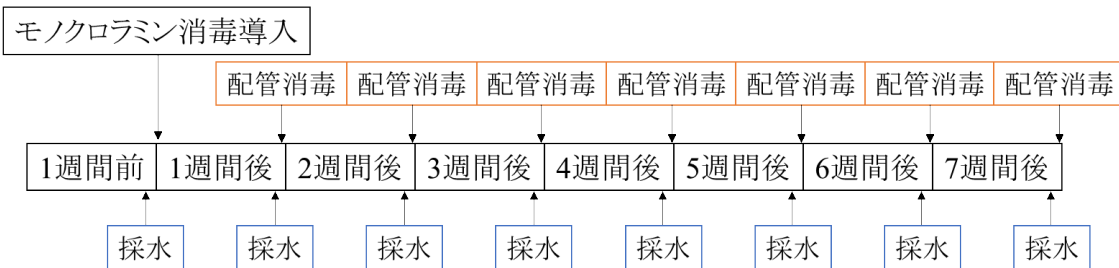


図 1. 施設 2 における試験期間前後の採水・高濃度モノクロラミン配管消毒状況

表 3. 施設 3 の温泉水質

項目	分析値	項目	分析値
pH	7.9	硫黄*	<0.1 mg/L
ORP	+87 mV	総鉄イオン (鉄(II)イオン)	0.7 mg/L (<0.1 mg/L)
一般細菌数	不検出	アンモニア態窒素	2.0 mg/L
Cl ⁻	412.3 mg/L	マンガンイオン	<0.1 mg/L
Br ⁻	0.9 mg/L	TOC	9.2 mg/L
I ⁻	不検出	腐植質	0.2 mg/L
S ₂ O ₃ ²⁻	不検出	全塩素	<0.1 mg/L

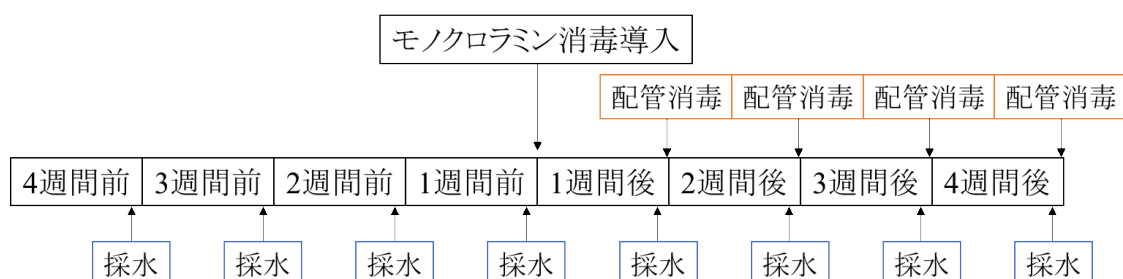


図 2. 施設 3 における試験期間前後の採水・高濃度モノクロラミン配管消毒状況

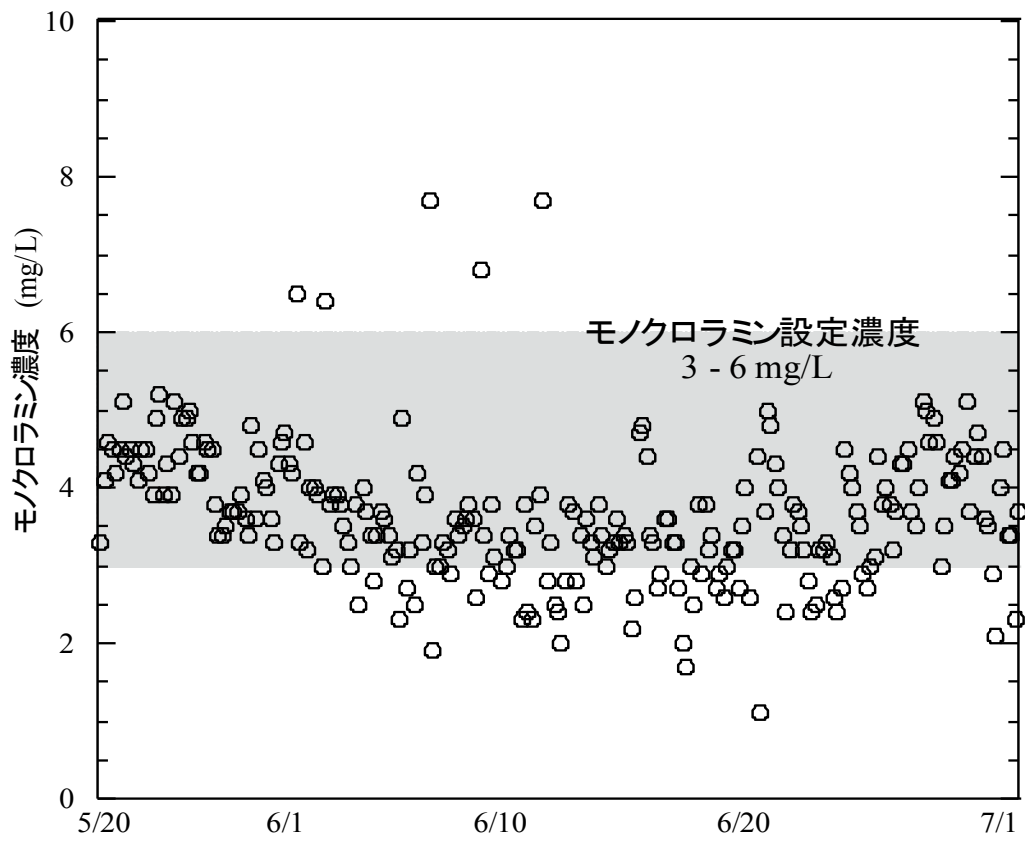


図 3. 施設 1 における浴用水中のモノクロラミン濃度の推移

表 4. 施設 1 における微生物検査の結果

採取日	レジオネラ属菌	一般細菌数	大腸菌群	アメーバ (PFU/mL)	従属栄養細菌数 (CFU/mL)
2019/5/27 (1 週目)	—※1	—	—	—	+ (3,900)
2019/6/3 (2 週目)	—	—	—	—	+ (>100,000)
2019/6/10 (3 週目)	—	—	—	+ (2)	+ (45,700)
2019/6/17 (4 週目)	—	—	—	—	+ (59,300)
2019/6/24 (5 週目)	—	—	—	—	+ (21,250)
2019/7/1 (6 週目)	—	—	—	+ (0.5)	+ (31,400)

※1 —: 陰性 (レジオネラは 10 CFU/100mL 未満、他の細菌は 1 CFU/mL 未満、アメーバは 0.5 PFU/mL 未満)

※2 括弧内の数字は菌数又はアメーバ数を示す (CFU: Colony Forming Unit、PFU: Plaque Forming Unit)

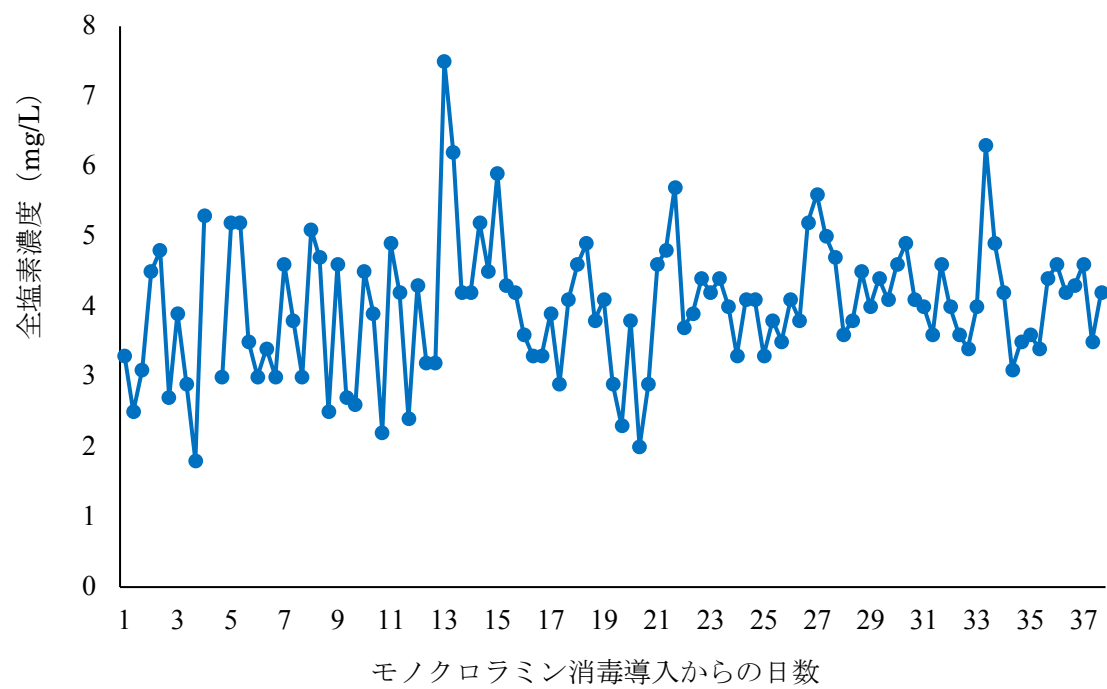


図 4. 施設 2 におけるモノクロラミン消毒導入後における浴用水の全塩素濃度

表 5. 施設 2 における浴用水等の微生物試験結果

採取日	レジオネラ属菌数 (CFU/100 mL)	レジオネラ属菌 (ヘアキャッチャー配管ふきとり)	大腸菌群 (/ 100 mL)	アメーバ数 (/ 50 mL)	一般細菌数 (CFU/mL)	従属栄養細菌数 (CFU/mL)
遊離塩素消毒時	<10	陰性	陰性	0	52	100
導入 1 週間後	<10	陰性	陰性	0	7	93
導入 2 週間後	<10	陰性	陰性	0	20	495,000
導入 3 週間後	<10	陰性	陰性	0	2	179,000
導入 4 週間後	<10	陰性	陰性	0	18	393,000
導入 5 週間後	<10	陰性	陰性	0	5	4,670
導入 6 週間後	<10	陰性	陰性	0	48	246,000
導入 7 週間後	<10	陰性	陰性	0	9	275,000

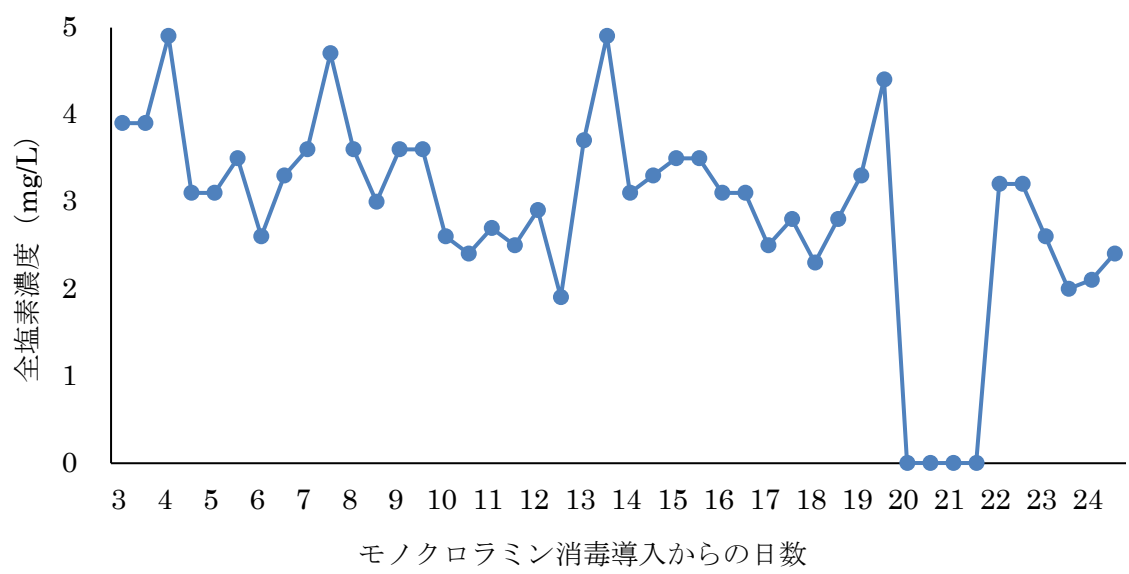


図 5. 施設 3 におけるモノクロラミン消毒導入後における浴用水の全塩素濃度

表 6. 施設 3 における浴用水等の微生物試験結果

検査項目	レジオネラ属菌数 (CFU/100 mL)	レジオネラ属菌 (ヘアキャッチャー配管ふきとり)	アメーバ数 (/ 50 mL)	大腸菌群 (/ 100 mL)	pH	遊離残留塩素 (mg/L)	全残留塩素 (mg/L)	モノクロラミン (mg/L)
導入 4 週間前	<10	—	0	陰性	8.1	0.1	2.9	—
導入 3 週間前	<10	陰性	0	陰性	8.1	0.2	2.1	—
導入 2 週間前	<10	陰性	0	陰性	8.2	0.3	3.2	3.5
導入 1 週間前	<10	陰性	0	陰性	8.1	0.3	3.2	—
導入 1 週間後	<10	陰性	0	陰性	8.2	0.1	3.3	3.8
導入 2 週間後	<10	陰性	0	陰性	8.2	0.1	2.9	3.1
導入 3 週間後	<10	陰性	0	陰性	8.2	0.1	3.4	3.6
導入 4 週間後	<10	陰性	0	陰性	8.3	0.2	3.2	3.1

— : 実施なし

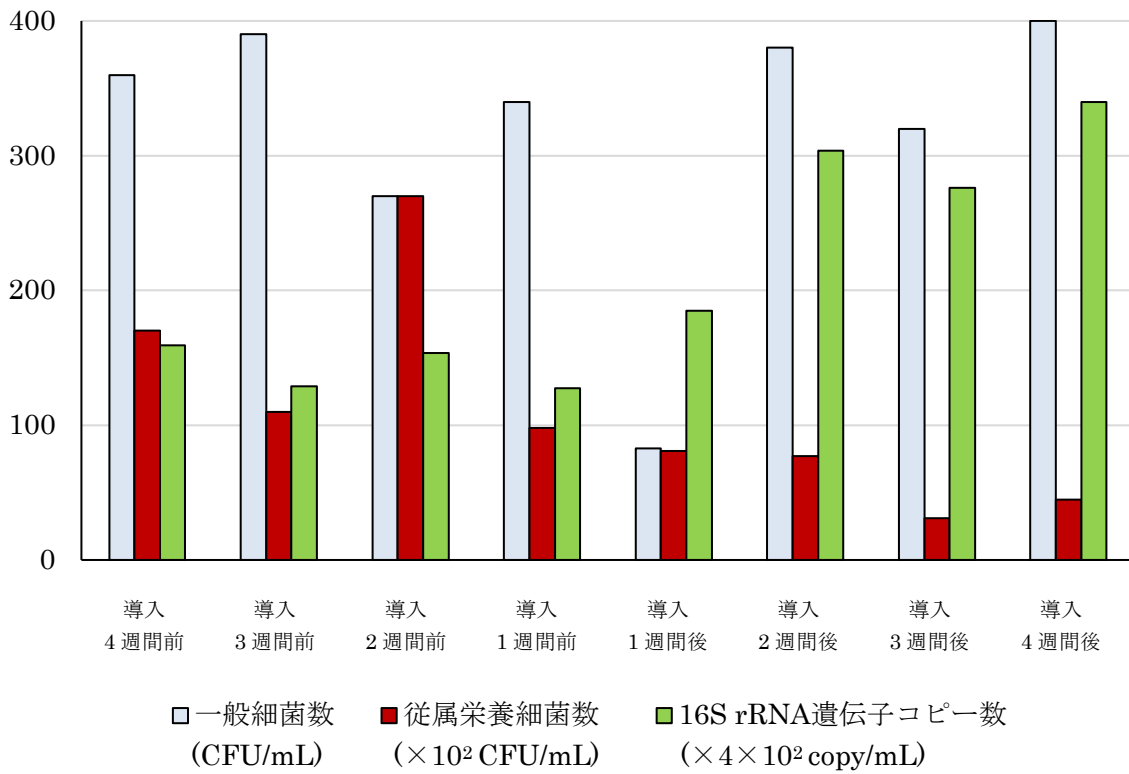


図 6. 施設 3 における浴水の一般細菌数、従属栄養細菌数、16S rRNA 遺伝子コピー数の推移

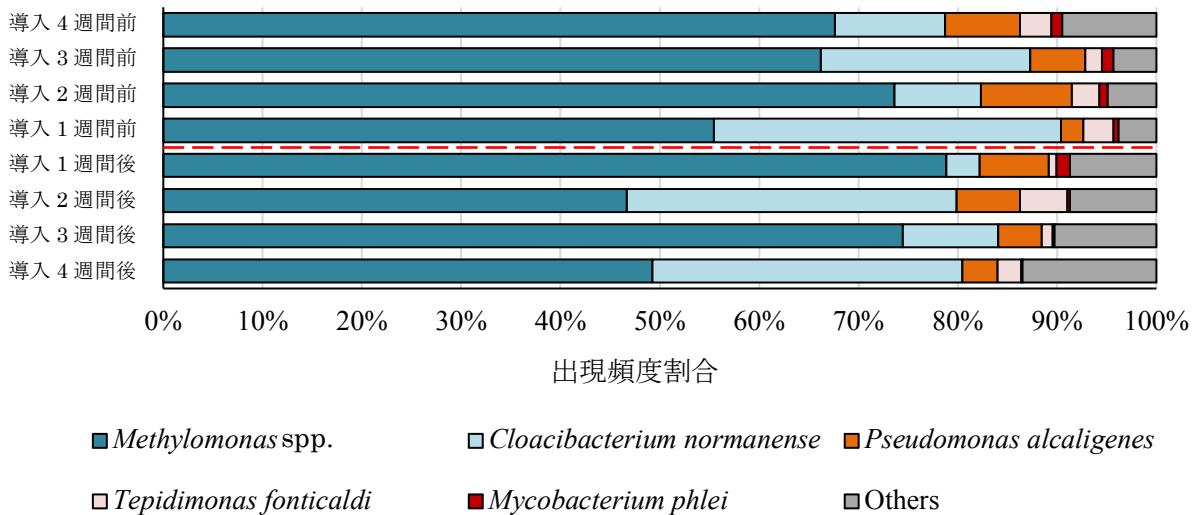


図 7. 菌種別出現頻度割合