

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 28 年度 分担研究報告書

社会福祉施設の入浴設備におけるモノクロラ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

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
	八木田健司	国立感染症研究所 寄生動物部
研究協力者	杉山寛治	株式会社マルマ 研究開発部
	小坂浩司	国立保健医療科学院 生活環境研究部
	壁谷美加	浜松市保健所
	土屋祐司	浜松市保健環境研究所
	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）

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について，社会福祉施設の浴槽へ適用した。レジオネラ症患者が利用したとの届出があった社会福祉施設の循環式浴槽において，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。本施設は沸かした水道水を循環し，ろ過器と，気泡発生装置と，炭酸カルシウム天然石入りの人工温泉装置を備えていた。モノクロラミン消毒を実施した男浴槽水，循環水を掛け流し的に使用するデイサービス個浴槽、それらの配管において，モノクロラミン濃度はほぼ 3mg/L に安定して維持され，レジオネラ属菌やアメーバは検出されなかった。

実証試験終了後、遊離塩素消毒の管理に戻した浴槽水から *Legionella pneumophila* 血清群 5，拭き取り検査から *L. pneumophila* 血清群 1, 5, 8, 10 が検出された。本施設の浴槽水の消毒方法は、遊離塩素よりもモノクロラミンが適していると判断された。

本施設のモノクロラミン消毒の 3 週目以降に，浴槽水における従属栄養細菌数の増加がみられ，この菌は 16S rDNA 塩基配列が *Mycobacterium phlei* と 100%（466/466bp，CP014475）一致した。本菌は、常時維持していたモノクロラミン濃度の 3mg/L や，10mg/L 濃度で 2 時間循環する消毒洗浄では抑制できなかったことになる。同様の管理をしていた他の施設の浴槽水からも，*M. phlei* の増殖が確認された。一方で，週 1 回 8 時間、20mg/L のモノクロラミン消毒洗浄を実施している施設では検出されていなかった。浴槽水から分離された *M. phlei* に対する試験管内の消毒試験では，10mg/L のモノクロラミンでは消毒の不足があり，20mg/L の 30 分以上で消毒が可能であった。濃度や時間についてはまだ検討の余地があるが，現時点で週 1 回，20mg/L 以上での消毒洗浄が必要と考えられた。

A. 研究目的

以前の研究班では、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、高齢者の利用が多くレジオネラ感染リスクが高いと思われる社会福祉施設の浴槽設備へのモノクロラミン消毒の適用を検討した。

また、モノクロラミン消毒時に、増殖が確認されることがある従属栄養細菌について、塩基配列解析による同定と、各種薬剤による殺菌効力試験を実施し、その増殖抑制方法について検討した。

B. 研究方法

1 社会福祉施設の入浴設備へのモノクロラミン消毒の適用

レジオネラ症患者発生に係る関連施設とされた社会福祉施設の入浴設備で、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。本施設は、図 1 に示したように、沸かした水道水を循環し、公衆浴場の男女浴槽に使用するとともに、その一部を社会福祉施設のデイサービス個浴槽に配湯し、掛け流し的な利用を行っていた。男女浴槽にはジェットと気泡発生装置があり、循環系内には、炭酸カルシウム天然石入りのタンクと壁付けの人工温泉装置を備えていた。浴槽水の消毒薬はろ過器前に注入していたが、夜間(午後 7 時半～翌日の午前 8 時)は循環と消毒を停止していた。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、毎週水曜日の朝 9 時に、図 1 の*で示した男浴槽、デイサービスの個浴槽配管水(配管内水を 2 分排水後に採水)、デイサービスの配管滞留水(配管内水の排水なしで採水)の 3 カ所から採水した。

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、レジオネラ属菌の増殖の場となる自由生活性アメーバ(大腸菌塗布無栄養寒天培地)、および従属栄養細菌(R2A 寒天培地(ニッスイ))や一般細菌数(標準寒天培地(栄研化学))についても常法により定量したが、従属栄養細菌の培養については浴槽水に近い温度の 37℃ で、7 日間とした。

男浴槽水の一部はガラス容器に入れて冷蔵で輸送し、DPD/FAS 滴定法で遊離塩素、モノクロラミン、ジクロラミンの濃度を国立保健医療科学院において測定(定量下限値: 0.1mg/L)した⁶⁾。悪臭の原因となるトリクロラミンは HS-GC/MS 法(ヘッドスペース- ガスクロマトグラフ質量分析法, Agilent 6890N/5975C, Agilent Technologies 社)で測定(定量下限値: 15 µg/L)した⁷⁾。

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。

2 モノクロラミン消毒時の従属栄養細菌検出状況との各種薬剤を用いた殺菌効力試験

(1) モノクロラミン消毒時の従属栄養細菌検出状況

モノクロラミン消毒を実施中、または過去に実

施した K, H, M, D の 4 施設の循環式浴槽水 8 検体の従属栄養細菌数を検査した。また、各施設で実施したモノクロラミンによる配管洗浄時の濃度と時間、配管洗浄/換水から採水までの日数、使用している浴槽水の泉質などを調査した。さらに、K, H, M 施設の浴槽水から分離された従属栄養細菌の代表株について、16S rDNA 塩基配列解析を実施し、菌種を同定した。

(2) 従属栄養細菌に対する殺菌効力試験

浴槽水からの従属栄養細菌の検出菌数が 10^2 CFU/mL 以下と少なかった K 施設と、検出菌数が 10^5 CFU/mL 以上と高かった H 施設のそれぞれから分離された菌株に対して、モノクロラミン、遊離塩素および過酸化水素の濃度を変えた殺菌効力試験を行った。

試験菌は R2A 培地で画線培養した増殖菌を滅菌水中で懸濁後、リン酸緩衝液 (pH7.2) で $10^5 \sim 10^6$ に希釈したものを用いた。この菌液 10mL に対し各薬剤を所定濃度添加し、30 攪拌条件下で 30 分および 120 分後の菌数を測定した。なお、菌数測定にあたっては、試験菌液 1mL に薬剤不活化液 (滅菌した SCDLP 培地にカタラーゼを 0.2% 添加したもの) 9mL を添加し消毒剤を失活させた後に、滅菌水で段階希釈して R2A 培地に接種し、37 , 7 日間培養した。

モノクロラミン添加系の試験液濃度は、その 1mL を滅菌水 9mL で希釈し、その全量をインドフェノール法で測定した。一方、遊離塩素添加系については 試験液 0.5mL を滅菌水 9.5mL で希釈し、その全量を DPD 法で測定した。

C. 結果

1 社会福祉施設の入浴設備へのモノクロラミン消毒の適用

遊離塩素管理時 (遊離塩素濃度 0.4 mg/L) の浴槽水の pH は 7.8 で、全硬度は 65 mg/L であった。なお、当施設の水道水の pH は 7.4、全硬度は 45 mg/L で、人工温泉と称する浴槽水の全硬度がやや高い値であった。

この人工温泉水を使用した社会福祉施設の循

環式の入浴設備におけるモノクロラミン消毒の実証試験結果を表 1 に示した。6 週間のモノクロラミン消毒試験期間中の浴槽水、デイサービス個浴槽配管水、デイサービス配管滞留水におけるモノクロラミン濃度は約 3mg/L に安定して維持され、それらの検体すべてからレジオネラ属菌、アメーバは検出されなかった。また、ジクロラミン濃度は 0.45mg/L と低く、塩素消毒臭の原因であるトリクロラミンは定量下限値未満であった。現場で測定した全塩素濃度はモノクロラミン濃度とほぼ同等の値を示した。

従属栄養細菌数はモノクロラミン開始 3 週目以降に増加し、試験終了時まで 10^3 から 10^4 CFU/mL の高い菌数で推移した。R2A 寒天平板上に発育した従属栄養細菌のコロニーの写真を図 2 に示した。本菌は発育が遅く、37 , 7 日間培養でも小コロニーの形成にとどまった。本菌の 16S rDNA の塩基配列は *Mycobacterium phlei* と 100 % (466/466bp, CP014475) 一致した。

なお、モノクロラミン消毒実証試験の終了約 1 ヶ月後の、同施設の遊離塩素管理時の男浴槽水から *Legionella pneumophila* (以下、*L. p.* と略す) 血清群 5 が 20 CFU/100mL 検出された。その後の循環系統内の拭き取り検査でも、*L. p.* 血清群 1, 5, 8, 10 が検出された。

2 モノクロラミン消毒時の従属栄養細菌検出状況との各種薬剤を用いた殺菌効力試験

(1) モノクロラミン消毒時の従属栄養細菌検出状況

モノクロラミン消毒実施 4 施設の循環式浴槽水 8 検体からの従属栄養細菌数検出状況を表 2 に示した。これらの従属栄養細菌数と、各施設で実施されるモノクロラミンによる配管洗浄の濃度・時間を比較すると、従属栄養細菌数が 10^2 CFU/mL 以下と少なかった K 施設では、モノクロラミンによる配管洗浄濃度は 23mg/L と高く、洗浄時間も 8 時間と長かった。一方、従属栄養細菌数が 10^3 CFU/mL 以上の浴槽水がみられた H 施設と M 施設では、モノクロラミンによる配管洗浄濃度は 10mg/L で、洗浄時間も 2 時間と短かった。また、配管洗

浄を実施しないD施設の浴槽水の従属栄養細菌数は 10^3 CFU/mL以上と高かった。

従属栄養細菌数が 10^2 CFU/mL以下と少なかったK施設の従属栄養細菌の代表3菌株は、16S rDNAシーケンス解析により、それぞれ *Staphylococcus epidermidis*, *Rheinheimera* sp., *Rhodobacter* sp.と同定された。一方、従属栄養細菌数が 10^3 CFU/mL以上と高菌数で検出されたH施設とM施設の菌株はいずれも *Mycobacterium phlei*と同定された(表2)。

(2) 従属栄養細菌に対する殺菌効力試験

K施設の浴槽水から分離された従属栄養細菌(未同定)の1菌株に対するモノクロラミン、遊離塩素および過酸化水素の殺菌効力試験の結果を表3に示した。本菌株は5 mg/L濃度のモノクロラミンの30分間の感作で完全に殺菌された。遊離塩素および過酸化水素でも、実施したすべての処理濃度で殺菌可能であり、本菌株が消毒薬に対して感受性が高いことが示された。

一方、*Mycobacterium phlei*と同定されたH施設の浴槽水から分離された従属栄養細菌の1菌株に対する各種薬剤の殺菌効力試験の結果を表4に示した。本菌を完全に殺菌するためには、モノクロラミンは20mg/L、30分間以上の、遊離塩素では15mg/L、2時間以上の薬剤処理が必要で、過酸化水素は1.5%、2時間以上の処理が必要であった。本菌株はK施設分離株とは異なり各消毒薬に対し抵抗性が高いことが示された。

D. 考察

レジオネラ症の患者発生が疑われた人工温泉水を使用する社会福祉施設の浴槽設備に、モノクロラミン消毒を6週間にわたり適用した結果、循環系統内の浴槽水と、そこから掛け流的に給湯されるデイサービス浴槽用の配管水や、前日からの配管内の滞留水のいずれからもレジオネラ属菌やレジオネラの増殖宿主であるアメーバは一切検出されず、モノクロラミン消毒はレジオネラ対策として優れた消毒法であることがわかった(表1)。

本施設は営業終了後の夜間に、循環と消毒を停止しているが、午前9時に採水した浴槽水のみならず、前日から湯の動きがなかったデイサービスの配管滞留水においても、モノクロラミン濃度は3mg/L程度を保持していた。この薬剤濃度の持続性と安定性がモノクロラミンの優れた消毒効果を担保していると考えられた。

一方、モノクロラミン消毒から遊離塩素消毒に戻して約1ヶ月後の男浴槽水から *L. p.* 血清群5が20 CFU/100mL検出され、循環系統内の拭き取り検査で *L. p.* 血清群1, 5, 8, 10の検出をみた。遊離塩素消毒時の夜間(約12時間)の装置停止による循環系内の遊離塩素濃度の失活が系内のレジオネラ属菌のバイオフィーム形成につながり、遊離塩素による消毒効果が十分でない営業開始時の採水でバイオフィーム由来のレジオネラ属菌が検出されたのではないかと考えられた。

本施設の従属栄養細菌数に関しては、モノクロラミン消毒開始3週目以降に 10^3 から 10^4 CFU/mLに増加した(表1)。それ以降の毎週実施したモノクロラミン濃度10mg/Lによる2時間の配管洗浄にもかかわらず本菌の減少はみられず、この配管洗浄濃度での本従属栄養細菌の殺菌は期待できないと思われた。

一方、K施設の浴槽水からの従属栄養細菌の検出菌数は 10^2 CFU/mL以下と低い数値であった(表2)。K施設で週1回実施している配管洗浄時のモノクロラミン濃度は23mg/L、処理時間は8時間であり、他施設より、高濃度で長時間であったことが従属栄養細菌の低減をもたらしたと考えられた。K施設から分離された従属栄養細菌の同定成績(*Staphylococcus epidermidis*, *Rheinheimera* sp., *Rhodobacter* sp.)は、ヒトの皮膚の常在菌や環境菌の一時的な混入の可能性を示しており、本菌群の入浴者に与える健康上の問題はないと考えられる。

しかし、配管洗浄濃度が10mg/L、2時間のH、M施設と、配管洗浄を実施しないD施設では 10^3 CFU/mL以上の従属栄養細菌数が検出される浴槽水があった(表2)。H、M、D施設から分離された従

属栄養細菌は *Mycobacterium phlei* と同定され、土壌、塵や植物などに広く分布する菌であるが、日和見感菌を起こすとの報告⁸⁾もあり、その病原学的な意義の検討が必要と思われた。

従属栄養細菌の殺菌効力試験では、菌数が高く *Mycobacterium phlei* と同定された菌は、20mg/L 以上のモノクロラミン濃度で完全に殺菌され、遊離塩素や過酸化水素に対する抵抗性も高かった(表4)。本菌のような薬剤に抵抗性の高い従属栄養細菌の循環系内での増殖を防ぐためには、週1回のモノクロラミン濃度 20mg/L 以上の配管洗浄などが効果的と考えられた。今後、モノクロラミン消毒時に発生・増殖する可能性がある従属栄養細菌に留意し、その制御に必要な配管洗浄方法の確立を求めていきたい。

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を、社会福祉施設の浴槽へ適用した結果、消毒期間中の循環系内の男浴槽水、循環水を掛け流し的に使用するデイスサービス個浴槽用配管水とデイスサービス配管内滞留水のモノクロラミン濃度は、ほぼ 3mg/L に安定して維持され、レジオネラ属菌やアメーバは一切検出されなかった。その後の遊離塩素管理時の浴槽水からレジオネラ属菌が検出されたことから、本施設の浴槽水の消毒には遊離塩素よりもモノクロラミンが適していると判断された。

一方、本施設では、モノクロラミン消毒開始 3 週目以降に、浴槽水における従属栄養細菌数の増加がみられ、その菌種は *Mycobacterium phlei* と同定された。本菌はモノクロラミンの通常管理濃度の 3mg/L や、週1回実施している配管洗浄濃度の 10mg/L と処理時間の 2 時間では殺菌されなかった。同様なモノクロラミン消毒中の浴槽水での従属栄養細菌数の増加は他の施設でも確認された。本菌種に対する殺菌効力試験の結果から、モノクロラミンでは 20mg/L 以上の薬剤処理が必要とのデータが得られた。今後、これらの従属栄養細菌の増殖を抑制するためには、配管洗浄濃度を 20mg/L 以上に引き上げるなどの対策が必要と思

われた。

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、マンガニ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

- 6) Standard Methods Committee (2005) DPD ferrous titrimetric method. In *standard methods for the examination of water & wastewater*, 21th edition, pp. 4-64 - 4-66, American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation publication, Washington D.C.
- 7) Kosaka, K., Seki, K., Kimura, N., Kobayashi, Y., and Asami, M. (2010) Determination of trichloramine in drinking water using head space gas chromatography/mass spectrometry. *Water Sci. Technol. Water Supply*, **10**, 23-29.
- 8) Abdallah, M. A., Mamoon Rashid, Sabir A. A., Marc A., Shahjahan A., Dick van Soolingen, Wilbert B., and Arnab P. (2012) Complete Genome Sequence of *Mycobacterium phlei* Type Strain RIVM601174. *J. Bacteriol.* **194**, 3284-85.

G. 研究発表

論文発表

杉山寛治，長岡宏美，佐原啓二，神田 隆，久保田 明，縣 邦雄，小坂浩司，前川純子，遠藤卓郎，倉 文明，八木田健司，泉山信司：モノクロラミン消毒による掛け流し式温泉のレジオネラ対策，防菌防黴．（印刷中）

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）

- 1) 杉山寛治：平成 28 年度第 2 回衛生環境研究所感染症等研修会，山梨県衛生環境研究所主催，2016 年 12 月 7 日，山梨県甲府市
- 2) 杉山寛治：平成 28 年度神戸市保健所研修会，神戸市保健福祉局健康部生活衛生課主催，2017 年 2 月 16、17 日，兵庫県神戸市
- 3) 杉山寛治：南加賀モノクロラミン講習会，石川県南加賀保健福祉センター主催，2017 年 3 月 2 日，石川県加賀市，3 月 3 日，石川県小松市
- 4) 杉山寛治：千葉市保健所研修会，2017 年 3 月 13 日，千葉県千葉市

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）
なし

研修会

表1 社会福祉施設浴槽水のモノクロラミン消毒実証試験の結果

検査項目	モノクロラミン管理時(9/12~10/21)																		遊離塩素管理時				
	9月14日			9月21日			9月28日			10月5日			10月12日			10月19日			9月9日		12月1日		
	男湯	ディサービス 配管槽1 配管水	ディサービス 配管槽 水	男湯	ディサービス 配管槽1 配管水	ディサービス 配管槽 水	男湯	ディサービス 配管槽1 配管水	ディサービス 配管槽 水	男湯	ディサービス 配管槽1 配管水	ディサービス 配管槽 水	男湯	ディサービス 配管槽1 配管水	ディサービス 配管槽 水	男湯	ディサービス 配管槽1 配管水	ディサービス 配管槽 水	男湯	ディサービス 配管槽1 配管水	ディサービス 配管槽 水	男湯	
微生物検査	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20 (L.p. SGS)
	一般細菌数 (CFU/mL)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	13	<1	<1	<1	<1	<1	10	1	110	15
	従属栄養細菌数 (CFU/mL)	<1	4	1	<1	2	21	16	13	12	1.5×10 ⁴	1.4×10 ⁴	1.1×10 ⁴	2.5×10 ⁴	2.5×10 ⁴	1.0×10 ⁴	9.2×10 ³	8.4×10 ³	6.8×10 ³	120	180	220	76
	アメーバ数(個 /50mL)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	大腸菌数 (CFU/mL)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
現場測定	モノクロラミン (mg/L)	3.86	3.91	4.01	3.70	3.78	7.52	3.85	3.21	4.39	2.95	3.01	3.39	2.80	3.02	3.51	2.80	2.39	3.36	-	-	-	-
	全塩素 (mg/L)	3.82	4.18	3.71	5.07	3.87	6.53	3.43	3.40	4.06	3.58	3.40	3.19	2.82	2.91	3.29	2.29	2.42	3.43	-	-	-	-
	遊離塩素 (mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.4	0.7	0.3	0.3
	遊離アンモニア (mg/L)	>0.55	-	-	>0.55	-	-	1.30	-	-	1.40	-	-	1.95	-	-	1.60	-	-	-	-	-	-
塩素濃度	モノクロラミン (mg/L)	-	-	-	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1
	ジクロラミン (mg/L)	-	-	-	-	-	-	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25
	トリクロラミン (μg/L)	-	-	-	-	-	-	<15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<15
	遊離塩素 (mg/L)	-	-	-	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1

- : 検査せず

表2 モノクロラミン消毒実施中の循環式浴槽水からの従属栄養細菌検出状況

入浴施設名	浴槽名 (循環系統毎)	従属栄養細菌 数 (CFU/mL)	菌種同定	配管洗浄濃 度 ・時間	配管洗浄 / 換水か ら 採水までの日数	泉質
K	露天風呂	2.2 × 10 ³	<i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Rheinheimera sp.</i> <i>Rhodobacter sp.</i>	23mg/L 8時間	4日	ナトリウム・炭酸 水素塩泉
	内風呂	8.0 × 10 ³	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	同上	同上	同上
H	内風呂 (気泡発生装置 付)	1.2 × 10 ⁵	<i>Mycobacterium phlei</i> (2株)	10mg/L 2時間	7日以内	マンガンイオン 1.1mg/Lを含む地 下水
	ひのき風呂	1.0 × 10 ³	<i>Mycobacterium phlei</i>	同上	同上	同上
	男露天風呂	6.1 × 10 ²	<i>Mycobacterium phlei</i>	同上	同上	同上
	女露天風呂	4.0 × 10 ³	<i>Mycobacterium phlei</i>	同上	同上	同上
M	浴槽水	9.2 × 10 ³	<i>Mycobacterium phlei</i> (2株)	10mg/L 2時間	4日	人口温泉(炭酸カ ルシウム天然石 入)
D	女シルク湯	2.4 × 10 ³	<i>Mycobacterium phlei</i>	実施なし	64日	ナトリウム・カル シウム塩化物泉

各施設のモノクロラミン注入店はろ過器前で、浴槽水の濃度は3mg/Lを保持

表3 K施設から分離された従属栄養細菌に対する各種薬剤の殺菌効力試験

薬剤	濃度	30分後		120分後		薬剤名	濃度	30分後	120分後
		菌数	最終濃度	菌数	最終濃度			菌数	菌数
モノクロラミン	5 mg/L	< 10	4.7	< 10	4.5	過酸化水素	0.5%	< 10	< 10
	10 mg/L		9.3		9.3				
	15 mg/L		14.0		13.5				
	20 mg/L		18.3		18.2				
	25 mg/L		22.5		22.3				
	30 mg/L		28.0		26.9				
遊離塩素	5 mg/L	< 10	2.0	< 10	2.0	対照		2.0×10^5	5.6×10^5
	10 mg/L		8.0		8.0				
	15 mg/L		12.0		12.0				
	20 mg/L		15.0		15.0				
	25 mg/L		20.0		20.0				
	30 mg/L		24.0		24.0				

表4 H施設から分離された従属栄養細菌に対する各種薬剤の殺菌効力試験

薬剤	濃度	30分後		120分後		薬剤名	濃度	30分後	120分後
		菌数	最終濃度	菌数	最終濃度			菌数	菌数
モノクロラミン	5 mg/L	7.1×10^5	5.1	3.4×10^5	4.6	過酸化水素	0.5%	6.3×10^3	3.6×10^2
	10 mg/L	1.9×10^5	9.8	1.5×10^4	9.0		1.0%	5.9×10^2	3.0×10
	15 mg/L	1.9×10^3	14.7	4.0×10	14.0		1.5%	1.2×10^2	< 10
	20 mg/L	< 10	19.0	< 10	18.6		2.0%	< 10	
	25 mg/L		24.2		23.4				
	30 mg/L		28.6		27.8				
遊離塩素	5 mg/L	3.6×10^5	4.6	1.4×10^4	4.0	対照		3.4×10^5	3.6×10^5
	10 mg/L	6.1×10^4	8.0	1.9×10^4	8.0				
	15 mg/L	5.1×10^4	12.7	< 10	10.8				
	20 mg/L	1.0×10^4	17.3		15.0				
	25 mg/L	4.6×10^4	22.5		21.9				
	30 mg/L	3.0×10^4	26.9		26.5				

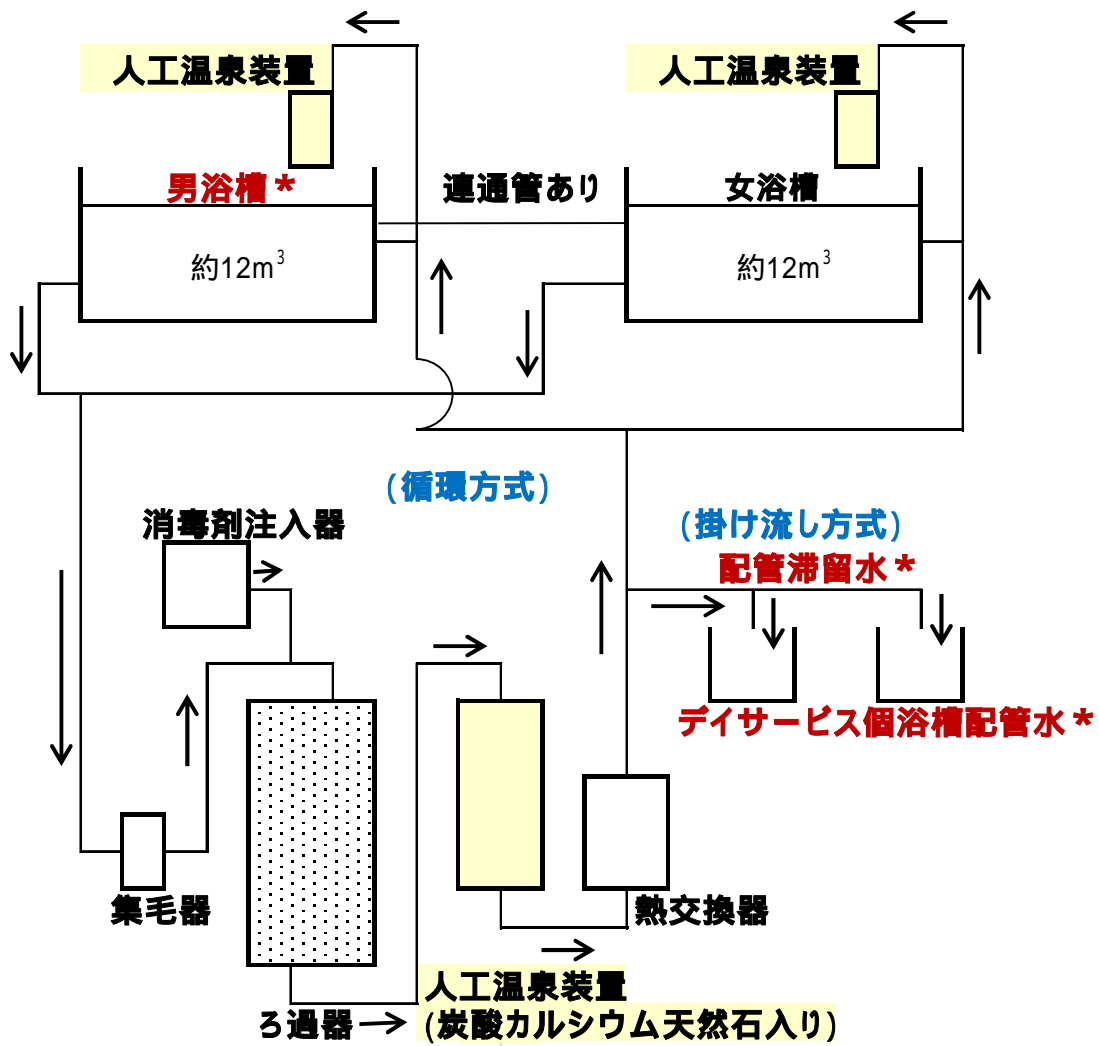


図1 社会福祉施設入浴設備の循環系統図

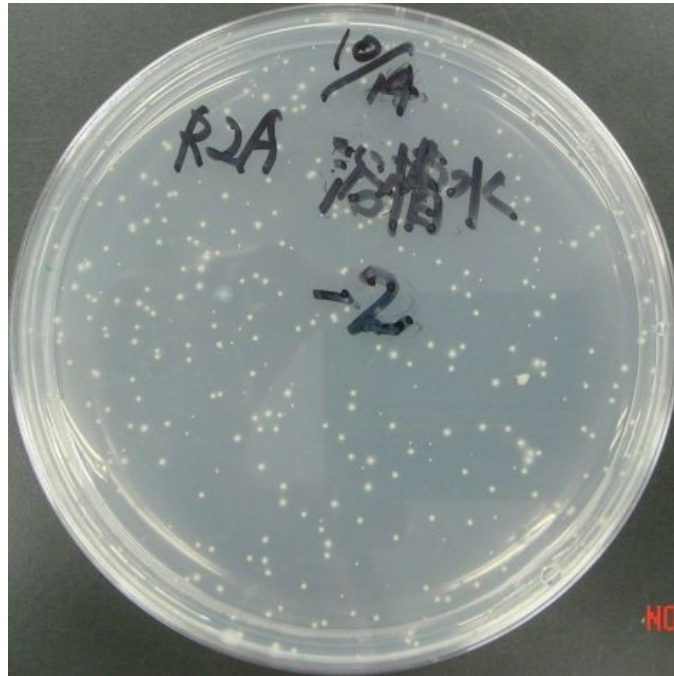


図2 社会福祉施設の浴槽水から分離された従属栄養細菌
(R2A 寒天平板, 37℃, 7日間培養)