

⑤ 温度計接続管は現在流通しておらず、汚れが溜まっていたため、その開口部周辺に塩素剤を投入し、その後高圧洗浄装置が届く範囲で洗浄を行った。

10月15日は浴槽水の塩素濃度を60mg/Lとして約30分間漬け置き後、中和排水し、その後通常どおりジェット洗浄、塩素剤噴霧を行なった。

(5) A施設の試験結果まとめと考察

- ・ 供給湯中にレジオネラ属菌が不検出であっても、浴槽内壁に付着するレジオネラ属菌が浴槽水中に出てきて、 10^2 台 CFU/100mL 検出された。
- ・ 殺菌洗浄を行った10月15日の翌日の採水では、浴槽水のレジオネラ属菌は不検出となった。
- ・ 殺菌洗浄5日目の夜の採水では40CFU/100mL 検出されるようになった。
- ・ 一般細菌数、HPCは殺菌洗浄翌日の10月16日でも、夜には各 2.9×10^5 CFU/mL、 8.0×10^5 CFU/mL 検出され、浴槽水中で増殖することが考えられた。
- ・ 11月13日、UV入り口でレジオネラ属菌数が10CFU/100mL 検出されたが、UV湯口では不検出であり、紫外線の殺菌効果が確認された。
- ・ 本温泉では、供給湯の温度が高いため、もともと細菌数が低い値を示している。
- ・ 設置・通水2ヵ月後の紫外線殺菌装置の点検により、石英保護管に鉄の付着が確認され、照射線量が初期の約半分になっていた。

2. B施設

(1) 試験条件

	紫外線処理浴槽	対照浴槽
浴槽の種類	男子露天風呂	男子屋内大浴場
浴槽容量 (m ³)	13	40
浴槽の材質	周囲の内壁は岩を組み合わせたもの、底面は平らな石で構成されている。	内壁面をタイルで覆ったもの。
供給湯量 (m ³ /h)	2.5 (10*)	3 (40*)
紫外線照射線量 (mJ/cm ²)	40 (10*)	紫外線照射無し
浴槽滞留時間 (h)	5.2	13
補給湯温度 (°C)	57	
清掃方法、頻度	数日から1週間に一度(不定期)、水抜きしジェット洗浄、その後殺菌剤を散布。	
湯張り時	水抜き清掃後の、湯張り時は湯張りの時間を短くするために通常の供給湯配管とは別に大容量の供給湯配管から湯を供給して湯張りする。 カッコ内 *印で示した数字は、湯張り時の供給水量及び紫外線処理系統での照射線量である。	

温泉の水質（平成17年8月31日採水）

項目	値	項目	値
pH	7.9	電気伝導率(mS/m)	390
カルシウム	510	塩化物イオン	1100
マグネシウム	32	硫酸イオン	320
マンガン	<0.05	Mアルカリ度	38
鉄	<0.05	ケイ酸	54

単位：pHは無し、その他はmg/L、カルシウム、マグネシウム、Mアルカリ度はCaCO₃換算値。

(2) 試験日程

年 月/日	内容
2005年 12/3、4	試験前採水(晩、朝、昼、晩)
2005年 12/14	午前に採水した後、紫外線装置設置、浴槽の洗浄実施後、紫外線処理開始
2005年 12/15	第一回目採水(昼、晩)
2005年 12/20	浴槽の清掃実施
2005年 12/21	第二回目採水(朝、晩)
2005/12/28、2006/1/7	浴槽の清掃実施
2006年 1/11、12	第三回目採水(晩、翌朝) 1/11の午前(採水後)浴槽の清掃実施
2006年 2/13、14	第四回目採水(晩、翌朝)

(3) 細菌数測定結果

表中の細菌数単位：レジオネラはCFU/100mLであり、表中0は10CFU/100mL未満を示す。一般細菌数、HPC(従属栄養細菌数)はCFU/mL。

①12月3日、4日採水

	検査項目	レジオネラ	一般細菌数	HPC(25°C)
UV:湯口	3日夜	0	1	8
	4日朝	0	1	520
	4日昼	0	0	47
	4日晩	0	3	7
UV:浴槽	3日夜	10	6800	850000
	4日朝	10	1060	650000
	4日昼	0	2300	670000
	4日晩	30	1630	500000
内湯浴槽	3日夜	220	14800	620000
	4日朝	1600	2020	170000
	4日昼	910	1400	97000
	4日晩	1900	4300	360000

紫外線殺菌装置設置前の調査結果である。UV浴槽(露天浴槽)では湯口からはレジオネラ属菌が不検出であるが、浴槽水からは少ないながらも検出されている。一般細菌数、HPCはほぼ同じオーダーの菌数である。

内湯浴槽水からはやや高い菌数のレジオネラ属菌が検出されている。

②12月14日、15日採水

	検査項目	レジオネラ	一般細菌数	HPC(25℃)
UV：入口	14日午前	NT	NT	NT
	15日昼	0	0	10
	15日晚	0	0	150
UV：出口	14日午前	NT	NT	NT
	15日昼	0	0	0.45
	15日晚	0	300	0.02
UV：湯口	14日午前	0	0	20
	15日昼	0	1200	1.7
	15日晚	0	480	195
UV：浴槽	14日午前	40	120	56000
	15日昼	0	10	2.4
	15日晚	0	59	84
内湯浴槽	14日午前	1800	290	137000
	15日昼	200	100	41000
	15日晚	260	2000	540000

14日午前の採水は、紫外線装置設置前である。14日午前の採水後、UV浴槽、内湯浴槽とも洗浄を行った。

UV浴槽は15日昼、夜ともレジオネラ属菌は不検出、一般細菌数、HPCは低い値であった。15日昼と晩のUV湯口の一般細菌数、HPCがやや高い菌数を示しており、紫外線装置から湯口までの配管からの混入が考えられる。

内湯は洗浄後、やや菌数が低下するがレジオネラ属菌が検出されている。

③12月21日採水

	検査項目	レジオネラ	一般細菌数	HPC(25℃)
UV：入口	朝	10	0	100
	晩	10	40	9900
UV：出口	朝	0	30	50
	晩	0	110	10200
UV：湯口	朝	0	10	1590
	晩	10	210	3210
UV：浴槽	朝	55	48	326000
	晩	50	130	479000
内湯浴槽	朝	1235	630	250000
	晩	1285	700	413000

湯口、晩のサンプルからレジオネラ属菌が10CFU/100mL検出されている。UV浴槽水からはそれよりもやや高めの菌数が検出されている。

④1月11日、12日採水

	検査項目	レジオネラ	一般細菌数	HPC(25°C)
UV：入口	11日朝	NT	460	9400
	11日晚	0	0	43
	12日朝	0	0	49
UV：出口	11日朝	NT	11700	15600
	11日晚	0	0	17
	12日朝	0	0	7
UV：湯口	11日朝	NT	NT	NT
	11日晚	0	0	0
	12日朝	0	0	2
UV：浴槽	11日朝	320	540	340000
	11日晚	0	0	13
	12日朝	0	120	255000
内湯浴槽	11日朝	20	3400	630000
	11日晚	30	4700	530000
	12日朝	20	4500	710000

11日の朝に採水後、浴槽の洗浄を行なっている。このため、UV浴槽は11日朝はレジオネラが320CFU/100mL検出したが、11日晚と12日朝は不検出となっており清掃の効果が認められる。UV浴槽の一般細菌数とHPCは洗浄後の11日晚には一旦低下するが12日朝には菌数が増加している。これは、一般細菌数とHPCの菌数は洗浄後一日以内に高い菌数（一般細菌数で 10^2 台、HPCで 10^5 台）にまで増加することを示す。

⑤2月13日、14日採水

	検査項目	レジオネラ	一般細菌数	HPC(25°C)
UV：入口	13日晚	0	59	92
	14日朝	0	530	610
UV：出口	13日晚	0	680	590
	14日朝	0	340	380
UV：湯口	13日晚	0	74	1290
UV：浴槽	13日晚	0	1610	250000
	14日朝	0	1440	166000
内湯浴槽	13日晚	10	534	890
	14日朝	20	11600	112000

レジオネラ属菌数は、内湯浴槽を除き全て不検出となっている。一般細菌数、HPCはUV入口、UV出口とも検出されており、配管内部の汚染が考えられる。浴槽水中の一般細菌数、HPCはいずれも高い値を示している。

(4) B施設の試験結果まとめと考察

- ・紫外線装置出口は常時レジオネラ不検出を維持したが、湯口では12月21日晚に10CFU/100mL検出した。UV処理を行なっている場合も、UV装置から浴槽間での汚染が考えられた。
- ・湯口のレジオネラ属菌数が不検出又は10CFU/100mLに対して浴槽水では50から320CFU/100mLのレジオネラ属菌数が検出された。供給湯のレジオネラ属菌数が低

い場合でも浴槽内のレジオネラ属菌が検出される。

- ・UV浴槽では清掃を行なった直後(翌日)ではレジオネラ属菌が不検出となる。これに対して対象浴槽では清掃直後でも不検出とならない。浴槽の構造や清掃の内容によって効果が異なっていることが考えられる。
- ・一般細菌数、HPCは一日のうちで各2桁、5桁に菌数が増加する。

3. C施設

(1) 試験条件

	紫外線処理浴槽	対照浴槽
浴槽の種類	男子内風呂	女子内風呂
浴槽容量 (m ³)	7	7
浴槽の材質	磨いた石	磨いた石
供給湯量 (m ³ /h)	3	3
紫外線照射線量 (mJ/cm ²)	35	紫外線照射無し
浴槽滞留時間 (h)	2.3	2.3
補給湯温度 (°C)	47~53	
清掃方法、頻度	毎日営業終了後、水抜きしジェット洗浄、その後6%塩素水を散布。 貯湯槽は毎月洗浄、配管は半年に一度酸洗浄を実施。	

温泉の水質 (平成18年1月24日採水)

項目	値	項目	値
pH	7.8	電気伝導率(mS/m)	1900
カルシウム	280	塩化物イオン	6400
マグネシウム	46	硫酸イオン	<1
マンガン	0.17	Mアルカリ度	200
鉄	1.2	ケイ酸	26

単位：pHは無し、その他はmg/L、カルシウム、マグネシウム、Mアルカリ度はCaCO₃換算値。

(2) 試験日程

年 月/日	内容
2006年 2/6	試験前採水(貯湯槽の底部堆積物と温泉水)、紫外装置設置。貯湯槽清掃、温泉供給管を酸洗浄実施。
2006年 2/10	紫外線処理開始
2006年 2/12	第一回目採水
2006年 2/26	第二回目採水
	継続中

(3) 細菌数測定結果

細菌数の単位：レジオネラは CFU/100mL、表中 0 は 10CFU/100mL 未満を示す。

一般細菌数、HPC(従属栄養細菌数)は CFU/mL。

①2月6日採取

貯湯槽の堆積物の上澄み水中のレジオネラ属菌数は、 6.0×10^3 CFU/100mL。

堆積物の成分は、酸化鉄 49%、灼熱減量 31%であり鉄バクテリアを主体とするものと判断された。

貯湯槽の水温は 47℃程度であり、レジオネラ属菌が定着している可能性が高い。

(4) C施設の試験まとめと考察

現在データ収集中であるが、温泉水中の鉄濃度が高いため紫外線殺菌灯の石英保護管の鉄分による汚れが認められている。

現状のメンテナンスとしては、1週間に一度、酸による洗浄を実施している。

D. 結論

- ・掛け流し式温泉において、湯口から供給される温泉湯中にレジオネラ属菌が検出されない場合も、浴槽水中からレジオネラ属菌が検出された。
- ・この原因は、浴槽の内壁や隙間部分にレジオネラ属菌が定着しているためと考えられ、そこから浴槽水中へレジオネラ属菌が供給される。
- ・浴槽の清掃、消毒を徹底することで浴槽水中のレジオネラ属菌を不検出にすることができるが、清掃の内容と不検出維持効果の持続期間は明らかでない。
A施設の例として、高濃度塩素洗浄後、毎日全換水とジェット洗浄+塩素噴霧を行なって、5日目の採水でレジオネラ属菌が 40CFU/100mL 検出されている。
- ・今回、試験を実施したAとB施設では、温泉水の温度が高いため紫外線処理前でも、レジオネラ属菌が不検出あるいは 10CFU/100mL 程度と低い紫外線殺菌装置出口では常時不検出を維持できていた。
但し、紫外線殺菌装置から湯口の間配管系で汚染を受けている可能性が考えられた。紫外線殺菌装置の設置場所や湯口までの配管の殺菌洗浄法に検討が必要である。
- ・浴槽水中の一般細菌数と従属栄養細菌数は、殺菌洗浄を行った直後でも、浴槽水中で増加し、一日以内にA施設ではいずれも 10^5 CFU/mL、B施設ではそれぞれ 10^2 CFU/mL、 10^5 CFU/mL のレベルにまで達した。
紫外線処理では浴槽水中での一般細菌数、従属栄養細菌数を制御することは困難であり、浴槽水中の大腸菌の存在も含めて今後の検討課題である。
- ・掛け流し温泉浴槽のレジオネラ属菌対策としては、貯湯槽でレジオネラ属菌が増殖する温泉施設において、湯口の間近に紫外線殺菌装置を設置することは有効である。
- ・更に、今後の課題としては、浴槽の清掃・消毒の具体的な手段と、浴槽内でレジオネラ属菌不検出を維持する期間の見極めが必要である。

E. 文献

なし

F. 研究発表

なし

G. 知的財産権出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）
「掛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」
主任研究者 井上 博雄 愛媛県立衛生環境研究所

分担研究報告書

掛け流し式温泉における病原微生物汚染の実態調査（1）
衛生管理、施設設備の問題点

分担研究者

遠藤 卓郎 国立感染症研究所 寄生動物部
大谷 勝実 山形県衛生研究所
黒木 俊郎 神奈川県衛生研究所
杉山 寛治 静岡県環境衛生科学研究所
烏谷 竜哉 愛媛県立衛生環境研究所
藏元 強 鹿児島県環境保健センター

研究協力者

村上 光一 福岡県保健環境研究所
八木田健二 国立感染症研究所
佐々木美江 宮城県保健環境センター
八柳 潤 秋田県衛生科学研究所
齋藤志保子 秋田県衛生科学研究所
山口 誠一 山形県村山保健所
長 則夫 栃木県保健環境センター
藤田 雅弘 群馬県衛生環境研究所
田口 寛 京都府保健環境センター
江崎 久雄 京都府保健環境センター
藤原 恵子 京都府保健環境センター
中嶋 洋 岡山県環境保健センター
井上 智 愛媛県立衛生環境研究所
田栗 利紹 長崎県衛生公害研究所
吉國謙一郎 鹿児島県環境保健センター

研究要旨

今回の「掛け流し式温泉」の調査で明らかとなった、レジオネラ属菌等の病原微生物の汚染を防止する上での、掛け流し式温泉における衛生管理の潜在的な問題点等は以下のとおりである。

- 1 「掛け流し式温泉」では浴槽水を塩素等で消毒していない施設が 74.7%を占めていた。
- 2 （レジオネラ属菌等の汚染源となりやすい）貯湯槽を設置している施設が多く（71%）、貯湯槽の清掃頻度が低かった（6ヶ月以上の間隔で1度実施する施設が41.5%）。
- 3 配湯管に関しては約6割の施設が、管内清掃を実施した経験がなかった。
- 4 浴槽に関して、換水および清掃を2日以上の間隔で一度しか実施しない施設が18.1%を占め、浴槽の薬剤による消毒が行なわれている施設は39.4%しかなく、施設ごとに浴槽の洗浄方法にばらつきがあった。

明らかとなった問題点のうち、特に上記の4点に関して、それぞれ効果的に対応することが、「掛け流し式温泉」のレジオネラ属菌等の病原微生物汚染対策に有効であることが判明した。

A. 研究目的

一般に「掛け流し式温泉」と呼ばれる浴場施設における「掛け流し」という語の定義は公には定まっていない。しかし日本温泉科学会編集の成書（佐々木信行ら、日本温泉科学会編、温泉学入門―温泉への誘い、コロナ社、東京）によれば「循環式浴槽の温泉に対し、源泉の湯をそのまま使い捨てできる温泉はかけ流し温泉と呼ばれています」と記載されている。このように、一般に浴場における「掛け流し」とは「循環式」に対比して用いられる概念であると考えられる。近年、浴場等、特に循環式浴場におけるレジオネラ属菌の集団感染事例が多く報告される中、「循環式」浴場は危険で、「掛け流し」は安全であるといった、一般の常識が形成されつつあり、施設側も掛け流しであることを喧伝する傾向が見られる。

しかし、我々は既に、掛け流し式温泉の浴槽水等の74試料中約58%に自由生活性アメーバの汚染が起こっていることを報告している（平成13～15年度厚生労働科学研究費補助金がん予防等健康科学総合研究事業 温泉・公衆浴場、その他の温水環境におけるアメーバ性髄膜脳炎の病原体 *Naegleria fowleri* の疫学と病原性発現に関する研究、主任研究者 遠藤卓郎）。自由生活性アメーバはレジオネラ属菌の増殖に欠くことのできない存在で、自由生活性アメーバの存在とレジオネラ属菌の存在は関連していることが知られている。よって、「掛け流し」式浴場施設でも、レジオネラ属菌の汚染が起こっていることが十分予測される。また、従来の報告から浴場施設などエアロゾルが発生する施設ではレジオネラ属菌に加えて、非結核性抗酸菌、*Naegleria fowleri*、及びある種のウイルスなどが、また浴槽そのものでは、レジオネラ属菌に加えて、*Acanthamoeba*、*Burkholderia*、あるいは *Pseudomonas* などが健康被害を惹起する可能性があることが知られている。

しかしながら、一般に（巷間）安全であると考えられている掛け流し式温泉に対して、レジオネラ属

菌感染を中心とする病原微生物による健康被害の潜在的な危険性の有無について判断を行なうには、掛け流し式温泉を対象とした十分な調査数をもつ報告がいまだ見られず、さらなる調査が必要である。

そこで今回、掛け流し式温泉における適切な衛生管理手法を開発することを最終目的に、全国13府県のいわゆる掛け流し式温泉107施設に対して、衛生管理、及び、衛生管理に係る施設の設備状況等の実態を調査した。

その成果として、レジオネラ属菌等の病原微生物の汚染を防止する上での、掛け流し式温泉における衛生管理の潜在的な問題点を明らかにした。

B. 研究方法

平成17年に、全国13府県のいわゆる掛け流し式を標榜している温泉107施設の139の浴槽（表1）を対象とし、基本項目として泉質、泉温、湧出量（共同源泉から分配される場合の配当量、自噴の場合の湧出量、人工的にくみ上げる場合の揚湯量をあわせて湧出量とした）を調査した。

ついで衛生管理に関する項目として、浴槽水の消毒の有無、消毒方法、消毒している場合は薬剤の注入方法および注入場所、貯湯槽に関する衛生管理に関する項目（貯湯槽の有無、貯湯槽の材質、貯湯槽の外気との遮断の有無、貯湯槽の設定温度、貯湯槽の清掃頻度、貯湯槽の清掃方法）、配湯管の衛生管理に関する項目（本管の清掃状況、施設内配湯管の清掃状況）、浴槽等の衛生管理に関する項目（浴槽容積、浴槽材質、完全換水の頻度、湯口から浴槽への給湯量、換水率、浴槽の清掃状況）を調査した。

調査に当たっては、各地域の地方衛生研究所職員あるいは保健所職員が、実際に現地へ赴き、施設担当者に対面で現地調査することを基本とし、可能な限り、各施設の温泉分析書等の公的文書にて、泉質等の基本項目等を確認した。

C. 研究結果

1. 基本項目（泉質、泉温、湧出量、循環配管の有

無) (表 2.1、2.2)

調査対象施設の揭示用泉質は、塩化物泉および単純温泉が比較的多かった。泉温は 50 度以上を示す施設が 61.5%と過半数を占め、42 度以上の高温泉が 82.7%を占めていた。

湧出量は 100 L/分未満の施設が最も多く、不明を除く 80 施設のうち 38.8%を占めていた。

2. 衛生管理に関する項目

浴槽水の消毒状況 (図 2、表 3.1.1、表 3.1.2、表 3.1.3)

浴槽水を薬剤で処理 (消毒) していた施設は、23.4%であり、消毒を実施していない施設が 74.7%と多数を占めていた。消毒方法としては塩素によるものが 92%を占め、他に紫外線と塩素の組み合わせ、あるいは 4 級アンモニウムを使用する施設がそれぞれ、1 施設あった。塩素の注入場所としては浴槽に直接注入するものが多く (40%)、貯湯槽に注入する施設も 32%見られた。

貯湯槽の衛生管理 (図 3、表 3.2.1、表 3.2.2、表 3.2.3、表 3.2.4、表 3.2.5、表 3.2.6)

貯湯槽を有する施設が 71%と多数を占めていた。貯湯槽の素材は fiber reinforced plastics (FRP) が多く、外気との遮断がなされている施設が 76.2%あったが、外気と遮断されていない貯湯槽を持つ施設が 19.7%を占めていた。設定温度では、源泉そのままの施設が多く 79.0%を占めていた。貯湯槽の清掃頻度は、定期的実施している施設が半数以上の 54.0%を占めたが、実施していない施設も四分の一 (25%) の施設に認められた。また、貯湯槽の清掃を定期的実施している施設では、半年以上の間隔で一度実施している施設が 17 施設 (41.5%) で多くを占めていた。

配湯管の衛生管理 (図 4、表 3.3.1、表 3.3.2)

配湯管のうち、源泉から施設を結ぶ本管の清掃を実施している施設は、わずかに 39.5%の施設であり、半数以上の施設 (57.9%) で本管の清掃が行なわれていなかった。施設内配湯管の清掃も同様に半数以上の施設 (56.4%) で、施設内配湯管の清掃が実施

されていなかった。

浴槽の衛生管理 (図 5、図 6、図 7、表 3.4.1、表 3.4.2、表 3.4.3、表 3.4.4、表 3.4.5、表 3.4.6、表 3.4.7、表 3.4.8)

浴槽の容積は、2 m³ 未満の比較的小さな浴槽が多く、バイオフィーム形成との関連で重要と考えられる浴槽の素材は、タイル (48.8%) 及び石 (33.9%) が多かった。湯口から浴槽への給湯量は、20 L/分未満の施設が 47.2%を占めていたが、100 L/分以上の施設も 5 施設 (6.8%) あった。換水率は平均 0.36 回 / 時間であった。

衛生管理で重要と考えられる完全換水および浴槽清掃の頻度は、毎日行なう施設が 71.7%を占める一方、2 - 7 日に一度の施設が 21 施設 (16.5%)、30 日 (一ヶ月) に一度の施設も 2 施設 (1.6%) あった。ついで浴槽の衛生管理に直接関係する浴槽の清掃方法は、薬剤による処理 (消毒) を行なっている施設が、39.4%を占める一方、消毒を行なっていない施設が 60.6%存在した。また、消毒を行なっている施設でも週に一度のみ行なっている施設が全体の 5.5%を占めていた。消毒を行なう際にはブラシがけあるいは高圧水の噴射との組み合わせが多かったが、消毒薬の散布のみの施設が 2 施設 (1.8%) 認められた。浴槽の消毒を行なっていない施設では、ブラシがけを中心に洗剤を組み合わせる施設が 22.9%あったが、ブラシがけのみの施設も高率 (24.0%) に見られた。同様に高圧水のみの施設が 5 施設 (4.6%) あった。

D. 考察

今回、掛け流し式温泉における適切な衛生管理手法を開発することを最終目的に、全国 13 府県のいわゆる掛け流し式温泉 107 施設に対して、衛生管理、及び、衛生管理に係る施設の設備状況等の実態を調査した。

「掛け流し式温泉」と呼ばれる浴場施設における「掛け流し」という語は「循環式」に対比して用いられる概念であると考えられる。環境省は、利用者への情報提供を目的として平成 17 年 5 月より、温

泉水を加水、加温、循環させる場合等は掲示を行なうよう、温泉法施行規則を改正した。しかし、「掛け流し」という用語については定義されていない。また、他にも掛け流しの定義は公的には見られない。それゆえ、今回の調査では、掛け流し式温泉の定義として「いわゆる掛け流し式を標榜している温泉」としたが、この定義は、今回の調査目的に関するれば現実的で、かつ合目的的であると考ええる。図 1 に、「掛け流し式温泉」という言葉から、一般に想起される浴場施設のイメージと、今回の調査で明らかとなった「掛け流し式温泉」を標榜している施設での実際の給湯系のイメージを示した。加温、加水などについて、一般（巷間）のイメージと現実の間に、やや乖離があるとも考えられるが、衛生管理の面からは貯湯槽の存在等がより問題である。

いずれにせよ、衛生管理の面からも「掛け流し式温泉」の公的定義制定の必要性が将来生じる可能性があるとして予測される。

1. 基本項目（泉質、泉温、湧出量）について

環境省 (http://www.env.go.jp/nature/onsen/riyou_zititai16.pdf) によれば平成 16 年度の全国の温泉地数は 3,114、源泉総数は 27,644 であった。源泉を温度別に見ると、25 度未満が 15.8%、25 度以上 42 度未満 28.5%、42 度以上が 55.7%となっている（水蒸気・ガスを除く）。今回の調査では、結果が明らかとなった 104 施設では、25 度未満が 4.1%、25 度以上 42 度未満 11.5%、42 度以上が 82.7%となっており、42 度以上の源泉（高温泉）をもつ施設が多かった。これは、掛け流しという性格上、加温を必要としなくとも供給可能な比較的高温の泉温で、掛け流し式が多くおこなわれることを反映していると考えられる。

2. 衛生管理に関する項目について

2-1 浴槽水

温泉を含む浴場施設におけるレジオネラ属菌を中心とする病原微生物による汚染は、浴槽、貯湯槽、配管、ろ過器を含む全ての設備の水に接する面（接水面）におけるバイオフィルムの発生により萌芽す

る。なぜなら、レジオネラ属菌は自由生活性アメーバの中で増殖するが、そのレジオネラ属菌あるいは自由生活性アメーバ等の水環境で問題となる病原微生物は、ほとんど（*Pseudomonas* などから構成される）バイオフィilmの中に存在することが明らかとなっているためである。

このことから、レジオネラ属菌を中心とする水環境中の微生物（以下レジオネラ属菌等と略す）の潜在的な危険性を、浴場施設から取り除くには、先ずバイオフィilmの発生を抑える方策が第一義的に検討されるべきである。バイオフィilmの発生に関しては、遊離残留塩素等による殺菌（消毒）が、著効はないものの比較的效果があることが明らかとなっているが、調査対象施設では、浴槽水を消毒している施設は 23.4%しかなく、74.7%の施設で消毒は実施されていなかった。効果があるとされる塩素等の消毒を、たとえ実施しても、浴場施設では高率にバイオフィilmが発生することが指摘されており、消毒さえ実施していない掛け流し式温泉施設では、他の手法により施設内のバイオフィilmの発生、ひいてはレジオネラ属菌等の発生を防止する施策が必要である。

2-2 貯湯槽

ついで、施設の個々の設備等に関して述べる。バイオフィilmの発生予防に関しては、接水面をできるだけ小さくすることが効果的であるが、今回の調査の、掛け流し式温泉施設では、71%に貯湯槽が設置しており（図 3）、このことが接水面を増大させ、バイオフィilm発生の潜在的な危険性を増加させており問題である。加えて、一度除去しても通常数ヶ月で発生することが明らかとなっているバイオフィilm（本研究報告書、源泉貯湯槽のバイオフィilm調査）に対して、調査対象施設では、貯湯槽の清掃を 6 ヶ月以上の間隔で 1 度しか実施していない施設が 41.5%を占め、かつ貯湯槽内の水温を管理していない施設が多く（79.0%）、バイオフィilmが高率に発生していることが予測され、問題があると考えられた。また、貯湯槽の清掃に関しても、薬剤による消毒を実施している施設は 23.7%と低く、バイオフィ

ルムの機械的除去効果が期待されるブラシがけも23.7%で実施されているに過ぎず、発生した、あるいは発生しつつあるバイオフィームをどの程度除去できるか疑問であった。前述のとおりバイオフィームの発生は、レジオネラ属菌等の潜在的な危険性を増大させるため、貯湯槽における、貯湯槽そのものの必要性、容量、清掃頻度及び清掃方法等に関して検討する必要性が明らかとなった。

2-3 配湯管

配湯管に関しても同様に、発生したバイオフィームの除去を行なう配湯管の清掃を実施している施設は4割に満たず、本管および施設内配湯管を含めて約6割の施設が、管内清掃を実施した経験がなかった。このことは、対象施設の配湯管内で多量のバイオフィームが形成され、ひいてはレジオネラ属菌等の発生の危険性が現存することを示唆している。見落とされがちな配湯管に関しては、清掃の必要性を強調し、施設管理者に周知する必要がある。

2-4 浴槽

最も重要と考えられる浴槽に関しては、換水および清掃を毎日行なっている施設が71.7%を占めていたが、2-3日に一度の施設、4-7日に一度の施設も併せて16.5%あり、一ヶ月に一度しか換水および清掃しない施設も2施設(1.6%)あった。換水頻度、清掃頻度の低い施設では、バイオフィーム発生の危険性が高まることが予測される。清掃方法に関しては、薬剤による消毒が行なわれている施設は、39.4%であり、60.6%は浴槽の消毒は行なっていなかった。機械的にバイオフィームを除去する効果が期待できるブラシがけは、86.2%の施設で実施されていた。

ブラシがけは機械的にバイオフィームを落とす効果が高いと考えられるが、実施者により、その効果に大きな差があること(ブラシがけの時間や浴槽面にかかる力などは、個人によりばらつきが予想される)が予測される。一方、通常濃度の遊離残留塩素等の薬剤による消毒では、一度発生したバイオフィームに対して、著効は認められないが一定の効果は報告されている。ことから、適切な薬剤による消

毒と、ブラシがけ等の機械的清掃との併用は、バイオフィームの除去について効果が高いと考えられ、浴槽の清掃に適切な薬剤による消毒の導入を図るべきであると考えられる。

また、ブラシがけについては、何らかの標準的な作業法を確立すれば、浴槽の清掃に関して最も効果的と考えられる。高圧水に関しても、水圧と洗浄効果に関する検討が必要と考えられる。いずれにせよ、浴槽の洗浄に関しては、何らかの標準法を確立することが、バイオフィーム発生ひいてはレジオネラ属菌等の対策に有効と考えられる。

換水率に関しては、その値が大きいほど、浴槽内の有機物の蓄積が少なく、バイオフィームの形成の危険性が低くなると考えられるが、どの程度の換水率であれば、バイオフィーム発生防止に有効であるか、浴槽の構造と併せて更なる検討が必要である。浴槽の材質に関しても、バイオフィームの発生と直接関係すると考えられるが、現在最も多くの施設で用いられているタイルが、バイオフィーム対策に適した素材であるのか、あるいは他の素材が適しているのか、更なる検討が必要である。

E. 結論

「掛け流し式温泉」でのレジオネラ属菌等の病原微生物の汚染を防止する上で重要な、衛生管理の潜在的な問題点を明らかにすることを目的に、平成17年度に、全国の13府県の「掛け流し式温泉」107施設の139浴槽の管理状況を調査した。

その結果、浴槽水を塩素等で消毒していない施設が74.7%を占め、「掛け流し式温泉」ではレジオネラ属菌等の発生を防止するうえで、特別な注意が必要であることが明らかとなった。

個々の設備に関しては、レジオネラ属菌等の汚染源となりやすい貯湯槽が71%の施設で設置しており、多くが貯湯槽内の水温を管理しておらず(79.0%)、貯湯槽の清掃を6ヶ月以上の間隔で1度しか実施していない施設が41.5%を占めていた。配湯管に関しても同様に、本管および施設内配湯管を含めて約6割の施設が、管内清掃を実施した経験がなかった。貯湯槽および配湯管の管理を徹底する

必要性が明らかとなった。

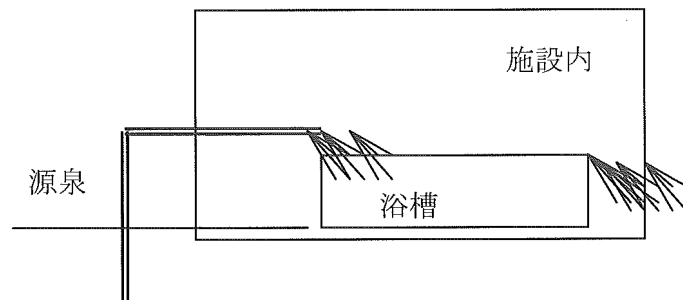
浴槽に関しては、換水および清掃を2・3日に一度、あるいは4・7日に一度しか実施していない施設が併せて16.5%あり、一ヶ月に一度しか実施しない施設も2施設(1.6%)あった。浴槽の薬剤による消毒が行なわれている施設は、39.4%であり、60.6%は浴槽の消毒は行なっていなかった。浴槽の洗浄に関しては、消毒の導入促進を含めて何らかの標準法を確立することが、バイオフィーム発生ひいてはレジオネラ属菌等の対策に有効と考えられた。

F. 研究発表

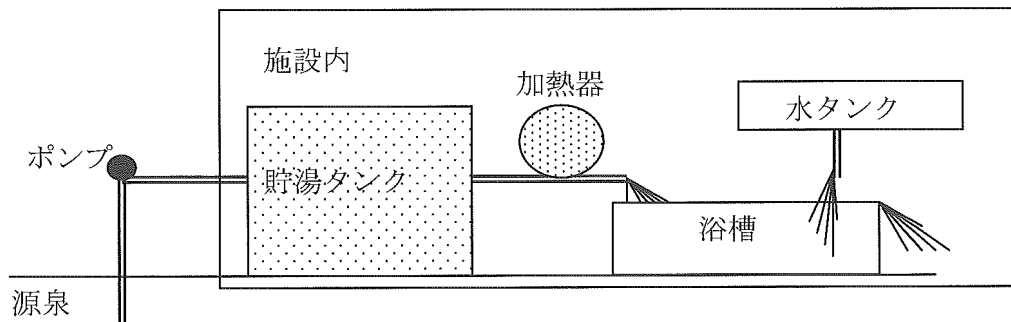
なし。

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし。



A 「掛け流し式温泉」という言葉から、一般に想起される浴場施設のイメージ



B 今回の調査で明らかとなった「掛け流し式温泉」を標榜する施設での実際の給湯系のイメージ（貯湯タンク、井戸水タンクがある場合）

加熱器と水タンクは、通常どちらか一方のみが設置されていることがほとんどであり、その設置場所は各施設によって事情が異なる。今回の調査で、71%の施設が貯湯タンクを有しており、浴槽の換水率は、一時間当たり平均 0.36 ± 0.61 回であり、71.7% の施設が毎日 浴槽水を入れ替えていたが、一ヶ月に一度しか入れ替えない施設も 2 施設 (1.6%) あった。

図1 「掛け流し式温泉」の一般に想起される施設と現実の施設のイメージの対比

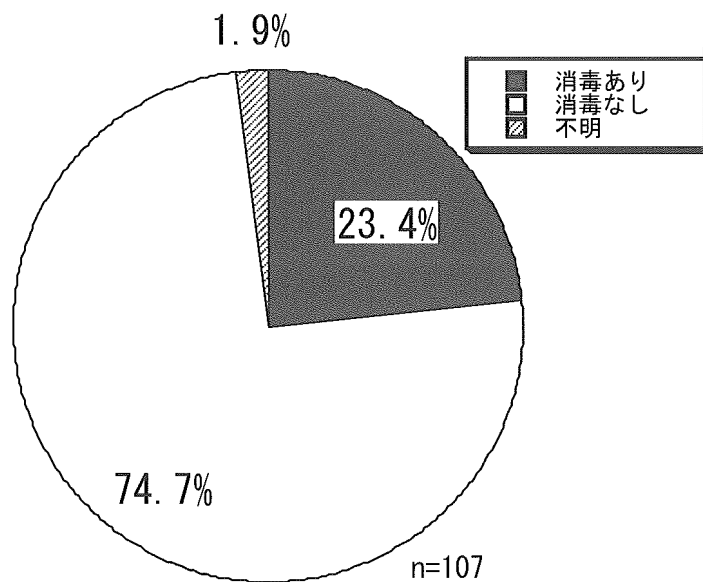


図2 調査施設における浴槽水の消毒状況

74.7%の施設で消毒は施されていないかった。消毒方法は塩素（92.0%）、塩素と紫外線の併用（4.0%）、4級アンモニウム（4.0%）が用いられていた。

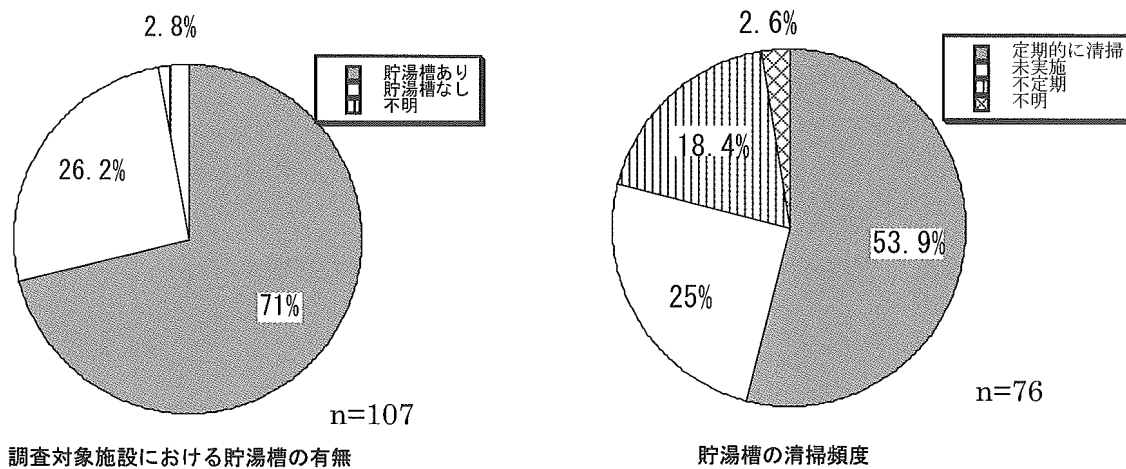


図3 貯湯槽の有無と清掃の頻度

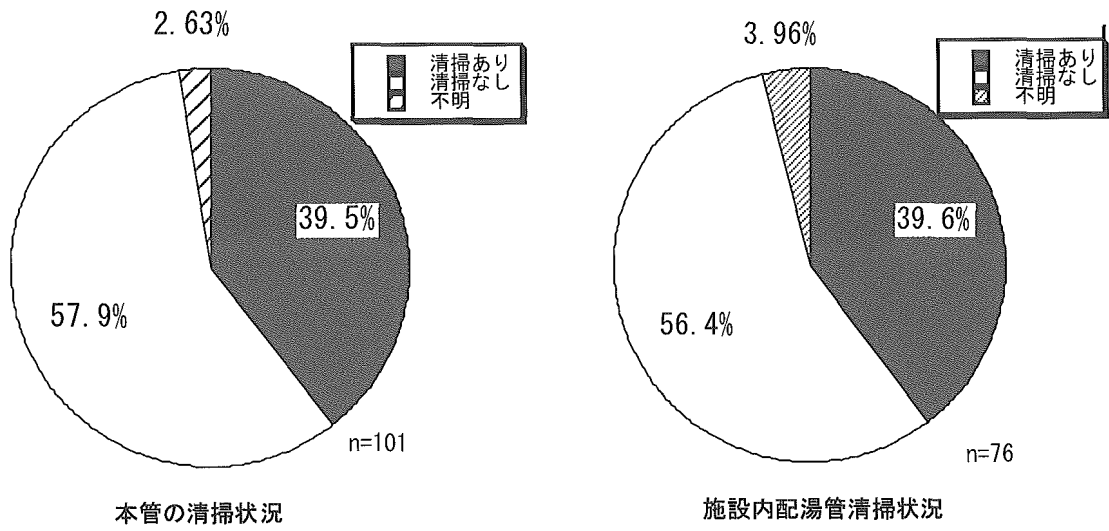


図4 配湯管の清掃状況

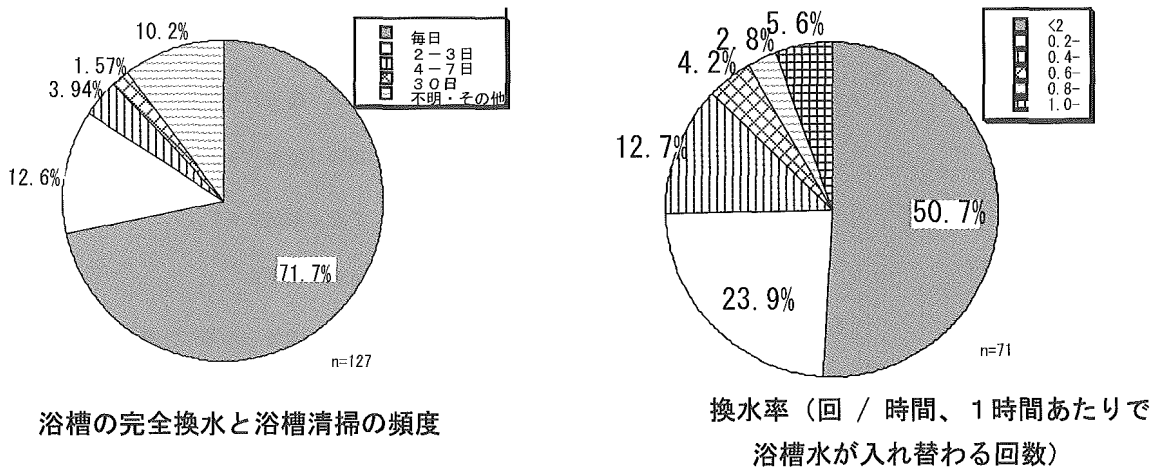


図5 浴槽の換水の状況

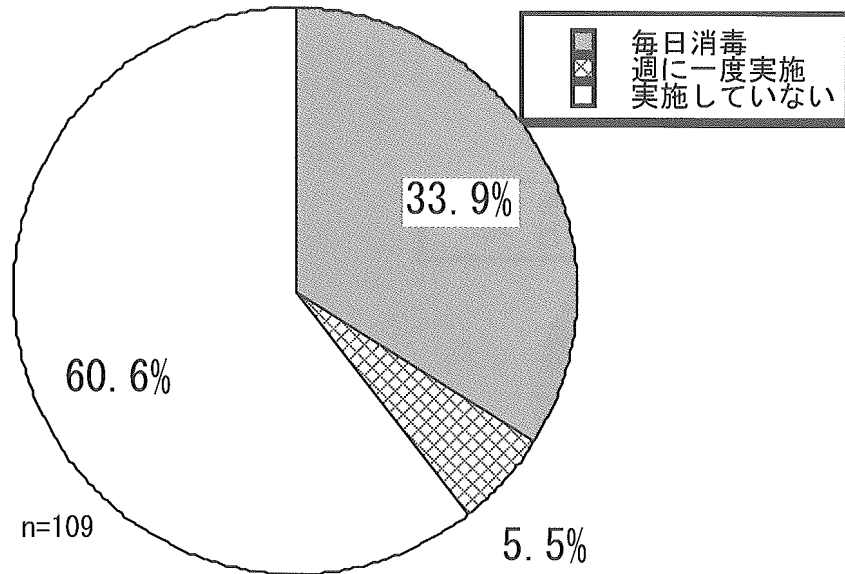


図6 浴槽の清掃に薬剤による処理（消毒）を実施している施設の割合とその頻度

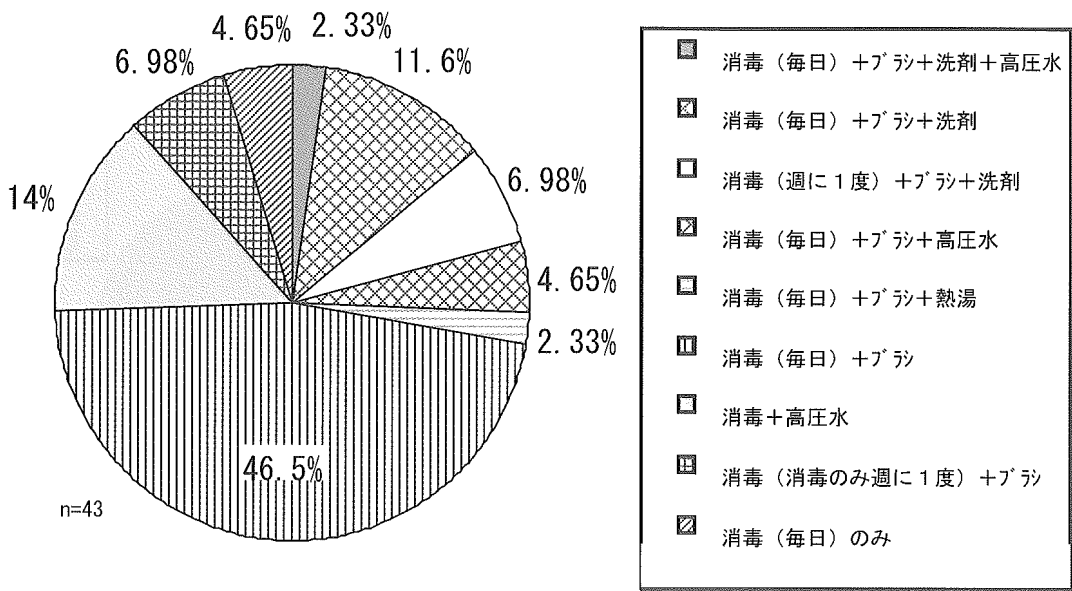


図7 浴槽の清掃に消毒を実施している施設における浴槽の清掃方法

1. 調査対象

表1 県別調査施設、件数

県	施設数	浴槽(うち露天)
A	25	26
B	11	13 (4)
C	9	9 (1)
D	7	11 (5)
E	10	13 (1)
F	5	5 (1)
G	9	9 (3)
H	5	6 (1)
I	4	10 (8)
J	6	6 (1)
K	4	4
L	7	12
M	5	15
	107	139 (25)

2. 基本調査結果

表2. 1 泉質別調査施設 (泉温: °C)

泉質分類	泉温 (°C)							計
	<25	25-	40-	50-	60-	70≦	不明	
単純温泉		5	9	6	5			25
炭酸水素塩泉			4	3		2		9
塩化物泉	1	1	5	12	4	9		32
硫酸塩泉		1	3	5	6	2		17
硫黄泉	1	1	5	5	2	3		17
放射能泉	1							1
冷鉱泉	2							2
不明		1					3	4
	5	9	26	31	17	16	3	107

表2. 2 湧出量 (L/分)

配当量・湧出量(L/分)	<100	100-	200-	300-	400-	500-	不明
施設数	31	19	12	5	4	9	27

最小値: 5.4 L/分、最大値: 4,150 L/分

共同源泉から分配される場合は配当量、自噴の場合は湧出量、人工的にくみ上げる場合は揚湯量をあわせて湧出量とした。

3. 衛生管理に係る調査の結果

3. 1 浴槽水の消毒状況

表 3. 1. 1 浴槽水の消毒

消毒あり	消毒なし	不明	計
25 (23.4)	80 (74.7)	2 (1.9)	107 (100)

表 3. 1. 2 消毒方法 施設数(%)

塩素	塩素+紫外線	4級アンモニウム	計
23 (92.0)	1 (4.0)	1 (4.0)	25 (100)

表 3. 1. 3 注入方法及び注入場所 施設数(%)

注入方法	注 入 場 所						計
	貯湯槽	浴槽	配管	機械室	源泉	不明	
連続	5		3	1		2	11(44)
投げ込み	2	8					10(40)
時間設定	1	2			1		4(16)
計	8(32)	10(40)	3(12)	1	1	2	25 (100)

3. 2 貯湯槽の衛生管理

表 3. 2. 1 貯湯槽の有無 施設数(%)

貯湯槽あり	貯湯槽なし	不明	計
76 (71.0)	28 (26.2)	3 (2.8)	107 (100)

表 3. 2. 2 貯湯槽の材質 施設数(%)

FRP	コンクリート	木	コンクリート&FRP	その他・不明	計
42 (55.2)	18 (23.7)	5 (6.6)	1 (1.3)	10 (13.2)	76 (100)

表 3. 2. 3 貯湯槽の内の外気との遮断 施設数(%)

遮断あり	遮断なし	不明	計
58 (76.2)	15 (19.7)	3 (3.9)	76 (100)

表 3. 2. 4 貯湯槽の設定温度 施設数(%)、複数回答

源泉そのまま	加温	加水	不明	計
60 (79.0)	8 (10.5)	6 (7.9)	2 (2.6)	76 (100)
	40-45℃: 6件 60℃: 1件 75℃: 1件	水道水: 3件 沢水: 2件 湧水: 1件		

表 3. 2. 5 貯湯槽の清掃頻度 施設数(%)

定期的に	未実施	不定期	不明	計
41 (54.0)	19 (25.0)	14 (18.4)	2 (2.6)	76 (100)

1年: 6件、6月: 11件、2-4月: 7件、1月: 11件、1-2週: 3件、1-3日: 2件、不明: 1件

表 3. 2. 6 貯湯槽の清掃方法 施設数(%)、複数回答

ブラシ	消毒	高圧水	加熱	洗剤	業者委託	その他	不明	計
18(23.7)	18(23.7)	17(22.4)	3 (3.9)	2 (2.6)	6 (7.9)	4 (5.3)	4 (5.3)	76 (100)

ブラシのみ: 8件、高圧水のみ: 8件、ブラシ+消毒: 6件、高圧水+消毒: 6件

3. 3 配湯管の衛生管理

表 3. 3. 1 本管清掃 施設数(%)、回答 76 施設

清掃あり	清掃なし	不明	計
30 (39.5)	44 (57.9)	2 (2.6)	76 (100)

表 3. 3. 2 施設内配湯管清掃 施設数(%)、回答 101 施設

清掃あり	清掃なし	不明	計
40 (39.6)	57 (56.4)	4 (4.0)	101 (100)