

表 2-6 化学的洗浄によるレジオネラ属菌抑制効果とその後の挙動

調査回数	採水条件	pH	KMnO ₄ (mg/L)	濁度 (度)	遊離塩素濃度 (mg/L)	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)
洗浄後調査 1回目 (0日後)	塩素投入前	—	4.4	2	0.0	12000
	洗浄作業直後	—	412.3* ¹	0	0.0	<10
	2時間経過後	—	315.3* ¹	0	0.0	<10
2回目* ² (1日後)	塩素投入前	7.3	95.4* ¹	0	0.0	<10
	投入2時間後	7.3	6.0	0	1.5	<10
3回目 (2日後)	塩素投入前	7.3	2.1	0	0.2	<10
	投入2時間後	7.3	2.1	0	1.5	<10
4回目 (3日後)	塩素投入前	7.3	7.0	0	0.1	<10
	投入2時間後	7.3	4.3	0	1.5	<10
5回目 (17日後)	塩素投入前	7.3	4.9	0	0.2	<10
6回目 (33日後)	塩素投入前	7.3	13.8	0	0.2	<10
7回目 (48日後)	塩素投入前	7.3	7.0	0	0.1	<10

* 1 : KMnO₄ 値が異常値であったのは、洗浄作業に使用した過酸化水素の洗浄が完全ではなかったためと考える

* 2 : 塩素投入前後で KMnO₄ 値が低下したのは、湯の完全換水を実施したためである

表 2-7 バイオフィルム試験片拭き取り検査結果

調査回数 (経過日数)	採取場所	ATP (pmol/L)	一般細菌 (CFU/mL)	レジオネラ属 菌数 (CFU/100mL)	アメーバ (個/mL)
1回目 (17日)	試験片	<10	890	<10	0
2回目 (33日)	試験片	19	11	<10	0
3回目 (48日)	試験片	<10	0	<10	0

⑥ 浴槽水原水

浴槽水の原水は、水道法水質基準に適合する水質であった。

表 2-8 原水の水質検査結果

一般細菌 (CFU/mL)	大腸菌 群	NO ₃ ⁻ ・NO ₂ ⁻ (mg/L)	塩素イオン (mg/L)	KMnO ₄ (mg/L)	pH	味
0	陰性	1.23	10.5	1.2	7.3	異常なし
臭気	色度 (度)	濁度 (度)	鉛 (mg/L)	亜鉛 (mg/L)	鉄 (mg/L)	銅 (mg/L)
異常なし	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00

(3) まとめ

生物浄化方式の循環式浴槽では、循環系のろ過器や配管系で遊離塩素濃度が消費される。これはバイオフィーム中の微生物と塩素との反応によるものと判断する。

レジオネラ属菌を含むバイオフィームが存在する循環式浴槽であっても、遊離塩素濃度 0.2~0.4mg/L を 2 時間維持することで浴槽水中のレジオネラ属菌は不検出となる。但し、遊離塩素濃度が消費され濃度が 0mg/L になる翌日には元の菌数レベルで検出される。

化学洗浄は、循環系に生成したバイオフィーム除去に有効であり、レジオネラ属菌供給源を無くし、遊離塩素濃度の消費を少なくする。しかし、その後の遊離塩素濃度管理を適切に実施しない場合は再びレジオネラ属菌が定着するようになる。

2.2.4 日帰り温泉入浴施設における調査

(1) 施設と浴槽の概要

- ・ 種類：日帰り温泉入浴施設
- ・ 所在地：宮城県仙台市
- ・ 竣工年月：平成 5 年 11 月
- ・ 浴槽の使用時間：10:00~22:00
- ・ 利用者数（調査期間中平均）：成人 199 名/日、子ども 36 名/日
- ・ 浴槽容量：屋内浴槽は、男女各 15.0m³、ろ過は男女浴槽で 1 系統（合計 30m³）
屋外浴槽は、男女各 5.4m³ろ過は男女浴槽で 1 系統（合計 10.8m³）
- ・ 浴槽材質等：屋内浴槽は石を切断加工したいわゆる石貼り、屋外浴槽は自然石を積んだもので凹凸が生じている。屋内浴槽には超音波発生装置と打たせ湯の機能を有しているが、打たせ湯は現在使用していない。
- ・ ろ過器の種類：砂式、逆洗機能付き
- ・ 浴槽水の循環回数：屋内浴槽：約 1.7 回/時（ろ過水量 50.0m³/時）、
屋外浴槽：約 3.2 回/時（ろ過水量 35.0m³/時）
- ・ ろ過器の運転時間：屋内浴槽系統：午前 9 時～翌朝午前 1 時（通常自動運転）
屋外浴槽系統：午前 9 時～翌朝午前 0 時 40 分（通常自動運転）
- ・ 逆洗：屋内浴槽系統は毎週日曜日、水曜日と金曜日の深夜
屋外浴槽系統は毎週月曜日と土曜日の深夜
- ・ 塩素剤投入方法：浴槽に直接ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム顆粒剤を投入
- ・ 温泉（源泉）泉質：右表の通り
- ・ 換水の頻度：2 週間に 1 回
- ・ 清掃の頻度・方法：換水前日の営業終了後に塩素剤を添加する。

表 2-9 温泉入浴施設の源泉成分

項目	値	備考
pH	8.0	
電気伝導率	280	mS/m
全硬度	466	(CaCO ₃)
Ca硬度	460	(CaCO ₃)
Mg硬度	6	(CaCO ₃)
酸消費量(pH4.8)	75	(CaCO ₃)
塩化物イオン	780	
硫酸イオン	130	
シリカ	67	
ナトリウム	410	
カリウム	10	

※単位は、pH, 電気伝導率を除いてmg/l

換水時に浴槽の床と壁を浴用洗剤で洗淨する。

ヘアキャッチャーは、毎月第3金曜日の休業日にゴミ除去と清掃を行う。

(2) 調査項目と方法

調査は屋内浴槽系と屋外浴槽系の2系統について、過酸化水素による化学洗淨後の浴槽水等のレジオネラ属菌挙動を105日目まで、おおむね2週間ごとに調査した。

① 化学洗淨前後のレジオネラ属菌数

過酸化水素（1%濃度）を浴槽に循環させて、化学洗淨した前後の浴槽水中のレジオネラ属菌数を調査した。

② 浴槽水

化学洗淨実施後、1週間、その後はおおむね2週間毎に屋内浴槽、屋外浴槽水のレジオネラ属菌数、遊離塩素濃度を測定した。

③ バイオフィルム生成量

屋内、屋外各循環系ヘアキャッチャー内にバイオフィルム試験片を設置し、洗淨後1週間後、その後はおおむね2週間毎に拭き取り、レジオネラ属菌数等を測定した。

④ 砂ろ過器ろ剤の調査

調査開始147日目に、砂ろ過器のろ過層上部のろ材（砂）を循環水とともに採取し、よく混合した後、上澄み水中のレジオネラ属菌数を測定した。

(3) 調査期間の処理経緯

① 調査開始前は、1日1度営業終了の22時に浴槽にジクロロイソシアヌル酸ナトリウム顆粒剤を投入していた。

② 調査開始時、浴槽循環系を過酸化水素により洗淨し、同時にろ過器のろ材を交換した。

③ 調査開始後は、1日1回営業終了の22時に、ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム顆粒剤を屋内浴槽に62.5g、屋外浴槽に37.5g投入した。

調査開始1日目(化学洗淨終了日)と7日目に、浴槽水中の遊離塩素濃度が0.2mg/L以上、2時間以上維持されることを確認した。

④ 調査開始35日目に、遊離塩素濃度0.2mg/L以上を2時間以上維持させることが出来ないことを確認したので塩素剤の投入量を増し、屋内浴槽94.5g、屋外浴槽54gとした。

⑤ 調査開始36日目から塩素剤の投入を朝6時30分と夜22時の一日2回に増やした。

⑥ 調査開始63日目と91日目の2回、営業終了時の22時にジクロロイソシアヌル酸ナトリウム顆粒剤を遊離塩素濃度が50mg/Lになるように投入し、約3時間ろ過器を循環させ、翌朝全換水する高濃度塩素殺菌を行った。

(4) 調査結果

① 化学洗淨前後のレジオネラ属菌数

化学洗浄の工程と洗浄前後のレジオネラ属菌等検査結果は下表の通りである。

表 2-10 化学洗浄の工程とレジオネラ属菌の挙動

調査日程	作業内容	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	遊離塩素濃度 (mg/L)
- 2 日目	レジオネラ属菌検査用の浴槽水試料採取	100	—
0 日目	夜 22 時から洗浄作業開始、薬液投入	—	—
1 日目	循環後排水、水洗。17 時に浴槽水採水。 その後塩素剤投入し、遊離塩素濃度測定。	屋内： 20	0.0
		屋外： <10	0.0
2 日目	AM9 時に浴槽水採水。	屋内： <10	0.4
		屋外： <10	0.3

洗浄終了後（1 日目）に塩素剤を投入しない状態で、レジオネラ属菌の検査をした結果、屋外浴槽は不検出であったが、屋内浴槽から 20CFU/100mL 検出された。洗浄翌日の検査では、遊離塩素濃度も検出されており屋外浴槽・屋内浴槽ともレジオネラ属菌は不検出であった。

洗浄終了後の屋内浴槽から 20CFU/100mL のレジオネラ属菌が検出されたのは、補給水系からの混入又は水洗不十分のバイオフィーム残渣からの検出が考えられる。

② 化学洗浄後の浴槽水・バイオフィームのレジオネラ属菌数

化学洗浄後の浴槽水とバイオフィーム試験片のレジオネラ属菌調査結果を表 2-11, 2-12 に示す。

調査開始 7 日目は、屋内、屋外浴槽とも不検出であったが、21 日目の採水で屋内、屋外浴槽ともレジオネラ属菌が検出された。

36 日目から塩素剤の 1 回当たり投入量を増加し、6 時 30 分と 22 時の 2 回投入に変更した。

50 日目の朝 8 時 50 分の採水では屋内 42000CFU/100mL、屋外 64000CFU/100mL 検出された。50 日目は、朝 6 時 30 分に塩素剤を投入したが、午前 8 時 50 分の採水時に遊離塩素濃度は 0.0mg/L であった。塩素剤の効果を確認する目的で 9 時 30 分に塩素剤を投入、30 分後の 10 時に採水した。レジオネラ属菌数(遊離塩素濃度)は、屋内は 23000CFU/100mL (0.1mg/L)、屋外は 9200CFU/100mL (0.2mg/L) であった。塩素剤投入 30 分後もレジオネラ属菌数は依然として高い値であり、遊離塩素濃度も低くなっていた。

調査開始 64 日目は、前日の 22 時から高濃度塩素殺菌をしており、レジオネラ属菌は屋内浴槽で不検出、屋外浴槽で 10CFU/100mL であった。

その後、77 日目で両浴槽水から再びレジオネラ属菌が検出された。92 日の前日に再度高濃度塩素殺菌を行ったところ、92 日、105 日目の採水ではレジオネラ属菌不検出となった。

バイオフィーム試験片からのレジオネラ属菌数は、浴槽水からレジオネラ属菌の検出された 21 日目から検出されており、64 日目の高濃度塩素殺菌時からは不検出

となっている。

調査開始からの経過日数	採水時刻	入場者数平均		屋内浴槽水		屋外浴槽水		塩素剤投入時刻
		大人 名/日	子ども 名/日	レジオネラ 属菌 CFU/100ml	遊離塩 素濃度 mg/L	レジオネラ 属菌 CFU/100ml	残留塩 素濃度 mg/L	
1日目*1	17:00	-	-	20	0.0	不検出	0.0	
2日目	9:00	-	-	不検出	0.4	不検出	0.3	22:00
7日目	10:00	196	28	不検出	0.0	不検出	0.0	22:00
21日目	9:30	196	27	13000	0.0	27000	0.0	22:00
35日目*2	22:20	121	17	2100	0.0	5200	0.0	22:00
50日目*3	8:50	269	47	42000	0.0	64000	0.0	6:30、22:00
	10:00			23000	0.1	9200	0.2	
64日目*4	11:30	249	45	不検出	2.0	10	0.6	6:30、22:00
77日目	9:00	193	25	2300	0.1	14000	0.1	6:30、22:00
92日目*4	9:00	233	24	不検出	2.5	10	1.0	6:30、22:00
105日目	9:00	135	72	不検出	0.1	不検出	0.1	6:30、22:00
測定期間の平均	-	199	35	-	-	-	-	

* 1 : 塩素剤投入せず

* 2 : 塩素剤投入量及び頻度増加

* 3 : 塩素剤再投入して 30 分後採水

* 4 : 前夜高濃度塩素殺菌実施

表 2-11 日帰り入浴施設浴槽水のレジオネラ属菌数等の変化

浸漬の日数	採取時刻	屋内浴槽の試験片			屋外浴槽の試験片		
		レジオネラ属菌 CFU/mL	ATP pmol/L	一般細菌数 CFU/mL	レジオネラ属菌 CFU/mL	ATP pmol/L	一般細菌数 CFU/mL
1	17:00	-	-	-	-	-	-
2	9:00	-	-	-	-	-	-
7	10:00	不検出	830	120	不検出	53	32
21	9:30	16000	1400	7700	30	340	590
35*1	22:20	22000	2700	12600	270	670	220
50	8:50	300	870	580	80	1100	180
	10:00	-	-	-	-	-	-
64*2	11:30	不検出	50	0	不検出	30	0
77	9:00	不検出	110	810	不検出	110	2100
92*2	9:00	不検出	<10	14	不検出	<10	4
105	9:00	不検出	37	220	不検出	37	47

* 1 : 塩素剤投入量及び頻度増加

* 2 : 前夜高濃度塩素殺菌実施

表 2-12 日帰り入浴施設のバイオフィルム試験片レジオネラ属菌等の変化

③ 砂ろ過器ろ剤の調査

調査開始 147 日目採取のろ材と混合した水からは、屋内浴槽ろ過器 1.1×10^8 CFU/100mL、屋外浴槽ろ過器 3.8×10^8 CFU/100mL のレジオネラ属菌が検出された。ろ材採取時の、浴槽水の遊離塩素濃度は屋内、屋外いずれも 0.1mg/L であり、レジオネラ属菌数はいずれも不検出であった。

(4) まとめ

化学洗浄実施後、7 日目までは浴槽水中のレジオネラ属菌は不検出に維持できたが、営業終了後浴槽に塩素剤を投入する消毒方法では、21 日目の採水で高菌数レベルのレジオネラ属菌が検出されるようになり、レジオネラ属菌の定着が生じた。

その後の間歇的な塩素剤投入ではレジオネラ属菌の抑制は困難であり、高濃度 (50mg/L) 塩素添加による殺菌の併用により抑制した。しかしながら、ろ過器のろ材には高濃度でレジオネラ属菌が定着しており、遊離塩素濃度が低下した場合にレジオネラ属菌出現の危険性が示唆された。

2.2.5 考察

(1) 遊離塩素濃度を連続的に維持した場合の浴槽水の消毒効果

宿泊施設（旅館）における調査の結果、浴槽水中の遊離塩素濃度を連続的に 0.2～0.5mg/L に維持し、週に一度の浴槽水の全換水を行った場合、約 4 ヶ月間の調査期間中浴槽水からはレジオネラ属菌は一度も検出しなかった。

また、バイオフィーム試験片もすべてレジオネラ属菌不検出であり、ATP、一般細菌数もおおむね低い値を維持した。9 回目、10 回目の約 4 ヶ月経過した試験片でも微生物汚染は少なく、循環系内でのバイオフィームの生成が無かったことを示している。

浴槽水原水の水質は、東京都水道水であり、pH7.2 程度と塩素の殺菌効果が低下するような高いものでは無かった。すなわち塩素剤が良く効く水質であった。

入浴者数は 1 日あたり浴槽 1 m³あたり約 10 人と他の 2 例と比較して多く（社員寮では 7 人、日帰り入浴施設では 6 人）、浴槽水の汚れの条件は悪かった。

本施設のレジオネラ属菌消毒結果が良かった要因としては、以下の事項がある。

- ① 浴槽施設は、竣工直後の運転開始時から連続の遊離塩素処理を行っており、試験開始までの 3 ヶ月間に浴槽内、循環系にバイオフィームの付着が無かったと推定される。
- ② 開始後は、遊離塩素濃度を 0.2mg/L 以上連続的に維持したことにより、浴槽内、循環系のバイオフィーム生成が抑制された。
- ③ 浴槽水は遊離塩素濃度の維持により、浮遊性レジオネラが存在した場合も直ちに殺菌される状態に保たれた。

浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量は、5 回目の採水時入浴直後ということも有り 10mg/L を超えたが、他の採水では 10mg/L 程度以下であり、浴槽使用時のオーバーフローや、週に一度の換水により希釈され、蓄積、高濃度化しなかったものとする。

一般に浴槽水の遊離塩素濃度を常時 0.2~0.5mg/L 程度の範囲に維持することは、人手による投入では困難であり、また薬液注入ポンプによる添加であっても自動制御機構が無い場合は入浴者数の変動に追随することは難しい。本施設では、遊離塩素濃度を電極により連続的に測定して制御する方式であったため、遊離塩素濃度の維持管理が適切に行われたものである。

この場合でも、設備の故障による高塩素濃度状態や、薬液の補充遅れによる遊離塩素濃度の不検出状態が生じており、保守管理をしっかりと行う重要性が確認された。

レジオネラ属菌の供給源となるバイオフィームは、一旦付着すると除去するのが困難であるため、本ケースのように遊離塩素濃度を常時連続的に維持させ、バイオフィームを付着させない管理を行うことがレジオネラ属菌対策として有効であると考えられる。

(2) 化学洗浄後に間歇的塩素添加した場合の浴槽水の消毒効果

社員寮、および日帰り温泉入浴施設における調査は、いずれも過酸化水素による化学洗浄後、塩素剤を間歇的に添加処理したものである。

社員寮では、化学洗浄前は浴槽水中の遊離塩素濃度の残留時間が短く 20 分間で 0.1~0.6mg/L 減少したが、化学洗浄後は遊離塩素濃度が長時間維持されるようになり、1日一度の塩素剤投入でも翌日まで遊離塩素濃度が残留した。この結果、調査開始後 48 日目迄の採水ではレジオネラ属菌は不検出であった。

化学洗浄時のろ材交換と配管洗浄により塩素を消費するバイオフィームが除去されたため、レジオネラ属菌の供給源がなくなると同時に遊離塩素濃度の消費が少なくなったものとする。

その後の追跡調査では、48 日目以降、管理者が塩素剤投入量を減らした結果、70 日目、75 日目の採水では塩素投入前の遊離塩素濃度が 0mg/L となり、レジオネラ属菌もそれぞれ 1200、1700CFU/100mL 検出された。これは循環装置が生物浄化式の設計であり、バイオフィームが定着しやすい構造において、遊離塩素濃度が低下(又は不検出)したことで、ろ材にバイオフィームが定着したためと考えられる。

日帰り温泉入浴施設では、化学洗浄後 7 日目、遊離塩素濃度 0mg/L 時の浴槽水採水でレジオネラ属菌は不検出であった。化学洗浄によりレジオネラ属菌の供給源であるバイオフィームが除去され、7 日目まではその状態を維持していたと考えられる。この時バイオフィーム試験片は、屋内浴槽系で ATP 値はやや高めであったが、レジオネラ属菌の定着は無かった。屋外系はいずれの項目も低い値であった。

21 日目の採水では屋内・屋外浴槽とも 10^4 CFU/100mL 台の高い菌数検出された。同時にバイオフィーム試験片からもレジオネラ属菌が検出、ATP 値、一般細菌数も高い値であった。これは、循環系内にレジオネラ属菌を含むバイオフィームが生成したことを示している。

当施設では、夜間営業停止後、塩素剤を浴槽に投入し遊離塩素濃度を維持させる処理を行っていたが、塩素剤添加後の循環が充分でなかった又は遊離塩素濃度の維持時間が短かったこと等により循環系内にレジオネラ属菌を含むバイオフィームが定着したも

のと考えられる。ろ過器は、砂ろ材であり、週に2回ないし3回逆洗を行っていたが、バイオフィームが定着する状況においては、通常の逆洗ではろ材に付着したバイオフィームは除去できなかった。

一旦、循環系内にバイオフィームが生成した状況では、遊離塩素濃度の消費が早くなることもあり、通常管理レベルでの塩素剤添加量や頻度の増加では、レジオネラ属菌の抑制は困難であった。調査期間中に実施した高濃度(50mg/L)塩素濃度による循環系の殺菌処理は、バイオフィームの殺菌にある程度有効であると考えられる。

化学洗浄は、バイオフィームが定着しレジオネラ属菌が検出される循環系のバイオフィーム除去に有効であり、洗浄直後は、以下の効果が期待できる。

- ① 浴槽循環系のレジオネラ属菌供給源が無くなり、浴槽水のレジオネラ属菌が検出されなくなる。
- ② 遊離塩素濃度の消費が少なくなり、間歇的に塩素剤を添加した場合の遊離塩素濃度維持時間が洗浄前に比較して、長くなる。

しかしながら、洗浄後の遊離塩素濃度の維持管理が不十分な(この条件は特定出来ていないが、例えば、常時連続的に維持されない、又はある濃度以上の遊離塩素濃度が一定時間維持されていない)場合は、再び循環系内にバイオフィームが定着し、レジオネラ属菌が、浴槽水中に遊離塩素濃度が維持されていない時の採水時に検出されるようになると考えられる。

2.2.6 まとめ

調査結果から、循環式浴槽のレジオネラ属菌管理上の知見として以下の事項が明らかとなった。

- ① 水道水を原水とする循環式浴槽において、連続的に0.2mg/L以上の遊離塩素濃度を維持することで循環系のバイオフィームの形成、レジオネラ属菌の発生を抑制できる。
- ② レジオネラ属菌を含むバイオフィームが形成している循環系を、化学洗浄することによりバイオフィームが除去される。
- ③ 浴槽水の遊離塩素はバイオフィームと接触することで消費され、化学洗浄によるバイオフィーム除去は遊離塩素濃度の維持時間を長くする効果がある。
- ④ 浴槽水に遊離塩素濃度を0.2mg/L以上、2時間以上維持することで浮遊性のレジオネラ属菌を殺菌することが出来る。
- ⑤ 化学洗浄によりバイオフィームを除去した直後、レジオネラ属菌は不検出になるが、その後の遊離塩素濃度の維持が不十分な場合は、再びバイオフィームが定着しレジオネラ属菌が検出されるようになる。
- ⑥ 前項の「遊離塩素濃度の維持が不十分」な条件の範囲は明確になっていないが、常時連続的に0.2mg/L以上の遊離塩素濃度を維持する場合(浴槽水原水はpH7.2程度の水道水)はバイオフィームの付着及びレジオネラ属菌の検出は生じない。
- ⑦ 遊離塩素濃度を連続的に一定濃度範囲に維持する為には、自動制御システムの採用が望ましい。その場合でも保守管理を適切に行わないと故障、薬剤不足などが生じる。

2.2.7 循環式浴槽のレジオネラ属菌汚染対策の現況調査

(1) 宿泊研修施設

1) 施設と浴槽の概要

- ・種類：宿泊研修施設
- ・所在地：宮城県
- ・浴槽設備の竣工年月：平成9年3月
- ・浴槽水の原水：水道水
- ・利用者数：最大300名（年間延べ約20,000名）
- ・浴槽容量：男子浴槽 約31.2m³
女子浴槽 約7.7m³；各々独自の循環式ろ過系統
- ・浴槽材質：屋内浴槽は切断加工した石（いわゆる石貼り）
- ・ろ過器の種類：カートリッジフィルター＋石英班岩
- ・逆洗機能：なし
- ・循環水の循環回数：男子浴槽 約90.0m³/時（約2.9回/時）
女子浴槽 約30.0m³/時（約3.9回/時）
- ・消毒設備：循環式浴槽ろ過系統に設置されている塩素剤供給装置
- ・塩素剤の種類：トリクロロイソシアヌル酸錠剤
- ・換水の頻度：2～4ヶ月に1度
- ・浴槽の清掃方法とその頻度：浴槽内壁面・床面はぬめりが生じた場合に水を張ったまままたわしで清掃。浴室床面は毎日洗剤を使用してデッキブラシで清掃。
- ・その他：入浴可能時間は朝及び夕方～夜。入浴時間以外には浴槽水の蒸発とそれに伴う熱損失を減少させる目的で水面をエアキャップ（梱包緩衝材）で被覆（写真2.7-1）副次的効果として塩素の消失量が減少。

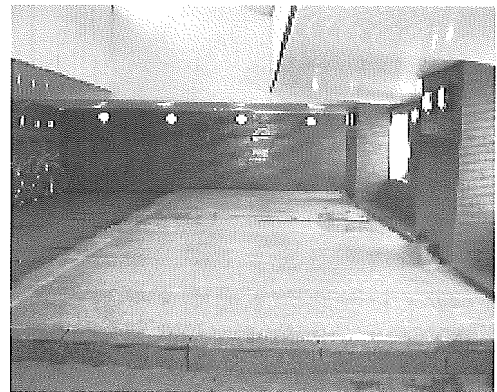


写真 2.7-1 浴槽表面を被覆した状態

2) 調査期間の処理経緯

- ①調査期間中の浴槽利用者数は、調査開始日から終了日までの平均が49.4人/日であった。ただし、調査開始後95～104日目までは利用者は無く、開始日～94日目までの平均利用者数は56.7人/日となっている。
- ②調査開始時、ろ過装置内のカートリッジフィルターの交換と石英班岩の洗浄を行った。なお、交換、洗浄前の浴槽水でのレジオネラ属菌は、男子浴槽が不検出、女子浴槽が70CFU/100mLが検出された。また、本調査の1年前と半年前のレジオネラ属菌及び大腸菌の検査においては共に不検出であった。
- ③塩素剤は、毎日昼過ぎに浴槽水の残留塩素濃度を測定して0.2mg/Lを下回っている場合にトリクロロイソシアヌル酸錠剤を男子浴槽では10錠（有効塩素135g）、女

子浴場は2錠（有効塩素 27g）を塩素剤供給装置の溶解タンクに投入している。塩素剤投入量は、浴槽表面を樹脂シートで被覆した場合に、浴槽水の残留塩素濃度が0.2mg/L以上、約2時間は維持できる量として決定している。

なお、調査期間中の塩素剤の平均投入量は、男子浴槽において調査開始日～94日目が80.4g/日、開始日～113日目が11.0g/日であった。女子浴槽は開始日～94日目が82.0g/日、開始日～113日目までが15.3g/日であった。

3) 調査項目

- ①浴槽水中の残留塩素濃度 0.2～0.4mg/L、2時間以上の保持方法
- ②多孔質ろ材（石英班岩）の洗浄およびカートリッジフィルター交換の効果

4) 調査期間

16週間

5) 試験項目と方法

試験項目はレジオネラ属菌数、遊離塩素濃度、バイオフィーム生成量で、その方法は前記2.2「(2)調査項目と方法」で行った。

6) 調査条件

調査は、男子浴槽と女子浴槽の双方を対象とした。

カートリッジフィルターを新品ものに交換、石英班岩の洗浄は水道水を用いて「もみ洗い」によった。

7) 調査結果と考察

レジオネラ属菌等の試験結果を表2.7-1～2.7-2に示した。

ろ過器内のカートリッジフィルター交換と石英班岩の洗浄（前回は約半年前に実施）実施前の女子浴槽で70CFU/100mLのレジオネラ属菌が検出されたが、交換及び水洗い後では不検出であった。試験開始52日後に男子浴槽から60CFU/100mLのレジオネラ属菌が検出された。

当該施設の浴槽水管理はデータ採取や塩素剤投入量の検討を行うなど比較的良好になされていた。しかし、塩素剤の投入は不定期で基準最低限の残留塩素濃度0.2mg/Lを2時間維持できないと判断した場合に限って行われていた。

常時、残留塩素濃度を0.2mg/L以上を保つ管理が必要であると考えられた。そのためには塩素注入の完全自動化設備の設置（残留塩素濃度を一定範囲に制御する機構を有する塩素注入器）が望ましい。

石英班岩の洗浄及びカートリッジフィルター交換でレジオネラ属菌は不検出となったが、この不検出がこれらの処置によるものかは不明である。石英班岩は多孔質でありバイオフィームが形成し易く、定期的な洗浄は抑制に効果があると考えるが、常時残留塩素濃度を保持する事によってバイオフィームの生成を抑制する事が重要である。

バイオフィーム生成量調査では、調査開始から85日目のバイオフィーム拭き取り検

査で男女浴槽共にA T Pが、男子浴槽から一般細菌が検出された。特に男子浴槽では、A T Pが4,100pmol/L、一般細菌が7,400,000CFU/mL と大きな値であった。

レジオネラ属菌は不検出であるが、バイオフィルムが生成されたことから、入浴者数が変動する浴槽では、塩素の定量注入式ではなく、残留塩素濃度に応じたフィードバック制御による変量注入式にする必要があると考える。

当施設における塩素消費量と利用者数(宿泊者数)の関係が図 2.7-1 に示した。トリクロロイソシアヌル酸錠剤の投入前の残留塩素濃度測定で、男女浴槽何れかで0.0mg/Lであった日のデータを除いて解析した。男女浴槽の利用者と塩素消費量をまとめたこともあり、相関関係は低いが、一定の傾向が見られた。

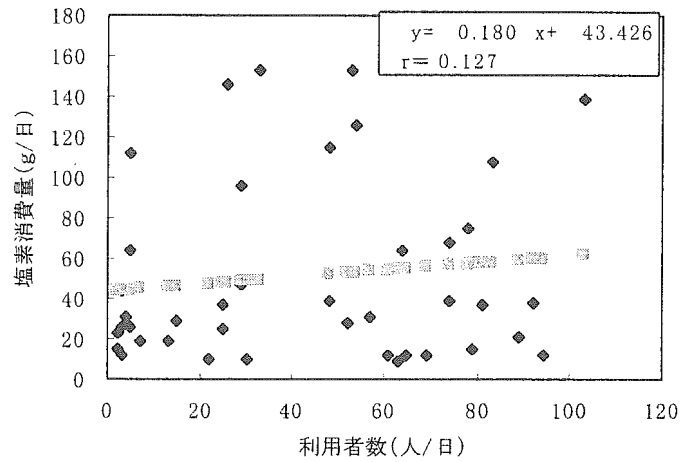


図 2.7-1 塩素消費量と利用者数の関係

当施設では、浴槽水表面を樹脂シートで被覆することにより残留塩素の蒸散防止に寄与したが、屋外浴槽では更に風速により水面からの蒸発量が大きく変動する。浴槽水の蒸発に伴い塩素も蒸発することから、定量注入式では塩素消失量の変化に追従しにくいと考えられる。また外気の温度や湿度変化により空気中の水蒸気分圧が変化することから、これによっても水面からの蒸発量は変動する。なお単位面積当りの水面からの蒸発量は次式である ({}内は重力単位系)。

$$q_{EN} = (0.061v + 0.125)(P_w - P_a) \quad \dots (式 5.4.1)$$

$$\{ q_{EN} = (0.0081v + 0.0167)(P_w - P_a) \}$$

v : 浴槽水面上の風速 [m/s]

P_w : 浴槽の水温 t_w に等しい温度の飽和空気の水蒸気圧 [kPa] {mmHg}

P_a : 浴槽内空気の水蒸気分圧 [kPa] {mmHg}

表2.7-1 研修施設におけるレジオネラ属菌の検査結果

検査開始からの日数	時刻	利用者数 平均	投入前残留塩素濃度平均		トリクロロイソシアヌル酸 錠剤投入量平均		男子浴槽				女子浴槽				備考
			男子浴槽		女子浴槽		レジオネラ属菌		残留塩素濃度		レジオネラ属菌		残留塩素濃度		
			mg/L	mg/L	g/日	g/日	拭き取り CFU/100mL	浴槽水 CFU/100mL	mg/L	mg/L	拭き取り CFU/mL	浴槽水 CFU/100mL	mg/L	mg/L	
1	14時00分	-	-	-	-	-	不検出	不検出	70	-	-	0.1	0.1	カートリッジフィルター交換等	
15	14時00分	38.6	0.65	0.70	57.9	7.7	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	2.0	0.6		
29	13時00分	42.9	0.60	0.63	67.5	13.5	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	2.0	0.1		
43	11時00分	45.3	0.44	1.09	67.5	5.8	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	0.0	1.0		
57	14時00分	44.7	0.31	1.01	77.1	5.8	60	不検出	不検出	不検出	不検出	0.0	0.3		
71	13時30分	77.5	0.34	0.33	67.5	17.4	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	0.0	0.3		
85	14時00分	80.2	0.06	0.23	106.1	15.4	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	0.0	1.0		
95	14時30分	65.7	0.01	0.49	135.0	12.3	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	0.0	0.8	測定翌日換水	
113	15時00分	13.9	0.91	1.33	87.4	144.0	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	0.0	0.0		
平均	-	49.4	0.44	0.67	82.0	15.3	-	-	-	-	-	-	-		

表2.7-2 研修施設におけるバイオフィルム試験の細菌等の検査結果

検査開始からの日数	時刻	利用者数 平均	投入前残留塩素濃度平均		トリクロロイソシアヌル酸 錠剤投入量平均		男子浴槽				女子浴槽					
			男子浴槽		女子浴槽		一般細菌		ジジオネラ属菌		アムーバ		一般細菌		ジジオネラ属菌	
			mg/L	mg/L	g/日	g/日	ATP pmol/L	CFU/mL	CFU/mL	個/mL	ATP pmol/L	CFU/mL	CFU/mL	個/mL	CFU/mL	個/mL
15	14時00分	38.6	0.65	0.70	57.9	7.7	44	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	
29	13時00分	42.9	0.60	0.63	67.5	13.5	不検出	7	不検出	不検出	不検出	不検出	16	不検出	不検出	
43	11時00分	45.3	0.44	1.09	67.5	5.8	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	
57	14時00分	44.7	0.31	1.01	77.1	5.8	不検出	8	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	
71	13時30分	77.5	0.34	0.33	67.5	17.4	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	29	不検出	不検出	
85	14時00分	80.2	0.06	0.23	106.1	15.4	4,100	7,400,000	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	1,900	不検出	
95	14時30分	65.7	0.01	0.49	135.0	12.3	不検出	1	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	
113	15時00分	13.9	0.91	1.33	87.4	144.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
平均	-	49.4	0.44	0.67	82.0	15.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

(2) 社員寮・保養施設等

1) 施設の概要

企業関係の社員寮や保養施設に設置された浴槽で、その概要は表 2.7-3 の通りである。

- ・循環式ろ過装置：浴槽No.4 と浴槽No.5 は逆洗機能を持つ砂ろ過式、その他は全てカートリッジフィルター＋石英班岩を使用した逆洗機能のないろ過装置を設置
- ・塩素剤の種類：トリクロロイソシアヌル酸錠
- ・塩素剤：定量的に一定量を1回/日投入（浴槽水1m³あたり9.5g）
- ・浴槽水の水質検査：6ヶ月毎1回実施（レジオネラ属菌他）

2) 調査項目

レジオネラ属菌の検出状況調査

3) 調査期間

平成12年度冬～平成13年度冬までの水質検査結果（計3回）について調査。

4) 調査結果と考察

浴槽水における半年毎、計3回の定期検査等のレジオネラ属菌と大腸菌の検査結果を表 2.7-4 に示した。なお、レジオネラ属菌・大腸菌が検出された場合や対策が行われた場合には、随時に検査を行っていた。

レジオネラ属菌が検出された場合には何らかの対策をとられていた（一部は経過観察）。平成12年度冬の検査の結果、施設の管理者に対して塩素の定期的な投入の徹底が図られ、平成13年度夏以降はレジオネラ属菌が検出された施設の割合が減少していた。

しかし、本調査の結果からランダムにレジオネラ属菌が検出されていることから、間欠的な塩素剤投入では十分なレジオネラ症防止対策とはならないことが窺える。

表2.7-3 社員寮・保養施設等の調査対象浴槽の概要

浴槽No.	浴槽面積 (m^2)	浴槽深さ (mm)	浴槽容量 (m^3)	浴槽上縁と洗い 場床面の差 (mm)	備 考
1	10.74	600	6.4	15	
2	10.08	600	6.0	130	保養施設(男)
3	4.50	600	2.7	135	保養施設(女)
4	2.10	580	1.2	50	保養施設(男)
5	1.48	660	1.0	75	保養施設(女)
6	47.56	655	31.2	180	研修施設(男)
7	11.73	655	7.7	180	研修施設(女)
8	1.30	580	0.8	250	社屋内
9	2.50	700	1.8	300	
10	2.10	600	1.3	375	社屋内
11	2.52	590	1.5	390	
12	4.84	650	3.1	70	
13	1.40	580	0.8	260	
14	1.50	570	0.9	70	
15	1.50	570	0.9	300	
16	1.49	580	0.9	230	
17	5.60	600	3.4	50	
18	2.72	600	1.6	165	
19	1.50	600	0.9	260	
20	1.42	500	0.7	290	
21	1.43	590	0.8	270	
22	1.50	520	0.8	380	
23	1.56	450	0.7	240	
24	2.18	590	1.3	280	
25	2.25	630	1.4	390	
26	1.83	660	1.2	350	
27	1.40	600	0.8	280	
28	1.50	560	0.8	420	
29	1.40	580	0.8	280	
30	1.40	580	0.8	250	
31	0.81	590	0.5	280	
32	3.95	600	2.4	50	
33	1.49	650	1.0	450	

表2.7-4 社員寮・保養施設等のレジオネラ属菌・大腸菌の検出状況(1)

調査時期		平成12年度冬	平成12年度 再検査(1)	平成12年度 再検査(2)	平成13年度夏	平成13年度冬
浴槽No.						
1	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	1,300	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	35	—	0	0
	対策	配管洗浄(過酸化水素)・スパクロリネーター等設置				
2	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	2,640	<10	—	<10	10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	0
	対策	配管洗浄(過酸化水素)				
3	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	20,100	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	0
	対策	配管洗浄(過酸化水素)				
4	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	—	—
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	—	—
	対策					
5	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	—	—	—	—	—
	大腸菌(個/mL)	—	—	—	—	—
	対策					
6	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
7	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	<10	70
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
8	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	<10	1,630
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
9	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	0
	対策					
10	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	50	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
11	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	<10	—
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	—
	対策					
12	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	7	0
	対策					
13	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	0
	対策					
14	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	190	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
15	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	30	<10	—	130	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	0
	対策					
16	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
17	レジオネラ属菌(CFU/100ℓ)	<10	—	—	1,280	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策	スパクロリネーター配管変更				

表2.7-4 社員寮・保養施設等のレジオネラ属菌・大腸菌の検出状況(2)

調査時期		平成12年度冬	平成12年度 再検査(1)	平成12年度 再検査(2)	平成13年度夏	平成13年度冬
18	レジオネラ属菌(CFU/100r)	30	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	0
	対策					
19	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	20
	対策					
20	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	—	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
21	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	80	0	—	0	0
	対策					
22	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	710	<10	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	3	0	0	0	0
	対策					
23	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	—	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
24	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	—	—	<10	3,740
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
25	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	—	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
26	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	—	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
27	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	—	—	0	0
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
28	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	—	—	260	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
29	レジオネラ属菌(CFU/100r)	4,480	8,000	<10	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	0	0	0
	対策	配管洗浄(過酸化水素)		スパクロリネータ設置		
30	レジオネラ属菌(CFU/100r)	10	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	0
	対策					
31	レジオネラ属菌(CFU/100r)	<10	—	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	—	—	0	0
	対策					
32	レジオネラ属菌(CFU/100r)	20	20	110	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	0	0	0
	対策					
33	レジオネラ属菌(CFU/100r)	3,640	<10	—	<10	<10
	大腸菌(個/mL)	0	0	—	0	0
	対策	配管洗浄(過酸化水素)				

2.3 循環式浴槽に関するレジオネラ汚染調査の実施状況に関するアンケート調査

2.3.1 調査の概要

循環式浴槽が原因とされるレジオネラ症感染例があるなかで、平成12年12月に「公衆浴場における衛生等管理要領等について」（生衛発第1811号）の改訂が行われ、循環式浴槽における具体的なレジオネラ属菌汚染防止のための管理要領が示された。

本調査は、改訂後の管理要領に基づいて各自治体において実施した公衆浴場および旅館等で使用される循環式浴槽のレジオネラ汚染に関する調査資料をもとに、これを整理、分析することにより、レジオネラ属菌の汚染状況ならびに防止対策上の問題点を明らかにする。

調査は、都道府県、政令市、および中核都市の90自治体に対して、「調査実施の有無」、調査を実施している場合の「調査結果の提供の不可」をアンケート調査し、提供できる場合には、調査票（図3.1）への記入あるいは関連資料の提供を依頼した。

2.3.2 調査期間

2002年1～2月

2.3.3 調査項目

調査票への記入項目は、施設、浴槽水、浴槽、水質検査、循環ろ過装置、消毒装置の6項目に大別して各項目にそれぞれ以下の設問を設けた。

- 1) 施設 : 地域、施設名称、建物の種別、循環装置の設置年月
- 2) 浴槽水 : 原水・原湯の種類、原水混合の有無、原水・原湯の水質検査実施とその結果、原水・原湯の貯留槽の有無、貯留槽容量、貯留槽材質、貯留槽の設置状況
- 3) 浴槽 : 浴槽容量、浴槽形態、完全換水間隔、浴槽補給水量
- 4) 浴槽水水質 : レジオネラ属菌検出の有無、検出されたレジオネラ属菌数、遊離残留塩素濃度、水素イオン濃度
- 5) 循環ろ過装置 : 循環ろ過装置の有無、ろ過器の種類、ろ過器の外形寸法（直径、高さ）、ろ過器の製造者名、ろ過器逆洗機能の有無、ろ過能力、浴槽水の循環回数、ろ過ポンプの容量、ろ過装置の運転時間、逆洗間隔、循環ろ過器の消毒状況、循環配管の消毒状況、ろ過装置の消毒に使用している薬剤名
- 6) 消毒装置 : 消毒装置の有無、消毒方法、薬剤の種類、薬剤注入方法、薬剤注入時間、薬剤注入場所

2.3.4 調査結果

(1) 自治体での調査実施状況

回答が得られた75の自治体（回収率:83.3%）のうち、レジオネラ汚染に関する調査は43の自治体（57.3%）で行われていた。また、28の自治体から調査資料の提供が可能との回答であった。

(2) 提供データの集計

調査資料の提供があった28自治体の地域別割合は、北海道・東北地区が4、関東甲信越地区が4、東海・北陸地区が5、近畿地区が6、中国・四国地区が6および九州地区が3となっている。提供された調査データは、浴槽数で1013件であり、そのうちレジオネラ属菌検査を実施している浴槽数は849件となっている。

なお、以下の集計はレジオネラ属菌の検査が行われている849件を対象として行った。また、提供された調査データは各自治体で既に実施されたものであるため、本調査研究で作成した調査項目に対しては未記入(未調査)ものが多い。従って、集計は記入されていたものを総数として取り扱うこととした。

1) 施設について

① 施設の属性

浴槽が設置されている施設は、調査票等に記述されていたもの(以下「調査票記述」)は771件であり、その内訳は公衆浴場法該当施設が462件(54.0%)と最も多く、次いで福祉関係施設が232件(27.1%)、旅館業法該当施設が162件(18.9%)となっている「複数回答」(図3.2)。

② 循環ろ過装置の設置年

循環式浴槽の設置年は(調査票記述:113件)、1991~2000年が75件と最も多く、次いで1981~1990年が15件、2001年以降が11件、1971~1980年が8件、1970年以前が4件となっている(図3.3)。

2) 浴槽水

① 使用原水

浴槽に使用している原水(水源)の種類は(調査票記述:570件)、上水が253件(44.4%)と最も多く、次いで井水が132件(23.2%)、温泉が111件(19.5%)となっている。また原水を混合している浴槽が74件(13.0%)あり、その内訳は上水と温泉水を混合が43件、上水と井水の混合が26件、井水と温泉の混合が5件であった(図3.4)。

② 上水以外原水の水質

上水以外の原水の水質検査結果について、調査票記述は少数であるが以下のとおりである。水素イオン濃度は、8.0以上が14件、7.0~7.9が15件、6.0~6.9が8件、2.0~2.9が4件となっており(調査票等記述数:40件)、水温は40.0~44.9℃が7件、30.0~34.9℃が9件、25.0~29.9℃と20.0~24.9℃が4件となっている。(調査票等記述数:27件)。その他、調査票等への記述は過マンガン酸カリウム(KMnO₄)消費量が2件、大腸菌群数が1件、レジオネラ属菌数は9件であった。なお、レジオネラ属菌は全て不検出となっている。

③ 浴槽水貯湯槽の設置状況

浴槽水貯湯槽の設置の有無については(調査票記述:300件)、設置している施設が202件(67.3%)、設置していない施設が98件(32.7%)となっている(図3.5)。貯湯槽の容量は0.25~300m³の範囲にあり、貯湯槽の材質は、記述のある内でFRP製が45件(76.3%)と最も多く、その他に鋼板製、RC製、ステンレス製となっている。

貯湯槽の設置場所は、記述のある内では屋外設置が44件(38.3%)、屋内設置が40件

(34.8%)、地上設置が 27 件(23.5%)、地中埋設が 4 件(3.4%)となっている。

3) 浴槽

① 浴槽の設置状況

浴槽の容量は(調査票記述:108件)、 2.0m^3 以下が 60 件(55.5%)と最も多く、次いで $10.1\sim 50.0\text{m}^3$ が 14 件、(13.0%)、 $2.1\sim 5.0\text{m}^3$ が 11 件(10.2%)、 $5.1\sim 10\text{m}^3$ と 100.1m^3 以上が 10 件(9.3%)、 $50.1\sim 100.0\text{m}^3$ が 3 件(2.8%) (図 3.6)。

浴槽の設置場所は(調査票記述:634件)、屋内設置が 569 件(89.7%)に対し、屋外設置が 65 件(10.3%)であった(図 3.7)。

② 浴槽水の換水頻度

浴槽水の換水頻度(完全換水)は(調査票記述:422件)、7回以上/週が 156 件、2~6回/週が 146 件、1回/週が 82 件、1~2回/月が 34 件、1~2回/年が 4 件となっている。従って、「維持管理要領」に示される週 1 回以上の換水を行っている施設は、384 件 91.0%となっている(図 3.8)。

4) 浴槽水水質

① レジオネラ属菌

レジオネラ属菌の検出状況は(調査票記述:849件)、検出されている浴槽が 259 件(30.5%)、不検出が 590 件(69.5%)となっている(図 3.9)。レジオネラ属菌の検出菌数は $10^1\sim 10^5$ CFU/100mL の範囲にあり、 10^1 が 95 件(36.7%)、 10^2 が 97 件(37.5%)、 10^3 が 48 件(18.5%)、 10^4 が 18 件(6.9%)、 10^5 が 1 件(0.4%)となっている(図 3.10)。

② 残留塩素(遊離型)

遊離残留塩素濃度の検出状況は(調査票記述:637件)、不検出が 231 件(36.3%)で、 0.1mg/mL 以上の検出が 406 件(63.7%)となっている。検出濃度としては、 0.1mg/mL が 61 件(9.6%)、 $0.2\sim 0.4\text{mg/mL}$ が 114 件(9.6%)、 $0.5\sim 1.0\text{mg/mL}$ が 108 件(17.0%)、 $1.1\sim 2.0\text{mg/mL}$ が 110 件(17.3%)、 2.1mg/mL 以上が 13 件(2.0%)である(図 3.11)。

③ 水素イオン濃度

水素イオン濃度は(調査票記述:113件)、 < 5.8 が 2 件(1.8%)、 > 8.6 が 6 件で、殆どが中性域の $5.8\sim 8.6$ で 105 件 92.9%を占めている(図 3.12)。

5) 循環ろ過装置

① 設置状況

循環ろ過装置の有無は(調査票記述:624件)、設置している浴槽が 592 件(94.9%)、設置していないが 32 件(5.1%)となっている(図 3.13)

② 種類

ろ過方式の種類は(調査票記述:394件)、砂式が 275 件(69.8%)、けい藻土式が 33 件(8.4%)、カートリッジ式 32 件(8.1%)、セラミック式 17 件(4.3%)、バイオ式 7 件(1.8%)であり、他に組み合わせタイプのろ過装置が 9 件あり、石英斑岩とカートリッジ式が 3 件、砂式とけい藻土式、バイオ式と石英斑岩が各 2 件となっている(図 3.14)。

③浴槽水循環頻度

浴槽水の1時間あたりの循環回数は(調査票記述:54件)、最も多い回数が3~4回で26件(48.1%)となっており、次いで1~2回が15件(27.8%)、5~7回が8件(14.8%)、8~10回が3件(5.7%)、>10が2件(3.7%)であった(図3.15)。

④循環装置の運転時間

循環装置の運転時間は(調査票記述:120件)、6~9時間が最も多く35件(29.2%)となっており、次いで10~15時間が28件(23.3%)、5時間以下が16件(13.3%)、16~18時間と19~23時間が各々15件(12.5%)、24時間が11件(9.2%)であった(図3.16)。

⑤ろ材の逆洗頻度

ろ材の逆洗頻度は(調査票記述:144件)、1日1回以上が最も多く102件(70.8%)となっている。次いで2~6回/週が26件、1回/週が9件(6.3%)、1~2回/年が4件(2.8%)、1~2回/月が3件(2.1%)であった。(図3.17)。

⑥循環ろ過装置の消毒実施状況

ろ過装置のろ材の定期消毒は(調査票記述:115件)、実施しているが44件(38.3%)で、未実施が71件(61.7%)となっている(図3.18)。実施頻度は(調査票記述:26件)、週1回程度が13件(50.0%)、月1回程度が1件(3.8%)、年1回程度が12件(46.2%)であった。

また、循環配管の定期消毒については(調査票記述:88件)、実施しているが24件(27.3%)で、未実施が64件(72.7%) (図3.19)、実施頻度は(調査票記述:17件)、週1回程度が6件(25.3%)、年1回程度が11件(64.7%)となっている。

6) 消毒装置

①消毒装置の設置状況

消毒装置の設置状況は(調査票記述:503件)、設置されているが423件(84.1%)、設置されていないが80件(15.9%)となっている(図3.20)。

なお、消毒装置は設置されていない80件のうち48件(60.0%)の浴槽で定期的に薬剤の投げ込み等で消毒を行っているとして記述されていた。

②消毒方法

消毒方法としては(調査票記述:492件)、塩素剤(薬液、錠剤)の使用が併用も含め477件(97.0%)となっている。その他の方法としては、オゾン使用が10件(2.0%)、銀イオン使用が3件(0.6%)、紫外線使用が1件(0.2%)、これらの併用が1件(0.2%)であった(図3.21)。

なお、塩素剤は(調査票記述:458件)、次亜塩素酸ソーダ等の薬液タイプの塩素剤使用が328件、さらし粉やイソシアヌル酸等の錠剤・顆粒タイプの塩素剤の使用が130件となっている。

③塩素剤の注入方法

塩素剤の注入方法は(調査票記述:425件)、連続注入方式を採用している浴槽が268件(67.0%)であり、浴槽への投げ込み等の間欠投入が132件(33.0%)となっている(図3.22)。

連続注入方式の薬液注入時間は(調査票記述数:59件)、5~9時間の23件(40.0%)が最も多く、次いで10~14時間が13件(22.0%)、15~19時間が11件(18.6%)、4時間以下が8件(13.6%)で、24時間連続が4件(6.8%)となっている(図3.23)。また、間欠投入としては