

## 1. 緒言

近年、浴槽水を感染源とするレジオネラ症の集団発生がたびたび発生し、問題となっている。レジオネラ症は空調などに用いられる冷却水や、滞留部分を有する加湿器水、循環式浴槽水などで増殖し、それら水系から飛散水とともに菌が環境中に放出され人が吸入することで感染する。レジオネラ症の原因菌であるレジオネラ属菌は、河川、湖沼、土壌など広く環境中に分布しているが、前述の人工環境水中に比較して検出率・菌数は高くない。人工環境水は、微生物の増殖に好適な温度、栄養塩類や有機物類の存在、水の滞留などの要因により、システム内に各種の微生物から成る生物膜（バイオフィルム）を形成する。バイオフィルム中にはアメーバ類が存在し、レジオネラ属菌の宿主となってレジオネラ属菌の増殖を助長している。こうしたことから、循環式浴槽水中でレジオネラ属菌が増殖し入浴者に感染、レジオネラ症の集団発生を招いている。循環式浴槽でレジオネラ症集団感染の事例が多い理由として、入浴者が多く汚れ負荷が高い水を循環していること及び、循環配管やろ過装置を有しているため微生物膜が大量に生成し、レジオネラ属菌数が高くなることが考えられている。冷却水にもレジオネラ属菌は存在し、諸外国では冷却水を原因とする集団発生も多く報告されている。わが国においては冷却水を原因とする集団発生は1996年8月の東京渋谷区でのポンティアック熱以外ほとんど報告されていない。

こうした背景により、公衆浴場、温泉などの循環式浴槽施設では、レジオネラ症の感染リスクが高いことが認識され、浴槽水中のレジオネラ属菌を抑制する対策が実施されている。しかしながら、循環式浴槽は施設によって設備構造や、運転管理の方法が様々であったり、温泉水の場合は水質も施設によって大きく異なったりするため、一律的な管理では必ずしもレジオネラ属菌を効果的に抑制できない場合がある。また、実際に管理を行なう施設管理者がレジオネラ属菌をはじめとする微生物の抑制に関して十分な知識と手法を有していない場合も見受けられる。

本調査研究では、過去2年間にわたり浴槽水をはじめ、循環系の衛生管理に留意し定期的なレジオネラ属菌を含む検査項目すべてについて基準値を維持しつつ運転管理している循環式浴槽の設備の状況および管理方法を調査した。

今回の調査研究結果をもとに、よりよい循環式浴槽水の衛生管理手法の確立につながることを期待する。

## 2. 施設概要

### (1) 経緯

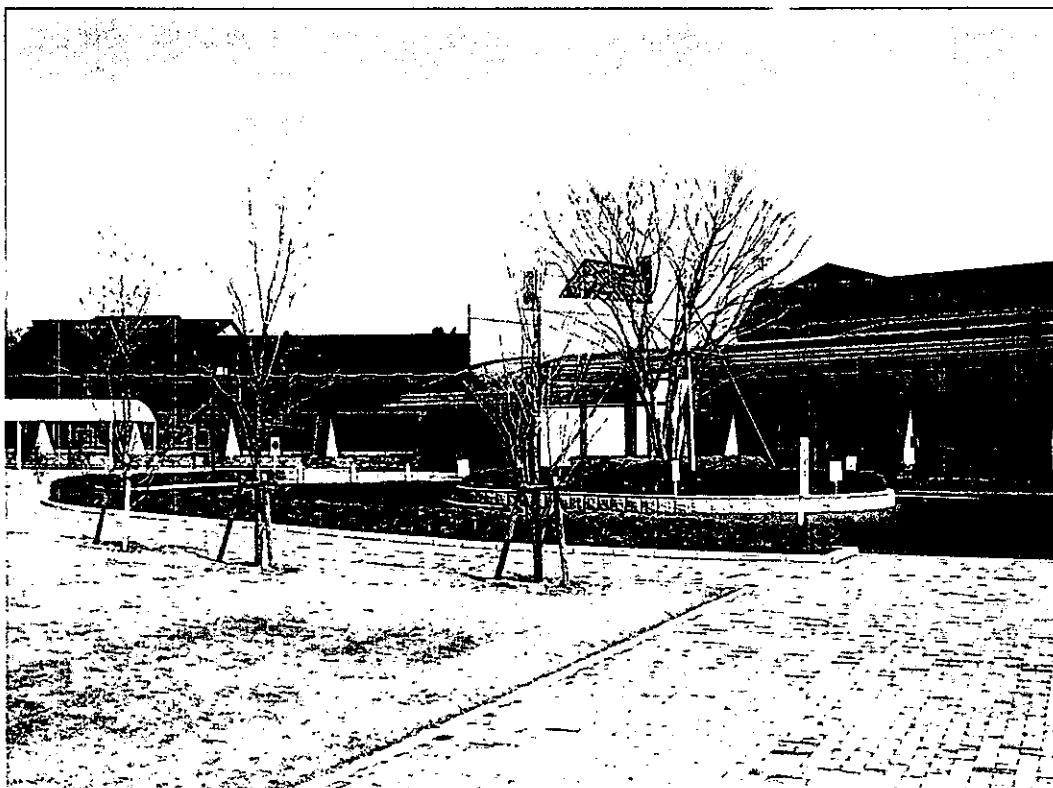
施設は、茨城県石岡市にある市営の総合福祉施設、ふれあいの里石岡ひまわりの館であり、その一部として公衆浴場が設置されている。(建物の外観を図1に示す)

同施設は、平成12年4月に開業したが、平成12年6月、施設の浴槽水を感染源とするレジオネラ症の集団発生がおきた。患者数は45名であり、うち3名が死亡した。

平成12年7月7日から平成13年1月23日まで、土浦保健所により200日間の営業停止処分を受けている。営業停止期間中に改善計画を策定し、施設の改修工事を実施するとともに、運転管理のマニュアルを作成した。

平成12年12月から平成13年2月にかけて、改修した浴場施設をマニュアルに従って実際に運転し、浴槽や施設の細菌検査、水質検査を実施し、すべて基準に合格したのち、平成13年3月営業を再開した。

図1 ふれあいの里石岡 ひまわりの館 玄関及び建物の一部



### (2) 浴場施設

現在の浴場施設の仕様を表1に示す。浴室の1と2は、男女の区別であり、1週間ごとに入れ替えをしている。浴場の営業時間は、10時から21時であり、毎週月曜日は休館である。

表 1 浴槽施設の仕様

浴室	浴槽	容量	ろ過装置	付属施設
浴室 1	屋内浴槽	13.5m <sup>3</sup>	2 台直列、循環水量=28m <sup>3</sup> /h 第 1 ろ過器 (セラミックろ材 300L)、 通水 L V = 56m/h 第 2 ろ過器 (活性炭・セラミックボ ール 300L)	打たせ湯 (新湯 を使用、湯は湯 舟に入り溢流)、 エアパイブラ、 ジェット
	露天風呂	5.6 m <sup>3</sup>	1 台 (セラミックろ材 170L)、 循環水量=12m <sup>3</sup> /h、L V = 42m/h	
	ミストサウナ			
浴室 2	屋内風呂	13.5 m <sup>3</sup>	2 台直列、循環水量=27m <sup>3</sup> /h 第 1 ろ過器 (セラミックろ材 300L)、 通水 L V = 54m/h 第 2 ろ過器 (活性炭・セラミックボ ール 300L)	寝湯、 エアパイブラ、 ジェット
	ジャグジ ー (屋外)	2.7 m <sup>3</sup>	1 台 (セラミックろ材 75L)、 循環水量=6m <sup>3</sup> /h、L V = 48m/h	ジャグジー
	乾式サウナ			
逆洗水槽	屋外設置	3 m <sup>3</sup>	ろ過装置の逆洗用市水を貯留する。 2 週間に一度は高濃度塩素液とする。	
給湯貯槽	機械室		設定温度 6 5℃	
塩素剤注 入装置	機械室		各浴槽の循環系に一台ずつ設置、ダ イヤフラム式定量注入ポンプ。	吐出チェッカー

屋内風呂の第 2 ろ過装置のろ材 (活性炭、セラミックボール) は、温泉効果を発生させるものとして導入されていたが、平成 13 年 3 月の時点で取り出しており、現在は充填されておらず空 (から) の状態で運転されている。

ろ過装置の缶体材質はステンレス鋼製であり、循環配管の材質は耐熱塩ビ管である。

浴槽の水源には水道水 (石岡市水) を使用している。

浴室 1 及び浴室 2 の各浴槽の様子を図 2～5 に示す。

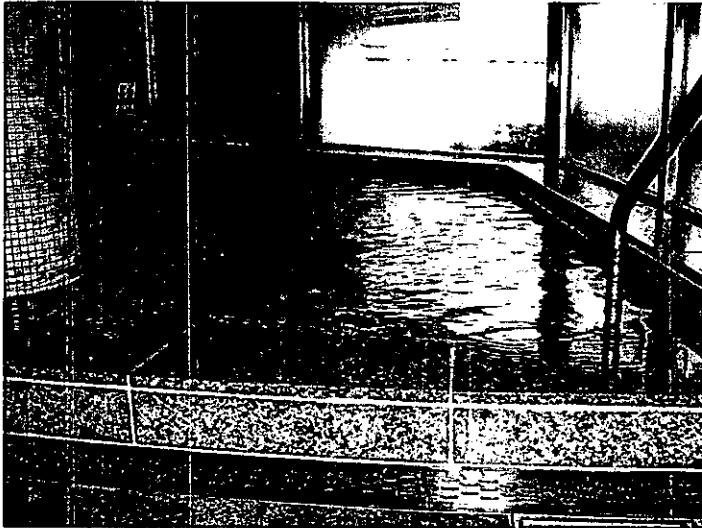


図2 浴室1 室内浴槽

浴槽の左側に、打たせ湯が設置されている。

打たせ湯の湯は、浴槽に流入し、オーバーフローしていく。

浴槽には、ジェットと、エアバイブラが設置されている。



図3 浴室1 露天風呂

屋外設置の露天風呂。



図4 浴室2 屋内浴槽

浴槽の右側に、寝湯が設置されている。

浴槽には、ジェットと、エアバイブラが設置されている。

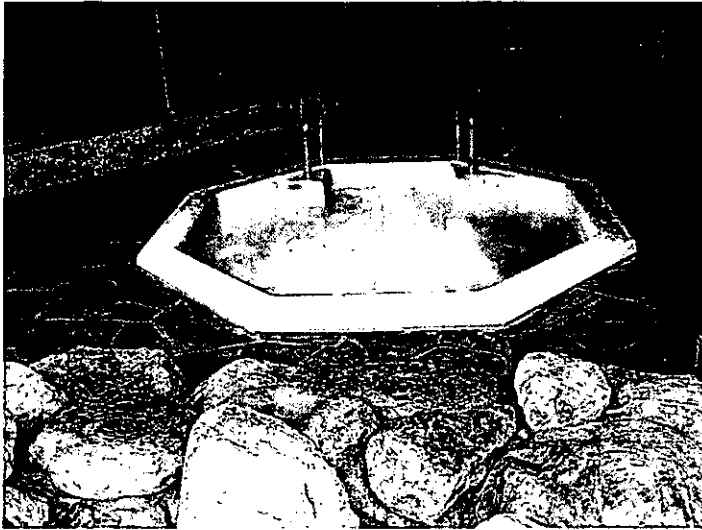


図5 浴室2 ジャグジー

屋外設置のジャグジー風呂。

### 3. 設備構造について

3-1. 本浴場施設で採用されており、循環式浴槽水の設備構造上、衛生管理に関連する事項について表2にまとめる。

表2 循環式浴槽の設備構造上のポイント

項目	区分	内容
ろ過装置 (図6)	前段(第1)ろ過装置	セラミック多孔質ろ材 (図7) を使用
	後段(第2)ろ過装置	ろ材 (図8) を取り出し、空で運転 (図9)
	逆洗水槽 (図10)	ろ過機の逆洗用水として水道水を貯留
塩素剤注入装置 (図11)	浴槽系統ごとに1台設置	ろ過装置出口配管に次亜塩素酸ナトリウム溶液を連続注入。吐出チェッカーつき。
自動水位設定	水位計	常時、満水位置に設定、連通配管は排水可能とした
オーバーフロー	強制オーバーフロー用スイッチ (図12)	手動により、強制的に一定量浴槽に新湯を供給し、浴槽水をあふれさせる機構。(通常日中2時間ごとに実施)
打たせ湯 (図13)	新湯を使用	押しボタンを押すと80秒間新湯が流下する。湯は浴槽へ流れ、オーバーフローする。
循環湯の吐出口 (図14)	一部、浴槽の水面上から戻している。	「この湯は飲めません」の表示をしている。
ジェット・エアパイブラ (図15)	ミストが発生する設備	大浴槽に設置されており、浴槽水の全換水は、週に一度実施。
ジャグジー	ミストが発生する設備	屋外のジャグジー浴槽、全換水は週1度。

- ① ろ過装置ろ材のうち、温泉効果を有するとされる、活性石・セラミックボールは取り除いて運転している。ろ過装置が手動逆洗であること、逆洗の効果が得られ難くバイオフィルムを形成する危険性が大きいためである。
- ② ろ過装置の逆洗水には、水道水を使用している。
- ③ 塩素剤は、薬液注入ポンプにより連続的に注入している。塩素剤の注入点はろ過装置の出口側配管である。
- ④ 浴槽は、満水とし、十分なオーバーフローにより浴槽水を入れ替える構造である。
- ⑤ 打たせ湯には、新湯を使用している。
- ⑥ 循環水の一部は、浴槽上部から吐出しているが、「飲めない」表示をしている。
- ⑦ エアパイブラ・ジェットが浴槽に設置されている。

### 3-2. 設備構造上のポイントに関する図と解説

3-1項で示した、設備構造のうち、主なものについて、写真で示し解説する。

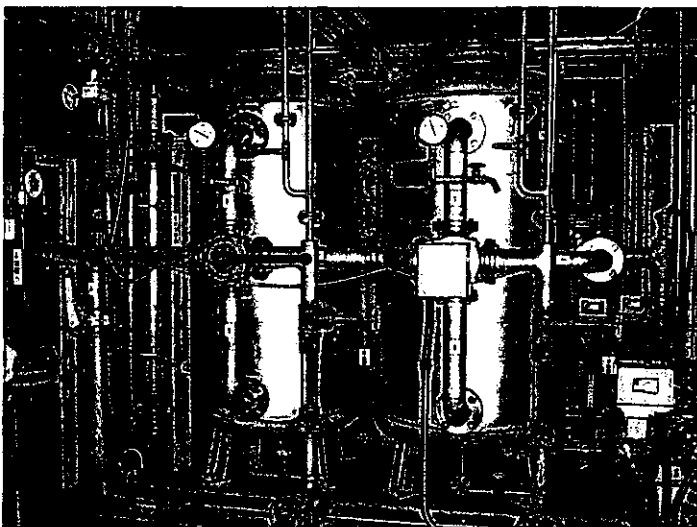


図6 ろ過装置

向かって右が前段(第1)ろ過装置であり、セラミックろ材が充填されている。自動逆洗で切る構造である。

左が後段(第2)ろ過装置であり、温泉発生機能であるが、現在は空で運転している。

手動逆洗方式である。

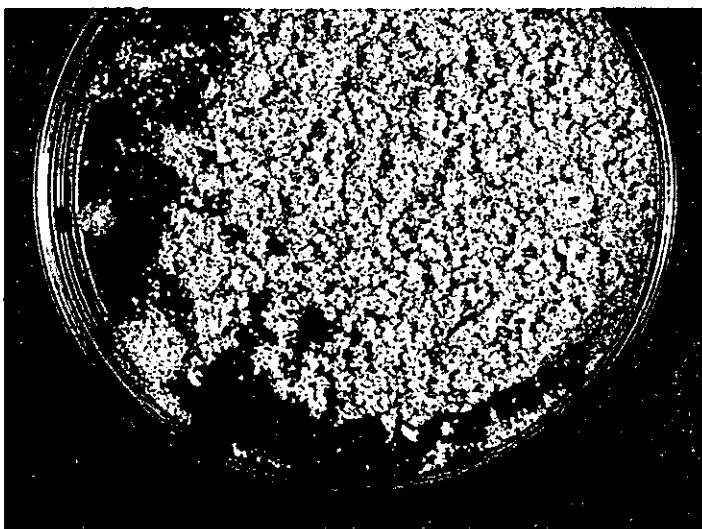


図7-1 セラミックろ材

通常使用されている、砂とは異なり、表面に凹凸の多い、多孔質のろ材である。

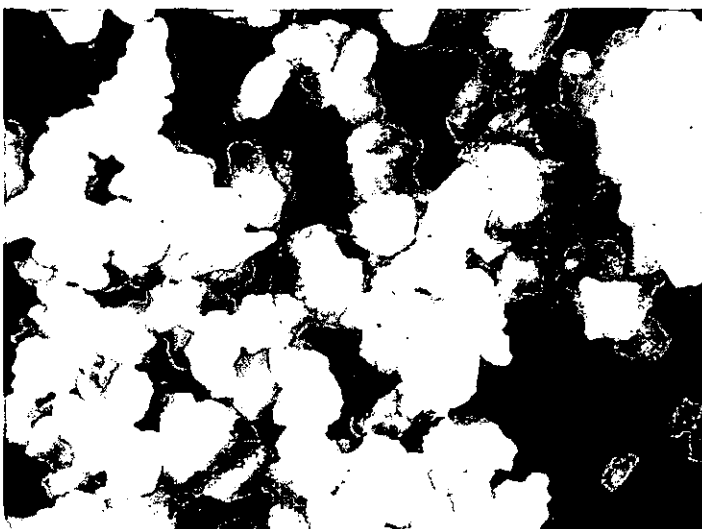


図7-2 セラミックろ材の拡大写真

粒子の径が、様々でありまた表面に凹凸が多いことがわかる。

本ろ材は、表面に微生物膜を付着させて浄化機能を発揮させることを意図したものである。

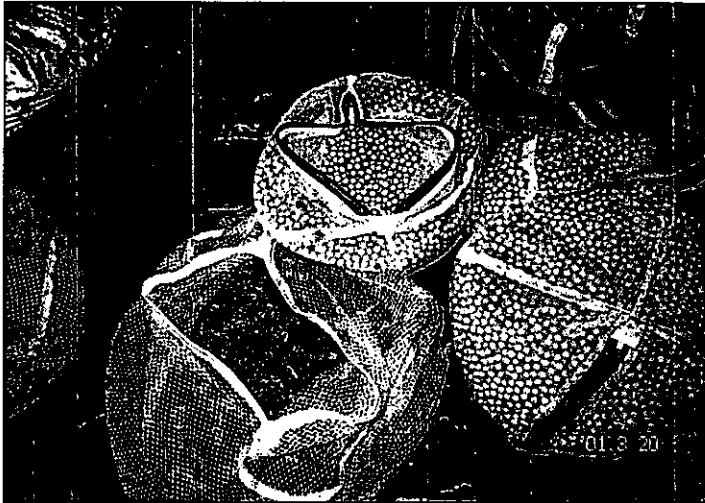


図8-1 後段(第2)ろ過装置のろ材

ろ材は、2種類ありそれぞれ、網に入っていて、ろ過装置内に充填されている。

写真は、ろ過装置から取り出した様子を示す。

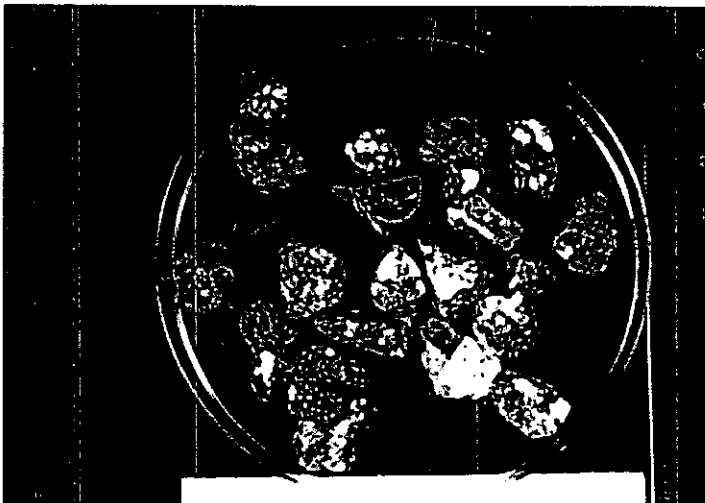


図8-2 活性炭

温泉効果を有するとされる活性炭

ろ材が大きく、ネットに入っているので逆洗により汚れが排出されにくい。

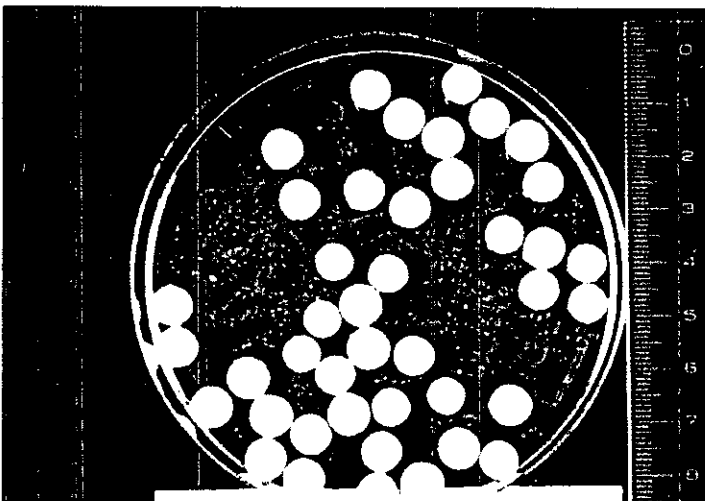


図8-3 セラミックボール

陶器のような性状のボールが充填されていた。



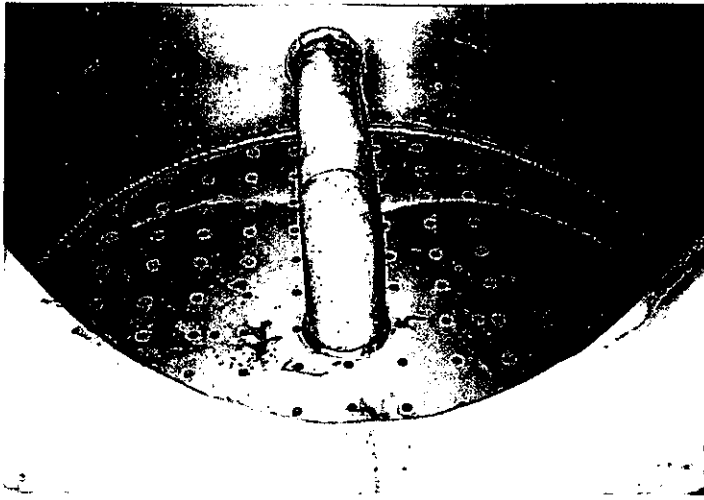


図9 後段（第2）ろ過装置

現在、後段のろ過装置（温泉水発生装置）のろ材は取り除いてあり、空の状態で運転されている。

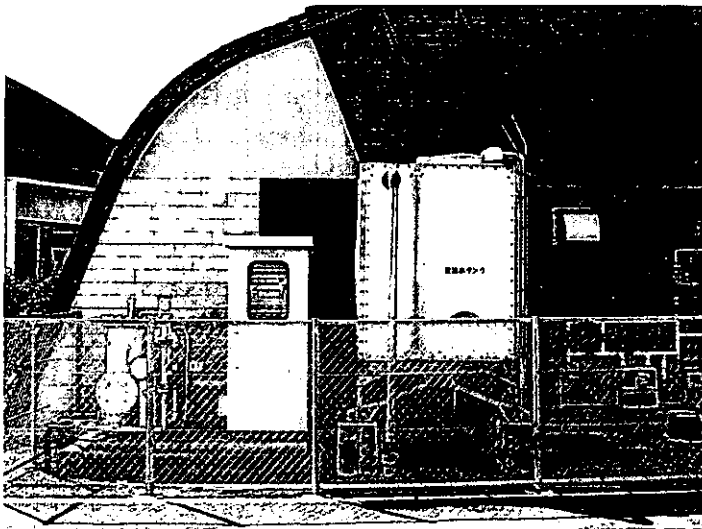


図10 逆洗水槽

ろ過装置の逆洗水（水道水）を貯留するタンク（容量3m<sup>3</sup>）

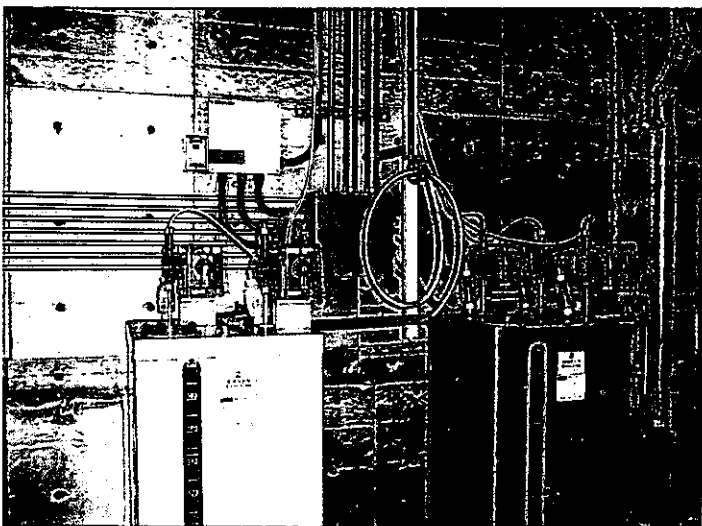


図11 塩素剤注入装置

12%の次亜塩素酸ナトリウム溶液を注入する薬液注入ポンプ下のタンクに、薬液を貯留し、タンク上部のポンプで配管（ろ過装置出口配管）に注入している。ポンプ出口には、薬液の吐出状態を示すチェッカー（浮き子）がついている。

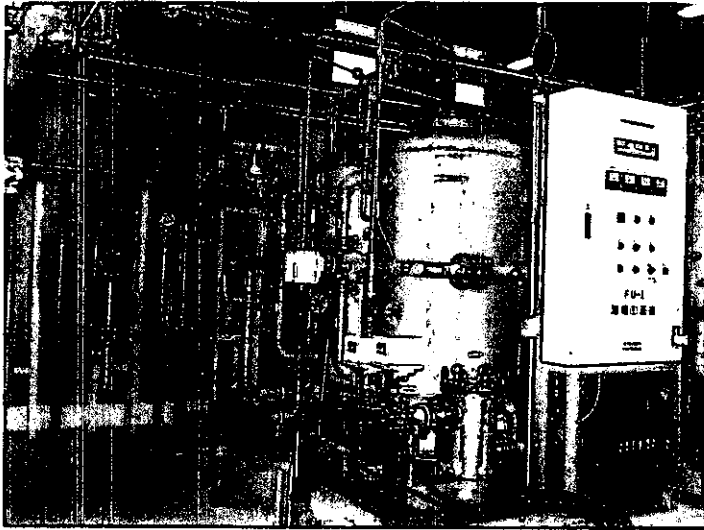


図12-1 ろ過装置と制御盤

制御盤には強制オーバーフロースイッチがついている。  
スイッチを入れると、一定時間強制的に新湯が補給され、浴槽がオーバーフローする。

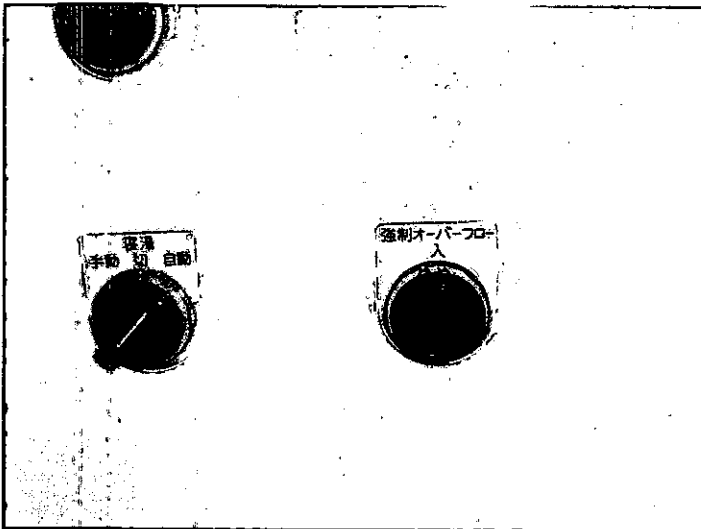


図12-2 強制オーバーフロースイッチ

右のボタンを押すと、一定時間強制的に新湯が浴槽に供給され、オーバーフローする。

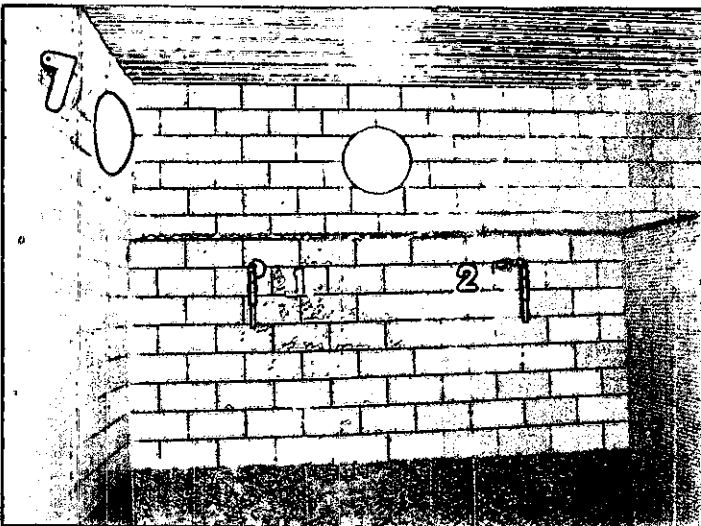


図13-1 打たせ湯

打たせ湯のノズルは2つあり、通常は湯が流下していない。  
向かって左側の壁に押しボタンスイッチがあり、ボタンを押すと80秒間湯が流下する。  
湯は、循環湯ではなく、新湯を使用している。

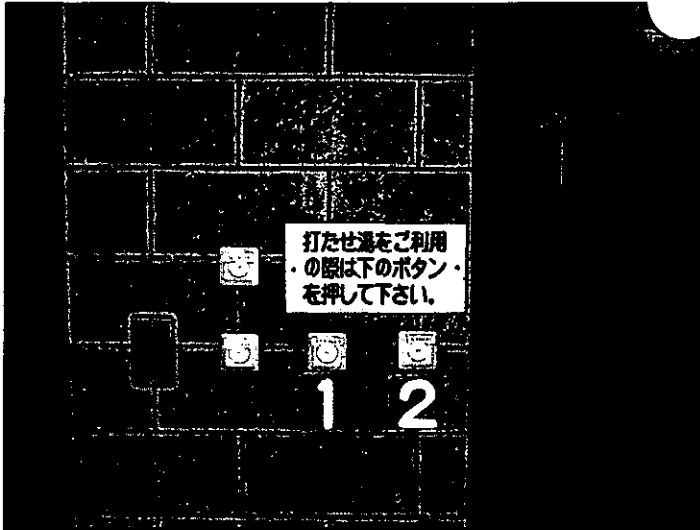


図13-2 打たせ湯用ボタン

ボタンを押すと、80秒間新湯が流下する。

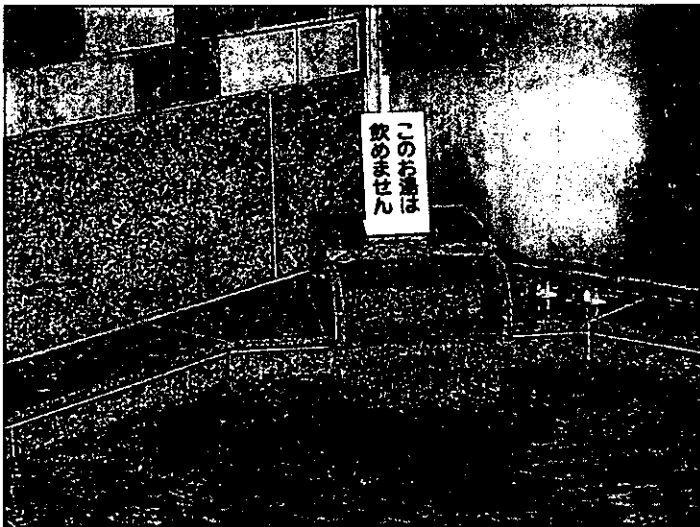


図14 循環湯吐出口

ろ過装置を通過した循環湯の一部は、この吐出口から出てくる。「このお湯は飲めません」の表示をしている。

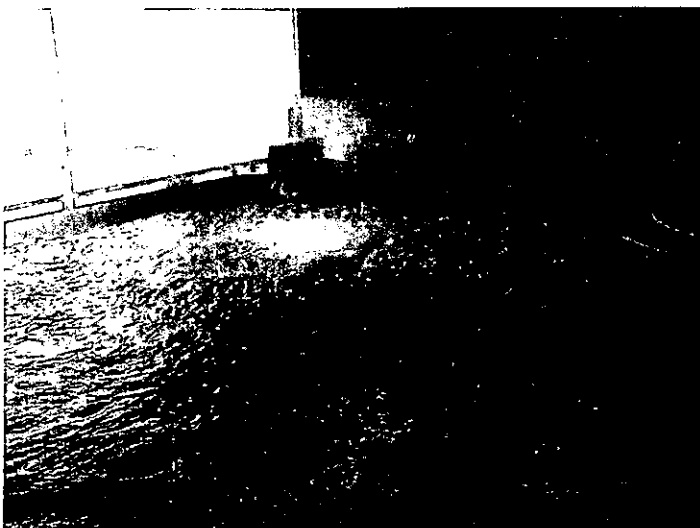


図15 浴室2屋内浴槽のエアパイプ

浴槽には、エアパイプラとジェットが設けられている。

#### 4. 維持管理について

4-1. 本浴場施設で採用されており、循環式浴槽水の維持管理上、衛生管理に関連する事項について表3にまとめる。

表3 循環式浴槽の維持管理上のポイント

項目	区分	内容
塩素濃度の維持管理	浴槽水：営業時間中	全ての浴槽水について、1時間に一度測定し、記録(図16、17)、不足していれば手動補充、過剰であればオーバーフローの実施。維持濃度は0.5~1.5mg/l。
	浴槽水：夜間	営業終了時に固形塩素剤を投入し、残留塩素濃度を高く維持し、夜間も常時循環。
ろ過装置	逆洗水槽	逆洗は毎日夜中に、水道水を使用し、自動タイマーで行っている。逆洗3分間、洗浄2分間。
	ろ材の殺菌洗浄	2週間に一度、高濃度塩素(約20mg/l)で、逆洗し、2時間漬け置きして殺菌している。
	夜間の消毒	夜間も浴槽水(高濃度塩素)を循環して、ろ過装置に水の滞留が無いように管理。
	逆洗タイマー確認	1週間に一度、自動逆洗タイマーの作動を確認。
ヘアークッチャー(図18)	ろ過装置、ジェット系統の循環系	各循環系統に設置されているヘアークッチャーは毎日清掃している。
オーバーフロー(一日に浴槽の容量分オーバーフローする管理としている)	営業時間中(浴槽は常時満水)	通常、2時間に一度強制オーバーフローを実施。他、入浴者及び打たせ湯補給によるオーバーフローがある。
	夜間	ろ過装置逆洗後、浴槽容量の30~70%をオーバーフローしている。(日中との合計で浴槽水の100%がオーバーフローされる)
貯湯温度	貯湯タンク(図19)	65℃に温度設定。浴槽への供給湯の温度設定は70℃。
全換水	1週間に一度実施	全換水の前夜に浴槽水中の塩素濃度を高く維持し、夜間循環して消毒している。
水質検査	レジオネラ属菌他	平成13年度は毎月実施、以降は3ヶ月に一度実施。

- ① 浴槽水の残留塩素濃度測定は、1時間毎に測定・調整している。目標値は0.5～1.5mg/l。
- ② ろ過装置のろ材の消毒には特に注意しており、毎日水道水により逆洗及び、2週間に一度は高濃度塩素により逆洗・漬け置きして消毒している。
- ③ 浴槽水は1週間に一度の全換水であるが、オーバーフローを行なっており、毎日浴槽の容量分の湯をオーバーフローさせている。
- ④ 貯湯槽の水温は65℃に設定しており、高温に維持されている。
- ⑤ レジオネラ属菌を含む、水質検査をきめ細かく行なっている。

4-2. 維持管理上のポイントに関する写真と解説

4-1項で示した、維持管理項目のうち、主なものについて、写真で示し解説する

図16 実際に使用されている残留塩素測定記録用紙

残留塩素測定記録																										
											館長	副参事	係長	担当者												
平成 27年 12月 23日(日) 天候(晴)																										
項目											結果															
水道水残留塩素濃度 (mg/L)											0.4															
水道水の濁りや臭気の有無											ナシ															
中水の残留塩素濃度 (mg/L)											0.5															
中水の濁りや臭気の有無											ナシ															
中水のPH値											6.5															
各浴槽水の水位の異常の有無											ナシ															
各浴槽水の濁りや臭気の有無											ナシ															
浴槽 時間	FU-1(mg/L)			FU-2(mg/L)			FU-3(mg/L)			FU-4(mg/L)			測定者													
	残留塩素	温度	強制OF	残留塩素	温度	強制OF	残留塩素	温度	強制OF	残留塩素	温度	強制OF														
7:30	1.5			0.8			1.2			1.0			青木													
9:00	1.49	46.5	0	0.72	46.5	0	1.20	46.5	0	0.95	46.5	0	中野													
10:00	1.42			1.17			1.01			1.24			?													
11:00	0.87	46.5	0	0.90	41.5	0	1.28	46.5	0	1.10	46.5	0	?													
12:00	0.74			1.20			0.91			0.72			?													
13:00	0.95	46.5	0	1.26	46.5	0	1.27	46.5	0	1.23	46.5	0	?													
14:00	1.21			1.21			1.10			1.41			?													
15:00	1.08	46.5	0	1.19	46.5	0	1.01	46.5	0	0.86	46.5	0	?													
16:00	1.14			1.30			0.95			0.77			栗木													
17:00	1.10	46.5	0	1.16	46.5	0	1.07	46.5	0	1.31	46.5	0	?													
18:00	1.02			0.95			0.92			1.16			?													
19:00	0.95	46.5	0	1.06	46.5	0	0.94	46.5	0	1.08	46.5	0	?													
20:00	1.02			1.18			1.05			1.07			?													
21:00	1.11	46.5	0	1.21	46.5	0	1.39	46.5	0	1.12	46.5	0	?													
22:00	1.06			1.25			1.21			1.27			?													
※ 奇数時は、浴槽より採水。偶数時は、ろ過タンクより採水																										
活性石逆洗水(手動)																										
逆洗確認水(週7)											1.0 1.5															
逆洗用水・屋外タンク											0.46															
塩素タンク残量											塩素補給量				換水前日営業終了後、高温度(10mg/L)での浴槽水循環				FU-1 FU-2 FU-3 FU-4				新日管財設備管理			
FU-1・2											1.2															
FU-3・4											1.6															

「強制 OF」は、強制オーバーフロースイッチを入れたことを示す。  
 浴槽水の残留塩素濃度が高くなりすぎた場合も、強制オーバーフローをする。

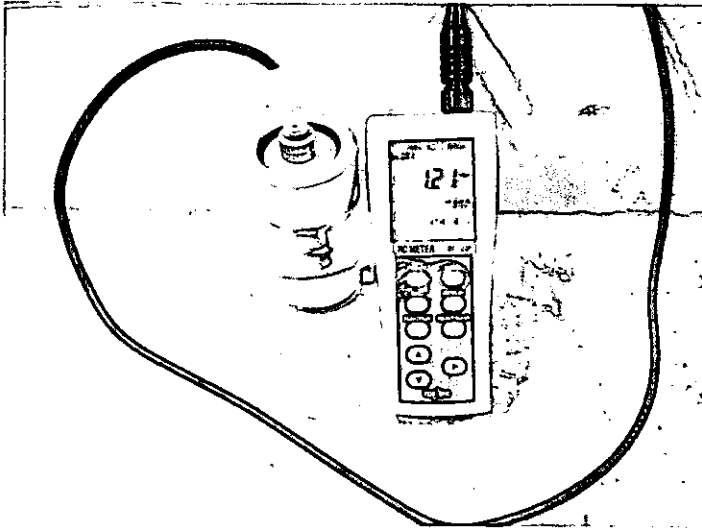


図17 残留塩素濃度測定

浴槽水などの遊離残留塩素濃度の測定は、電極式の残留塩素計を使用して測定している。

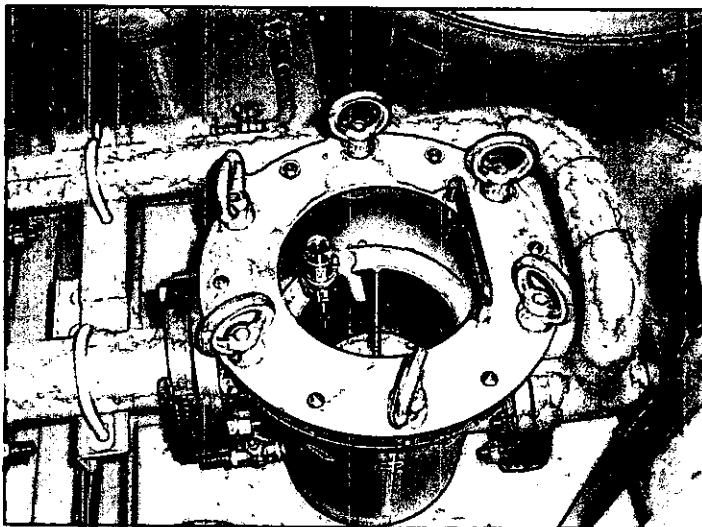


図18 ヘアーキャッチャー

ヘアーキャッチャーは、毎日清掃している。  
汚れの状態は透明窓を通して見ることが出来る。

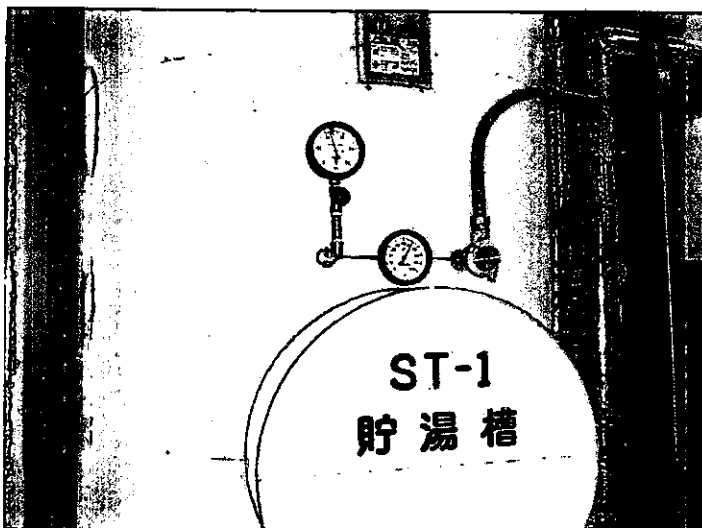


図19 貯湯槽と温度計

シャワーやカランへの温水を供給する貯湯槽の水温は65℃に設定している。  
湯は、温水ボイラにより昇温している。

#### 4-3. レジオネラ属菌などの水質検査結果

##### (1) 浴槽水の水質検査結果

2001年3月の営業再開以降に実施した、各浴槽水のレジオネラ属菌、大腸菌群、濁度、過マンガン酸カリウム消費量の検査結果を表4に示す。

表4 浴槽水の水質検査基準項目の検査結果

期間	2001年4月～2002年3月 毎月検査(合計12回)				2002年4月～2003年3月 3ヶ月に一度検査(合計4回)			
	レジオネラ属菌	大腸菌群数	濁度	KMnO <sub>4</sub> 消費量	レジオネラ属菌	大腸菌群数	濁度	KMnO <sub>4</sub> 消費量
浴室1 屋内	すべて 不検出	すべて 不検出	すべて 5度 以下	すべて 25mg/l 以下	すべて 不検出	すべて 不検出	すべて 5度 以下	すべて 25mg/l 以下
浴室1 露天	(10CFU/ 100ml 未満)	(1ml 中)			(10CFU/ 100ml 未満)	(1ml 中)		
浴室2 屋内								
浴室2 ジャグジー								

過去の浴槽水の水質検査結果では、全ての試料について、レジオネラ属菌は不検出(10CFU/100ml未満)、他の項目についても基準値以下であった。

##### (2) ろ過装置ろ材の細菌検査結果

2003年1月2日採取の、浴室1屋内浴槽水用及び浴室2屋内浴槽水用の各ろ過装置から採取したろ材の細菌検査を行った。結果を表5に示す。

検査は、ろ材1gを10mlの滅菌水中で激しく攪拌し、その上澄み液0.1mlを培地に接種して測定した。

表5 ろ材の細菌検査結果

項目	レジオネラ属菌数	一般細菌数
浴室1屋内浴槽水用ろ材	<10CFU/ml	<10CFU/ml
浴室2屋内浴槽水用ろ材	<10CFU/ml	<10CFU/ml

ろ材からは、レジオネラ属菌・一般細菌数とも本試験法による検出限度以下であった。セラミック多孔質ろ材であるが、日常のろ材の逆洗・消毒作業の徹底によりろ材へのバイオフィルムの付着が防止できていると判断する。

(3) 化学的水質分析結果

2003年4月6日午前10時に採取した、浴室2屋内浴槽水の水質分析結果を表6に示す。

表6 浴槽水の水質分析結果

項目	値
pH (25°C)	7.9
電気伝導率 (mS/m)	17
全硬度	60
カルシウム硬度	36
マグネシウム硬度	24
アンモニウムイオン	<0.1
硫酸イオン	10
塩化物イオン	19
酸消費量(pH4.8)	44
シリカ	31
過マンガン酸カリウム消費量	1.9

(単位：pH・電気伝導率以外は、mg/l)

浴槽水には水道水(石岡市水)を使用しており、飲料水基準も満たすものである。  
過マンガン酸カリウム消費量は、営業直前の採水であるため、1.9mg/lと低い値を示している。



## 5. 浴槽水の過マンガン酸カリウム消費量の挙動

本循環式浴槽は、塩素剤による浴槽水の消毒及び、ろ材・循環系配管・設備機器類の消毒を徹底して行なっているため、浴槽水中の有機物汚れ成分の微生物による分解は期待できない。濁質はろ過装置のろ材によって補足されるため、浴槽水から除去されるが、溶解性の汚れ成分、すなわち過マンガン酸カリウム消費量であらわされる成分は、ろ過装置では除去されない。浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量は、25mg/l であることが水質基準で定められている。

本循環式浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量を基準値以下に維持するためには、浴槽水をオーバーフローすることによって行なわれる。

今回、浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量を経時的に測定し、挙動を調査した。

### 5-1. 調査方法

#### (1) 一週間における挙動調査

休館日を除く、火曜日から日曜日の毎日 18 時に浴室 1 の屋内浴槽(保有水量 13.5m<sup>3</sup>)の浴槽水を採取し、過マンガン酸カリウム消費量を測定した。また、一日あたりの入浴者数を調査した。本浴槽は土曜日の朝に全換水を行なっている。

#### (2) 一日における挙動調査

浴室 2 の屋内浴槽 (保有水量 13.5m<sup>3</sup>) の浴槽水を、日曜日の朝 10 時の営業開始時から夜 20 時の営業終了直前まで、2 時間おきに採取し、過マンガン酸カリウム消費量を測定した。また、営業時間中 2 時間毎の入浴者数を調査した。

#### (3) 夜と翌朝の挙動調査

土曜日の夜から、月曜日の朝にかけて、浴室 2 の屋内浴槽 (保有水量 13.5m<sup>3</sup>) の浴槽水を採取し、夜と翌朝の過マンガン酸カリウム消費量の挙動を調査した。

また、夜間オーバーフロー水量の設定についても調査した。

## 5-2. 調査結果

### (1) 一週間における挙動

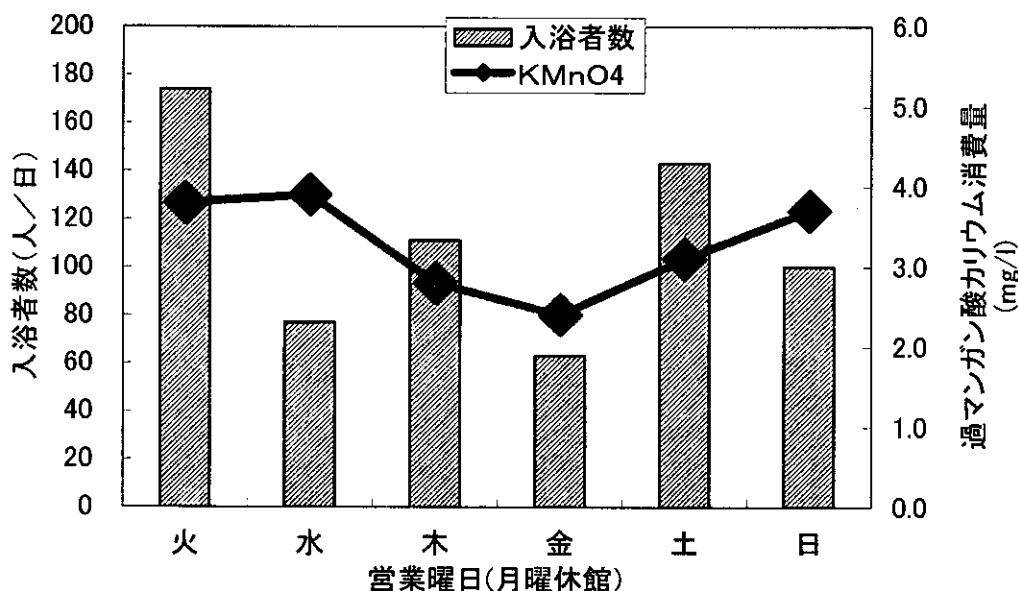
火曜日から日曜日の一週間、毎日 18 時の浴槽水の過マンガン酸カリウム消費量と入浴者数を表 7 と図 20 に示す。

表 7 浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量の日変化

	火	水	木	金	土	日
過マンガン酸カリウム消費量	3.8	3.9	2.8	2.4	3.1	3.7
入浴者数(人/日)	174	77	111	63	143	100

(単位：mg/l)

図 20 浴槽水の過マンガン酸カリウム消費量の日変化(18時)



過マンガン酸カリウム消費量は、いずれも 2~4mg/l の範囲であり、基準値の 25mg/l に対して十分に低い値を維持している。これは、日中にオーバーフローを行い浴槽水を入れ替え、過マンガン酸カリウム消費量成分を排出しているためである。

入浴者数と過マンガン酸カリウム消費量の相関は明確ではないが、以下の理由によるものと考えられる。

- ① 採水時刻は 18 時であるが、入浴者数は 10 時~21 時の間の人数である。  
採水時刻後、何人が入浴したかは不明である。
- ② 日中も浴槽水はオーバーフローをしており、汚れの混入(入浴者数)と、オーバーフローのタイミングによっては、過マンガン酸カリウム消費量が変化する。

(2) 一日における挙動

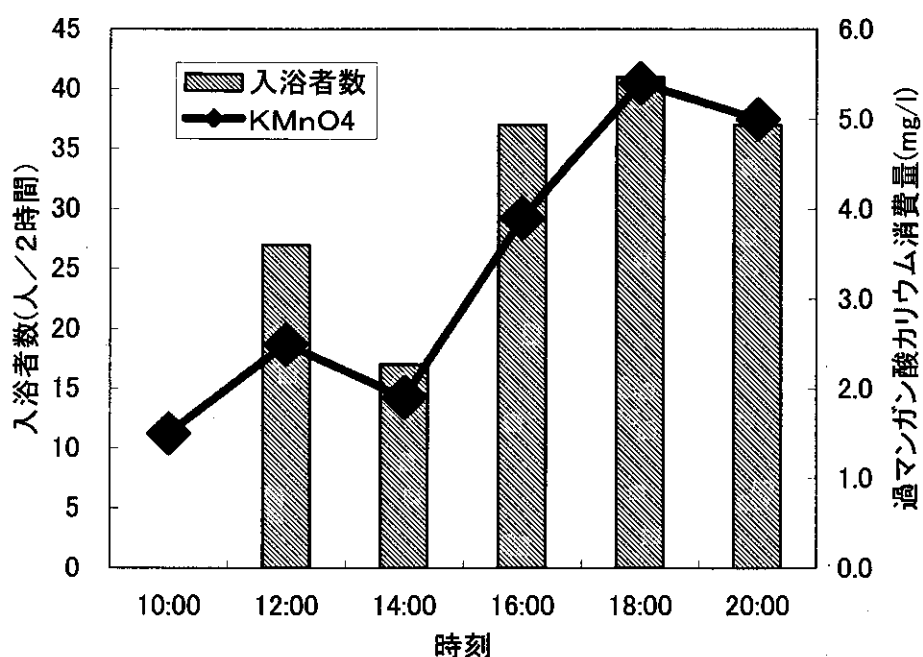
朝 10 時から夜 20 時まで 2 時間毎の、浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量、と入浴者数を表 8 と図 2 1 に示す。

表 8 浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量の時間変化

	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
過マンガン酸カリウム消費量	1.5	2.5	1.9	3.9	5.4	5.0
入浴者数(人/2時間)	—	27	17	37	41	37

(単位：mg/l)

図21 浴槽水の過マンガン酸カリウム消費量の時間変化



一日の過マンガン酸カリウム消費量の挙動は、営業開始前の 10 時の値が最も低く、営業開始し、入浴者が入って来るに従って、徐々に増加している。

この場合でも、浴槽水の基準値の 25mg/l を超えることは無かった。

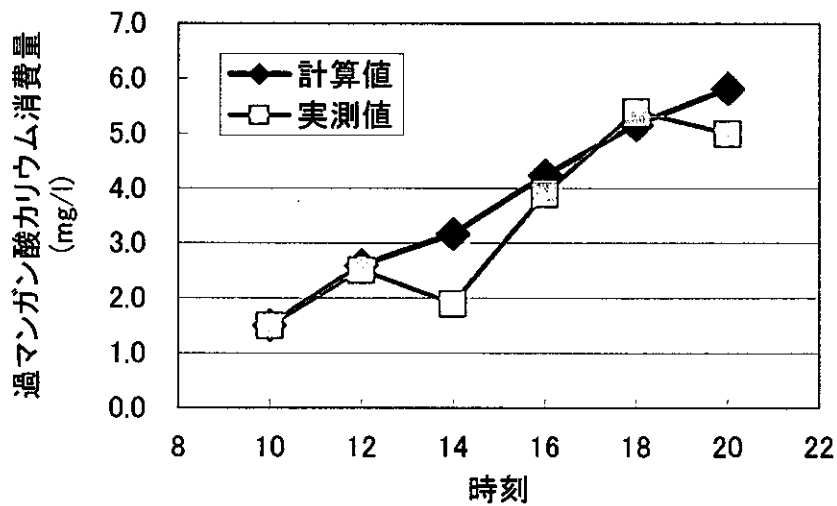
この過マンガン酸カリウム消費量濃度の挙動は、入浴者によって汚れ（過マンガン酸カリウム消費量）が持ち込まれ、オーバーフローによって浴槽外に排出されるバランスによって決定される。

浴槽の保有水量 13.5m<sup>3</sup>、日中 2 時間毎のオーバーフロー量を 600L、入浴者一人当たりのオーバーフロー量を 60L、入浴者一人が持ち込む過マンガン酸カリウム消費量を 0.8g として計算すると、図 22 のようになる。

計算は、2 時間における入浴者による過マンガン酸カリウム消費量増加分を計算し、その時間期間初めの過マンガン酸カリウム消費量を加える。

計算した過マンガン酸カリウム消費量濃度が、時間期間終了時に一度にオーバーフローにより希釈されたものとして計算した。

図22 浴槽水の過マンガン酸カリウム消費量



この結果、浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量の時間挙動は、実測値と計算した値が良く一致しており、本モデルで浴槽水中の過マンガン酸カリウム消費量挙動をシミュレーションすることが可能であることを示した。