

海道も含めて、夏季、秋季と冬季に調査を実施した。施設の概要等は表 1.3.1 の通りである。施設 G (写真 1.3.1) と施設 I (写真 1.3.2) はデイサービス、施設 H, 施設 K (写真 1.3.3) と施設 L (写真 1.3.4) は介護老人保健施設である。また、比較のために社会福祉施設以外の施設 (リゾートホテル) でも調査した。

中部地方 (愛知県) の 2 つの社会福祉施設では、夏季と秋季の 2 度にわたって調査を実施した。北海道の 1 施設・2 循環系統の社会福祉施設と、1 施設・2 循環系統のリゾートホテルでは夏季と冬季の 2 度調査を行った。福島県会津地方の 2 施設・3 循環系統は、秋

表 1.3.1b 施設の概要 (2)

施設名	施設 I (男子系統)	施設 I (女子系統)		
施設用途	デイサービス			
所在地	北海道石狩地方			
ろ過器の種類	砂式	砂式		
気泡板・超音波	超音波有り	超音波有り		
浴槽面積 [m <sup>2</sup> ]	17.1	17.1		
浴槽容量 [m <sup>3</sup> ]	6.6	6.6		
浴槽深さ [m]	0.50	0.50		
消毒剤の種類	次亜塩素酸ナトリウム	次亜塩素酸ナトリウム		
消毒剤の投入方法	定量注入	定量注入		
その他				
計測日	平成17年8月30日			
計測時間帯	10:00 ~ 12:00	10:00 ~ 12:00		
夏季	1日の入浴者数	男子 [人]	7	0
		女子 [人]	0	19
		合計 [人]	7	19
	時間当り最大入浴者数	男子 [人/h]	4	0
		女子 [人/h]	0	8
		合計 [人/h]	4	8
	1日の入浴者に対する時間最大入浴者の比率 [%]	57%	42%	
	単位面積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>2</sup> ・h)]	0.2	0.5	
	単位容積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>3</sup> ・h)]	0.6	1.2	
公衆浴場法関係法令 <sup>※</sup> による必要浴槽面積 [m <sup>2</sup> ]	0.6	1.1		
実際浴槽面積/公衆浴場関係法令必要浴槽面積	30.5	15.3		
換水日	平成17年8月29日			
計測日	平成17年12月20日			
計測時間帯	10:00 ~ 11:30	10:00 ~ 11:00		
秋季・冬季	1日の入浴者数	男子 [人]	14	0
		女子 [人]	0	12
		合計 [人]	14	12
	時間当り最大入浴者数	男子 [人/h]	7	0
		女子 [人/h]	0	8
		合計 [人/h]	7	8
	1日の入浴者に対する時間最大入浴者の比率 [%]	50%	67%	
	単位面積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>2</sup> ・h)]	0.4	0.5	
	単位容積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>3</sup> ・h)]	1.1	1.2	
公衆浴場法関係法令 <sup>※</sup> による必要浴槽面積 [m <sup>2</sup> ]	1.0	1.1		
実際浴槽面積/公衆浴場関係法令必要浴槽面積	17.4	15.3		
換水日	平成17年12月19日			

※「公衆浴場における衛生等管理要領」(健発第0214004号 平成15年2月14日 厚生労働省健康局長)

…浴槽内面積 = 毎時最大浴場利用人員 × 10 / 60 × 0.7m<sup>2</sup> × 1.2

季に1度だけ調査を行った。

施設 G の消毒方法は、夏季と秋季で異なり、夏季が次亜塩素酸ナトリウムのみ、秋季が次亜塩素酸ナトリウムと二酸化塩素の混合注入である。施設 J の大浴槽は、夏季と冬季では消毒剤の注入方法が異なり、夏季は定量注入、冬季はポーラログラフ式遊離残留塩素濃

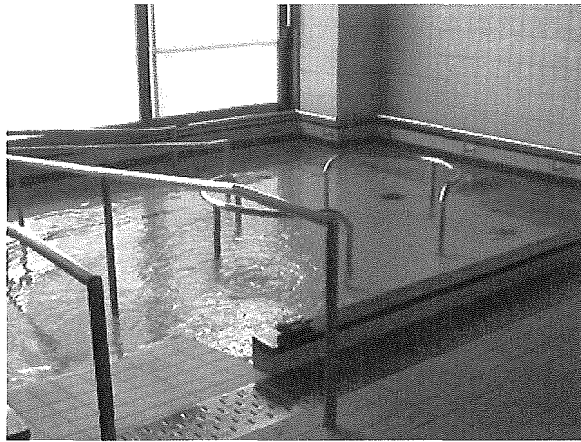


写真 1.3.1 施設 G の浴槽

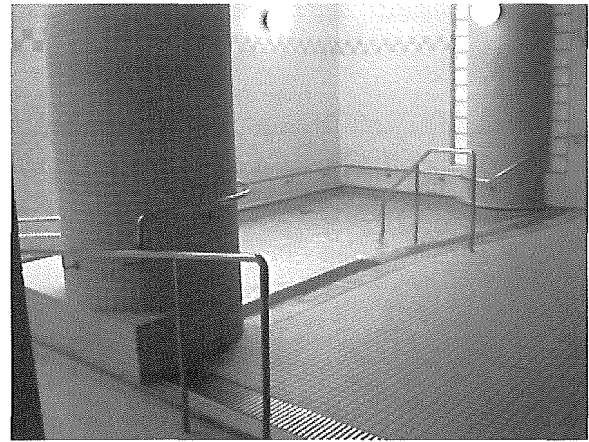


写真 1.3.2 施設 I の浴槽

表 1.3.1c 施設の概要 (3)

施設名	施設 K	施設 L (男子系統)	施設 L (女子系統)	
施設用途	介護老人保健施設	介護老人保健施設		
所在地	福島県会津地方	福島県会津地方		
ろ過器種類	砂式	砂式	砂式	
気泡板・超音波	無し	超音波有り	超音波有り	
浴槽面積 [m <sup>2</sup> ]	7.1	12.0	8.8	
浴槽容量 [m <sup>3</sup> ]	4.6	8.8	6.3	
浴槽深さ [m]	0.65	0.73	0.72	
消毒剤の種類	オゾン+次亜塩素酸ナトリウム	次亜塩素酸ナトリウム	次亜塩素酸ナトリウム	
消毒剤の投入方法	タイマー注入	タイマー注入	タイマー注入	
その他		入浴なし		
計測日	平成17年11月21日	平成17年11月22日		
計測時間帯	9:00 ~ 15:30	13:30 ~ 15:00	13:30 ~ 15:00	
秋季 入浴者数	1日の男子 [人]	3	8	0
	1日の女子 [人]	13	30	0
	1日の合計 [人]	16	38	0
冬季 時間当り最大入浴者数	男子 [人/h]	0	0	0
	女子 [人/h]	6	30	0
	合計 [人/h]	6	30	0
1日の入浴者に対する時間最大入浴者の比率 [%]	38%	79%	0%	
単位面積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>2</sup> ・h)]	0.8	2.5	0.0	
単位容積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>3</sup> ・h)]	1.3	3.4	0.0	
公衆浴場法関係法令 <sup>*</sup> による必要浴槽面積 [m <sup>2</sup> ]	0.8	4.2	0.0	
実際浴槽面積/公衆浴場関係法令必要浴槽面積	8.5	2.9		
換水日	平成17年11月21日	平成17年11月17日		

※「公衆浴場における衛生等管理要領」(健発第0214004号 平成15年2月14日 厚生労働省健康局長)

・・・浴槽内面積=毎時最大浴場利用人員×10/60×0.7m<sup>2</sup>×1.2

表 1.3.1d 施設の概要 (4)

施設名	施設 J (大浴槽系統)	施設 J (気泡浴系統)		
施設用途	リゾートホテル(対照施設)			
所在地	北海道後志地方			
ろ過器種類	砂式 + 溶解性風化鉱石ろ過(人工温泉)			
気泡板・超音波	無し	気泡板有り		
浴槽面積 [m <sup>2</sup> ]	52.3	14.1		
浴槽容量 [m <sup>3</sup> ]	32.9	8.1		
浴槽深さ [m]	0.63	0.57		
消毒剤の種類	次亜塩素酸ナトリウム + 二酸化塩素	次亜塩素酸ナトリウム + 二酸化塩素		
消毒剤の投入方法	(夏)定量注入 (冬)ポーラグラフで制御	定量注入		
その他		入浴剤使用		
計測日	平成17年9月1日			
計測時間帯	9:20 ~ 15:40	9:20 ~ 15:40		
夏季	1日の入浴者数	男子 [人]	136	136
		女子 [人]	158	158
		合計 [人]	294	294
	時間当り最大入浴者数	男子 [人/h]	29	29
		女子 [人/h]	24	24
		合計 [人/h]	53	53
	1日の入浴者に対する時間最大入浴者の比率 [%]	18%	18%	
	単位面積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>2</sup> ・h)]	1.0	3.8	
	単位容積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>3</sup> ・h)]	1.6	6.5	
	公衆浴場法関係法令 <sup>*</sup> による必要浴槽面積 [m <sup>2</sup> ]	7.4	7.4	
実際浴槽面積/公衆浴場関係法令必要浴槽面積	7.0	1.9		
換水日	平成17年8月28日	平成17年9月1日		
計測日	平成18年1月11日			
計測時間帯	13:00 ~ 25:00	13:00 ~ 25:00		
秋季・冬季	1日の入浴者数	男子 [人]	176	176
		女子 [人]	138	138
		合計 [人]	314	314
	時間当り最大入浴者数	男子 [人/h]	42	42
		女子 [人/h]	29	29
		合計 [人/h]	71	71
	1日の入浴者に対する時間最大入浴者の比率 [%]	23%	23%	
	単位面積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>2</sup> ・h)]	1.4	5.0	
	単位容積当り時間最大入浴者数 [人/(m <sup>3</sup> ・h)]	2.2	8.8	
	公衆浴場法関係法令 <sup>*</sup> による必要浴槽面積 [m <sup>2</sup> ]	9.9	9.9	
実際浴槽面積/公衆浴場関係法令必要浴槽面積	5.3	1.4		
換水日	平成18年1月9日	平成18年1月11日		

※「公衆浴場における衛生等管理要領」(健発第0214004号 平成15年2月14日 厚生労働省健康局長)

…浴槽内面積=毎時最大浴場利用人員×10/60×0.7m<sup>2</sup>×1.2

度計で計測して自動注入を行っていた。

消毒方法は、次亜塩素酸ナトリウムによるものがほとんどである。前述した施設 G の秋季と施設 J (リゾートホテル) 2 系統は、次亜塩素酸ナトリウムと二酸化塩素の混合注入

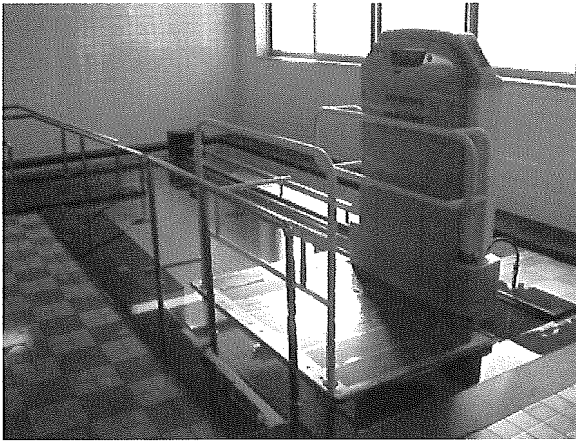


写真 1.3.3 施設 K の浴槽



写真 1.3.4 施設 L の浴槽



写真 1.3.5 施設 K のオゾン消毒装置



写真 1.3.6 施設 G のスロープ



写真 1.3.7 施設 I のスロープ

である。施設 K は、オゾン（写真 1.3.5）と次亜塩素酸ナトリウムの組み合わせである。

ろ過器の形式は、施設 J（リゾートホテル）2 系統が砂式と溶解性風化鉱石（人工温泉）ろ過式との組み合わせ、社会福祉施設は全て砂式である。

社会福祉施設であるために中部地方（愛知県）の 2 施設と北海道の 1 施設の浴槽には、

スロープが設けられていた。福島県会津地方の浴槽は、階段であった。愛知県三河地方のデイサービス（施設 G）のスロープ部（写真 1.3.6）の浴槽水は、循環の影響を受けて、浴槽との湯が入れ替わっていたが、愛知県名古屋市の介護老人保健施設（施設 H）と北海道石狩地方のデイサービス（施設 I）のスロープ部（写真 1.3.7）は、多少死に水に近い状況になっていた。スロープや階段と洗い場の見切り部で、つまずき防止のために上縁が途切れていて、洗い場の水が浴槽に流れ込む形状が見受けられる場合がある。しかし、今回調査した浴槽では、スロープを設けてある浴槽全てが入口部にグレーチングを設けて、洗い場の水の流入防止の措置を取っていた。また階段を設けている浴槽では、上縁を設けていた（写真 1.3.8 は施設 K）。

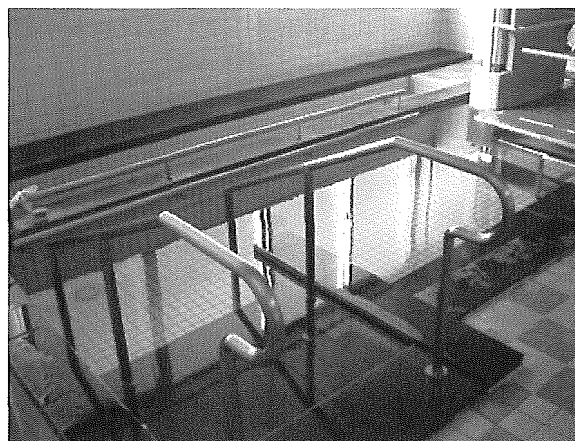


写真 1.3.8 施設 K の階段

気泡浴や超音波浴の設置状況は、施設 G が気泡浴（写真 1.3.9 は気泡ブローア）と超音波浴（写真 1.3.10 は超音波ポンプ）の双方を設置している。死施設 I の 2 浴槽系統と施設 L の 2 浴槽系統には、超音波浴が設置されている。またリゾートホテルのなかの 1 系統には気泡浴を取り入れている。施設 I の気泡浴槽には、入浴剤を投入している。今回調査した社会福祉施設の浴槽では、むしろ、気泡浴装置や超音波浴装置がないほうが少なかった。

計測日の入浴の時間帯は、デイサービスの施設 G と施設 I は午前中のみ、介護老人保健施設の施設 H と施設 K は午前・午後を通して、施設 L は午後のみであった。また対照施設の施設 J は、正午前後から深夜・午前 1 時までであった。

半日だけ入浴する施設では、1 日の入浴者数に対する時間最大入浴者数の割合が、4 割～8 割と高い値になっている。午前と午後にわたって入浴をしている社会福祉施設では、1 日の入浴者数に対する時間最大入浴者数の割合が、30% 台となっている。また入浴時間

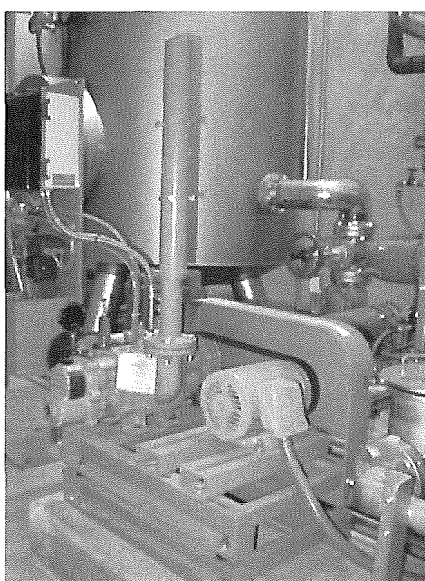


写真 1.3.9 施設 G の気泡ブローア

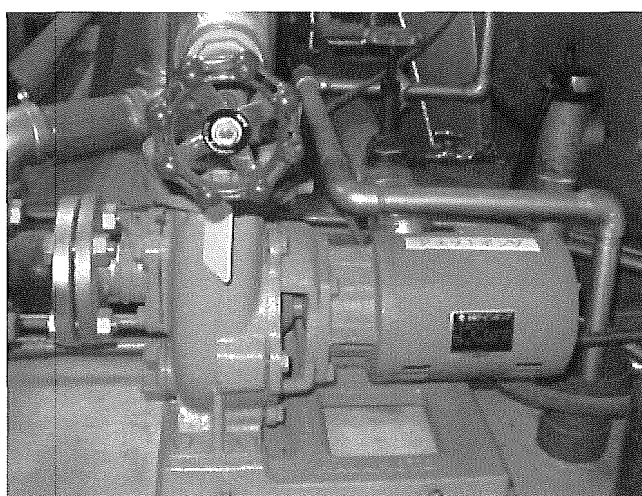


写真 1.3.10 施設 G の超音波ポンプ

帯を長く取っているリゾートホテルの1日の入浴者数に対する時間最大入浴者数の割合は、夏季も冬季も20%前後となっている。

単位面積当りの時間最大入浴者数を、厚生労働省健康局通知「公衆浴場における衛生等管理要領」（健発第0214004号平成15年2月14日）にある必要浴槽面積と比べると、計測日の入浴者数では、社会福祉施設が必要面積の2.9～30.5倍確保されていた。

浴槽の特徴として、公衆浴場や宿泊施設等の業務用施設大型浴槽の浴槽深さは600mmの場合が多い。社会福祉施設のうち中部地方（愛知県）と北海道の浴槽深さは420～590mmと浅めであったが、福島県会津地方の社会福祉施設の浴槽深さは650～730mmと一般の業務用浴槽より深めであった。一方、北海道のリゾートホテルの浴槽深さは、570～630mmである。昨年度調査した4つの社会福祉施設の浴槽深さは、450mmが1槽、500mmが1槽で600mmが2槽であった。社会福祉施設の浴槽深さは、溺死防止や介助しやすさから浅めの浴槽とすることが多い。昨年度と今年度実測した施設の浴槽深さをを見ると、福島県会津地方の施設の浴槽は、何れも深いと判断できる。これは、浴槽への出入りしやすさや安全性向上のためにスロープや階段を設けることがほとんどであるが、福島県会津地方の浴槽は何れも階段を用いていることにも影響していると推測する。

### 1.3.2 浴槽水質・入浴者数等の推移

施設の中で、特徴的な浴槽水の時系列変化と入浴人員を次に示す。塩素濃度の計測は現地で実施し、その他の化学的な水質検査と微生物検査は、持ち帰って行った。微生物検査用の検水には、採水後すぐにチオ硫酸ナトリウムを添加し、塩素分を中和した。

施設Gは、愛知県三河地方にあるデイサービスである。夏季は塩素のみ、秋季は塩素と二酸化塩素で消毒した。写真1.3.9に示すブローを使った気泡浴と、写真1.3.10に示す超音波ポンプを用いた超音波浴装置が設置されている。

入浴者数は、夏季の測定日が12名、秋季が13名でほぼ同数である。夏季の水質等の推移が表1.3.2で、秋季が表1.3.3である。何れもレジオネラ属菌は検出されなかったが、大腸菌群が検出された。入浴前に採水した試料からも大腸菌群が検出されたのは、超音波浴の循環系等から、絶えず菌が供給されていることも考えられるが、明確ではない。

施設Jは、北海道後志地方のリゾートホテルである。大浴槽の夏季の水質等の推移が表1.3.4で、冬季が表1.3.5である。夏季の消毒剤の注入は定量で行っていたが、冬季は遊離残留塩素濃度を計測して自動制御により注入した。

入浴者数と塩素濃度の推移の夏季のグラフを図1.3.1に、冬季を図1.3.2に示す。入浴者数は夏季が294名、冬季が314名である。夏季は21時～23時までに入浴者のピークを迎えたが、冬季は16時～17時がピークであった。遊離残留塩素濃度だけを抽出して、夏季と冬季を並べたものが図1.3.3である。夏季は時間が経つにつれて遊離残留塩素濃度が低くなっている。冬季は制御により上下しているが、30名の入浴者があった20時～21時の後の遊離残留塩素濃度が0.15mg/Lと、基準の0.2mg/Lを下回った。

遊離残留塩素濃度の度数分布は、夏季が図1.3.4、冬季が図1.3.5である。夏季は0.2mg/L

表 1.3.2 施設 G の夏季計測時水質等の推移

時刻	原水	9時00分	9時30分	10時00分	10時30分	11時00分	11時30分	
pH	—	6.57	6.58	6.59	6.54	6.56	6.6	
(カック内は水温) (°C)	—	19.7°C	19.6°C	19.2°C	19.4°C	19.3°C	19.7°C	
電気伝導率 (μ S/cm)	—	54	54	53	55	56	58	
(カック内は水温) (°C)	—	19.8°C	19.7°C	19°C	19.5°C	19.2°C	19.3°C	
濁度 (度)	—	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.1	
色度 (度)	—	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	
アンモニア性窒素 (mg/L)	—	0.03	0.01	0.05	0.03	0.01	0.03	
塩素イオン (mg/L)	—	7.7	8.1	8.0	8.1	8.1	8.1	
硝酸イオン (mg/L)	—	0.97	1.04	1.04	1.04	1.03	1.09	
亜硝酸イオン (mg/L)	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
リン酸イオン (mg/L)	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
硫酸イオン (mg/L)	—	2.04	2.13	2.13	2.11	2.10	2.17	
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	—	5.01	4.17	4.50	4.17	4.28	3.97	
TOC (mg/L)	—	0.75	0.75	0.76	0.79	0.76	0.84	
遊離残留塩素 (mg/L)	—	0.19	0.31	0.22	0.22	0.32	0.30	
結合残留塩素 (mg/L)	—	0.06	0.07	0.06	0.33	0.08	0.11	
においセンサー値	—	153	158	159	160	164	165	
一般細菌 (CFU/mL)	—	ND	—	—	—	—	1.0	
従属栄養細菌 (CFU/mL)	—	ND	—	—	—	—	ND	
大腸菌群 (CFU/mL)	—	1.0	—	—	—	—	1.0	
緑膿菌 (CFU/100mL)	—	ND	—	—	—	—	ND	
レジオネラ属菌 (CFU/100mL)	—	ND	—	—	—	—	ND	
温湿度	浴槽温度 (°C)	—	39.8	39.6	39.4	40.0	39.7	39.5
	浴室温度 (°C)	—	29.0	29.0	29.2	29.2	29.4	29.7
	浴室湿度 (%RH)	—	82	72	79	80	84	86
入浴者数	男子 (人)	—	0	2	1	0	0	0
	女子 (人)	—	0	0	0	5	2	2
	合計 (人)	—	0	2	1	5	2	2

表 1.3.3 施設 G の秋季計測時水質等の推移

時刻	原水	9時00分	9時30分	10時00分	10時30分	11時00分	11時30分	
pH	7.00	7.06	7.12	7.18	7.17	7.08	6.95	
(カック内は水温) (°C)	20.4	20.4	20.5	20.2	20.1	20.1	19.8	
電気伝導率 (μ S/cm)	39	58	57	58	58	61	60	
(カック内は水温) (°C)	20	20	19.9	19.9	19.9	19.9	20	
濁度 (度)	0.063	0.313	0.094	0.156	0.188	0.125	0.313	
色度 (度)	0.091	0.418	0.181	0.309	0.291	0.309	0.382	
塩素イオン (mg/L)	6.9	8.5	8.5	8.5	8.6	8.4	8.6	
硝酸イオン (mg/L)	ND	0.93	0.95	0.95	0.98	0.97	1.04	
亜硝酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
リン酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
硫酸イオン (mg/L)	1.72	1.98	2.03	2.00	2.07	2.02	2.03	
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	0.25	1.90	1.33	1.26	1.39	0.98	1.17	
TOC (mg/L)	0.68	1.21	1.13	1.14	1.24	1.09	1.19	
遊離残留塩素 (mg/L)	0.64	0.30	0.32	0.25	0.30	0.31	0.36	
結合残留塩素 (mg/L)	0.07	0.07	0.01	0.02	0.09	0.19	0.09	
二酸化塩素 (mg/L)	—	0.33	0.50	0.34	0.46	0.24	0.28	
トリハロメタン濃度 (μ g/L)	—	—	—	—	—	—	—	
においセンサー値	108	132	136	136	144	148	145	
一般細菌 (CFU/mL)	—	ND	—	—	—	—	0.5	
従属栄養細菌 (CFU/mL)	—	1.0	—	—	—	—	6.5	
大腸菌群 (CFU/mL)	—	5.0	—	—	—	—	5.5	
緑膿菌 (CFU/100mL)	—	ND	—	—	—	—	ND	
レジオネラ属菌 (CFU/100mL)	—	ND	—	—	—	—	ND	
温湿度	浴槽温度 (°C)	—	40.2	39.8	40.2	40.6	40.2	39.8
	浴室温度 (°C)	—	23.0	24.5	25.0	25.6	25.7	26.0
	浴室湿度 (%RH)	—	75	81	85	87	88	87
入浴者数	男子 (人)	—	0	0	0	0	0	4
	女子 (人)	—	0	3	2	3	1	0
	合計 (人)	—	0	3	2	3	1	4

表 1.3.4 施設 J・大型浴槽系統の夏季計測時水質等の推移

時刻	原水	11時00分	12時00分	13時00分	14時00分	15時00分	16時00分	17時00分
pH	7.18	6.78	7.02	7.01	7.07	7.11	7.11	7.11
(カッコ内は水温)	(°C)	25	24.5	24.7	24.6	24.7	24.6	24.7
電気伝導率	( $\mu$ S/cm)	104	128	138	127	130	131	126
(カッコ内は水温)	(°C)	25.1	25	24.8	24.8	24.8	24.7	24.8
濁度	(度)	0.0	0.8	0.1	1.0	0.4	0.2	0.1
色度	(度)	0.0	1.5	0.2	1.4	0.3	0.2	0.2
アンモニア性窒素	(mg/L)	0.00	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03
塩素イオン	(mg/L)	6.4	9.8	9.7	9.8	9.7	9.8	9.8
硝酸イオン	(mg/L)	1.70	2.25	2.43	2.46	2.50	2.48	2.51
亜硝酸イオン	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
リン酸イオン	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
硫酸イオン	(mg/L)	1.61	1.79	1.83	1.79	1.92	1.78	1.82
過マンガン酸カリウム消費量	(mg/L)	0.03	2.72	2.81	4.14	2.88	3.44	2.94
TOC	(mg/L)	0.00	2.26	2.56	2.81	1.73	1.97	1.75
遊離残留塩素	(mg/L)	—	0.78	0.77	0.80	0.80	0.80	0.77
結合残留塩素	(mg/L)	—	0.04	0.05	0.13	0.17	0.18	0.17
二酸化塩素	(mg/L)	—	0.72	0.40	0.24	0.21	0.21	0.08
トリハロメタン濃度	( $\mu$ g/L)	—	67	—	—	—	62	—
トリハロメタン生成能	( $\mu$ g/L)	—	166	—	—	—	—	—
においセンサー値		198	317	344	368	346	355	368
一般細菌	(CFU/mL)	—	$7.2 \times 10^4$	—	—	—	—	—
従属栄養細菌	(CFU/mL)	—	$8.1 \times 10^5$	—	—	—	—	—
大腸菌群	(CFU/mL)	—	$2.0 \times 10^2$	—	—	—	—	—
緑膿菌	(CFU/100mL)	—	ND	—	—	—	—	—
レジオネラ属菌	(CFU/100mL)	—	$9.4 \times 10^2$	—	—	—	—	—
入浴者数	男子 (人)	—	0	3	3	5	0	8
	女子 (人)	—	0	4	3	4	2	18
	合計 (人)	—	0	7	6	9	2	26

時刻	18時00分	19時00分	20時00分	21時00分	22時00分	23時00分	0時00分	1時00分
pH	7.11	7.11	7.25	7.41	7.2	7.22	7.19	7.18
(カッコ内は水温)	(°C)	24.6	24.7	19.8	19.4	19.8	19.5	20.1
電気伝導率	( $\mu$ S/cm)	133	130	132	127	130	132	129
(カッコ内は水温)	(°C)	24.8	24.7	20.2	20	20	20.1	20.2
濁度	(度)	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
色度	(度)	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
アンモニア性窒素	(mg/L)	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02
塩素イオン	(mg/L)	9.8	9.6	9.9	9.9	9.6	9.8	9.4
硝酸イオン	(mg/L)	2.51	2.52	2.57	2.52	2.50	2.52	2.42
亜硝酸イオン	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
リン酸イオン	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
硫酸イオン	(mg/L)	1.76	1.73	1.79	1.77	1.81	1.77	1.66
過マンガン酸カリウム消費量	(mg/L)	3.76	3.19	3.35	3.82	3.60	3.00	3.57
TOC	(mg/L)	1.84	1.87	1.78	1.75	1.76	1.92	1.83
遊離残留塩素	(mg/L)	0.71	0.73	0.70	0.60	0.47	0.39	0.23
結合残留塩素	(mg/L)	0.13	0.15	0.13	0.28	0.10	0.19	0.22
二酸化塩素	(mg/L)	0.06	0.06	0.05	0.08	0.06	0.05	0.29
トリハロメタン濃度	( $\mu$ g/L)	—	66	—	—	—	63	60
トリハロメタン生成能	( $\mu$ g/L)	—	—	—	—	—	—	144
においセンサー値		343	342	350	347	362	352	351
一般細菌	(CFU/mL)	—	—	—	—	—	—	$3.8 \times 10^4$
従属栄養細菌	(CFU/mL)	—	—	—	—	—	—	$1.0 \times 10^3$
大腸菌群	(CFU/mL)	—	—	—	—	—	—	ND
緑膿菌	(CFU/100mL)	—	—	—	—	—	—	ND
レジオネラ属菌	(CFU/100mL)	—	—	—	—	—	—	$1.7 \times 10$
入浴者数	男子 (人)	17	10	15	15	29	22	1
	女子 (人)	12	5	12	22	24	26	7
	合計 (人)	29	15	27	37	53	48	8



表 1.3.5 施設 J・大型浴槽系統の冬季計測時水質等の推移

時刻	原水	原湯	13時00分	14時00分	15時00分	16時00分	17時00分	18時00分
pH	7.73	7.81	7.48	7.63	7.69	7.68	7.71	7.69
(カコ内は水温) (°C)	12.6	14.8	10.7	11	11.3	11.3	11.4	11.5
電気伝導率 (μ S/cm)	74	83	86	92	88	88	88	90
(カコ内は水温) (°C)	12.0	13.7	11.1	11.0	11.5	11.4	11.4	11.5
濁度 (度)	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
色度 (度)	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.07	0.09	0.07
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
塩素イオン (mg/L)	6.6	6.5	9.2	9.1	9.2	9.1	8.3	9.3
硝酸イオン (mg/L)	1.86	1.90	2.07	2.09	2.09	2.05	1.63	2.08
亜硝酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
リン酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
硫酸イオン (mg/L)	1.50	1.60	1.82	1.82	1.78	1.80	1.36	1.78
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	0.09	0.76	3.03	2.84	2.88	2.50	2.97	2.62
TOC (mg/L)	0.71	0.96	1.25	1.43	1.32	1.24	1.28	1.46
遊離残留塩素 (mg/L)	0.29	0.21	0.21	0.20	0.47	0.26	0.22	0.41
結合残留塩素 (mg/L)	0.00	0.02	0.20	0.19	0.20	0.20	0.10	0.21
総残留塩素濃度 (mg/L)	0.29	0.23	0.41	0.39	0.67	0.46	0.32	0.62
二酸化塩素濃度 (mg/L)	—	—	0.07	0.21	0.03	0.05	0.03	err
トリハロメタン濃度 (μ g/L)								
においセンサー値	78	94	248	268	269	271	269	309
一般細菌 (CFU/mL)	—	—	3.6×10 <sup>5</sup>	—	—	—	—	—
従属栄養細菌 (CFU/mL)	—	—	1.5×10 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—
大腸菌群 (CFU/mL)	—	—	ND	—	—	—	—	—
緑膿菌 (CFU/100mL)	—	—	ND	—	—	—	—	—
レジオネラ属菌 (CFU/100mL)	—	—	ND	—	—	—	—	—
入浴者数	男子 (人)	—	—	3	6	16	42	19
	女子 (人)	—	—	—	3	7	29	9
	合計 (人)	—	—	0	6	13	29	28

時刻	19時00分	20時00分	21時00分	22時00分	23時00分	0時00分	1時00分
pH	7.69	7.69	7.71	7.69	7.72	7.72	7.71
(カコ内は水温) (°C)	11.4	11.7	11.9	11.9	12.1	12	12.2
電気伝導率 (μ S/cm)	89	91	92	93	93	95	93
(カコ内は水温) (°C)	11.4	11.5	11.7	11.8	11.9	11.8	12.0
濁度 (度)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
色度 (度)	0.04	0.04	0.07	0.11	0.02	0.09	0.07
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
塩素イオン (mg/L)	9.3	9.4	9.5	9.5	9.5	9.4	9.2
硝酸イオン (mg/L)	2.07	2.11	2.10	2.11	2.06	2.08	2.03
亜硝酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
リン酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
硫酸イオン (mg/L)	1.80	1.75	1.77	1.80	1.75	1.78	1.73
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	2.69	2.97	3.07	2.81	3.51	2.97	3.44
TOC (mg/L)	1.35	1.05	1.39	1.50	1.67	1.61	1.54
遊離残留塩素 (mg/L)	0.23	0.53	0.29	0.15	0.45	0.23	0.52
結合残留塩素 (mg/L)	0.18	0.12	0.18	0.22	0.17	0.22	0.16
総残留塩素濃度 (mg/L)	0.41	0.65	0.47	0.37	0.62	0.45	0.68
二酸化塩素濃度 (mg/L)	0.05	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07
トリハロメタン濃度 (μ g/L)							
においセンサー値	279	291	318	334	314	338	358
一般細菌 (CFU/mL)	4.1×10 <sup>5</sup>	—	—	—	—	—	3.3×10 <sup>5</sup>
従属栄養細菌 (CFU/mL)	1.2×10 <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	1.5×10
大腸菌群 (CFU/mL)	ND	—	—	—	—	—	ND
緑膿菌 (CFU/100mL)	ND	—	—	—	—	—	ND
レジオネラ属菌 (CFU/100mL)	ND	—	—	—	—	—	ND
入浴者数	男子 (人)	24	2	11	15	16	7
	女子 (人)	18	9	10	15	9	8
	合計 (人)	42	11	21	30	25	23

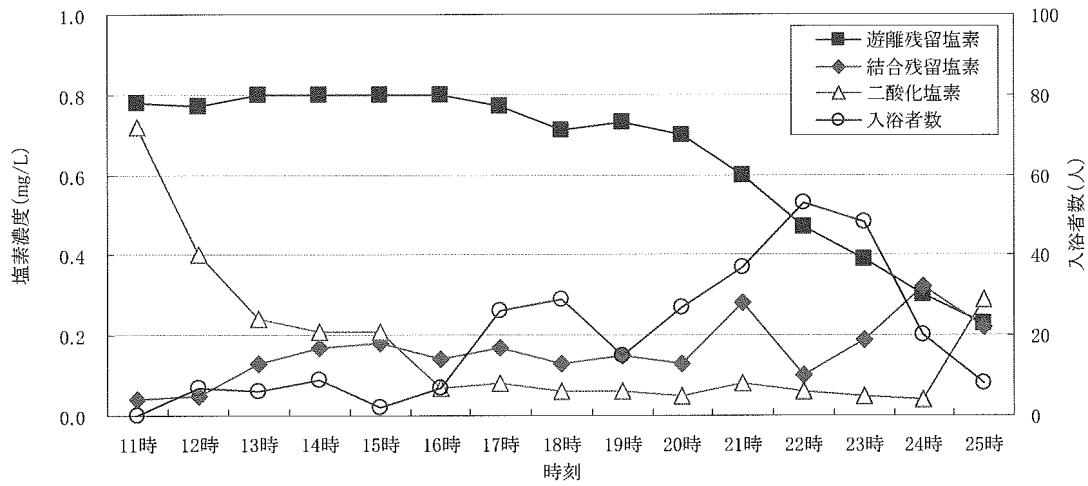


図 1.3.1 施設 J・大型浴槽系統の夏季の入浴者数と残留塩素濃度の推移

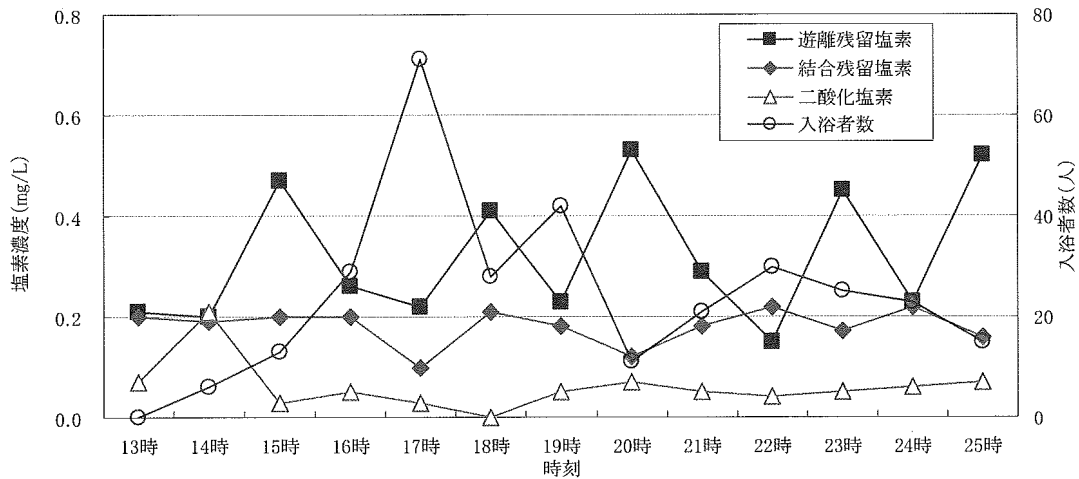


図 1.3.2 施設 J・大型浴槽系統の冬季の入浴者数と残留塩素濃度の推移

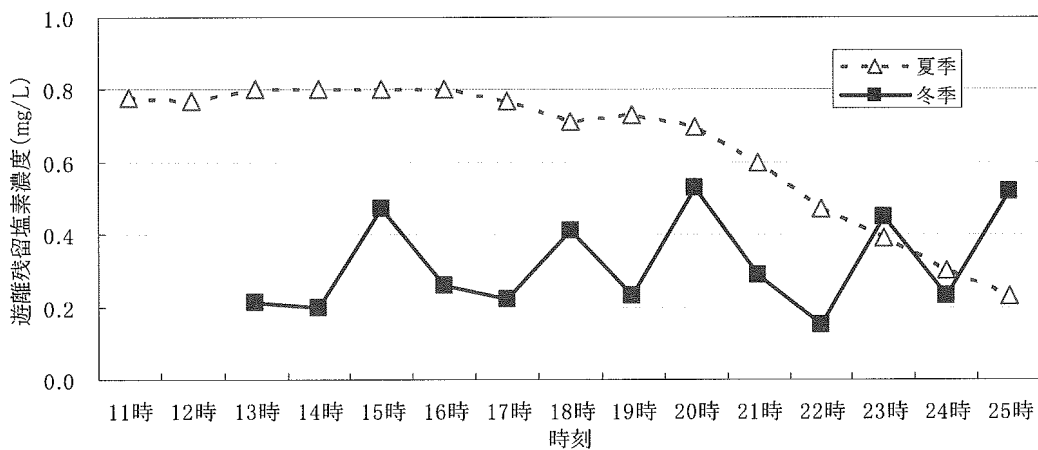


図 1.3.3 施設 J・大型浴槽系統の夏季と冬季の遊離残留塩素濃度の推移

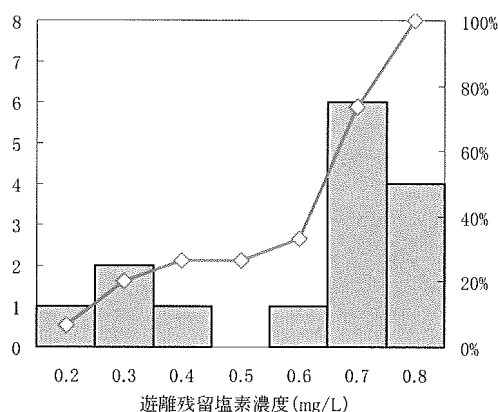


図 1.3.4 施設 J・大型浴槽系統の夏季の遊離残留塩素濃度度数分布

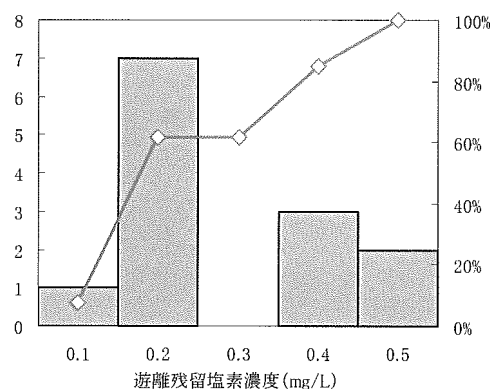


図 1.3.5 施設 J・大型浴槽系統の冬季の遊離残留塩素濃度度数分布

台から 0.8mg/L 台と遊離残留塩素濃度は幅広く分布しており、0.7mg/L 台にピークが見られる。一方、冬季は 0.1mg/L 台から 0.5mg/L 台で、ピークは低めの 0.2mg/L であった。

施設 J の気泡浴槽は、夏季と冬季ともに消毒剤を定量注入している。夏季の水質等の推移を表 1.3.6 に、冬季を表 1.3.7 に示す。表の中から入浴者数と塩素濃度を抽出して、推移を表した夏季のグラフが図 1.3.6 で、冬季が図 1.3.7 である。さらに夏季と冬季の遊離残留塩素濃度だけを並べたグラフが図 1.3.8 である。

夏季は、11 時に 3.75mg/L あった遊離残留塩素濃度が、4 時間後の 15 時には 0.72mg/L まで下がった。16 時以降は、入浴者数に呼応するように増減をしながら、低下していった。冬季は、入浴者の多かった 16 時～17 時の間に遊離残留塩素濃度が減少し、18 時まで低下傾向が続いた。結合残留塩素濃度は図 1.3.9 の通り、時間が経つに連れて上昇傾向が見られる。

気泡浴槽の遊離残留塩素濃度の度数分布は、夏季が図 1.3.10、冬季が図 1.3.11 である。夏季は 0.0mg/L 台から 0.7mg/L 台を中心に、3.75mg/L まで幅広く分布している。冬季は 0.0mg/L 台から 1.0mg/L 台まで分布している。

次に施設 J のレジオネラ属菌等の分離状況について報告する。夏季は換水後 4 日目が調査日で、冬季は 3 日目であった。砂ろ過系統と溶解性風化鉱石ろ過（人工温泉）を併用していて、溶解性風化鉱石ろ過系統は直接的な消毒は行っていない。消毒剤を定量注入している夏季にレジオネラ属菌と大腸菌群が検出された。これは生物膜が生成しやすく、レジオネラ属菌の温床にもなりやすい溶解性風化鉱石ろ過の影響によるものとも推測する。遊離残留塩素濃度により制御を行った冬季には、レジオネラ属菌も大腸菌群も検出されなかった。

この推測の裏づけとして、夏季も冬季も定量注入で消毒を行っている気泡浴槽系統からは、夏季と冬季ともにレジオネラ属菌が、冬季のみ大腸菌群と緑膿菌が検出された（夏季が表 1.3.6、冬季が表 1.3.7）。これらの結果から、溶解性風化鉱石ろ過系統でも遊離残留塩素濃度制御を行うことにより、微生物や生物膜に対して脆弱でない状態に維持できる可能性が示唆された。遊離残留塩素濃度の適切な維持は、生物膜の生成抑制につながることで既往の調査によって明らかになっており、ここでも同様の結果を得たこととなった。<sup>5)、6)</sup>

表 1.3.6 施設 J・気泡浴槽系統の夏季計測時水質等の推移

時刻	原水	11時00分	12時00分	13時00分	14時00分	15時00分	16時00分	17時00分	
pH	7.18	8.40	8.29	8.22	8.14	8.11	8.09	8.02	
(カック内は水温) (°C)	25	25.1	24.9	25.2	25.2	25.1	25.1	25.1	
電気伝導率 (μ S/cm)	104	233	223	230	230	218	229	226	
(カック内は水温) (°C)	25.1	25.2	25.1	25.2	25.3	25.2	25.1	25.3	
濁度 (度)	0.0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.8	1.0	1.0	
色度 (度)	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	
塩素イオン (mg/L)	6.4	8.2	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.4	
硝酸イオン (mg/L)	1.70	0.69	0.55	0.53	0.55	0.53	0.53	0.51	
亜硝酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
リン酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
硫酸イオン (mg/L)	1.61	27.69	27.29	27.13	27.34	27.04	27.34	26.56	
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	0.03	1.33	1.71	1.80	2.84	3.10	3.35	3.73	
TOC (mg/L)	0.00	0.05	0.00	0.03	0.13	0.17	0.00	0.03	
遊離残留塩素 (mg/L)	—	3.75	2.57	1.63	1.39	0.72	0.76	0.38	
結合残留塩素 (mg/L)	—	0.19	0.00	0.00	0.00	0.21	0.13	0.18	
二酸化塩素 (mg/L)	—	1.45	1.03	0.24	0.66	0.27	0.22	0.03	
トリハロメタン濃度 (μ g/L)	—	74	—	—	—	38	—	—	
トリハロメタン生成能 (μ g/L)	—	—	—	—	—	—	—	—	
においセンサー値	198	181	198	175	187	193	164	165	
一般細菌 (CFU/mL)	—	6.8×10 <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	
従属栄養細菌 (CFU/mL)	—	3.1×10 <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	
大腸菌群 (CFU/mL)	—	ND	—	—	—	—	—	—	
緑膿菌 (CFU/100mL)	—	ND	—	—	—	—	—	—	
レジオネラ属菌 (CFU/100mL)	—	1.7×10	—	—	—	—	—	—	
入浴者数	男子 (人)	—	0	3	3	5	0	5	8
	女子 (人)	—	0	4	3	4	2	2	18
	合計 (人)	—	0	7	6	9	2	7	26

時刻	18時00分	19時00分	20時00分	21時00分	22時00分	23時00分	0時00分	1時00分	
pH	7.98	7.93	7.87	7.84	7.83	7.94	8.20	7.99	
(カック内は水温) (°C)	25.2	25.3	19.8	19.5	19.5	19.6	19.8	19.8	
電気伝導率 (μ S/cm)	225	223	226	223	223	238	231	222	
(カック内は水温) (°C)	25.2	25.3	19.8	19	18.7	19.2	18.8	19.8	
濁度 (度)	1.1	1.2	1.0	1.0	1.1	1.7	1.5	1.4	
色度 (度)	0.7	0.9	0.8	1.0	1.0	1.4	1.3	1.1	
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02	0.06	0.03	
塩素イオン (mg/L)	8.5	8.6	8.9	9.0	9.3	9.3	9.3	9.6	
硝酸イオン (mg/L)	0.52	0.54	0.60	0.64	0.69	0.71	0.74	0.80	
亜硝酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
リン酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
硫酸イオン (mg/L)	25.93	25.02	24.84	24.14	23.56	29.57	28.93	29.61	
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	4.01	4.17	4.83	4.71	4.14	6.48	5.97	6.29	
TOC (mg/L)	0.13	0.27	0.43	0.71	0.85	1.26	1.13	1.22	
遊離残留塩素 (mg/L)	0.40	0.20	0.46	0.32	0.38	0.09	0.17	0.13	
結合残留塩素 (mg/L)	0.08	0.19	0.23	0.33	0.37	0.69	0.49	0.45	
二酸化塩素 (mg/L)	0.14	0.03	0.08	0.28	0.05	0.13	0.36	0.27	
トリハロメタン濃度 (μ g/L)	—	31	—	—	—	52	—	53	
トリハロメタン生成能 (μ g/L)	—	—	—	—	—	—	—	75	
においセンサー値	160	163	166	172	165	167	162	175	
一般細菌 (CFU/mL)	—	—	—	—	—	—	—	1.2×10 <sup>5</sup>	
従属栄養細菌 (CFU/mL)	—	—	—	—	—	—	—	4.4×10 <sup>4</sup>	
大腸菌群 (CFU/mL)	—	—	—	—	—	—	—	ND	
緑膿菌 (CFU/100mL)	—	—	—	—	—	—	—	ND	
レジオネラ属菌 (CFU/100mL)	—	—	—	—	—	—	—	5.0×10	
入浴者数	男子 (人)	17	10	15	15	29	22	3	1
	女子 (人)	12	5	12	22	24	26	17	7
	合計 (人)	29	15	27	37	53	48	20	8

表 1.3.7 施設 J・気泡浴槽システムの冬季計測時水質等の推移

時刻	原水	原湯	13時00分	14時00分	15時00分	16時00分	17時00分	18時00分	
pH	7.73	7.81	8.86	8.90	8.79	8.72	8.63	8.56	
(カコ内は水温) (°C)	12.6	14.8	12.2	12.5	12.7	12.8	12.8	13.3	
電気伝導率 (μS/cm)	74	83	153	165	163	167	163	166	
(カコ内は水温) (°C)	12.0	13.7	12.4	12.3	12.6	12.5	12.7	13.0	
濁度 (度)	0.00	0.00	0.28	0.22	0.13	0.13	0.16	0.13	
色度 (度)	0.04	0.04	0.60	0.58	0.51	0.56	0.69	0.73	
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.06	
塩素イオン (mg/L)	6.6	6.5	7.8	7.9	8.2	8.1	8.3	8.6	
硝酸イオン (mg/L)	1.86	1.90	ND	ND	ND	1.99	2.02	2.03	
亜硝酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
リン酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
硫酸イオン (mg/L)	1.50	1.60	29.99	29.50	28.88	27.85	27.85	24.98	
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	0.09	0.76	3.00	2.50	2.37	2.50	3.63	5.85	
TOC (mg/L)	0.71	0.96	0.39	0.33	0.52	0.53	1.13	1.57	
遊離残留塩素 (mg/L)	0.29	0.21	0.66	1.00	1.08	1.08	0.54	0.13	
結合残留塩素 (mg/L)	0.00	0.02	0.07	0.08	0.10	0.04	0.21	0.30	
総残留塩素濃度 (mg/L)	0.29	0.23	0.73	1.08	1.18	1.12	0.75	0.43	
二酸化塩素濃度 (mg/L)	—	—	0.06	0.14	0.21	0.09	0.09	0.04	
トリハロメタン濃度 (ppb)									
においセンサー値	78	94	162	143	138	142	147	149	
一般細菌 (CFU/mL)	—	—	1.7×10 <sup>5</sup>	—	—	—	—	—	
従属栄養細菌 (CFU/mL)	—	—	4.0×10 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	
大腸菌群 (CFU/mL)	—	—	ND	—	—	—	—	—	
緑膿菌 (CFU/100mL)	—	—	1.1×10 <sup>7</sup>	—	—	—	—	—	
レジオネラ属菌 (CFU/100mL)	—	—	ND	—	—	—	—	—	
入浴者数	男子 (人)	—	—	—	3	6	16	42	19
	女子 (人)	—	—	—	3	7	13	29	9
	合計 (人)	—	—	0	6	13	29	71	28

時刻	19時00分	20時00分	21時00分	22時00分	23時00分	0時00分	1時00分	
pH	8.55	8.53	8.55	8.53	8.54	8.52	8.52	
(カコ内は水温) (°C)	14.8	14.2	13.6	13.8	13.6	13.7	14	
電気伝導率 (μS/cm)	176	168	168	165	166	159	164	
(カコ内は水温) (°C)	15.0	13.7	13.0	13.3	13.2	13.2	13.9	
濁度 (度)	0.13	0.19	0.09	0.13	0.16	0.13	0.13	
色度 (度)	0.62	0.60	0.56	0.49	0.47	0.47	0.47	
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.00	0.05	
塩素イオン (mg/L)	9.0	9.1	9.2	9.2	9.4	9.5	9.6	
硝酸イオン (mg/L)	2.06	2.11	ND	ND	ND	ND	ND	
亜硝酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
リン酸イオン (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
硫酸イオン (mg/L)	25.05	23.43	22.85	21.30	21.47	20.49	19.78	
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	5.88	6.60	6.29	6.45	6.29	6.83	4.80	
TOC (mg/L)	1.83	1.92	2.03	2.20	2.44	2.39	2.52	
遊離残留塩素 (mg/L)	0.26	0.22	0.38	0.28	0.16	0.24	0.12	
結合残留塩素 (mg/L)	0.20	0.39	0.29	0.35	0.39	0.36	0.43	
総残留塩素濃度 (mg/L)	0.46	0.61	0.67	0.63	0.55	0.60	0.55	
二酸化塩素濃度 (mg/L)	0.06	0.14	0.08	0.06	0.14	0.07	0.06	
トリハロメタン濃度 (ppb)								
においセンサー値	157	162	168	171	171	166	162	
一般細菌 (CFU/mL)	2.9×10 <sup>5</sup>	—	—	—	—	—	3.0×10 <sup>5</sup>	
従属栄養細菌 (CFU/mL)	2.6×10 <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	2.4×10 <sup>3</sup>	
大腸菌群 (CFU/mL)	2.0×10	—	—	—	—	—	1.0	
緑膿菌 (CFU/100mL)	1.1×10 <sup>7</sup>	—	—	—	—	—	ND	
レジオネラ属菌 (CFU/100mL)	1.7×10	—	—	—	—	—	3.3×10	
入浴者数	男子 (人)	24	2	11	15	16	15	7
	女子 (人)	18	9	10	15	9	8	8
	合計 (人)	42	11	21	30	25	23	15

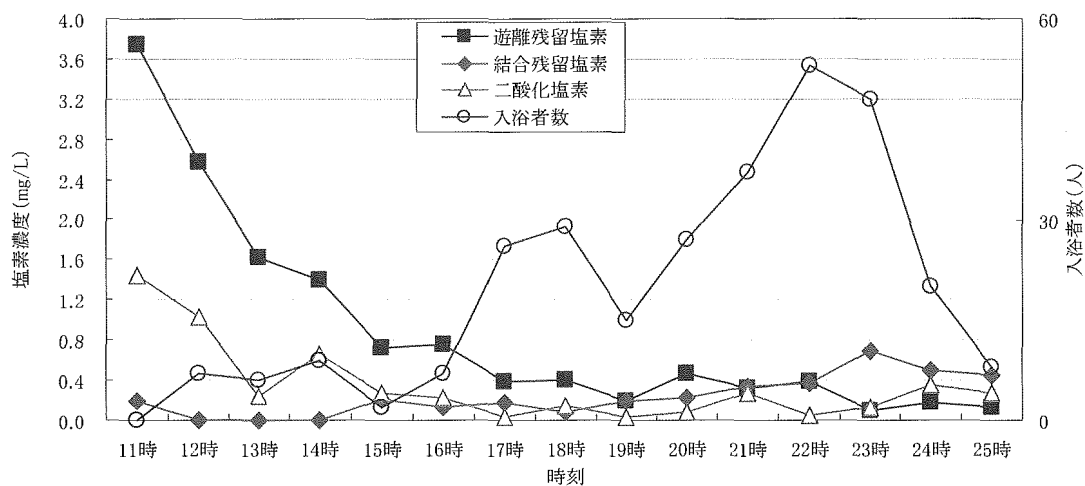


図 1.3.6 施設 J・気泡浴槽系統の夏季の入浴者数と残留塩素濃度の推移

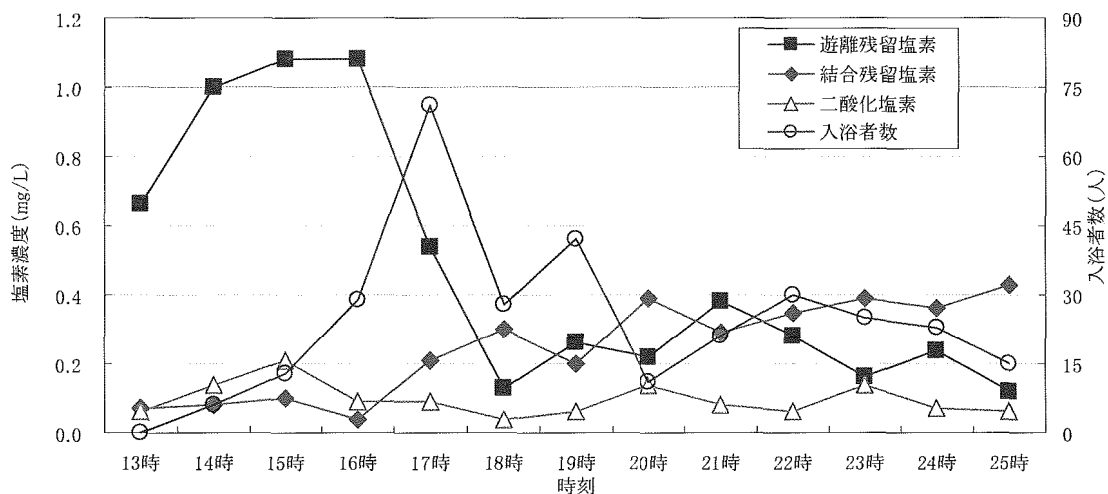


図 1.3.7 施設 J・気泡浴槽系統の冬季の入浴者数と残留塩素濃度の推移

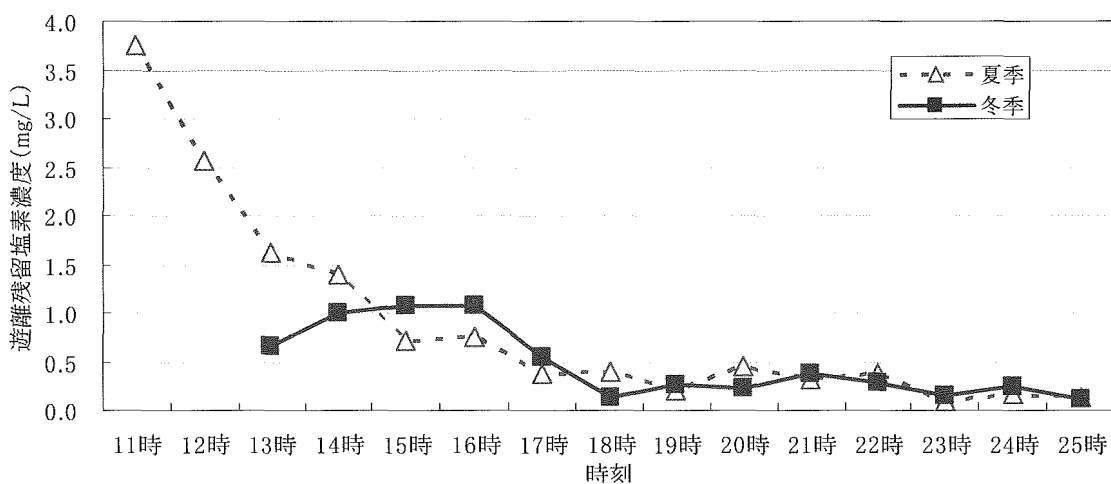


図 1.3.8 施設 J・気泡浴槽系統の夏季と冬季の遊離残留塩素濃度の推移

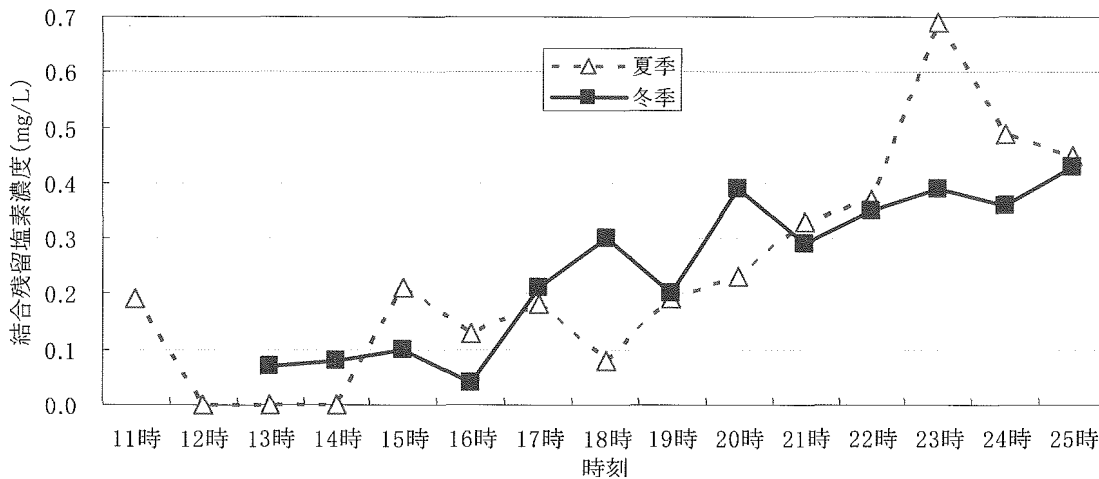


図 1.3.9 施設 J・気泡浴槽系統の夏季と冬季の結合残留塩素濃度の推移

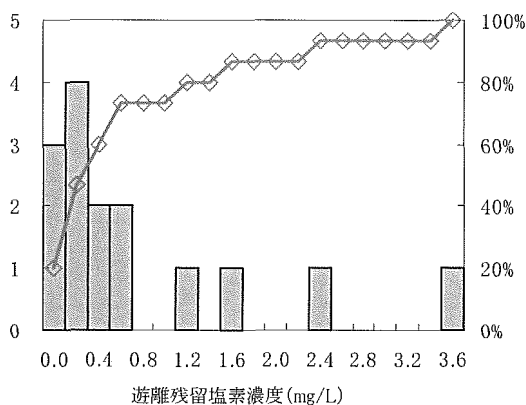


図 1.3.10 施設 J・気泡浴槽系統の夏季の遊離残留塩素濃度度数分布

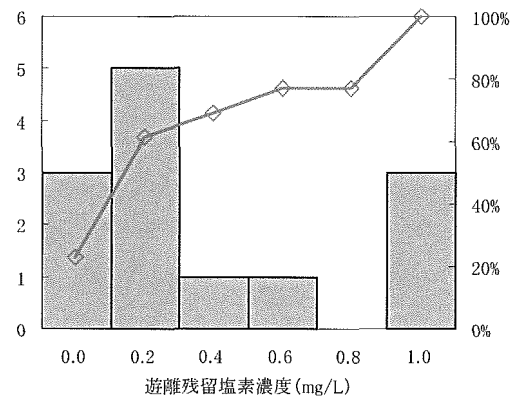


図 1.3.11 施設 J・気泡浴槽系統の冬季の遊離残留塩素濃度度数分布

施設 K は、福島県会津地方の介護老人保健施設である。塩素消毒にオゾン消毒も付加しており、臭いから浴槽水にオゾンが残留していると推測される。水質等の推移を表 1.3.10 に示す。オゾン消毒を主にしていることから、遊離残留塩素濃度を低めにしていると推測する。レジオネラ属菌は検出されなかったものの、大腸菌群や緑膿菌が検出されたことから、微生物に対して脆弱な状態であると考えられる。

オゾン消毒は強力な酸化力を持っているが、本システムでは有効に性能を発揮しているとは言えない。また浴槽水にオゾンが残留することにより、人体の粘膜等への悪影響を指摘している研究者もいる。これらのことから、浴槽ろ過循環方式では、オゾン消毒が有効かつ安全な方法とは考えにくい。

非循環方式の浴槽水の調査として、愛知県名古屋市にある介護老人保健施設の器械浴槽で調査した。入浴前に新しい湯を入れた時点で採水し、2 名入浴後に再度採水した。表 1.3.11 が結果であるが、入浴後に採水した試料からレジオネラ属菌が検出された。

表 1.3.10 施設 K の秋季計測時水質等の推移

時刻	原水	9時00分	9時30分	10時00分	10時30分	11時00分	11時30分	12時00分
pH		7.26	7.46	7.44	7.41	7.39	7.41	7.4
(カコ内は水温)	(°C)	14.8	14.3	14.1	13.8	13.9	13.7	13.6
電気伝導率	( $\mu$ S/cm)	55	58	58	58	58	57	58
(カコ内は水温)	(°C)	13.8	13.4	13.6	12.4	12.4	12.6	12.7
濁度	(度)	0.2	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2
色度	(度)	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
アンモニア性窒素	(mg/L)	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00
塩素イオン	(mg/L)	4.6	4.9	5.1	5.2	4.9	4.7	4.9
硝酸イオン	(mg/L)	1.43	1.56	1.54	1.53	1.56	1.46	1.60
硫酸イオン	(mg/L)	1.73	1.83	1.84	1.71	1.94	1.50	1.62
過マンガン酸カリウム消費量	(mg/L)	0.063	1.010	1.260	0.537	0.632	0.664	0.979
TOC	(mg/L)	0.33	0.35	0.52	0.46	0.55	0.54	0.37
遊離残留塩素	(mg/L)	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
結合残留塩素	(mg/L)	0.07	0.14	0.04	0.06	0.08	0.05	0.05
トリハロメタン濃度	( $\mu$ g/L)	3	13	—	11	—	5	2
においセンサー値		101	114	113	128	125	116	105
一般細菌	(CFU/mL)	—	$3.5 \times 10^3$	—	—	—	—	—
従属栄養細菌	(CFU/mL)	—	$5.5 \times 10^2$	—	—	—	—	—
大腸菌群	(CFU/mL)	—	ND	—	—	—	—	—
緑膿菌	(CFU/100mL)	—	$1.1 \times 10^6$	—	—	—	—	—
レジオネラ属菌	(CFU/100mL)	—	ND	—	—	—	—	—
温湿度	浴槽温度 (°C)	—	41.0	42.0	42.7	42.0	41.5	42.1
	浴室温度 (°C)	—	20.8	25.0	27.2	28.1	28.5	30.2
	浴室湿度 (%RH)	—	48	61	62	57	58	51
入浴者数	男子 (人)	—	0	0	0	0	0	0
	女子 (人)	—	0	3	3	1	1	1
	合計 (人)	—	0	3	3	1	1	1

時刻	12時20分	13時00分	13時30分	14時00分	14時30分	15時00分	15時30分
pH	7.38	7.35	7.35	7.33	7.3	7.22	7.4
(カコ内は水温)	(°C)	13.3	13	13.2	13	12.9	12.4
電気伝導率	( $\mu$ S/cm)	59	58	58	58	58	57
(カコ内は水温)	(°C)	12.1	12.2	12.4	12.2	12.1	12.6
濁度	(度)	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
色度	(度)	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
アンモニア性窒素	(mg/L)	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01
塩素イオン	(mg/L)	4.9	4.8	5.2	4.8	4.8	4.9
硝酸イオン	(mg/L)	1.57	1.56	1.60	1.59	1.56	1.65
硫酸イオン	(mg/L)	1.62	2.69	1.78	1.61	1.59	1.72
過マンガン酸カリウム消費量	(mg/L)	0.695	0.569	0.569	0.695	0.569	0.979
TOC	(mg/L)	0.49	0.32	0.49	0.41	0.33	0.40
遊離残留塩素	(mg/L)	0.03	0.08	0.02	0	0.02	0.02
結合残留塩素	(mg/L)	0.03	0.05	0.07	0.03	0.02	0.05
トリハロメタン濃度	( $\mu$ g/L)	—	4	—	8	—	10
においセンサー値		101	104	116	119	124	114
一般細菌	(CFU/mL)	$5.5 \times 10^3$	—	—	—	—	$6.5 \times 10^3$
従属栄養細菌	(CFU/mL)	$7.5 \times 10^3$	—	—	—	—	$4.0 \times 10^2$
大腸菌群	(CFU/mL)	$5.5 \times 10$	—	—	—	—	2.5
緑膿菌	(CFU/100mL)	ND	—	—	—	—	ND
レジオネラ属菌	(CFU/100mL)	ND	—	—	—	—	ND
温湿度	浴槽温度 (°C)	41.7	42.1	42.2	41.6	42.2	42.0
	浴室温度 (°C)	30.4	29.6	30.1	29.4	28.7	27.5
	浴室湿度 (%RH)	47	48	53	48	51	73
入浴者数	男子 (人)	0	0	2	0	0	1
	女子 (人)	0	0	0	0	1	0
	合計 (人)	0	0	2	0	1	1



表 1.3.17 施設 H・器械浴の冬季計測時水質等の推移

時刻		原水	14時15分	15時50分
採水場所			器械浴槽	器械浴槽
pH		7.23	7.20	7.33
(カック内は水温)	(°C)	18.9	19.4	19.2
電気伝導率	( $\mu$ S/cm)	109	106	105
(カック内は水温)	(°C)	19.3	19.3	19.3
濁度	(度)	0.156	0.344	0.313
色度	(度)	0.218	0.618	0.491
塩素イオン	(mg/L)	8.2	8.3	8.3
硝酸イオン	(mg/L)	1.85	—	—
亜硝酸イオン	(mg/L)	ND	ND	ND
リン酸イオン	(mg/L)	ND	ND	ND
硫酸イオン	(mg/L)	13.51	13.18	13.18
過マンガン酸カリウム消費量	(mg/L)	1.52	1.86	2.02
TOC	(mg/L)	0.84	1.00	1.13
遊離残留塩素	(mg/L)	0.38	0.04	0.00
結合残留塩素	(mg/L)	0.14	0.02	0.03
トリハロメタン濃度	( $\mu$ g/L)			
においセンサー値		248	156	144
一般細菌	(CFU/mL)	—	$1.5 \times 10^4$	$2.4 \times 10^3$
従属栄養細菌	(CFU/mL)	—	$1.1 \times 10^6$	$1.1 \times 10^5$
大腸菌群	(CFU/mL)	—	ND	ND
緑膿菌	(CFU/100mL)	—	ND	ND
レジオネラ属菌	(CFU/100mL)	—	ND	$3.3 \times 10$
入浴者数	男子	(人)	—	0
	女子	(人)	—	0
	合計	(人)	—	0

### 1.3.3 原水と浴槽水質との関係

施設の水質調査から、原水・原湯と浴槽水の水質の関係を示す。

アンモニア性窒素の関係を図 1.3.12 に示す。調査した原水の水質 9 検体のうち 7 検体で、検出されなかった。しかし、浴槽水からは 9 検体のうち 8 検体から検出された。入浴により、身体付着していた尿や汗が、浴槽水に影響を与えたためと考えられる。

塩素イオン濃度の関係を図 1.3.7 に示す。決定係数（寄与率） $R^2=0.668$  であり、ある程度の相関があると判断する。図 1.3.13 では、原水と浴槽水の関係が明確でないので、切片を 0 とした回帰直線を、図 1.3.14 に示した。これより原水より浴槽水が、塩素イオン濃度が高いことがわかり、切片を 0 としない図 1.3.7 と決定係数もほとんど変わらなかった。

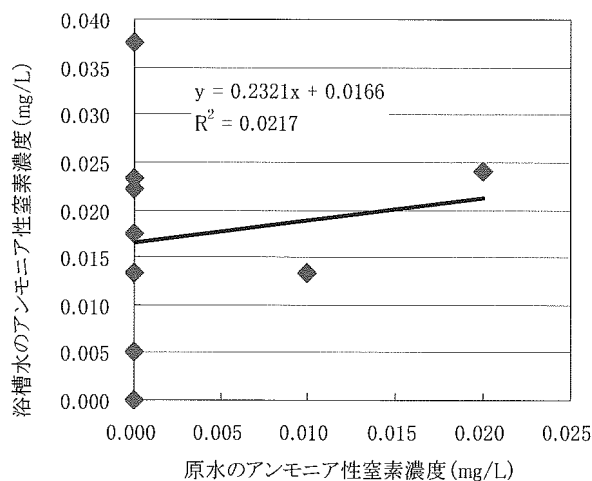


図 1.3.12 原水と浴槽水のアンモニア性窒素濃度の関係

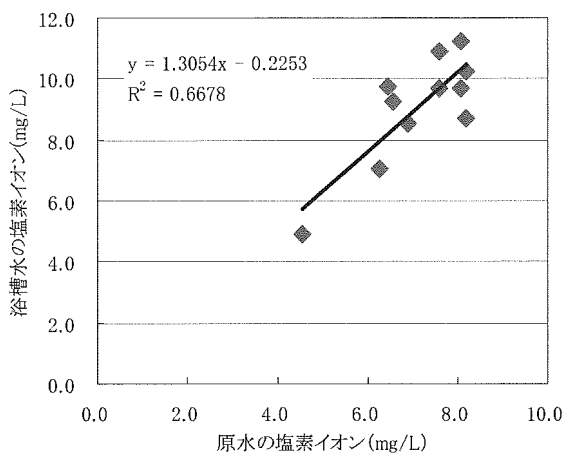


図 1.3.13 原水と浴槽水の塩素イオン濃度の関係

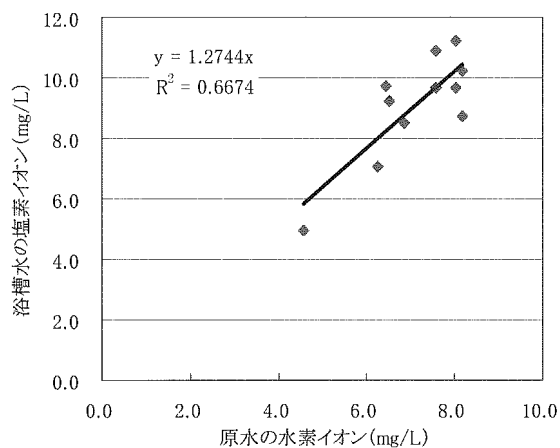


図 1.3.14 原水と浴槽水の塩素イオン濃度の関係 (切片=0とした場合)

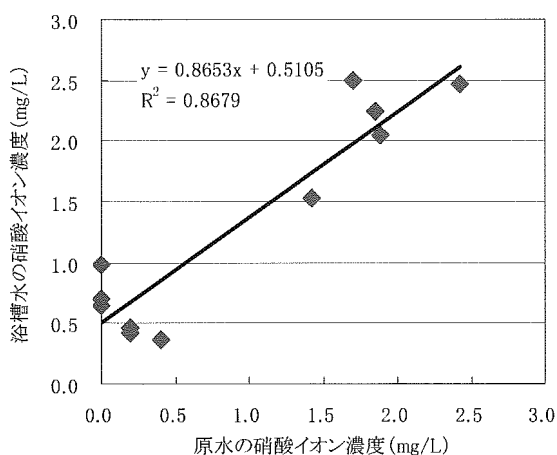


図 1.3.15 原水と浴槽水の硝酸イオン濃度の関係

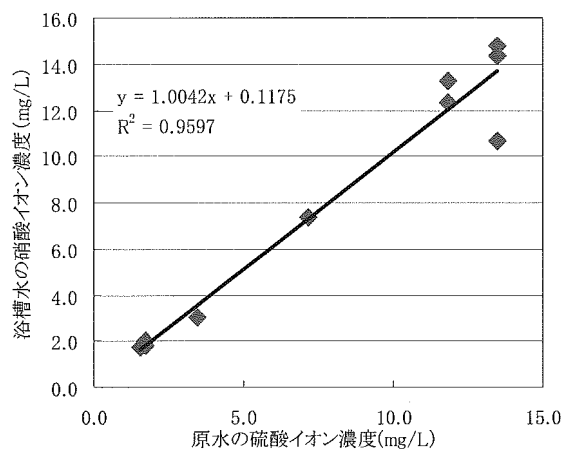


図 1.3.16 原水と浴槽水の硫酸イオン濃度の関係

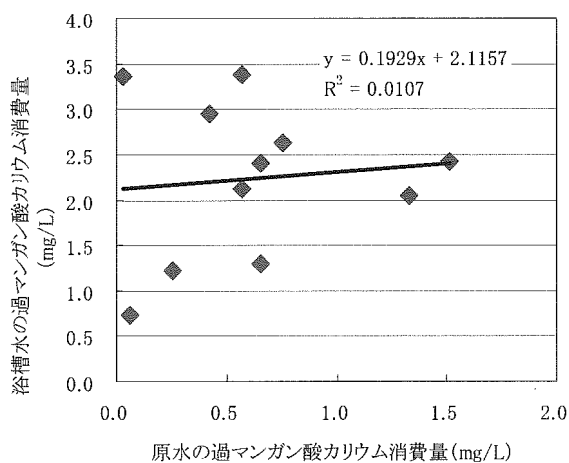


図 1.3.17 原水と浴槽水の過マンガン酸カリウム消費量の関係

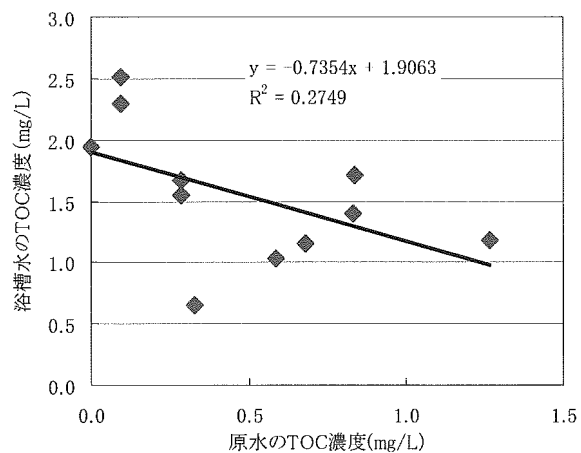


図 1.3.13 原水と浴槽水の TOC の関係

硝酸イオンの関係を図 1.3.15 に示す。原水より浴槽水の硝酸イオン濃度が高いことが解る。しかし、原水と浴槽水の相関では、決定係数  $R^2=0.868$  であることから、強い関係がある。つまり原水の硝酸イオン濃度によって、浴槽水の濃度も決定される。

亜硝酸イオンとリン酸イオンは、有効なデータでは（原水の水質を計測している浴槽系統）、原水と浴槽水ともに不検出であった。

硫酸イオンは、原水と浴槽水に強い相関があり、水質の変化もほとんど見られない（図 1.3.16）。

過マンガン酸カリウム消費量は、原水と浴槽水に相関は見られない（図 1.3.17）。TOC も同様である（図 1.3.18）。

原水と浴槽水の水質とに相関が強い水質項目は、硝酸イオンと硫酸イオンである。ある程度相関が見られる水質項目は、水素イオンである。また相関がほとんど見られない水質項目はアンモニア性窒素、過マンガン酸カリウム消費量と TOC で、入浴等による水質変化の影響が強いと考えられる。

#### 1.3.4 むすび

今回、非循環式の器械浴槽で2名入浴後、採水してレジオネラ属菌を検出した。循環式浴槽で検出されるレジオネラ属菌が、循環系からなのか、人体が持ち込むかなどの因子を特定するためにも、非循環式浴槽の調査が必要と考える。また、塩素投入によりアンモニア性窒素が結合残留塩素となってしまうため、実際の浴槽での塩素非投入時の水質の特定も必要である。

これらのことから、次年度以降に、非循環式浴槽での水質変化の推移を特定するための調査が必要と考える。

（担当：赤井仁志）

#### 参考文献

- 1) 山口聡子：浴場施設におけるレジオネラ属菌に関する研究（2004-3），神奈川県工学部建築学科 平成 15 年度卒業論文
- 2) 岸本晃宜・森林博之：温泉水に増殖するレジオネラ属菌の不活化（2005-3），関東学院大学工学部建築設備工学科 平成 16 年度卒業論文
- 3) 阿部かすみ：浴場施設における衛生的な水質の確保に関する研究（2005-3），東北文化学園大学科学技術学部環境計画学科 平成 16 年度卒業論文
- 4) 赤井仁志・紀谷文樹ほか：大型浴槽の遊離残留塩素濃度管理と制御に関する研究（2005-9），平成 17 年度 電気設備学会全国大会講演集，pp.325-326
- 5) 赤井仁志・紀谷文樹ほか：循環ろ過式大型浴槽でのレジオネラ症対策事例・その 1（2004-9），平成 16 年度 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，pp.711-714
- 6) ビル管理教育センター：室内空気中の微生物防止対策に関する研究報告書，平成 13 年度厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業），（2001-3）

## 1. 4 気泡浴槽および超音波浴槽における消毒剤の挙動

浴槽内に空気を送気する気泡浴槽および超音波浴槽が設置されている温浴施設を多く見かける。この方式の浴槽における残留塩素の濃度は水中から多くの塩素が気中に飛散していることが予想される。そこで、水中の残留塩素の濃度が、水温、水深、空気量にいかん影響するかについて検討し、適正な維持管理の指針を検討することを目的とした。

### 1. 4. 1 実験装置

(1) FRP 製水槽は水面積  $1\text{m}^2$  の水槽で高さ  $1\text{m}$  とした。4 面には断熱材をはり、水中投げ込み式ヒーターを設けた。水深は、 $400, 500, 600, 700, 800, 900\text{mm}$  とした。

#### (2) システム

気泡浴槽と超音波浴槽は別々のシステムで実験を行った。

気泡浴槽については、図 1. 4. 1 の実験装置を示す。ブロワ（静圧  $4.9\text{kPa}$ ）から送気量  $38, 43\text{L/min}$  を流量計で測定して送気し、 $25*35*10\text{cm}$  のボックスの上部に  $2\phi$  の穴、 $4\phi$  の穴の 4 個から気中に放出させた。

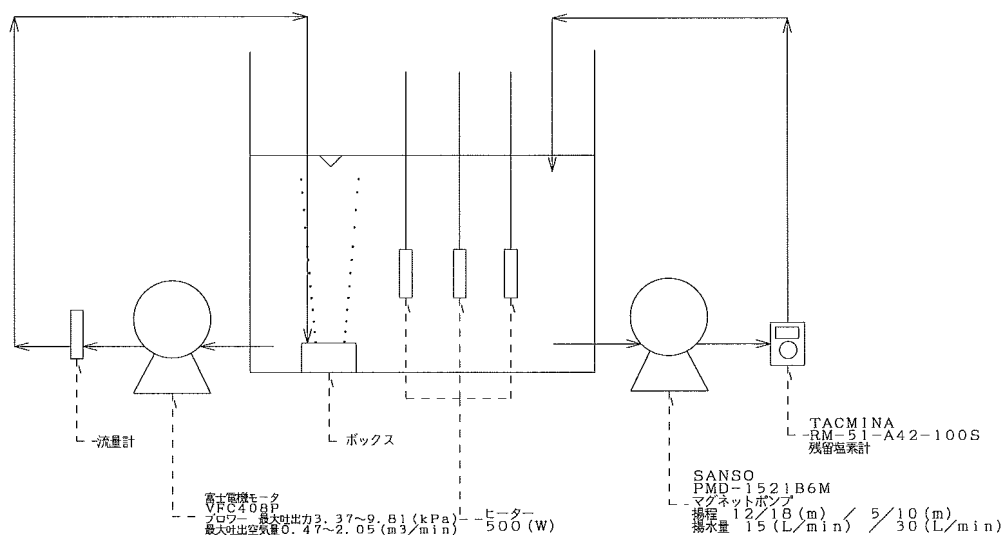


図 1. 4. 1 気泡浴槽の実験装置

超音波浴槽については、図 1. 4. 2 に実験装置を示す。循環ポンプで循環させ、排出側に気水分離機（最高圧力  $1\text{MPa}$ ）を設けてノズルから放出させた。ノズル内に空気を吸引させて、水と同時に空気も水中に放出させた。循環水量はノズル小が  $24\text{L/min}$ 、ノズル大が  $27\text{L/min}$  であり、ノズルから吸い込まれる空気量は  $6\text{mL/min}$  とした。