

施設Dは9時30分からの約2時間の間に、0.03mg/Lから0.10mg/Lに上昇した。補給水が多いこともあり、13時30分には一旦0.07mg/Lに下降したが、再び上昇し約2時間後の15時40分には0.13となった。9時20分で0.01mg/Lであったのが、10分後の9時30分には0.03mg/Lに上昇した。入浴剤、気泡板の空気配管に溜まっていた死に水やろ過循環系統の影響が考えられるが、正確な原因は不明である。

硝酸イオンは、施設Dだけが時間経過とともに下降傾向が見られる。他の3施設は横ばいであった。施設Dでは、リン酸イオンと硫酸イオンも時間経過とともに下降した。施設Aと施設Bは、換水から実質2~4日間入浴に供した浴槽水でありながら、入浴前のリン酸イオンと硫酸イオンの値が、施設Cと施設Bの値より大幅に小さい値となっている。両施設とも逆洗機能を持たないカートリッジフィルタと石英斑岩（いわゆる麦飯石）を組み合わせたろ過装置の生物ろ過による浄化作用で、良好な水質が確保されていると推測する。

「公衆浴場における水質基準等に関する指針」では、『過マンガン酸カルウム消費量は、25mg/L以下であること』とある。各施設の過マンガン酸カリウム消費量の最大値は、施設Aが4.11、施設Bが3.48、施設Cが2.65、施設Dが5.97であった。施設Aは9時30分からの2時間30分の間に、過マンガン酸カリウム消費量が2.97mg/Lから4.14mg/Lに上昇した。施設Bは9時30分からの2時間30分の間に、0.83mg/Lから3.38mg/Lに上昇した。施設Cは10時00分からの2時間00分の間に、1.39mg/Lから2.65mg/Lに上昇した。施設Dは9時20分から10分間の間に、入浴剤か何らかの影響で急激に上昇したが、その後は上昇・下降の傾向は見られなかった。大量の補給水による希釈が、要因と考えられる。

施設Aと施設Bは、換水から2~4日間入浴に供した浴槽水でありながら、入浴前の過マンガン酸カリウム消費量が、それぞれ2.97mg/Lと0.83mg/Lと「公衆浴場における水質基準等に関する指針」にある原湯・原水の基準値10mg/Lさえも大幅にクリアしている。両施設とも逆洗機能を持たないカートリッジフィルタと石英斑岩（麦飯石）を組み合わせたろ過装置を用いている。現在の厚生労働省の指針や通知では、間接的に生物ろ過を否定しているが、浄化作用の優位性があると考えられる。

「公衆浴場における衛生等管理要領」では、『浴槽水中の遊離残留塩素濃度を頻繁に測定して、通常0.2ないしは0.4mg/L程度を保ち、かつ、遊離残留塩素濃度は最大1.0mg/Lを超えないよう努めること』とある。また「レジオネラ症を予防するために必要な措置に関する技術上の指針」（厚生労働省告示第264号平成15年7月25日）でも同様の内容となっている。遊離残留塩素濃度計測による塩素剤の自動注入を行っている施設Bと施設Cでは、変動があるもののほぼ基準値に収まっている。ばらつきの原因として、ポーラログラフ法やDPD法等の計測方法の違い、塩素の比重差、採水場所、浴槽水を含む循環系全体の遊離残留塩素量と消失量・添加量、循環回数・吐出口~吸込口の位置関係などが考えられる。自動注入を行っている施設に対して、施設Aと施設Dでは、測定数の約半数が、遊離残留塩素濃度の下限値の0.2mg/Lを下回っている。手動や自然溶融解による塩素剤の投入では、基準を満たしにくいことが伺える。

施設Aと施設Cでは、においをセンサーにて計測した。施設Aは変動が少なかったものの、施設Cでは時間経過とともに上昇した。

菌類では、施設A、施設Cと施設D共に入浴終了時の採水時に大腸菌群が検出された。「公衆浴場における水質基準等に関する指針」にある『大腸菌群は、1個/mL以下であること。』

を上回る値であった。施設 D では、午前と午後の入浴前の採水時にレジオネラ属菌 10CFU/100mL が検出された（「公衆浴場における水質基準等に関する指針」では、『レジオネラ属菌は、100mL 中に検出されないこと（10CFU/100mL 未満）』）。施設 D は計測当日の朝に新しい浴槽水に換水した。レジオネラ属菌が分離された理由として、給湯系統に問題があるとか、気泡板（パイブラマット）に生物膜が生成され、レジオネラ属菌の温床になっているなどの要因が推測されるが、正確な原因は不明である。

表 4.2.1 施設 A の水質等の変移

時刻		原水	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			6.86	6.96	7.02	7.06	7.12	7.21
電気伝導率 (カック内は水温)	(μ S/cm) ($^{\circ}$ C)		172 (19.3 $^{\circ}$ C)	174 (19.4 $^{\circ}$ C)	172 (19.4 $^{\circ}$ C)	173 (19.3 $^{\circ}$ C)	169 (19.5 $^{\circ}$ C)	168 (19.3 $^{\circ}$ C)
濁度			0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9
アンモニア性窒素		(mg/L)	0.11	0.10	0.10	0.14	0.26	0.20
塩素イオン		(mg/L)	11.0	10.8	10.8	10.8	10.6	10.7
硝酸イオン		(mg/L)	4.98	4.97	4.89	4.96	4.77	4.81
リン酸イオン		(mg/L)	0.19		0.14	0.48		0.49
硫酸イオン		(mg/L)	18.8	18.6	18.5	18.3	17.9	18.1
過マンガン酸カリウム消費量		(mg/L)	2.97	2.65	3.32	3.54	3.89	4.14
TOC		(mg/L)	3.62	3.76	3.98	4.46	4.18	4.08
遊離残留塩素		(mg/L)	0.29	0.26	0.15	0.11	0.06	0.04
結合残留塩素		(mg/L)	0.02	0.03	0.06	0.03	0.02	0.04
においセンサー値			219	193	184	182	191	192
大腸菌群		(CFU/mL)	—	ND	—	—	—	3 \times 10
緑膿菌		(MPN/100mL)	—	ND	—	—	—	2.4 \times 10 ²
レジオネラ属菌		(CFU/100mL)	—	ND	—	—	—	ND
温湿度	浴槽温度	($^{\circ}$ C)	—	41.8	42.9	42.0	42.7	41.9
	浴室温度	($^{\circ}$ C)	—	21.9	25.0	23.9	25.0	23.4
	浴室湿度	(%RH)	—	99	99	99	99	99
入浴者数	男子	(人)	—	0	0	0	6	0
	女子	(人)	—	0	5	10	12	0
	合計	(人)	—	0	5	10	12	6

表 4.2.2 施設 B の水質等の変移

時刻	原水	9時30分	10時00分	10時30分	11時00分	11時30分	12時00分	13時00分	13時30分	14時00分	
pH	7.13	7.3	7.43	7.45	7.43	7.45	7.47	7.5	7.44	7.44	
電気伝導率 (カコ内は水温)	191 (19.4℃)	191 (19.4℃)	200 (20.6℃)	198 (21.2℃)	204 (21.5℃)	205 (21.7℃)	204 (20.2℃)	206 (19.5℃)	203 (20.0℃)	192 (20.1℃)	
濁度	0.56	0.53	0.56	0.51	0.53	0.53	0.56	0.56	0.66	0.66	
色度	0.00	0.31	0.24	0.16	0.08	0.07	0.11	0.11	0.20	0.20	
アンモニア性窒素	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	
塩素イオン	8.55	10.2	10.1	10.2	10.1	10.1	10.0	10.0	9.9	9.7	
硝酸イオン	2.08	2.28	2.04	2.48	2.08	2.17	2.16	2.20	2.15	2.10	
亜硝酸イオン		0.16				0.08	0.19				
リン酸イオン	2.77	0.35									
硫酸イオン	15.6	16.0	16.2	16.3	16.7	16.0	15.5	15.4	15.6	15.4	
過マンガン酸カリウム消費量	0.16	0.83	2.15	2.31	2.97	3.48	3.38	3.44	2.59	2.65	
TOC	0.41	1.28	1.22	1.25	1.52	2.02	1.59	1.44	1.63	2.70	
遊離残留塩素	0.99	0.63	0.91	0.90	0.57	0.25	0.41	1.10	0.85	0.84	
遊離残留塩素(現場ボートグラフ)		0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	
一般細菌	—	1.7×10 ⁵	—	—	—	—	3.2×10 ⁴	—	—	ND	
大腸菌群	—	ND	—	—	—	—	ND	—	—	ND	
緑膿菌	—	ND	—	—	—	—	ND	—	—	ND	
レジオネラ属菌	—	ND	—	—	—	—	ND	—	—	ND	
温湿度	浴槽温度 (℃)	—	40.5	40.2	41.0	40.7	40.2	40.4	40.5	40.1	41.1
	浴室温度 (℃)	—	26.6	27.3	27.5	28.1	28.1	27.8	26.5	28.8	29.0
	浴室湿度 (%RH)	—	91	86	92	94	93	93	99	99	99
入浴者数	男子 (人)	—	0	8	2	5	0	0	0	1	
	女子 (人)	—	0	0	0	0	6	0	0	0	
	合計 (人)	—	0	8	2	5	6	0	0	3	1

表 4.2.3 施設 C の水質等の変移

時刻	原水	10時00分	10時30分	11時00分	11時30分	12時00分	14時00分	
pH	7.03	7.00	7.00	7.05	7.10	7.12	7.15	
電気伝導率 (カコ内は水温)	209 (19.1℃)	234 (19.3℃)	235 (21.0℃)	235 (21.2℃)	236 (20.9℃)	237 (20.8℃)	240 (20.7℃)	
濁度	0.00	0.06	0.13	0.13	0.19	0.22	0.31	
アンモニア性窒素	0.01	0.12	0.08	0.04	0.08	0.05	0.02	
塩素イオン	14.3	14.3	14.3	14.3	14.4	14.6	14.8	
硝酸イオン			0.99	0.86	1.01	1.18		
リン酸イオン	3.05	1.63	0.77	0.71	0.22			
硫酸イオン	41.4	41.4	41.2	41.2	41.6	42.1	41.9	
過マンガン酸カリウム消費量	1.11	1.39	1.77	2.28	1.96	2.65	2.31	
TOC	0.43	0.81	0.85	1.22	0.87	0.94	0.90	
遊離残留塩素		0.68	0.22	0.44	0.30	0.16	0.62	
結合残留塩素		0.04	0.42	0.18	0.35	0.36	0.11	
においセンサー値		255	288	325	330	329	355	
一般細菌	—	1.0×10 ⁵	—	—	—	3.8×10 ⁵	3.4×10 ⁵	
大腸菌群	—	ND	—	—	—	ND	2.0	
緑膿菌	—	ND	—	—	—	ND	ND	
レジオネラ属菌	—	ND	—	—	—	ND	ND	
温湿度	浴槽温度 (℃)	—	41.1	41.2	41.0	41.1	41.2	41.1
	浴室温度 (℃)	—	27.2	28.7	29.8	29.9	30.4	28.7
	浴室湿度 (%RH)	—	88	99	99	99	99	91
入浴者数	男子 (人)	—	0	0	0	0	6	0
	女子 (人)	—	0	9	8	1	0	0
	合計 (人)	—	0	9	8	1	6	0

表 4.2.4a 施設 D の水質等の変移 (1)

時刻	原水	9時20分	9時30分	10時00分	10時30分	11時00分	11時15分	
pH		7.26	7.26	7.2	7.36	7.46	7.3	
電気伝導率 (カッコ内は水温)	(μ S/cm) ($^{\circ}$ C)	166 (16.0 $^{\circ}$ C)	332 (16.1 $^{\circ}$ C)	300 (16.1 $^{\circ}$ C)	297 (16.1 $^{\circ}$ C)	291 (16.1 $^{\circ}$ C)	286 (16.0 $^{\circ}$ C)	285 (16.1 $^{\circ}$ C)
吸光度	(550nm)	0.000	0.013	0.010	0.010	0.011	0.012	0.011
アンモニア性窒素	(mg/L)	0.01	0.01	0.03	0.02	0.05	0.05	0.10
塩素イオン	(mg/L)	4.8	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
硝酸イオン	(mg/L)		0.79	0.58	0.64	0.61	0.70	0.65
亜硝酸イオン	(mg/L)	1.21	1.28	0.05				
リン酸イオン	(mg/L)		1.48	1.41	0.93	1.05		0.34
硫酸イオン	(mg/L)	27.6	59.8	54.3	53.9	53.4	52.9	52.7
過マンガン酸カリウム消費量	(mg/L)	0.60	1.23	5.66	4.08	5.50	5.02	4.87
TOC	(mg/L)	0.34	1.67	1.40	1.58	2.01	1.87	1.36
遊離残留塩素	(mg/L)		0.43	0.47	0.41	0.28	0.28	0.05
結合残留塩素	(mg/L)		0.36	0.04	0.11	0.07	0.07	0.21
一般細菌	(CFU/mL)	—	1.0×10^4	—	—	—	—	5.9×10^5
大腸菌群	(CFU/mL)	—	ND	—	—	—	—	ND
緑膿菌	(MPN/100mL)	—	ND	—	—	—	—	ND
レジオネラ属菌	(CFU/100mL)	—	10	—	—	—	—	ND
温湿度	浴槽温度 ($^{\circ}$ C)	—	42.5	40.7	41.3	42.7	42.3	41.8
	浴室温度 ($^{\circ}$ C)	—	25.4	25.8	26.9	27.9	28.1	26.6
	浴室湿度 (%RH)	—	61	65	82	84	82	70
入浴者数	男子 (人)	—	0	0	3	8	3	0
	女子 (人)	—	0	0	3	0	0	0
	合計 (人)	—	0	0	6	8	3	0
気泡板の稼働状況		—	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF

表 4.2.4b 施設 D の水質等の変移 (2)

時刻	13時00分	13時30分	14時00分	14時30分	15時00分	15時30分	15時40分	
pH	7.52	11:16	7.36	7.52	7.68	7.66	7.74	
電気伝導率 (カッコ内は水温)	(μ S/cm) ($^{\circ}$ C)	276 (15.9 $^{\circ}$ C)	212 (16.0 $^{\circ}$ C)	178 (15.9 $^{\circ}$ C)	214 (16.0 $^{\circ}$ C)	248 (16.0 $^{\circ}$ C)	231 (16.1 $^{\circ}$ C)	222 (16.0 $^{\circ}$ C)
吸光度	(550nm)	0.010	0.004		0.011	0.010	0.010	0.012
アンモニア性窒素	(mg/L)		0.07	0.09		0.11		0.13
塩素イオン	(mg/L)	4.1	4.9	4.8	4.8	4.9	5.1	4.9
硝酸イオン	(mg/L)	0.41	0.32	0.16	0.16	0.18	0.22	0.21
亜硝酸イオン	(mg/L)			1.19	1.17	1.20	1.42	1.25
リン酸イオン	(mg/L)				0.11			
硫酸イオン	(mg/L)	42.4	40.7	31.7	38.1	38.9	38.8	39.1
過マンガン酸カリウム消費量	(mg/L)	5.66	5.97	5.02	5.66	5.48	4.31	
TOC	(mg/L)	1.95	1.01	0.43	0.81	1.70	2.35	1.44
遊離残留塩素	(mg/L)	0.09	0.22	0.26	0.15	0.12	0.14	0.09
結合残留塩素	(mg/L)	0.05	0.02	0.05	0.07	0.03	0.05	0.07
一般細菌	(CFU/mL)	4.4×10^6	—	—	—	—	—	5.0×10^4
大腸菌群	(CFU/mL)	ND	—	—	—	—	—	2.0
緑膿菌	(MPN/100mL)	ND	—	—	—	—	—	ND
レジオネラ属菌	(CFU/100mL)	10	—	—	—	—	—	ND
温湿度	浴槽温度 ($^{\circ}$ C)	41.7	40.3	39.8	42.9	43.7	42.2	43.3
	浴室温度 ($^{\circ}$ C)	27.2	28.4	28.5	28.8	28.7	28.5	28.1
	浴室湿度 (%RH)	74	76	78	76	77	78	77
入浴者数	男子 (人)	0	8	1	0	0	0	0
	女子 (人)	0	0	6	6	7	8	0
	合計 (人)	0	8	7	6	7	8	0
気泡板の稼働状況		ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF

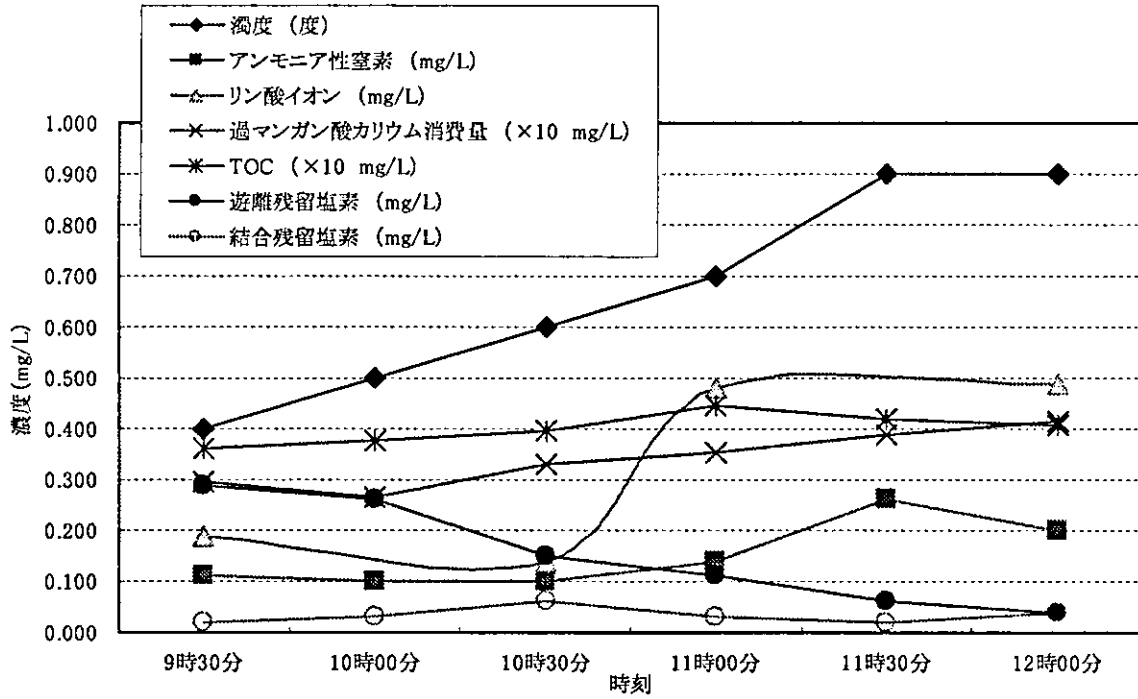


図 4.2.1 施設 A の水質の変移

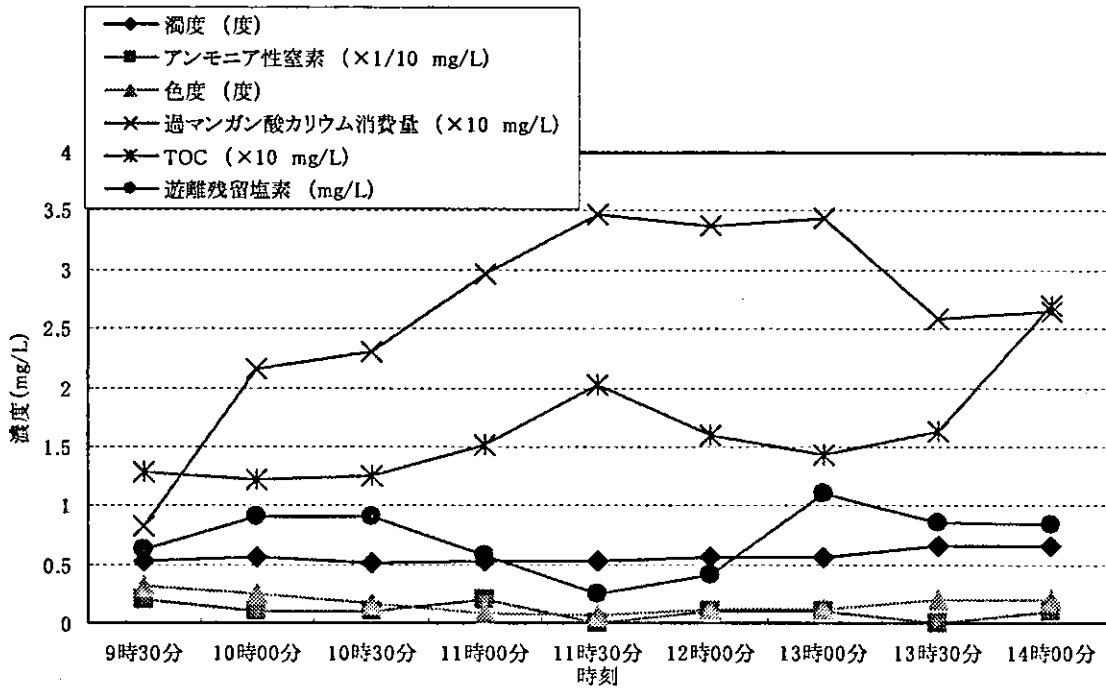


図 4.2.2 施設 B の水質の変移

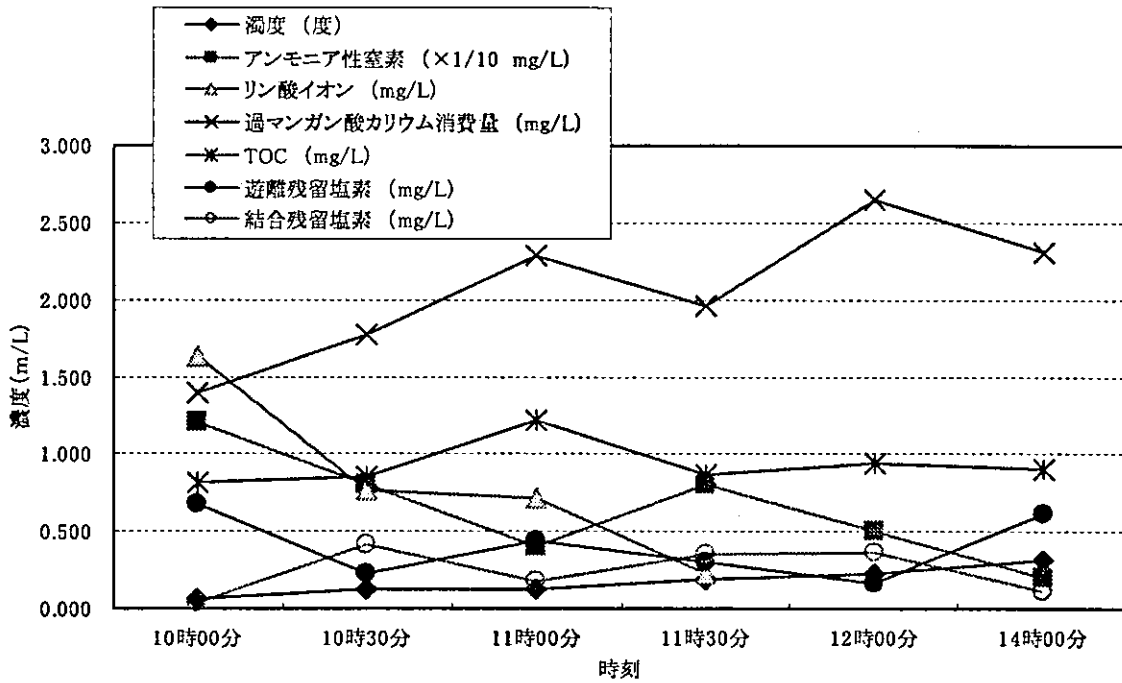


図 4.2.3 施設 C の水質の変移

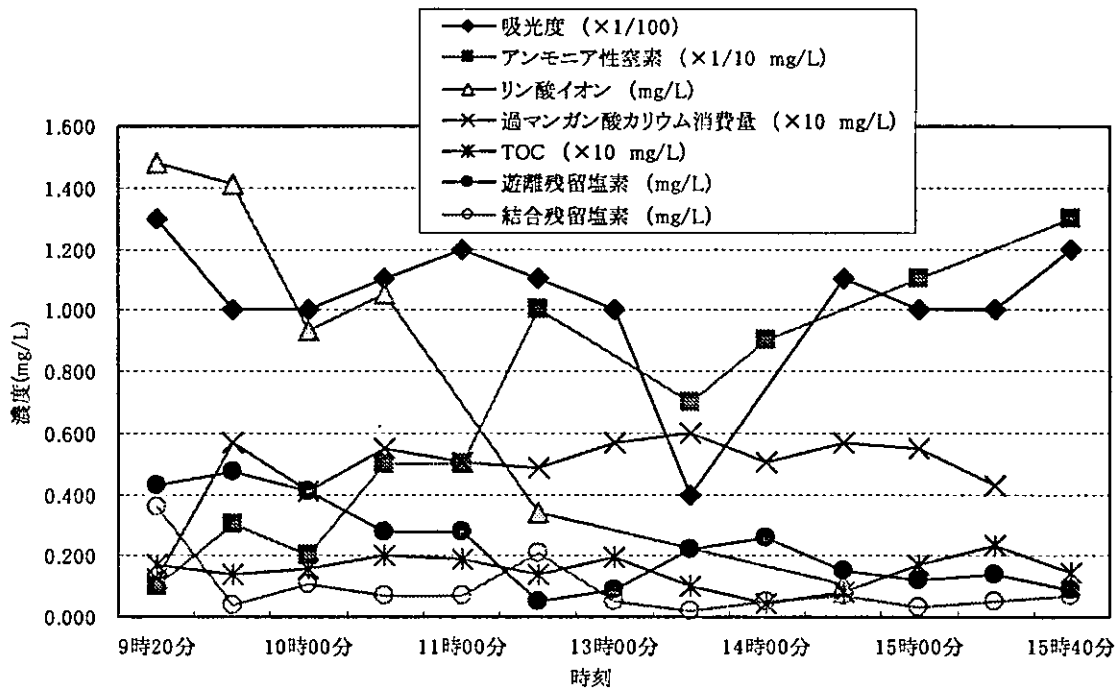


図 4.2.4 施設 D の水質の変移

4.3 浴槽温度と浴室温湿度

浴槽温度と浴室の温度と相対湿度は、表 4.2.1～4.2.4 に示した通りである。10 分毎のデータをグラフ化したものが、図 4.3.1～4.3.4 である。

全ての施設が自動制御による温度維持・加温が行われている。ろ過循環系統を含む浴槽水全体の保有熱量に対し、損失熱量が小さいことから安定した水温維持がなされている。施設 D でやや変動が見られるが、気泡板作動による損失熱量の変動や多量の補給水注入の影響と推測する。

相対湿度は、施設 A と施設 C とでほぼ 100% になっている。計測はできていないが、実際には室内温度の持つ飽和蒸気分圧より高い蒸気分圧の水分が存在し、過飽和状態である、相対湿度 100% 以上となっていると考えられる。室温より温度の低い壁や天井等の内装材表面には結露が生じていると予測する。

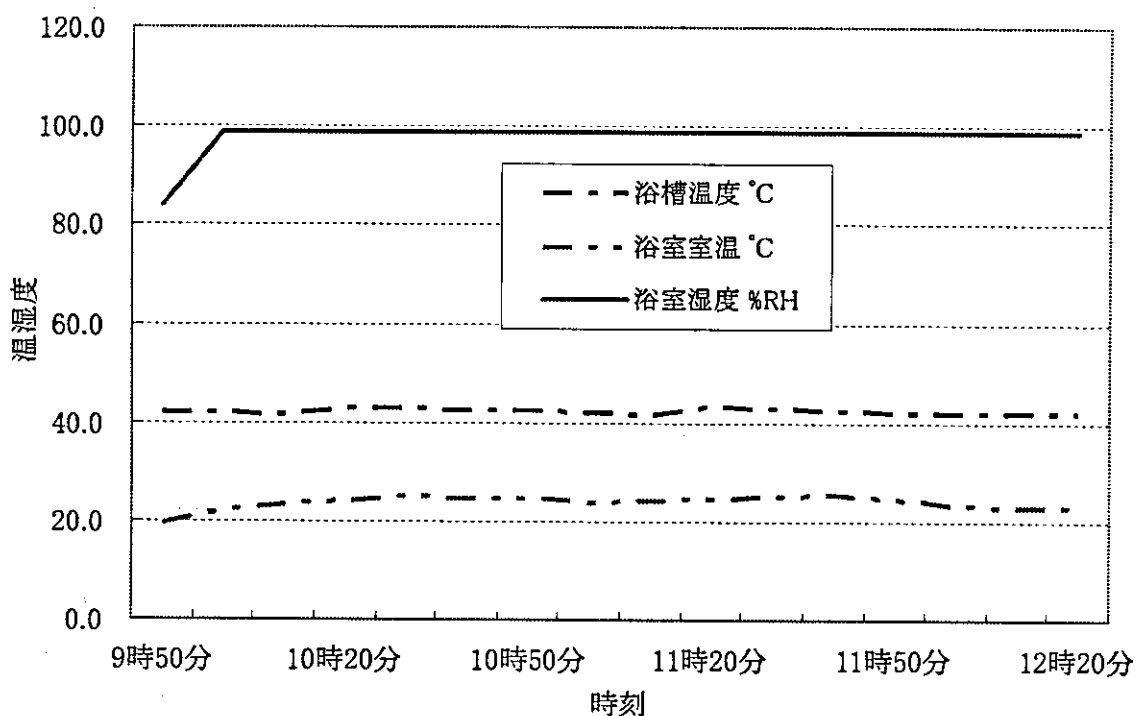


図 4.3.1 施設 A の浴槽温度と浴室温湿度の変移

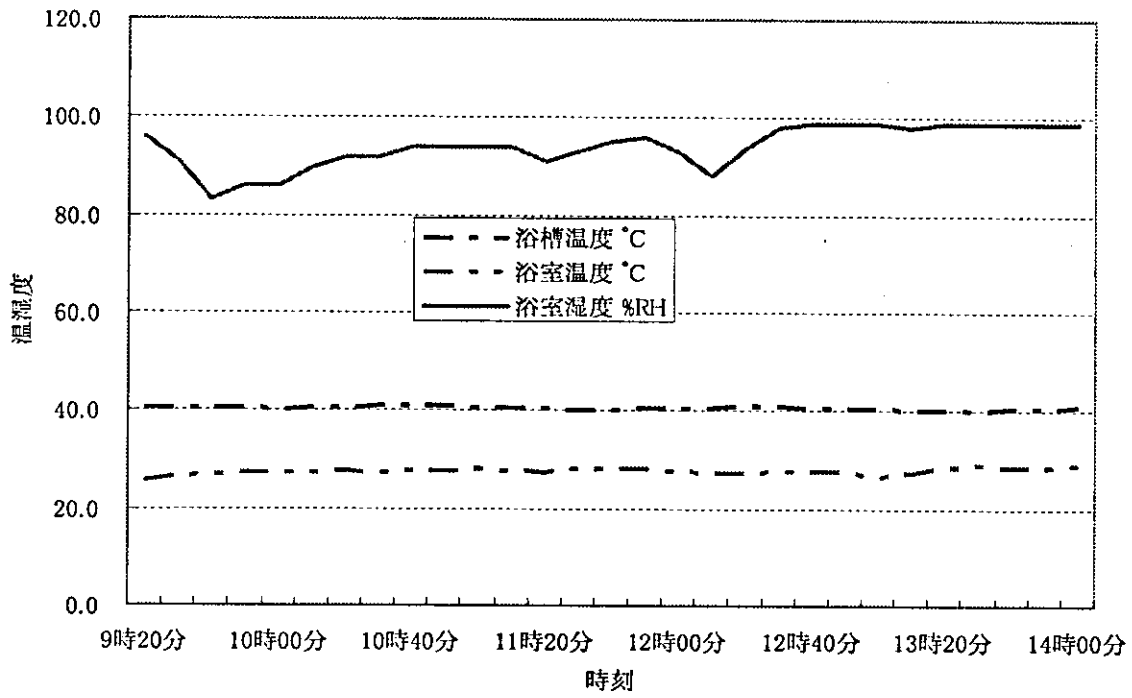


図 4.3.2 施設 B の浴槽温度と浴室温湿度の変移

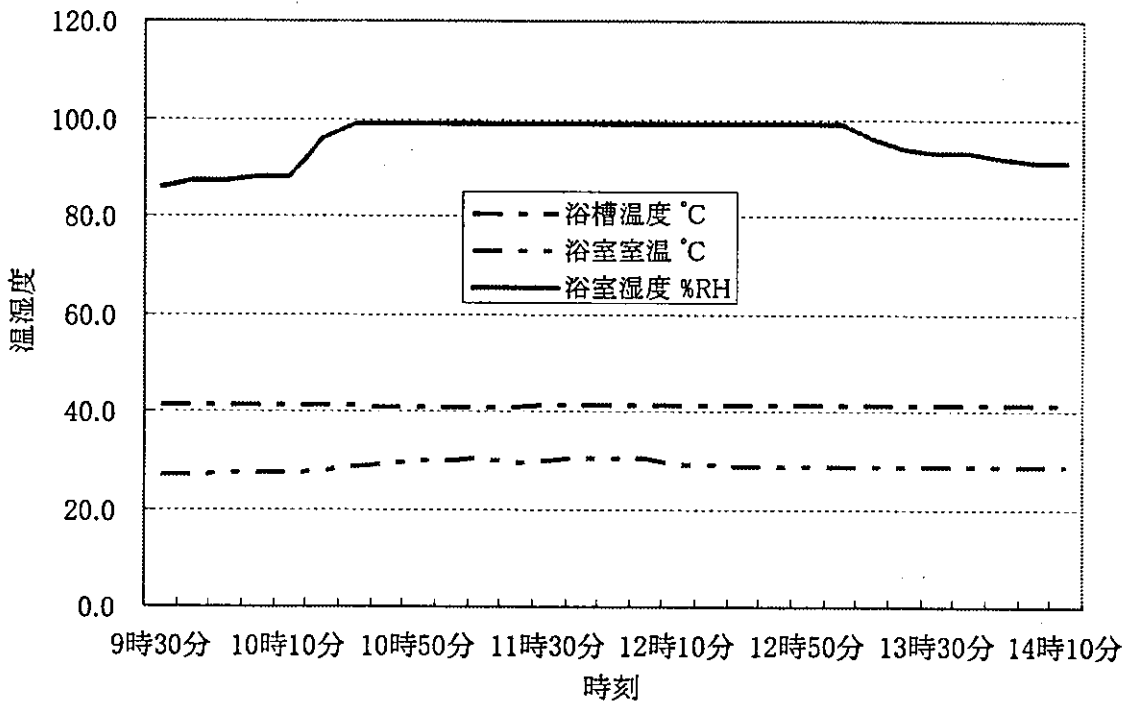


図 4.3.3 施設 C の浴槽温度と浴室温湿度の変移

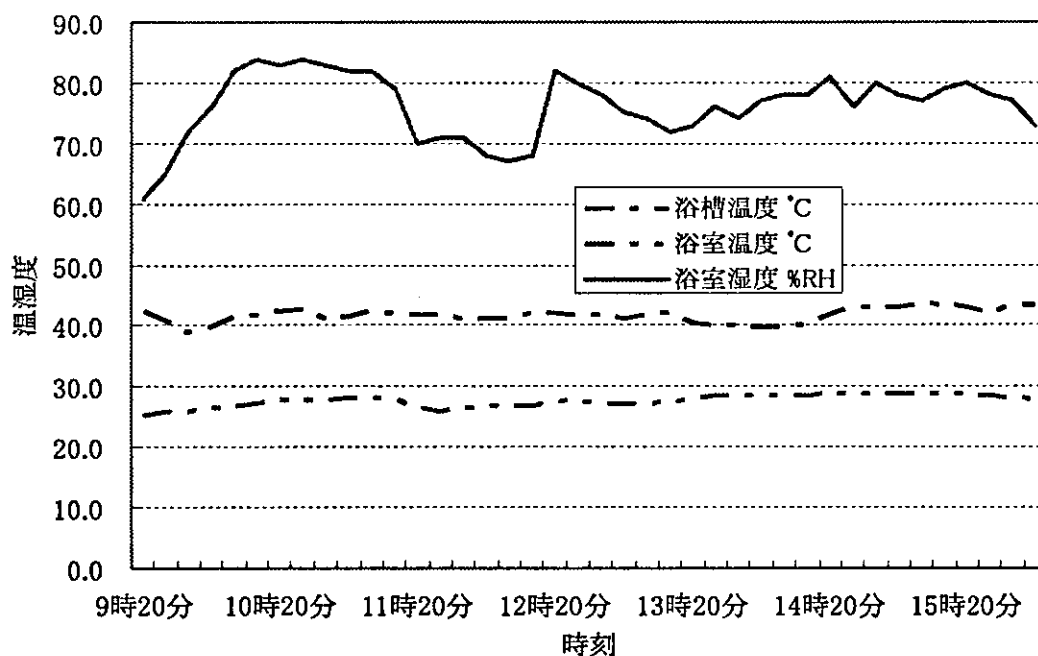


図 4.3.4 施設 D の浴槽温度と浴室温湿度の変移

4.4 考察

生物ろ過によるろ過装置を用いていた施設 A と施設 B では、数日間入浴に供した浴槽水であったが、入浴前の濁度と過マンガン酸カリウム消費量の値が、「公衆浴場における水質基準等に関する指針」の原湯・原水の値をも大きく下回っていた。更に施設 A と施設 B のリン酸イオンと硫酸イオンの入浴前の値は、換水後、初めて入浴に使用する施設 C と施設 D の浴槽水水質より小さい値であった。このことから、間接的に生物ろ過を否定している現在の厚生労働省の指針や通知のあり方を検討する必要がある。

成り行きや手動で塩素を注入している施設 A と施設 D では、適切な遊離残留塩素濃度が維持されていない。遊離残留塩素濃度を計測して、自動で塩素を注入する方式とする必要がある。欧米では、遊離残留塩素濃度の代替や付加項目として、pH や ORP (Oxidation-Reduction Potential: 酸化還元電位) の計測を併用していることもある。制御に併せて、10 分間隔程度の遊離残留塩素濃度、pH や酸化還元電位のデータのストックから、殺菌消毒を評価するマネジメントシステムの構築も考慮すべきである。適度で、適切な塩素消毒を維持するための、計測や制御、解析・評価方法の検討を要する。

以上から、塩素の注入位置をろ過器の後として、ろ過器内部での微生物の生息を容認することも検討すべきである。この場合、浴槽水の遊離残留塩素濃度等の適切な維持管理ができることを前提条件とも考慮すべきである。温泉を浴槽水に利用した施設を考慮して、妥当な消毒剤 (二酸化塩素、次亜臭素酸、イソシアヌル酸など) や消毒方法の選定や併用のあり方の更なる調査・研究も進めなければならない。

また、「公衆浴場における水質基準等に関する指針」の浴槽水の濁度 5 以下の値や過マンガン酸カリウム消費量 25mg/L 以下の値の妥当性も、併せて考察すべきである。

4.5 実測の課題と今後の調査

今回4つの施設を調査したが、補給水量を把握できる施設がなかった。水質の実態調査という初期目的からすれば、必ずしも補給水量のデータが必要とは言い切れない。しかし、補給水による希釈により、どの程度の水質改善が図れるかなどを把握することで、より有効な考察も期待できる。

今回は、岩手県、宮城県と新潟県の4施設で12月から3月までの冬季に調査した。計測施設を中部や西日本に広げるとか、中間季や夏季にも行うことで、異なった傾向が見られる可能性も否定できない。また社会福祉施設以外で特定の利用者が入浴する施設（寮・社内研修施設等）や不特定の利用がある施設（公衆浴場・旅館等）での対比調査により、評価すべきである。

個々人が試験データを取る目的で入浴し、浴槽水の汚濁を計測・解析したものは、被験者数が少ないものの(社)空気調和・衛生工学会 安全・防災委員会 浴場施設におけるレジオネラ対策小委員会（主査：紀谷文樹 神奈川大学教授）で実施済みである。実際の施設での調査件数を拡げて、(社)空気調和・衛生工学会での試験データに基づく評価を行うことも必要と考える。

（担当：赤井仁志・岡田誠之・野知啓子）

5章 ろ過循環系の過酸化水素洗淨調査

5.1 調査の目的

循環式浴槽設備を構成する循環配管、水位検知用連通管などへの生物膜の付着状態を調査する。配管内面での生物膜の生成・増殖を抑制する方法の検討や剥離量の調査を目的とする。

5.2 調査方法

1年以上営業を継続している施設を対象として、循環式浴槽の接続配管内を内視鏡で観察・撮影して記録する。調査に使用した機材を以下に記す。

管検査用内視鏡：マチダ機器製 PS11-3000

光源装置：高輝度光源装置：L-75XII

録画装置：マチダ機器製 MTC-9000 (CCD Compact Color Video System)

5.3 調査-1

5.3.1 調査対象施設の概要

施設EはRC造3階建て延床面積は1980.15㎡、循環式浴槽5を有する日帰り温泉入浴施設で、ろ過装置は各浴槽に砂式ろ過器が設置されている。施設Eでは、厚生労働省告示第264号「感染症の予防の総合的な推進を図るための基本的な指針」および同省が発した技術上の詳細な指針に基づいて、ヘアーキャッチャの清掃を毎日励行し、常時0.4～0.6mg/Lの遊離残留塩素濃度を保持しており、その記録も保管されている。

営業時間は10:00～22:00で毎週月曜日に休館し、浴槽は毎日完全換水方式としている。毎日営業終了後、浴槽水の塩素濃度を1.5～2.2mg/Lとして1時間循環した後ろ過器の逆洗を行い排水している。また換水時に循環配管や水位検知用連通管内には浴槽水が残留しないように配管の最低部に排水弁を設けて、完全に排水するなど生物膜生成予防対策を行っている。

施設Eは平成15年11月初旬に源泉槽、温泉槽、配管の過酸化水素洗淨を行い、レジオネラ属菌が不検出であることを確認した後、約1年を経過している。

5.3.2 調査月日

平成16年12月5日(日) 15:00～18:00 測定準備・打合せ

平成16年12月6日(月) 10:00～14:00 調査・撮影

5.3.3 調査

浴槽水の水位を満水時の1/3程度まで下げて、配管内に浴槽水が充満している状態で内視鏡を循環吸込口および水位検知用連通管開口部(浴槽底面)から配管内に挿入して撮影した。撮影箇所は男女屋内大風呂、露天風呂1および2、洞窟風呂である。

5.3.4 調査結果

配管内の状態を写真5.3.1～5.3.23に示す。

(1) 男子大浴槽吸込管・水位検知用連通管



写真 5.3.1 吸込口直下



写真 5.3.2 吸込口接続配管管壁

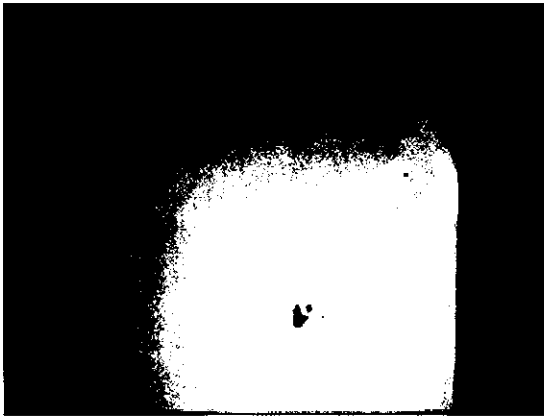


写真 5.3.3 吸込口接続配管管壁

① 男子大浴槽返り管内の状態

浴槽底面の循環湯吸込み口から配管内に内視鏡を挿入して(約1m)モニター画面で観察し、データを取り込んだ。

配管内面全体に白色の付着物が観察された。

(写真 5.3.3)

写真 5.3.2 の白色部分は配管接着剤と思われる。



写真 5.3.4 水位検知連通管内部



写真 5.3.5 水位検知連通管管壁

② 水位検知用連通管

水位検知用の連通管は浴槽底面の開口部より浴場脱衣室まで延長配管されており、毎日1回脱衣室側から次亜塩素酸ナトリウム液を投入している。

目視では内面の付着物は(1)より多く(写真 5.3.5)、とくに配管接続部の発錆箇所には他所と比較して多くの付着物が観察された。(写真 5.3.4)

(2) 男子露天風呂

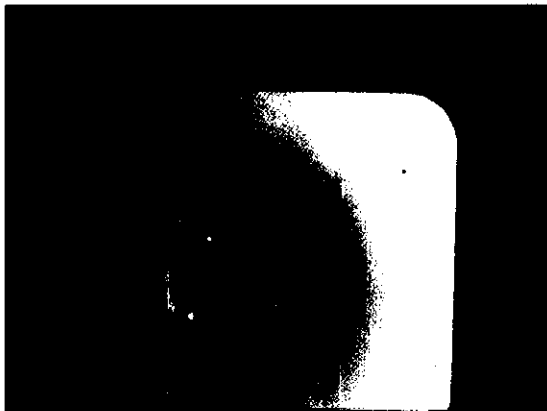


写真 5.3.6 循環水吸込口直下



写真 5.3.7 循環水吸込口接続配管発錆部

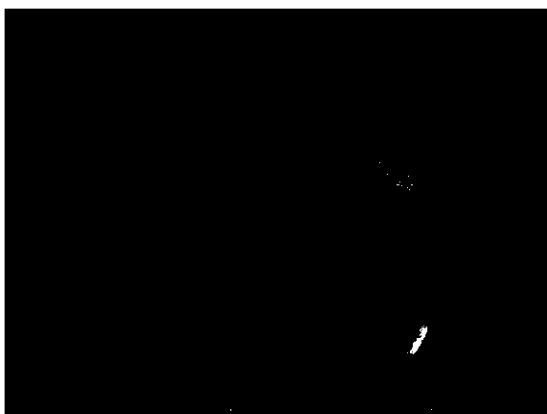


写真 5.3.8 循環水吸込口直下

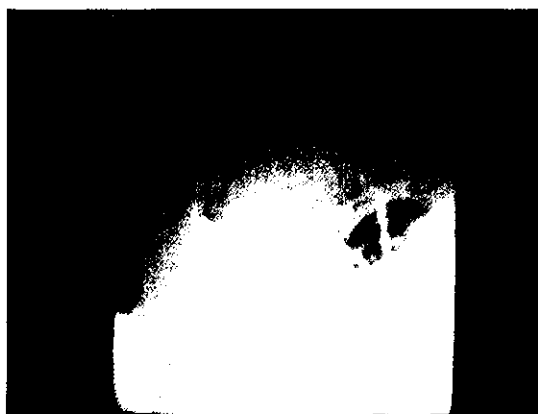


写真 5.3.9 循環水吸込口接続配管管壁

- ① 吸込管内壁全面に生物膜が付着しており、内視鏡でこすった部分が剥離している
(写真 5.3.8) 配管接続部の発錆部分では生物膜付着が多く容易に剥離した
(写真 5.3.7)
- ② 水位検知用連通管内での生物膜の付着は他所に比較して多い (写真 5.3.11)

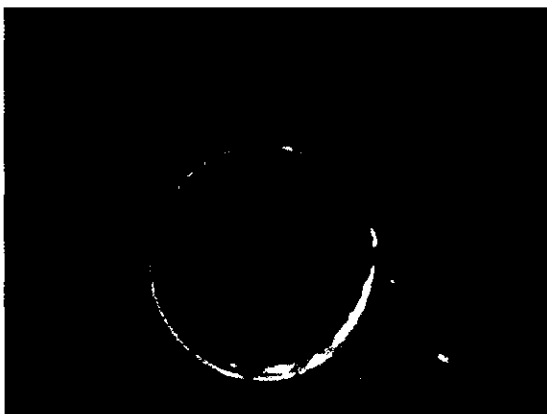


写真 5.3.10 水位検知用開口部直下



写真 5.3.11 水位検知用連通管管壁

(3) 女子露天風呂



写真 5.3.12 循環水吸込口直下



写真 5.3.13 循環横管部の生物膜

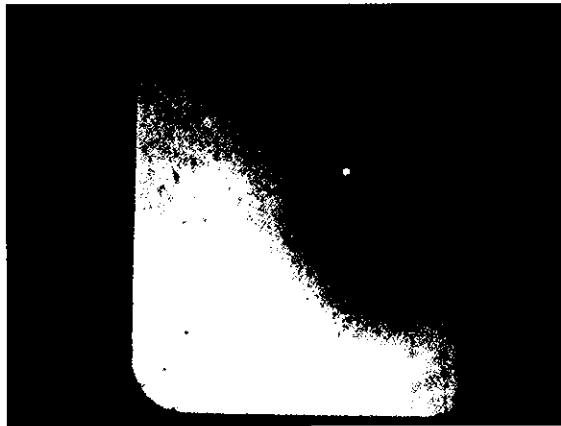


写真 5.3.14 水位検知用連通管管壁

- ① 循環水吸込管の立下り部分の付着状態に比較して横走管内の付着が多く観察された (写真 5.3.13)
- ② 水位検知用連通管は循環配管と比較し生物膜の付着が多い (写真 5.3.14)

(4) 洞窟風呂

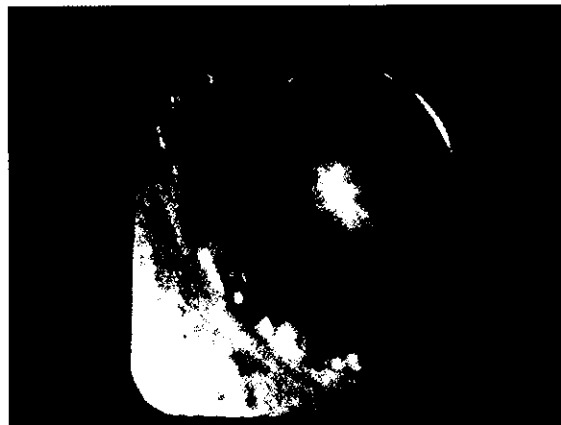


写真 5.3.15 循環水吸込口直下
配管内の発錆箇所を核とした生物膜の付着が観察された。(写真 5.3.7・13・15・16)

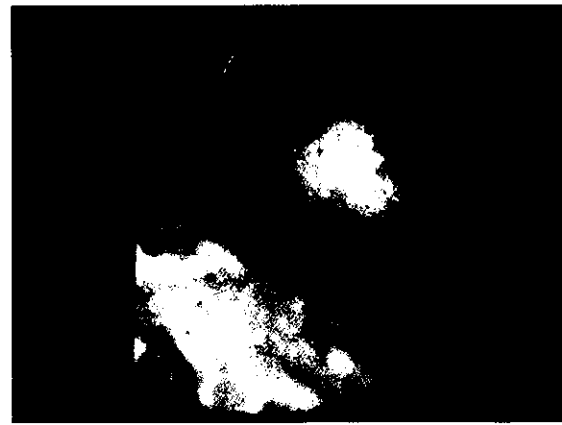


写真 5.3.16 循環配管曲り部

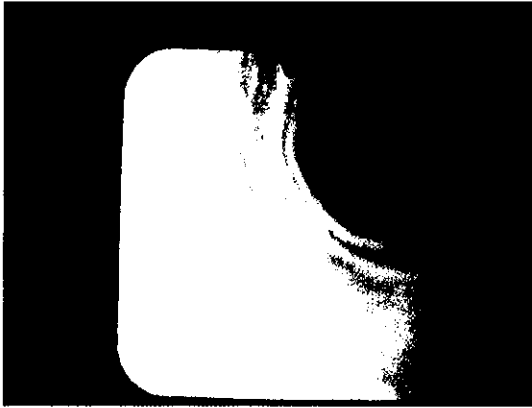


写真 5.3.17 水位検知用連通管

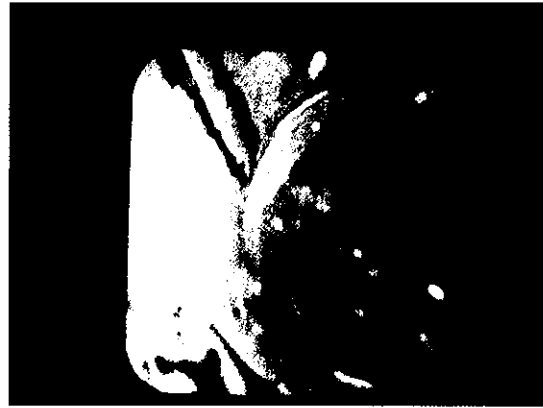


写真 5.3.18 水位検知用連通管

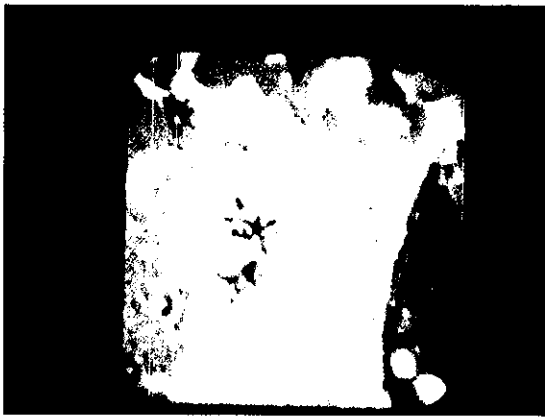


写真 5.3.19 水位検知用連通管

(5) 女子大浴槽

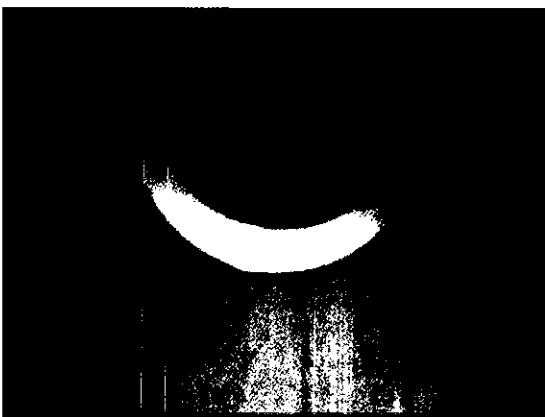


写真 5.3.20 循環水吸込口直下



写真 5.3.21 循環横走配管

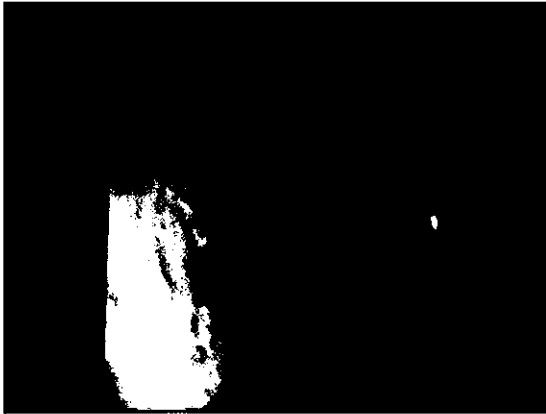


写真 5.3.22 水位検知用連通管



写真 5.3.23 ジェット装置吸込部直下

5.3.5 考察

施設Eは、毎日完全換水、自動塩素濃度管理システムによる塩素濃度管理、清掃、維持管理体制など、ほぼ理想的な維持管理がなされている施設といっても過言ではない。

しかしその施設において過酸化水素消毒を行った後、1年を経て全系統の配管内に生物膜の生成が確認され、循環式浴槽システムにおいて生物膜の生成を防ぐことが困難であることが確認された結果、維持管理に際して留意すべき点として下記が挙げられる。

- ① 定期的なシステム全体の化学洗浄が必要であり、1年に1回以上化学洗浄することが望ましい。
- ② 化学洗浄は生物膜を物理的に剥離する過酸化水素などが適している。
- ③ 水位検知管などの、遊離残留塩素を保持した浴槽水が常時流入しない部位の生物膜生成は顕著であり、循環湯が流通しない配管は設けるべきでない。やむを得ず設ける場合には循環湯の一部を注入するなど、配管内の湯が常時遊離残留塩素濃度を保持する方策を考慮する必要がある。
- ④ 配管内に錆などによる突起物が生成されると、それを核として生物膜が生成され易くなるので、発錆し易い金属製継ぎ手などの使用は避けるべきである。
- ⑤ 二酸化塩素は比較的生物膜の生成を抑制するとの報告もあるが、今後その効果を検証すると共に、生物膜が生成され難い消毒剤の開発が望まれる。

5.4 調査-2

5.4.1 調査対象施設の概要

施設Fは、川口市に所在する、RC造5階建てで、平成元年(1989)に開業した24時間営業のサウナ浴場である。3、4階に男女浴場施設があり、それぞれに気泡浴槽、ラドン浴槽、打たせ湯浴槽、露天風呂(超音波風呂)、サウナ室各1がある。機械室は1階にあり、ろ過装置は気泡風呂系統2基(男女各1)、ラドン浴槽系統2台(男女各1)の4基が設置されており、ラドン浴槽は、打たせ湯浴槽、露天風呂の3浴槽の処理を行っており、男女のラドン浴槽、打たせ湯浴槽、露天風呂は連通管で接合されている。

施設Fは2年前にラドン浴槽を過酸化水素洗浄しており、その際に多量の汚れが排出された経緯がある。

今回の調査対象は汚染が激しいと考えられる気泡浴槽として、過酸化水素洗浄を行う前後の循環配管内の内視鏡撮影を行った。

当該浴槽の面積は約26㎡、深さ80cm、水深60cmである。

5.4.2 調査年月日

平成16年10月19日(火) 9:00~15:00

5.4.3 調査内容

浴槽水を30cm程度入れて、循環吸込口から内視鏡を挿入して撮影した。また、浴槽底面の水位検知用連通管開口部からは、当初堆積物のため挿入できなかったが、洗浄後は挿入して撮影した。

過酸化水素の洗浄は、30%溶液20kgの缶を34缶投入し、5%程度の濃度として、ろ材を抜き取ったろ過器との間を、約2時間循環して洗浄した。

5.4.3 調査結果

配管内の状況を、写真5.4.1~5.4.4に示す。また、洗浄作業の様子と結果を、写真5.4.5に示す。

営業開始以来、過酸化水素洗浄が行われていない浴槽にしては配管内の汚れが少なかった。気泡風呂ということで塩素消毒が過剰に行われていたようで、配管内面の汚れ(生物膜生成)は少なかった。また各気泡風呂に対して専用のろ過器が設置されているため、他の浴槽のごとく連通管を有していないことも生物膜生成を抑制していたと考えられる。

写真5.4.3は水位検知用連通管開口部の堆積物である。営業開始後初めての洗浄とのことであったが、ろ材を主とする大量の堆積物であり、浴槽に接続された循環系以外の配管内には、異物が沈殿・堆積することが確認された。この現象はとくに浴槽底面に接続した配管で顕著になり、生物膜が容易に生成する危険性をはらんでいることを実証した。

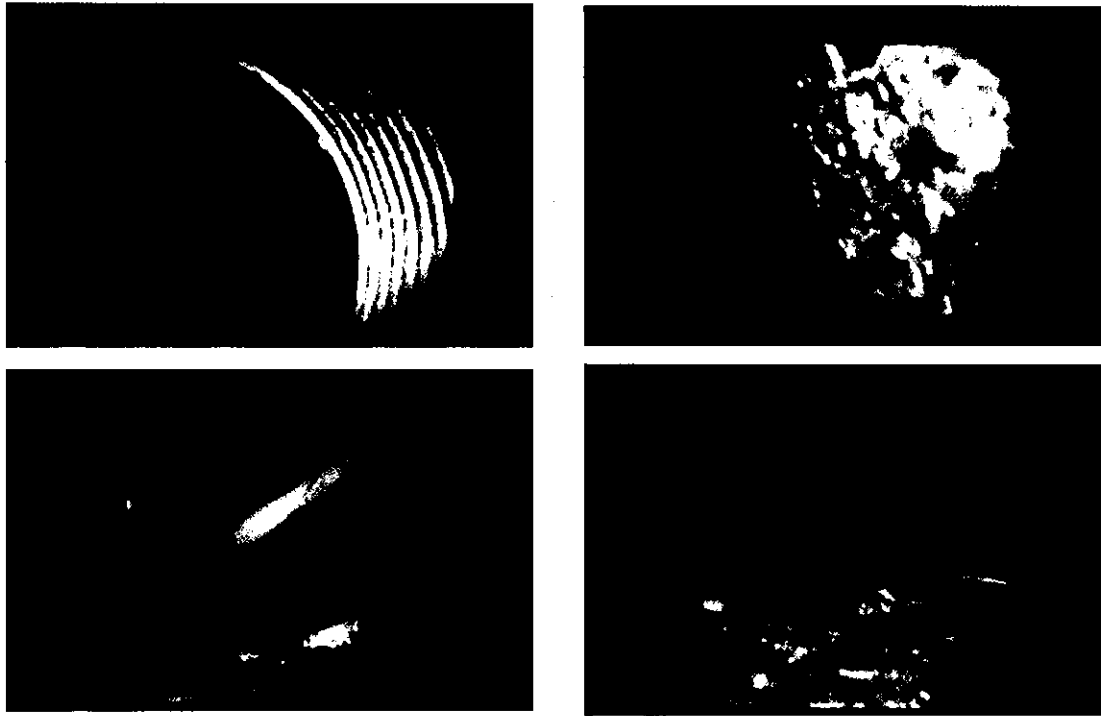


写真 5. 4. 1 気泡風呂循環返り管内部（化学洗浄前）

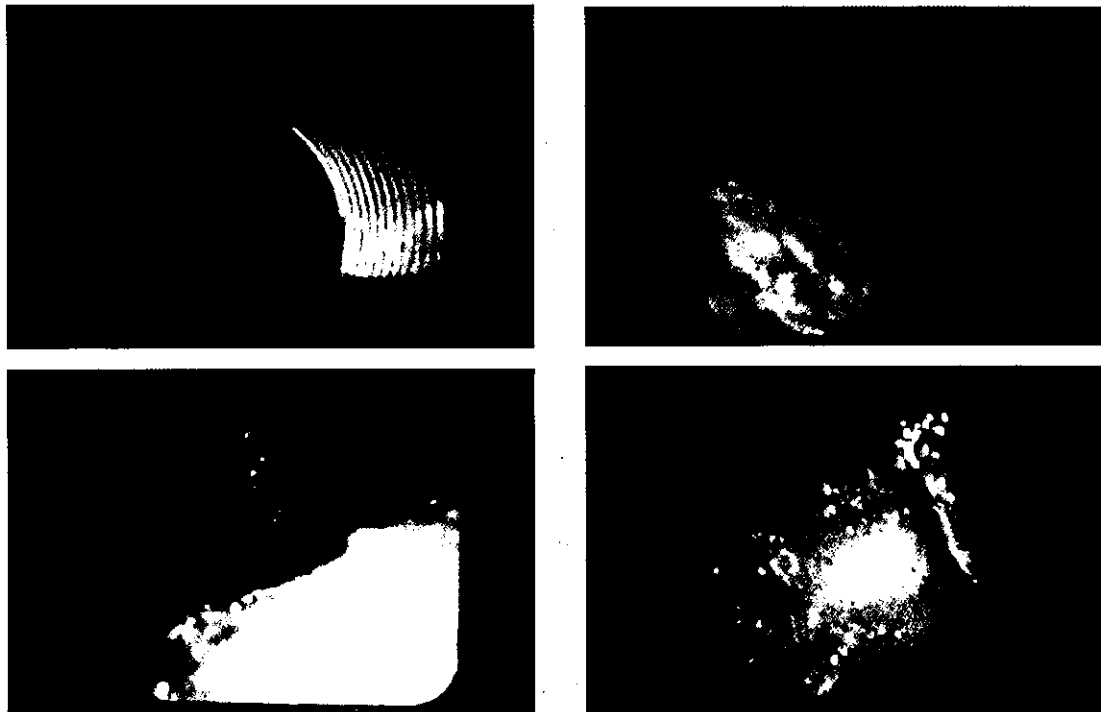


写真 5. 4. 2 気泡風呂循環返り管内部（化学洗浄後）

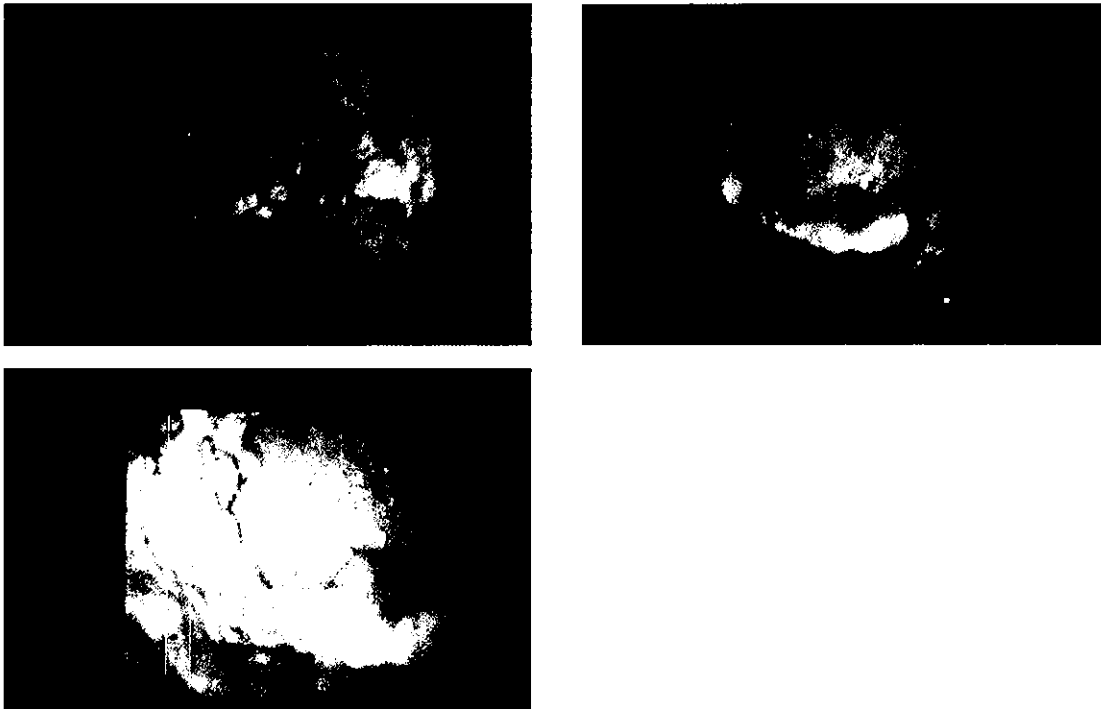


写真 5. 4. 3 気泡風呂水位検知用連通管内部（化学洗浄前）

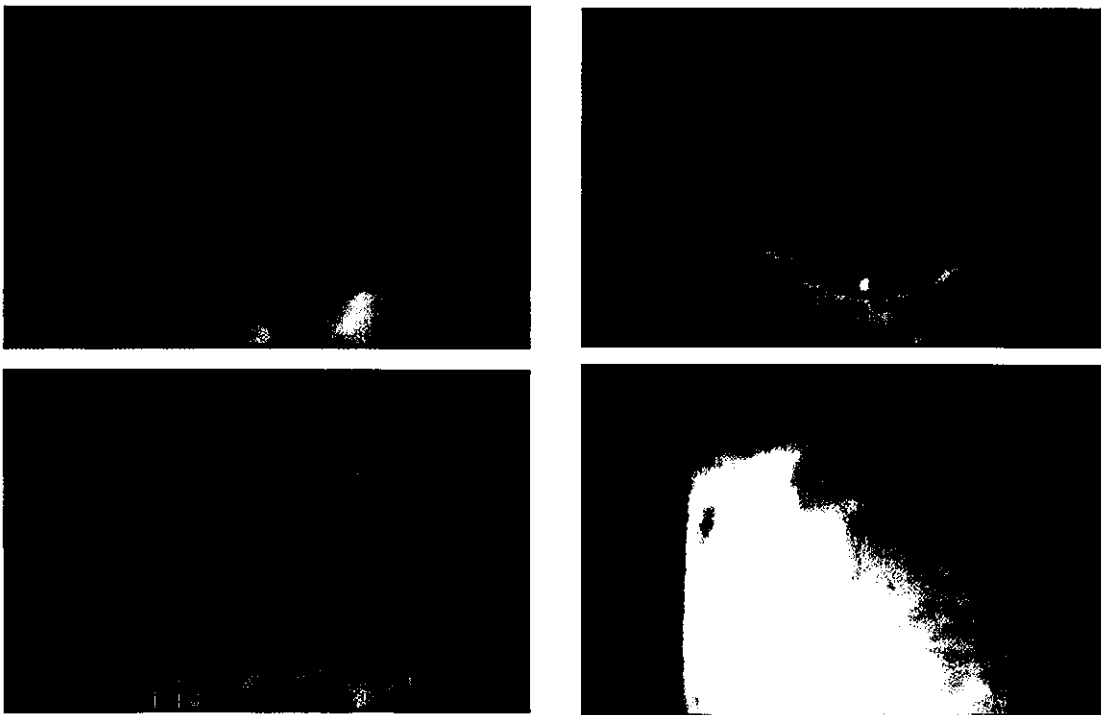
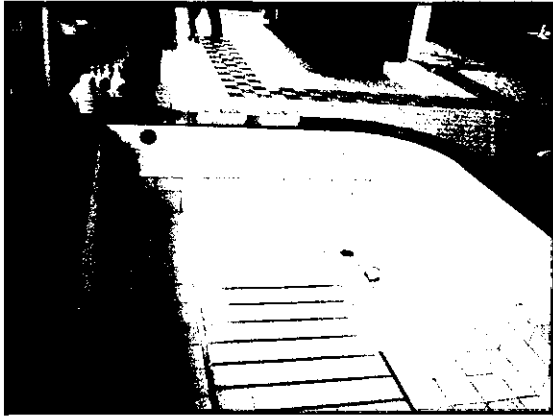
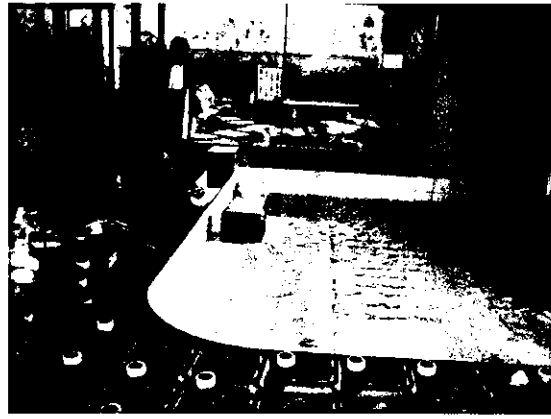


写真 5. 4. 4 気泡風呂水位検知用連通管内部（化学洗浄後）



① 気泡風呂底面の埋設空気配管



② 底面より 30cm まで水を張り過酸化水素液を投入



③ 過酸化水素投入後循環水より付着物と共に泡が多量に発生



④ 循環配管より吐出した付着物と泡



⑤ 循環終了後水面上に残った付着物



⑥ 水位検知用連通管内の堆積物（ろ材砂）

写真 5.4.5 過酸化水素洗浄作業