

表1 モノクロロミン濃度安定性を調べた8ヶ所の温泉の成分表

温泉名	H温泉	U温泉	S温泉	K温泉	Y温泉	N温泉	D温泉	B温泉
泉質	ナトリウム・カルシウム-塩化物泉	単純硫黄温泉	ナトリウム-炭酸水素塩温泉	アルカリ性単純硫黄温泉	ナトリウム・カルシウム-塩化物泉	ナトリウム・カルシウム-塩化物泉	ナトリウム-塩化物泉	ナトリウム-炭酸水素塩温泉
	低張性	低張性	低張性	低張性	高張性	高張性	高張性	低張性
pH	8.2	9.6	9.0	10.2	7.36	8.37	8.1	8.4
温度	26.3	38.2	29.5	31.4	31.0	20.9	33.7	20.4
Na+	341.2	65.8	311.9	68.1	2926	1849	3515	480
K+	15	1.0	4.6	1.4	17.8	9.4	96.3	20.5
NH4+	0.4				2.9	1.4		7.5
Mg++	23	1.5		0.1	4.2	3.8	43.8	7.1
Ca++	101		1.2	6.7	2224	2576	120.9	7.6
Sr++					32.2	12.3		0.06
Ba++					0.5	0.2		
Mn++	0.3				0.3	0.7	0.08	0.04
Al+++				0.07			0.03	0.15
Fe++					0.8		1.2	0.86
Fe+++						0.5		
F-					0.9	0.7		
HCO3-	78.2	29.1	703.0	11.5	16.7		1101	1170
CO3--		44.0	57.7	72.9				22.8
OH-	0.027	0.7	0.2	2.7			0.021	
Cl-	701.5	4.9	3.4		7854.0	7024.0	5158	88
Br-	0.8		0.5	0.06	24.8	21.1	8.2	
I-			0.4		1.5	1.6	12.6	
HS-		12.5	0.4	3.8	0.1	0.2		
SO4--	62.6	15.2	1.8	6.0				0.1
BO2-		3.6					42.3	2.7
S2O3--		11.4				0.3		
HSiO3-	23.4			69.7			114.3	62.8
メタケイ酸		58.1	24.4		11.1	0.6		
メタホウ酸	0.8		10.8		20.1	11.9		

単位: mg/kg

表2 H温泉を使用した営業施設におけるモノクロロミン消毒による検証試験の各種検査結果

		対照浴槽	1週目	2週目	3週目	4週目	5週目	6週目
微生物検査	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	アメーバ数 (個/50mL)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	従属栄養細菌数 (CFU/mL)	<1	1.1 × 10 ²	5.2 × 10 ²	1.0 × 10 ³	1.7 × 10 ³	1.6 × 10 ⁴	7.2 × 10 ²
塩素濃度	モノクロロミン (mg/L)	0.1	2.6	3	3.4			2.2
	ジクロロミン (mg/L)	0.1	<0.1	<0.1	<0.1			0.1
	トリクロロミン (mg/L)	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015			<0.015
	遊離塩素 (mg/L)	1.2	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1
消毒副生成物	トリクロロメタン (μg/L)	0.56	<0.1	<0.1	0.24			<0.1
	ブロモジクロロメタン (μg/L)	20	<0.1	<0.1	0.24			<0.1
	ジブロモクロロメタン (μg/L)	22	0.21	0.18	0.50			0.16
	トリブロモメタン (μg/L)	110	0.49	0.42	2.1			0.36
	ジクロロアセトニトリル (μg/L)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1
	ブロモクロロアセトニトリル (μg/L)	5.0	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1
	ジブロモアセトニトリル (μg/L)	37	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1
	上記7種の計 (μg/L)	194.56	0.70	0.60	3.08			0.52
現場簡易検査	モノクロロミン (mg/L)	0.35	3.6	3.2	3.5	4.0	3.3	3.7
	全塩素 (mg/L)	1.5	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	遊離塩素 (mg/L)	1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	遊離アンモニア (mg/L)	ND	0.32	0.55	0.4	0.25	0.35	0.3

表3 Y温泉を使用した営業施設におけるモノクロロミン消毒による検証試験の各種検査結果

浴槽水 検査項目		実験浴槽(モノクロロミン管理)					対照浴槽 - 12月12日
		開始時	1週目	2週目	3週目	4週目	
		11月6日	11月14日	11月21日	11月28日	12月5日	
微生物検査	レジオネラ属菌数 (cfu/100mL)	-	<10	<10	<10	<10	<10
	レジオネラ属菌遺伝子数 (LC-EMA qPCR, cfu/100mL)	-	<5	<5	<5	<5	<5
	従属栄養細菌数 (cfu/mL)	-	33	22	2.9×10^2	4	1.2×10^2
	アメーバ数 (cfu/50mL)	-	<1	<1	<1	<1	<1
塩素濃度	モノクロロミン (mg/L)	-	-	2.7	2.7	3.5	0.15
	ジクロロミン (mg/L)	-	-	0.2	0.2	<0.1	0.25
	トリクロロミン (mg/L)	-	-	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
	遊離塩素 (mg/L)	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
消毒副生成物	CHCl ₃ (トリクロロメタン)(ppb)	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	CHBrCl ₂ (プロモジクロロメタン)(ppb)	-	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	CHBr ₂ Cl (ジプロモクロロメタン)(ppb)	-	0.13	0.29	0.16	0.11	2.8
	CHBr ₃ (トリプロモメタン)(ppb)	-	0.82	1.5	0.80	0.34	44.6
	C ₂ HCl ₂ N (ジクロロアセトニトリル)(ppb)	-	0.15	0.24	<0.1	0.10	0.2
	C ₂ HClBrN (プロモクロロアセトニトリル)(ppb)	-	0.46	0.63	0.41	<0.4	2.1
	C ₂ HBr ₂ N (ジプロモアセトニトリル)(ppb)	-	1.4	1.8	1.8	1.3	39.8
	上記7物質の計	-	2.9	4.5	3.2	1.8	89

浴室内空気 検査項目		実験浴室	対照浴槽
		3週目	-
		11月28日	12月12日
消毒副生成物	CHCl ₃ (トリクロロメタン)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.28	0.3
	CHBrCl ₂ (プロモジクロロメタン)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.2	0.76
	CHBr ₂ Cl (ジプロモクロロメタン)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.38	8.3
	CHBr ₃ (トリプロモメタン)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.9	130.0
	上記4物質の計	2.6	140

表4 井水の沸かし湯を使用する営業施設のモノクロロミン消毒による検証試験の各種検査結果

浴槽水 検査項目		実験浴槽(モノクロロミン管理)						対照浴槽 2週目 11月21日
		開始時	1週目	2週目	3週目	4週目	5週目	
		11月8日	11月14日	11月21日	11月28日	12月5日	12月13日	
微生物検査	レジオネラ属菌数 (cfu/100mL)	-	-	<10	<10	<10	<10	<10
	レジオネラ属菌遺伝子数 (LC-EMA qPCR, cfu/100mL)	-	-	<5	<5	<5	<5	<5
	従属栄養細菌数 (cfu/mL)	-	-	5	3	1	2	1
	アメーバ数 (cfu/50mL)	-	-	<1	<1	<1	<1	<1
塩素濃度	モノクロロミン (mg/L)	-	-	3.6	4.1	4.8	-	<0.1
	ジクロロミン (mg/L)	-	-	0.1	<0.1	0.1	-	0.2
	トリクロロミン (mg/L)	-	-	<0.015	<0.015	<0.015	-	0.085
	遊離塩素 (mg/L)	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	-	0.5
消毒副生成物	CHCl ₃ (トリクロロメタン)(ppb)	-	-	0.24	0.45	<0.1	-	7.5
	CHBrCl ₂ (プロモジクロロメタン)(ppb)	-	-	<0.4	<0.4	<0.4	-	5.7
	CHBr ₂ Cl (ジプロモクロロメタン)(ppb)	-	-	0.32	0.49	0.20	-	4.7
	CHBr ₃ (トリプロモメタン)(ppb)	-	-	0.84	1.3	0.55	-	1.9
	C ₂ HCl ₂ N (ジクロロアセトニトリル)(ppb)	-	-	0.26	0.12	<0.1	-	2.8
	C ₂ HClBrN (プロモクロロアセトニトリル)(ppb)	-	-	<0.4	<0.4	<0.4	-	1.6
	C ₂ HBr ₂ N (ジプロモアセトニトリル)(ppb)	-	-	<0.4	<0.4	<0.4	-	1.0
上記7物質の計	-	-	1.6	2.4	0.74	-	25	

浴室内空気 検査項目		実験浴室	対照浴槽
		2週目	-
		11月21日	-
消毒副生成物	CHCl ₃ (トリクロロメタン)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.6	16
	CHBrCl ₂ (プロモジクロロメタン)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.64	9.9
	CHBr ₂ Cl (ジプロモクロロメタン)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.34	3.3
	CHBr ₃ (トリプロモメタン)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.65	1.0
	上記4物質の計	3.2	30

表5 高濃度モノクロロミン洗浄前後のろ過器逆洗浄水の微生物検査(S温泉)

10月20日 17:30 T-Cl2=3.6mg/L	ATP(pmol/L)	一般細菌数 (CFU/mL)	従属栄養細菌数 (CFU/mL)	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	アメーバ数 (PFU/100mL)	種類
1分	1700	34000	530000	<10	8	VK
2分	2100	64000	900000	<10	10	VK
3分	1900	96000	640000	<10	6	VK
4分	1700	63000	>1000000	<10	2	VK
5分	1600	860000	620000	<10	4	VK
6分	1400	120000	>1000000	<10	2	VK
7分	310	30000	32000	<10	<2	
10月21日 8:40 T-Cl2=21mg/L	ATP(pmol/L)	一般細菌数 (CFU/mL)	従属栄養細菌数 (CFU/mL)	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	アメーバ数 (PFU/100mL)	種類
1分	61	120	130	<10	<2	
2分	28	90	81	<10	<2	
3分	30	57	84	<10	<2	
4分	17	57	69	<10	<2	
5分	16	95	72	<10	<2	
6分	16	86	110	<10	<2	
7分	23	500	500	<10	<2	

10月20日18:00のモノクロロミンを高濃度添加(計算値20mg/L)し、一晚循環した。
翌朝(10月21日)は、全残留塩素濃度は21mg/Lであった。

表6 高濃度モノクロロミン洗浄前後のろ過器逆洗浄水の微生物検査結果(Y温泉)

12月8日 19:30 T-Cl2=3.1mg/L	ATP (pmol/L)	一般細菌数 (CFU/mL)	従属栄養細菌数 (CFU/mL)	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	アメーバ数 (PFU/100mL)	種類
逆洗1分	22	12000	2100	<10	2	VK
逆洗2分	67	43000	14000	<10	<2	
逆洗3分	110	130000	26000	<10	<2	
12月9日 11:30 T-Cl2=21mg/L	ATP (pmol/L)	一般細菌数 (CFU/mL)	従属栄養細菌数 (CFU/mL)	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	アメーバ数 (PFU/100mL)	種類
逆洗1分	17	550	290	<10	<2	
逆洗2分	45	180	170	<10	<2	
逆洗3分	14	230	210	<10	<2	

12月8日 19:30採水は、モノクロロミン通常処理し、営業終了時に逆洗したもの。
12月9日 11:30採水は、高濃度モノクロロミン洗浄(全塩素濃度24~22mg/L)1時間循環(9:40~10:40)後、
亜硫酸ナトリウムで中和した後実施。

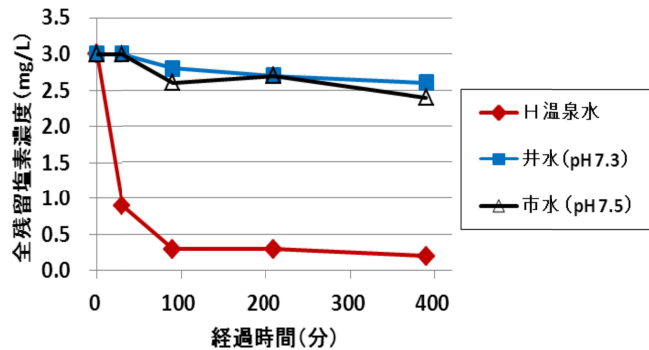


図1-1 H温泉源泉水へ次亜塩素酸ナトリウム添加時の全残留塩素濃度の経時変化

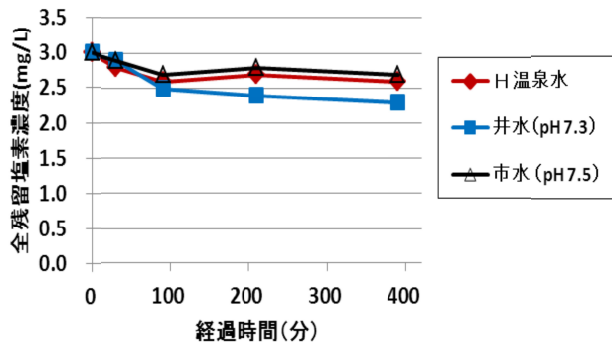


図1-2 H温泉源泉水へモノクロロミン添加時の全残留塩素濃度の経時変化

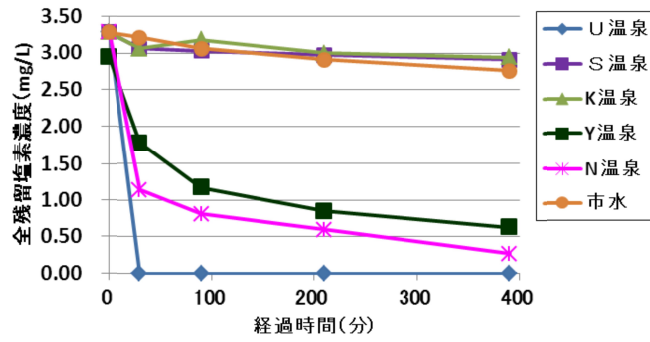


図2-1 次亜塩素酸ナトリウム添加時の全残留塩素濃度の変化

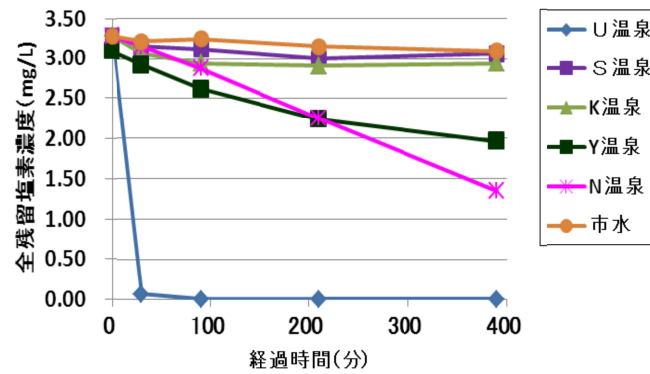


図2-2 モノクロラミン添加時の全残留塩素濃度の変化

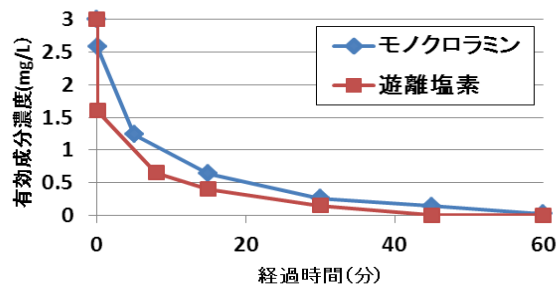


図3 D源泉水の1/5希釈液中での濃度安定性

モノクロラミン濃度はインドフェノール法(HACH社水質計)で、遊離塩素濃度はDPD法(共立理化学のバックテスト)で測定

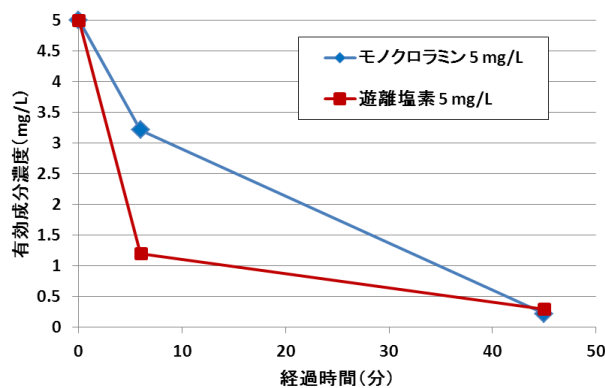


図4 B源泉水におけるモノクロラミンと遊離塩素の濃度安定性試験

モノクロラミン濃度はインドフェノール法(HACH社水質計)で、遊離塩素濃度はDPD法(共立理化学のバックテスト)で測定

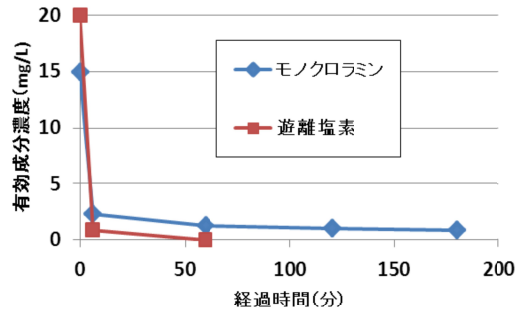


図5 硫黄の濁におけるモノクロロアミンと遊離塩素の濃度安定性試験
モノクロロアミン濃度はインドフェノール法(HACH社水质計)、
遊離塩素濃度はDPD法(共立理化学のバクテスタ)で測定

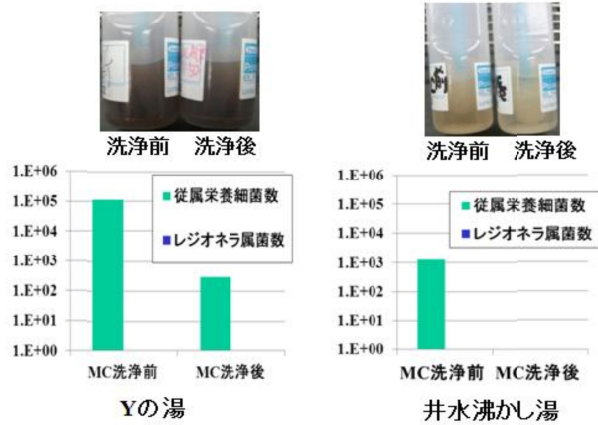


図6 高濃度モノクロロアミン(MC)による配管洗浄前後の配管内面の拭き取り検査の菌数と綿棒洗い出し液の濁り・色の比較



図7 モノクロロアミン消毒時と次亜塩素酸ナトリウム消毒時のヘアキャッチャー配管内面の拭き取りによる比較

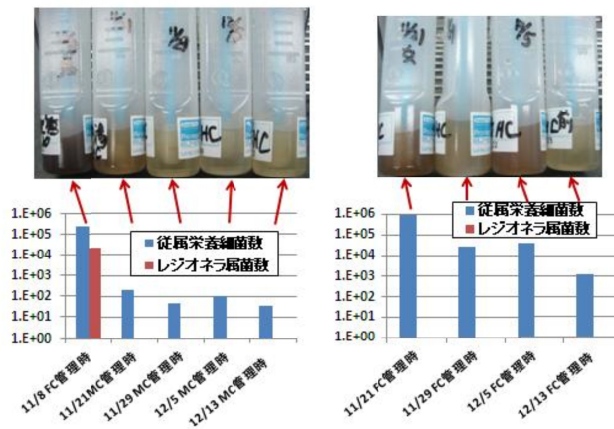


図8 通常濃度のモノクロロアミン(MC, 3mg/L)と遊離塩素(FC, 1mg/L)消毒時の配管内面の拭き取りの一綿棒当たりの菌数と綿棒洗い出し液の濁り・色の比較