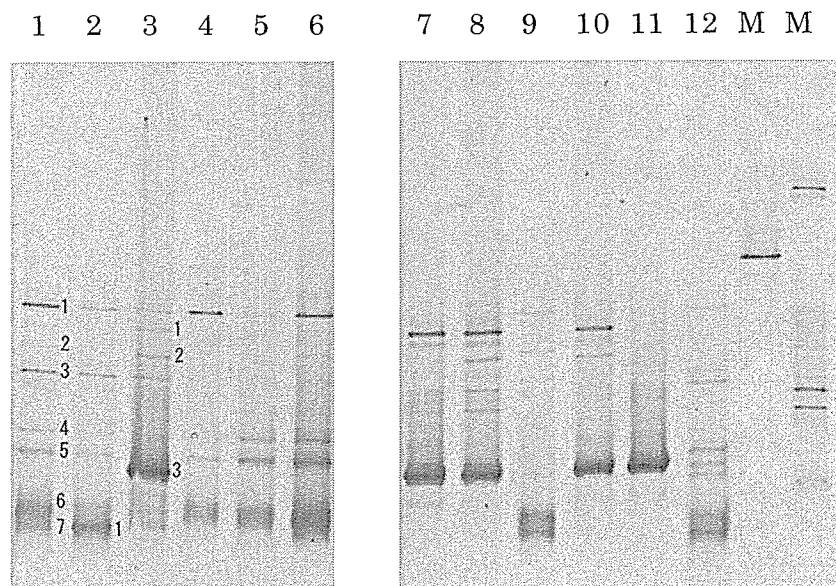


A) H 温泉



B) H 温泉洗浄前後

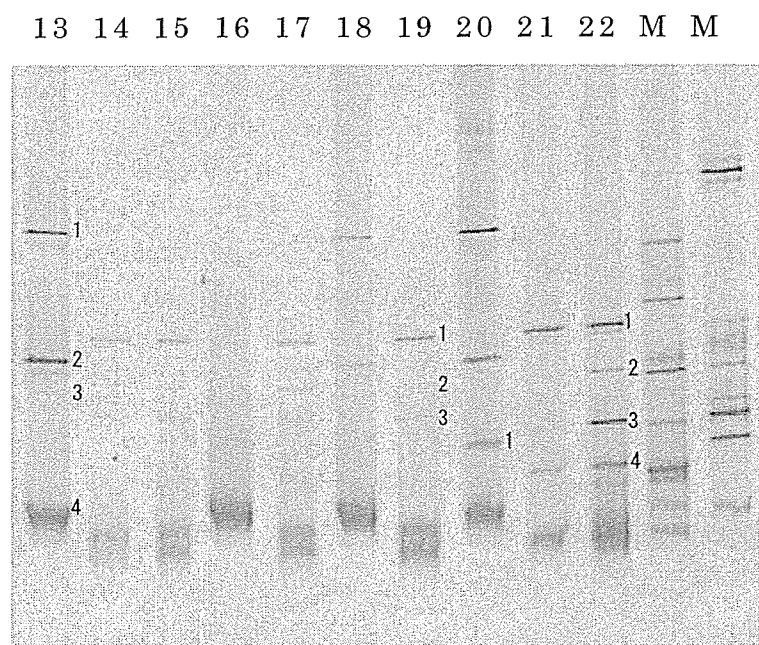
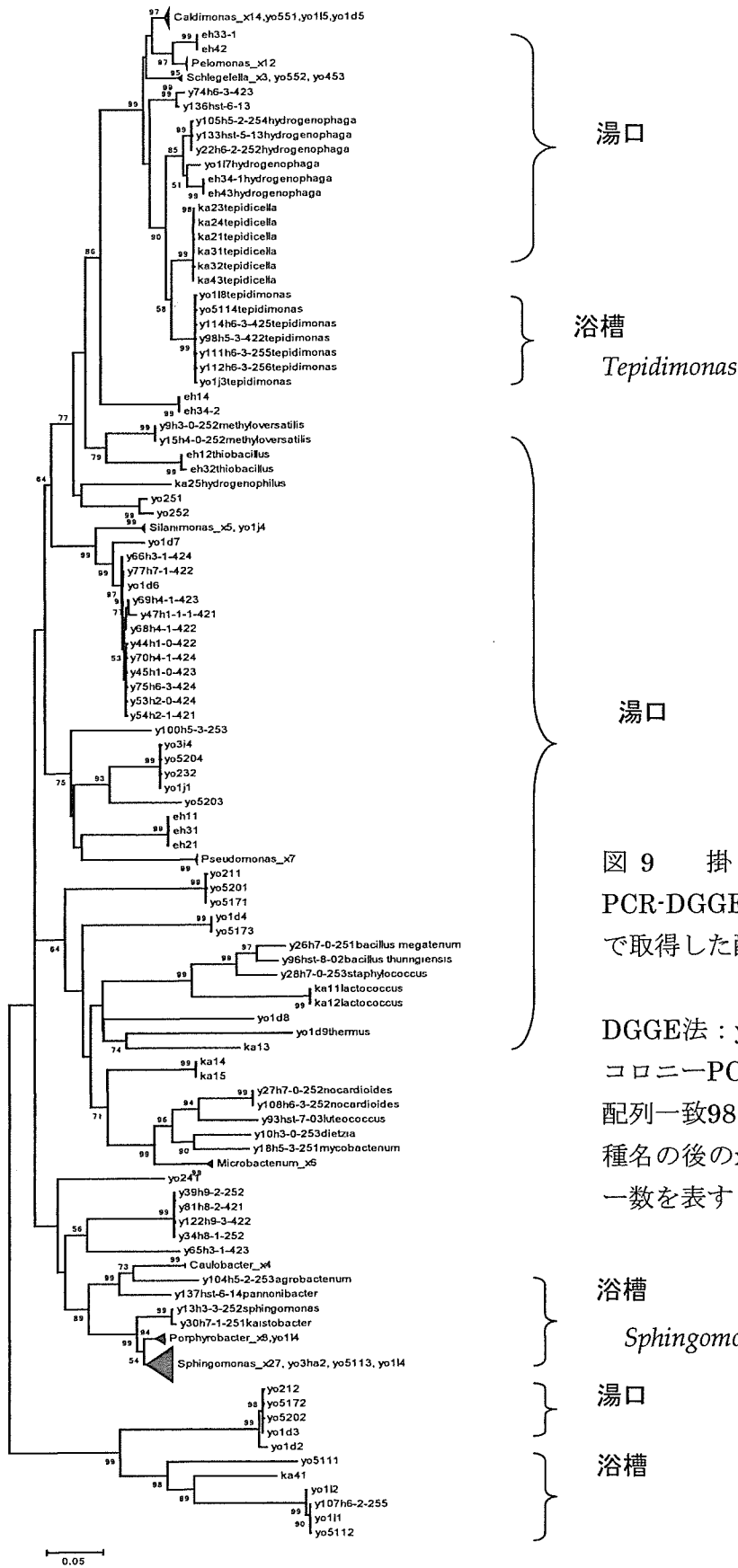


図 8 H 温泉の DGGE パターン

- C) レーン 1: 貯湯槽底 (バンド横の数値は塩基配列を決定したバンドで、図 3、4 の配列 yo3ix、x は 1~4 の数字、と対応する)、2: 湯口、3: 露天浴槽 (yo3hax)、4: 貯湯沈殿、レーン 5: 配管内壁、6: 配管内壁、7: 露天浴槽、8: 内湯浴槽、9: 湯口、10: 内湯浴槽、11: 露天浴槽、12: 湯口、M: マーカー
- D) 13: 洗浄前浴槽 (yo511x)、14: 洗浄直後浴槽、15: 湯口、16: 1 日後浴槽、17: 湯口、18: 2 日後浴槽、19: 湯口 (yo517x)、20: 3 日後浴槽 (yo5181)、21: 貯湯槽、22: 水位計 (yo520x)、M: マーカー。



湯口

浴槽  
*Tepidimonas*

湯口

図9 掛け流し式浴槽よりPCR-DGGE法並びにコロニーPCR法で取得した配列で構築した系統樹

DGGE法 : yo~

コロニーPCR法 : y~

配列一致98%を基準に種名を併記

種名の後のx数字は取得配列のコロニー数を表す

浴槽

*Sphingomonas*

湯口

浴槽

表1 紫外線殺菌装置の有効性評価（貯湯槽水温 47℃）

検査項目		レジオネラ属菌数 CFU/100ml	一般細菌数 CFU/ml(37℃)	従属栄養細菌数 CFU/ml(42℃)
UV入口	10時	$4.2 \times 10^2$	$1.5 \times 10$	$3.1 \times 10$
	13時	$1.1 \times 10^3$	4	$7.1 \times 10^3$
	17時	$7.0 \times 10$	<1	$3.2 \times 10^3$
UV出口	10時	<10	<1	$1.1 \times 10^2$
	13時	$1.0 \times 10$	$4.5 \times 10$	$2.9 \times 10^2$
	17時	$2.0 \times 10$	$1.1 \times 10$	$7.4 \times 10^2$
UV吐出湯	10時	<10	<1	$1.6 \times 10^4$
	13時	<10	$7.0 \times 10^2$	$9.6 \times 10^3$
	17時	<10	$2.0 \times 10^2$	$2.1 \times 10^3$
UV浴槽水	10時	$1.1 \times 10^2$	$4.4 \times 10^3$	$5.4 \times 10^4$
	13時	$2.2 \times 10^2$	$1.9 \times 10^5$	$2.9 \times 10^6$
	17時	$4.4 \times 10^2$	$3.7 \times 10^5$	$1.8 \times 10^6$
対照吐出湯	10時	$1.1 \times 10^2$	1	$7.0 \times 10^3$
	13時	$2.2 \times 10^2$	<1	$8.0 \times 10^3$
	17時	$1.9 \times 10^2$	<1	$1.8 \times 10^4$
対照浴槽水	10時	$4.4 \times 10^2$	$1.8 \times 10$	$1.2 \times 10^3$
	13時	$3.8 \times 10^2$	$7.8 \times 10^2$	$1.2 \times 10^4$
	17時	$1.8 \times 10^3$	$1.2 \times 10^6$	$2.6 \times 10^6$
源泉	17時	<10	$8.0 \times 10$	$5.0 \times 10$
貯湯槽水	17時	$6.7 \times 10^2$	$1.0 \times 10$	$7.1 \times 10^5$

表2 病原微生物汚染の実態調査施設数及び解析数

(a) 全調査件数

県名	施設数	浴槽水 (うち露天)	湯口	貯湯槽	源泉	合計
A	34	37 (1)	11		1	49
B	23	24 (6)	17	2	2	45
C	15	15 (1)	15			30
D	12	16 (7)	11		1	28
E	43	46 (2)	36		13	95
F	8	8 (1)	6		2	16
G	10	10 (3)	10	7	4	31
H	10	17 (5)	13	1	1	32
I	8	16 (14)	12	4		32
J	7	7 (1)	8	4	4	23
K	7	9	5	3	1	18
L	11	23	12		1	36
M	12	27	21	10	10	68
計	200	255 (41)	177	31	40	503

(b) 再検査等を除いた解析件数

	施設数	浴槽水 (うち露天)	湯口	貯湯槽	源泉	合計
平成17年度	107	116 (23)	58	18	13	205
平成18年度	93	90 (13)	106	8	24	228
計	200	206 (36)	164	26	37	433

表3 泉質、泉温別調査施設数

泉質分類	泉温(°C)							計
	<25	25-	40-	50-	60-	70≤	不明	
単純温泉		12	18	9	6	5	2	52 (26.0)
二酸化炭素泉	1							1 (0.5)
炭酸水素塩泉			2	4		2		8 (4.0)
塩化物泉		3	9	25	9	13		59 (29.5)
硫酸塩泉		1	7	12	9	2		31 (15.5)
含鉄泉						1		1 (0.5)
含アルミニウム泉		1	1	5				7 (3.5)
硫黄泉	1	2	8	11	6	5	1	34 (17.0)
酸性泉						1		1 (0.5)
放射能泉	1	1					1	3 (1.5)
冷鉱泉	2							2 (1.0)
不明		1						1 (0.5)
計	5	21	45	66	30	29	4	200
(%)	(2.5)	(10.5)	(22.5)	(33.0)	(15.0)	(14.5)	(2.0)	(100)

表4 泉質グループ分類

泉質分類	施設数(%)	解析件数(%)
1) 酸性泉	40 (20.0)	92 (21.2)
酸性-アルミニウム-硫酸塩・塩化物温泉	15	36
酸性-ナトリウム-塩化物・硫酸塩泉	11	22
酸性-含硫黄-アルミニウム-硫酸塩・塩化物温泉	7	20
酸性-含硫黄-アルミニウム-硫酸塩泉	2	4
酸性-含鉄-硫酸塩泉	1	2
酸性-含硫黄-カルシウム-硫酸塩・塩化物泉	1	2
酸性-カルシウム・マグネシウム-硫酸塩・塩化物泉	1	2
単純酸性温泉	1	2
単純酸性硫黄泉	1	2
2) アルカリ性単純温泉	25 (12.5)	60 (13.9)
アルカリ性単純温泉	25	60
3) 単純温泉	30 (15.0)	60 (13.9)
単純温泉	27	53
単純弱放射能泉	3	7
4) 塩化物/炭酸水素塩泉	19 (9.5)	41 (9.5)
ナトリウム-塩化物・炭酸水素塩泉	5	10
ナトリウム-炭酸水素塩泉	3	12
カルシウム・ナトリウム-硫酸塩・炭酸水素塩・塩化物泉	3	9
ナトリウム-炭酸水素塩・塩化物・硫酸塩泉	2	1
ナトリウム-炭酸水素塩・硫酸塩・塩化物泉	2	1
ナトリウム・カルシウム-塩化物・炭酸水素塩・硫酸塩泉	1	2
ナトリウム-塩化物・炭酸水素塩・硫酸塩泉	1	2
ナトリウム-塩化物・硫酸塩・炭酸水素塩泉	1	2
含二酸化炭素-ナトリウム-塩化物・炭酸水素塩冷鉱泉	1	2
5) 塩化物泉	34 (17.0)	76 (17.6)
ナトリウム-塩化物泉	24	51
ナトリウム・カルシウム-塩化物泉	7	16
カルシウム・ナトリウム-塩化物泉	3	9
6) 硫酸塩泉	26 (13.0)	43 (9.9)
ナトリウム・カルシウム-硫酸塩泉	5	9
カルシウム・ナトリウム-塩化物・硫酸塩泉	2	6
ナトリウム-硫酸塩・塩化物泉	4	6
ナトリウム・カルシウム-硫酸塩・塩化物泉	4	4
ナトリウム-塩化物・硫酸塩泉	2	4
ナトリウム・カルシウム-塩化物・硫酸塩泉	2	4
カルシウム・ナトリウム-硫酸塩泉	2	3
ナトリウム・カリウム-硫酸塩泉	2	2
カルシウム-硫酸塩泉	1	2
ナトリウム・カルシウム-炭酸水素塩・硫酸塩泉	1	2
ナトリウム・カルシウム-硫酸塩・炭酸水素塩泉	1	1
7) 硫黄泉	23 (11.5)	51 (11.8)
単純硫黄泉	8	22
含硫黄-カルシウム・ナトリウム-硫酸塩・炭酸水素塩泉	2	8
含硫黄-ナトリウム・カルシウム-塩化物泉	3	6
含硫黄-カルシウム-硫酸塩泉	2	2
含硫黄-ナトリウム-炭酸水素塩・硫酸塩泉	2	2
アルカリ性単純硫黄泉	1	3
含硫黄-カルシウム・マグネシウム・ナトリウム-硫酸塩・塩化物泉	1	2
含硫黄-ナトリウム-炭酸水素塩・塩化物泉	1	2
含硫黄-ナトリウム-塩化物泉	1	2
含硫黄-ナトリウム・カルシウム-硫酸塩泉	1	1
含硫黄-ナトリウム-炭酸水素塩泉	1	1
8) その他・不明	3 (1.5)	10 (2.3)
冷鉱泉	2	7
不明	1	3
計	200 (100)	433 (100)

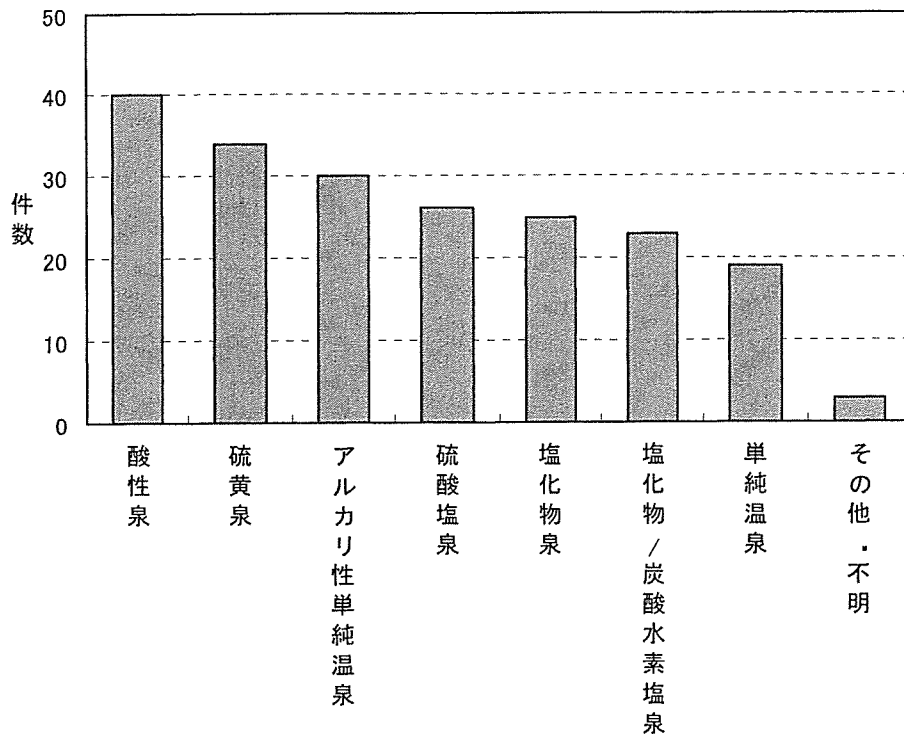


図10 泉質グループ別施設件数

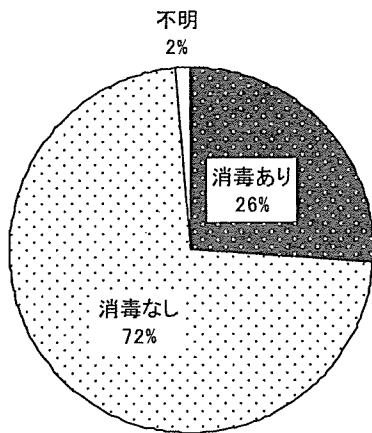


図11 消毒の有無

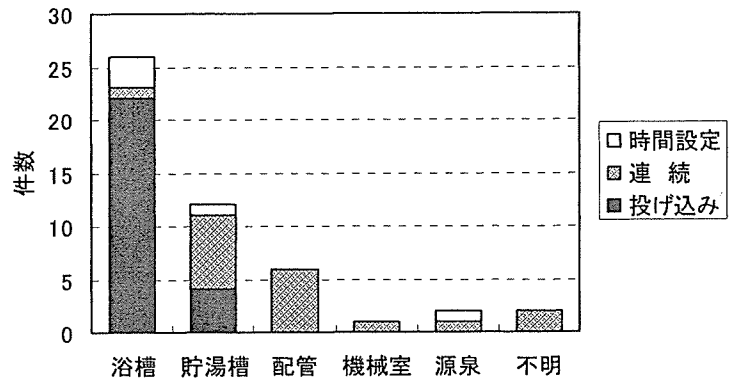


図12 消毒剤の注入場所と注入方法

表5 消毒方法 (複数回答)

塩素	二酸化塩素	紫外線	4級アンモニウム	その他	計
47 (90.4)	2 (3.8)	2 (3.8)	1 (1.9)	1 (1.9)	52 (100)

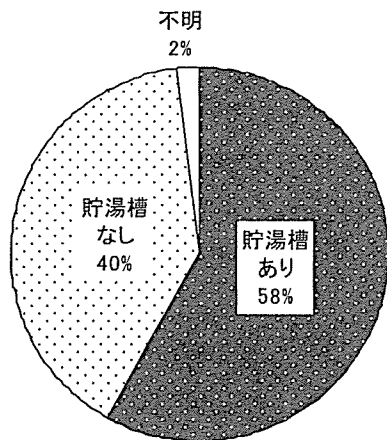


図 13 貯湯槽の有無

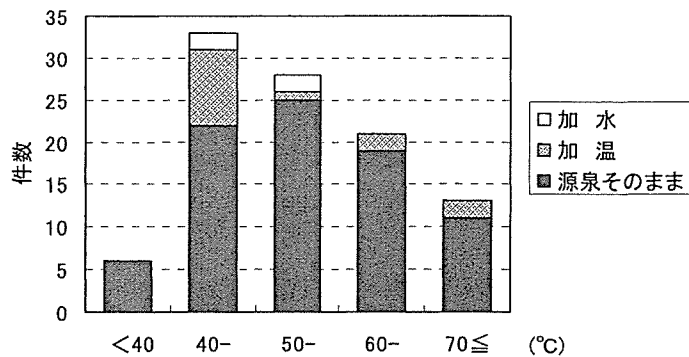


図 14 貯湯槽の推定温度

表 6 貯湯槽の清掃の有無

定期的に	不定期	未実施	不明	計
66 (56.9)	17 (14.7)	27 (23.3)	6 (5.2)	116 (100)

表 7 貯湯槽の清掃頻度

週	月	3ヶ月	半年	年	不明	計
6 (9.1)	20 (30.3)	7 (10.6)	18 (27.3)	13 (19.7)	2 (3.0)	66 (100)

表 8 配湯管本管清掃

清掃あり	清掃なし	不明	計
47 (28.0)	116 (69.0)	5 (3.0)	168 (100)

表 9 施設内配湯管清掃

清掃あり	清掃なし	不明	計
59 (30.9)	124 (64.9)	8 (4.2)	191 (100)

表 10 循環配管の有無

循環配管あり	循環配管なし	不明	計
12 (5.5)	184 (84.4)	22 (10.1)	218 (100)

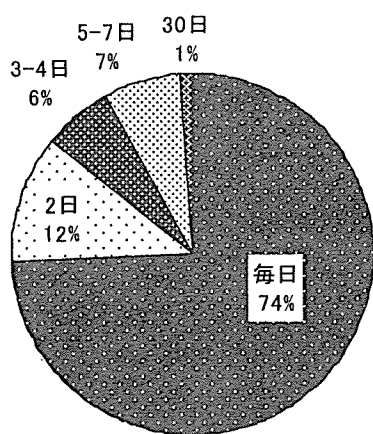


図 15 浴槽の完全換水・清掃頻度

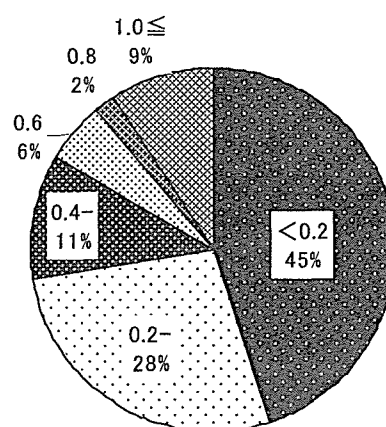


図 16 浴槽の換水率 (L/時間)

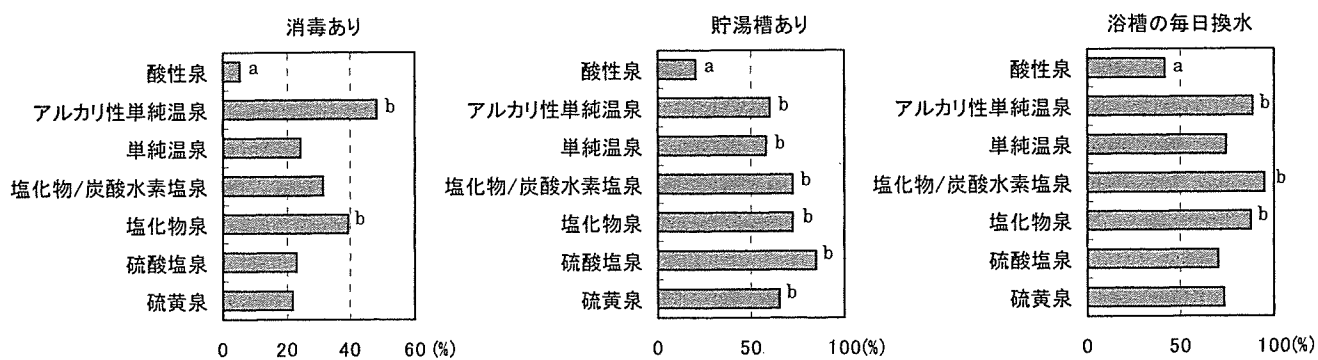


図 17 泉質別 温泉管理状況

a と b との間に比率の有意な差が認められる (Tukey の多重比較、 $P < 0.05$ )



表 11 調査地点別 病原微生物等検出状況 (1)

検査項目	種 別	検査数	検出数(%) <sup>1)</sup>	平均 ± SD	最大	濃度階級別検出件数			
レジオネラ属菌				(CFU/100ml)		10 <sup>-</sup>	10 <sup>2-</sup>	10 <sup>3-</sup>	
	浴 槽	206	84 (40.8) <sup>a</sup>	463 ± 1,181	6,800	54	21	9	
	湯 口	164	39 (23.8) <sup>b</sup>	185 ± 640	4,000	28	10	1	
	貯湯槽	26	6 (23.1)	220 ± 254	670	3	3		
	源 泉	37	3 (8.1)	77 ± 90	180	2	1		
計	433	132 (30.5)	361 ± 1,012	6,800	87	35	10		
アメーバ				(PFU/100ml)		<10	10 <sup>-</sup>	10 <sup>2-</sup>	10 <sup>3-</sup>
	浴 槽	196	57 (29.1) <sup>a</sup>	282 ± 583	2,500	18	17	16	6
	湯 口	151	7 (4.6) <sup>b</sup>	30 ± 35	100	3	3	1	
	貯湯槽	26	5 (19.2)	77 ± 126	300	2	2	1	
	源 泉	34	1 (2.9)	5	5	1			
計	407	70 (17.2)	238 ± 534	2,500	24	22	18	6	
抗酸菌				(CFU/100ml)		10 <sup>-</sup>	10 <sup>2-</sup>	10 <sup>3-</sup>	
	浴 槽	195	9 (4.6)	26 ± 30	100	8	1		
	湯 口	146							
	貯湯槽	25	1 (4.0)	10	10	1			
	源 泉	35							
計	401	10 (2.5)	26 ± 32	100	9	1			
大腸菌				(MPN/100ml)		<10	10 <sup>-</sup>	10 <sup>2-</sup>	10 <sup>3-</sup>
	浴 槽	206	80 (38.8) <sup>a</sup>	204 ± 390	2,400	22	31	20	7
	湯 口	137	6 (4.4) <sup>b</sup>	36 ± 58	150	4	1	1	
	貯湯槽	22	2 (9.1)	42 ± 47	75	1	1		
	源 泉	31							
計	396	88 (22.2)	189 ± 375	2,400	27	33	21	7	
大腸菌群				(MPN/100ml)		<10	10 <sup>-</sup>	10 <sup>2-</sup>	10 <sup>3-</sup>
	浴 槽	204	96 (47.1) <sup>a</sup>	594 ± 2,497	24,000	14	36	30	16
	湯 口	137	10 (7.3) <sup>b</sup>	74 ± 143	460	5	3	2	
	貯湯槽	22	3 (13.6)	521 ± 551	1,100	1		1	1
	源 泉	31	1 (3.2)	460	460			1	
計	394	110 (27.9)	544 ± 2,338	24,000	20	39	34	17	
緑膿菌				(MPN/100ml)		<10	10 <sup>-</sup>	10 <sup>2-</sup>	10 <sup>3-</sup>
	浴 槽	203	60 (29.6) <sup>a</sup>	229 ± 510	2,400	28	17	8	7
	湯 口	134	5 (3.7) <sup>b</sup>	33 ± 66	150	4		1	
	貯湯槽	22	1 (4.5)	1,400	1,400				1
	源 泉	30	1 (3.3)	240	240			1	
計	389	67 (17.2)	232 ± 507	2,400	32	17	10	8	
黄色ブドウ球菌				(MPN/100ml)		<10	10 <sup>-</sup>	10 <sup>2-</sup>	10 <sup>3-</sup>
	浴 槽	203	60 (29.6) <sup>a</sup>	150 ± 387	2,400	27	20	9	4
	湯 口	134	3 (2.2) <sup>b</sup>	3 ± 1	4	3			
	貯湯槽	22							
	源 泉	30							
計	389	63 (16.2)	143 ± 379	2,400	30	20	9	4	

1) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Fisher exact test、 $P < 0.001$ )

表 11 調査地点別 病原微生物等検出状況 (2)

検査項目	種別	検査数	平均 ± SD		濃度階級別検出件数					
			(log CFU/ml) <sup>1)</sup>		<2.0	2.0-	3.0-	4.0-	5.0-	6.0-
従属栄養細菌数(HPC)										
	浴槽	203	3.5 ± 2.1 <sup>a</sup>	6.9	50	24	28	44	34	23
	湯口	144	1.7 ± 1.5 <sup>b</sup>	5.7	75	41	19	6	3	
	貯湯槽	24	2.4 ± 1.6 <sup>b</sup>	5.9	10	4	7	2	1	
	源泉	37	1.4 ± 1.5 <sup>b</sup>	4.3	23	7	5	2		
	計	408	2.6 ± 2.0	6.9	158	76	59	54	38	23
全有機炭素(TOC)										
	浴槽	190	0.9 ± 1.1	7.8	66	81	24	8	4	7
	湯口	125	0.8 ± 1.2	7.8	61	42	16	2		4
	貯湯槽	19	0.4 ± 0.3	1.5	14	4	1			
	源泉	15	1.0 ± 1.9	7.6	9	3	2			1
	計	349	0.8 ± 1.2	7.8	150	130	43	10	4	12

1) aとbとの間に平均値の有意な差が認められる。(Steel-Dwassの多重比較、 $P < 0.05$ )

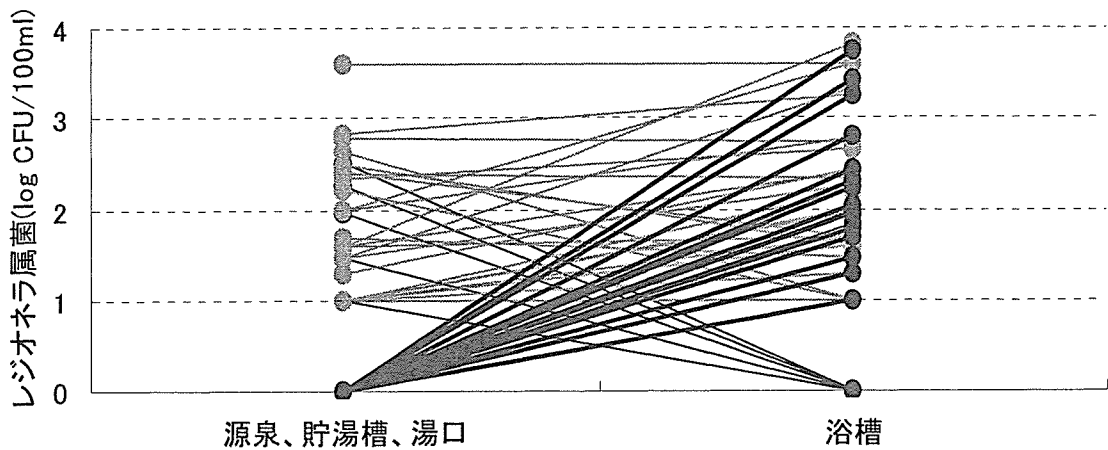


図 18 同一施設ペア試料でのレジオネラ属菌数の動向 (n=150)

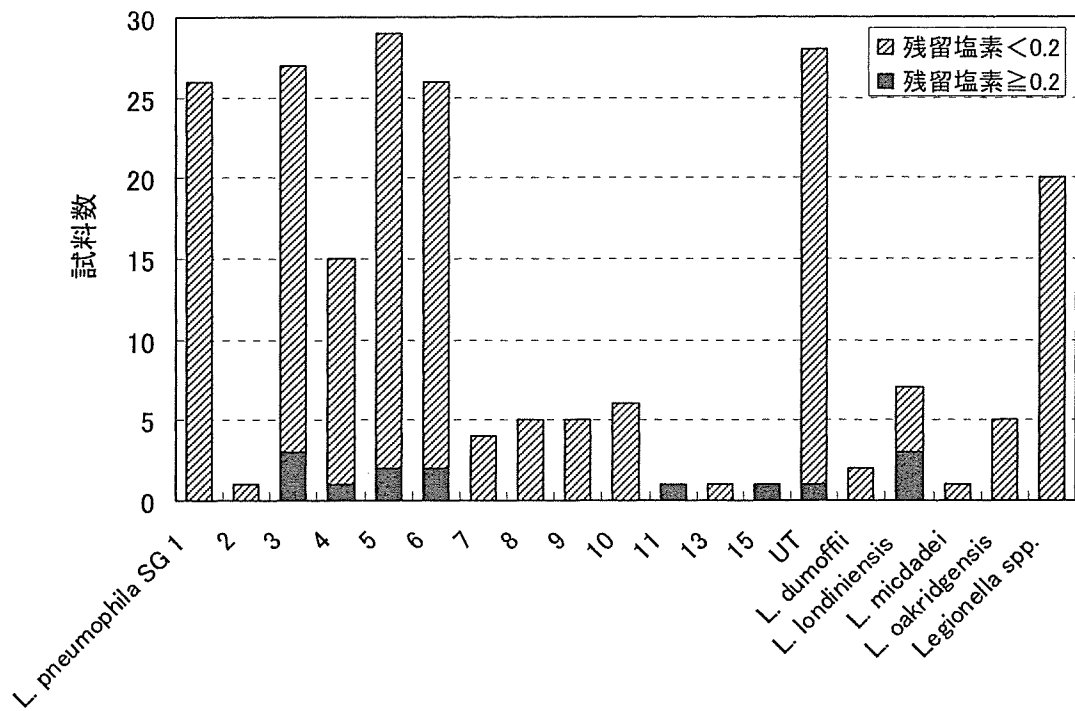


図 19 検出されたレジオネラ属菌の菌種及び血清群の分布

表 12 レジオネラ属菌の検出と相関する検査項目 (平均値±標準偏差)

	件数	従属栄養細菌数 (log CFU/ml)	一般細菌数 (log CFU/ml)	アメーバ (log PFU/100ml)	全有機炭素 (mg/L)
レジオネラ属菌陽性	132	4.0 ± 1.5 ***	2.6 ± 1.7 ***	0.7 ± 1.0 ***	0.7 ± 1.4
レジオネラ属菌陰性	301	2.0 ± 1.9	1.2 ± 1.6	0.1 ± 0.4	0.7 ± 1.2

\*\*\* Mann-Whitney U test,  $P < 0.001$

表 13 pH 別 病原微生物等検出状況

pH	レジオネラ属菌 <sup>1)</sup>		アメーバ <sup>2)</sup>		抗酸菌		従属栄養細菌(42°C) <sup>3)</sup>	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	平均値±SD (log CFU/ml)
<3.0	78	0 (0.0) <sup>a</sup>	76	0 (0.0) <sup>a</sup>	78	0 (0.0)	78	0.8 ± 1.3 <sup>a</sup>
3.0-5.9	20	3 (15.0) <sup>b</sup>	20	0 (0.0)	20	0 (0.0)	20	2.0 ± 1.8 <sup>b,c</sup>
6.0-7.4	84	31 (36.9) <sup>b</sup>	80	18 (22.5) <sup>b</sup>	80	3 (3.8)	76	2.9 ± 1.9 <sup>b</sup>
7.5-8.4	157	62 (39.5) <sup>b</sup>	144	29 (20.1) <sup>b</sup>	150	3 (2.0)	150	3.2 ± 2.0 <sup>b</sup>
8.5≤	79	31 (39.2) <sup>b</sup>	72	19 (26.4) <sup>b</sup>	62	4 (6.5)	74	3.2 ± 1.5 <sup>b,d</sup>
不明	15	5 (33.3)	15	4 (26.7)	11	0 (0.0)	10	4.0 ± 1.3
計	433	132 (30.5)	407	70 (17.2)	401	10 (2.5)	408	2.6 ± 2.0

pH	大腸菌 <sup>4)</sup>		大腸菌群 <sup>5)</sup>		緑膿菌 <sup>6)</sup>		黄色ブドウ球菌 <sup>7)</sup>	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)
<3.0	77	0 (0.0) <sup>a</sup>	77	0 (0.0) <sup>a</sup>	77	0 (0.0) <sup>a</sup>	77	7 (9.1) <sup>a</sup>
3.1-5.9	20	1 (5.0) <sup>b</sup>	18	1 (5.6) <sup>b</sup>	20	0 (0.0)	20	1 (5.0)
6.0-7.4	74	27 (36.5) <sup>c,d</sup>	74	32 (43.2) <sup>c,d</sup>	70	17 (24.3) <sup>b</sup>	70	17 (24.3) <sup>b</sup>
7.5-8.4	143	39 (27.3) <sup>c</sup>	143	51 (35.7) <sup>c,d</sup>	140	32 (22.9) <sup>b</sup>	140	29 (20.7) <sup>b</sup>
8.5≤	72	19 (26.4) <sup>c</sup>	72	23 (31.9) <sup>c</sup>	72	15 (20.8) <sup>b</sup>	72	7 (9.7)
不明	10	2 (20.0)	10	3 (30.0)	10	3 (30.0)	10	2 (20.0)
計	396	88 (22.2)	394	110 (27.9)	389	67 (17.2)	389	63 (16.2)

- 1) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )  
 2) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )  
 3) aとb、cとdとの間に平均値の有意な差が認められる。(Steel-Dwassの多重比較、 $P<0.05$ )  
 4) aとc、bとdとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )  
 5) aとc、bとdとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )  
 6) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )  
 7) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )

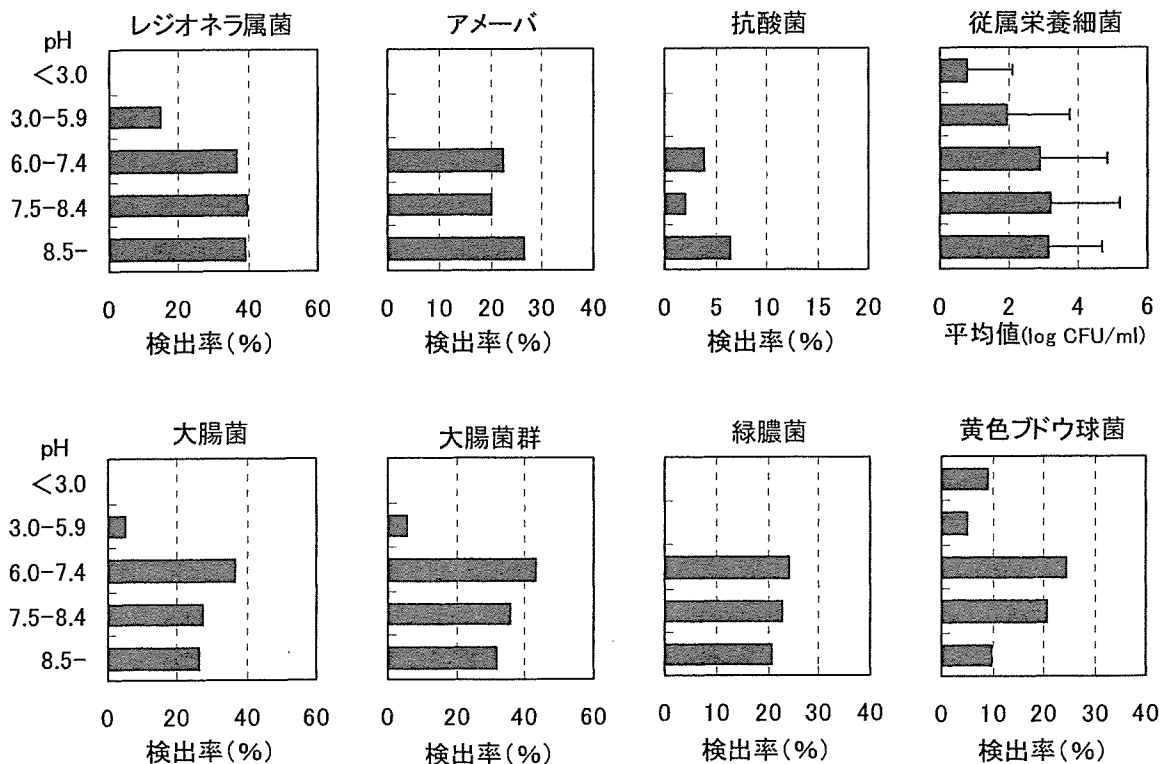


図 20 pH 別 病原微生物等検出状況

表 14 温度別 病原微生物等検出状況

温度	レジオネラ属菌 <sup>1)</sup>		アメーバ <sup>2)</sup>		抗酸菌		従属栄養細菌(42°C) <sup>3)</sup>	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	平均値±SD (log CFU/ml)
55°C以上	29	1 (3.4) <sup>a</sup>	27	0 (0.0) <sup>a</sup>	24	0 (0.0)	24	0.8 ± 1.1 <sup>a</sup>
50°C以上55°C未満	36	4 (11.1) <sup>b</sup>	33	0 (0.0)	35	0 (0.0)	33	1.9 ± 1.5 <sup>b</sup>
45°C以上50°C未満	57	18 (31.6) <sup>c</sup>	55	5 (9.1) <sup>b,c</sup>	52	2 (3.8)	50	2.5 ± 1.7 <sup>b</sup>
40°C以上45°C未満	259	88 (34.0) <sup>c,d</sup>	243	49 (20.2) <sup>b</sup>	241	4 (1.7)	251	2.9 ± 2.1 <sup>b</sup>
40°C未満	47	19 (40.4) <sup>c,d</sup>	44	15 (34.1) <sup>b,d</sup>	44	4 (9.1)	45	2.9 ± 2.0 <sup>b</sup>
不明	5	2 (40.0)	5	1 (20.0)	5	0 (0.0)	5	2.0 ± 2.5
計	433	132 (30.5)	407	70 (17.2)	401	10 (2.5)	408	2.6 ± 2.0

pH	大腸菌 <sup>4)</sup>		大腸菌群 <sup>5)</sup>		緑膿菌 <sup>6)</sup>		黄色ブドウ球菌 <sup>7)</sup>	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)
55°C以上	18	0 (0.0) <sup>a</sup>	18	0 (0.0) <sup>a</sup>	18	0 (0.0) <sup>a</sup>	18	0 (0.0) <sup>a</sup>
50°C以上55°C未満	29	1 (3.4) <sup>a</sup>	29	1 (3.4) <sup>b</sup>	29	1 (3.4)	29	1 (3.4)
45°C以上50°C未満	47	4 (8.5) <sup>a</sup>	47	6 (12.8) <sup>c</sup>	47	5 (10.6)	47	2 (4.3) <sup>b</sup>
40°C以上45°C未満	250	72 (28.8) <sup>b</sup>	248	86 (34.7) <sup>d,e</sup>	245	53 (21.6) <sup>b</sup>	245	53 (21.6) <sup>c,d</sup>
40°C未満	47	10 (21.3)	47	15 (31.9) <sup>d</sup>	45	8 (17.8) <sup>b</sup>	45	7 (15.6) <sup>c</sup>
不明	5	1 (20.0)	5	2 (40.0)	5	0 (0.0)	5	0 (0.0)
計	396	88 (22.2)	394	110 (27.9)	389	67 (17.2)	389	63 (16.2)

- 1) aとc、bとdとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )
- 2) aとb、cとdとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )
- 3) aとbとの間に平均値の有意な差が認められる。(Steel-Dwassの多重比較、 $P<0.05$ )
- 4) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )
- 5) aとd、bとd、cとeとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )
- 6) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )
- 7) aとc、bとdとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P<0.05$ )

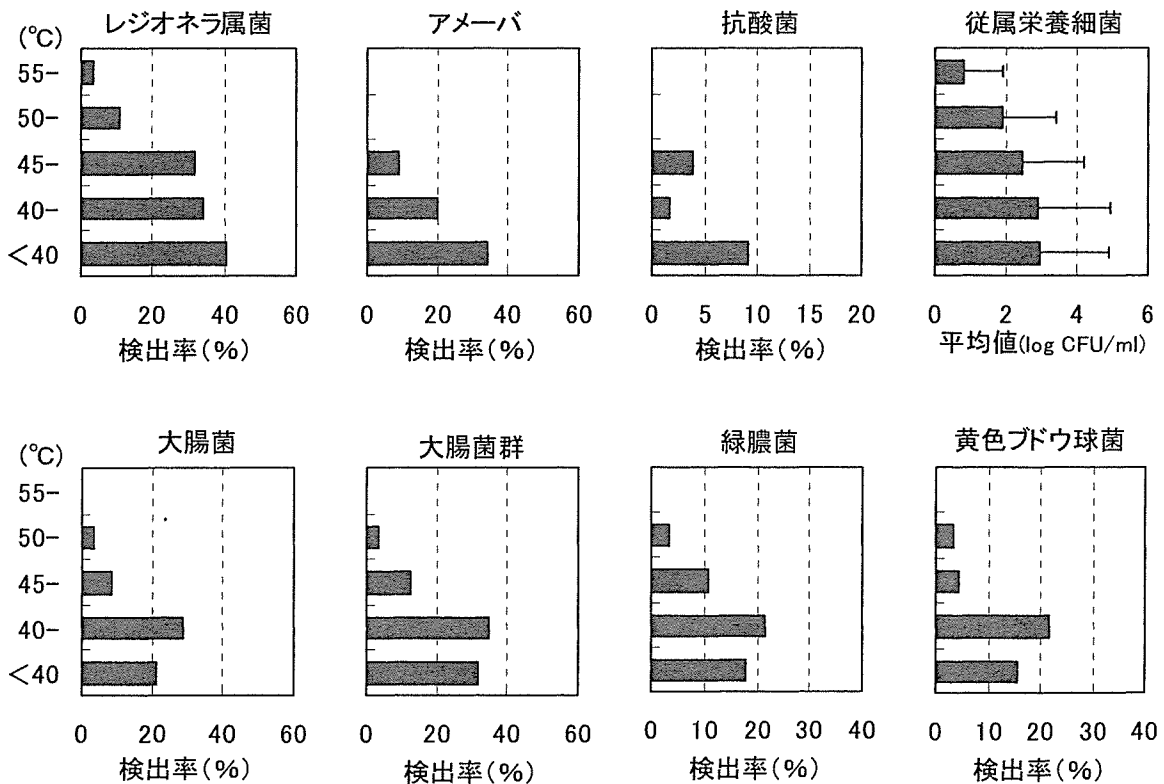


図 21 温度別 病原微生物等検出状況

表 15 遊離残留塩素濃度別 病原微生物等検出状況 (全試料)

遊離残留塩素 (mg/L)	レジオネラ属菌		アメーバ <sup>1)</sup>		抗酸菌		従属栄養細菌(42°C) <sup>2)</sup>	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	平均値±SD (log CFU/ml)
≥1.0	6	0 (0.0)	6	0 (0.0) <sup>a</sup>	6	0 (0.0)	6	1.5 ± 2.5
0.5-0.9	10	2 (20.0)	9	0 (0.0)	10	0 (0.0)	10	1.7 ± 1.9
0.2-0.4	17	4 (23.5)	17	0 (0.0)	17	3 (17.6)	17	1.1 ± 1.2 <sup>a</sup>
<0.2	392	126 (32.1)	367	69 (18.8) <sup>b</sup>	360	7 (1.9)	367	2.7 ± 2.0 <sup>b</sup>
不明	8	0 (0.0)	8	1 (12.5)	8	0 (0.0)	8	2.2 ± 2.3
計	433	132 (30.5)	407	70 (17.2)	401	10 (2.5)	408	2.6 ± 2.0

遊離残留塩素 (mg/L)	大腸菌		大腸菌群		緑膿菌		黄色ブドウ球菌	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)
≥1.0	6	1 (16.7)	6	1 (16.7)	6	0 (0.0)	6	1 (16.7)
0.5-0.9	10	0 (0.0)	10	0 (0.0)	10	1 (10.0)	10	0 (0.0)
0.2-0.4	17	2 (11.8)	17	2 (11.8)	17	2 (11.8)	17	2 (11.8)
<0.2	355	83 (23.4)	353	105 (29.7)	348	62 (17.8)	348	59 (17.0)
不明	8	2 (25.0)	8	2 (25.0)	8	2 (25.0)	8	1 (12.5)
計	396	88 (22.2)	394	110 (27.9)	389	67 (17.2)	389	63 (16.2)

1) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Fisher exact test、 $P<0.01$ )

2) aとbとの間に平均値の有意な差が認められる。(Steel-Dwassの多重比較、 $P<0.05$ )

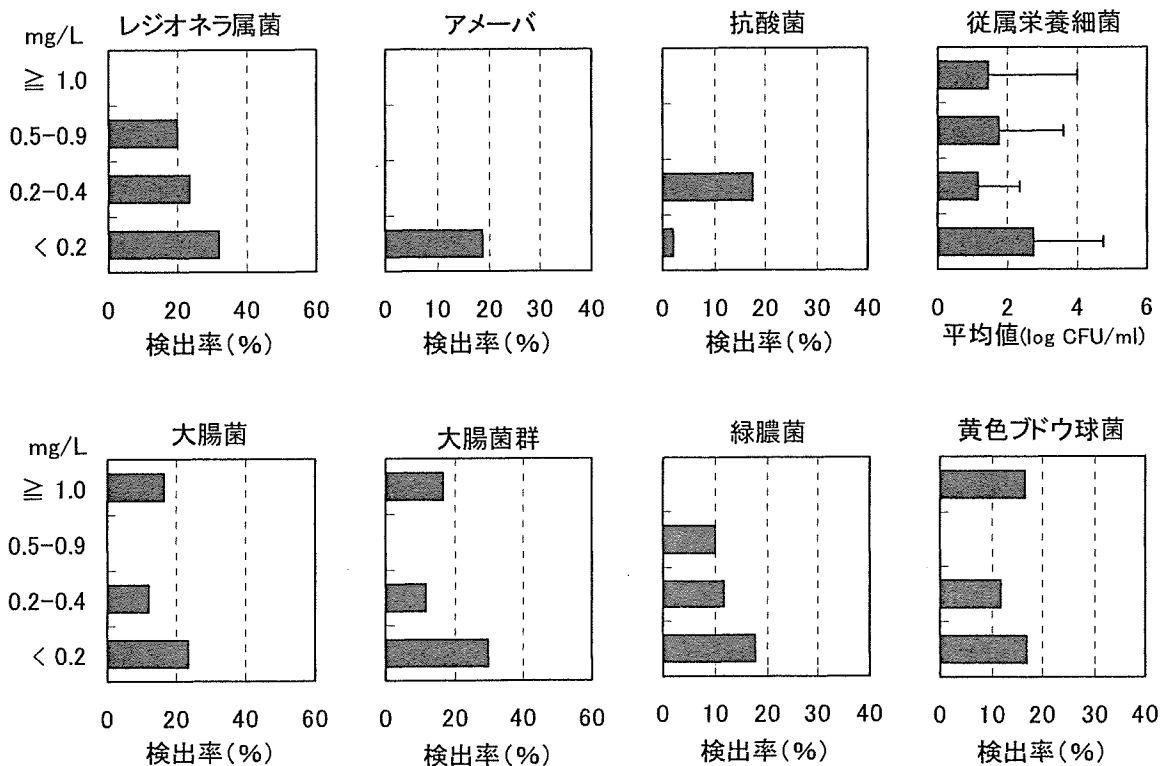


図 22 遊離残留塩素濃度別 病原微生物等検出状況 (全試料)

表 16 遊離残留塩素濃度別 病原微生物等検出状況 (浴槽水)

遊離残留塩素 (mg/L)	レジオネラ属菌		アメーバ <sup>1)</sup>		抗酸菌		従属栄養細菌(42°C) <sup>2)</sup>	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	平均値±SD (log CFU/ml)
≥0.2 mg/L	16	4 (25.0)	16	0 (0.0) <sup>a</sup>	16	2 (12.5)	16	2.0 ± 2.1 <sup>a</sup>
<0.2 mg/L	187	80 (42.8)	177	56 (31.6) <sup>b</sup>	176	7 (4.0)	184	3.6 ± 2.0 <sup>b</sup>
計	203	84 (41.4)	193	56 (29.0)	192	9 (4.7)	200	3.5 ± 2.1

遊離残留塩素 (mg/L)	大腸菌		大腸菌群 <sup>3)</sup>		緑膿菌		黄色ブドウ球菌	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)
≥0.2 mg/L	16	3 (18.8)	16	3 (18.8) <sup>a</sup>	16	3 (18.8)	16	2 (12.5)
<0.2 mg/L	187	75 (40.1)	185	91 (49.2) <sup>b</sup>	184	55 (29.9)	184	57 (31.0)
計	203	78 (38.4)	201	94 (46.8)	200	58 (29.0)	200	59 (29.5)

- 1) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Fisher exact test,  $P<0.01$ )  
 2) aとbとの間に平均値の有意な差が認められる。(Mann-Whitney U test,  $P<0.01$ )  
 3) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Fisher exact test,  $P<0.05$ )

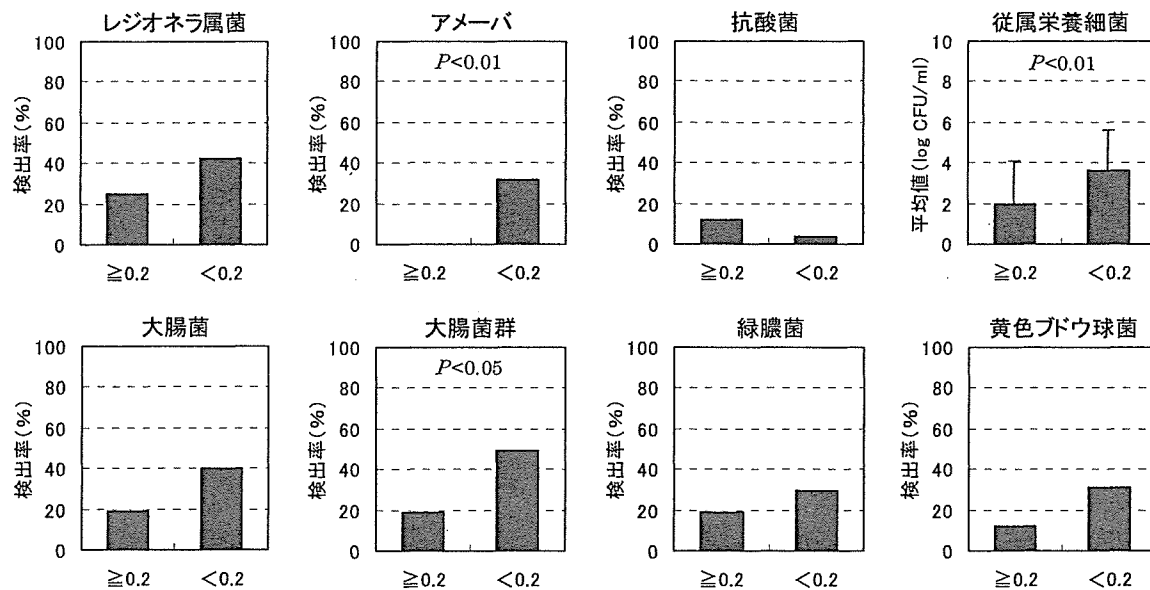


図 23 遊離残留塩素濃度別 病原微生物等検出状況 (浴槽水)

表 17 泉質別 病原微生物等検出状況 (全試料)

泉質	レジオネラ属菌 <sup>1)</sup>		アメーバ <sup>2)</sup>		抗酸菌		従属栄養細菌(42℃) <sup>3)</sup>		全有機炭素(TOC)	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	平均値±SD (log CFU/ml)	試料数	平均値±SD (mg/L)
酸性泉	92	3 (3.3) <sup>a</sup>	90	0 (0.0) <sup>a</sup>	92	0 (0.0)	92	0.9 ± 1.3 <sup>a</sup>	78	0.67 ± 0.61
アルカリ性単純温泉	60	33 (55.0) <sup>b,c</sup>	51	11 (21.6) <sup>b</sup>	42	5 (11.9)	58	3.1 ± 1.4 <sup>b</sup>	52	0.82 ± 1.03
塩化物/炭酸水素塩泉	41	18 (43.9) <sup>b</sup>	35	10 (28.6) <sup>b</sup>	35	1 (2.9)	35	3.4 ± 1.9 <sup>b</sup>	27	1.52 ± 1.95
塩化物泉	76	33 (43.4) <sup>b</sup>	70	12 (17.1) <sup>b</sup>	70	2 (2.9)	66	2.7 ± 2.0 <sup>b</sup>	54	0.75 ± 1.04
硫酸塩泉	43	14 (32.6) <sup>b</sup>	43	7 (16.3) <sup>b</sup>	43	0 (0.0)	42	3.4 ± 1.7 <sup>b</sup>	40	0.59 ± 0.54
単純温泉	60	18 (30.0) <sup>b</sup>	59	14 (23.7) <sup>b</sup>	60	1 (1.7)	56	3.4 ± 2.1 <sup>b</sup>	51	0.96 ± 1.81
硫黄泉	51	10 (19.6) <sup>b,d</sup>	51	9 (17.6) <sup>b</sup>	51	1 (2.0)	51	3.0 ± 2.0 <sup>b</sup>	39	1.00 ± 1.18
その他・不明	10	3 (30.0)	8	7 (87.5)	8	0 (0.0)	8	3.4 ± 2.0	8	0.96 ± 0.95
計	433	132 (30.5)	407	70 (17.2)	401	10 (2.5)	408	2.6 ± 2.0	349	0.83 ± 1.18

泉質	大腸菌 <sup>2)</sup>		大腸菌群 <sup>2)</sup>		緑膿菌 <sup>2)</sup>		黄色ブドウ球菌	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)
酸性泉	91	0 (0.0) <sup>a</sup>	91	0 (0.0) <sup>a</sup>	91	0 (0.0) <sup>a</sup>	91	7 (7.7)
アルカリ性単純温泉	56	15 (26.8) <sup>b</sup>	56	18 (32.1) <sup>b</sup>	56	7 (12.5) <sup>b</sup>	56	9 (16.1)
塩化物/炭酸水素塩泉	39	17 (43.6) <sup>b</sup>	39	21 (53.8) <sup>b</sup>	33	12 (36.4) <sup>b</sup>	33	9 (27.3)
塩化物泉	61	12 (19.7) <sup>b</sup>	61	16 (26.2) <sup>b</sup>	61	18 (29.5) <sup>b</sup>	61	8 (13.1)
硫酸塩泉	42	10 (23.8) <sup>b</sup>	42	15 (35.7) <sup>b</sup>	42	11 (26.2) <sup>b</sup>	42	10 (23.8)
単純温泉	54	15 (27.8) <sup>b</sup>	54	16 (29.6) <sup>b</sup>	53	10 (18.9) <sup>b</sup>	53	12 (22.6)
硫黄泉	45	14 (31.1) <sup>b</sup>	43	17 (39.5) <sup>b</sup>	45	6 (13.3) <sup>b</sup>	45	7 (15.6)
その他・不明	8	5 (62.5)	8	7 (87.5)	8	3 (37.5)	8	1 (12.5)
計	396	88 (22.2)	394	110 (27.9)	389	67 (17.2)	389	63 (16.2)

1) aとb, cとdとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較,  $P < 0.05$ )

2) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較,  $P < 0.05$ )

3) aとbとの間に平均値の有意な差が認められる。(Steel-Dwassの多重比較,  $P < 0.05$ )

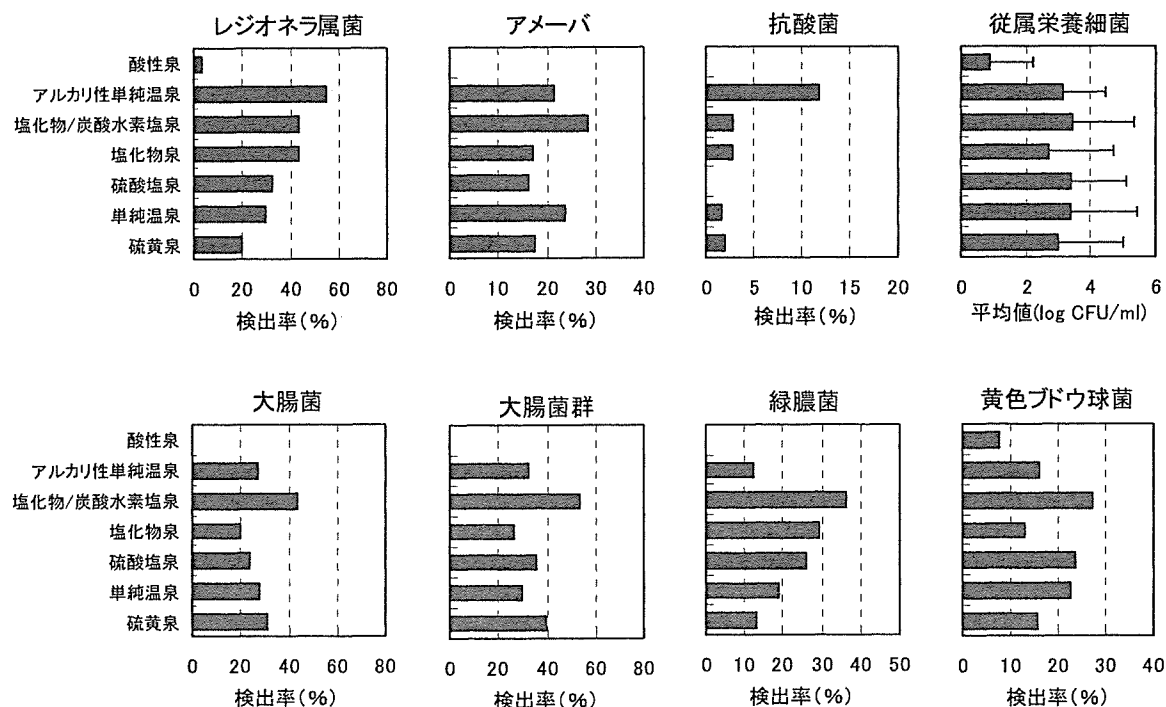


図 24 泉質別 病原微生物等検出状況



表 18 貯湯槽の有無とレジオネラ属菌汚染（酸性泉除く、n=346）

貯湯槽の有無	全試料		湯口上流		浴槽水	
	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)	試料数	検出数(%)
貯湯槽あり	246	91 (37.0)	127	35 (27.6)	119	56 (47.1)
貯湯槽なし	100	38 (38.0)	50	13 (26.0)	50	25 (50.0)
計	346	129 (37.3)	177	48 (27.1)	169	81 (47.9)

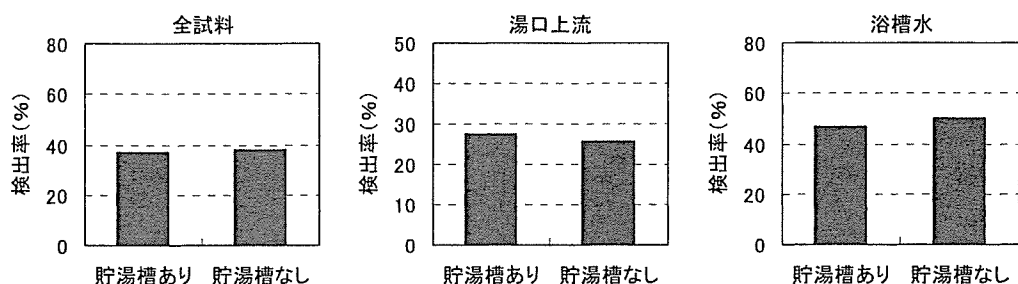


図 25 貯湯槽の有無とレジオネラ属菌汚染（酸性泉除く、n=346）

表 19 浴槽の洗浄方法とレジオネラ属菌検出率  
(pH 3.0 未満、遊離残留塩素濃度 1mg/L 以上を除く)

洗浄方法	試料数	検出数(%) <sup>1)</sup>
ブラシなし (高圧、消毒)	19	13 (68.4) <sup>a</sup>
ブラシ+消毒 (+高圧水、熱湯)	29	18 (62.1) <sup>a</sup>
ブラシ+洗剤 (+高圧水、熱湯、消毒)	60	30 (50.0)
ブラシ主体 (+高圧水、週1回消毒)	34	10 (29.4) <sup>b</sup>
計	142	71 (50.0)

1) aとbとの間に比率の有意な差が認められる。(Tukeyの多重比較、 $P < 0.05$ )

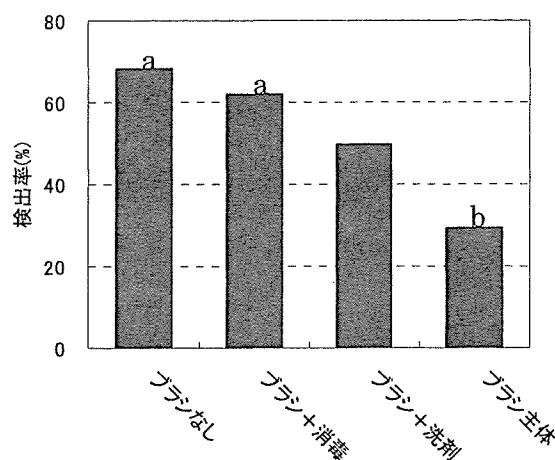


図 26 浴槽の洗浄方法とレジオネラ属菌検出率 (n=142)

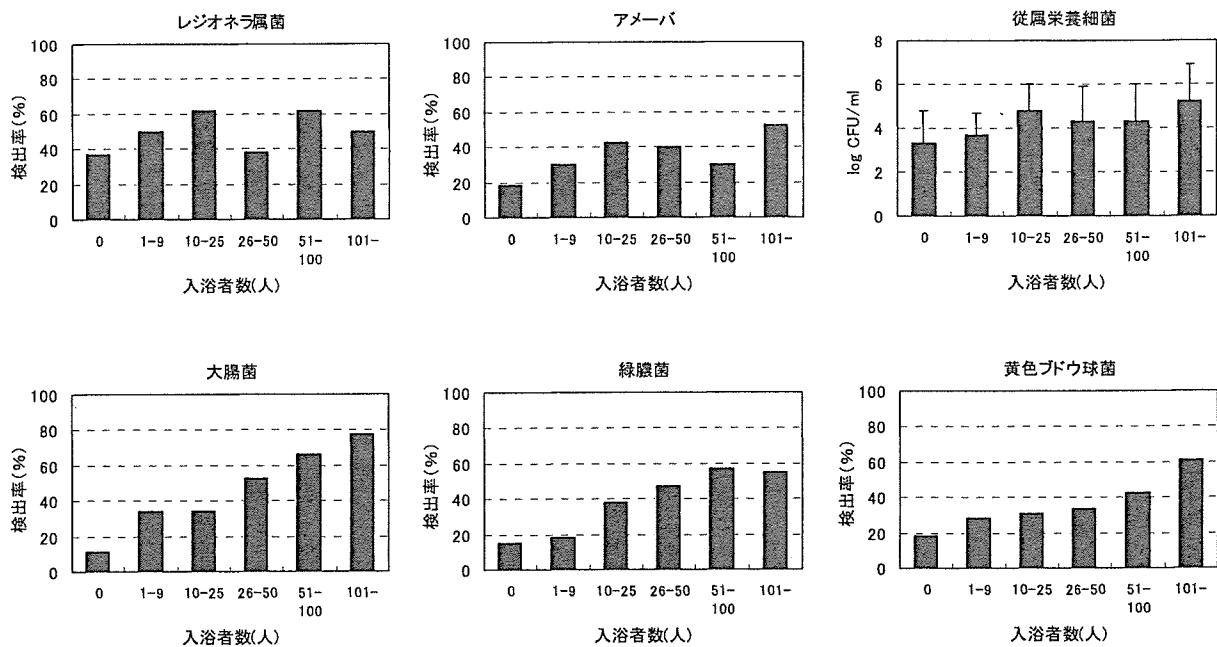


図 27 浴槽の入浴者数別 病原微生物等検出状況  
(pH 3.0 未満、遊離残留塩素濃度 1mg/L 以上を除く)

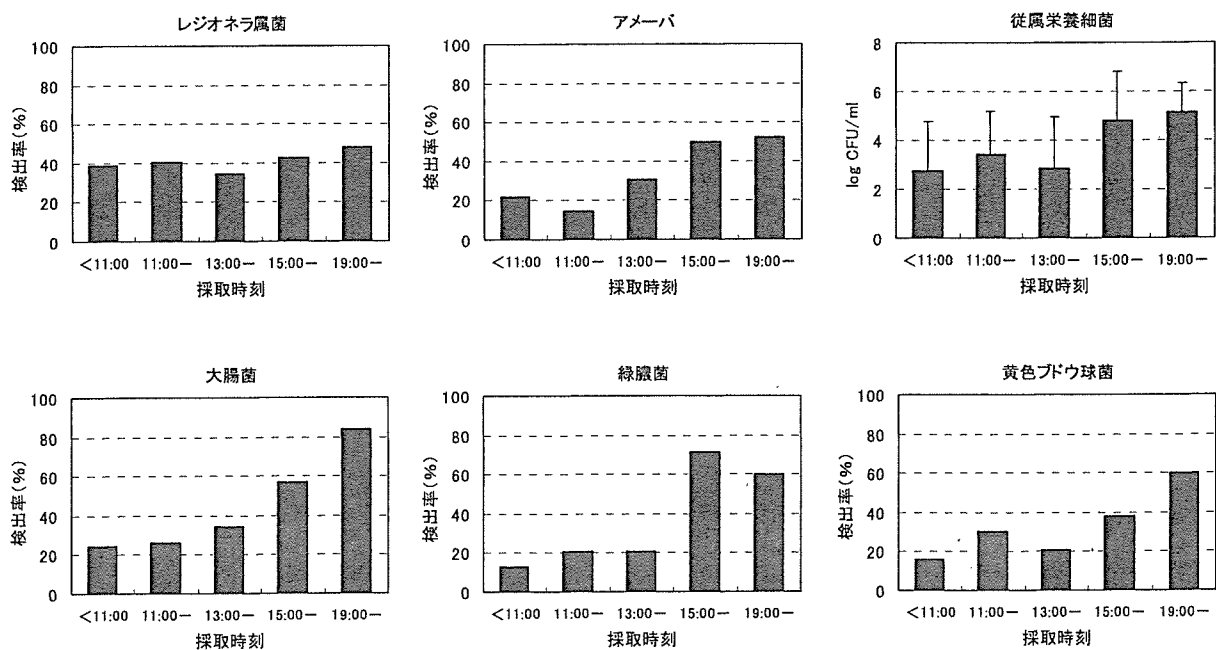


図 28 浴槽水の採取時刻別 病原微生物等検出状況  
(pH 3.0 未満、遊離残留塩素濃度 1mg/L 以上を除く)

表 20 レジオネラ属菌検出に影響を及ぼす温泉成分とオッズ比

(a) 多重ロジスティック回帰による調整したオッズ比(全試料、n=365)

成分		オッズ比	95%信頼区間	P値
pH	< 6.0	0.025	0.003 - 0.206	0.0006 **
温度	≥ 50 (°C)	0.127	0.037 - 0.436	0.0010 **
硫酸イオン(HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	≥ 600 (mg/kg)	0.419	0.188 - 0.937	0.0341 *
塩化物イオン(Cl)	≥ 1000 (mg/kg)	1.836	0.932 - 3.614	0.0789
フッ化物イオン(F)	≥ 4.0 (mg/kg)	1.739	0.901 - 3.354	0.0989
炭酸水素イオン(HCO <sub>3</sub> )	≥ 400 (mg/kg)	0.567	0.256 - 1.254	0.1612
総硫黄(S)[HS <sup>-</sup> +S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +H <sub>2</sub> S]	≥ 5.0 (mg/kg)	0.508	0.136 - 1.904	0.3152

\* : P < 0.05    \*\* : P < 0.01

(b) 多重ロジスティック回帰による調整したオッズ比(湯口上流、n=196)

成分		オッズ比	95%信頼区間	P値
pH	< 6.0	0.094	0.010 - 0.927	0.0428 *
温度	≥ 50 (°C)	0.215	0.058 - 0.795	0.0212 *
硫酸イオン(HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	≥ 600 (mg/kg)	0.176	0.035 - 0.899	0.0368 *
塩化物イオン(Cl)	≥ 1000 (mg/kg)	1.289	0.468 - 3.548	0.6236
フッ化物イオン(F)	≥ 4.0 (mg/kg)	1.923	0.752 - 4.920	0.1724
炭酸水素イオン(HCO <sub>3</sub> )	≥ 400 (mg/kg)	0.467	0.119 - 1.827	0.2739
総硫黄(S)[HS <sup>-</sup> +S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +H <sub>2</sub> S]	≥ 5.0 (mg/kg)	1.270	0.122 - 13.177	0.8415

\* : P < 0.05    \*\* : P < 0.01

(c) 多重ロジスティック回帰による調整したオッズ比(浴槽、n=169)

成分		オッズ比	95%信頼区間	P値
水素イオン(H <sup>+</sup> )	≥ 4.0 (mg/kg)	0.134	0.025 - 0.725	0.0196 *
硫酸イオン(HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	≥ 600 (mg/kg)	0.413	0.144 - 1.189	0.1013
塩化物イオン(Cl)	≥ 1000 (mg/kg)	3.176	1.132 - 8.915	0.0282 *
フッ化物イオン(F)	≥ 4.0 (mg/kg)	1.161	0.468 - 2.881	0.7478
炭酸水素イオン(HCO <sub>3</sub> )	≥ 400 (mg/kg)	0.572	0.203 - 1.613	0.2907
総硫黄(S)[HS <sup>-</sup> +S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +H <sub>2</sub> S]	≥ 5.0 (mg/kg)	0.197	0.041 - 0.943	0.0420 *

\* : P < 0.05    \*\* : P < 0.01

表 21 レジオネラ属菌の検出に影響を及ぼす要因と調整したオッズ比  
(多重ロジスティック回帰)

(a) 全試料及び湯口上流のリスク因子

項目	全試料(n=433)		湯口上流(n=227)	
	OR (95% CI)	P値	OR (95% CI)	P値
温度 ≥55.0(°C)	0.08 (0.01-0.62)	0.015 *	0.13 (0.02-1.01)	0.051
泉質				
酸性泉	0.08 (0.02-0.28)	0.000 ***	0.07 (0.01-0.58)	0.014 *
塩化物/炭酸水素塩泉	1.81 (0.80-4.08)	0.154	0.99 (0.27-3.56)	0.984
アルカリ性単純温泉	2.72 (1.32-5.64)	0.007 **	2.19 (0.78-6.20)	0.140
塩化物泉	1.91 (0.95-3.85)	0.070	1.38 (0.50-3.82)	0.530
硫酸塩泉	1.03 (0.45-2.35)	0.952	0.57 (0.13-2.46)	0.448
単純温泉	1.00 —	—	1.00 —	—
硫黄泉	0.62 (0.26-1.79)	0.278	0.57 (0.13-2.45)	0.448
構造				
貯湯槽あり	1.09 (0.66-1.79)	0.738	1.48 (0.68-3.22)	0.325

(b) 浴槽でのリスク因子

項目	浴槽水(n=206)	
	OR (95% CI)	P値
泉質		
酸性泉	0.13 (0.02-0.69)	0.017 *
塩化物/炭酸水素塩泉	1.79 (0.53-6.06)	0.350
アルカリ性単純温泉	4.73 (1.42-15.78)	0.012 *
塩化物泉	2.64 (0.87-8.04)	0.087
硫酸塩泉	1.27 (0.42-3.84)	0.671
単純温泉	1.00 —	—
硫黄泉	0.60 (0.18-2.03)	0.407
浴槽の材質		
タイル	0.61 (0.23-1.59)	0.310
石	1.20 (0.48-3.00)	0.695
木	0.32 (0.08-1.22)	0.096
コンクリート	0.75 (0.16-3.59)	0.723
浴槽の洗浄方法		
ブラシなし	2.81 (0.83-9.59)	0.098
ブラシ+消毒	1.30 (0.49-3.47)	0.597
ブラシ+洗剤	1.00 —	—
ブラシ主体	0.39 (0.15-0.99)	0.049 *

\*\*\*  $P < 0.001$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*  $P < 0.05$