

図2 全細菌と ATP との相関

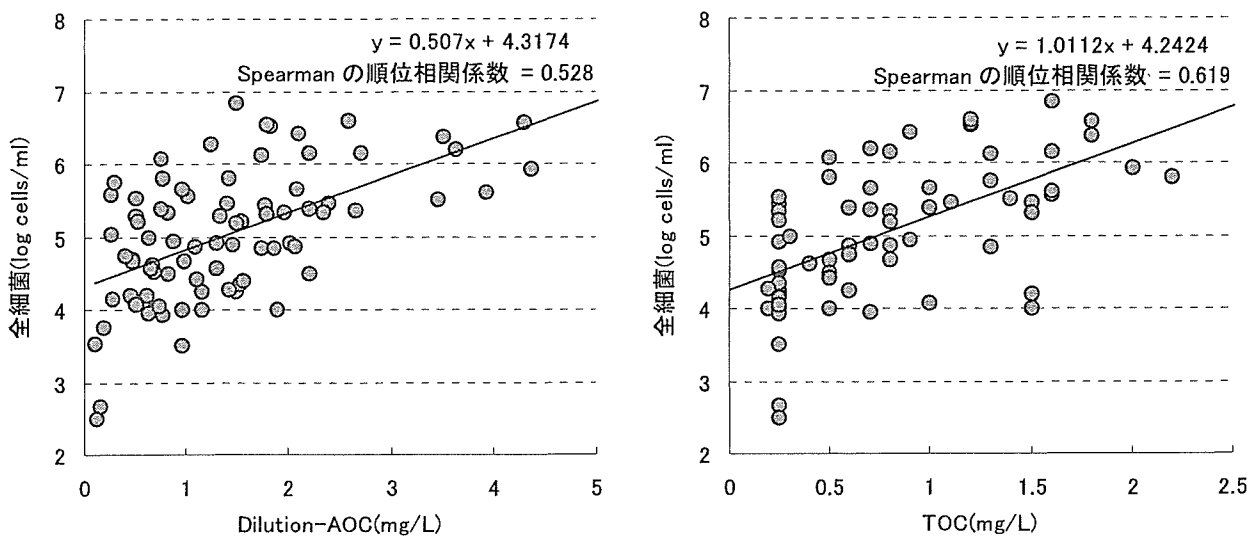


図3 有機炭素量と全細菌との相関



図4 各検査項目の散布図 (pH \geq 6.0、60 $^{\circ}$ C未満、n=59) ○：レジオネラ属菌陽性、○：レジオネラ属菌陰性

表3 各検査項目の相関 (pH 6.0以上、60°C未満)

相関行列(ピアンソンの積率相関行列) (n=59)	レジオネラ属菌 (log CFU/100ml)	温度 (°C)	pH	Standard AOC(µg/L)	Dilution AOC(mg/L)	TOC (mg/L)	HPC (log CFU/ml)	全細菌 (log cells/ml)	ATP (pmol/L)
レジオネラ属菌 (log CFU/100ml)	1.000								
温度 (°C)	-0.184	1.000							
pH	0.017	-0.053	1.000						
Standard-AOC (µg/L)	-0.022	0.138	-0.142	1.000					
Dilution-AOC (mg/L)	-0.032	0.002	0.443 **	0.225	1.000				
TOC (mg/L)	-0.029	0.088	0.071	0.029	0.251	1.000			
HPC (log CFU/ml)	0.258	-0.047	0.156	-0.108	0.136	-0.041	1.000		
全細菌 (log cells/ml)	0.050	0.434 **	0.192	0.044	0.348 **	0.333 *	0.267 *	1.000	
ATP (pmol/L)	0.088	0.333 **	-0.006	0.016	0.206	0.342 *	0.153	0.787 **	1.000

** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

相関行列(ピアソンの順位相関行列) (n=59)	レジオネラ属菌 (log CFU/100ml)	温度 (°C)	pH	Standard AOC(µg/L)	Dilution AOC(mg/L)	TOC (mg/L)	HPC (log CFU/ml)	全細菌 (log cells/ml)	ATP (pmol/L)
レジオネラ属菌 (log CFU/100ml)	1.000								
温度 (°C)	-0.209	1.000							
pH	-0.017	-0.085	1.000						
Standard-AOC (µg/L)	0.081	0.073	0.061	1.000					
Dilution-AOC (mg/L)	-0.066	-0.024	0.483 **	0.403 **	1.000				
TOC (mg/L)	-0.115	0.194	0.083	0.075	0.273	1.000			
HPC (log CFU/ml)	0.286 *	-0.091	0.178	-0.110	0.120	0.050	1.000		
全細菌 (log cells/ml)	-0.068	0.401 **	0.148	0.101	0.297 *	0.372 *	0.166	1.000	
ATP (pmol/L)	0.010	0.297 *	-0.047	0.020	0.196	0.330 *	0.118	0.821 **	1.000

** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

表4 泉質別のレジオネラ属菌検出率と有機炭素量等測定結果 (60°C以上、pH3.8以下を除いた59件)

分類	試料数	レジオネラ属菌 陽性数(%)	pH	測定値 (平均±SD)						
				レジオネラ属菌 (log CFU/100ml)	Dilution AOC (mg/L)	TOC (mg/L)	HPC (log CFU/ml)	全細菌 (log cells/ml)	ATP (log pmol/L)	
全試料	59	16 (27.1)	7.9 ± 0.7	0.5 ± 1.0	1.1 ± 0.6	0.6 ± 0.5	2.2 ± 1.5	4.7 ± 0.8	1.2 ± 0.8	
レジオネラ属菌陽性	16		7.9 ± 0.8	1.9 ± 0.9	1.0 ± 0.6	0.5 ± 0.4	2.8 ± 1.3	4.6 ± 0.6	1.2 ± 0.8	
レジオネラ属菌陰性	43		7.9 ± 0.7	0	1.1 ± 0.5	0.7 ± 0.5	1.9 ± 1.6	4.7 ± 0.8	1.3 ± 0.8	
泉質	12	6 (50.0)	8.7 ± 0.6 ^a	0.9 ± 1.1	1.4 ± 0.5 ^b	0.7 ± 0.6	3.2 ± 0.7 ^c	4.6 ± 0.7	1.2 ± 0.9	
塩化物泉	17	7 (41.2)	7.7 ± 0.6	1.0 ± 1.3	0.8 ± 0.5	0.6 ± 0.5	1.8 ± 1.5	4.7 ± 0.8	1.3 ± 0.6	
硫酸塩泉	11	2 (18.2)	7.7 ± 0.7	0.2 ± 0.5	0.8 ± 0.3	0.5 ± 0.2	2.3 ± 1.5	4.5 ± 0.7	0.9 ± 0.8	
単純温泉	10	1 (10.0)	7.9 ± 0.5	0.1 ± 0.3	1.2 ± 0.5	0.5 ± 0.4	1.3 ± 1.6	4.7 ± 0.7	1.1 ± 0.7	
硫黄泉	7	0 (0.0)	7.6 ± 0.8	0	1.3 ± 0.8	0.7 ± 0.3	2.3 ± 2.0	5.1 ± 1.2	1.9 ± 1.0	
炭酸水素塩泉	2	0 (0.0)	6.9 ± 0.3	0	1.4 ± 0.1		2.4 ± 0.4	5.0 ± 0.2	1.4 ± 0.3	

Kruskal-Wallis検定及びSteel-Dwassの多重比較で有意差($P < 0.05$)が認められた組み合わせをa-cで示す

^a 塩化物泉、硫酸塩泉、単純温泉、硫黄泉に対して有意に高い

^b 硫酸塩泉に対して有意に高い

^c 単純温泉に対して有意に高い

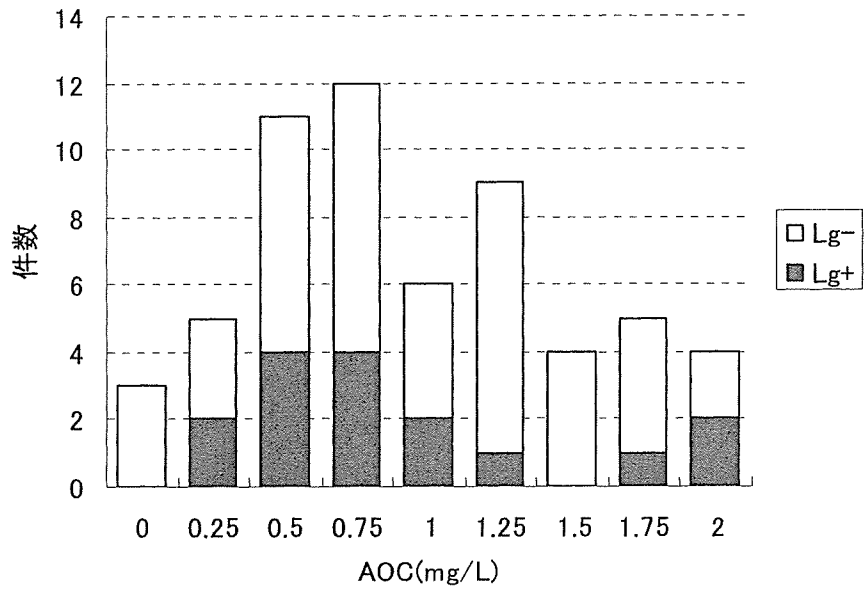


図5 AOCの分布

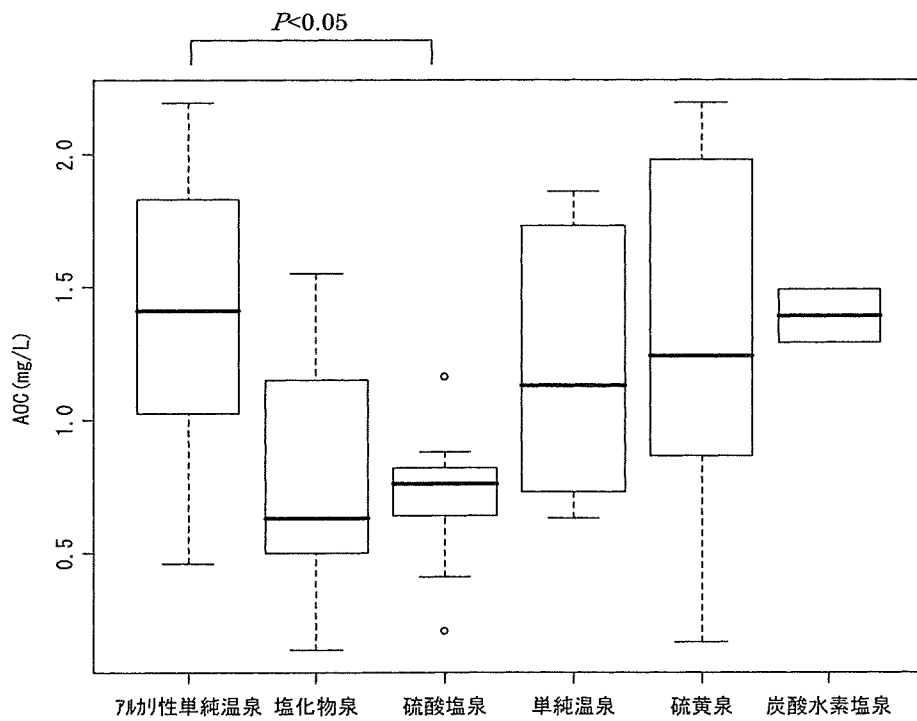


図6 泉質別 AOC 量

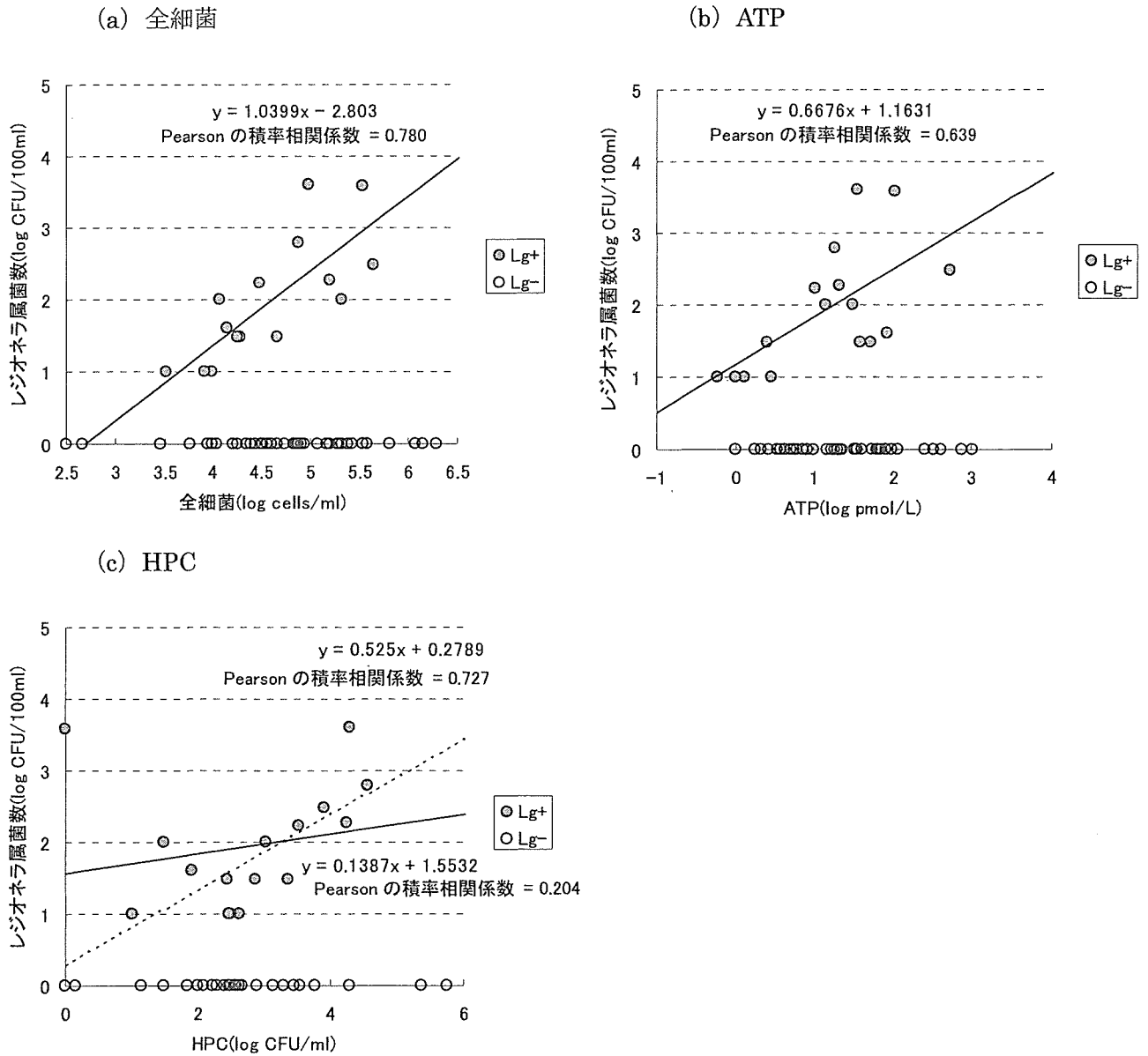


図7 バイオマス量とレジオネラ属菌数

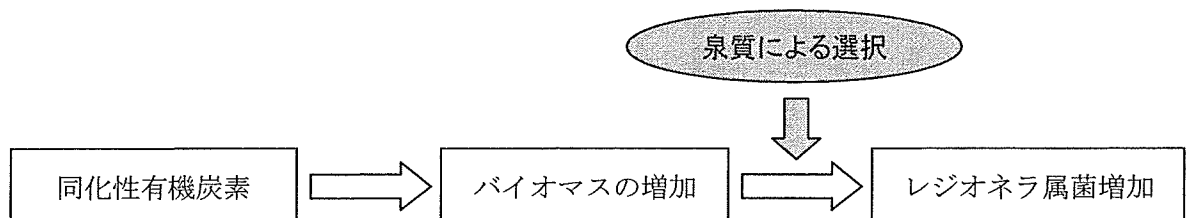


図8 レジオネラ属菌増加の要因

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
掛け流し式温泉における適切な衛生管理手法の開発等に関する研究

平成 18 年度分担研究報告

貯湯槽のバイオフィルム生成量調査

分担研究者 縣 邦雄 アクアス株式会社つくば総合研究所
遠藤卓郎 国立感染症研究所 寄生動物部

研究協力者 藪崎裕昭 アクアス株式会社つくば総合研究所

研究概要

掛け流し式温泉におけるレジオネラ属菌対策のうち、原泉貯槽におけるレジオネラ属菌抑制のための管理は重要である。管理のポイントである温度の要因を調査するために、原泉貯槽のモデル水槽を用いて、水温と水質を変化させた場合の水中の微生物類及びシリコンゴムの試験片に付着する微生物類を経時的に測定した。その結果、水温が 45℃以下の場合には、水中の浮遊性微生物及び付着性の微生物類が増殖しやすいことが確認された。水温が 50℃以上の場合には、45℃以下の場合に比較して著しく細菌類の増殖程度が小さくなった。このため、貯湯槽の水温を 50℃以上に維持することは、貯湯槽、原泉貯槽の微生物の増殖抑制に有効であると考えられた。但し、汚染された浴槽水を用いた試験で、55℃の水温条件で水中からは検出されないが、シリコン板付着物からレジオネラ属菌が検出された。壁面に付着するバイオフィルム中では 55℃の水温条件においてもレジオネラ属菌が定着している可能性があり、今後の研究課題である。

A. はじめに

掛け流し式温泉におけるレジオネラ属菌対策のうち、原泉貯槽におけるレジオネラ属菌抑制は重要である。すなわち、くみ上げたばかりの原泉からレジオネラ属菌が検出されることはほとんど無く、原泉貯槽において湯が滞留した場合にレジオネラ属菌が定着することが平成 17 年度の研究において確認された。一旦、原泉貯槽にレジオネラ属菌が定着するとそれ以降の浴槽に至るまで湯中にレジオネラ属菌が存在し、塩素剤添加による消毒が不可欠となり、塩素消毒をしない掛け流し式温泉は実現できなくなる。原泉貯槽における付着微生物量、レジオネラ属菌の定着の程度(定着まで期間と、菌数)に及ぼす因子として、水温の影響が大きいと考えられた。

本研究では、モデル化した貯湯水槽において、水温を変化させた場合の各種水質におけるバイオフィルムの付着程度を調査し、原泉貯槽において微生物が定着、増殖しにくい温度条件を調査し、実際の原泉貯槽の管理に役立てることを目的とした。

B. 研究方法

(1) 概要

ポリプロピレン製の10L角型水槽を、屋外に設置し水槽内にシリコンゴム板を複数枚浸漬し、水温を一定に保ち、一定期間ごとに水中及びシリコンゴム板の微生物を調査した。水質は つくば市水、茨城県某所の温泉水、汚染を受けた浴槽水の3種とし、水温は40℃から60℃の範囲で設定した。

各種水質の各水温における浮遊性及び付着製の微生物量の変化を解析し、原泉貯槽の微生物汚染を防止できる温度設定について検討した。

(2) 試験方法

原泉貯槽のモデルとして、ポリプロピレン製10L角型水槽(縦194mm×横336mm×高さ156mm:容積は10L)を使用した。

昇温及び温度維持には、市販製・ウォーターバス用の温度制御機構および攪拌機構付きの電気ヒーター(1.0kW)を使用した。(水温の変動は±2℃程度)

平日の日中(AM 9:00~PM 17:00)は大気開放、夜間(PM 17:00~翌朝 AM 9:00)は水槽上面に透明アクリル製の蓋をした。また、土曜日・日曜日の休日も蓋をして運転した。

加温により水槽内の試験水が蒸発するので、蒸発分は純水(つくば市水道水をイオン交換法により脱塩したもの)を補給した。

写真は、試験の様子を示す。地上から約1mの台上に設置して試験を行った。建物の南向きのテラス部分に設置しており、真上部分に屋根はあるが開放された屋外である。



以下に具体的な試験手順を示す。

- ① 角型水槽に電気ヒーターを設置し、残留塩素濃度 100 mg/L as Cl₂ の水(つくば市水道水に 12%次亜塩素酸ナトリウム溶液を添加して調製)を 5 時間浸漬した。

- ② 浸漬後、水道水で十分に水洗した後、水道水を満水状態とし、電気ヒーターにより 60℃で 2 時間保持した。60℃で保持した時には、水槽上部に蓋をした。
- ③ シリコンゴム板(縦 50mm×横 25mm×厚さ 3mm)を適宜枚数、角型水槽に取り付けた。シリコン板は予め残留塩素濃度 100 mg/L as Cl₂の水に一晩浸漬し、オートクレーブで滅菌した純水で 3 回洗浄したものを使用した。
- ④ ここに試験の対象となる水を 7.0L 入れて、各温度に加温、維持した。対象とした水及び加温条件は以下表の通りとした。

表 1 試験の条件(水の種類、水温及び試験実施期間)

対象とした水の種類	加温条件	試験期間
(1)つくば市水道水 一般細菌：検出せず 従属栄養細菌：24 CFU/mL レジオネラ属菌：10 CFU 未満/100mL	①45℃	21 日間 (2006. 8. 22～ 2006. 9. 12)
	②50℃	
	③55℃	
(2)茨城県某所・温泉水(源泉) 一般細菌：20 CFU/mL 従属栄養細菌：3100 CFU/mL レジオネラ属菌：10 CFU 未満/100mL	①45℃	21 日間+7 日間 (21 日目に、汚染を受けた浴槽水を 10%となるように添加) (2006. 9. 12～ 2006. 10. 3～10. 10)
	②50℃	
	③55℃	
(3)汚染を受けた浴槽水* 一般細菌：6500 CFU/mL 従属栄養細菌：120000 CFU/mL レジオネラ属菌：10 CFU 未満/100mL	①40℃	14 日間 (2006. 10. 17～ 2006. 10. 31)
	②50℃	
	③55℃	
(4)汚染を受けた浴槽水* 一般細菌：4000 CFU/mL 従属栄養細菌：140000 CFU/mL レジオネラ属菌：880 CFU/100mL	①50℃	21 日間 (2007. 1. 9～ 2007. 1. 30)
	②55℃	
	③60℃	

* 汚染を受けた浴槽水：

保有水量 500L の砂ろ過装置を有する循環式モデル浴槽において、つくば市水を用いて 40℃～42℃に維持して循環試験を行なった浴槽水である。

循環試験中は、砂ろ過システムは生物ろ過状態となっており、レジオネラ属菌が数 1000 CFU/100mL オーダー検出された、ほか一般細菌数、従属栄養細菌数とも各数千 CFU/mL、数十万 CFU/mL 検出された微生物が多数増殖している浴槽水である。試験実施後、2～4ヶ月間常温で放置後、循環して採水した。

- ⑤ 試験開始後、適宜(おおむね 7 日毎に)サンプリングし、下表に示す各種微生物検査を実施した。細菌数は、培養法により測定した。ATP は『ルミテスター PD-10N(キッコーマン)』を使用して測定し、単位は RLU とした。

表2 微生物検査の項目

試料	検査項目
貯湯槽中の水(浮遊性)	① ATP(RLU) ② 一般細菌 ③ 従属栄養細菌 ④ レジオネラ属菌
シリコン板の拭き取り(付着性)	① ATP(RLU) ② 一般細菌 ③ 従属栄養細菌 ④ レジオネラ属菌

- ⑥ シリコンゴム板の微生物測定用試料の調製は、以下のように行なった。
- ・シリコンゴム板を試験水槽から取り外し、50mL容の滅菌済プラスチック遠心チューブに入れた。
 - ・ここに、滅菌純水を10mL入れ、滅菌済のスーパーテル(小型)のヘラ部分を用いて、縦40mm×横25mm×2面(=20cm²)を掻き取り、滅菌純水に懸濁した。
 - ・Vortexミキサーを使用して、60秒間攪拌した。
 - ・この試験液のATPを測定し、さらに各種細菌類の検査に使用した。
 - ・一般細菌数、従属栄養細菌数は、試験液1mLを培地に接種した。
レジオネラ属菌数の測定には試験液0.1mLを使用した。従ってこの場合、レジオネラ属菌の検出下限は10 CFU/mLとなる。

C. 結果と考察

試験結果を、表1に示す水の種類別に(1)～(4)に示す。ATP、一般細菌数、従属栄養細菌数、レジオネラ属菌数(検出した場合)をグラフで示す。それぞれの数値データはまとめて(5)項に表で示す。

(1) つくば市水道水

①試験水の水質等

項目	値
pH (25°C)	7.5
電気伝導率 (mS/m)	31
全硬度 (CaCO ₃)	76
Ca 硬度 (CaCO ₃)	48
Mg 硬度 (CaCO ₃)	28
M-アルカリ度 (CaCO ₃)	48
塩化物イオン	40
硫酸イオン	31
シリカ	7

単位：mg/L (pH、電気伝導率を除く)

② ATP 値

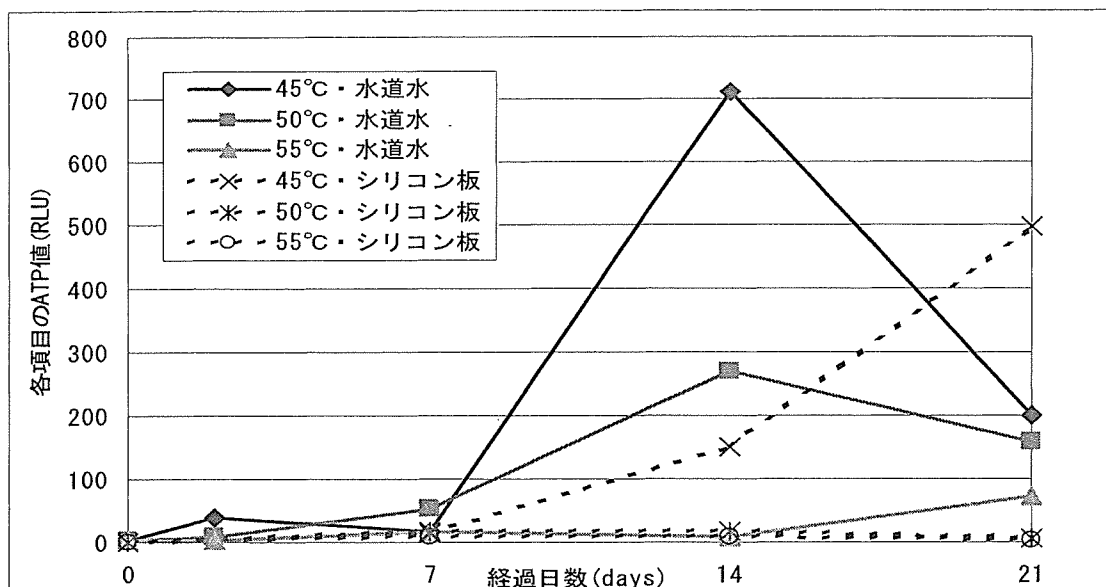


図 1. つくば市水道水使用時の水及びシリコン板付着物の ATP 値

- 水中の ATP は、45°Cでは 14 日目で高い値を示し、21 日目には低下した。50°Cでは、試験開始以降水中の ATP 値が増加し、14 日目に最高となったが、以降は低下した。55°Cでは、水中の ATP 値は 21 日目にやや増加した。全期間を通じて 55°Cが最も低く、14 日目以降では 45°Cが最も高い値であった。
- シリコン板を比較すると、45°Cの ATP 値が他の 2 条件に比べて高い値となっており、14 日目以降、急激に増加した。45°Cでの条件では、バイオフィルムの形成が他の 2 条件に比べて顕著である可能性がある。

③ 一般細菌数

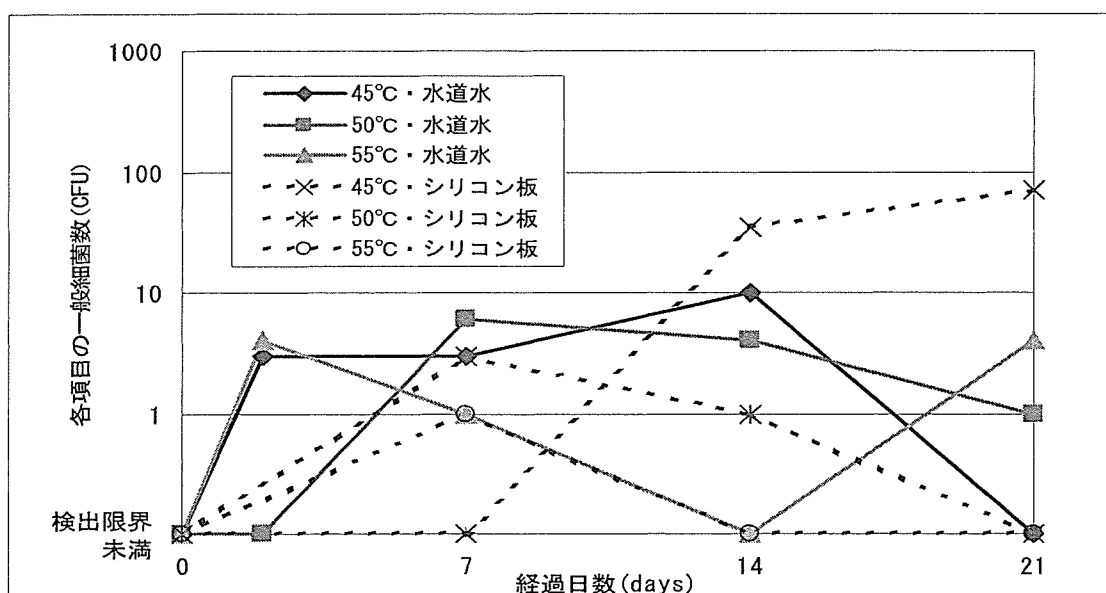


図 2. つくば市水道水使用時の水及びシリコン板付着物の一般細菌数

- 水中の一般細菌数は、いずれの条件でも 10CFU/mL 以下であった。浮遊性の細菌の内、一般細菌で検出される菌数は少ない可能性がある。

- シリコン板付着物についても、いずれの条件でも 100 CFU/mL 以下と低い値になっている。少ないながらも 45°C の場合の付着量が最も多かった。

④ 従属栄養細菌数

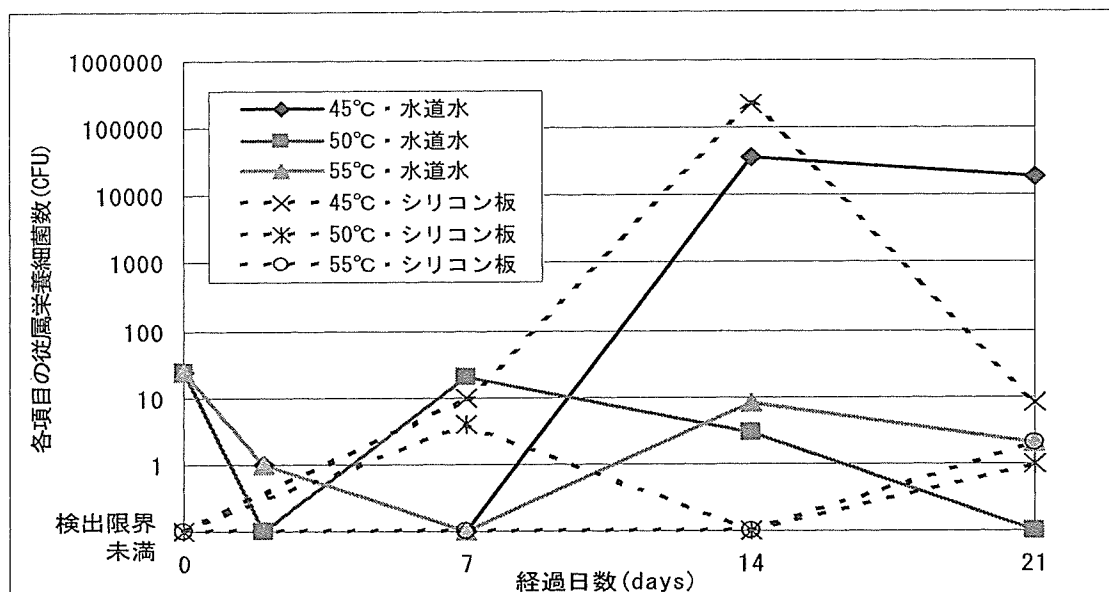


図3. つくば市水道水使用時の水及びシリコン板付着物の従属栄養細菌数

- 水中の従属栄養細菌数については、最大の菌数となる経過日数に違いが見られた（45°C及び55°Cでは14日目であったのに対して、50°Cでは7日目であった）。
- 45°Cでは、水中の従属栄養細菌が7日目以降急激に増加した。また、シリコン板に付着する従属栄養細菌も増加が確認された。
- 但し、45°Cのシリコン板については、21日目の菌数は低下した。シリコン板上に形成されたバイオフィルムが剥離している可能性がある。
- 細菌数の最高値を見てみると、45°Cは50°C、55°Cの場合の3~4桁菌数が多くっており、45°Cと50°Cの間で細菌類増殖の程度が大きく異なっている。

⑤ レジオネラ属菌数

レジオネラ属菌は全ての検査において検出限界未満であった。

(2) 茨城県某所・温泉水(源泉水)

本条件のみ、試験開始21日目に、『汚染を受けた浴槽水』を10% (v/v) となるように添加し、28日目まで経過を確認した。

汚染を受けた浴槽水中の細菌数等は、投入した時点で

ATP	49 RLU
一般細菌数	20000 CFU/mL
従属栄養細菌数	140000 CFU/mL
レジオネラ属菌数	60 CFU/100mL

であった。

①試験水の水質

項目	値
pH (25℃)	7.7
電気伝導率 (mS/m)	1700
全硬度 (CaCO ₃)	810
Ca 硬度 (CaCO ₃)	660
Mg 硬度 (CaCO ₃)	150
M-アルカリ度 (CaCO ₃)	78
塩化物イオン	6800
硫酸イオン	300
シリカ	52
TOC	1

単位：mg/L (pH、電気伝導率を除く)

②ATP値

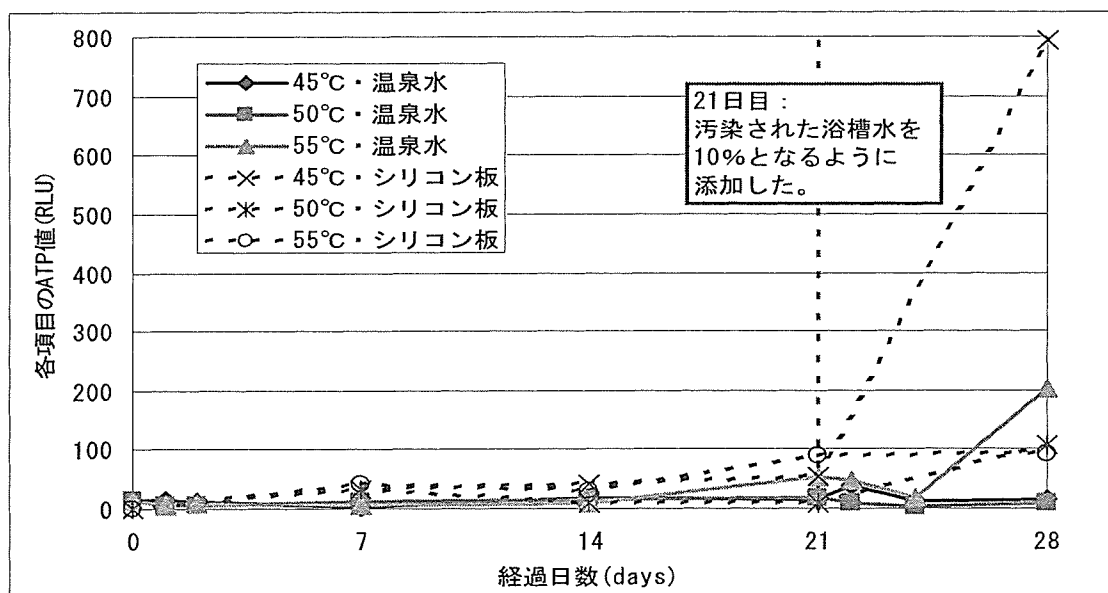


図4. 茨城県某所温泉水(源泉)使用時の水及びシリコン板付着物のATP値

- 試験開始後21日目までは、いずれの条件でもATP値は同じ傾向が見られ、増加は殆ど見られなかった。水道水に比較してATPの上昇は小さいといえる。
- 21日目に汚染された浴槽水を添加したところ、シリコン板付着物のATP値が増加した。特に、45°Cのシリコン板付着物のATP値増加が顕著であった。
- また、21日目以降、55°Cの温泉水のATP値が増加した。他の2条件では、増加の傾向は見られなかった。この現象の要因は不明である。

③一般細菌数

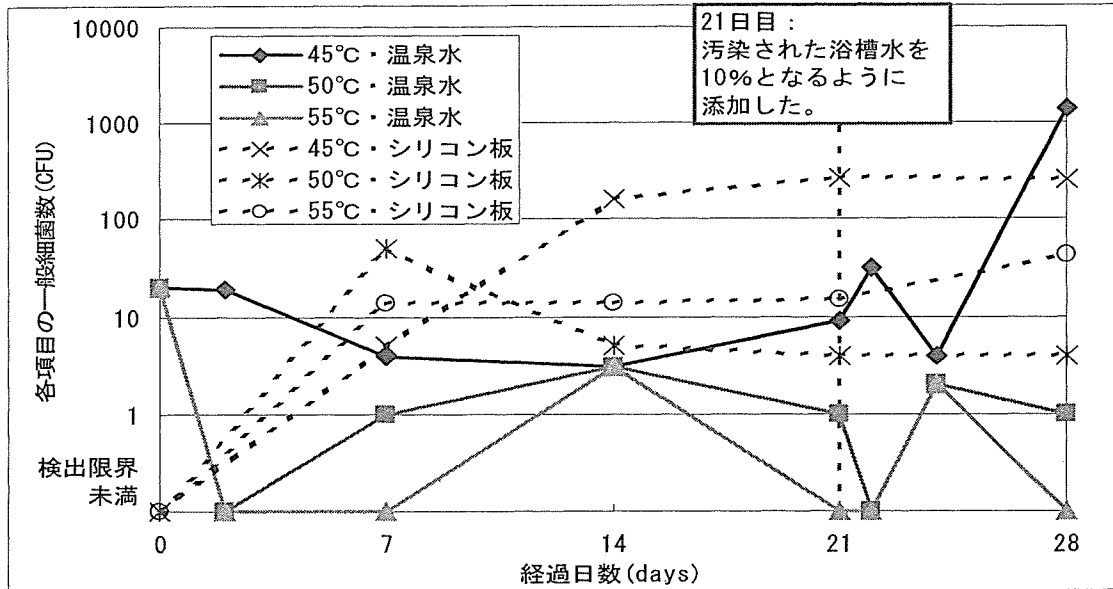


図5. 茨城県某所温泉水(源泉)使用時の水及びシリコン板付着物の一般細菌数

- 水中の一般細菌数は全条件で10 CFU/mL未滿を推移したが、汚染浴槽水を添加したところ、45°Cで1000 CFU/mL台に増加した。
- 50°C、55°Cでは、一般細菌数が10 CFU/mL以下であり、21日目に汚染浴槽水を添加しても、菌数の増加は見られなかった。
- シリコン板に付着した一般細菌は、いずれの温度条件でも増加する傾向が認められたが、45°Cの菌数が高い傾向が見られた。

④従属栄養細菌数

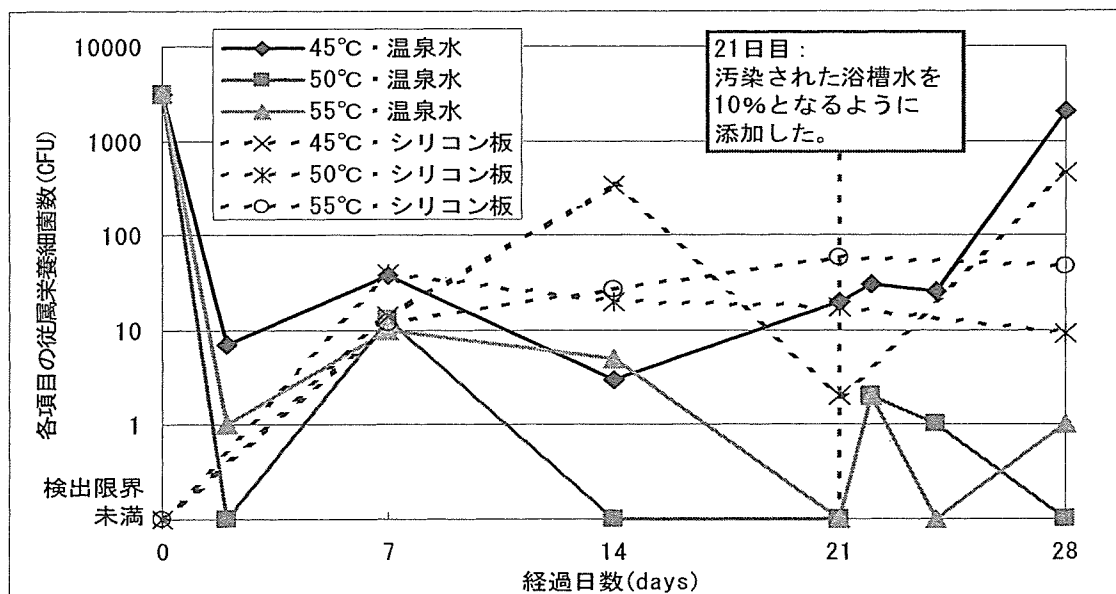


図6. 茨城県某所温泉水(源泉)使用時の水及びシリコン板付着物の従属栄養細菌数

- 試験開始時、従属栄養細菌数は 10^3 CFU/mL台であったが経過日数とともに低下していき、50°C、55°Cでは、従属栄養細菌数が20 CFU/mL以下であった。

- 試験開始 21 日目に汚染された浴槽水を添加した結果、45℃の水中での従属栄養細菌の増加傾向が見られた。50℃、55℃では菌数の顕著な増加は見られず、菌数を抑制したものと判断される。
- シリコン板付着物の従属栄養細菌は、いずれの温度条件でも増加する傾向が確認された。従属栄養細菌類がシリコン板上に定着しているものと推測した。
- シリコン板に付着した従属栄養細菌数は、50℃、55℃では、水道水に比較して多い菌数であった。

⑤レジオネラ属菌数

レジオネラ属菌は、45℃の水中において、汚染浴槽水を添加した翌日にのみ検出され 30 CFU/100mL であった。これは、汚染浴槽水中のレジオネラ属菌が殺菌されずに検出されたものである。汚染浴槽水を添加した 3 日目以降には不検出になっており、この条件の場合レジオネラ属菌が定着しなかった。

(3) 汚染を受けた浴槽水(1回目)

①試験水の水質

項目	値
pH (25℃)	7.6
電気伝導率 (mS/m)	66
全硬度 (CaCO ₃)	99
Ca 硬度 (CaCO ₃)	62
Mg 硬度 (CaCO ₃)	37
M-アルカリ度 (CaCO ₃)	50
塩化物イオン	98
硫酸イオン	77
シリカ	8

単位：m g / L (pH、電気伝導率を除く)

本試験水は、つくば市水導水を用いているが、次亜塩素酸ナトリウムの添加、残留塩素中和用の亜硫酸ナトリウムの添加などにより塩類濃度が高くなっている。

試験開始時の細菌数等は以下の値であり、一般細菌数、従属栄養細菌数は高い値であった。また、試験開始 2 週間前のレジオネラ属菌数は 60 CFU/100mL であった。

ATP	14 RLU
一般細菌数	6500 CFU/mL
従属栄養細菌数	120000 CFU/mL
レジオネラ属菌数	<10 CFU/100mL

② ATP 値

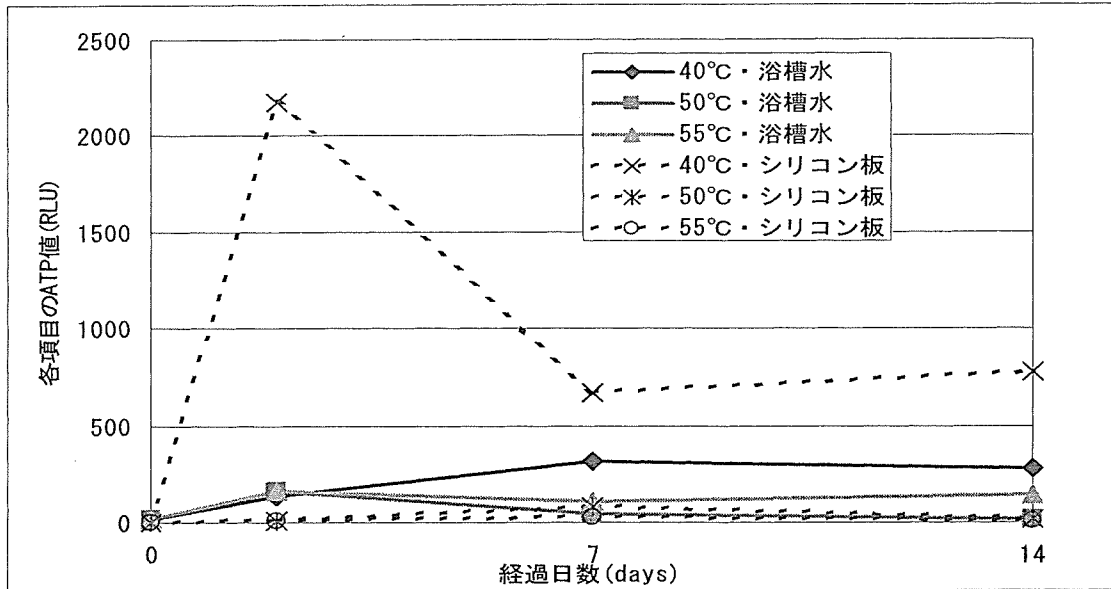


図 7. 汚染を受けた浴槽水使用時の水及びシリコン板付着物の ATP 値

- 水中の ATP は、7 日目以降で 40°C の ATP 値が、他の 2 温度条件に比べ高かった。
- シリコン板は、40°C のみ、他の 2 条件に比べて ATP 値が非常に高い値となった。2 日目に 2000 RLU 以上となったが、7 日目以降 600~700 RLU 程度となった。
- 40°C の ATP 最高値は、水道水・温泉水の 45°C の場合に比較して高い値を示した。

③ 一般細菌数

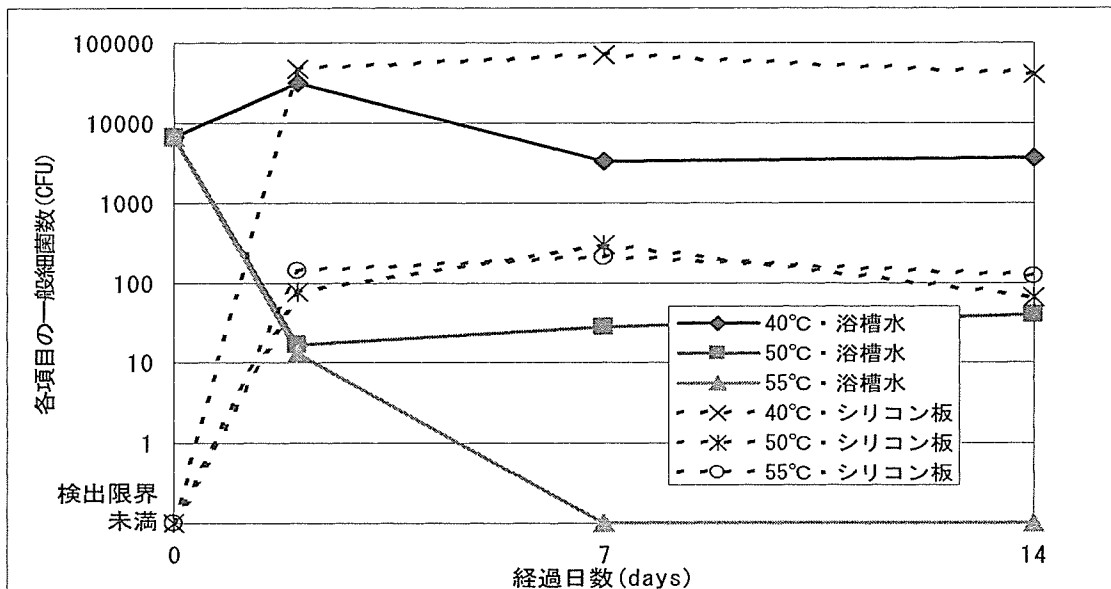


図 8. 汚染を受けた浴槽水使用時の水及びシリコン板付着物の一般細菌数

- 水中の一般細菌は、40°C のみが高い数値を維持した ($10^3 \sim 10^4$ CFU/mL 台)。50°C 及び 55°C では、試験開始以降、水中の一般細菌数は減少し、 10^2 CFU/mL

台以下となった。また、55℃については、7日目以降、水中の一般細菌が検出されなかった。

- シリコン板付着物の一般細菌は、いずれの温度条件でも『増加→菌数安定』の傾向が確認された。菌数は40℃のみが突出しており、試験開始以降、2日目から 10^4 CFU/mL台以上となった。
- 40℃の一般細菌数は、つくば市水道水、温泉水の45℃の場合に比較して際立って高い値を示した。

④従属栄養細菌数

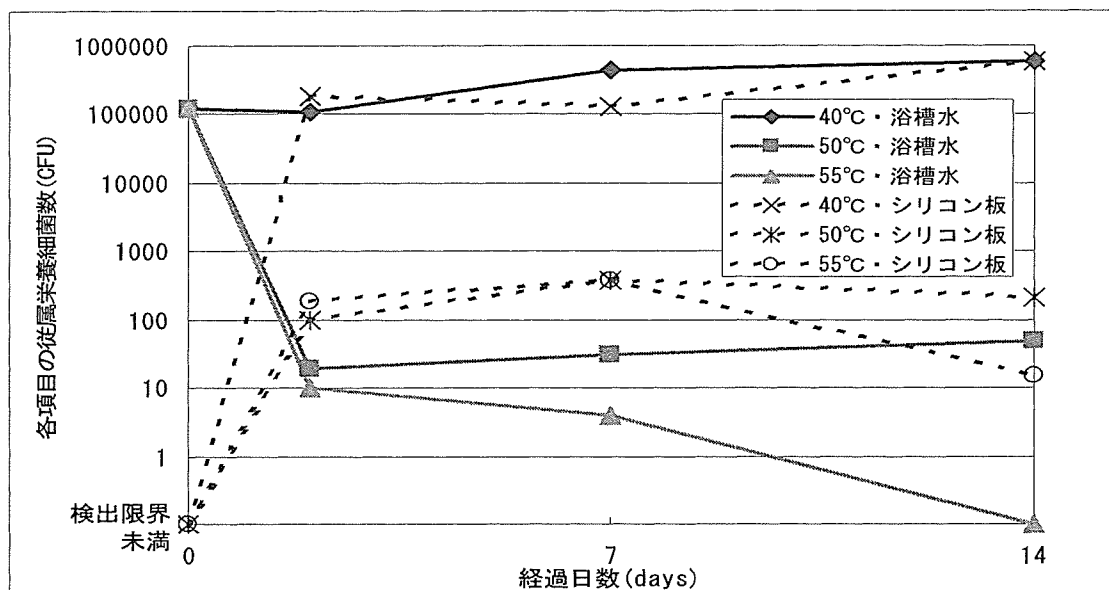


図9. 汚染を受けた浴槽水使用時の水及びシリコン板付着物の従属栄養細菌数

- 水中の従属栄養細菌数は、40℃のみが高い数値を維持した(10^5 CFU/mL台)。50℃及び55℃で、試験開始以降、水中の従属栄養細菌数は減少し、 10^2 CFU/mL台以下となった。また、55℃については、14日目で水中の従属栄養細菌が検出されなかった。
- シリコン板付着物の従属栄養細菌は、いずれの温度条件でも『増加→菌数安定』の傾向が確認された。55℃では、7日目以降菌数減少が確認された。菌数は40℃のみが突出しており、試験開始以降、 10^5 CFU/mL台以上となり、14日目まで菌数が維持された。
- 40℃の菌数は、水道水使用時の14日目以降と類似（やや多い）の値であった。
- 水中及びシリコン板のいずれにおいても、40℃では従属栄養細菌として計測される細菌類が増殖しやすい環境にあるが、50℃以上では、増殖が困難な条件になると推測した。

⑤ レジオネラ属菌数

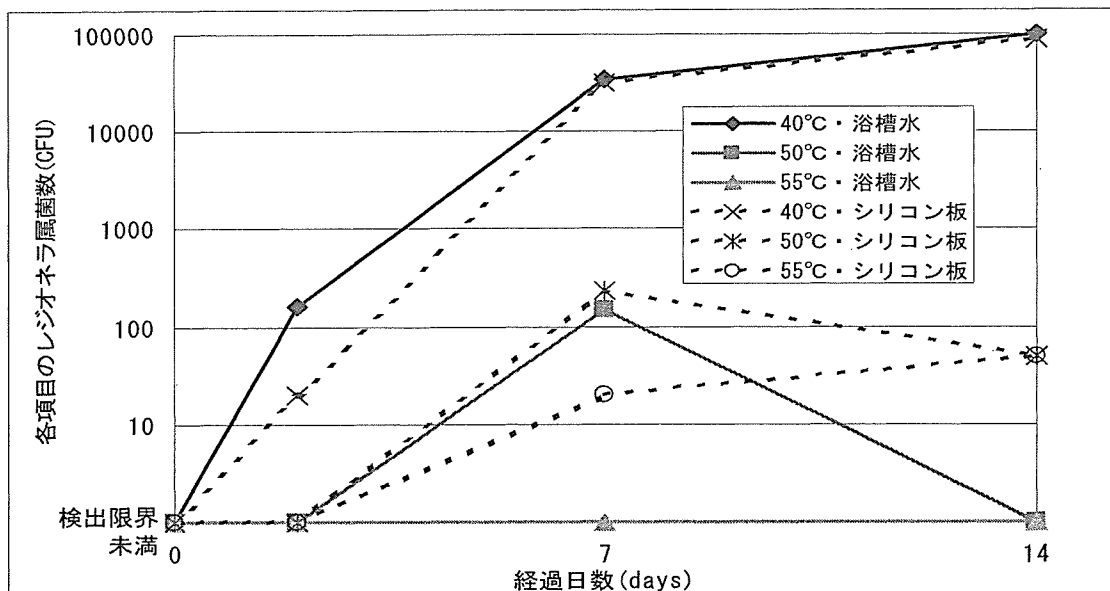


図 10. 汚染を受けた浴槽水使用時の水及びシリコン板付着物のレジオネラ属菌数 (浴槽水は 100mL 当たり、シリコン板は試験液 1mL 当たりとする)

- 試験開始直後では、いずれの条件でもレジオネラ属菌が検出されていなかったが、日数の経過に伴って 55°C 水中以外からはレジオネラ属菌が検出された。
- 40°C の条件では、水中及びシリコン板のレジオネラ属菌数が急激に増加しており、14 日目では、いずれも 100000 CFU 検出された。
- 50°C ではシリコン板、水中からレジオネラ属菌が検出された。
- 55°C の条件でシリコン板からはレジオネラ属菌が 100 CFU/mL 程度検出された。55°C の、水中からはレジオネラ属菌は検出されなかった。

(4) 汚染を受けた浴槽水 (2 回目)

① 試験水の水質

理化学的水質は、(3) 項に示す値と同様。

試験開始時の細菌数等は以下の値であった。

ATP	10 RLU
一般細菌数	4000 CFU/mL
従属栄養細菌数	140000 CFU/mL
レジオネラ属菌数	880 CFU/100mL

② ATP 値

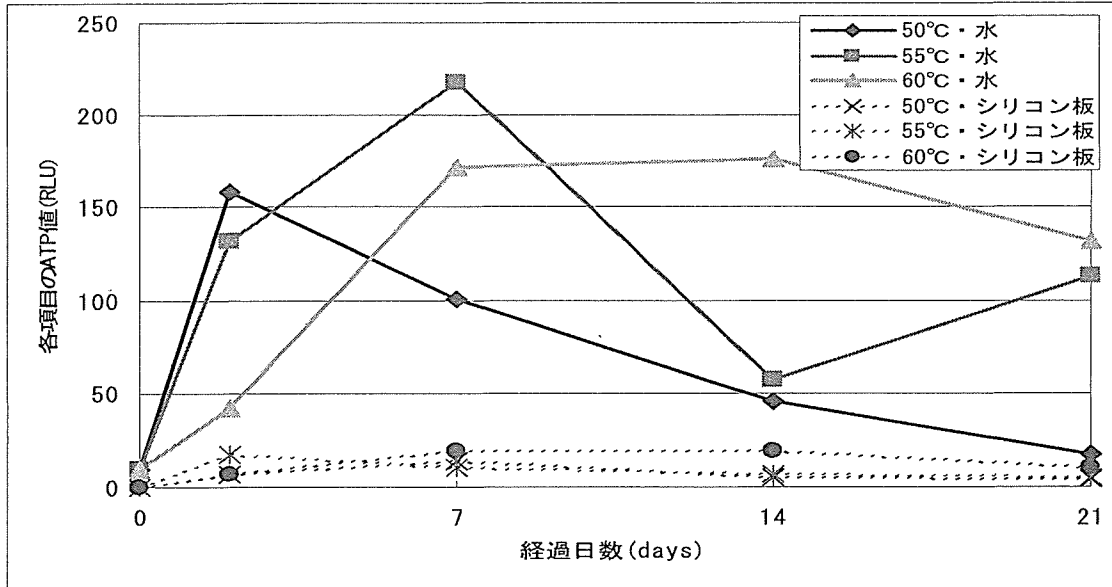


図 1.1. 汚染を受けた浴槽水使用時の水及びシリコン板付着物の ATP 値
(2 回目試験 : 50°C、55°C、60°C のデータ)

- 水中の ATP は、温度条件による傾向は見られず、100～200 RLU の低い値を変動しつつ推移した。
- シリコン板の ATP 値は、全温度条件で低い値を示した。
- 汚染浴槽水 1 回目試験の 40°C のシリコン板の ATP 値は非常に高い値であったことがわかる。

③ 一般細菌数

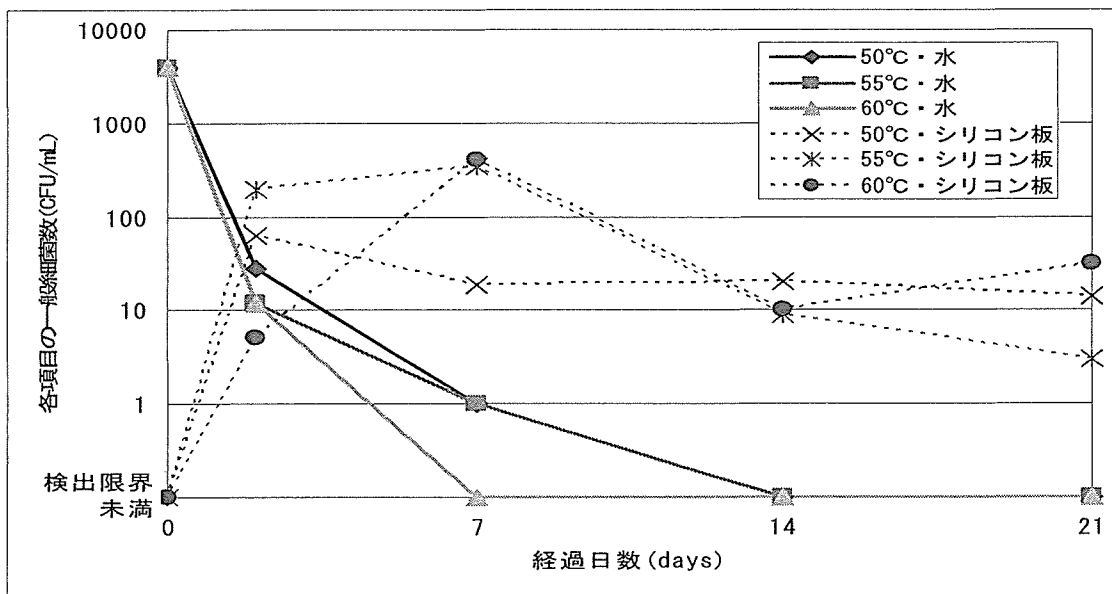


図 1.2. 汚染を受けた浴槽水使用時の水及びシリコン板付着物の一般細菌数
(2 回目試験 : 50°C、55°C、60°C のデータ)

- 水中の一般細菌は、試験開始以降減少していき、50℃、55℃では7日目まで1 CFU/mL、60℃では7日目まで不検出、14日目以降は全ての水温条件で、水中の一般細菌が検出されなかった。
- シリコン板の一般細菌は、いずれの温度条件でも2日目から10² CFU/mL台となり温度による相違は認められなかった。
- 14日目以降、水中の一般細菌数は不検出であるが、シリコン板には一般細菌数が残存していることがわかる。

④ 従属栄養細菌数

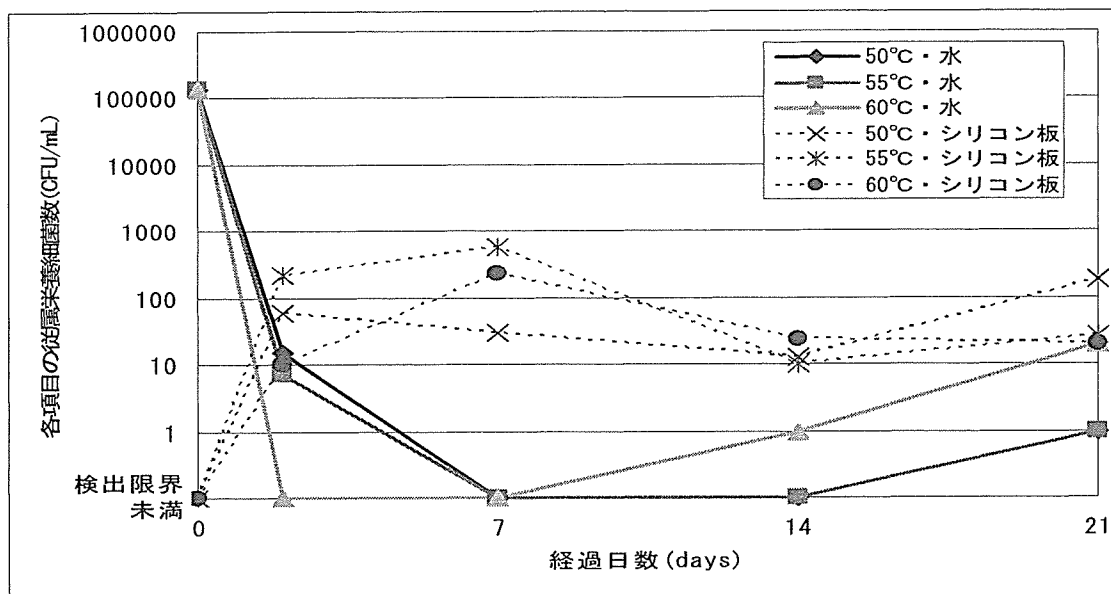


図 1.3. 汚染を受けた浴槽水使用時の水及びシリコン板付着物の従属栄養細菌数 (追試験：50℃、55℃、60℃のデータ)

- 水中の従属栄養細菌は、試験直後から減少していき、全温度条件とも7日目まで不検出となり、14日、21日目で若干数検出されるようになった。
- シリコン板の従属栄養細菌は、いずれの温度条件でも2日目から10² CFU/mL台となり温度による相違は認められなかった。
- 1回目試験の40℃の場合に比較すると、いずれの温度条件も低い菌数である。

⑤ レジオネラ属菌数

- 初期の水中のレジオネラ属菌数は880 CFU/100mLであったが、50℃では2日目に不検出、7日目に10 CFU/100mL検出した、14日以降は不検出であった。
- 55℃、60℃では2日目以降、全ての水中からレジオネラは検出されなかった。
- シリコン板からはレジオネラ属菌は検出されず、全ての温度条件でレジオネラ属菌の定着は無かった。

(5) 試験結果の数値データ

前述(1)から(4)項の数値データを表3～表6に示す。