

あり	44	47.8
なし	44	47.8
不明	4	4.4
合計	92	100.0

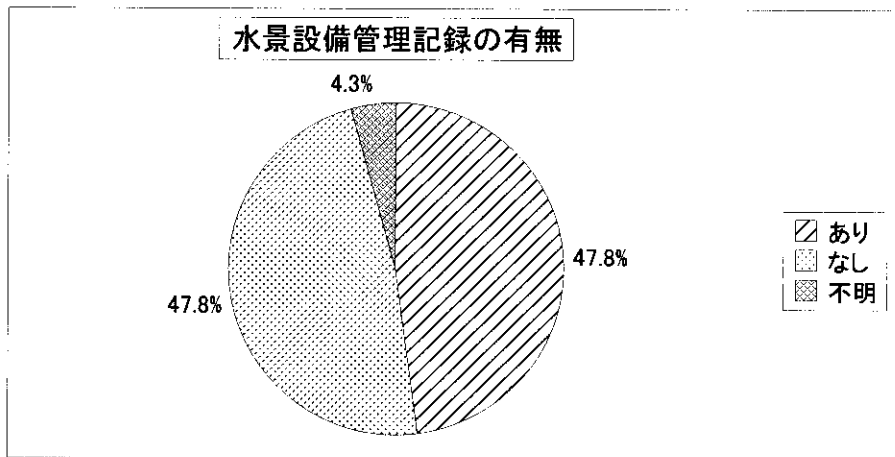


図-21 水景施設設備管理記録の有無

委託	53	57.6
自社	37	40.2
その他	1	1.1
不明	1	1.1
合計	92	100.0

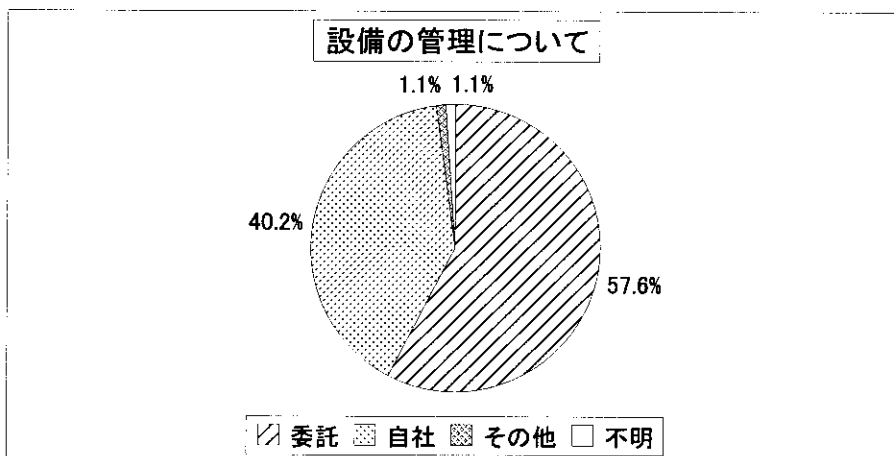


図-22 設備の管理について

あり	89	96.7
なし	2	1.1
不明	1	1.1
合計	92	100.0

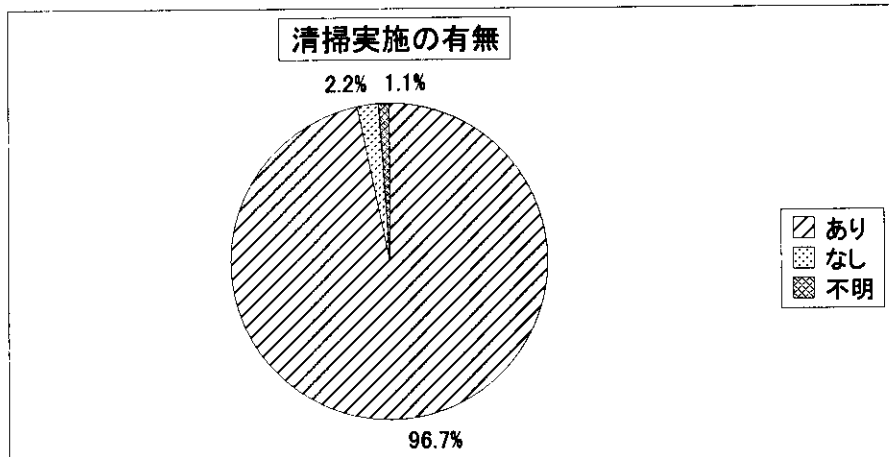


図-23 清掃の実施状況について

数年に1回	1	1.1
1年に1回	14	15.2
2ヶ月に1回程度	42	45.7
1ヶ月に1回程度	23	25.0
1ヶ月に2回程度	6	6.5
1ヶ月に4回程度	1	1.1
毎日実施	0	0.0
不明	5	5.4
合計	92	100.0

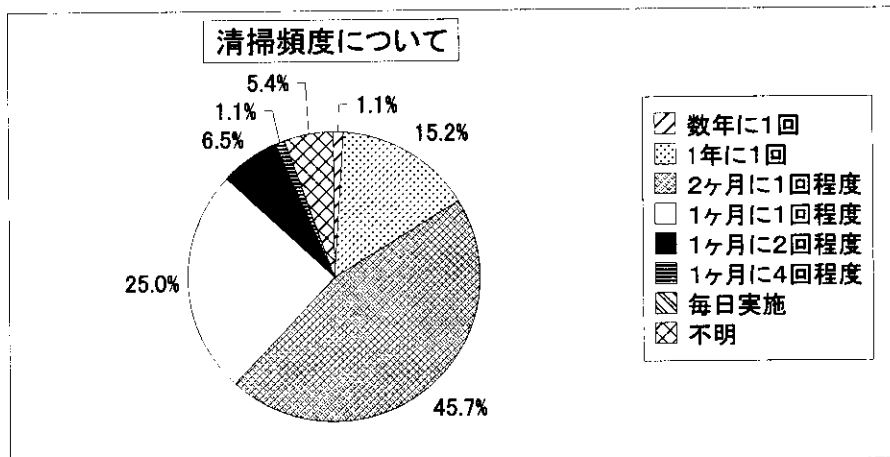


図-24 清掃の実施頻度について

あり	87	93.5
なし	4	4.3
不明	2	2.2
合計	93	100.0

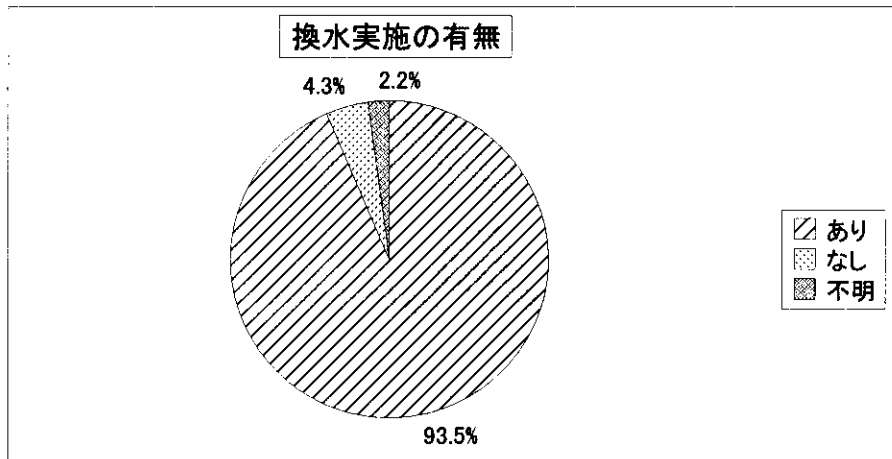


図-25 換水の実施状況について

実施せず	2	2.2
数年に1回	1	1.1
1年に1回	15	16.3
2ヶ月に1回程度	41	44.6
1ヶ月に1回程度	21	22.8
1ヶ月に2回程度	6	6.5
1ヶ月に4回程度	1	1.1
毎日実施	0	0.0
不明	5	5.4
合計	92	100.0

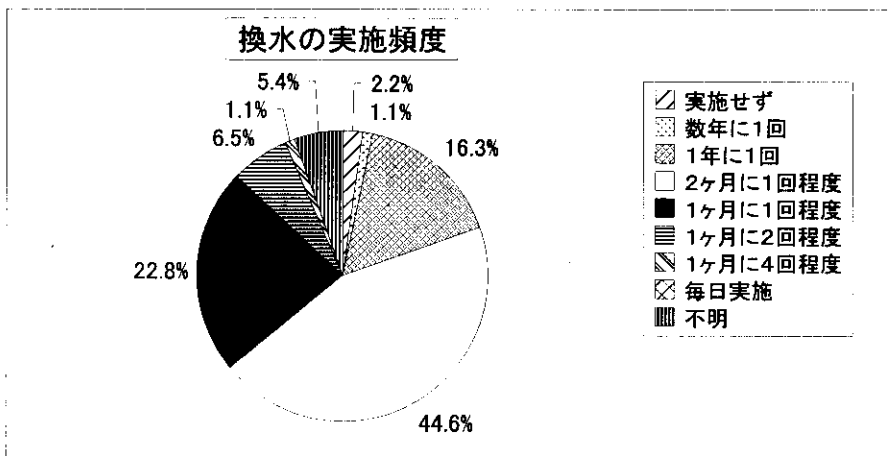


図-26 換水の実施頻度について

はい	87	94.6
いいえ	2	2.2
不明	3	3.3
合計	92	100.0

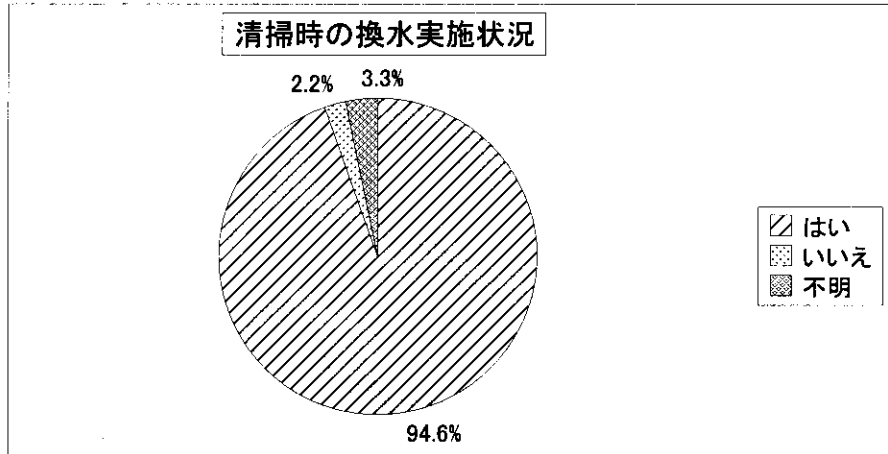


図-27 清掃時の換水実施状況

委託	57	62.0
自社	26	28.3
その他	2	2.2
不明	7	7.6
合計	92	100.0

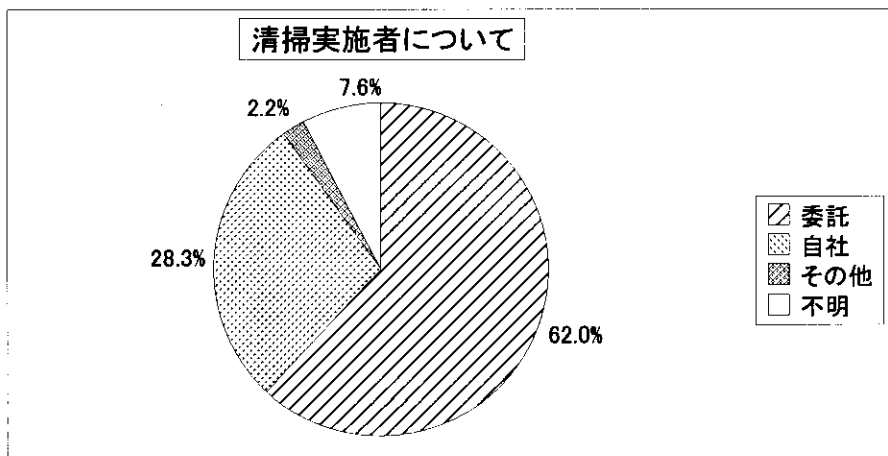


図-28 清掃実施者について

実施	35	38.0
未実施	55	59.8
不明	2	2.2
合計	92	100.0

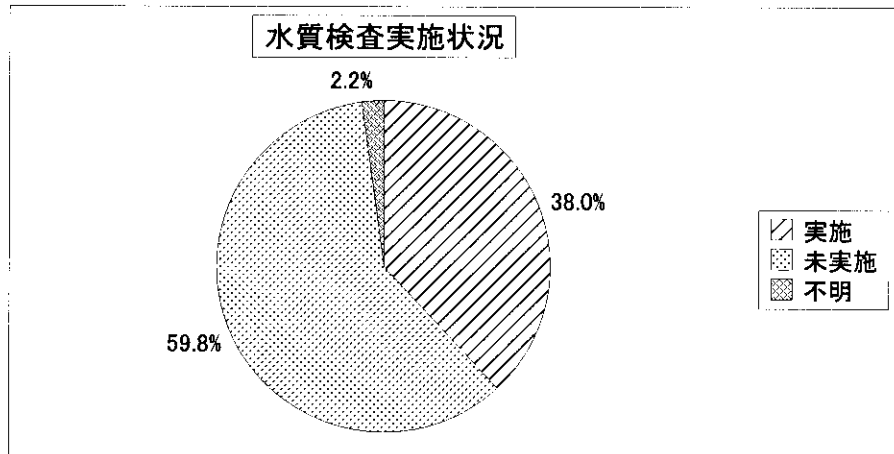


図-29 水質検査の実施状況

残留塩素	25
pH	8
濁度	6
KMnO4	5
大腸菌群	5
レジオネラ属菌	13
その他	1

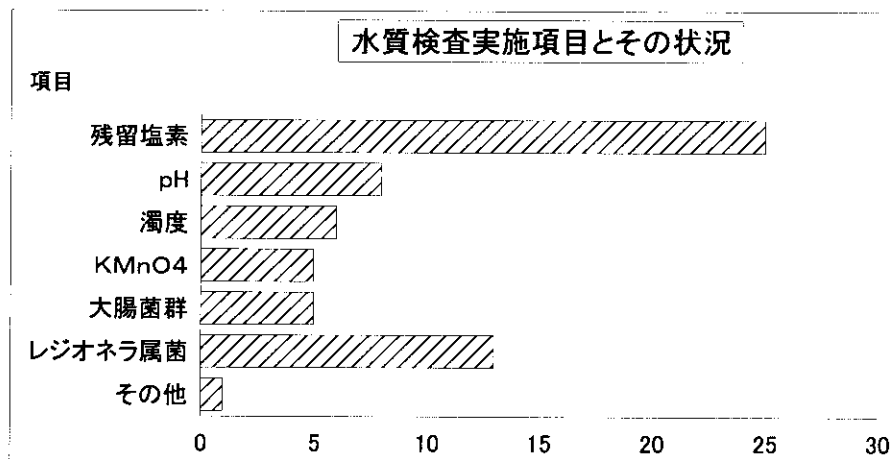


図-30 水質検査実施項目とその状況

2. 3. 2 外観等採水時の調査結果

採水時に、気温、水温及び残留塩素濃度について測定し、併せて水景施設の外観について目視等により確認を行った。なお、東京都中央区では、外観の調査時に水景施設の壁面や底部などを手で触れて、バイオフィームとの関連が考えられるぬめりの発生状況についても調査した。

(1) 気温の分布

気温は 19.8℃～34.8℃の範囲にあった。温度分布が広範囲であるのは、調査が暑さの残る 9 月から 10 月の初秋にかけて行われたこと、また調査地域が気象の異なる東京、神奈川の関東圏と大阪の関西圏にわたっていたこと及び個々施設での設置場所の違いなどによるものと考えられる。

(2) 水温の分布

水温は 18.7℃～31.0℃の範囲であった。その分布状況を図-31 に示す。気温の項でも述べたように広い範囲の水温分布は、調査時期、調査地域及び施設の設置場所の違い（屋内・外によるもの）などによるものと考えられる。

(3) 遊離残留塩素濃度の分布

遊離残留塩素濃度を不検出、0.1mg/ℓ未満、0.1～1.0mg/ℓ、1.0mg/ℓ超の4つに区分して集計した（図-32）。遊離残留塩素不検出施設は 73 施設（79%）であった。しかし、この 73 施設の中には、消毒装置そのものが無い施設や塩素消毒以外の装置を持つ施設が含まれている。維持管理に問題があると推測される、塩素消毒装置があるにも関わらず遊離残留塩素が不検出であった施設は 18 施設中 9 施設（50%）あった。

(4) 目視による観察とレジオネラ属菌

水景施設の目視による外観とレジオネラ属菌との関係については、採水を実施した各保健所の環境衛生監視員の主観が含まれている可能性が高く、単純には結論を導くことはできない。しかし、いくつかの傾向が見いだされた。

①藻が発生していた 5 施設中、4 施設でレジオネラ属菌が検出された。

②魚が泳いでいた 2 施設では、藻の発生や濁りがみられてもレジオネラ属菌は検出されなかった。

③外観について記入があった施設の中で、レジオネラ属菌が検出された 13 施設のうち 10 施設では、藻の発生以外にも濁りや泡立ちなど、水が汚れている傾向にあった。なお、施設ごとの具体的なコメントの一覧を表-3 に示す。

また、東京都中央区の調査では、同一の監視員が外観を色・濁り・泡立ち・壁面のぬめり・藻の発生の各項目に分けその有無を確認しているが、レジオネラ属菌が検出された施設は不良項目が多く見いだされている（表-4）。

表-3 サンプルング時の状況(外観)

(東京都中央区)

No.	内 容
1	壁面のぬめり：あり
2	壁面のぬめり：若干あり
<u>6</u>	色、濁り、泡立ち：あり、壁面のぬめり：あり（前面、後面とも）
<u>7</u>	色、濁り、泡立ち：あり、壁面のぬめり：あり
8	色、濁り：あり、壁のぬめり：あり、藻の発生：あり、※鯉が泳いでいる
<u>9</u>	色、濁り：あり、泡立ち：あり（下段）、壁面のぬめり：あり、藻の発生：あり（上段）

・No.の下のアンダーラインは、レジオネラ属菌が検出された施設

(大阪府)

No.	内 容
<u>4</u>	無色透明
5	透明
7	透明
19	無色透明
<u>20</u>	濁り少し
21	濁りあり
<u>22</u>	無色透明
23	異常なし
24	透明
25	透明
32	底面汚れあり。オーバーフローの飛び水少々あり。
34	落ち葉など少々あり。月3回程度の使用（イベントなど）
35	底面の汚れが少し
<u>36</u>	底面に落ち葉などあり。タイル汚れ。

・No.の下のアンダーラインは、レジオネラ属菌が検出された施設

(横浜市)

No.	内 容
1	異常なし
2	異常なし
3	異常なし
4	異常なし
5	水面上に落ち葉が多く浮いていた。底や内側の面にコケ状のものが見られた
6	多少濁りあり、鯉が遊泳している。
11	水にぬめり状のものを感じた。また、塩素臭以外の臭気も感じた。
12	良好である
<u>13</u>	管理良好
<u>15</u>	一部に泡状のものが見られた
<u>16</u>	一部、水あかが見られる
17	土ぼこりが底の方に溜まっている。落ち葉等もあり
<u>18</u>	底に汚れが溜まっている
19	異常なし
20	床タイルに少し汚れが見られる。また、水面上に落ち葉が少しあり。
<u>23</u>	底部に泥が堆積。底部、壁に藻が発生
25	異常なし
26	異常なし
27	一部、水面上に泡状のものが見られる
28	汚れ等はなく、良好である。採水時、雨が降っていた
29	良好である。採水時、少量の雨が降っていた。
30	良好
31	良好
32	良好
33	良好。採水時雨が降っていた。
34	透明
35	良好
36	良好（底部に水あか有）
37	異常なし pH7.2
38	異常なし pH7.2
39	たばこ等のゴミが浮遊している。また、底にはコインが沈んでいる。
40	水面上に油膜状のものがある。また、鳥の羽やゴミ等の浮遊も見られた。 底にもゴミがある
41	良好。魚が泳いでいる
42	良好
<u>43</u>	底に藻あり
<u>44</u>	藻浮遊

・ No. の下のアンダーラインは、レジオネラ属菌が検出された施設

表-4 中央区内水景施設実態調査結果（外観等）

検体番号	外観等					レジオネラ属菌 (CFU/100 ml)
	色	濁り	泡立ち	ぬめり	藻の発生	
1	-	-	-	●	-	不検出
2	-	-	-	●	-	不検出
3	-	-	-	-	-	不検出
5	-	-	-	-	-	不検出
6	-	-	-	-	-	不検出
10	●	●	-	●	●	不検出
13	-	-	-	-	-	不検出
4	-	-	-	-	-	10
7	●	●	●	●	-	40
8	●	●	●	●	-	120
9	-	-	●	●	-	20
11	●	●	-	●	●	20
12	●	●	●	●	-	50

●：あり -：なし

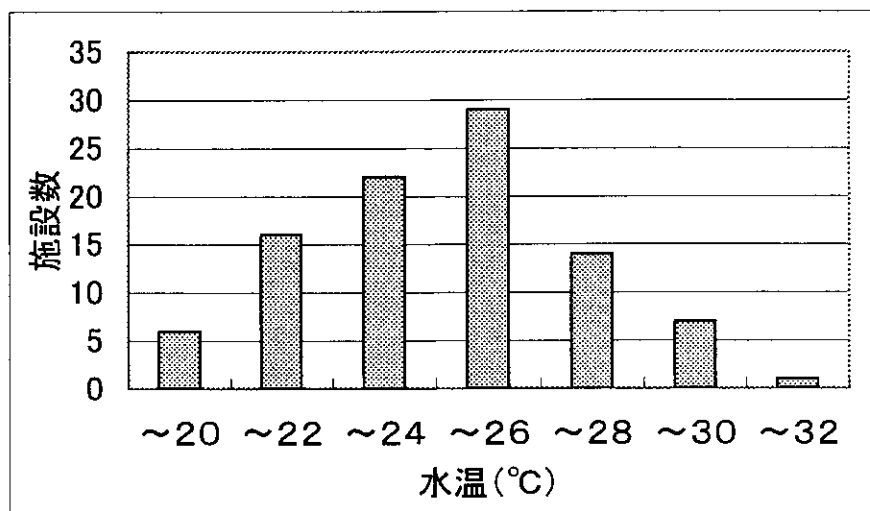


図-31 調査時の水温の分布

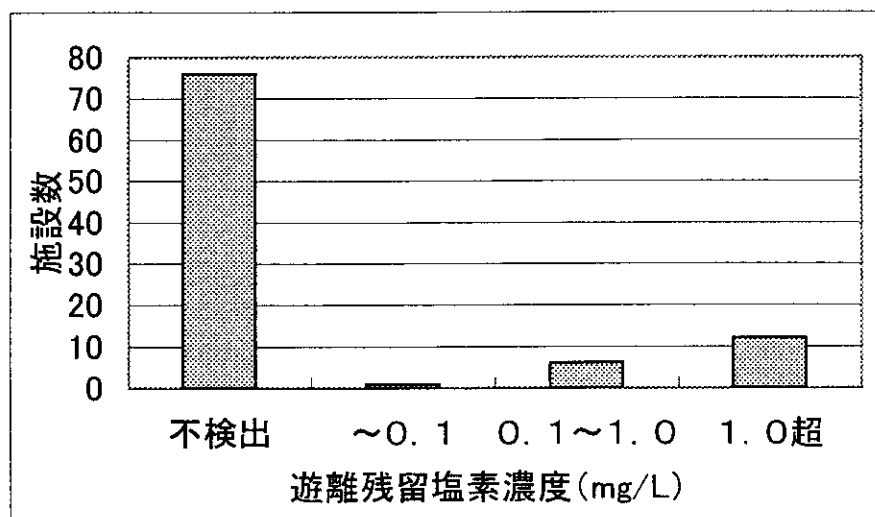


図-32 調査時の遊離残留塩素濃度の分布

2. 3. 3 レジオネラ属菌を主とした細菌試験結果

(1) レジオネラ属菌の分布と水景施設の設置場所

レジオネラ属菌は、調査水景施設95検体の内21検体（22％）から検出された。屋内水景施設では、6検体（19％）が陽性で、屋外水景施設では15検体（23％）が陽性であった

（図-33, 34）。分布状況を設置場所別に見ると、屋内水景施設では最高～最低、平均値は各々1,200～20CFU/100ml、262CFU/100mlであり、また屋外水景施設では最高～最低、平均値は各々6,300～10CFU/100ml、590CFU/100mlであった。屋内に設置されている水景施設のレジオネラ属菌数の分布は、屋外施設に比較してやや低い傾向がみられた。

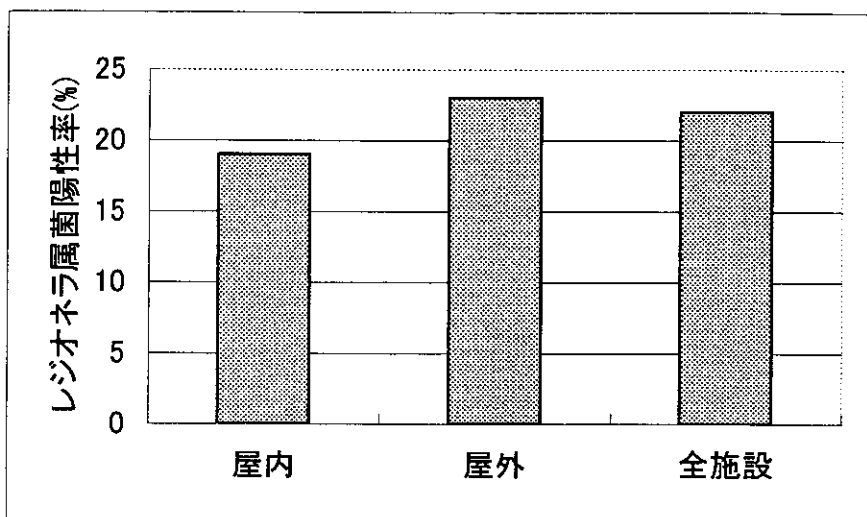


図-33 屋内・屋外水景施設におけるレジオネラ属菌の陽性率

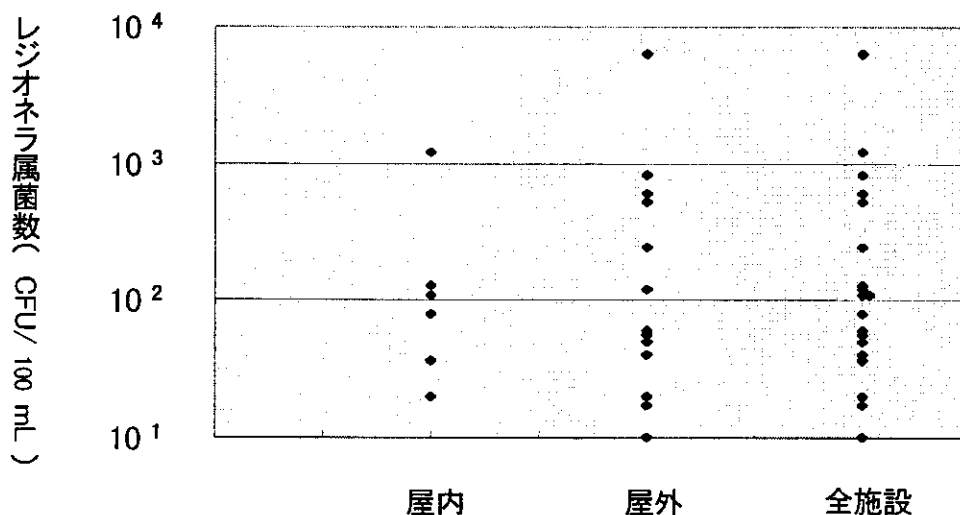


図-34 屋内・屋外水景施設におけるレジオネラ属菌数の分布

(2) 水景施設から分離されたレジオネラ属菌の性状および血清群分布

水景施設から分離されたレジオネラ属菌の血清群分布は、屋内施設では *L.pneumophila* 血清群1が最も多く、次に血清群3の順であった。屋外施設でも同様の傾向がみられ血清群1が最も多く検出された (図-35)。その他に血清群3, 4, 5, 8も検出されている。また、この水景検体には非凝集 (NA) 株も多く見られた。非凝集株の詳細な性状については、今後の研究結果を待ちたい。

表-5に7水景施設から分離されたレジオネラ属菌の同定結果と性状を示した。同定作業は、以下の操作手順で行った。通常の濃縮操作の後、WYO- α 寒天培地に塗抹、培養した。さらにBCYE- α 寒天培地、血液寒天培地に展開し、L-システイン要求性を確認した。BCYE- α 寒天培地にのみ発育した灰白色コロニーについて同定作業を進めた。次に馬尿酸水解試験を行い陽性の株には *L.pneumophila* 1~15群の抗血清スライド凝集反応を行った。また、陰性の株については、*L.bozemanii*, *L.dumoffi*, *L.gormanii*, *L.micdadei* の4菌種の抗血清スライド凝集反応を行った。

核酸を用いた同定法については、PCR法およびDNA-DNA Hybridization法を行った。PCR法では、5S rRNA (108bp) プライマー、*mip* (168bp) プライマーを用いて *L.sp.*, *L.pneumophila* の同定を行った。*L.pneumophila* の抗血清に凝集しなかった菌株は、DNA-DNA Hybridization法により同定を行った。その結果、7水景施設中6施設から *L.pneumophila* が分離され、1水景施設からは *L.anisa* が分離された (表-5)。1988年、米国カリフォルニア州サンタ・クララで発生したポンティアック熱でも、ホテル内ロビーの水景施設から *L.anisa* が分離されている^{1,2)}。

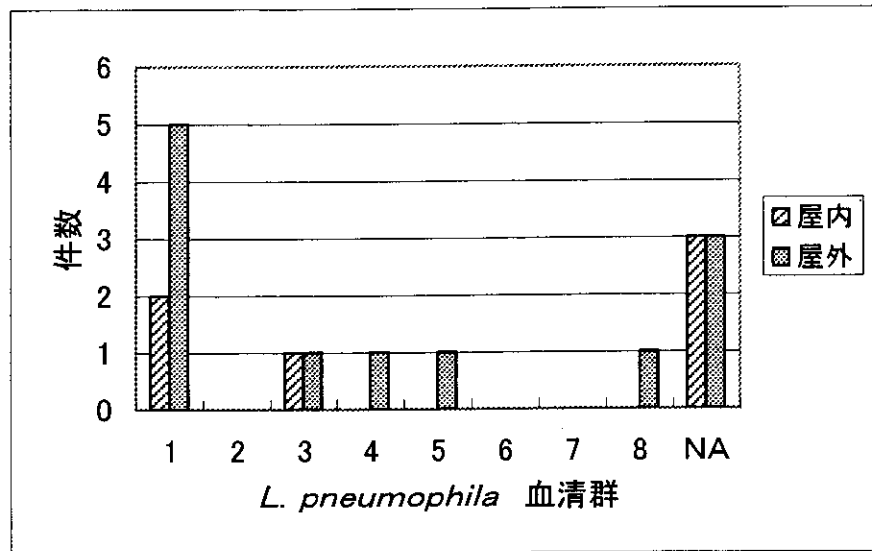


図-35 レジオネラ属菌の性状および血清群分布

表-5 水景施設から分離されたレジオネラ属菌種の性状

検体 番号	レジオネラ属数 (CFU/100mL)	馬尿酸 水 解	<i>L.pneumophila</i> 血清群	PCR		DND-DNA Hybridization	菌 種
				5S rRNA	<i>mip</i>		
73	6,300	+	5	+	+	○	<i>L. pneumophila</i>
60	1,200	+	NA	+	+	○	<i>L. pneumophila</i>
68	820	+	NA	+	+	○	<i>L. pneumophila</i>
90	110	--	-	+	-	○	<i>L. anisa</i>
77	56	+	8	+	+	○	<i>L. pneumophila</i>
61	36	+	1	+	+	○	<i>L. pneumophila</i>
79	20	+	NA	+	+	○	<i>L. pneumophila</i>

(3) 屋内水景施設におけるレジオネラ属菌の陽性率と水温の変動

屋内水景施設の水温変動についてみると、9月前半期では25.1℃、後半期では24.4℃、さらに10月前半期でも22.8℃とやや低下するものの2℃の減少幅であり、急激な水温変化はみられなかった。レジオネラ属菌陽性率は、9月前半期では23%、後半期で45%、10月前半期で0%と水温変化に伴った変動は認められない。水温は細菌の増殖と密接に関係する因子である。そのため水温の変動は、レジオネラ属菌陽性率に影響をあるものと考えられたが、今回の調査では屋内水景施設においては関連した変動はなかった。屋内水景施設のレジオネラ属菌の増殖には、水温以外に大きな影響を及ぼす他の因子の関与が考えられ、これらの関係を明らかにするには、さらに調査例数を増やした結果の解析を待たねばならない(図-36)。

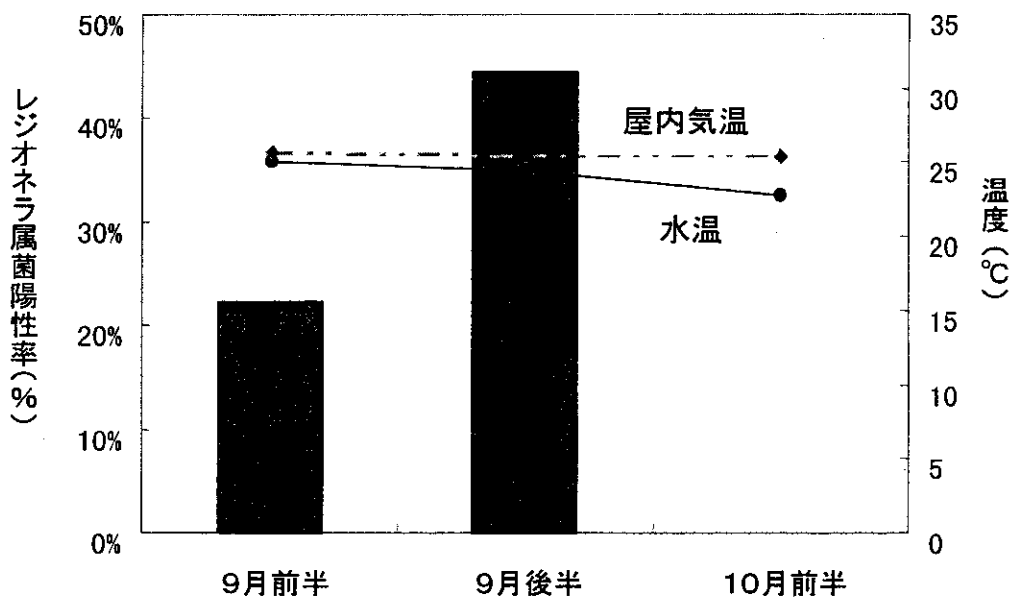


図-36 屋内水景施設におけるレジオネラ属菌の陽性率清群分布

(4) 屋外水景施設におけるレジオネラ属菌陽性率と水温変動

屋外に設置された水景施設の水温は、9月前半期では26.7℃であった。9月後半期に入り徐々に低下し始め23.9℃に、さらに10月前半期では7℃も低下し20.6℃を示した。これに伴ってレジオネラ属菌陽性率も21%から17%へと緩慢な減少傾向を示した(図-37)。屋外水景施設の水温は、直接外気温の影響を受け低下する傾向を示している。これがレジオネラ属菌の増殖速度に影響を与え、陽性率が減少したものと考えられた。

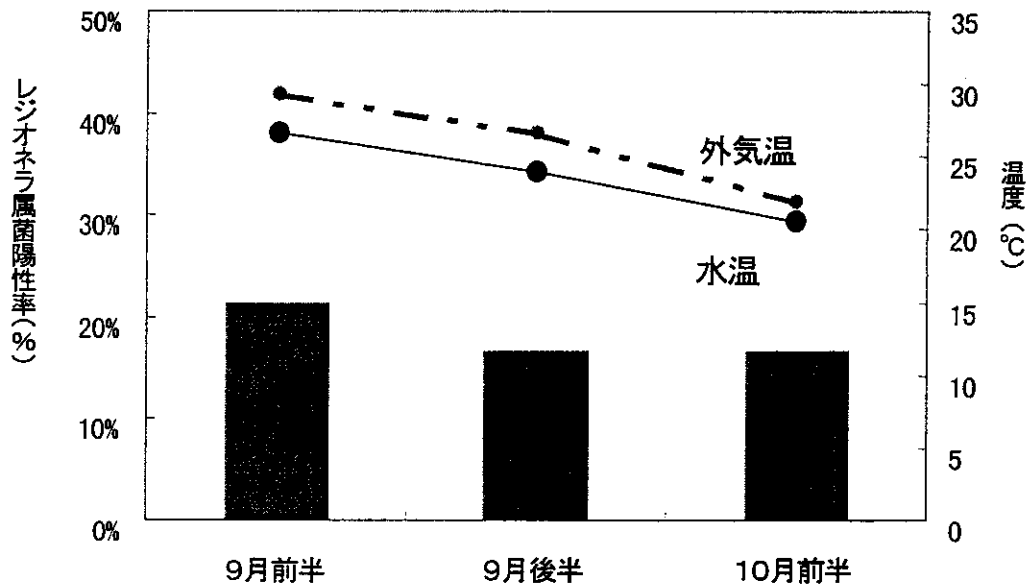


図-37 屋外水景施設におけるレジオネラ属菌の陽性率と水温変動

(5) レジオネラ属菌の分布と清掃頻度の関係

レジオネラ属菌数分布と清掃頻度がどのような関係があるのか検討を加えた。清掃頻度を年当たり1回以下、1回を超えて6回、6回を超えるの3群に分けてレジオネラ属菌数との関係を見ると、レジオネラ属菌数分布は、清掃頻度1回以下/年の群では $10 \sim 10^3$ CFU/100 ml以上までの菌分布がみられる。1回を超えて6回/年、6回超/年と清掃頻度が増していくにつれて、 10^3 CFU/100ml以上の高い菌濃度の分布はみられなくなった(図-38)。一方、レジオネラ属菌陰性率は、58%、75%、90%と清掃頻度が増すにつれて上昇する傾向がみられた。

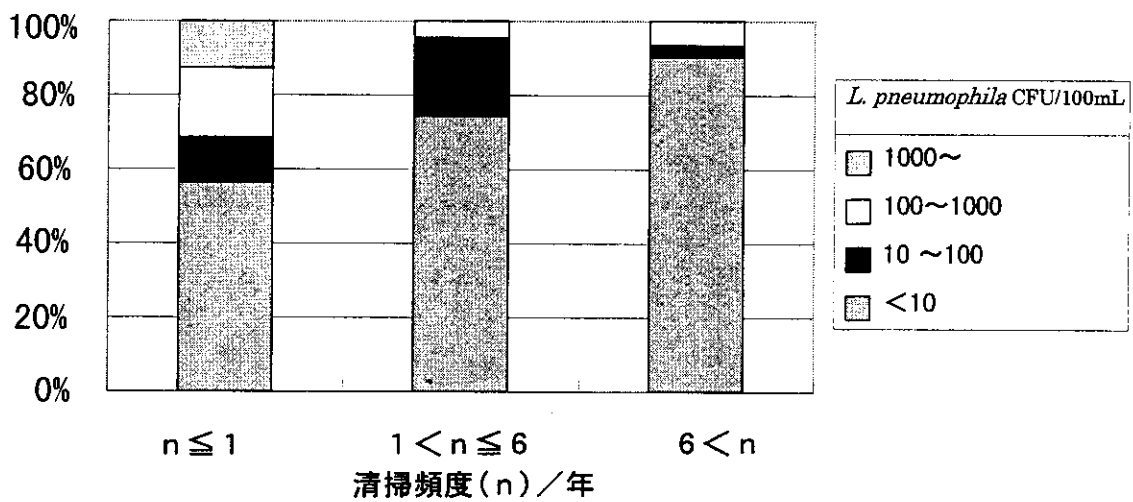


図-38 レジオネラ属菌の分布と清掃頻度

(6) レジオネラ属菌陽性率と清掃頻度

水景施設に設置されている消毒装置の有・無と清掃頻度との関係を解析した。清掃頻度を年当たり1回以下、1回を超えて6回以下、6回を超えるの3群に分けて、レジオネラ属菌陽性率との関係をみると、消毒装置の有る水景施設では、清掃頻度が1回以下/年の群の陽性率は42%、1回を超えて6回/年の群では23%と清掃頻度が増すにつれて減少し、6回超/年の群では、11%と1回以下/年の群の1/4にまでに減少した。また、消毒装置の無い施設でも清掃頻度が増すにつれて、各々50%、28%、9%と陽性率は減少する傾向が見られた(図-39)。また、これらの結果は、消毒装置の有・無にかかわらず清掃頻度を増して汚染物質を除去してゆくことは、陽性率の減少に効果があることを示している。

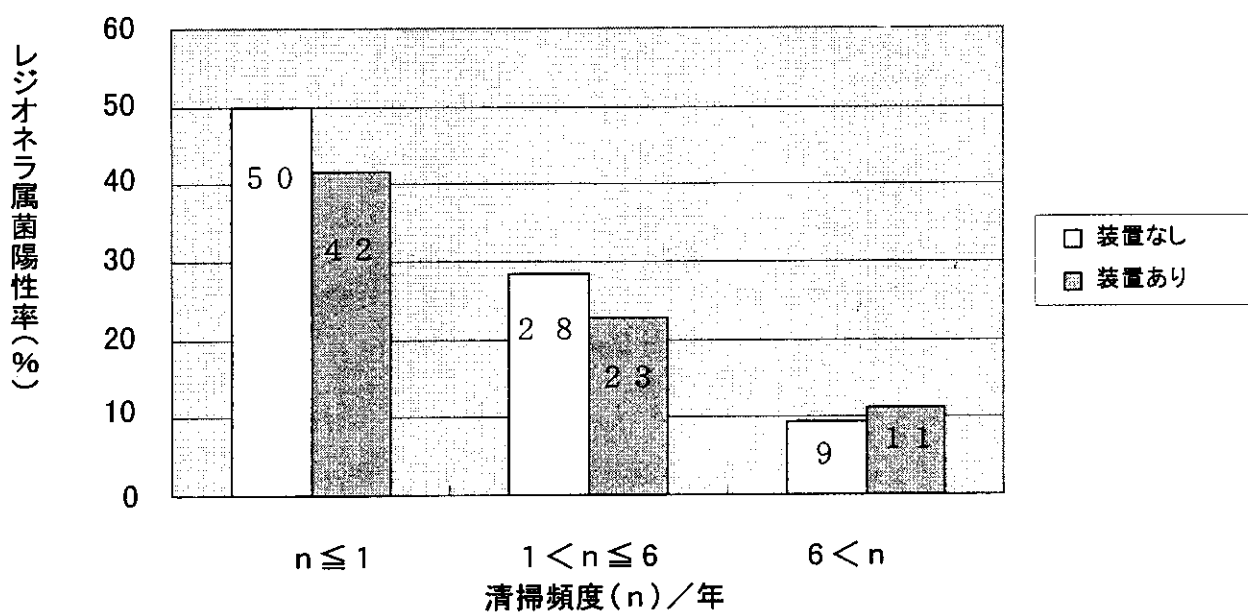


図-39 レジオネラ属菌陽性率と清掃頻度

(7) 清掃頻度と過マンガン酸カリウム消費量の関係

清掃頻度を年当たり1回以下、1回を超えて6回、6回を超えるの3群に分けて、清掃作業でどの程度水景施設の汚染物質を除去できるのか検討を行った。清掃頻度1回/年以下の群では、過マンガン酸カリウム消費量は、低値0.1mg/ℓから32mg/ℓの高値まで広く分布するが、1回を超えて6回/年の群では、0.1~18mg/ℓと分布幅が狭くなる。さらに清掃頻度が増し6回以上/年の群では、0.1~8.0mg/ℓと高い値の分布が低減し分布幅もさらに狭くなる(図-40)。

次に過マンガン酸カリウム消費量を0.1~5.0mg/ℓ, 5.1~10.0mg/ℓ, 10.1~15.0mg/ℓ, 15.1~20.0mg/ℓ, 30.1~35.0mg/ℓの5群に分類し、清掃頻度との関係を解析した。10.1~35.1mg/ℓまでの高値域と清掃頻度との関係をみると、清掃頻度1回/年以下の群では、10.1~35.0mg/ℓまでの高値群が20%を占める。しかし、清掃頻度1回を超えて6回/年の群では、高値域は6%、6回以上/年の群では0.0%にまで減少した(図-41)。

一方、清掃頻度の増加に伴って、0.1~5.0mg/ℓの低値群の分布は68%, 70%, 80%と上昇する傾向が認められた。これらの結果は清掃頻度を増すことによる汚染物質の除去効果を示しているものと考えられる。

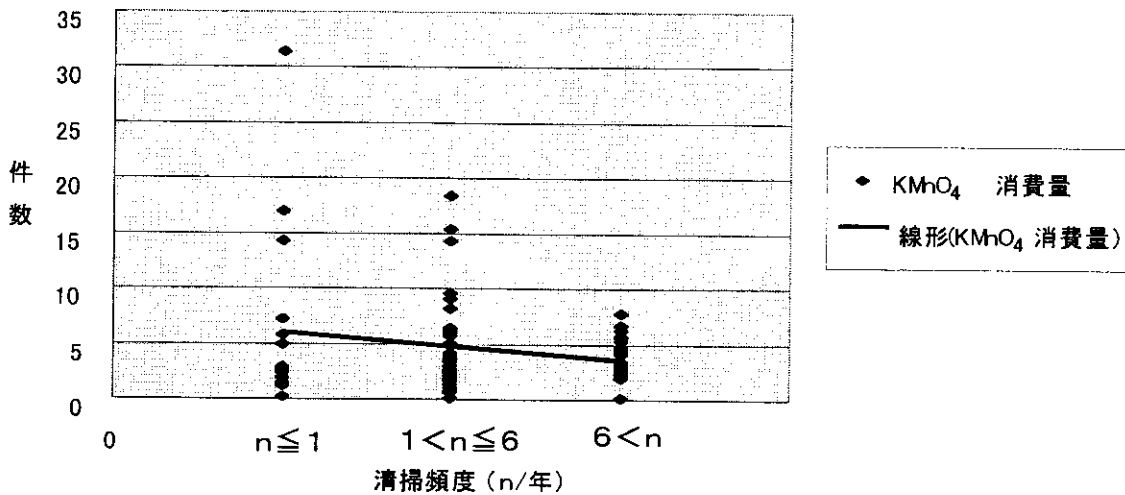


図-40 清掃頻度と過マンガン酸カリウム消費

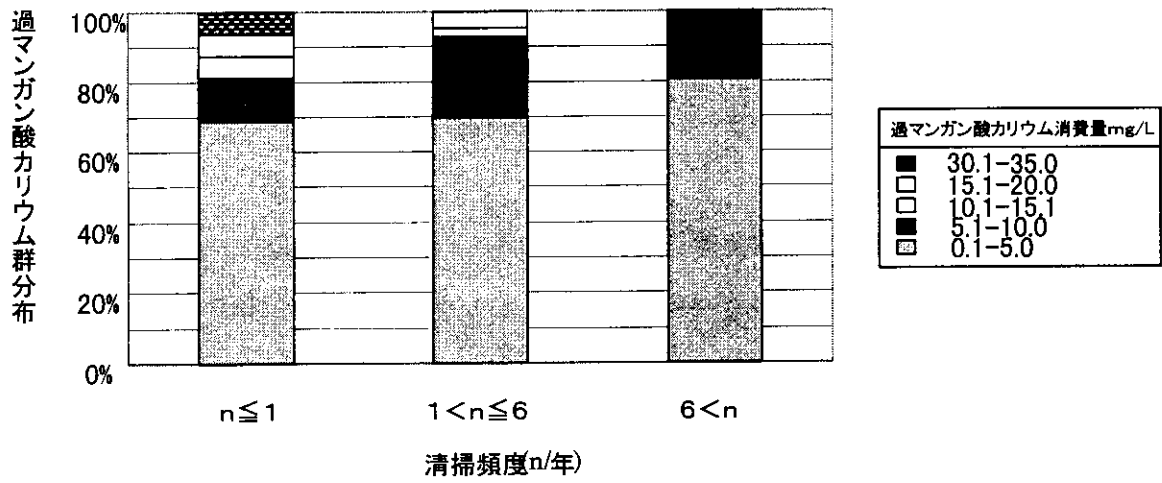


図-41 清掃頻度と過マンガン酸カリウム消費量の分布

(8) 換水頻度と過マンガン酸カリウム消費量の関係

今まで水景施設水は、どのくらいの割合で換水されているか未知であり、換水の効果についても知られていなかった。そこで換水頻度を1回/年以下、1回～6回/年、6回超/年の3群に分け、過マンガン酸カリウム消費量を0.1～5.0mg/ℓ、5.1～10.0mg/ℓ、10.1～15.0mg/ℓ、15.1～20.0mg/ℓ、30.1～35.0mg/ℓの5群に分類し、換水頻度がどのように水景施設の汚染物質除去に効果があるのか検討を加えた。過マンガン酸カリウム消費量10.1～35.0mg/ℓまでの高値群と0.1～5.0mg/ℓの低値群に分けて、その変動と換水頻度との関係を見ると、換水頻度1回以下/年の群では、10.1～35.0mg/ℓまでの高値群が15%も存在する。しかし、1回～6回/年の群では、高値群は5%、換水頻度が6回超/年に増加すると、3%にまで減少した(図-42)。また、0.1～5.0mg/ℓの低値群についてみると、68%、72%、76%と換水頻度を増すに伴って増加する傾向が認められた。これらの結果は、換水頻度を増すことによる汚染物質の除去効果を示しているものと考えられる。

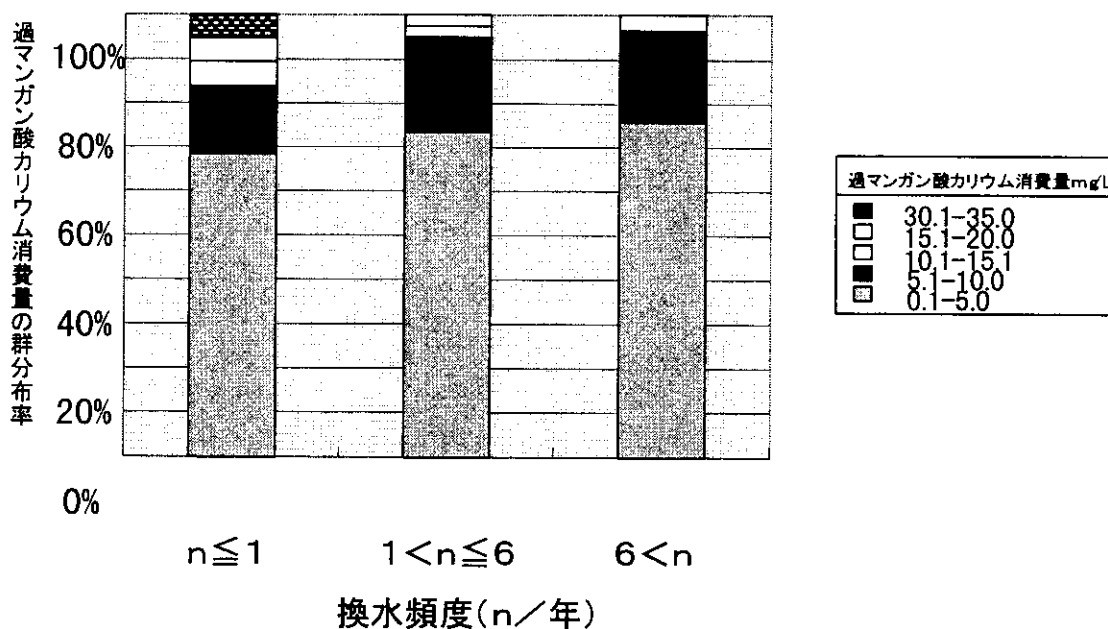


図-42 換水頻度と過マンガン酸カリウム消費量の分布

2. 3. 4 微生物試験および理化学試験結果

(1) 微生物試験および理化学試験結果の概要

水景施設の各微生物試験項目および理化学試験項目の基本統計量を表-6, 7に示した。微生物試験項目については、検出された検体を母集団として基本統計量を算出した。表中の検出率は各項目で検出された検体数を水景施設全体の検体数（n=95）に対する割合として示した。

1-1) 微生物試験結果

レジオネラ属菌は21検体から検出され、検出率22.1%、検出された最大値は6,300 CFU/100 ml、最小値は10CFU/100mlであった。大腸菌群は42検体から検出され、検出率 44.2%、検出された最大値は24,000MPN/100ml、最小値は2MPN/100mlであった。大腸菌は21検体から検出され、検出率22.1%、検出された最大値は10,900MPN/100ml、最小値は2MPN/100 mlであった。一般細菌は90検体から検出され、検出率94.74%、検出された最大値は 400,000 CFU/ml、最小値は1CFU/mlであった。なお、アメーバは45検体から検出され、検出率47.4%、検出された最大値は100、最小値は1であった（表-6）。

表-6 微生物項目の基本統計量

	レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	大腸菌群数 (MPN/100mL)	大腸菌 (MPN/100mL)	一般細菌数 (CFU/mL)	アメーバ数 (pfu/100mL)	宿主アメーバ数 (pfu/100mL)
平均	497.00	2083.14	637.76	19574.09	25.49	21.56
標準誤差	298.19	691.95	516.72	6457.04	5.32	5.52
中央値	60	304	17	665	9	4
最頻値	20	2	8	1	6	3
標準偏差	1366.46	4484.36	2367.89	61256.89	35.67	37.04
範囲	6290	23998	10898	399999	98	99
合計	10437	87492	13393	1761668	1147	970
標本数	21	42	21	90	45	45
検出率	22.11	44.21	22.11	94.74	47.37	47.37
最大値(1)	6300	24000	10900	400000	100	100
最小値(1)	10	2	2	1	2	1