

1. 2. 3 調査結果

1. 2. 3. 1 水景施設の概要

(1) 演出形態による施設の状況

屋内外設置場所別の演出形態調査施設数を表1に、設置場所別演出形態の割合を図1に示した。水景施設の設置場所は屋内が29施設、屋外が53施設であった。演出形態別では、滝や壁泉等の落水が47.6%(39施設)と最も多く、続いてエアロゾル吸入の可能性が最も高いと指摘されている噴水36.6%(30施設)、流水11.0%(9施設)、溜水4.9%(4施設)の順であった。屋内施設と屋外施設の演出形態の割合はほぼ同様に、落水、噴水、流水、溜水の順であった。

表1 屋内外設置場所別の演出形態調査施設数

演出形態	屋内		屋外		合計	
	施設数	%	施設数	%	施設数	%
噴水	10	34.5	20	37.7	30	36.6
落水	16	55.2	23	43.4	39	47.6
流水	3	10.3	6	11.3	9	11.0
溜水	0	0.0	4	7.5	4	4.9
合計	29	100.0	53	100.0	82	100.0

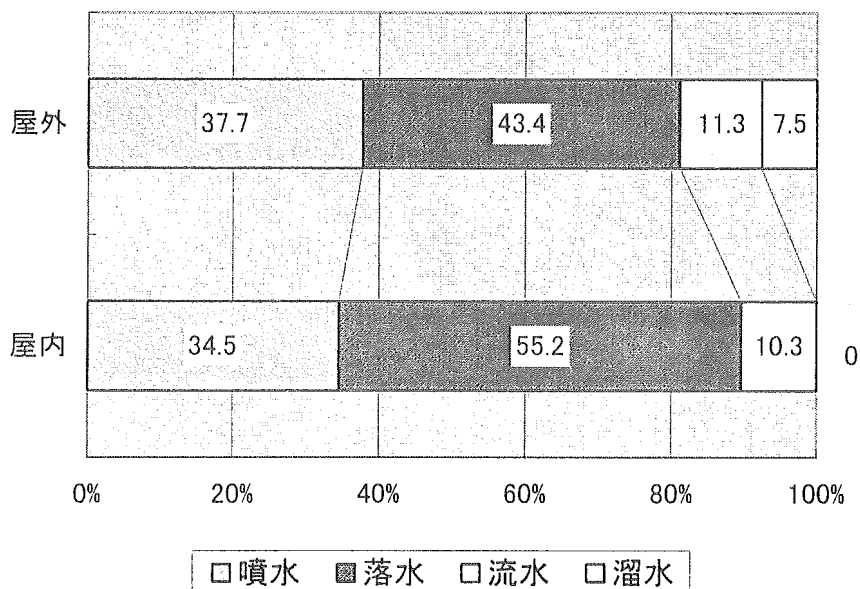


図1 設置場所別演出形態の割合

(2) 総水量規模別の分布

総水量の換算が可能であった75施設について、総水量の規模別の調査施設数を表2に、総水量規模の分布を図2に示した。総水量は0.02~116,000m³に分布し、総水量が50m³を超える施設はわずか14施設で、10m³未満が29施設、10m³以上50m³未満が32施設で、全体の約80%が50m³未満であった。設置場所別では屋内はほとんどが総水量50m³以内の小規模施設であったが、屋外は1,000m³以上の大規模施設も存在した。図面等の不備から総水量の換算が不可能であった7施設は除いた。

表2 総水量の規模別調査施設数

総水量(m ³)	屋内		屋外		合計	
	施設数	%	施設数	%	施設数	%
T < 10	12	46.2	17	34.7	29	38.7
10 ≤ T < 50	13	50.0	19	38.8	32	42.7
50 ≤ T < 100	1	3.8	5	10.2	6	8.0
100 ≤ T < 1,000	0	0.0	6	12.2	6	8.0
1,000 ≤ T	0	0.0	2	4.1	2	2.7
合計	26	100.0	49	100.0	75	100.0

T : 総水量 (m³)

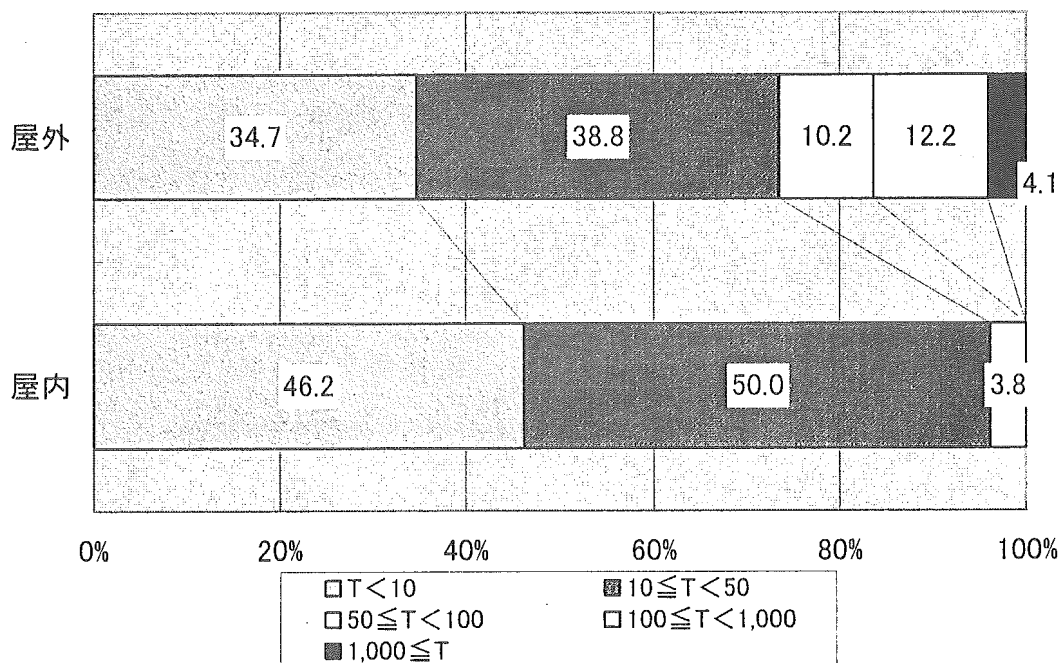


図2 総水量規模の分布

(3) 使用水別の施設状況

使用水の種類別調査施設数を表3に示した。88.9% (72施設) が水道水のみを使用水として利用しており、他の水源を利用していたのは12.7% (9施設) であった。また、屋内に設置された施設は不明1施設を除き、全て水道水を利用していた。他の水源を利用していた9施設のうち4施設が総水量50m³を超える大規模施設であった。大規模な施設の中には高額な水道料金に比べ安価な井戸水を利用する施設がある一方で、高額な水処理装置を設置して環境に配慮する都市設計の一翼を担う施設も存在していると思われる。

表3 使用水の種類別調査施設数

使用水の種類	屋内	屋外	合計
水道水	28	44	72
雨水		1	1
井戸水		1	1
水道水+雨水		3	3
水道水+井戸水		1	1
雨水+井戸水		2	2
雨水+再利用水		1	1
不明	1		1
合計	29	53	82

(4) 水温の分布

水景施設の設置場所別の水温分布を表4に示した。屋内の水景施設の水温20.7~29.2℃、屋外は18.7~31.0℃であった。屋外の水景施設の方が屋内に比べて水温の分布域が広い傾向を示した。また、最頻値は屋内が22℃ \leq t<24℃、屋外が24 \leq t<26℃に分布しており、屋外設置の水景施設の方が高かった。水温は気温・室温や日照に左右されるため、季節変動や天候が重要な影響因子になると考えられる。

表4 設置場所別の水温分布

水温 (℃)	設置場所	
	屋内	屋外
30 \leq t		1
28 \leq t<30	2	5
26 \leq t<28	3	8
24 \leq t<26	8	15
22 \leq t<24	9	11
20 \leq t<22	7	8
18 \leq t<20		5
合計	29	53

t : 水温 (℃)

(5) 殺菌装置の有無とその殺菌方法

殺菌装置が設置されていない施設は 43 (52.4%)、設置されている施設は 38 (46.3%)、不明 1 施設であった。

殺菌装置が設置されている施設の殺菌方法を表 5 に示した。塩素系薬剤単独使用による殺菌が一番多く約 55.3%、次いで銅イオン 18.4%、紫外線 7.9%、塩素系薬剤と銅イオンの併用 15.8%、塩素系薬剤と抗レジオネラ剤の併用 2.6%であった。

殺菌装置の設置状況を屋内 (N=29) と屋外 (N=53) で比較すると、それぞれ 44.8%、47.2% と約半数で殺菌装置が設置されていた。

殺菌装置が設置されていない施設 43 の中で、11 施設で薬剤の投げ込み殺菌を行っており、8 施設は塩素剤、2 施設は抗レジオネラ剤、1 施設は木酢液であった。殺菌装置の設置が不明であった 1 施設も塩素剤の投げこみ殺菌を行っていた。

表 5 殺菌装置が設置されている施設の殺菌方法

殺菌方法	施設数	%	屋内	屋外
塩素	21	55.3	8	13
銅イオン	7	18.4	3	4
紫外線	3	7.9		3
塩素 + 銅イオン	6	15.8	1	5
塩素 + 抗レジオネラ剤	1	2.6	1	
合計	38	100	13	25

(6) ろ過器の有無と循環の状況

81 施設について、ろ過器の有無と循環の状況を表 6 に示した。ろ過器が設置されていたのは 54.3%、循環装置が設置されていたのは 92.6%であった。ろ過器の設置率は屋内 (53.6%)・屋外 (54.7%) でほぼ同程度であった。また、屋内設置施設では 100%、屋外設置施設でも 84.9%が常時循環であった。ろ過器の有無が不明であった 1 施設を除いた。

表 6 ろ過器の有無と循環の状況

	屋内		屋外		合計
	ろ過器有	ろ過器無	ろ過器有	ろ過器無	
常時循環	15	13	27	18	73
時間運転で循環			1	1	2
循環なし				4	4
その他			1*	1**	2
	15	13	29	24	81

* :ろ過器はあるが運転していない

** :ろ過器はなく、循環の有無が不明

1. 2. 3. 2 微生物及び理化学検査の結果

(1) レジオネラ属菌の分布

検出されたレジオネラ属菌の分布を表7に示した。15施設18.3%からレジオネラ属菌が検出され、菌数は10～6,300CFU/100mLであった。また、分離されたレジオネラ属菌は、同一試料で1菌種1血清群が12施設、1菌種2血清群が2施設、1菌種3血清群が1施設であった。表8に、分離されたレジオネラ属菌の菌種及び血清群分布を示した。検出された15試料のうち、*Legionella pneumophila* 血清群Iが10株と最も多く、冷却塔の場合と類似した結果を示した。この原因については調査事例が少なく、今後の調査を待ちたい。また、屋内の落水施設1試料から*L. anisa*が検出された。

表7 検出されたレジオネラ属菌一覧

レジオネラ属菌数 (CFU/100ml)	菌種	血清群
6,300	<i>L. pneumophila</i>	V
1,200	<i>L. pneumophila</i>	I
820	<i>L. pneumophila</i>	I
590	<i>L. pneumophila</i>	I, III, IV
510	<i>L. pneumophila</i>	I
240	<i>L. pneumophila</i>	I, IV
130	<i>L. pneumophila</i>	I, III
110	<i>L. anisa</i>	
80	<i>L. pneumophila</i>	I
60	<i>L. pneumophila</i>	I
56	<i>L. pneumophila</i>	VIII
36	<i>L. pneumophila</i>	I
20	<i>L. pneumophila</i>	NA
17	<i>Legionella sp</i>	
10	<i>L. pneumophila</i>	I

表8 レジオネラ属菌の菌種及び血清群分布

血清群	型	検体数
<i>L. pneumophila</i>	SG I	10
	SG III	2
	SG IV	2
	SG V	1
	SG VIII	1
	NA	1
<i>L. anisa</i>		1
<i>Legionella sp</i>		1

(2) 大腸菌群数及び大腸菌数

水系細菌汚染の指標細菌である大腸菌群は 42 施設 51.2%が陽性施設であった。検出菌数は 2~24,000 MPN/100ml であった。大腸菌は 21 施設 25.6%が陽性で検出菌数は 2~10,900 MPN/100ml であった。

(3) レジオネラ属菌数と他の細菌検査結果

レジオネラ属菌数と一般細菌数、大腸菌群数、大腸菌数の間に相関関係は認められなかった。また、レジオネラ属菌の検出群と不検出群について、各細菌の検出群、不検出群との間に χ^2 検定を行ったところ有意差は見られなかった。これらのことから、一般細菌数、大腸菌群数、大腸菌数はレジオネラ属菌の簡易的な代替指標にはならないと考えられた。

(4) 設置場所の違いによるレジオネラ属菌検出状況

屋内設置 29 施設、屋外設置 53 施設について、レジオネラ属菌の検査を行った結果を表 9 に示した。屋内設置施設の 20.7%、屋外設置施設の 17.0%からレジオネラ属菌が検出された。設置場所の違いからレジオネラ属菌検出状況に有意な差は認められなかった。

表 9 設置場所の違いによるレジオネラ属菌検出状況

レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	屋内		屋外		合計	
	施設数	%	施設数	%	施設数	%
不検出	23	79.3	44	83.0	67	81.7
10~<100	3	10.3	4	7.5	7	8.5
100~<1000	2	6.9	4	7.5	6	7.3
1000~	1	3.4	1	1.9	2	2.4
合計	29	100.0	53	100.0	82	100.0

(5) 演出形態の違いによるレジオネラ属菌検出状況

噴水 30 施設、落水 39 施設、流水 9 施設、溜水 4 施設について、レジオネラ属菌の検査を行った結果を表 10 に示した。噴水施設の 23.3%、落水施設の 15.4%、流水施設の 11.1%、溜水施設の 25.0%からレジオネラ属菌が検出された。エアロゾル発生の可能性が高い噴水施設及び落水施設の一部から検出されたレジオネラ属菌数は $10^2 \sim 10^3$ CFU/100mL の高い値を示した。

表 10 演出形態の違いによるレジオネラ属菌検出状況

レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	噴水		落水		流水		溜水		合計	
	施設数	%	施設数	%	施設数	%	施設数	%	施設数	%
不検出	23	76.7	33	84.6	8	88.9	3	75.0	67	81.7
10~<100	3	10.0	3	7.7	1	11.1	1	25.0	8	9.8
100~<1000	3	10.0	2	5.1	0	0.0	0	0.0	5	6.1
1000~	1	3.3	1	2.6	0	0.0	0	0.0	2	2.4
合計	30	100.0	39	100.0	9	100.0	4	100.0	82	100.0

(6) 総水量規模によるレジオネラ属菌検出状況

総水量 (T) が判明している 75 施設について、総水量の規模とレジオネラ属菌の陽性施設の分布を表 11 に、陽性率を図 3 に示した。レジオネラ属菌陽性率は全体的には総水量が少ない 10m^3 未満の施設と $100 \leq T < 1,000\text{m}^3$ の施設による双峰性を示した。このことから、総水量とレジオネラ属菌陽性率に明らかな関連がないことが判明した。総水量が不明な 7 施設を除いた。

表 11 総水量の規模とレジオネラ属菌の陽性施設の分布

総水量(m^3)	屋内			屋外			合計		
	レジオネラ属菌陽性施設数	施設数	陽性率 (%)	レジオネラ属菌陽性施設数	施設数	陽性率 (%)	レジオネラ属菌陽性施設数	施設数	陽性率 (%)
$T < 10$	3	12	25	5	17	29.4	8	29	27.6
$10 \leq T < 50$	3	13	23.1	0	19	0	3	32	9.4
$50 \leq T < 100$	0	1	0	1	5	20	1	6	1.7
$100 \leq T < 1,000$	0	0	0	2	6	33.3	2	6	33.3
$1,000 \leq T$	0	0	0	0	2	0	0	2	0
合計	6	26	23.1	8	49	16.3	14	75	18.7

T : 総水量 (m^3)

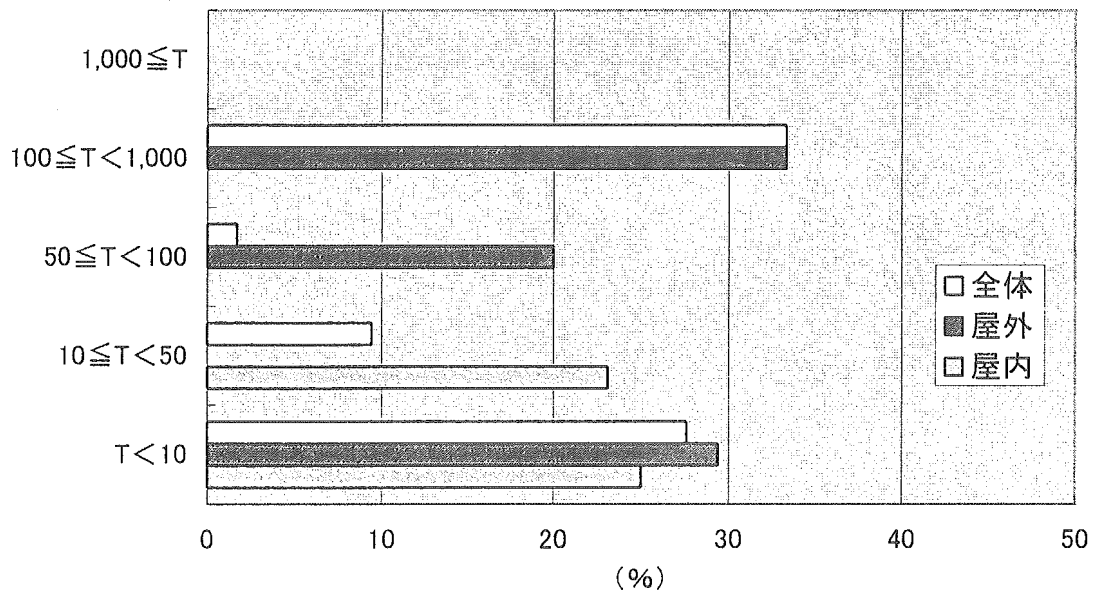


図 3 総水量 (T) の規模とレジオネラ属菌の陽性率

(7) 水温変動によるレジオネラ属菌検出状況

残留塩素が検出されなかった 63 施設の試料について、レジオネラ属菌陽性率と水温の関係を表 12 に示した。レジオネラ属菌が検出された 15 試料の水温は、屋内設置施設が 22～30℃、屋外設置施設が 18～30℃で、屋外の方が分布域が広がった。また、水温が 22℃前後の時はレジオネラ属菌陽性率が約 15%であったが、水温が 26℃以上になるとレジオネラ属菌陽性率が 40%以上の高率になることが判明した。夏季で水温が比較的高い時期に検査をしても、微妙な水温変動でレジオネラ属菌の陽性率が変動することが明らかになった。

表 12 レジオネラ属菌陽性率と水温

水温 (°C)	屋内			屋外			合計		
	試料数	陽性試料数	レジオネラ属菌陽性率	試料数	陽性試料数	レジオネラ属菌陽性率	試料数	陽性試料数	レジオネラ属菌陽性率
30 ≤ t	0	0	0	1	0	0	1	0	0
28 ≤ t < 30	2	2	100.0	5	1	20.0	7	3	42.9
26 ≤ t < 28	2	1	50.0	5	2	40.0	7	3	42.9
24 ≤ t < 26	5	2	40.0	13	1	7.7	18	3	16.7
22 ≤ t < 24	7	1	14.3	7	1	14.3	14	2	14.3
20 ≤ t < 22	5	0	0	6	3	50.0	11	3	27.3
18 ≤ t < 20	0	0	0	5	1	20.0	5	1	20.0
合計	21	6	28.6	42	9	21.4	63	15	23.8

t : 水温 (°C)

(8) レジオネラ属菌分布と殺菌方法

水景施設の殺菌方法とレジオネラ属菌の検出の有無を表 13 に、塩素剤以外の薬剤の単独使用及び塩素剤の投げ込みを併用している施設のレジオネラ属菌検出の有無を表 14 に示した。殺菌装置が不明であった 1 施設は残留塩素が 0.4mg/L 検出されていたので、「塩素剤投げ込み」「レジオネラ属菌陰性（塩素+）群に分類した。

全 82 施設のうち、残留塩素が検出されたのは 19 施設 23.2%で、この 19 施設は総てレジオネラ属菌が不検出であった。塩素剤を使用した殺菌を行っていた 37 施設（塩素剤以外の殺菌方法に加えて塩素剤の投げ込みを行っていた施設も含む）のうち、レジオネラ属菌が検出されたのは 1 施設 2.7%であった。この施設は塩素剤単独殺菌で自動添加の殺菌装置が設置されていた。しかし、残留塩素は検出されておらず、添加する塩素濃度が低すぎて効果が見られなかったためにレジオネラ属菌が検出されたと思われる。塩素剤を使用していた 37 施設の中で残留塩素が検出されなかったのは 18 施設 48.6%であったため、塩素殺菌を行っていても維持管理に気を付けなければレジオネラ属菌の繁殖を抑制することは難しいと考えられた。

殺菌方法別のレジオネラ属菌陽性率を図 4 に示した。銅イオン、紫外線を利用した殺菌方法を行っていた施設はそれぞれ 7 施設、3 施設で、レジオネラ属菌が検出されたのはそれぞれ 4 施設 57.1%、1 施設 33.3%であった。数は少ないが冷却塔などで使用されている抗レジオネラ剤を使用した殺菌方法を行っている施設が 3 施設あり、レジオネラ属菌は不検出であ

った。塩素殺菌を行っていた施設でレジオネラ属菌が検出されたのは1施設2.7%で、他の殺菌方法に比較して高い効果を示した。この結果から、塩素による殺菌方法は水景用水のレジオネラ属菌を抑制するうえで、殺菌方法としては最も有効な手段のひとつと考えられる。

残留塩素が検出された19試料の濃度分布と塩素剤の注入方式を表15に示した。塩素剤の自動注入を行っている9施設のうち7施設(77.8%)、投げ込み注入を行っている10施設のうち7施設(70.0%)から1.0mg/L以上の残留塩素が検出された。投げ込み注入は塩素濃度の調整が難しいため、薬剤を投げ込んでからの期間が短い場合は塩素が高濃度に検出される傾向にある。また、自動注入は総水量の規模と注入間隔によって濃度の調整が必要であると思われる。

表13 施設の殺菌状況とレジオネラ属菌検出の有無

		レジオネラ陽性		レジオネラ陰性		合計
		塩素 +	塩素 -	塩素 +	塩素 -	
塩素剤単独	自動添加	0	1	9	8	18
	投げ込み	0	0	9*	2	11
その他の薬剤	その他の薬剤単独	0	5	0	8	13
	塩素剤投げ込み	0	0	1	7	8
殺菌無し		0	9	0	23	32
合計		0	15	19	48	82

*:殺菌装置の設置等が不明1施設を含む

表14 塩素剤以外の薬剤の単独使用及び塩素剤の投げ込みを併用している施設のレジオネラ属菌検出の有無

	レジオネラ陽性		レジオネラ陰性		合計
	塩素 +	塩素 -	塩素 +	塩素 -	
Cuイオン	0	4	0	3	7
紫外線	0	1	0	2	3
木酢酸	0	0	0	1	1
抗レジ剤	0	0	0	2	2
Cu+CL	0	0	0	6	6
抗レジ剤+CL	0	0	0	1	1
殺菌剤+CL	0	0	1	0	1
合計	0	5	1	15	21

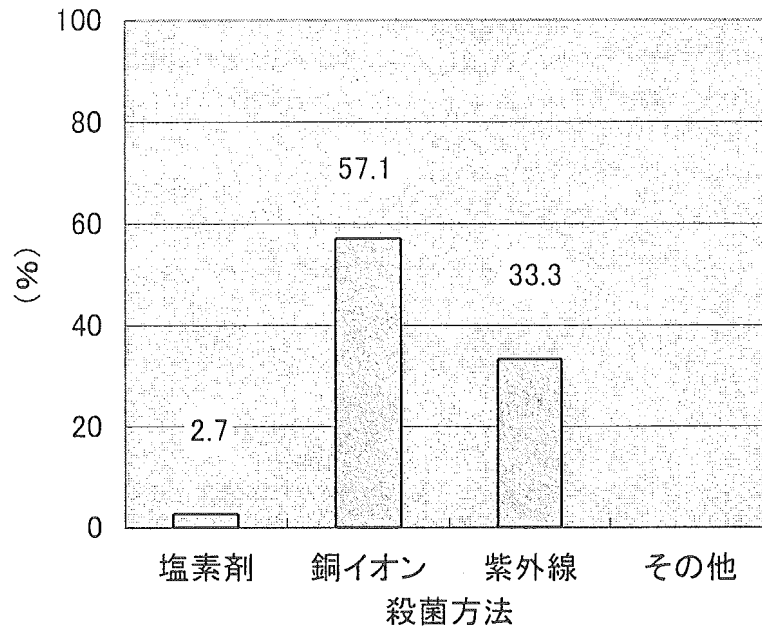


図4 殺菌方法別のレジオネラ属菌陽性率

表15 残留塩素濃度の分布と塩素剤の注入方式

遊離残留塩素濃度 (mg/L)	施設数	注入方式	
		自動	投げ込み
0.1	1	1	
0.2	1	1	
0.4	1		1
0.7	2		2
1	2	1	1
1.5	4	1	3
2	2		2
5	1	1	
>2	5	4	1

(9) レジオネラ属菌検出と使用水別殺菌方法

使用水の種類と殺菌方法を屋内に設置された施設については表 16、屋外に設置された施設については表 17 に示した。屋内に設置された 29 施設のうち、何らかの殺菌を行っているのは 18 施設 62.1%であった。屋外に設置された 53 施設のうち、何らかの殺菌を行っているのが 31 施設 58.5%であった。また、水道水以外を使用した 9 施設のうち、5 施設 55.5%で殺菌を行っていなかった。レジオネラ属菌が検出された 15 試料のうち 14 試料 93.3%が水道水のみを使用している施設であった。このことから、水道水 100%の使用であっても維持管理に努めなければレジオネラ属菌が検出されることがあることが確認された。

表 16 屋内に設置された施設のレジオネラ属菌検出と使用水別殺菌方法

使用水の種類	殺菌方法								合計
	塩素のみ	銅イオン	紫外線	CL+Cu	CL+抗レジ剤	抗レジ剤	木酢液	殺菌なし	
水道水	11	3(2)		1	1	1	1	10(4)	28(6)
雨水									
井戸水									
水道水+雨水									
水道水+井戸水									
雨水+井戸水									
雨水+再利用水									
不明	1								1
合計	12	3(2)	0	1	1	1	1	10(4)	29(6)

表中()内はレジオネラ属菌検出試料数

表 17 屋外に設置された施設のレジオネラ属菌検出と使用水別殺菌方法

使用水の種類	殺菌方法								合計
	塩素のみ	銅イオン	紫外線	CL+Cu	塩素+殺菌剤	抗レジ剤	木酢液	殺菌なし	
水道水	14(1)	4(2)	3(1)	5	1			17(4)	44(8)
雨水	1								1
井戸水								1	1
水道水+雨水	1					1		1	3
水道水+井戸水								1(1)	1(1)
雨水+井戸水								2	2
雨水+再利用水	1								1
合計	17(1)	4(2)	3(1)	5	1	1	0	22(5)	53(9)

表中()内はレジオネラ属菌検出試料数

(10) レジオネラ属菌数と清掃頻度

残留塩素が検出されなかった63施設の試料について、レジオネラ属菌陽性率と清掃頻度の関係を表18に、清掃頻度の変化によるレジオネラ属菌陽性率の変化を図5に示した。清掃の内容は、水抜きとデッキブラシ等による物理的な清掃と物理清掃に塩素剤等の殺菌処理を併用した清掃が混在していた。

清掃頻度が2回/年未満の場合、レジオネラ属菌陽性率は66.7%と高率であった。しかし、清掃頻度を6回/年以上にすると、レジオネラ属菌陽性率は25.0%、12回/年以上にすると、16.7%まで低下することが判明した。これらのことから、水景施設の清掃頻度がレジオネラ属菌検出のリスクファクターになることが示唆された。

表18 レジオネラ属菌陽性率と清掃頻度

清掃頻度 (回/年)	レジオネラ属菌検出		陽性率
	陰性	陽性	
$C < 2$	6	4	66.7
$2 \leq C < 6$	17	7	41.2
$6 \leq C < 12$	4	1	25
$12 \leq C$	18	3	16.7

C : 清掃頻度 (回/年)

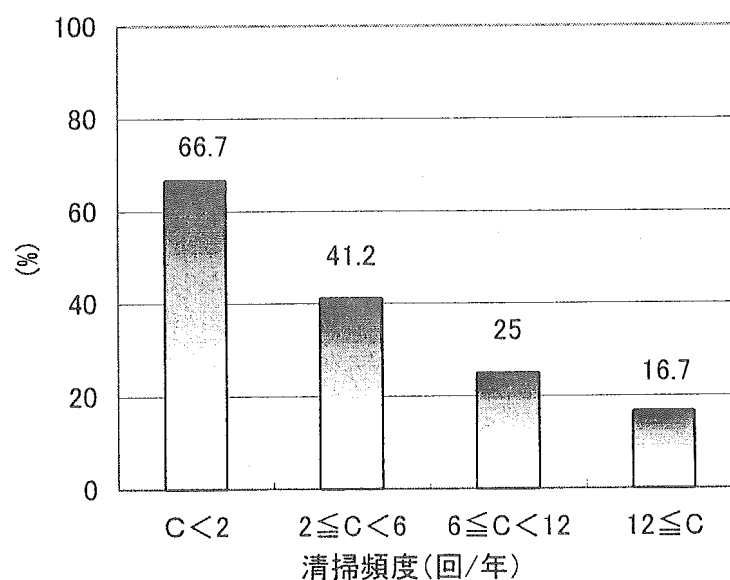


図5 清掃頻度の変化によるレジオネラ属菌陽性率の変化

(11) レジオネラ属菌とろ過器の有無と循環の状況

塩素が検出されなかった 63 試料について、ろ過器の有無と循環の状況によるレジオネラ属菌検出状況を表 19 に示した。ろ過器が設置されていた 32 試料のうち 8 試料からレジオネラ属菌が検出された（陽性率 25.0%）。一方、ろ過器が設置されていない 31 試料のうち 7 試料からレジオネラ属菌が検出された（陽性率 22.6%）。レジオネラ属菌の陽性率はろ過器の有無ではほとんど変化はなかった。

レジオネラ属菌が検出された試料のろ過方式は、砂ろ過 4、珪藻土 1、フィルター1、不明 2 であった。

表 19 ろ過器の有無と循環の状況によるレジオネラ属菌検出状況

	屋内		屋外		合計
	ろ過器有	ろ過器無	ろ過器有	ろ過器無	
常時循環	3/9	3/12	5/21	2/13	13/55
時間運転で循環			0/1	0/1	0/2
循環なし				2/4	2/4
その他			0/1*	0/1**	0/2
	3/9	3/12	5/23	4/19	15/63

* :ろ過器はあるが運転していない

** :ろ過器はなく、循環の有無が不明

(表中の数字は レジオネラ属菌陽性試料数/試料数)

1. 2. 4 まとめ

1. 1で調査を行った水温等が変化する通年調査とは条件が異なる夏季のレジオネラ属菌の生息実態と維持管理の状況をより詳細に解析した結果、以下のことが判明した。

(1) 調査を行った18.3%の水景施設から10~6,300 CFU/100mLのレジオネラ属菌が検出された。分離されたレジオネラ属菌の菌種及び血清群は、*Legionella pneumophila* SG Iが一番多く分離され、冷却塔水の場合と類似した結果を示した。

(2) 水系細菌汚染の指標細菌である大腸菌群は51.2%から検出され、菌数は2~24,000 MPN/100mlであった。水景用水の法的な水質基準はないが、日本水景協会が提案している親水用水大腸菌群数1,000個/100mLの値を上回っており、水景用水の利用状態によっては、清掃や殺菌等の手段を講じて菌数減少をはかる必要があると思われる。また、水景施設の水質検査を行う際には、レジオネラ属菌だけでなく、大腸菌群も検査を行うと、より一層衛生面の実態把握が出来ると考える。

(3) レジオネラ属菌は検査に特殊な培地等を使用するため検査費用が高く、検査に要する日数も多い。そのため、一般的に検査が行われている一般細菌、大腸菌群、大腸菌を簡易的な代替指標にすることが考えられる。しかし、調査の結果レジオネラ属菌と各細菌の間に相関は見られなかった。また、レジオネラ属菌の検出群と不検出群について、各細菌の検出群、不検出群との間に χ^2 検定を行ったところ有意差は見られなかった。これらのことから、一般細菌数、大腸菌群数、大腸菌数はレジオネラ属菌の簡易的な代替指標にはならないことが判明し、レジオネラ属菌数を把握するためには、レジオネラ属菌の検査を行うしかないことが確認された。

(4) エアロゾル発生の可能性が高い噴水施設及び落水施設の一部から高いレジオネラ属菌数が検出された。水景施設の中でも、エアロゾルが発生しやすい演出形態を持つ施設は、特にレジオネラ属菌への注意が必要である。

(5) 総水量の規模とレジオネラ属菌の検出状況には明らかな関連がないことが判明した。総水量が小さな施設であっても、維持管理を怠ればレジオネラ属菌が検出される危険があると思われた。

(6) レジオネラ属菌陽性率と水温の関係を調査したところ、水温が22℃前後の時はレジオネラ属菌陽性率が約15%であったが、水温が26℃以上になるとレジオネラ属菌陽性率が40%以上の高率になることが判明した。夏季で水温が比較的高い時期に検査をしていても、微妙な水温変動でレジオネラ属菌の検出率が変動することが明らかになった。

(7) 殺菌方法では塩素剤を使用した殺菌方法が有効であることが判明した。残留塩素が検出された施設は総てレジオネラ属菌が不検出であった。しかし、塩素剤を使用していた施設の中で残留塩素が検出されなかった施設が48.6%あり、このうち1施設の試料からレジオネラ属菌が検出された。塩素殺菌を行っていても、残留塩素濃度のチェックなど維持管理に気を付けなければ、レジオネラ属菌の増殖を抑制することは難しいと考えられた。

(8) 清掃頻度とレジオネラ属菌の関係を調査したところ、清掃頻度が2回/年未満の場合、レジオネラ属菌陽性率は66.7%と高率であった。しかし、清掃頻度を12回/年以上にすると、16.7%まで低下することが判明した。これらのことから、水景施設の清掃頻度がレジオネラ属菌検出のリスクファクターなることが示唆された。

1. 3 提 言

1. 1 水景施設におけるレジオネラ属菌調査及び1. 2 「室内空気中の微生物汚染に関する調査研究報告書（平成12年度厚生科学研究補助金）」の水景施設周辺における微生物の実態調査から大阪及び横浜市のデータ解析より、レジオネラ症防止対策として次の維持管理方法を提言する。

1) 水景施設の約20～30%からレジオネラ属菌が検出され、冷却塔水から多く検出される *L. pneumophila* SG I やアメリカで水景施設によるポンティアック熱の集団発生を引き起こした *L. anisa* が検出された。閉鎖空間内の水景施設でエアロゾルの飛散があった場合、その吸入によるレジオネラ症の発生が懸念され、維持管理の必要性が明確になった。

2) レジオネラ属菌の増殖には様々な因子が関係してくるが、水景施設の水温変動に伴うレジオネラ属菌の消長調査を行った結果、水温上昇に伴ってレジオネラ属菌の分布域は広がり、20℃以上に多く分布することが明らかになった。このことから、水温はレジオネラ属菌の増殖に影響を及ぼす重要な因子であると考えられた。

3) 清掃・殺菌効果については、残留塩素濃度 0.2mg/L 以上の施設では、レジオネラ属菌は検出されていない。このことから、レジオネラ属菌の汚染対策には、水槽及びろ過・循環システム等に対して適切な清掃を行い、残留塩素濃度 0.2mg/L 以上を確保する事が必要であると考えられる。また、清掃頻度を上げるほどレジオネラ属菌の陽性率が下がっていた。

4) 水景施設におけるレジオネラ属菌の汚染防止策としては、

- ①清掃頻度を多くする。
 - ②ろ過装置の殺菌や配管の洗浄を行う。
 - ③利用形態等を考慮し、塩素などの殺菌装置を設ける。
 - ④必要に応じレジオネラ属菌検査を行う。
- などが必要である。

水景施設は個々の施設で様々な形態をとっているため、レジオネラ属菌の増殖因子が入り組んでいると考えられる。そのため、維持管理も一様ではなく、必要に応じレジオネラ属菌数を確認するなど個々の施設に即した方法を採用が必要であると考えられる。

文献

- 1) (財)ビル管理教育センター、室内空気汚染に関する調査研究報告書（平成12年度厚生科学研究助成金）、120-123

1. 4 水景施設におけるレジオネラ症防止対策マニュアル

1. 4. 1 マニュアル作成の目的と背景

噴水や滝などの水景施設は、公園などの屋外ばかりでなく、ホテルのロビーや地下街など屋内にも設置されている。水景施設の多くは、親水や修景を目的として設置されており、直接水に触れたり、流水美や水音を楽しんだりする演出施設も多い。このような施設は適切な維持管理が行われなければ、レジオネラ属菌などによる微生物汚染が起これ、レジオネラ症が発生することが危惧される。過去の事例として、1988年、アメリカで患者34名にのぼるポンティアック熱の集団感染が発生した。この事例の感染源は、ホテルのロビーに設置された噴水であったことが後に判明した。このようなレジオネラ症の発症を未然に防止するためには、水景施設の維持管理に十分な注意を払う必要がある。しかし、維持管理手法が未だ確立されていないのが現状である。

(財)ビル管理教育センターでは、平成12年度厚生科学研究において「室内空気中の微生物汚染に関する調査報告書」を作成、報告した。その中で水景施設周辺における微生物の実態調査を行い、施設の概要、維持管理の問題点、レジオネラ属菌の汚染実態について述べている。さらに13年度では、水景施設の通年調査を行い、長期間におけるレジオネラ汚染状況の推移、清掃・消毒手法の効果などを検討してきたところである。調査後、水景施設の管理者、保健所職員などから、多くの質問が寄せられている。内容はレジオネラ属菌汚染の問題に限らず、検出された大腸菌の対策、様々な演出形態に適した消毒法、およびその必要性など施設現場に直結したものであった。

水景施設は、人の接近、演出形態など施設によって利用実態は様々であることから、今回、実態に即した具体的な維持管理マニュアルを作成することとし、水景施設における微生物に関する検討ワーキンググループを組織した。

本ワーキンググループは、室内空気中の微生物汚染防止対策に関する研究の「循環式浴槽及び水景施設における微生物に関する研究委員会」に設けられたワーキンググループの1つである。

目 次

はじめに	1
I. レジオネラ症とは	2
II. 感染源および感染経路	3
III. 水景施設の概要	4
(1) 水景施設とはどのような施設ですか。	4
(2) 水景施設の演出形態にはどのようなものがありますか。	5
(3) 水景施設における基本的な水処理の方法はどのようになっていますか。	7
IV. レジオネラ属菌の検出状況	9
(1) 水景施設ではレジオネラ属菌がどの程度検出されていますか。	9
(2) 設置場所、演出形態の違いによりレジオネラ属菌の汚染状況は異なりますか。	9
V. 水景用水の水質管理	11
(1) 水景施設の水質管理に関して法規等による規定はありますか。	11
(2) 新版レジオネラ症防止指針でレジオネラ属菌の検査頻度が示されていますが、具体的にはどのように行えばよいのですか。	12
(3) 水景用水の殺菌にはどのような方法がありますか。	15
(4) 塩素系薬剤にはどのようなものがありますか。	16
(5) 塩素系薬剤による消毒方法で注意すべきことは何ですか。	16
(6) 塩素系薬剤を使用するにあたっての一般的な注意事項は何ですか。	17
(7) 有効塩素と残留塩素の違いは何ですか。	17
(8) 水景用水の塩素濃度を保持する場合の薬剤の注入(投入)量はどの位ですか。	18
(9) 残留塩素濃度の測定にはどのような方法がありますか。	19
(10) 冷却塔水に使用している空調用の抗レジオネラ剤は水景施設に使えますか。	20
(11) レジオネラ属菌以外の水質検査について教えてください。また、結果からどのようなことを判断したらよろしいですか。	20
VI. 水景施設の維持管理	22
(1) 換水・清掃を実施する目安として、何か良い指標はありませんか。	22
(2) 水景施設の維持管理にはどのような項目を設ければよいですか。	23
VII. その他	25
(1) 感染の危険因子について教えてください。	25
(2) レジオネラ症に罹らないようにするにはどうしたらよいのでしょうか。	25
(3) レジオネラ症が疑われる患者が発生した場合の対応を教えてください。	

ください。 -----	25
(4) 水景用水のレジオネラ属菌の検査はどこに依頼すればよいですか。 ---	26
(5) 検査を行うにあたり、検体の採取や輸送などで注意しなければ ならないことは何ですか。 -----	26

はじめに

この水景施設におけるレジオネラ症防止対策マニュアルは、「Ⅰ. レジオネラ症とは」、「Ⅱ. 感染源及び感染経路」、「Ⅲ. 水景施設の概要」、「Ⅳ. レジオネラ属菌の検出状況」、「Ⅴ. 水景施設の水質管理」、「Ⅵ. 水景施設の維持管理」、および「Ⅶ. その他」の7章で構成されています。「Ⅰ」及び「Ⅱ」は、レジオネラ症の紹介と発生機構についての解説、「Ⅲ」は水景施設に対する基礎知識、「Ⅳ」は水景施設からのレジオネラ属菌の検出状況、「Ⅴ及びⅥ」は水景施設の管理について、「新版レジオネラ症防止指針」などの最新の知見をもとに、現時点における望ましい対応を具体的に、簡易な表現で記述しました。

なお、本防止対策マニュアルは、水景施設の維持管理者、設計者、製造・販売者並びに行政関係者など、多くの方に使用していただきたく、参考となるべき演出形態、施設の維持管理法、レジオネラ属菌汚染の対策などについて、Q&A方式を用いて項目別に分かり易い形でまとめました。水景施設は、人の接近、演出形態など施設によって利用実態は様々です。水景施設の設置実態に応じた利用を期待しております。