

### (3) 演出形態の違いによるレジオネラ属菌検出状況

噴水 12 試料、落水 26 試料、流水 12 試料、溜水 7 試料について、レジオネラ属菌の検査を行った結果を表 10 に示した。また、演出形態の違いによる検出されたレジオネラ属菌数の分布を図 6 に、演出形態の違いによるレジオネラ属菌陽性率の比較を図 7 に示した。噴水の 58.3%、落水の 34.6%、流水の 8.3%、溜水の 28.6% からレジオネラ属菌が検出された。噴水、落水、流水、溜水の形態をとる施設の試料から、レジオネラ属菌がそれぞれ 16~2,500、18~900、12~21、24~150CFU/100mL 検出された。エアロゾル発生の可能性が高い噴水や落水の形態の施設から、高濃度のレジオネラ属菌が検出された。同様にエアロゾル発生が指摘されている冷却塔水においても、高濃度のレジオネラ属菌が検出されている。これらの背景にはエアレイションという共通条件が存在するが、今回の調査においてはエアレイションとレジオネラ属菌検出状況との明確な関係は得られていない。今後の検査結果を待ちたい。

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	
	試料数	%	試料数	%	試料数	%	試料数	%	試料数	%
不検出	5	41.7	17	65.4	11	91.7	5	71.4	38	66.7
10~<100	3	25.0	2	7.7	1	8.3	1	14.3	7	12.3
100~<1000	3	25.0	7	26.9	0	0.0	1	14.3	11	19.3
1000~	1	8.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.8
合計	12	100.0	26	100.0	12	100.0	7	100.0	57	100.0

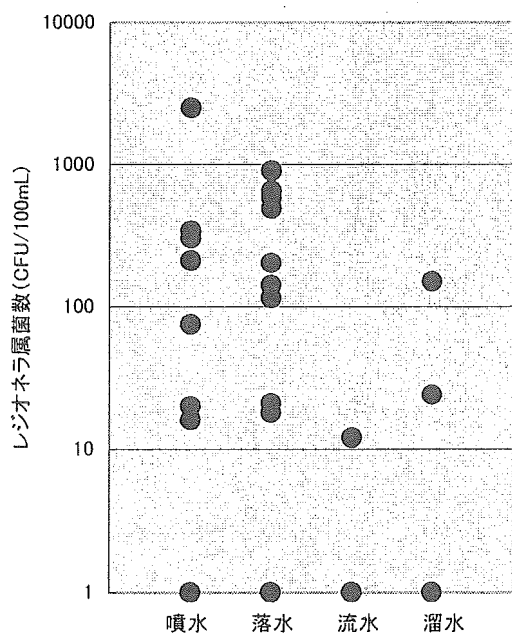


図 6 演出形態の違いによる検出されたレジオネラ属菌数の分布

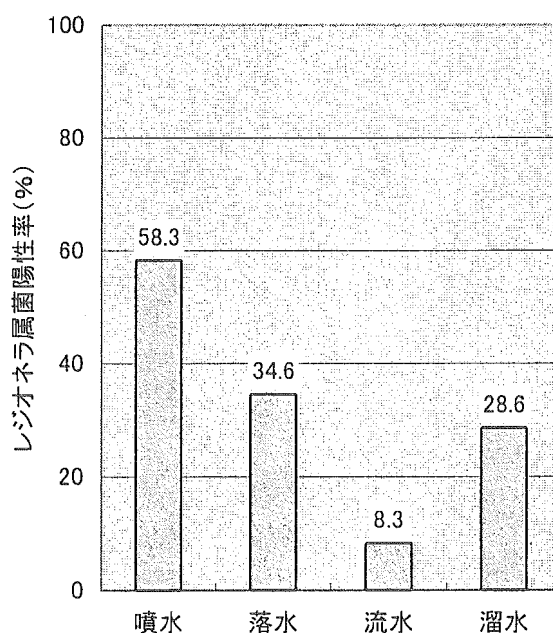


図 7 演出形態の違いによるレジオネラ属菌陽性率の比較

(4) 総水量規模によるレジオネラ属菌検出状況

総水量が判明している 49 試料について、総水量の規模とレジオネラ属菌の検出状況を表 11 に、陽性率を図 8 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  $10\text{m}^3$  未満の施設の試料と  $100 \leq T < 1,000 \text{ m}^3$  の施設の試料による双峰性を示した。総水量の規模別区分を見ると、屋内に設置された水景施設の総水量が  $10\text{m}^3$  未満の試料のレジオネラ属菌陽性率が、他の区分の陽性率に比較して、83.3%と非常に高い値を示した。逆に、屋外に設置された水景施設の総水量が  $10\text{m}^3$  未満の試料のレジオネラ属菌陽性率は、他の区分の陽性率に比較して、18.8%と低い値を示した。これらのことから、総水量とレジオネラ属菌の検出状況の間には、関連性が薄いことが示唆された。総水量が不明な 2 施設 8 試料は除いた。

表 11 総水量の規模とレジオネラ属菌の検出状況

総水量 ( $\text{m}^3$ )	屋内			屋外			合計		
	レジオネラ属菌陽性試料数	試料数	陽性率 (%)	レジオネラ属菌陽性試料数	試料数	陽性率 (%)	レジオネラ属菌陽性試料数	試料数	陽性率 (%)
$T < 10$	10	12	83.3	3	16	18.8	13	28	46.4
$10 \leq T < 50$	1	4	25.0	0	3	0.0	1	7	14.3
$50 \leq T < 100$	0	0	0.0	2	8	25.0	2	8	25.0
$100 \leq T < 1,000$	0	0	0.0	3	6	50.0	3	6	50.0
合計	11	16	68.8	8	33	24.2	19	49	38.8

T : 総水量 ( $\text{m}^3$ ) を表す  
 総水量が不明な 2 施設 8 試料は除いた

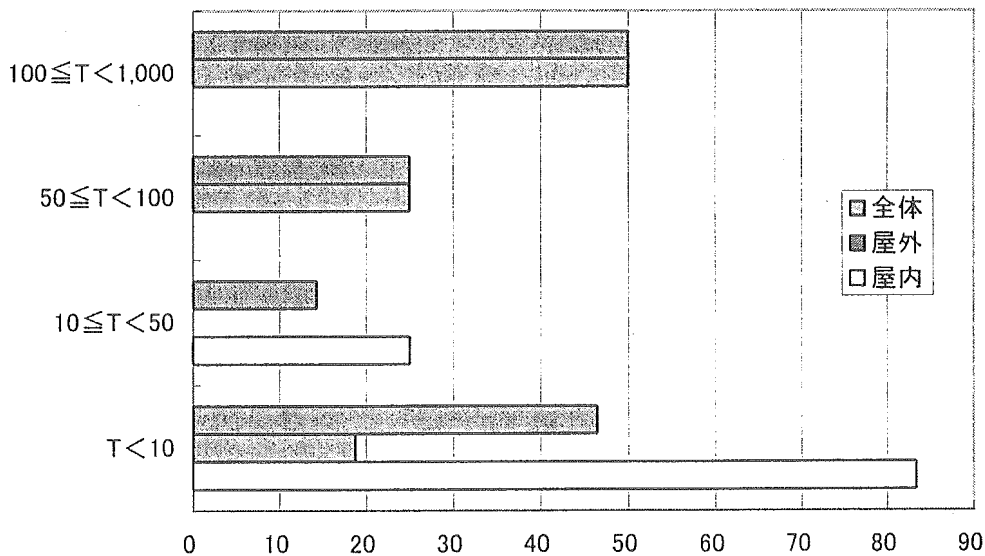


図 8 総水量の規模とレジオネラ属菌陽性率

(5) 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ると殺菌効果が現れ、レジオネラ属菌陽性率に影響が出ると考えられたので、残留塩素が検出されなかった 52 試料について、レジオネラ属菌陽性率と水温の関係を解析し、表 12 に示した。レジオネラ属菌が検出された 18 試料の水温は、屋内に設置された水景施設の試料が 15~30℃、屋外に設置された施設の試料が 10~35℃で、屋外の方が分布域が広がった。レジオネラ属菌を検出した 18 試料の水温は、最高~最低値は 33.7℃~12.0℃、水温変動幅は 21.7℃であった。検出されたレジオネラ属菌数の最高~最低値は 2、500~12 CFU/100mL、平均値は 375 CFU/100mL であった。また、レジオネラ属菌を検出した 18 試料中 16 試料 (88.9%) は、水温 20℃以上であった。

屋内に設置された施設の 13 試料のうち、レジオネラ属菌を検出したのは 10 試料であった。その水温は、最高~最低値 27.5℃~19.8℃、水温変動幅は 7.7℃と非常に範囲が狭かった。検出されたレジオネラ属菌数の最高~最低値は 2、500~12 CFU/100mL、平均値は 612 CFU/100mL であった。また、レジオネラ属菌を検出した 10 試料中 9 試料 (90.0%) は、水温 20℃以上であった。

一方、屋外に設置された施設の 39 試料のうち、レジオネラ属菌を検出したのは 8 試料であった。その水温は、最高~最低値 33.7℃~12.0℃、水温変動幅は 21.7℃と屋内設置施設の試料に較べて範囲が広がった。検出されたレジオネラ属菌数の最高~最低値は 210~16 CFU/100mL、平均値は 78.5 CFU/100mL であった。また、レジオネラ属菌を検出した 8 試料中 7 試料 (87.5%) は、水温 20℃以上であった。

屋外に設置された水景施設と屋内に設置された水景施設の試料で、検出されたレジオネラ属菌数の平均値とレジオネラ属菌陽性率に有意な差が認められ、屋内に設置された水景施設の試料の方が高かった。屋内に設置された水景施設は年間安定した水温が保持できる。このことがレジオネラ属菌の増殖に関与する大きな要因と考えられた。

表 12 レジオネラ属菌陽性率と水温の関係

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	13	5	38.5	13	5	38.5
25 ≤ t < 30	6	6	100.0	7	1	14.3	13	7	53.8
20 ≤ t < 25	5	3	60.0	11	1	9.1	16	4	25.0
15 ≤ t < 20	2	1	50.0	2	0	0	4	1	25.0
10 ≤ t < 15	0	0	0	6	1	16.7	6	1	16.7
合計	13	10	76.9	39	8	20.5	52	18	34.6

t : 水温 (°C) を表す  
 残留塩素が検出された 5 試料を除いた

#### (6) レジオネラ属菌分布と殺菌方法

各施設に設置された殺菌装置及び殺菌方法とレジオネラ属菌の検出状況を表13に示した。塩素剤の投げ込みを行っていたのは2施設8試料、銅イオン殺菌を行っていたのは3施設9試料、塩素剤と紫外線殺菌を組み合わせていたのが1施設3試料であった。このうち、レジオネラ属菌の検出状況をみると、銅イオン殺菌は9試料中6試料からレジオネラ属菌が検出され、陽性率が66.7%であった。一方、塩素剤と紫外線殺菌を組み合わせた3試料からは、レジオネラ属菌が検出されなかった。また、塩素剤を使用した8試料からレジオネラ属菌が検出されたのは1試料だけだった。塩素剤を組み合わせながら、レジオネラ属菌が検出された試料からは残留塩素が検出されておらず、塩素剤の添加量が不足していたため、レジオネラ属菌の増殖を抑えられなかったのではないかと考えられた。

本調査においては、銅イオン殺菌は水景施設の殺菌には適していない結果が示された。また、塩素剤を組み合わせた殺菌方法は、水景施設においても有効であると考えられた。

表13 各施設に設置された殺菌装置及び調査開始時の殺菌方法とレジオネラ属菌の検出状況

殺菌方法	試料数	レジオネラ 属菌陽性 試料数	レジオネラ属 菌陽性率
塩素	8	1	12.5
銅イオン	9	6	66.7
塩素 + UV	3	0	0.0
合計	20	7	35.0

(7) 残留塩素濃度によるレジオネラ属菌検出状況

レジオネラ属菌を検出した19試料のうち18試料(94.7%)は、残留塩素が不検出(0.1mg/L未満で検出試薬に全く反応せず無色)または痕跡(検出試薬にわずかに反応して着色するが、0.1mg/L未満)であった。残留塩素が検出されていたにもかかわらず、レジオネラ属菌が21CFU/100mL検出された試料の残留塩素濃度は0.1mg/Lであった。

検出された残留塩素濃度が0.2mg/L未満の試料と0.2mg/L以上検出された試料に区分して、レジオネラ属菌の検出状況を図9に示した。残留塩素濃度が0.2mg/L以上検出された試料からは、レジオネラ属菌が検出されなかった。このことから、水景施設の水試料からレジオネラ属菌を検出しないようにするためには、残留塩素を0.2mg/L以上保持させなければ効果が得られないと考えられた。殺菌効果を求めて塩素剤を使用する場合は、残留塩素濃度を測定しながら、投入量を調節する必要がある。

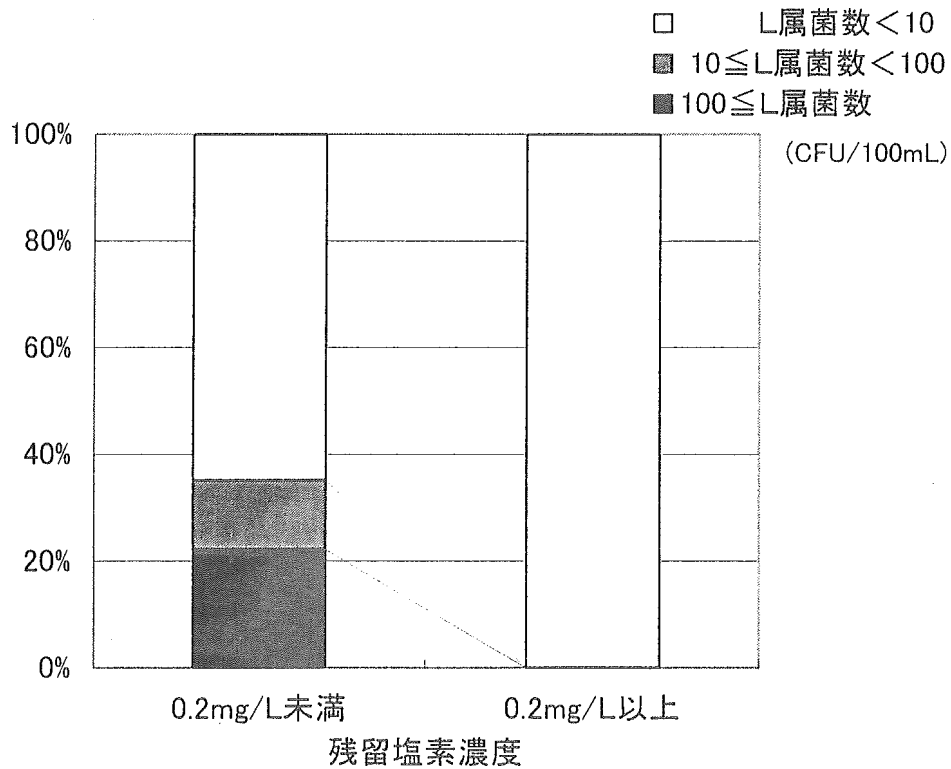


図9 残留塩素濃度によるレジオネラ属菌検出状況

(8) ろ過装置の有無とレジオネラ属菌検出状況

ろ過装置の有無とレジオネラ属菌の検出状況について、図 10 に示した。ろ過装置が有り、常時循環している 21 試料の 48% (11 試料) からレジオネラ属菌を検出した。一方ろ過装置が無く、常時循環している 36 試料からのレジオネラ属菌陽性率は 19% (8 試料) であった。ろ過装置の有無によるレジオネラ属菌陽性率について  $\chi^2$  検定を行ったところ、危険率 5% で有意な差が認められた。循環式浴槽のレジオネラ属菌増殖の温床としてろ過装置の存在が挙げられているが、水景施設においても、ろ過装置内にレジオネラ属菌の増殖を助長する要因が存在すると考えられた。ろ過器はゴミや汚れをろ過するために設置されているため、レジオネラ属菌の増殖だけを取り上げて設置を否定することは出来ないが、維持管理の重要性が改めて浮き彫りにされた。

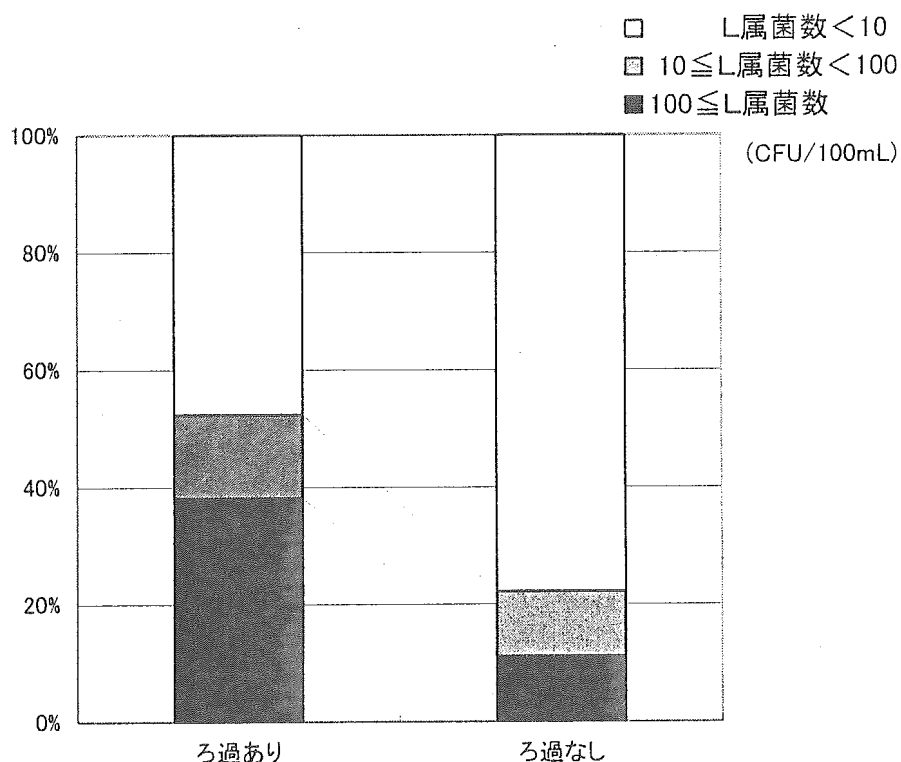


図 10 ろ過装置の有無とレジオネラ属菌の検出状況

1. 1. 4 レジオネラ属菌が検出された水景施設事例

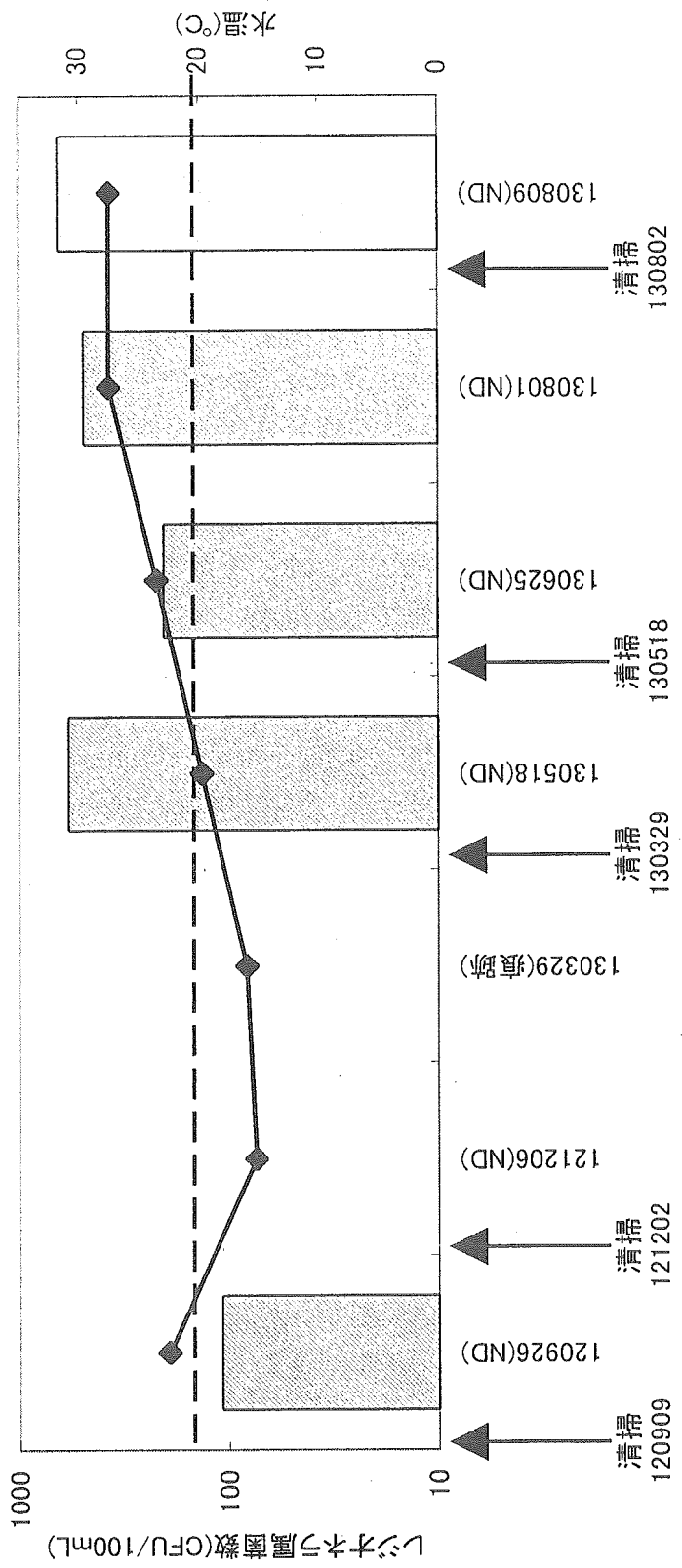
今回の調査に先立ち、数ヶ所の施設について基礎調査を行った。そのうち、維持管理状態が異なり、レジオネラ属菌が検出された事例について報告する。

(1) 事例A-1 物理的な清掃を行っていた屋内水景施設

物理的な清掃を行っていた屋内水景施設の事例A-1を、表14、図11、15に示した。

表14 事例A-1の概要と評価

項 目	詳 細
施設の概要	設置場所は屋内、演出形態は落水、総水量4m <sup>3</sup> 、使用水は上水、循環装置があり常時水景用水は循環する状態であった。ろ過装置は砂ろ過式、殺菌装置は付属していなかった。
清掃状況と水質検査結果	平成12年9月9日、水抜き及び電動ブラシ等による物理的清掃を行った直後に水質検査を行った結果、レジオネラ属菌が108 CFU/100mL 検出された。この時、水温は22.5℃、残留塩素は検出されなかった。平成12年12月、同様の清掃を行った結果、レジオネラ属菌は検出されなかった。この時、水温は15.2℃、残留塩素は検出されなかった。平成13年3月、水質検査を行った時、水温は16.0℃、レジオネラ属菌は検出されなかった。しかし、平成13年5月に水質検査を行ったところ、レジオネラ属菌が580 CFU/100mL 検出された。この時の水温は19.8℃、残留塩素は検出されなかった。その後、清掃を繰り返したが、レジオネラ属菌は減少せず、8月には清掃1週間後の菌数が清掃前を上回った。
菌種及び血清群別	<i>L. pneumophila</i> 血清群 I、III、NA 及び <i>L. anisa</i> であった。
事例評価	1年間に5回の物理的な清掃を行っていたが、レジオネラ属菌の増殖抑制には繋がらなかった。物理的な清掃だけでは限界があり、一度レジオネラ属菌が検出され始めると、この清掃手法では水景用水中のレジオネラ属菌を10 <sup>2</sup> CFU/100mL 未満に抑制することは難しいと考えられた。



折れ線グラフ:水温  
棒グラフ:レジオネラ属菌数  
( ) ; 残留塩素濃度  
X軸下の数字:清掃及び水質検査日

図11 事例A-1 物理的な清掃を行っていた屋内水景施設

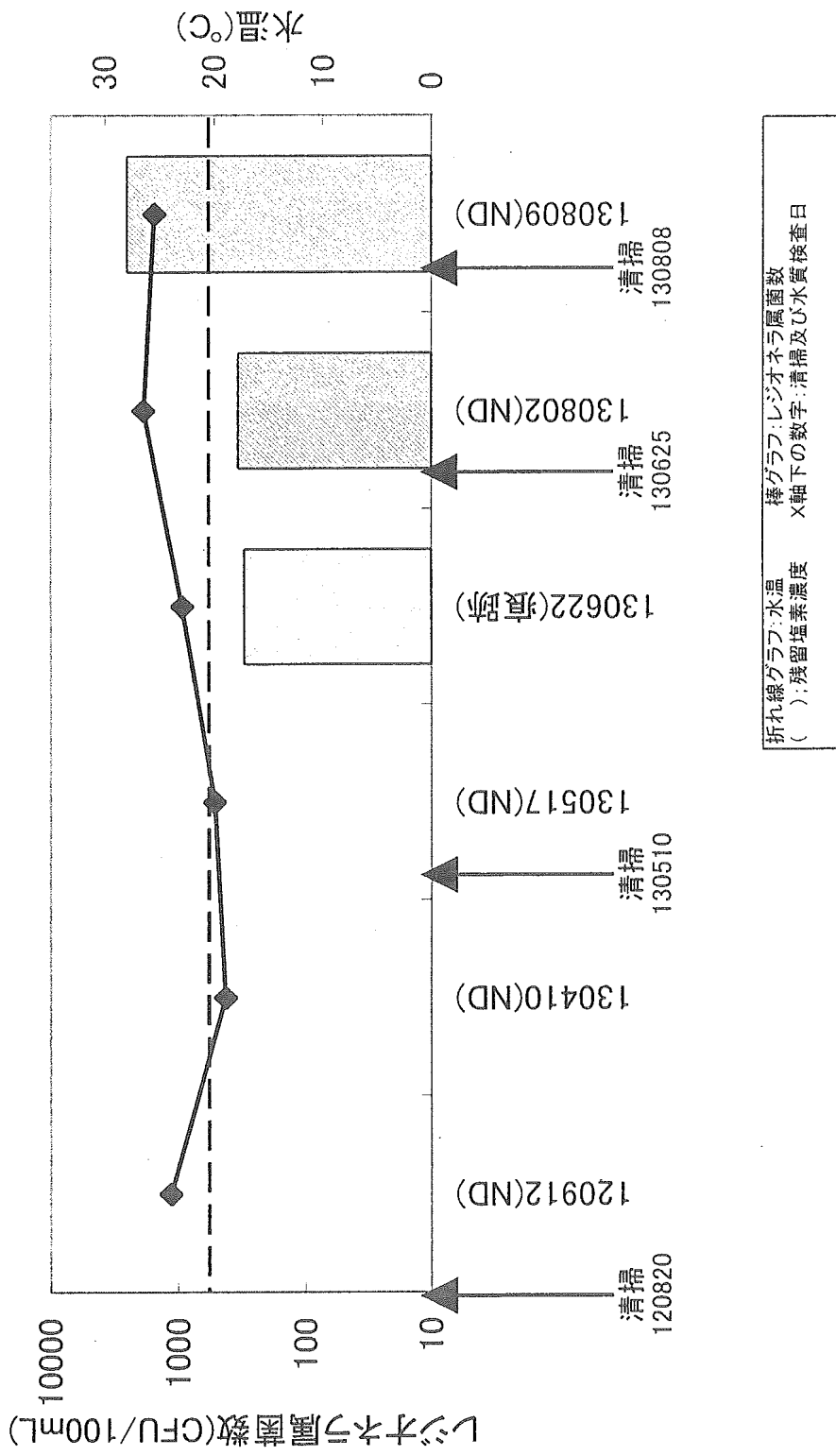


(2) 事例A-2 物理的な清掃を行っていた屋内水景施設

物理的な清掃を行っていた屋内水景施設の事例A-2を表15、図12、16に示した。

表15 事例A-2の概要と評価

項 目	詳 細
施設の概要	<p>設置場所は屋内、演出形態は噴水、総水量2m<sup>3</sup>、使用水は上水、循環装置があり常時水景用水は循環する状態であった。ろ過装置はなし、殺菌装置は付属していなかった。</p>
清掃状況と水質検査結果	<p>平成12年8月20日、水抜き及び電動ブラシ等による物理的な清掃を行った後に水質検査を行った結果、レジオネラ属菌は検出されなかった。この時、水温は24.0℃、残留塩素は検出されなかった。その後、水温が20℃以下の時に2回水質検査を行っているが、レジオネラ属菌は検出されなかった。平成13年5月に同様の清掃を行った後6月に水質検査を行ったところ、レジオネラ属菌が303CFU/100mL検出された。この時、水温は23.0℃、残留塩素は痕跡であった。そこで、同様の清掃を6月に行った後、8月に水質検査を行ったところ、レジオネラ属菌は340CFU/100mL検出され、水温は26.5℃、残留塩素は検出されなかった。再び同様の清掃を行った直後に水質検査を行ったところ、レジオネラ属菌は2,500CFU/100mL検出された。この時、水温は25.5℃、残留塩素は検出されなかった。</p>
菌種及び血清群別	<p><i>L. anisa</i>であった</p>
事例評価	<p>1年間に4回の物理的な清掃を行っていたが、一度増殖を始めたレジオネラ属菌の増殖抑制には繋がらなかった。物理的な清掃だけでは限界があり、レジオネラ属菌が検出され始めると、この清掃手法では水景用水中のレジオネラ属菌を10<sup>2</sup>CFU/100mL未満に抑制することは難しいと考えられた。</p>



折れ線グラフ: 水温  
 棒グラフ: レジオネラ菌菌数  
 ( ): 残留塩素濃度  
 X軸下の数字: 清掃及び水質検査日

図 12 事例 A-2 物理的な清掃を行っていた屋内水景施設

(3) 事例B-1 塩素殺菌を行っていた屋外水景施設

塩素殺菌を行っていた屋外水景施設の事例B-1を表16、図13、17に示した。

表16 事例B-1の概要と評価

項 目	詳 細
施設の概要	<p>設置場所は屋外、演出形態は落水、総水量0.3m<sup>3</sup>、使用原水は上水、循環装置があり常時水景用水は循環する状態であった。ろ過装置はフィルターによるろ過方式、塩素殺菌装置が付属しており、塩素剤が自動注入されるシステムであった。</p>
清掃状況と水質検査結果	<p>平成12年9月1日、水抜き及び電動ブラシ等による物理的清掃を行った後に塩素殺菌処理を行った。その後水質検査を行った結果、レジオネラ属菌が820 CFU/100mL 検出された。この時、水温は29.3℃、残留塩素は痕跡しか検出されなかった。平成12年11月に水質検査を行った結果、レジオネラ属菌は25 CFU/100mL 検出された。この時、水温は18.5℃、残留塩素1.0mg/Lであった。その後、平成13年2～7月まで同様の方法で清掃が行われ、5回の水質検査を行ったが、レジオネラ属菌は検出されなかった。</p>
菌種及び血清群別	<p><i>L. pneumophila</i> 血清群Iであった。</p>
事例評価	<p>1年間に3回の塩素剤による殺菌処理を含めた清掃を行っていた。また、塩素殺菌装置が付属しており、塩素剤が自動注入されるシステムであったため、水質検査を行ったときに残留塩素が最低でも痕跡検出されていた。このため、一度820 CFU/100mL 検出されたレジオネラ属菌が減少し、検出されなくなった。レジオネラ属菌が検出された施設には、塩素殺菌処理を含めた清掃と塩素剤の自動添加が、レジオネラ属菌の抑制に効果があると考えられた。</p>
特記事項	<p>平成13年6月25日に水質検査を行った結果、レジオネラ属菌は不検出であったが、残留塩素濃度が22.0mg/L という高濃度であった。残留塩素が高濃度に検出された原因が、塩素剤注入装置の誤作動等によるものかは不明であった。</p>

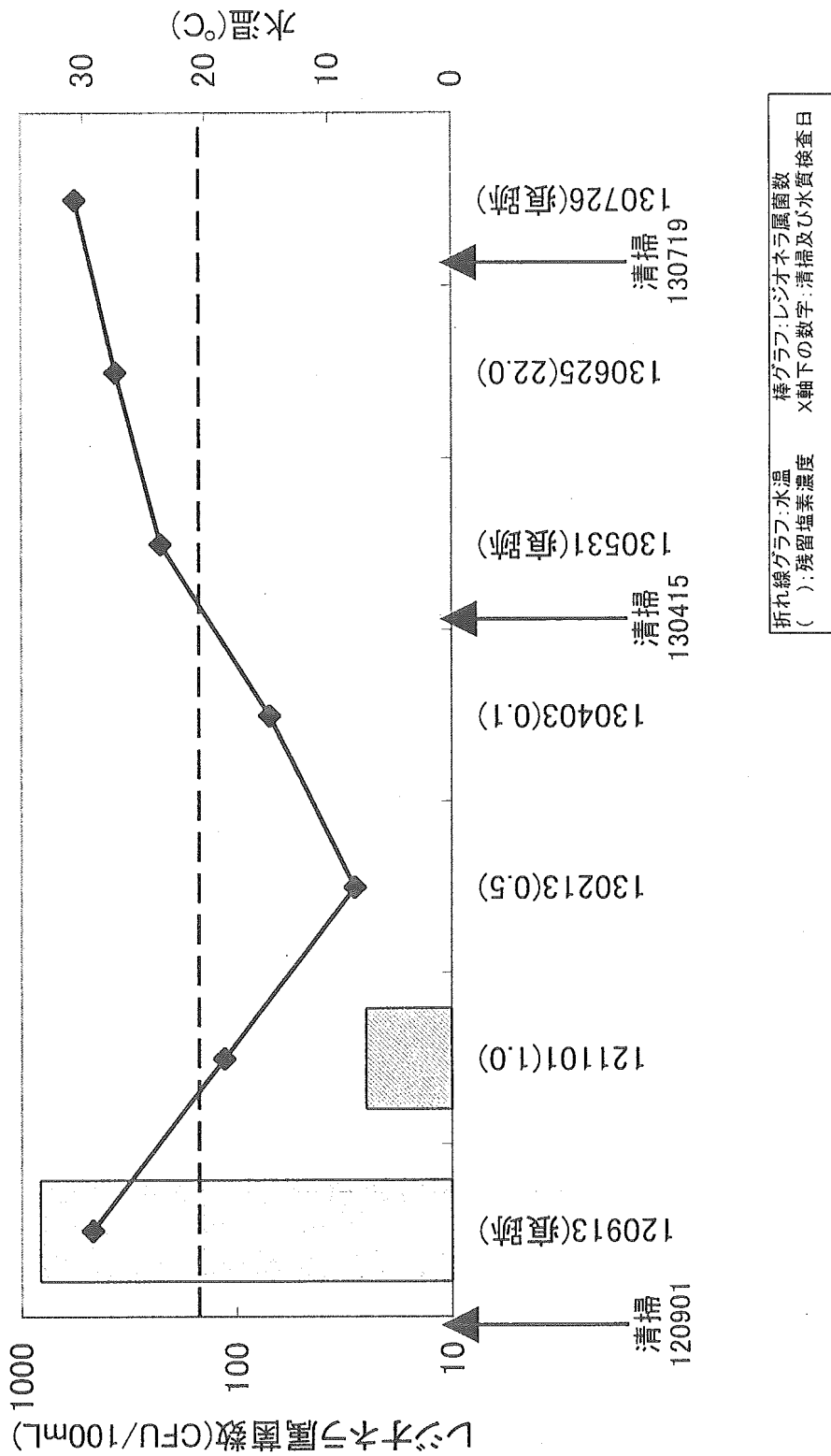


図 13 事例 B-1 塩素殺菌を行っていた屋外水景施設

(4) 事例B-2 塩素殺菌を行っていた屋内水景施設

塩素殺菌を行っていた屋内水景施設の事例B-2を表17、図14、18に示した。

表17 事例B-2の概要及び評価

項 目	詳 細
施設の概要	<p>設置場所は屋内、演出形態は流水、総水量40m<sup>3</sup>、使用水は上水、循環装置があり常時水景用水は循環する状態であった。ろ過装置はなし、殺菌装置は付属していなかった。</p>
清掃状況と水質検査結果	<p>平成12年9月20日に水質検査を行った結果、レジオネラ属菌が20 CFU/100mL 検出された。この時、水温は25.0℃、残留塩素は検出されなかった。このため、管理者が塩素剤の投げ込みを一定期間おきに行ったところ、平成12年12月に行った水質検査ではレジオネラ属菌は検出されなかった。この時、水温は15.0℃、残留塩素は1.0mg/Lであった。その後、平成13年3月に水抜き及び電動ブラシ等による物理的清掃後に塩素殺菌処理を行った後、水質検査を2回行った結果、レジオネラ属菌は検出されなかった。この時の水温と残留塩素はそれぞれ20.0℃、痕跡及び15.7℃、0.8mg/Lであった。その後、水温が上昇する6月と8月に水質検査を行ったところ、残留塩素が検出されなかった6月に、レジオネラ属菌が12 CFU/100mLは検出された。</p>
菌種及び血清群別	<p><i>L. pneumophila</i>であった。</p>
事例評価	<p>1年間に1回の塩素剤による殺菌処理を含めた清掃を行っていた。一度水質検査を行った時にレジオネラ属菌が検出されたため、塩素剤による投げ込み殺菌を行った。その結果、水質検査時には残留塩素が検出されており、レジオネラ属菌は検出されなかった。しかし、水温が上昇してきた6月には残留塩素が検出されず、レジオネラ属菌が検出された。しかし、その後の水質検査では残留塩素が確保されており、レジオネラ属菌は検出されなかった。レジオネラ属菌が検出された施設で塩素剤の自動添加が難しい施設では、塩素殺菌処理を含めた清掃と塩素剤の投げ込みが、レジオネラ属菌の抑制に効果があると思われた。</p>

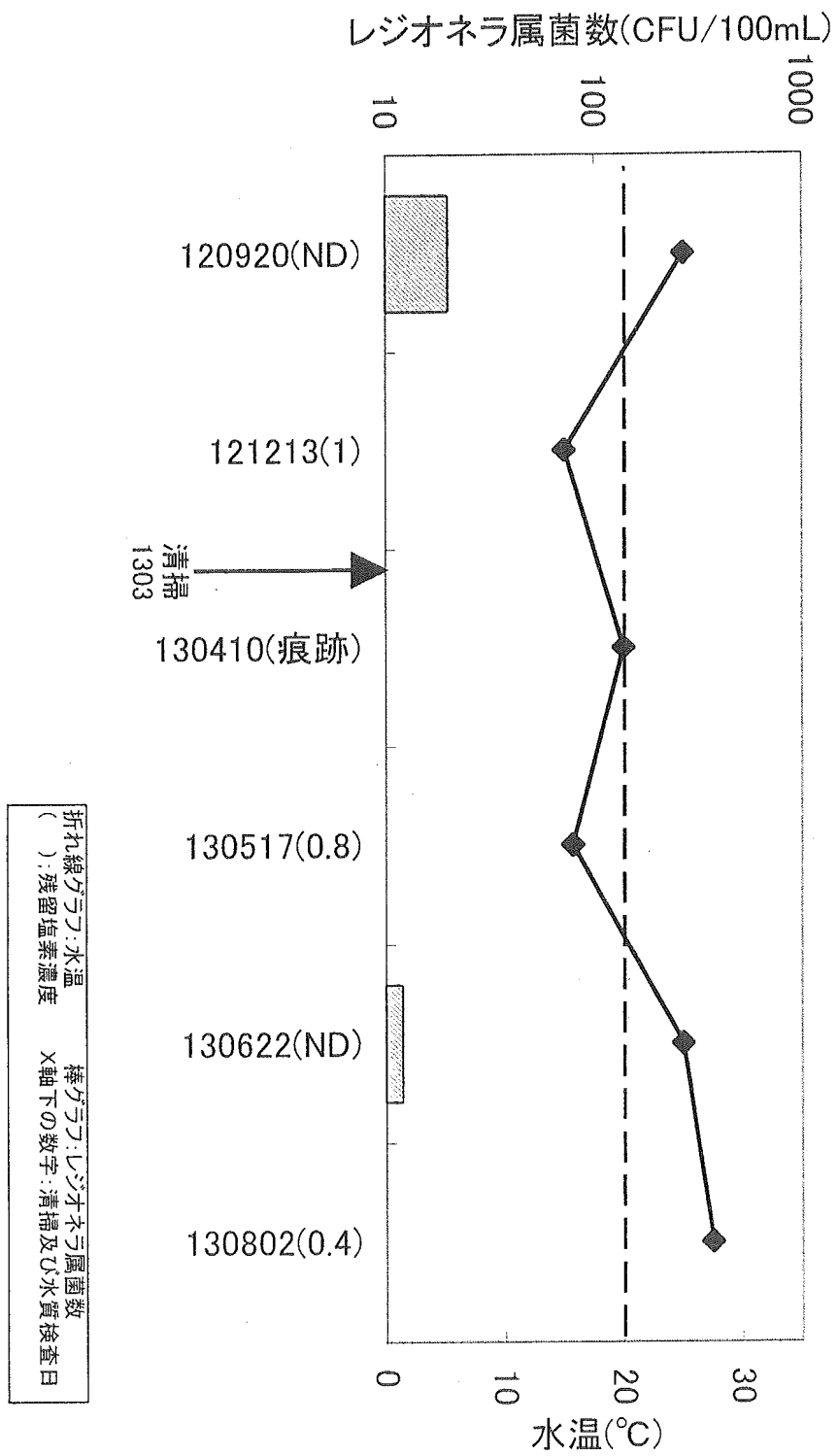


図 14 事例 B-2 塩素殺菌を行っていた屋外水景施設



図 15 事例A-1の外観



図 16 事例A-2の外観



図 17 事例B-1の外観



図 18 事例B-2の外観

## 1. 1. 5 まとめ

- (1) 水景施設の水景用水 33.3%からレジオネラ属菌が検出され、検出菌数は 12～2,500CFU/100mL に分布した。分離されたレジオネラ属菌及び抗血清群は、*Legionella pneumophila* SG I、V、VIII、XIII及び*Legionella anisa*であった。
- (2) 屋内設置施設の68.8%、屋外設置施設の19.5%からレジオネラ属菌が検出され、設置場所の違いによりレジオネラ属菌の陽性率に有意の差が認められた。また、検出菌数は屋内に設置された施設の方が、屋外に設置のものより高い傾向が認められた。
- (3) 演出形態の違いによるレジオネラ属菌検出状況を見ると、噴水や落水の形態の施設から、 $10^2\sim 10^3$ CFU/100mL のレジオネラ属菌が検出された。噴水や落水は演出形態の中でもエアロゾル発生の可能性が高といわれている。
- (4) レジオネラ属菌陽性率と水温の関係を調査したところ、レジオネラ属菌が検出された試料中 88.9%は水温が 20℃以上に分布していること、また、水温が上昇し 20℃付近になってくると、レジオネラ属菌が検出される確率が高くなっていくことが明らかになった。
- (5) 全調査中殺菌装置が設置されていたのは 35.1%であった。また、殺菌方法は、塩素剤の投げ込みが 2 施設 (8 試料)、銅イオン殺菌 3 施設 (9 試料)、紫外線殺菌と塩素剤の組み合わせが 1 施設 (3 試料) であった。殺菌方法別のレジオネラ属菌陽性率は、銅イオン殺菌が 66.7%、次に塩素剤が 12.5%であった。紫外線殺菌と塩素剤の組み合わせからは、レジオネラ属菌は検出されなかった。
- (6) 残留塩素濃度とレジオネラ属菌の関係では、レジオネラ属菌を検出した試料の 94.7%は、残留塩素濃度が 0.1mg/L 未満であった。残留塩素濃度が 0.2mg/L 以上の試料からは、レジオネラ属菌は検出されなかった。
- (7) ろ過装置の有無とレジオネラ属菌の検出状況については、ろ過装置の有る施設の方がレジオネラ属菌陽性率は高い傾向にあった。この陽性率について $\chi^2$ 検定を行ったところ、危険率 5%で有意の差が認められた。
- (8) 物理的な清掃方法で清掃を 1 年間に 5 回行っても、レジオネラ属菌の増殖抑制には繋がらない事例から、物理的な清掃だけでは限界があり、一度レジオネラ属菌が検出され始めると、この清掃方法では水景用水中のレジオネラ属菌を  $10^2$ CFU/100mL 未満に抑制することは難しいことが判明した。一方、塩素剤による消毒処理を含めた清掃を行った施設では、一度レジオネラ属菌が検出されても、菌数が減少し、検出されなくなる結果であった。



### 1. 1. 6. 考 察

屋内・屋外に設置されている水景施設の長期間におけるレジオネラ属菌の汚染の推移、清掃・消毒法の効果などを調査し解析した。

#### (1) 通年調査におけるレジオネラ属菌分布

水景施設の長期間にわたるレジオネラ属菌の陽性率は、33.3%であり、菌数は12~2,500 CFU/100mL に分布していた。分離されたレジオネラ属菌種及び血清群は、*Legionella pneumophila* SG I、V、VIII、XIII及び*Legionella anisa*であった。*L. anisa*は、1988年、米国のホテルロビーに設置された装飾用噴水が原因で集団発生したポンティアック熱の起因为菌である。これらのことから同様のレジオネラ症の発生が懸念され、水景施設の設置実態に応じた適切な清掃・消毒が求められる。

#### (2) 水温の変化と屋外・屋内水景施設のレジオネラ属菌分布

レジオネラ属菌陽性率と水温の関係を調査したところ、レジオネラ属菌が検出された試料中88.9%は、水温が20℃以上に分布していた。このことから20℃は、レジオネラ属菌増殖の境界温度になっているのではないかと考えられた。

屋外と屋内設置場所の違いによるレジオネラ属菌の陽性率は、屋内に設置された水景施設の方が屋外に比較して高く、両者の間に有意の差が認められた。また、検出菌数においても屋内に設置された施設の方が高い傾向が認められた。屋内、屋外施設から検出されたレジオネラ属菌陽性率とレジオネラ属菌数の平均値の間に有意の差が認められている。これらのことから屋内に設置された水景施設は、年間を通じて安定した水温が保持されるため、屋外の水景施設よりもレジオネラ属菌が増殖しやすい環境にあると考えられた。

#### (3) 演出形態とレジオネラ属菌検出状況

演出形態の違いによるレジオネラ属菌検出状況を見ると、噴水や落水の形態の施設からの検出率、菌数分布は、他の演出形態より高い傾向にあった。類似したエアレイション条件を持つ冷却塔の場合にも高濃度の菌数が検出されており<sup>1)6)</sup>、エアレイションがなんらかの要因をなしていることも考えられる。しかし、本調査では明確な因果関係は得られておらず、今後の調査研究の成果を待ちたい。

レジオネラ症発生予防の視点からみると、様々な演出形態の水景施設がある中で、噴水や落水は演出形態の中でもエアロゾル発生の可能性が高く、レジオネラ属菌が増殖すればレジオネラ症の集団感染が発生する可能性もあると考えられるため、維持管理には一層の注意が必要であると考えられた。

#### (4) 残留塩素濃度とレジオネラ属菌検出状況

残留塩素濃度とレジオネラ属菌検出状況をみると、レジオネラ属菌を検出した試料の94.7%は、残留塩素濃度が0.1mg/L未満であった。一方、残留塩素濃度が0.2mg/L以上のもの

のからは、レジオネラ属菌が検出されなかった。このことから水景施設のレジオネラ属菌汚染対策には、残留塩素を0.2mg/L以上に保持することが重要であると考えられた。

#### (5) 殺菌装置及び殺菌方法

水景施設に設置された殺菌装置及び殺菌方法は、塩素剤の投げ込み式、銅イオン殺菌、紫外線殺菌と塩素剤の組み合わせなどであったが、全調査対象施設中殺菌装置が設置されていたのは40.0%であり、水景施設における殺菌装置の設置率の低さが指摘される。

殺菌方法別のレジオネラ属菌陽性率は、銅イオン殺菌が最も高く、次に塩素剤であった。紫外線殺菌と塩素剤の組み合わせからは、レジオネラ属菌は検出されなかった。

本調査結果からは、銅イオン殺菌法は水景施設の殺菌に効果的でないことを示している。

#### (6) ろ過装置の有無とレジオネラ属菌検出状況

ろ過装置の有無とレジオネラ属菌の検出状況については、ろ過装置の有無によるレジオネラ属菌陽性率について $\chi^2$ 検定を行ったところ、危険率5%で有意の差が認められた。循環式浴槽のレジオネラ属菌増殖の温床として、ろ過装置の存在があげられているが、水景施設においても、ろ過装置内にレジオネラ属菌の増殖を助長する要素が存在すると考えられた。ろ過器はゴミや汚れをろ過するために設置されているため、レジオネラ属菌の増殖だけを取り上げて設置を否定することは出来ないが、維持管理の重要性が指摘されよう。

#### (7) 消毒・清掃事例の評価

物理的な清掃方法で清掃を1年間に5回行っても、レジオネラ属菌の増殖抑制には繋がらない事例が確認されたことから、一度レジオネラ属菌が検出され始めると、物理的な清掃だけでは限界があり、この清掃方法だけでは水景用水中のレジオネラ属菌を $10^2$ CFU/100mL未満に抑制することは難しいと考えられた。

塩素剤による消毒処理を併用した清掃実施事例では、一度レジオネラ属菌が検出されても、後に菌数が減少し、検出されなくなっている。これは塩素剤による処理と清掃の他に施設に殺菌装置が付属していて塩素剤が自動注入されていたためと思われる。このことから、レジオネラ属菌陽性施設には、塩素消毒処理を含めた清掃と塩素剤の自動添加を実施することが、レジオネラ属菌の増殖抑制に効果があると考えられた<sup>17)</sup>。

## 文 献

- 1) Gorman, G. W., Feeley, J. C., Steigerwalt, A., Edelstain, P. H., Mopss, C. W. and Brenner, D. J., :*Legionella anisa*: a new species of *Legionella* isolated from portable waters and coolig tower. *Apple. Env. Microbial.* 49, 301-309(1985)
- 2) 伊藤直美：わが国全土における *Legionella* の分布調査および検出菌の病原性に関する研究, *感染症誌*, 57, 682-693(1983)
- 3) 池戸正成：レジオネラ症発生の予防を目的とした冷却塔水中の *Legionella* 属菌の生態調査とその防除法の研究, *岐阜大医紀要*, 37, 939-961(1989)
- 4) 古畑勝則, 大橋則雄, 松本淳彦：空調冷却水におけるレジオネラ属菌の生息状況、東京衛生研年報, 41, 186-195(1990)
- 5) 縣 邦雄, 広中隆行：日本の冷却塔水中のレジオネラ属菌の分布, *感染症誌*, 68421-423(1994)
- 6) 江花恭子, 関 喜美子, 山田浩子, 佐藤 誠：冷却塔水のレジオネラ属菌の生息調査について(1), *福島県衛生公害研究所年報*, 13, 65-70(1996)
- 7) 藪内英子：臨床と微生物, 25, 1, 11-16(1998)
- 8) 真柴晃一, 浜本龍生, 鳥飼勝隆：温泉水の誤嚥により発症したと考えられるレジオネラ肺炎の1症例, *感染症誌*, 67, 163-166(1993)
- 9) 藪内英子：家庭用24時間風呂浴槽水の *Legionella pneumophila* およびその他の細菌汚染—その生物浄化機能に関して—, *環境感染*, 11, 221-227(1996)
- 10) 藪内英子, 王 笠, 荒川迪生他：日本の温泉水中の *Legionella* 属菌の分布, *感染症雑誌*, 64, 549-551 (1994)
- 11) 団野直子, 金子岳夫, 古畑勝則, 岡田誠之, 高柳 保, 紀谷文樹：大規模中央式給湯水の水質の問題点とその対策に関する研究：空気調和・衛生工学会論文集, 60, 19-28(1996)
- 12) 中川奈穂子, 高柳 保, 古畑勝則, 紀谷文樹：大規模中央式給湯水の水質の問題点とその対策に関する研究：空気調和・衛生工学会論文集, 67, 19-28(1997)
- 13) 金子岳夫, 古畑勝則, 紀谷文樹：中央式給湯設備のレジオネラ汚染対策：空気調和・衛生工学会論文集, 73, 1-10(1999)
- 14) Fenstersheib MD, Miller M, Diggins C, Liska S, Detwiler L, Werner SB, Lindquist D, Thacker WL, Benson RF., Outbreak of Pontiac fever due to *Legionella anisa*., *Lancet*. 1990 Sep 1;336(8714):576.
- 15) 古畑勝則：修景用水におけるレジオネラ属菌の生息状況, *環境管理技術*, 13, 28-32(1995)
- 16) 柳田博史：建築物における噴水等修景用水中のレジオネラ属菌等生息実態調査について, 第25回建築物環境衛生管理技術研究集会抄録集, 36-37(1999)
- 17) 藪内英子, 王 笠, 矢野有也, 山吉孝雄, 荒川迪生：*Legionella* 属菌に対する塩素の消毒効果, *感染症学雑誌*, 69, 2, 151-157(1995)

## 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府及び横浜市のデータ解析

### 1. 2. 1 調査目的

噴水、滝などの水景施設は、公園などの屋外だけでなく、ホテルのロビーやアトリウム、地下街等に設置されている。水景施設は多くの人が水に直接触れたり、近くで眺めたりできるようにになっている。しかし、このような設備は維持管理を適切に行われなければ、レジオネラ属菌等による微生物汚染の発生が考えられる。水景施設の一部は演出形態上エアロゾルを発生しやすいため、レジオネラ属菌汚染が起こった場合、レジオネラ症が発生する可能性がある。レジオネラ症防止には水景施設の維持管理に注意する必要があるが、水景用水中のレジオネラ属菌汚染の実態報告は少ない。そこで、平成 12 年度厚生科学研究補助金「室内空気中の微生物汚染に関する調査研究」<sup>1)</sup>として、水景施設の演出形態、維持管理状況、レジオネラ属菌を中心とした微生物の生息状況等の実態調査を行い、その結果から汚染防止対策について検討が行われた。

今回、「水景施設におけるレジオネラ症防止対策マニュアル」を作成するにあたり、平成 12 年度厚生科学研究補助金「室内空気中の微生物汚染に関する調査研究」で得られた結果のうち、大阪府及び横浜市のデータを再解析し、マニュアルへ活用する。

### 1. 2. 2 調査方法

#### (1) 調査期間

平成 12 年 9～10 月

#### (2) 調査対象施設

大阪府 38 及び横浜市 44 合計 82 の水景施設

#### (3) 調査項目

##### 1) 施設概要及び管理状況

水景施設の装置、演出形態、維持管理状況、水質等検査及び頻度

##### 2) 微生物及び理化学検査

微生物検査……レジオネラ属菌数、レジオネラ血清群別、大腸菌群数、大腸菌数、  
一般細菌数

理化学検査……過マンガン酸カリウム消費量、pH、電気伝導度、残留塩素濃度