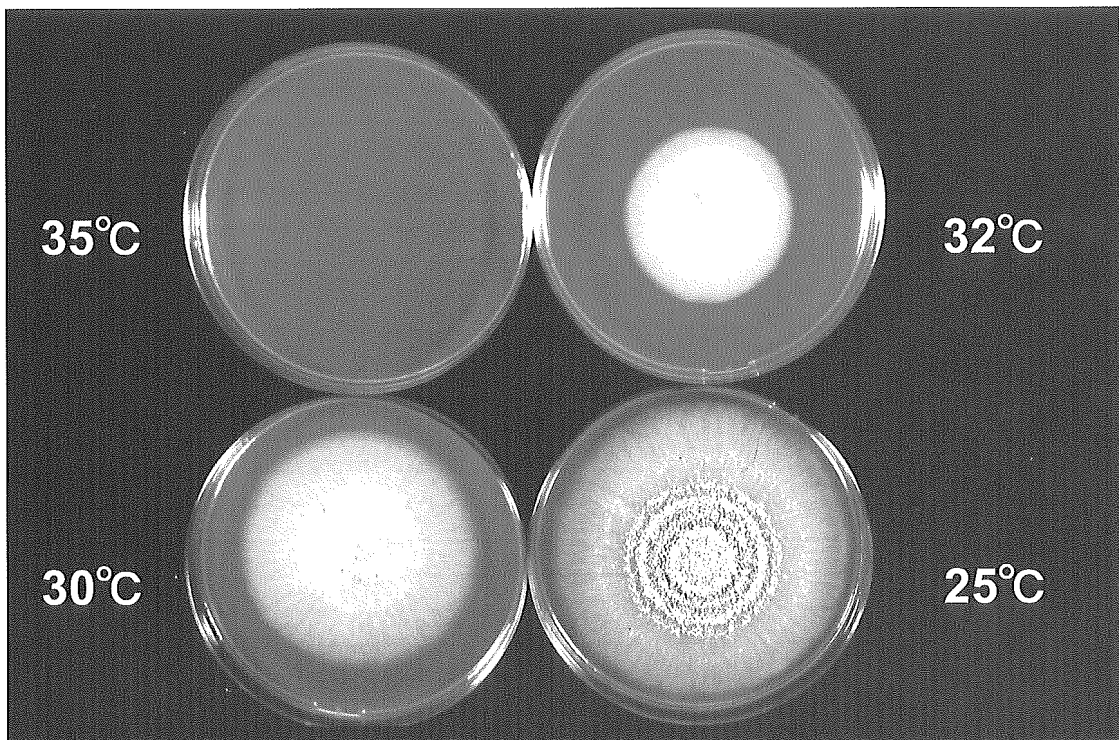


*Penicillium citrinum* 7日間培養(PDA培地)



*Aspergillus ochraceus* 7日間培養(PDA培地)

図5.12 環境に多いカビの発育温度比較

表5-4 SCD 培地生データ

Temperature	No.		3	4	7	
25°C	1	B・Y	8	8	8	
		M	5	5	13	<i>Cladosporium</i> (3), <i>Aspergillus versicolor</i> (2),他菌系のみ
	2	B・Y	9	9	9	
		M	7	8	10	<i>Cladosporium</i> (5), <i>Penicillium</i> (1)
	3	B・Y	10	10	10	
		M	7	7	10	<i>Cladosporium</i> (3), <i>Aspergillus ochraceus</i> (1),他菌系のみ
	4	B・Y	4	5	7	
		M	5	7	7	<i>Cladosporium</i> (1), <i>Penicillium</i> (1)
	5	B・Y	11	12	17	
		M	9	10	13	<i>Cladosporium</i> (4), <i>Penicillium</i> (1),他菌系のみ
平均	B・Y	8.4	8.8	10.2		
	M	6.6	7.4	10.6		
30°C	6	B・Y	21	21	23	
		M	0	4	5	菌系のみ
	7	B・Y	19	19	20	
		M	5	7	8	<i>Penicillium</i> (2),他菌系のみ
	8	B・Y	23	23	23	
		M	1	1	1	菌系のみ
	9	B・Y	27	29	31	
		M	6	7	8	<i>Penicillium</i> (1),他菌系のみ
	10	B・Y	18	18	18	
		M	3	3	3	<i>Penicillium</i> (1), <i>Aspergillus versicolor</i> (1),放線菌(1)
平均	B・Y	21.6	22	23		
	M	3	4.4	5		
32°C	11	B・Y				測定不能
		M				測定不能
	12	B・Y	14	14	14	
		M	28	35	35	<i>Penicillium</i> (6)
	13	B・Y	18	18	18	
		M	14	17	17	<i>Penicillium</i> (2), <i>Aspergillus fumigatus</i> (1)
	14	B・Y	12	12	12	
		M	3	4	4	<i>Penicillium</i> (2),放線菌(1)
	15	B・Y	13	13	13	
		M	3	6	7	<i>Penicillium</i> (2), <i>Aspergillus fumigatus</i> (1),放線菌(2)
平均	B・Y	14.3	14.3	14.3		
	M	12	15.5	15.8		
35°C	16	B・Y	6	6	6	
		M	2	2	2	<i>Aspergillus fumigatus</i> (1)
	17	B・Y	11	11	13	
		M	1	3	3	
	18	B・Y	11	11	15	
		M	1	1	1	
	19	B・Y	10	10	11	
		M	1	2	2	
	20	B・Y	11	11	11	
		M	1	1	1	
平均	B・Y	9.8	9.8	11.2		
	M	1.2	1.8	1.8		

表5-5 PDA培地生データ

Temperature	No.		3	4	7
25°C	1	Y	3	4	4
		M	14	14	15
	2	Y	0	1	1
		M	12	14	14
	3	Y	0	2	2
		M	11	15	15
	4	Y	1	1	1
		M	14	15	16
	5	Y	0	0	0
		M	13	15	16
平均	Y	0.8	1.6	1.6	
	M	12.8	14.6	15.2	
30°C	6	Y	0	3	3
		M	9	9	9
	7	Y	0	1	1
		M	4	9	10
	8	Y	0	0	0
		M	8	10	10
	9	Y	0	0	0
		M	10	10	10
	10	Y	0	0	0
		M	6	9	9
平均	Y	0	0.8	0.8	
	M	7.4	9.4	9.6	
32°C	11	Y			測定不能
		M			測定不能
	12	Y	4	4	4
		M	31	36	36
	13	Y	10	10	10
		M	15	17	17
	14	Y	4	4	4
		M	16	17	17
	15	Y	2	2	2
		M	9	10	10
平均	Y	5	5	5	
	M	17.8	20	20	
35°C	16	Y	0	0	0
		M	5	5	5
	17	Y	0	0	0
		M	3	4	4
	18	Y	0	0	0
		M	0	2	2
	19	Y	0	0	0
		M	3	4	4
	20	Y	0	0	0
		M	3	4	4
平均	Y	0	0	0	
	M	2.8	3.8	3.8	

## 参考文献

- 1) 劉 瑜：空調ダクト内堆積粒子の挙動とその評価方法、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp.1269-1272 (2001)
- 2) 竹内黎明：ダクトクリーニングの重要性、保全レポート第55号、pp.10-14、東京ビルメンテナンス協会 (2001年2月)
- 3) 大廻和彦、竹内黎明、大塚佑子、松岡隆介、山崎省二：空調ダクト内粉じん中の微生物量 (その1)、第16回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集、pp.379-380 (1998)
- 4) 劉 瑜、平岡憲司、小池 明、吉岡 透：空調ダクト内粒子状物質の実態、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp.1329-1332 (1998)
- 5) 菅原文子、諸岡信久：空調機ダクト内の微生物、日本建築学会計画系論文集第493号、pp.55-60 (1997)
- 6) 山崎省二：空中浮遊菌測定法：空気清浄第17巻7号 (1975) 26-32
- 7) 高橋幹二：基礎エアロゾル工学：養賢堂 (1982) 16
- 8) 仲田幸博、山崎省二他：携帯型空中浮遊菌サンプラーの開発：第17回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会 (1999) 113-116
- 9) 日本規格協会：JIS K 3836 空中浮遊菌測定器の捕集性能試験方法：(1995)
- 10) BIOSAMP カタログ：ミドリ安全株式会社：(2001)

## 6. 居住状態にあるビル室内の浮遊微生物実態調査

### 6. 1 調査対象及び方法

室内の浮遊微生物（細菌、真菌）の実態を把握するため、実際のビル室内において調査を行った。対象はビル衛生管理法該当の特定建築物 10 施設、法適用外施設（社会福祉施設）1 施設の合計 11 施設である。サンプリングは、事務所ビルの場合は事務室及び地下階、社会福祉施設は居室で行った。

調査内容の詳細は後述するが、浮遊細菌（真菌）及び落下細菌（真菌）の調査を室内及び外気について実施し、併せて室内の空気環境測定（ビル衛生管理法に規定する 6 項目）、在室者数、可能な場合は換気回数その他の調査も行った。現場での調査は東京都衛生局ビル衛生検査班が担当し、細菌（真菌）の計数・同定などは国立公衆衛生院、国立医薬品食品衛生研究所が担当した。調査実施施設の一覧を表 6-1 に示す。

表 6-1 室内浮遊微生物実態調査施設

施設	所在地	主用途	延床面積	竣工年	空調方式	備考
A	千代田区	事務所	75,200 m <sup>2</sup>	昭和 35 年	単一ダクト	
B	港区	事務所	31,800 m <sup>2</sup>	昭和 39 年	単一ダクト	
C	三鷹市	事務所	20,500 m <sup>2</sup>	平成 5 年	天埋方式	
D	港区	事務所	18,200 m <sup>2</sup>	昭和 55 年	天埋方式	
E	中央区	事務所	20,700 m <sup>2</sup>	昭和 50 年	単一ダクト	
F	新宿区	事務所	55,500 m <sup>2</sup>	平成 4 年	各階ユニット	
G	多摩市	社会福祉施設	4,300 m <sup>2</sup>	昭和 40 年	各階ユニット	法適用外
H	港区	事務所	47,700 m <sup>2</sup>	昭和 55 年	単一ダクト	
I	中央区	事務所	118,400 m <sup>2</sup>	昭和 54 年	各階ユニット	
J	江東区	事務所	50,500 m <sup>2</sup>	平成 12 年	各階ユニット	
K	あきる野市	事務所	14,700 m <sup>2</sup>	平成 13 年	単一ダクト	

調査の方法は、ビル衛生管理法に基づく立入検査（3 日間を要する精密立入検査）の際に併せて実施した。法適用外施設（社会福祉施設）については、施設側の了解を得たうえ、立入検査に準じた内容で調査を行った。

なお、調査は精密立入検査の第 2 日目に実施している。精密立入検査は 3 日間を要し、原則として、第 1 日目は帳簿・設備の検査、連続測定機器の設置など、第 2 日目は 1 日 3 回の空気環境測定、第 3 日目は特殊調査や補足調査、機材の撤去などを内容とする。微生物調査は、第 2 日目の空気環境測定の合間に、環境調査とともに実施した。

### 6. 2 調査時期及び規模

調査は夏期（冷房期）5 施設、冬期（暖房期）5 施設とに分けて実施した。夏期に実施したのは表 6-1 の A~F 施設であり、冬期は G~K 施設である。調査日時は、夏期は平成 13 年 8 月 28 日（A~C 施設）及び 9 月 4 日（D~F 施設）、冬期は平成 14 年 1

月 22 日 (G, I, K 施設) 及び 1 月 29 日 (H, J 施設) である。

### 6. 3 調査項目及び調査方法

#### 6. 3. 1 室内浮遊微生物

室内微生物は浮遊細菌・浮遊真菌、落下細菌・落下真菌について、それぞれ室内及び外気について調査した。浮遊細菌及び浮遊真菌は室内・外気とも BIOSAMP MBS1000 を用いた。サンプリング量と捕集時間は 200L を 2 分で捕集した。

落下細菌及び落下真菌はいずれも定法である培地入りシャーレの開放により捕集した。開放時間は落下細菌が 5 分間、落下真菌が 10 分間の開放である。なお、落下真菌は 10 検体、それ以外は、2 検体ずつ採取した。また、培地は別にブランク分を取りおき、異常のないことを確認した。

調査場所は、事務室では室中央あるいは壁際であるが、執務者や通行者の影響があると判断される場所は避けている。地下階では通路での、社会福祉施設は居室での調査である。

外気は屋上または地上（出入り口近く）であるが、できるだけ空調の外気取入れ口に近く、かつ排気等の影響を受けない場所を選定した。

#### 6. 3. 2 室内環境項目

室内浮遊微生物以外に、通常の室内環境項目についても測定・調査を行った。これは、室内浮遊微生物の調査結果の解析にあたり、室内環境との関連等を把握する必要があると考えられたためである。

調査内容は大別して、①調査場所の空気環境（温度、湿度、気流、二酸化炭素、一酸化炭素、浮遊粉じん）、②外気の状態（温度、湿度、二酸化炭素、一酸化炭素、浮遊粉じん）、③在室人員数・喫煙者数、④調査フロア面積、⑤その他（N 値、気積、換気回数、O A・R A・S A の風量、外気導入率）などである。また、施設の属性として、建築年次、延床面積、空調方式、加湿方式、エアフィルタの種類と性能（カタログ値）などを調べている。

これらのうち、空気環境は調査時点での値、在室人員は 1 日 3 回実測した平均を用いた。また、風量・外気導入率などは測定が技術的に難しい施設が多かったため、実施例は少ない。

なお、夏期 2 施設 (B, F 施設) と冬期 2 施設 (H, I 施設) については、空気環境調査の一環としてパーティクルカウンターによる浮遊粉じんの粒径別測定も実施している。

### 6. 4 調査結果および考察

#### 6. 4. 1 室内環境項目

室内環境項目調査のうち施設 A~K の主要な項目を表 6-2 に示す。

表 6 - 2 室内環境項目の測定結果

施 設	A	B	C	D	E	F
温 度 (°C)	25.6	24.5	26.2	24.6	24.0	24.5
	25.5	25.3	24.7		24.3	25.0
相対湿度 (%)	48	53	54	61	58	58
	49	52	55		61	67
気 流 (m/sec)	0.14	0.13	0.14	0.17	0.07	0.10
	0.12	0.14	0.20		0.08	0.10
CO <sub>2</sub> (ppm)	810	570	700	740	760	720
	680	580	870		540	480
CO (ppm)	0.1	0.5	0.6	0.5	1.2	0.4
	0.1	1.1	1.0		1.3	0.2
浮遊粉じん量 (mg/m <sup>3</sup> )	0.010	0.009	0.002	0.004	0.063	0.008
	0.014	0.034	0.014		0.022	0.001
在室人員 (人)	26	11	19	33	45	30
N値 (m <sup>2</sup> /人)	19.9	17.2	7.5	15.0	29.4	37.3
換気回数(回/時)	5.0	3.2	2.3	—	7.5	9.2
外気導入率 (%)	—	88	50	—	30	33

施 設	G	H	I	J	K
温 度 (°C)	23.6	23.2	25.5	24.0	23.1
		19.9	22.8	17.2	23.7
相対湿度 (%)	25	29	33	19	39
		21	32	20	35
気流 (m/sec)	0.10	0.13	0.06	0.07	0.00
		0.14	0.09	0.16	0.03
CO <sub>2</sub> (ppm)	720	670	670	580	750
		460	560	440	460
CO (ppm)	7.5	0.3	1.4	0.8	0.4
		0.7	2.1	1.0	0.2
浮遊粉じん量 (mg/m <sup>3</sup> )	0.008	0.003	0.017	0.002	0.011
		0.012	0.021	0.008	0.004
在室人員 (人)	4	23	53	26	15
N値 (m <sup>2</sup> /人)	7.5	6.3	8.2	14.5	9.4
換気回数(回/時)	—	—	10.3	7.8	10
外気導入率 (%)	—	55	17	—	25

(下段は地下階の値、「—」は欠測)

#### 6. 4. 2 浮遊微生物数と環境因子との関連

平成12、13年度に調査を実施した特定建築物の事務室23件につき、浮遊微生物（浮遊細菌、浮遊真菌）と環境因子である他の調査項目との関連について解析を試みた（表6-3）。

落下細菌数と相対湿度あるいはCO<sub>2</sub>を変数とした重回帰式を求めると、

$$\text{浮遊細菌数} = 11.49 \times \text{落下細菌数} + 0.56 \times \text{相対湿度} - 6.80 \quad (p = 1\%)$$

$$\text{浮遊真菌数} = 2.64 \times \text{落下細菌数} + 0.008 \times \text{CO}_2 - 3.67 \quad (p = 1\%)$$

となる。その成績による浮遊微生物数数の重回帰式による理論値と観測値の関係を図6-1に示す。また同環境での環境をみると、温度はほとんど20度台にあり、湿度は20~60%範囲にあった。気流は、0~0.19であり、浮遊粉じんは0.002~0.063であった。こうした環境下で23施設のビル間での大きな差はないものと考え、微生物測定での成績を考察する。

表6-3 浮遊微生物数と環境因子の相関

実施日	浮遊細菌	浮遊真菌	落下細菌	落下真菌	建築年次	温度	相対湿度	気流	CO <sub>2</sub>	CO	浮遊粉じん	N値
12.7	18.5	7	1.5	1	1989	25	63	0.07	890	0.8	0.008	10.2
12.7	17	2	0.5	0	1986	25.5	58	0.14	660	0.9	0.026	12.2
12.7	22.5	5	1.5	0	1957	26.6	60	0.14	590	1.1	0.008	22
12.7	51	12	2	0	1987	26.2	44	0.09	1150	1.5	0.032	9.5
12.7	58.5	8	1.5	0	1992	24.6	60	0.16	1090	5.1	0.014	8
12.7	12.5	2	0	0	1985	25.2	60	0.1	610	1.1	0.002	16.3
13.1	9.5	1	0	0	1999	23	39	0.13	630	0.3	0.002	13.5
13.1	19.5	4	0	0	1972	26	31	0.11	870	0.6	0.012	15.4
13.1	14.5	3	0	0.5	1966	25.6	31	0.19	870	1	0.029	11.8
13.1	5.5	2	0	0	1999	25.4	39	0.03	750	0.4	0.001	11.8
13.1	9.5	8.5	1.5	0	1966	25.1	24	0.07	610	1.1	0.009	11
13.1	4	0	0	0	1989	25.4	26	0.09	600	0.4	0.002	42.8
13.1	3	2	0.5	0.5	1988	21.1	23	0.14	880	0.7	0.017	19.3
13.8	50	2.5	0.5	0.2	1960	25.6	48	0.14	810	0.1	0.01	19.9
13.8	34	5	1.5	0.4	1964	24.5	53	0.13	570	0.5	0.009	17.2
13.8	63	1	2	0.2	1993	26.2	54	0.14	700	0.6	0.002	7.5
13.8	46.5	6.5	0	0	1980	24.6	61	0.17	740	0.5	0.004	15
13.8	39	4	0	0	1975	24	58	0.07	760	1.2	0.063	29.4
13.8	43.5	6	1.5	1	1992	24.5	58	0.1	720	0.4	0.008	37.3
14.1	6.5	1	0	0	1980	23.2	29	0.13	670	0.3	0.003	6.3
14.1	34	3.5	1	0.2	1979	25.5	33	0.06	670	1.4	0.017	8.2
14.1	4	0	0	0.2	2000	24	19	0.07	580	0.8	0.002	14.5
14.1	50.5	12.5	2.5	0.8	2001	23.1	39	0	750	0.4	0.011	9.4



比較的環境条件の安定した事務所の浮遊菌数は細菌と真菌でほぼ相関していた。すなわち、浮遊細菌が多くなると、それに比例して真菌も多く、反対に浮遊細菌が少ないと真菌も少ない傾向を認めた。また夏期と冬期での浮遊微生物の測定で大きな差異は認めなかった。

一方、落下法による成績では、細菌、真菌ともに測定値が低く、明確な傾向を確認できなかった。すなわち落下法では、今回の成績に関してほとんど考察が出来なかった。

今回の成績と環境因子の関係で最も重要な相対湿度、気流、浮遊粉じんと合わせて考察する必要があるが、結果でまとめたようにいずれも微生物の成績に影響を及ぼす因子とは思われなかった。

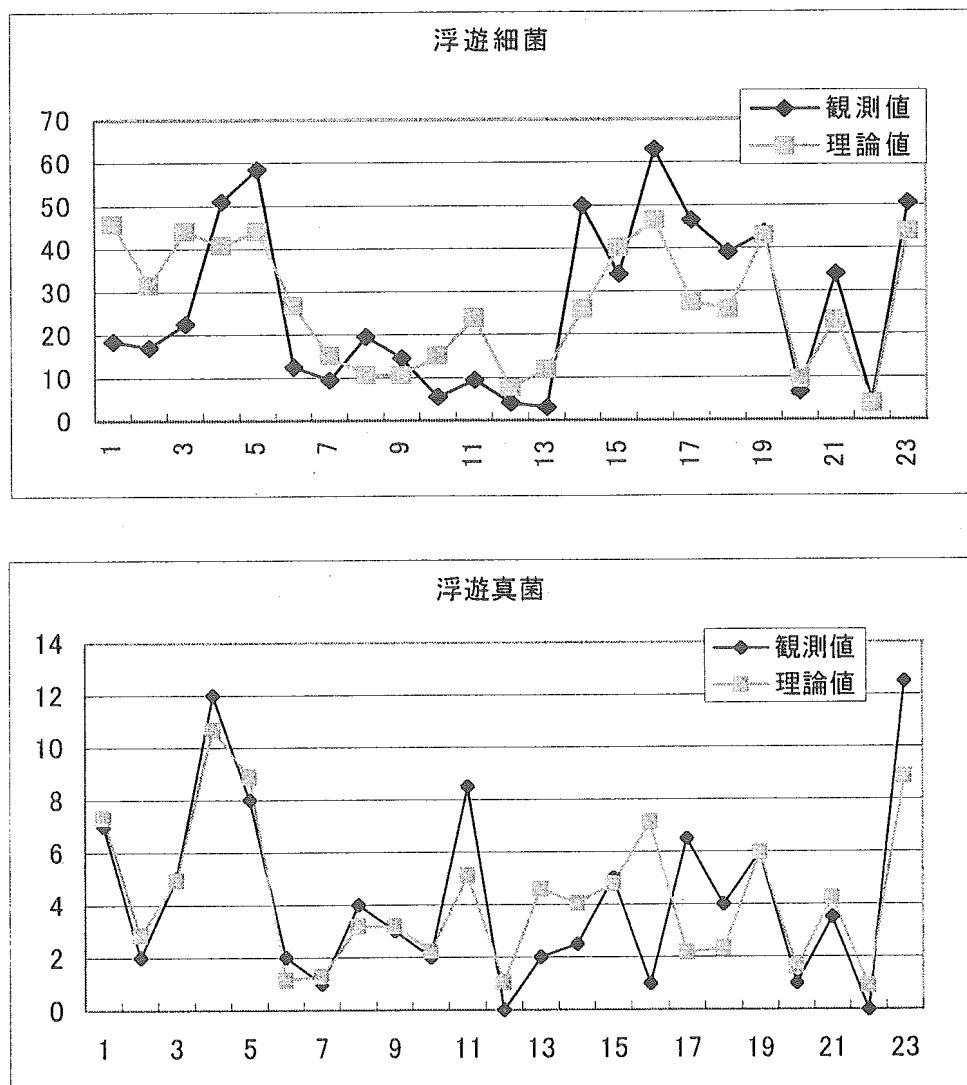


図 6 - 1 重回帰式による浮遊微生物数の理論値と観測値の関係

## 6. 5 まとめ

今回のビル施設内の微生物測定は11施設であり、サンプラーによる浮遊微生物測定と、落下法で実施した。調査時期は夏期と冬期であった。その結果は以下の通りであった。

- 1) 比較的環境条件の安定した事務所の浮遊微生物数は細菌と真菌でほぼ相関し、浮遊細菌が多くなると、それに比例して真菌も多く、反対に浮遊細菌が少ないと真菌も少ない傾向を認めた。
- 2) 夏期と冬期での浮遊微生物の測定で大きな差異は認めなかった。
- 3) 落下法による成績では、細菌、真菌ともに測定値が低く、明確な傾向を確認できなかった。
- 4) 今回の浮遊微生物数と環境因子の関係を相対湿度、気流、浮遊粉じんの影響について検討したが、いずれも浮遊微生物数の成績に影響を及ぼす因子とは思われなかった。

## 7. 総括

- (1) ダクトを含む空調機における化学物質の濃度レベルと、ダクトの清掃前後における化学物質濃度変化特性について検討を行い、以下の結果を得た。
  - 1) 全化学物質合計濃度は  $40\sim 130\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  の濃度分布を示し、外気導入ダクト上流側から給気ダクト吹出口側に行くにつれて化学物質濃度が増加する傾向がみられた。
  - 2) ダクトの掃除後では主に給気ダクト上流側と吹出口側で掃除前後における化学物質の濃度差がみられた。また、給気ダクト上流側及び吹出口側では掃除後に化学物の濃度が低くなる傾向が見られ、濃度の揺らぎも小さくなっていた。
  - 3) 今後、空調機の清掃による化学物質汚染低減効果を定量評価するためには、更に多くのデータを蓄積する必要があると考えられる。
  
- (2) ダクト汚染の評価法については、今回の調査結果から以下の結果を得た。
  - 1) ダクト清掃時期の評価基準については、数年(3~5年)に1回、定期的にダクト内付着粉じん量とダクト内空中浮遊菌量を測定する。付着粉じん量  $3\ \text{g}/\text{m}^2$  以上もしくは、総菌量  $100\text{CFU}/\text{m}^3$  以上の場合はダクト清掃を行う。
  - 2) ダクト清掃後の評価基準については、ダクト内付着粉じん量とダクト内浮遊菌量を測定する。
  - 3) ダクト清掃後の評価は、付着粉じん量を  $1\ \text{g}/\text{m}^2$  以下、浮遊菌量を  $30\text{CFU}/\text{m}^3$  以下とする。なお、浮遊菌量の測定はダクト清掃後空調機を運転し、4時間後に行う。
  - 4) 付着粉じん量の測定は拭き取り法を用い、浮遊菌の測定は空中浮遊菌測定器を用いること。
  - 5) 空中浮遊菌測定器は枯草菌芽胞に対し、90%以上の捕集性能を有するものを用いる。
  - 6) 培地はSCD寒天培地を用い、培養は  $30^\circ\text{C}$  で72時間とする。
  
- (3) 11のビル施設内で夏期と冬期に浮遊微生物測定と、落下法での微生物測定実施した。その結果は以下の通りの結果を得た。
  - 1) 比較的環境条件の安定した事務所の浮遊微生物数は細菌と真菌とに相関がみられ、浮遊細菌が多くなると、それに比例して真菌も多く、反対に浮遊細菌が少ないと真菌も少ない傾向が認められた。
  - 2) 夏期と冬期での浮遊微生物の測定で大きな差異は認められなかった。
  - 3) 落下法による結果では、細菌、真菌ともに測定値が低く、明確な傾向を確認できなかった。
  - 4) 今回の浮遊微生物数と環境因子の関係を相対湿度、気流、浮遊粉じんの影響について検討したが、いずれも浮遊微生物数の結果に影響を及ぼす因子とは思われなかった。

### Ⅲ. 水景施設及び循環式浴槽における微生物に関する研究

#### 1. 水景施設における微生物に関する研究

##### 1. 1 水景施設におけるレジオネラ属菌調査

###### 1. 1. 1 調査目的

レジオネラ症の主な感染源として、レジオネラ属菌が生息する人工環境水から発生するエアロゾルが指摘され、これまでは主に冷却塔水<sup>1-6)</sup>、循環式浴槽水<sup>7-10)</sup>、給湯水<sup>11-13)</sup>などを対象とした調査、研究が行われてきた。しかし、噴水や滝などの水景施設<sup>14-16)</sup>や加湿器の水などからレジオネラ属菌が検出され、レジオネラ症の集団感染事例も報告されている。中でも、水景施設は水に直接触れたり、近くで水の流れを眺めたり、水音を聞くことが出来るような親水や修景の目的で設置される場合が多く、施設には多数の人が接する。しかも、水景施設は屋外だけでなく、屋内にも多く設置されるようになってきた。そのため、閉鎖された空間内でのエアロゾルの発生が指摘され、施設の適切な維持管理が行われなければ、レジオネラ属菌などの細菌汚染の可能性が指摘され、感染症の発生が懸念される。

そこで、同一施設を長期間調査し、水景用水の水温変動とレジオネラ属菌の消長、また、ろ過器の有無とレジオネラ属菌の関係などの衛生的な実態を追跡把握した。併せて水景施設の清掃・殺菌などの維持管理手法についても検討を行った。

###### 1. 1. 2 調査方法

###### (1) 調査期間

平成13年4月～8月。各施設3～5回の調査を行い、延べ57試料を調査した。

###### (2) 調査対象施設

大阪府内の水景施設15施設（屋内4、屋外11）を対象とした。

###### (3) 調査項目

###### 1) 施設の概要調査

水景施設の演出形態、設置場所、総水量、原水の種類、ろ過器の有無とろ過剤の種類、殺菌装置の有無と殺菌方法

###### 2) 微生物及び理化学検査

レジオネラ属菌数、レジオネラ血清群別、水温、残留塩素濃度

1. 1. 3 調査結果

1. 1. 3. 1 水景施設の概要

対象とした水景施設の演出形態、屋内外の施設の設置場所、総水量、原水の種類、ろ過器の有無、殺菌装置の有無と殺菌方法等の概要調査結果を表2に示した。

(1) 演出形態等による施設の状況

屋内外設置場所別の演出形態調査施設数を表1に示した。また、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4施設、屋外が11施設であった。演出形態別では、滝や壁泉等の落水が40.0%（6施設）と最も多く、続いてエアゾル吸入の可能性が最も高いと指摘されている噴水が33.3%（5施設）、流水20.0%（3施設）、溜水6.7%（1施設）の順であった。設置場所別に見ると、屋内では噴水の演出形態を持つ水景施設が50.0%、屋外では落水の演出形態を持つ水景施設が45.5%と一番多く、演出形態の傾向に相違が見られた。

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	2	50.0	3	27.3	5	33.3
落水	1	25.0	5	45.5	6	40.0
流水	1	25.0	2	18.2	3	20.0
溜水	0	0.0	1	9.1	1	6.7
合計	4	100.0	11	100.0	15	100.0

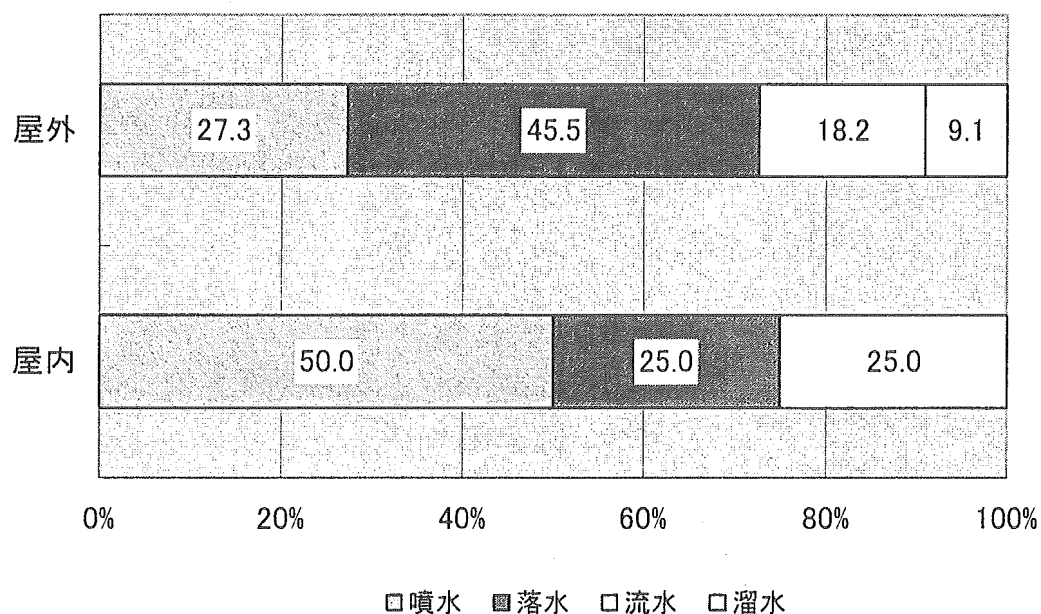


図1 設置場所別演出形態の割合

表2 水景施設の概要調査結果

整理番号	施設番号	採水日	形態	場所	総水量(m <sup>3</sup> )	原水	ろ過器	殺菌
1	1	H13.4.3	流水	外	不明	上水	無	なし
2	2	H13.4.3	落水	外	96	上水	無	なし
3	3	H13.4.3	流水	外	不明	上水・井戸水	無	なし
4	4	H13.4.4	落水	外	6	上水	無	なし
5	5	H13.4.2	噴水	外	3	上水	無	なし
6	6	H13.4.3	溜水	外	50	上水	フィルター	塩素
7	7	H13.4.3	落水	外	0.3	上水	フィルター	塩素
8	8	H13.4.10	落水	外	1	上水	無	なし
9	8	H13.5.17	落水	外	1	上水	無	なし
10	9	H13.5.23	落水	外	30	上水	無	塩素+UV
11	4	H13.5.29	落水	外	6	上水	無	なし
12	3	H13.5.22	流水	外	不明	上水・井戸水	無	なし
13	9	H13.6.22	落水	外	30	上水	無	塩素+UV
14	1	H13.5.22	流水	外	不明	上水	無	なし
15	8	H13.6.22	落水	外	1	上水	無	なし
16	10	H13.5.31	噴水	外	150	上水	砂	銅イオン
17	2	H13.5.22	落水	外	96	上水	無	なし
18	7	H13.5.31	落水	外	0.3	上水	フィルター	塩素
19	11	H13.5.31	溜水	外	150	上水	砂	銅イオン
20	5	H13.5.31	噴水	外	3	上水	無	なし
21	10	H13.6.25	噴水	外	150	上水	砂	銅イオン
22	6	H13.5.31	溜水	外	50	上水	フィルター	塩素
23	11	H13.7.26	溜水	外	150	上水	砂	銅イオン
24	7	H13.6.25	落水	外	0.3	上水	フィルター	塩素
25	4	H13.6.25	落水	外	6	上水	無	なし
26	4	H13.8.1	落水	外	6	上水	無	なし
27	8	H13.8.2	落水	外	1	上水	無	なし
28	9	H13.7.27	落水	外	30	上水	無	塩素+UV
29	3	H13.8.1	流水	外	不明	上水・井戸水	無	なし
30	11	H13.6.25	溜水	外	150	上水	砂	銅イオン
31	7	H13.7.26	落水	外	0.3	上水	フィルター	塩素
32	1	H13.8.1	流水	外	不明	上水	無	なし
33	3	H13.6.25	流水	外	不明	上水・井戸水	無	なし
34	5	H13.6.25	噴水	外	3	上水	無	なし
35	5	H13.7.26	噴水	外	3	上水	無	なし
36	10	H13.7.26	噴水	外	150	上水	砂	銅イオン
37	1	H13.6.25	流水	外	不明	上水	無	なし
38	2	H13.8.1	落水	外	96	上水	無	なし
39	2	H13.6.25	落水	外	96	上水	無	なし
40	6	H13.6.25	溜水	外	50	上水	フィルター	塩素
41	6	H13.7.26	溜水	外	50	上水	フィルター	塩素
42	12	H13.5.17	流水	内	40	上水	無	なし
43	13	H13.4.10	噴水	内	2	上水	無	なし
44	14	H13.5.18	落水	内	4	上水	砂	なし
45	12	H13.4.10	流水	内	40	上水	無	なし
46	13	H13.5.17	噴水	内	2	上水	無	なし
47	13	H13.6.22	噴水	内	2	上水	無	なし
48	14	H13.6.25	落水	内	4	上水	砂	なし
49	15	H13.5.23	落水	内	3	上水	砂	銅イオン
50	12	H13.6.22	流水	内	40	上水	無	なし
51	13	H13.8.9	噴水	内	2	上水	無	なし
52	15	H13.6.22	落水	内	3	上水	砂	銅イオン
53	13	H13.8.2	噴水	内	2	上水	無	なし
54	14	H13.8.1	落水	内	4	上水	砂	なし
55	14	H13.8.9	落水	内	4	上水	砂	なし
56	12	H13.8.2	流水	内	40	上水	無	なし
57	15	H13.7.27	落水	内	3	上水	砂	銅イオン

(2) 総水量規模

総水量が判明している13施設について、総水量の規模別の調査施設数を表3に示した。また、設置場所別の総水量規模の分布を図2に示した。総水量は $0.3\sim 150\text{m}^3$ に分布し、 $10\text{m}^3$ 未満の比較的小規模の水景施設が過半数を占めた。設置場所別では屋内は総て総水量が $50\text{m}^3$ 未満であったが、屋外は $100\text{m}^3$ 以上の規模の大きい施設も存在した。なお、図面等の不備から総水量の換算が不可能であった2施設を除いた。

表3 総水量の規模別調査施設数

総水量( $\text{m}^3$ )	屋内		屋外		合計	
	施設数	%	施設数	%	施設数	%
$T < 10$	3	75.0	4	44.4	7	53.8
$10 \leq T < 50$	1	25.0	1	11.1	2	15.4
$50 \leq T < 100$	0	0.0	2	22.2	2	15.4
$100 \leq T < 1,000$	0	0.0	2	22.2	2	15.4
合計	4	100.0	9	100.0	13	100.0

T：総水量

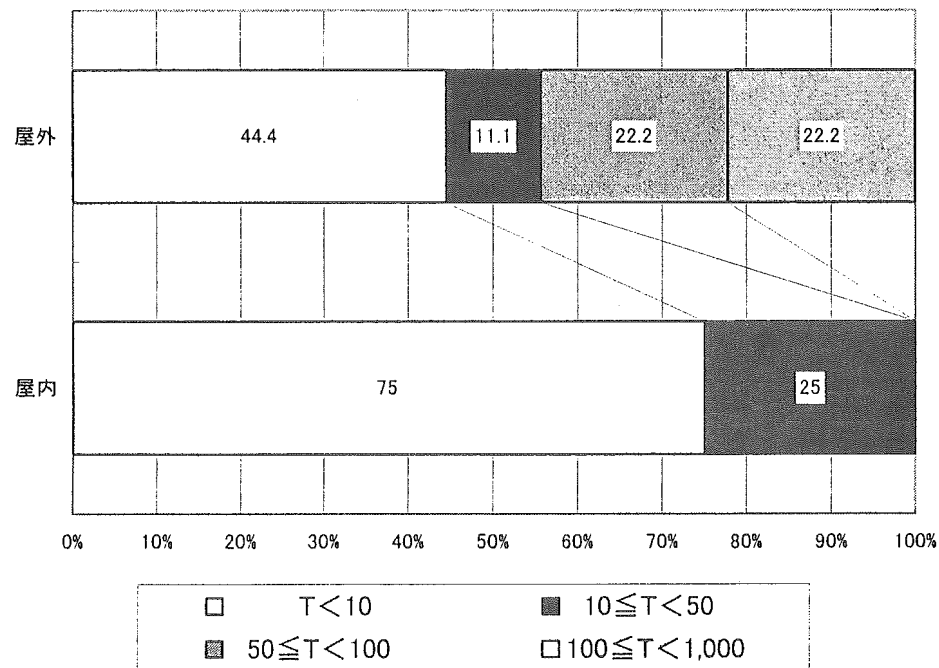


図2 総水量規模の分布

(3) 使用水の状況

調査を行った15施設全てが水道水を使用していた。屋外設置の1施設だけ、水道水と井戸水を混合して使用していた。

#### (4) 水温の分布

延べ 57 試料の設置場所別水温分布を表 4 に示した。屋内に設置された水景施設の水温は 15.7~29.4℃に分布していた。一方、屋外に設置された水景施設の水温は 11.0~35.3℃に分布し、屋内設置施設よりも広い分布域を示した。

次に調査した 15 施設について設置場所別の水温変動の推移を図 3、図 4 に示した。屋内に設置された 4 施設の水温変動幅は小さく、平均 6.8℃であった。一方、屋外に設置された 11 施設の水温変動幅は平均 15.4℃であり、屋内に設置された水景施設に比べ、有意な差が認められた。

表 4 設置場所別の水温分布

水温 (°C)	設置場所	
	屋内	屋外
$30 \leq t$		13
$25 \leq t < 30$	8	8
$20 \leq t < 25$	5	11
$15 \leq t < 20$	3	2
$10 \leq t < 15$		7
合計	16	41

t : 水温

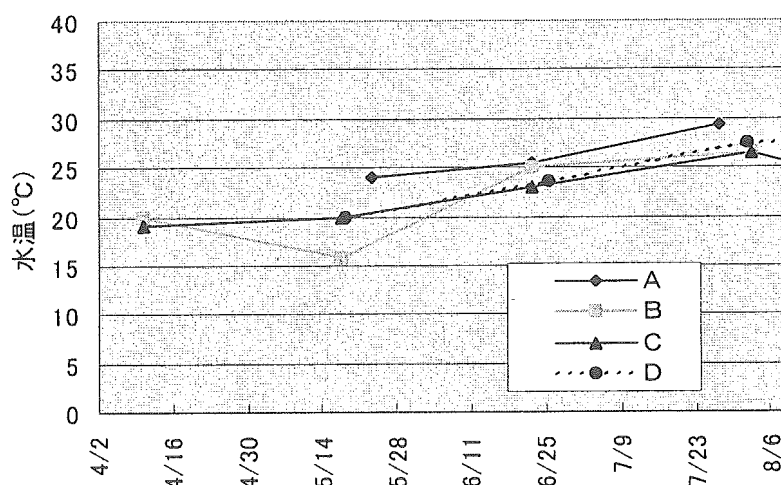


図 3 屋内設置水景施設の水温変動



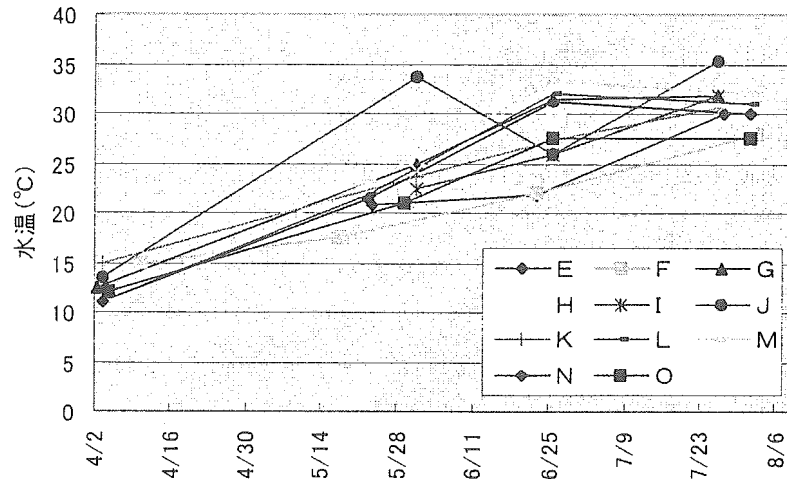


図4 屋外設置水景施設の水温変動

(5) 殺菌装置の有無とその殺菌方法

設置されている施設は6 (40.0%)、殺菌装置が設置されていない施設は9 (60.0%)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。銅イオンによる殺菌が一番多く3施設 (50.0%)、次いで塩素系薬剤単独使用2施設 (33.3%)、塩素系薬剤と紫外線の併用1施設 (16.7%)であった。殺菌装置の設置状況を屋内 (N=4) と屋外 (N=11) で比較すると、それぞれ25.0%、45.5%に殺菌装置が設置されていた。

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	2	33.3	0	2
銅イオン	3	50.0	1	2
塩素+UV	1	16.7	0	1
合計	6	100.0	1	5

(6) ろ過器の有無と循環の状況

循環装置は15施設全てに設置されていた。ろ過器の設置状況を表6に示した。ろ過器の設置率は循環装置に較べて低く、屋内で50.0%、屋外で36.4%であった。ろ過器の種類は、砂ろ過方式が4施設、フィルター式が2施設であった。

表6 ろ過器の設置状況

	ろ過器なし	ろ過器あり		合計
		砂ろ過	フィルター	
屋内	2	2	0	4
屋外	7	2	2	11
	9	4	2	15

### 1. 1. 3. 2 微生物及び理化学調査の結果

水景施設の微生物及び理化学調査結果を表8に示した。

当追跡調査は、15の施設を5ヶ月間かけて各施設3~5回サンプリングを行っている。水温等の季節変動、水質組成についても、また追跡調査途中でレジオネラ属菌が検出された場合には、清掃強化や塩素消毒等の指導をしており、同一施設であってもサンプリング時の環境条件が異なっていると考えられる。これらの調査背景から、基本的にはN=57としてレジオネラ属菌との関連性を解析した。

#### (1) レジオネラ属菌分布と抗血清群

レジオネラ属菌の検出状況を表7に示した。57試料中、19試料(33.3%)からレジオネラ属菌が検出された。検出菌数は12~2,500 CFU/100mLであった。分離されたレジオネラ属菌を同定したところ、*Legionella pneumophila* SG I、V、VIII、XIII及び*Legionella anisa*であった。*L. anisa*は、1988年4月米国のホテルロビーに設置された装飾用噴水が原因で発生した、34名のポンティアック熱集団発生事例<sup>1)</sup>の起因菌である。

表7 レジオネラ属菌の検出状況

レジオネラ属菌数 (CFU/100mL)	菌種	血清群
2,500	<i>L. anisa</i>	
900	<i>L. pneumophila</i>	I
650	<i>L. pneumophila</i>	XIII
580	<i>L. pneumophila</i>	XIII
	<i>L. anisa</i>	
490	<i>L. pneumophila</i>	XIII
340	<i>L. anisa</i>	
303	<i>Legionella sp.</i>	
210	<i>Legionella sp.</i>	
203	<i>Legionella sp.</i>	
150	<i>Legionella sp.</i>	
141	<i>Legionella sp.</i>	
115	<i>Legionella sp.</i>	
75	<i>L. pneumophila</i>	V
24	<i>Legionella sp.</i>	
21	<i>L. pneumophila</i>	I
20	<i>Legionella sp.</i>	
18	<i>L. pneumophila</i>	VIII
16	<i>Legionella sp.</i>	
12	<i>Legionella sp.</i>	

表 8 水景施設の微生物及び理化学調査結果

整理番号	施設番号	採水日	気温 (°C)	水温 (°C)	残留塩素 (mg/L)	レジオネラ属菌		
						菌数(CFU/100mL)	菌種	血清群
1	1	H13.4.3	12	11	不検出	0		
2	2	H13.4.3	12	11	不検出	0		
3	3	H13.4.3	12	11	不検出	0		
4	4	H13.4.4	21	12	不検出	18	<i>L. pneumophila</i>	VIII
5	5	H13.4.2	欠測	12.5	不検出	0		
6	6	H13.4.3	欠測	13.5	痕跡*	0		
7	7	H13.4.3	欠測	14.8	0.1	0		
8	8	H13.4.10	24.1	15	不検出	0		
9	8	H13.5.17	26.1	17.5	不検出	0		
10	9	H13.5.23	22.6	20.8	不検出	0		
11	4	H13.5.29	29.6	21	不検出	0		
12	3	H13.5.22	欠測	21.5	不検出	0		
13	9	H13.6.22	20.9	21.9	不検出	0		
14	1	H13.5.22	欠測	21.9	不検出	0		
15	8	H13.6.22	24	22	痕跡*	0		
16	10	H13.5.31	22.8	22.5	不検出	20		
17	2	H13.5.22	欠測	23	不検出	0		
18	7	H13.5.31	23.7	23.7	痕跡*	0		
19	11	H13.5.31	23.5	24.3	不検出	0		
20	5	H13.5.31	22.9	24.9	不検出	0		
21	10	H13.6.25	30.3	26	不検出	0		
22	6	H13.5.31	23.7	26	不検出	24		
23	11	H13.7.26	31.3	26.4	不検出	150		
24	7	H13.6.25	34.7	27.4	22	0		
25	4	H13.6.25	35.4	27.5	不検出	0		
26	4	H13.8.1	33.4	27.5	不検出	0		
27	8	H13.8.2	31	28	不検出	0		
28	9	H13.7.27	32.2	29.9	痕跡*	0		
29	3	H13.8.1	31.2	30	不検出	0		
30	11	H13.6.25	30.3	30.3	不検出	0		
31	7	H13.7.26	27.6	30.7	痕跡*	0		
32	1	H13.8.1	31.2	31	不検出	0		
33	3	H13.6.25	33.2	31.2	不検出	9		
34	5	H13.6.25	34.4	31.4	不検出	16		
35	5	H13.7.26	33.2	31.8	不検出	75	<i>L.pneumophila</i>	V
36	10	H13.7.26	31.8	31.8	不検出	210		
37	1	H13.6.25	33.2	32	不検出	0		
38	2	H13.8.1	31.2	32	不検出	0		
39	2	H13.6.25	33.2	33.2	不検出	115		
40	6	H13.6.25	34.7	33.7	不検出	0		
41	6	H13.7.26	33.4	35.3	痕跡*	0		
42	12	H13.5.17	29.1	15.7	0.8	0		
43	13	H13.4.10	25.1	19	不検出	0		
44	14	H13.5.18	23.4	19.8	不検出	580	<i>L. pneumophila</i> , <i>L. anisa</i>	X III
45	12	H13.4.10	26.1	20	痕跡*	0		
46	13	H13.5.17	25.3	20	不検出	0		
47	13	H13.6.22	26	23	痕跡*	303		
48	14	H13.6.25	26.2	23.5	不検出	203		
49	15	H13.5.23	26	24	不検出	900	<i>L. pneumophila</i>	I
50	12	H13.6.22	26	25	不検出	12		
51	13	H13.8.9	29.1	25.5	不検出	2,500	<i>L. anisa</i>	
52	15	H13.6.22	24	25.5	痕跡*	141		
53	13	H13.8.2	28.3	26.5	不検出	340	<i>L. anisa</i>	
54	14	H13.8.1	30.4	27.5	不検出	490	<i>L. pneumophila</i>	X III
55	14	H13.8.9	29.8	27.5	不検出	650	<i>L. pneumophila</i>	X III
56	12	H13.8.2	30	27.5	0.4	0		
57	15	H13.7.27	28.6	29.4	0.1	21	<i>L.pneumophila</i>	I

痕跡\* : 残留塩素濃度が0.1mg/L未滿だが、検出試薬が反応して着色

(2) 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 4 施設延べ 16 試料、屋外設置 11 施設延べ 41 試料について、レジオネラ属菌の検査を行った結果を表 9 に示した。また、屋外と屋内に設置された施設から採取した試料から検出されたレジオネラ属菌数の分布を図 5 に示した。屋内施設 16 試料のうちの 11 試料、屋外施設 41 試料のうちの 8 試料からレジオネラ属菌が検出され、レジオネラ属菌陽性率は屋内 68.8%、屋外 19.5%であった。屋外施設の試料から検出されたレジオネラ属菌数は 16~210 CFU/100mL、平均値は 15.5 CFU/100mL、屋内施設の試料から検出されたレジオネラ属菌数は 12~2,500 CFU/100mL、平均値は 383.5 CFU/100mL であった。屋外に設置された施設の試料と比較して、屋内に設置された施設の試料から検出されたレジオネラ属菌数が高い傾向にあった。また、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	
	試料数	%	試料数	%	試料数	%
不検出	5	31.3	33	80.5	38	66.7
10~<100	2	12.5	5	12.2	7	12.3
100~<1000	8	50.0	3	7.3	11	19.3
1000~	1	6.3	0	0.0	1	1.8
合計	16	100.0	41	100.0	57	100.0

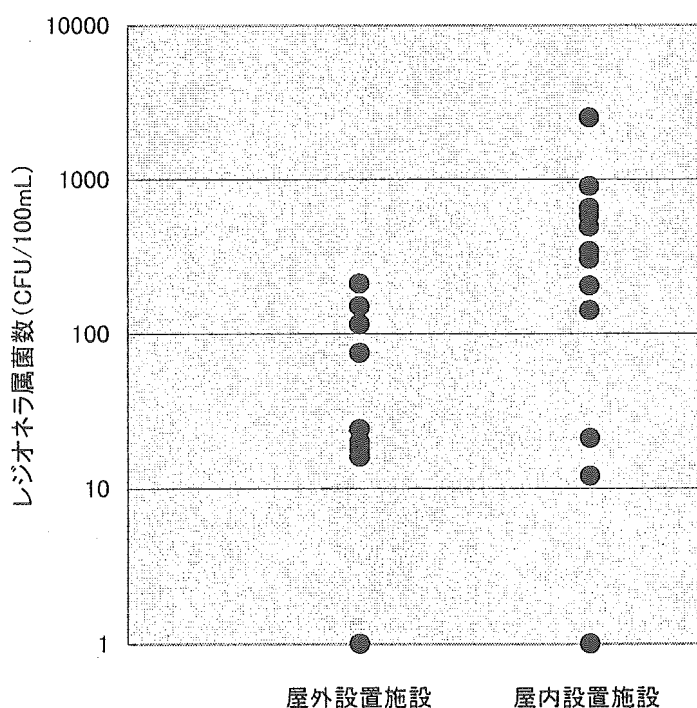


図 5 屋外設置施設と屋内設置施設から検出されたレジオネラ属菌数の分布