

(2) 高速液体クロマトグラフィ (HPLC)

GC では揮発する化合物のみ測定が可能であるが、高速液体クロマトグラフィ (HPLC) では移動相に溶解すれば基本的にすべての化合物が測定可能である。室内環境分野では、ホルムアルデヒドなどアルデヒド類の分析に主に用いられている。安定性の悪いアルデヒドをヒドラジン系化合物やヒドロキシルアミン系化合物で誘導化することで安定させるとともに選択性を上げ、HPLC で測定を行う。

HPLC は GC と同様に分離部と検出部の組み合わせからなる。HPLC の装置構成を図 3.3.2 に示す。分離部は同様に分離カラムが主要な部分となるが、移動層との関係も加わりいくつかの分離モードがある。分離モードをまとめたものを表 3.3.3 に示す。この中ではシリカゲルにオクタデシル (C18) 基を化学結合させた充填剤のカラム (非極性) と極性移動層 (アセトニトリル、メタノール、水) の組み合わせによる逆相分配モードがもっとも一般的で、アルデヒド類の測定にはこのモードが用いられる。

表 3.3.3 HPLC の分離モード

	充填剤	極性	移動相	物質の分離機構	
吸着	シリカゲル等	大	非極性溶媒	シラール基等への吸着	
分配	順相	シリカゲル-NH <sub>2</sub> -CN 等	中	非極性溶媒	極性基との相互作用
	逆相	シリカゲル-C18 -C8 等	無	極性溶媒	非極性基との相互作用
	イオン交換	イオン交換樹脂等	-	バッファ-	イオン交換反応
サイズ排除	ゲル	-	溶剤・水等	分子サイズの大小	

分離された化合物は検出部へ導入される。検出器には多数の種類があり、これらをまとめたものを表 3.3.4 に示す。アルデヒド類の場合、誘導化により紫外・可視領域に吸収を持つため、紫外可視分光光度計 (UV) が良く利用される。UV 検出器を用いる場合、GC・FID などと同様に保持時間のみで化合物を特定するため、特に共存物質の確認などに注意する必要がある。

表 3.3.4 HPLC の検出器

検出器名	選択性	感度
蛍光光度計	蛍光物質	高
紫外可視分光光度計	紫外可視部に吸収をもつ物質	中～高
示差屈折計	上記以外	低
フォトダイオードアレイ	UV-VIS スペクトル・マルチ測定	中
電気伝導度	電気伝導	中～高
電気化学検出器	酸化還元反応	高

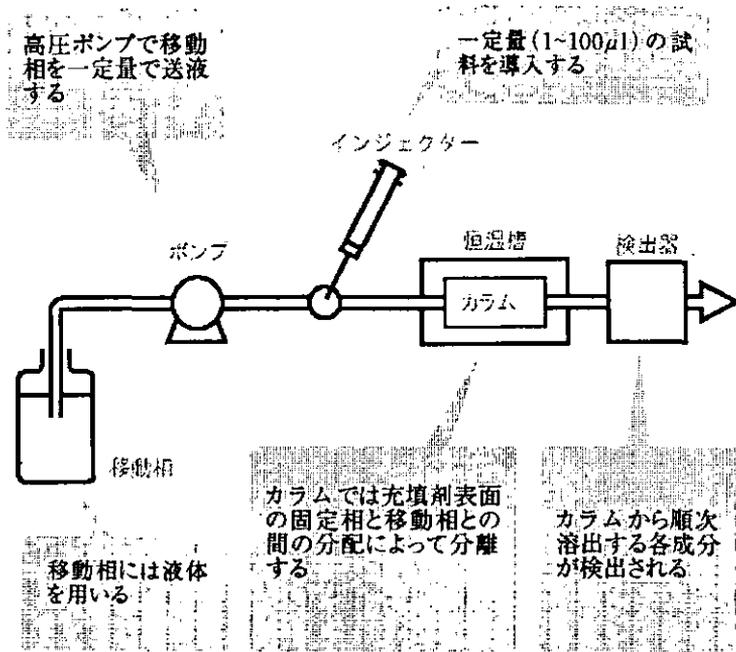


図 3.3.2 HPLCの装置構成



非空調時それぞれの曝露を行った。また、光音響式の連続測定器を使用して、ホルムアルデヒド及びTVOCの測定も行った。それぞれの測定器に関する詳細は、前章にて述べられている。

## 4.2 測定結果

### 4.2.1 粒子状汚染物質

ローボリュームサンプラ(L-V)、デジタル粉じん計、ピエゾバランス粉じん計により室内外の測定結果を表4.2, 4.3に示す。各測定方法により測定値に違いはあるが、これらの装置の測定範囲では同様に、室内よりも外気濃度の方が高い値を示している。重量濃度測定に関しては、ローボリュームサンプラによる測定値とピエゾバランス粉じん計による平均値は、よく一致していた。また、ピエゾバランス粉じん計により、空調時1時間毎の計測を行ったが、概ね0.01から0.02 mg/m<sup>3</sup>と時間による変化を確認することはできなかった。また、図4.1にデジタル粉じん計による計測値の経時変化を示す。空調時は、5 cpm前後で変化は認められなかったのに対し、空調を停止した20時より増加する傾向となった。また翌日朝の空調運転により急激に減少していることが確認できた。

表4.2 ローボリュームサンプラ(L-V)・デジタル粉じん計・ピエゾバランス粉じん計による室内濃度

L-V測定	捕集重量(mg)	吸引流量(m <sup>3</sup> )	重量濃度(mg/m <sup>3</sup> )
屋内-1	0.101	14.4	0.007
屋内-2	0.122	14.4	0.008
平均値	0.112	14.4	0.008

デジタル粉じん計	c p t	c p m	係数値
LD-3(1)	2,024	4.217	2.64×10 <sup>-3</sup>
LD-3(2)	1,777	3.702	3.01×10 <sup>-3</sup>
3431(1)	1,573	3.277	3.40×10 <sup>-3</sup>
3431(2)	1,562	3.254	3.43×10 <sup>-3</sup>

ピエゾバランス粉じん計	1回目測定値	2回目測定値	平均測定値	係数値	
10:01	0.02	0.02	0.02		
11:02	0.01	0.01	0.01		
12:02	0.01	0.01	0.01		
13:01	0.01	0.01	0.01		
14:03	0.01	0.01	0.01		
15:02	0.00	0.00	0.00		
16:03	0.01	0.00	0.01		
17:05	0.01	0.01	0.01		
18:02	0.02	0.01	0.02		
平均値	0.01	0.01	0.01		0.8

表 4.3 ローボリュームサンプラ(L-V)・デジタル粉じん計・ピエゾバランス粉じん計による外気濃度

L-V測定	捕集重量(mg)	吸引流量(m3)	重量濃度(mg/m3)
外気-1	0.724	14.4	0.050
外気-2	0.689	14.4	0.048
平均値	0.707	14.4	0.049

デジタル粉じん計	c p t	c p m	係数值
LD-3(1)	10,801	22,502	2.18×10 <sup>-3</sup>
LD-3(2)	11,127	23,181	2.11×10 <sup>-3</sup>
3431(1)	10,309	21,477	2.28×10 <sup>-3</sup>
3431(2)	9,753	20,319	2.41×10 <sup>-3</sup>

ピエゾバランス粉じん計	1回目測定値	2回目測定値	平均測定値	係数值
10:10	0.04	0.03	0.04	
11:10	0.04	0.04	0.04	
12:10	0.05	0.04	0.05	
13:08	0.03	0.03	0.03	
14:08	0.02	0.02	0.02	
15:08	0.03	0.03	0.03	
16:07	0.01	0.02	0.02	
17:05	0.01	0.01	0.01	
18:05	0.05	0.04	0.05	
平均値	0.03	0.03	0.03	

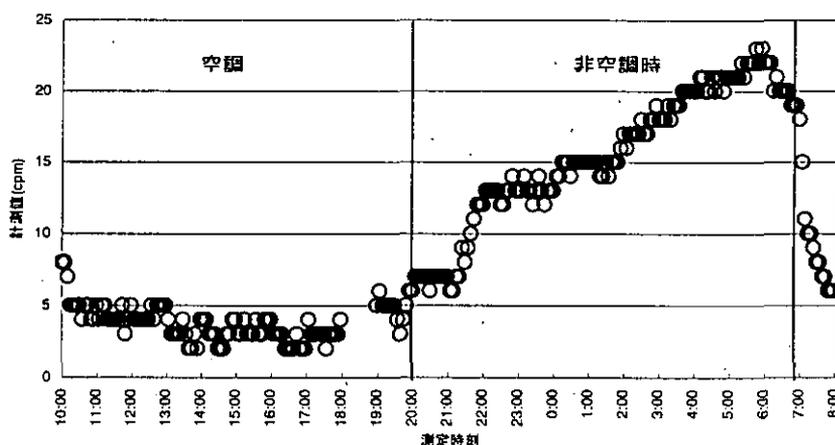


図 4.1 デジタル粉じん計による粒子個数の濃度変化

カスケードインパクトによる室内空調・非空調時における粒経別捕集量及び重量濃度について、表 4.4, 4.5 に示す。このインパクトによる捕集特性は、Stage A : 2.5  $\mu\text{m}$ , Stage B : 1.0  $\mu\text{m}$ , Stage C : 0.50  $\mu\text{m}$ , Stage D : 0.25  $\mu\text{m}$ , Stage F : under 0.25  $\mu\text{m}$  となっている。また捕集時間は、空調時に 2 日にかけて 8 時間ずつの計 16 時間、非空調時に 12 時間となっている。各段とも  $\text{ng}/\text{m}^3$  オーダーとなっているが、最下段 0.25  $\mu\text{m}$  以下については、他の段よりも大きな値となっており、微粒子の存在量が比較的多いことを示している。

る。また、この測定方法によっても、格段の濃度について非空調時のほうが空調時よりも高い値を示しており、特に微小粒子の方がその傾向が顕著となった。

表 4.4 インパクタによる室内空調時粒経別捕集量（16時間捕集）

Filters No.	捕集量[mg]	捕集率	累積	重量濃度[mg/m <sup>3</sup> ]
A	0.018	16.241	16.241	0.0020
B	0.009	8.585	24.826	0.0011
C	0.009	8.121	32.947	0.0010
D	0.015	13.921	46.868	0.0017
F	0.057	53.132	100.000	0.0066
合計	0.108			0.0125

表 4.5 インパクタによる室内非空調時粒経別捕集量（12時間捕集）

Filters No.	捕集量	捕集率	累積	重量濃度[mg/m <sup>3</sup> ]
A	0.019	8.837	8.837	0.0029
B	0.018	8.256	17.093	0.0027
C	0.013	6.279	23.372	0.0021
D	0.039	18.256	41.628	0.0061
F	0.126	58.372	100.000	0.0194
合計	0.215			0.0332

パーティクルカウンタによる室内・外気濃度変動を図 4.3, 4.4 に示す。空調時には外気濃度に若干変動、特に 13 時ごろの増加はあるものの、室内には特に目立って影響を及ぼしていない。また、非空調時には、徐々に濃度が増加する傾向が現れた。

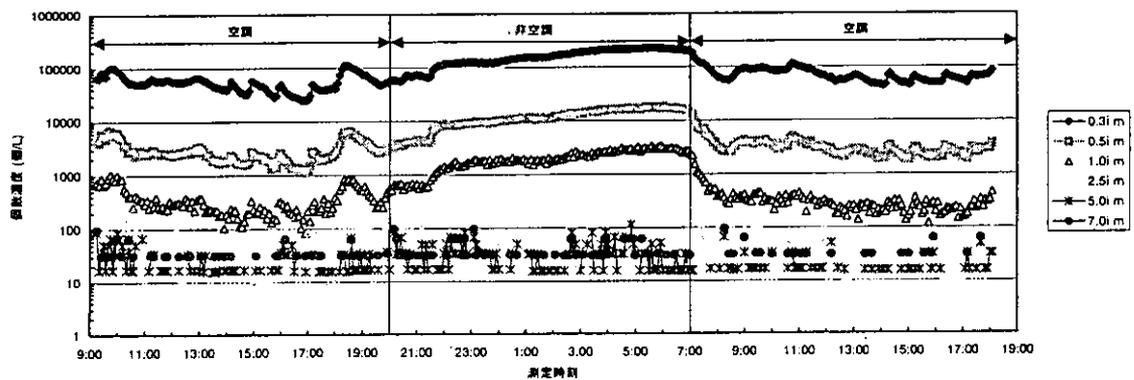


図 4.2 パーティクルカウンタによる室内粒子個数濃度

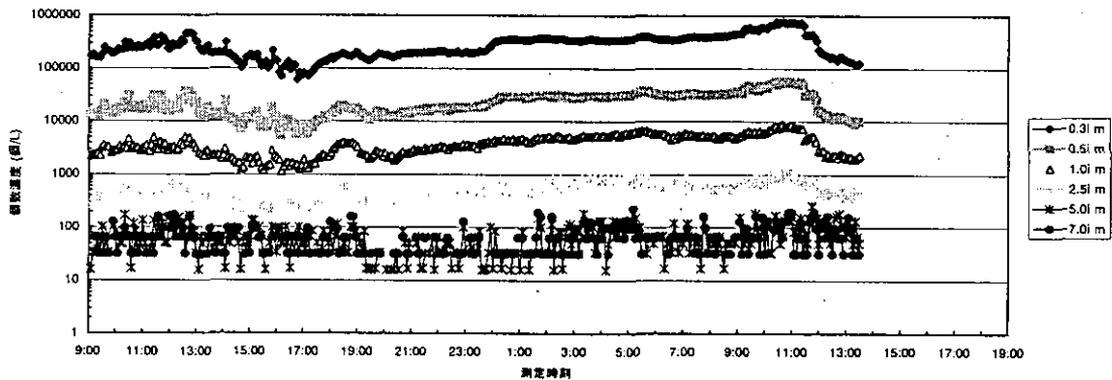


図 4.3 パーティクルカウンタによる外気粒子個数濃度

また、パーティクルカウンタ MODEL 3886 を用いて、希釈装置（希釈倍率 30 倍）を用いて室内測定の結果を図 4.4 に示す。上記のデータと同様に非空調時に 1 μm 以上の粒子で上昇する傾向が見られ、空調を稼動とともに減少する傾向となった。

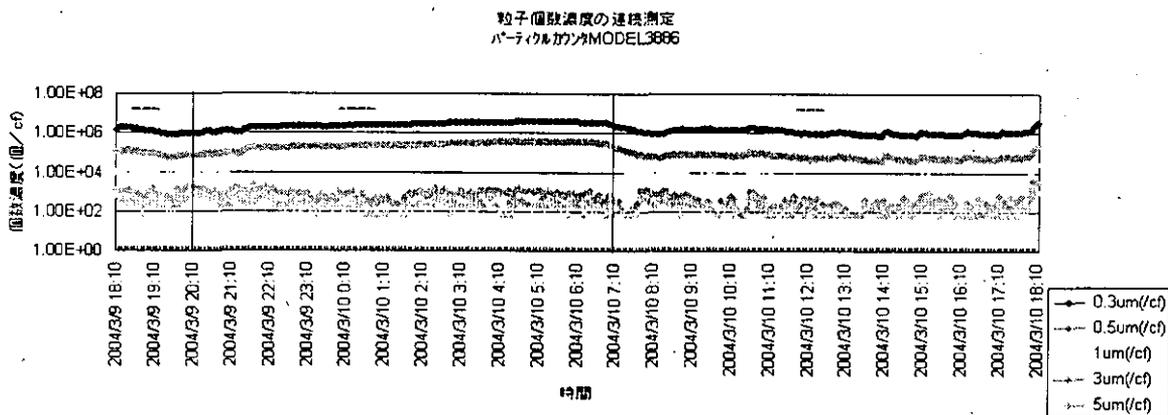


図 4.4 パーティクルカウンタによる室内粒子個数濃度

凝縮核計数器(CPC)による室内・外気濃度の経時変化について、図 4.5 に示す。外気については、 $10^4$  p/cc 程度の濃度であるのに対し、空調時の室内については低い値となっている。一方 20 時の空調停止時から室内濃度は徐々に上昇し、外気程度まで高くなる傾向となった。SMPS-CPC による測定では、図 4.6 に示すとおり空調時・非空調時ともに 1 μm 以下に粒径モード径が存在するが、非空調時の濃度のほうが高くなる傾向となった。

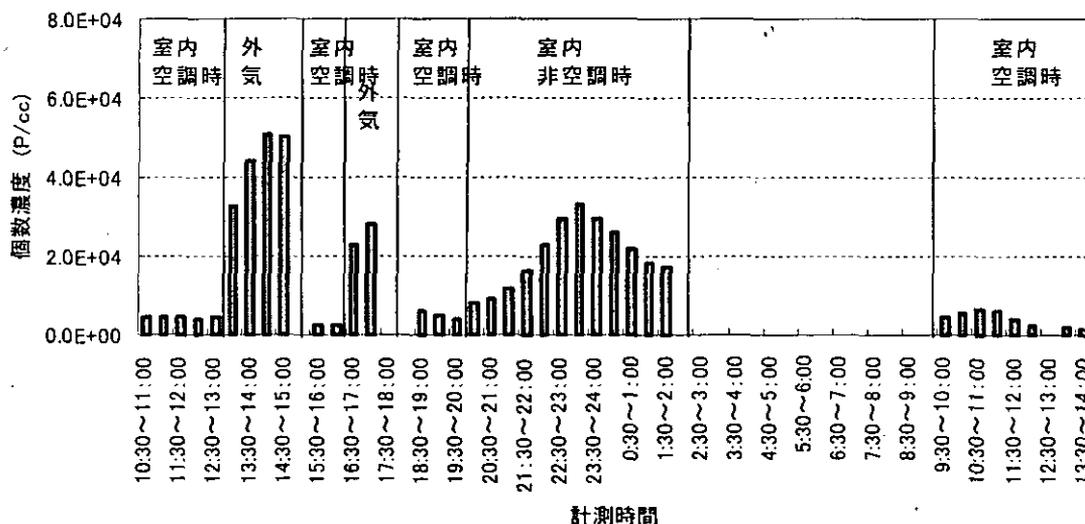
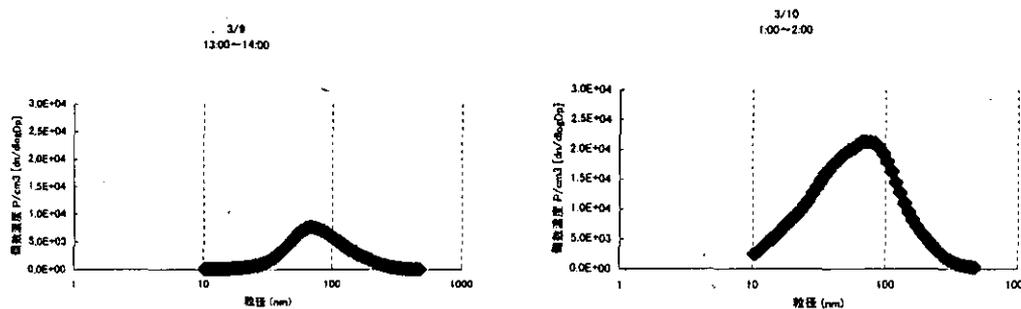


図 4.5 CPC による微粒子濃度の経時変化 (室内及び外気)



(a)空調時(13時)

(b)非空調時(1時)

図 4.6 SMPS による室内空気の粒径別規格化濃度

#### 4.2.2 ホルムアルデヒド及び VOC

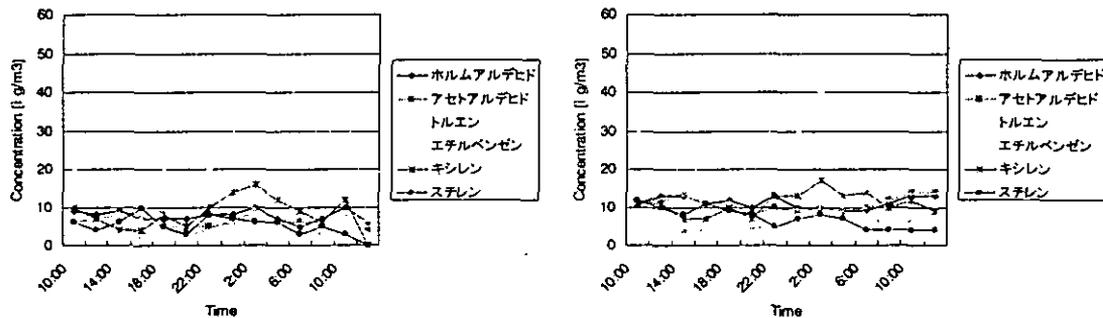
アクティブ法により VOC、ホルムアルデヒドなどのカルボニル化合物に関する室内外の分析結果を表 4.6, 4.7, 図 4.7 に示す。今回は、オフィスビルにおける空調・非空調による濃度変化について明らかにすることから、2 時間おきに捕集を行っている。アルデヒド類については、夜間に低くなる傾向を得たが、概ね一定であった。また VOC については、トルエンについては夜間に濃度の上昇が認められたが、外気についても同様の傾向となっており、外気の変動が室内濃度の影響を及ぼしていると考えられる。トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン以外の物質については、検出限界以下となっていることが多かった。

表 4.6 アクティブ法による室内の VOC, アルデヒド類の測定結果 (単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

日付	3月9日							3月10日						
	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00
採取時間	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00
温度 (°C)	24.5	24.5	25.0	24.8	24.8	25.4	24.2	23.0	22.5	21.8	21.1	23.8	24.0	24.0
湿度 (RH%)	39	38	38	37	39	40	33	30	28	24	24	39	37	37
ホルムアルデヒド	11	13	13	11	12	10	13	10	10	9	9	11	13	13
アセトアルデヒド	11	12	13	11	11	8	10	9	10	9	10	12	14	14
トルエン	30	26	17	23	24	18	34	30	41	45	49	37	38	24
エチルベンゼン	6	6	4	4	6	4	6	7	8	7	8	5	7	5
キシレン	11	11	7	7	10	7	13	13	17	13	14	10	12	9
スチレン	12	10	8	11	9	8	5	7	8	7	4	4	4	4
パラジクロロベンゼン	<3	<3	<3	<3	<3	4	4	3	5	<3	<3	<3	<3	<3
テトラデカン	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
DBP	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
DEHP	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
クロルピリロス	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ダイアジノン	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
フェノール	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

表 4.7 アクティブ法による外気の VOC, アルデヒド類の測定結果 (単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

日付	3月9日							3月10日						
	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00
採取時間	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00
温度 (°C)	12.2	13.8	16.0	14.7	13.9	12.7	11.3	11.0	10.2	7.8	7.3	8.5	14.2	17.8
湿度 (RH%)	27	25	23	23	32	42	52	52	55	49	52	43	36	28
ホルムアルデヒド	9	8	9	7	7	7	8	8	10	7	5	7	10	6
アセトアルデヒド	6	7	8	7	5	5	5	6	9	6	6	6	12	4
トルエン	20	15	8	7	20	13	20	29	46	48	36	27	36	7
エチルベンゼン	5	4	3	3	5	3	4	7	8	7	6	3	8	<3
キシレン	10	7	4	4	8	5	10	14	16	12	9	6	12	<3
スチレン	6	4	6	10	5	3	8	7	6	6	3	5	3	<3
パラジクロロベンゼン	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
テトラデカン	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
DBP	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
DEHP	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
クロルピリロス	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ダイアジノン	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
フェノール	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3



(a)室内

(b)外気

図 4.7 各 VOC の経時変化

パッシブ法による室内と外気の 24 時間曝露によるそれぞれの測定結果を表 4.8, 4.9 に示す。また、曝露中におけるアクティブ法の測定結果も併記している。今回は各サンプラーの性能比較を行うため、アルデヒド類については 3 種類、VOC については 4 種類のサンプラーを使用した。室内中の濃度が低かった理由もあり、パッシブ法とアクティブ法では測定結果のオーダーは、概ね一致していたが、アセトアルデヒドについてはパッシブ法の方が低い値の結果となった。また、外気の測定では夜間強風であったため、パッシブ法の定量値は強風の影響をうけている可能性がある。

表 4.8 パッシブ法による室内のアルデヒド類と VOC の測定結果 (単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

商品名	DSD-DNPH		UME x 100		パッシブガスチューブ		VOC-SD		有機ガスモニター		575-001		パッシブガスチューブ		アクティブ	
	メーカー	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank		空気濃度
ホルムアルデヒド		<0.5	6.0	1.3	5.4	0.5	9.7									7.7
アセトアルデヒド		<0.5	0.6	<0.5	0.5	<0.5	0.9									6.6
トルエン							<0.5	15	5.1	13	5.4	16	<0.5	13	24	
エチルベンゼン							<0.5	3.1	<0.5	2.7	1.0	3.9	<0.5	4.2	5.1	
キシレン							<1	4.6	<1	3.8	3.5	7.1	<1	3.5	9.0	
スチレン							<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5.5	
パラジクロロベンゼン							<0.5	0.8	<0.5	0.7	0.9	2.9	<0.5	<0.5	<3	
備考		曝露、抽出、あらゆる点で使いやすい。		曝露の方法が簡単。サンプラー内にトラベルブランク用チューブが入っており、ブランク用に1本を必要としない。抽出のための解体が大変。解体作業の際のブランク上昇を懸念		サンプリングレートがDNPHは1 g/bpm・hr。有機溶剤はminのため、取り扱をよく読まないとい計算を誤る危険		ブランクが低い		曝露の方法が簡単だが、曝露後のキャップの仕方がわかりづらい		曝露の方法が簡単だが、曝露後のキャップの仕方がわかりづらい		サンプリングレートがDNPHは1 g/bpm・hr。有機溶剤はminのため、取り扱をよく読まないとい計算を誤る危険		

\*アクティブは表 4.6 を平均したもの

\*ブランクは検出された絶対量を 24hr 曝露、25℃換算で空気中濃度として求めた。空気中濃度はブランク (絶対量) を差し引いて算出。

表 4.9 パッシブ法による外気のアルデヒド類と VOC の測定結果 (単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

商品名	DSD-DNPH		UME x 100		パッシブガスチューブ		VOC-SD		有機ガスモニター		575-001		パッシブガスチューブ		アクティブ								
	メーカー	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank	空気濃度	blank		空気濃度							
ホルムアルデヒド	スベルコ	<0.5	11	SKC	1.3	7.8	柴田科学	0.5	13	スベルコ	<0.5	16	3M	5.1	13	SKC	5.4	8.4	柴田科学	<0.5	13	11	
アセトアルデヒド		<0.5	1.0		<0.5	0.6		<0.5	1.1		<0.5	3.2		<0.5	2.1		1.0	1.5		<0.5	4.1	11	
トルエン								<0.5	5.0		<1	3.2		<1	3.5		1.5	1.5		<1	3.4	31	
エチルベンゼン								<0.5	5.0		<1	3.2		<1	3.5		1.5	1.5		<1	3.4	5.9	
キシレン								<0.5	5.0		<1	3.2		<1	3.5		1.5	1.5		<1	3.4	11	
スチレン								<0.5	5.0		<1	3.2		<1	3.5		1.5	1.5		<1	3.4	7.2	
パラジクロロベンゼン								<0.5	5.0		<1	3.2		<1	3.5		1.5	1.5		<1	3.4	4.0	
備考		曝露、抽出、あらゆる点で使いやすい。		曝露の方法が簡単。サンプラー内にトラベルblank用テープが入っており、blank用に1本を必要としない。抽出のための解体が大変。解体作業の間のblank上昇を懸念		サンプリングレートがDNPHは1 gppm・hr。有機溶剤はminのため、取り扱をよく読まないと言算を誤る危険		blankが低い		曝露の方法が簡単だが、曝露後のキャップの仕方がわかりづらい		曝露の方法が簡単だが、曝露後のキャップの仕方がわかりづらい		曝露の方法が簡単だが、曝露後のキャップの仕方がわかりづらい		サンプリングレートがDNPHは1 gppm・hr。有機溶剤はminのため、取り扱をよく読まないと言算を誤る危険							

\*アクティブは表 4.7 を平均したもの

\*blankは検出された絶対量を 24hr 暴露、25℃換算で空气中濃度として求めた。空气中濃度はblank (絶対量) を差し引いて算出。

また、今回は空調・非空調時による濃度の違いを考慮に入れるため、曝露時期を空調時・非空調時に分ける試みを行った。結果を表 4.10 に示す。空調・非空調時のパッシブ法による各物質の濃度とアクティブ法を比較すると、絶対値は異なるものの、濃度の高低の傾向はよく一致していた。ただし、各物質により空調時に高くなるもの、非空調時に高くなるものとあり、空調稼働による VOC の影響について今回は確認できなかった。

表 4.10 パッシブサンプリングによる空調時間帯・非空調時間帯の測定結果 (単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

採取時間帯	24hr			空調時間帯8hr			空調時間帯16hr			非空調時間帯12hr		
	blank	空気濃度	アクティブ*	blank	空気濃度	アクティブ*	blank	空気濃度	アクティブ*	blank	空気濃度	アクティブ*
ホルムアルデヒド	0.5	13	11	<0.5	17	12	<0.5	14	12	0.7	12	10
アセトアルデヒド	<0.5	1.1	11	<0.5	1.6	12	<0.5	1.1	12	<0.5	1.1	9.3
トルエン	<0.5	13	31	<0.5	7.9	24	<0.5	8.7	24	0.6	18	36
エチルベンゼン	<0.5	4.1	5.9	<0.5	3.3	5.2	<0.5	3.3	5.2	<0.5	4.9	6.7
キシレン	<0.5	3.4	11	<1	1.9	9.2	<1	2.4	9.2	<1	4.2	13
スチレン	<0.5	1.0	7.2	<0.5	1	10	<0.5	1	10	<0.5	0.7	6.5
パラジクロロベンゼン	<0.5	0.8	4.0	<0.5	<0.5	<3	<0.5	<0.5	<3	<0.5	0.9	4

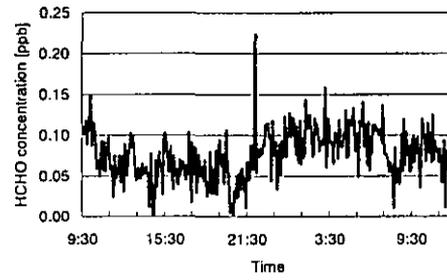
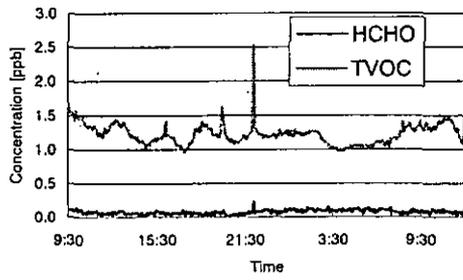
\*アクティブは表 4.6 を平均したもの

\*blankは検出された絶対量を 24hr 暴露、25℃換算で空气中濃度として求めた。空气中濃度はblank (絶対量) を差し引いて算出。

\*サンプラーはすべてパッシブガスチューブ (柴田科学製)

図 4.11 にマルチガスモニタによるホルムアルデヒドと TVOC の連続測定結果について示す。ホルムアルデヒド濃度値はアクティブ法よりも大きくなった。また、両数値とも若干の変動があり、非空調時の TVOC については低くなる傾向、ホルムアルデヒドについては、

高くなる傾向があったが、変化量は少なかった。



(a)各濃度の経時変化

(b)ホルムアルデヒド濃度の拡大

図 4.11 マルチガスモニタによる室内ホルムアルデヒド、TVOC 濃度結果

## 5. まとめ（藤井，垂水）

本調査研究では、特定建築物における居室内のエアロゾル及び化学物質の発生要因及び性状等の実態を明確にし、健康影響を考慮した上で、適正な評価及び規制方法のあり方等について検討することを目的とし、本年度の研究は、本調査研究の初年度のものとして、特定建築物の居室のエアロゾルとVOCの計測方法の基本となる項目、実態調査の方法と問題点を把握することとした。具体的な調査内容としては、A)浮遊粉じん計測及びB)化学物質計測に関して、以下の内容を検討した結果、以下の結果が得られた。

### （1）特定建築物内の空気質の文献調査

特定建築物内の粒子状物質及び化学物質の測定事例について、継続して各委員が調査を行うこととした。本年度は、VOC関連文献の調査結果を報告した。

### （2）測定方法の検討

調査内容より、粒子状物質及び化学物質の測定方法について検討を行い、実態調査への適用について決定することとした。

粒子状物質については、特に粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の微粒子も対象となるため、粒径分布と組成の計測方法について、検討した。実測調査では、従来の浮遊粉じん濃度の測定結果との整合性を取る必要から従来法としてローボリュームエアサンプラー、デジタル粉じん計、ピエゾバランス粉じん計などの手法を取り入れることとした。粒径分布の測定法として、パーティクルカウンタ、SMPSが可能であるため、実測での結果から判断することとした。ただし、パーティクルカウンタは希釈方法と $0.3\mu\text{m}$ 以下の粒子計測、SMPSは価格とアルコールの発生に課題がある。組成測定法には、捕集後に分析する方法が一般的である。カスケードインパクトによる捕集後XPS、ICP-MS、HPLC、GCなどによる分析する方法があるが、いずれも経費と専門技術に課題が残る。カスケードインパクトの調査結果から、事務所での測定機器として、ロープレッシャーインパクトは騒音と大量の捕集空気量が必要なため不相当と判断し、シウタインパクトを利用することとした。また、捕集粒子をHeマイクロ波誘導プラズマ（He-MIP）により測定するパーティクルアナライザがあるが価格と小粒径粒子の測定が不可能な点に課題がある。いずれにしても、粒子組成の分析を含めて多点で調査を実施するには経済的に困難である。

化学物質については、VOCについて、厚生労働省により提案されている精密法を対象に行うことを想定し、特定建築物に応用することを検討した。実測調査では、パッシブ法と計器測定法の有効性の検討を主たる目的として、検討した。実測では、精密法、パッシブ法について行うこととした。また、VOC濃度変動をモニターするため光音響法のガスモニターを参考のため使用した。

### （3）室内環境中における粒子状物質及び化学物質の実態調査

粒子状物質の実測調査は、測定手法の確認と現場測定の可能性など、問題点の抽出を主たる目的として、対象建物1件について行った。化学物質の実測調査は、測定手法の確認と現場測定の可能性、パッシブ法の有効性など、問題点の抽出を主たる目的として、粒子状

物質の測定と併行して対象建物1件について行った。平成16年3月8日から10日、三田国際ビルで行った。本年度の実測調査は1回であったが、以下のような調査項目が有効と考えられた。測定結果よりの概要は以下のとおりである。

粒子計測では、空調時濃度  $0.008\text{mg}/\text{m}^3$  であり、外気濃度  $0.049\text{mg}/\text{m}^3$  に比べて低濃度を維持していた。個数濃度では、 $0.3\mu\text{m}$ 以上の粒子で5,000~100,000個/L、非空調時10,000~300,000個/L、外気100,000~1,000,000個/Lでいずれも室内濃度の方が低かった。SMPSによる超微粒子の測定では、 $0.08\mu\text{m}$ 近辺にピーク粒径を持つ粒径分布が得られ、空調時  $0.5 \times 10^7$  個/L、非空調時  $1 \sim 3 \times 10^7$  個/L、外気  $4 \sim 5 \times 10^7$  個/Lであった。

VOC計測では、ホルムアルデヒド  $9 \sim 13\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アセトアルデヒド  $8 \sim 14\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、トルエン  $17 \sim 49\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、エチルベンゼン  $4 \sim 8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、キシレン  $7 \sim 17\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、スチレン  $4 \sim 12\mu\text{g}/\text{m}^3$  で、いずれも厚生労働省が策定した室内濃度指針値より低く、良い環境値といえる。また、それ以外の物質は、計測されなかった。

最後に、本年度の測定した方法を総括し、目的に応じた測定項目を整理したところ、推奨項目が、以下のように提案されている。

1) 粒子状物質の精密測定

ローボリュームエアサンプラによる重量濃度  
デジタル粉じん計またはピピエゾバランス粉じん計  
パーティクルカウンター（希釈システム付き）  
SMPS

2) 粒子状物質の分析調査

シウタスインパクト  
走査電子顕微鏡&XPS  
ICP-MS、HPLC、GC

3) 粒子状物質の簡易調査

デジタル粉じん計またはピピエゾバランス粉じん計  
パーティクルカウンター（希釈システム付き）  
 $0.3\mu\text{m}$ 以下の計測が必要な場合 SMPS

4) 化学物質濃度の精密測定

厚生労働省の指針による精密測定

5) 化学物質濃度の簡易測定

検知管法又はパッシブ法によるトルエン、キシレン、スチレン及びホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの測定

そこで、来年度の研究テーマとして、実測調査のデータから、目的に応じた推奨する計

測項目についての検証を加えることとした。

来年度以降、本年度結果をふまえて測定法の確認調査と、全国的な簡易調査を実施する予定である。今年度一建物のみの精密測定であったため、再度、数ビルでの精密測定により測定法の検証が必要である。また、測定結果の相互比較を通して、全国規模での簡易測定と指針の作成が課題として残っている。

そのため、次年度以降の研究テーマは、以下に挙げるとおりとなる。

(1) 簡易測定方法の検討 今年度の実態調査に基づき、多数の居室の調査を行うための粒子状物質の個数・重量濃度及び化学物質を対象とした簡易測定法による評価の可能性について検討を行う。

(2) 国規模の測定調査 粒子状物質及び化学物質について、関東・北陸を中心に全国規模の実態調査を行い、基本的データの蓄積と共に、居室の用途・内装材料・空調設備の条件・地域等による違いについて検討を行う。

(3) 項目と方法のガイドラインの作成 目的に応じた推奨される計測項目の検討結果をふまえ、調査結果をまとめ、目的に応じた計測項目と方法についてガイドラインとして整備する。

## IV. 研究成果

### 2. 建築物の給水における水質管理の実態調査

分担研究者 紀谷 文樹（神奈川県立大学工学部建築学科）

## IV-2 建築物の給水における水質管理の実態調査

### 1. 研究の背景と目的

給水管等の腐食に起因する赤水発生を抑止対策として、給水用防錆剤の使用が認められている（「空気調和設備等の維持管理及び清掃等に係る技術上の基準」（平成15年3月25日厚生労働省告示第119号））。この告示では、防錆剤の使用は、赤水等の対策として飲料水系配管の布設替え等が行われるまでの応急策とし、使用する場合は、適切な品質規格及び使用方法に基づき行うことと規定されている。

また、「建築物における衛生的環境の維持管理について」（昭和58年3月18日環企第28号厚生省環境衛生局長通知最終改正平成13年4月27日健発第511号）の建築物環境衛生維持管理要領の中で防錆剤の使用上の留意点や「貯水槽の水張り終了後に行う水質検査等に関する留意事項について」（平成15年4月15日健衛発第0415001号厚生労働省健康局生活衛生課長通知）の防錆剤の使用方法等に係る留意事項に防錆剤の注入方法、その装置の性能、給水栓における水に含まれる防錆剤の含有率や検査の頻度、防錆剤の品質規格、防錆剤管理責任者に関する事項、使用に伴う行政への届出事項が規定されている。

昭和61年2月には給水用防錆剤管理委員会より「給水用防錆剤の使用及び管理の在り方について」として意見具申書が取りまとめられ、安全性については、①新たな給水用防錆剤への対応として、製造業者による各種安全性試験による科学的な安全性の確保の重要性、②より高いレベルの安全性の追求として、メタケイ酸ナトリウムについての長期慢性毒性試験の必要性が提案されている。

さらに、平成10・11年度厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）「建築物の多様化に対応した新たな維持管理手法の構築に関する研究」に示されている通り、給水用防錆剤が長期に亘って使用されている場合もあるため、使用現状とその安全性の徹底や販売管理基準の強化等を図る必要がある。

このため、特定建築物における給水用防錆剤の使用や行政指導の実態等の調査を行い、その実態を明らかにするとともに給水用防錆剤を用いた適切な維持管理のあり方を提言するためのガイドライン作成のための有用な情報を収集し、検討を行った。

## 2. アンケート調査

特定建築物における給水用防錆剤（以下、防錆剤とする。）の使用や行政指導の実態等の把握を目的に行政・メーカー・使用者に対してアンケートを実施した。

### 2. 1 給水用防錆剤使用特定建築物に関する調査（行政）

防錆剤に関する全国における行政指導のあり方や使用実態等の現状の把握を目的にアンケートを実施した。

#### （1）調査方法

建築物衛生法を所管する都道府県、政令指定都市、特別区、政令市の計 127 関係行政を調査対象とした。調査方法は、平成 15 年 12 月 18 日に調査票を郵送にて配布し、締切を 12 月 25 日と設定して F A X または電子メールによる回収を試みた。

#### （2）調査内容

調査内容は① 特定建築物数、② 防錆剤使用届出施設数（平成 15 年 3 月末時点）、③ 届出に必要とする項目、④ 防錆剤の管理に関する資料提供の可否とした（付録-1）。

また、併せて防錆剤使用施設の届出内容に関する調査を実施した。調査内容は、建築物関連項目として①所在地、②建築年、③延べ床面積、④在館人員、⑤特定用途、⑥給水方式を、届出項目として①防錆剤の使用開始年月日、②防錆剤管理責任者の選任の有無と有する資格、③使用防錆剤の種類及び濃度、④帳簿書類、⑤防錆剤の注入方法、⑥濃度検査の実施及び頻度とした。平成 15 年 4 月の建築物衛生法政省令の改正に伴い、人の飲用等、生活の用に供する中央式給湯設備の水についても飲料水と同様の管理を実施しなければならないことから、給湯水についても防錆剤の使用状況の調査を実施した（付録-2）。

#### （3）調査結果

125 件の行政より回答が得られた。回答が得られなかった行政は群馬県と福島県いわき市であった。しかし、福島県の回答にいわき市も含まれていたことから、有効回答数は 126 件とした（回収率：99.2%）。表 1 に結果一覧を表 2 に必要届出事項一覧を示す。

本調査結果より、全国の特定建築物数は 34,827 件あり、最多は東京都の 2,574 件であった。

防錆剤使用に関する届出については、届出義務を課している行政は 118 件であった。各行政における届出状況は届出数 0 件が 66 行政と最も多く、次いで 1～10 件が 43 行政、11～20 件が 6 行政、21～40 件が 2 行政、41 件以上が 1 行政であった（表 3, 図 1）。最多は大阪市の 118 件であった。

全国における防錆剤使用の届出特定建築物は 407 件であったことから、よって本調査結果における特定建築物の防錆剤使用率は 1.2% であった。

届出に際し、届出様式または届出事項を規定している行政は 96 件あった。届出必要事項については「建築物環境衛生維持管理要領（以下、管理要領と称す。）」に規定される項目としている行政が多くみられた。

項目ごとにみると、当該特定建築物の名称及び所在場所が 94 件（97.9%）と最も多く、次いで防錆剤使用開始年月日が 92 件（95.8%）、使用する防錆剤の種類が 91 件（94.8%）、

防錆剤管理責任者の氏名及び住所が90件（93.8%）であった（表4）。

また、防錆剤管理責任者の選任状況や管理責任者が所有する資格についても届出事項としている行政もみられたほか、アンケートの選択肢以外のその他項目として11行政より得られた回答を表5に示す。

表1 給水用防錆剤使用建築物に関する調査(行政)  
結果一覧 1

番号	地域名	特定建築物数	防錆剤使用	資料提供の可否*
1	北海道	829	2	×
2	青森県	344	3	○
3	岩手県	365	0	-
4	宮城県	237	0	-
5	秋田県	170	0	-
6	山形県	375	8	×
7	福島県	474	3	○
8	茨城県	523	2	○
9	栃木県	342	1	×
10	群馬県	未回答		
11	埼玉県	580	0	-
12	千葉県	756	3	○
13	東京都	2,574	30	○
14	神奈川県	602	0	-
15	新潟県	385	2	○
16	富山県	215	2	○
17	石川県	229	0	-
18	福井県	174	0	-
19	山梨県	195	0	-
20	長野県	645	0	-
21	岐阜県	292	0	-
22	静岡県	792	0	-
23	愛知県	610	10	○
24	三重県	427	0	-
25	滋賀県	226	0	-
26	京都府	136	1	○
27	大阪府	697	1	○
28	兵庫県	377	0	-
29	奈良県	214	0	-
30	和歌山県	87	0	-
31	鳥取県	189	6	○
32	島根県	213	8	○
33	岡山県	162	0	-
34	広島県	227	1	○
35	山口県	340	0	-
36	徳島県	118	不明	-
37	香川県	147	不明	-
38	愛媛県	167	0	-
39	高知県	52	0	-
40	福岡県	368	0	-
41	佐賀県	223	0	-
42	長崎県	121	0	-
43	熊本県	159	0	-
44	大分県	162	0	-
45	宮崎県	78	0	-
46	鹿児島県	161	不明	-
47	沖縄県	280	0	-

番号	地域名	特定建築物数	防錆剤使用	資料提供の可否*
48	札幌市	856	14	○
49	仙台市	526	0	-
50	千葉市	278	2	○
51	横浜市	1,019	3	○
52	川崎市	238	0	-
53	名古屋市	1,162	11	○
54	京都市	500	32	○
55	大阪市	1,916	118	×
56	神戸市	596	0	-
57	広島市	471	12	×(データあり)
58	北九州市	302	0	-
59	福岡市	728	18	○(データなし)
60	千代田区	534	4	○
61	中央区	695	13	×(様式提供)
62	港区	558	11	○
63	新宿区	338	1	○
64	文京区	133	1	○
65	台東区	160	0	-
66	墨田区	40	0	-
67	江東区	230	0	-
68	品川区	167	2	○(別表なし)
69	目黒区	96	2	×(データあり)
70	大田区	104	4	○(データあり)
71	世田谷区	83	0	-
72	渋谷区	278	6	×(データあり)
73	中野区	41	0	-
74	杉並区	59	0	-
75	豊島区	254	5	○
76	北区	59	0	-
77	荒川区	26	1	×(データあり)
78	板橋区	47	0	-
79	練馬区	36	1	○
80	足立区	48	0	-
81	葛飾区	38	0	-
82	江戸川区	50	0	-

番号	地域名	特定建築物数	防錆剤使用	資料提供の可否*
83	小樽市	37	2	○(データなし)
84	函館市	103	0	-
85	旭川市	126	9	×
86	秋田市	147	3	×(データあり)
87	郡山市	123	0	○(様式提供)
88	いわき市	福島県に含む		
89	宇都宮市	166	1	×
90	さいたま市	204	0	○(様式提供)
91	川崎市	42	0	○(様式提供)
92	船橋市	78	1	○
93	横須賀市	93	0	-
94	相模原市	96	0	-
95	新潟市	219	7	○
96	富山市	152	2	○
97	金沢市	201	8	○
98	長野市	142	不明	-
99	岐阜市	125	0	-
100	静岡市	221	4	○
101	浜松市	170	0	-
102	豊田市	78	0	-
103	豊橋市	59	0	-
104	岡崎市	59	0	-
105	堺市	141	5	○
106	東大阪市	72	0	-
107	高槻市	37	0	-
108	西宮市	44	0	-
109	尼崎市	71	0	-
110	姫路市	94	2	×(データあり)
111	奈良市	93	0	-
112	和歌山市	97	5	×
113	岡山市	219	4	○
114	倉敷市	107	0	-
115	呉市	59	0	-
116	福山市	100	0	-
117	下関市	64	0	-
118	高松市	169	0	-
119	松山市	178	0	-
120	高知市	116	0	-
121	大牟田市	28	0	-
122	長崎市	157	8	○
123	佐世保市	70	0	-
124	熊本市	208	0	-
125	大分市	103	1	○
126	宮崎市	123	1	○
127	鹿児島市	131	0	-

※表示について ○:提供する, ×:提供できない, -:防錆剤使用施設なし