

浮遊粒子状物質調査報告書
(平成 16 年度)

平成 18 年 2 月

大阪府環境情報センター

ま え が き

今日、ディーゼル自動車等から排出される微小粒子状物質が社会問題となっており、国及び大阪府においてもその削減対策が緊急の課題となっております。

本府では、上記の削減対策に資することを目的として、平成12年12月より「浮遊粒子状物質調査」を実施し、大気環境中の微小粒子状物質の実態把握及び発生源寄与率の解析等に利用すべくデータの収集を行っております。

本報告書は平成16年度の調査結果をとりまとめたものです。関係各位におかれまして、今後の微小粒子状物質削減対策の推進に本報告書を活用していただければ、甚だ幸いに存じます。

なお、この調査にあたって、浮遊粒子状物質の採取等にご協力いただきました関係市ならびに関係機関に対し、厚く御礼申し上げます。

平成18年2月

大阪府環境情報センター
所長 村井 保徳

目 次

1. 調査概要	1
1-1 調査名称	1
1-2 調査目的	1
1-3 調査内容	1
1-3-1 調査地点	1
1-3-2 分析項目	7
1-3-3 調査期間	7
1-3-4 調査実施機関	8
2. 試料採取方法及び分析方法	9
2-1 試料採取方法	9
2-1-1 LVによる浮遊粒子状物質(SPM)の採取	9
2-1-2 Anによる粒径別の粒子状物質(PM)の採取	9
2-2 分析方法	9
2-2-1 SPM (PM)	9
2-2-2 金属類	10
2-2-3 イオン成分	11
2-2-4 炭素成分	12
2-2-5 多環芳香族炭化水素類	13

3. 平成 16 年度調査結果及び考察	15
3-1 SPM 濃度及び SPM 中の成分分析結果	15
3-1-1 SPM 濃度	15
3-1-2 金属類	17
3-1-3 イオン成分	43
3-1-4 炭素成分	53
3-1-5 多環芳香族炭化水素類	58
3-2 PM の粒径別濃度及び PM 中の粒径別成分分析結果	63
3-2-1 PM 濃度	63
3-2-2 金属類	66
3-2-3 イオン成分	91
3-2-4 炭素成分	100
3-2-5 多環芳香族炭化水素類	104
4. まとめ	108
参考資料	109

1 調査概要

1-1 調査名称

浮遊粒子状物質調査

1-2 調査目的

大阪府域における浮遊粒子状物質による大気汚染状況の実態の把握及び解析を行うことにより、発生源からの粒子状物質（特に、自動車等の移動発生源からの微小粒子状物質）の排出削減対策に資することを目的とした。

1-3 調査内容

大阪府域の調査地点にローボリウムエアサンプラー（以下「LV」と記す。）とアンダーセンサンプラー（以下「An」と記す。）を設置して粒子状物質を採取し、その濃度を測定するとともに、粒子状物質中の金属類、イオン成分、炭素成分等についても分析を行った。

1-3-1 調査地点

(1) LV設置地点（8地点）

①一般環境測定局

大阪府環境情報センター（大阪市東成区中道 1-3-62）

茨木市役所（茨木市駅前 3-8-13）

八尾市役所（八尾市本町 1-1-1）

富田林市役所（富田林市常盤町 1-1）

高石市公害監視センター（高石市高師浜 4-1-26）

②自動車排出ガス測定局

高槻市役所（高槻市桃園町 2-1）

カモドールMBS（高石市西取石 6-11-1）

東大阪市環境衛生検査センター（東大阪市西岩田 3-3-2）

(2) An設置地点（2地点）

①一般環境測定局

大阪府環境情報センター

②自動車排出ガス測定局

東大阪市環境衛生検査センター

以上の調査地点の位置を図 1-3-1 から図 1-3-9 に示した。

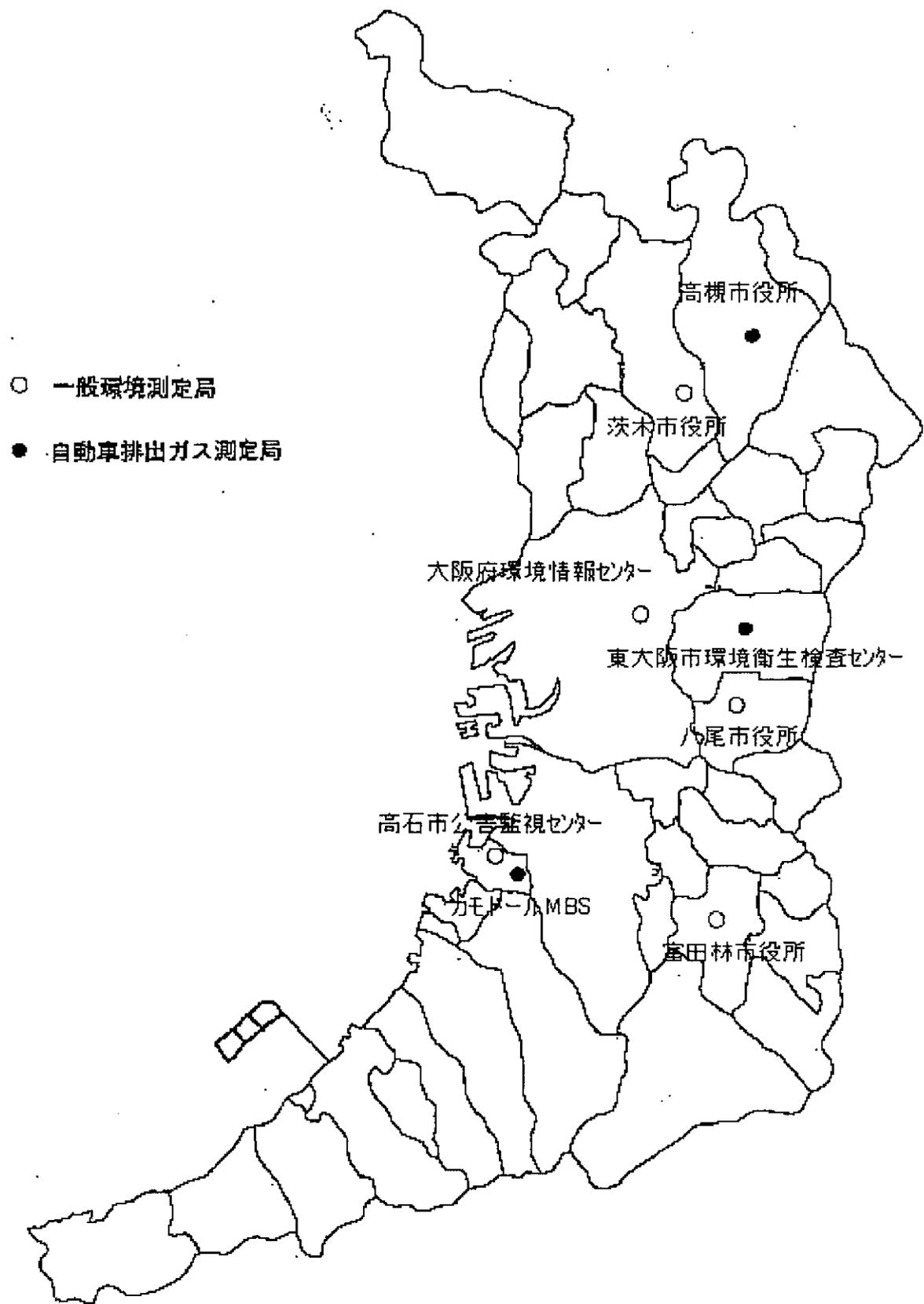


図1-3-1 調査地点

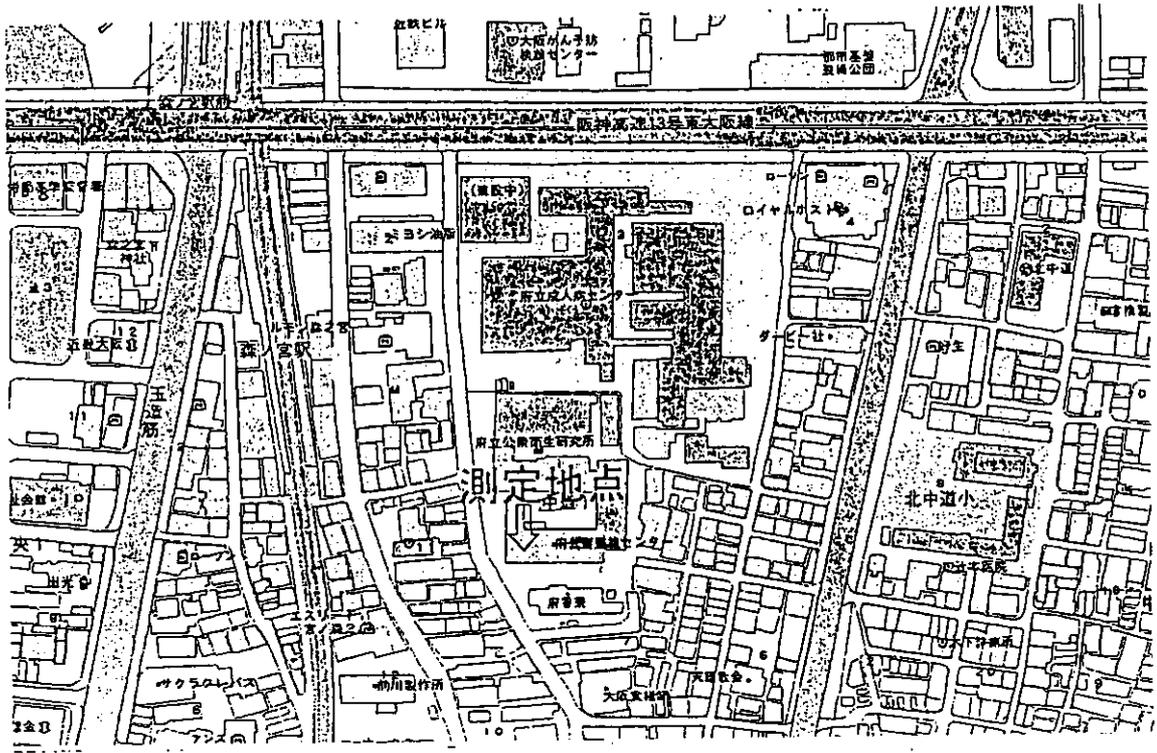


図1-3-2 大阪府環境情報センター

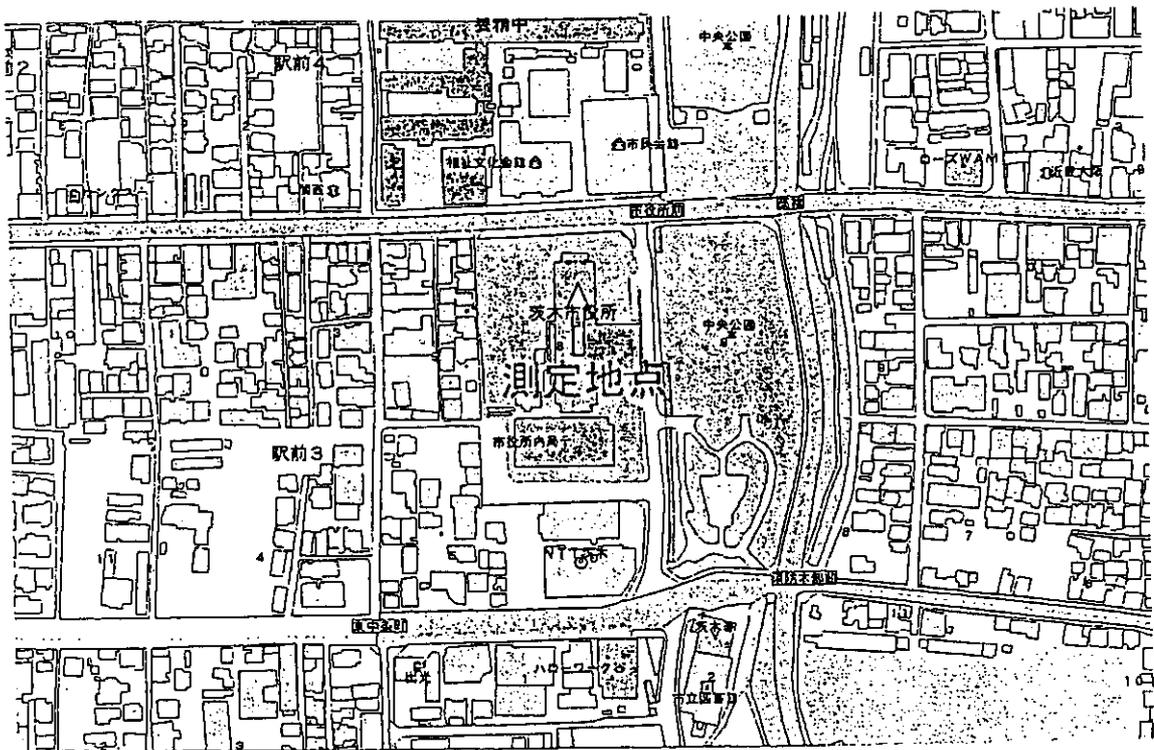


図1-3-3 茨木市役所

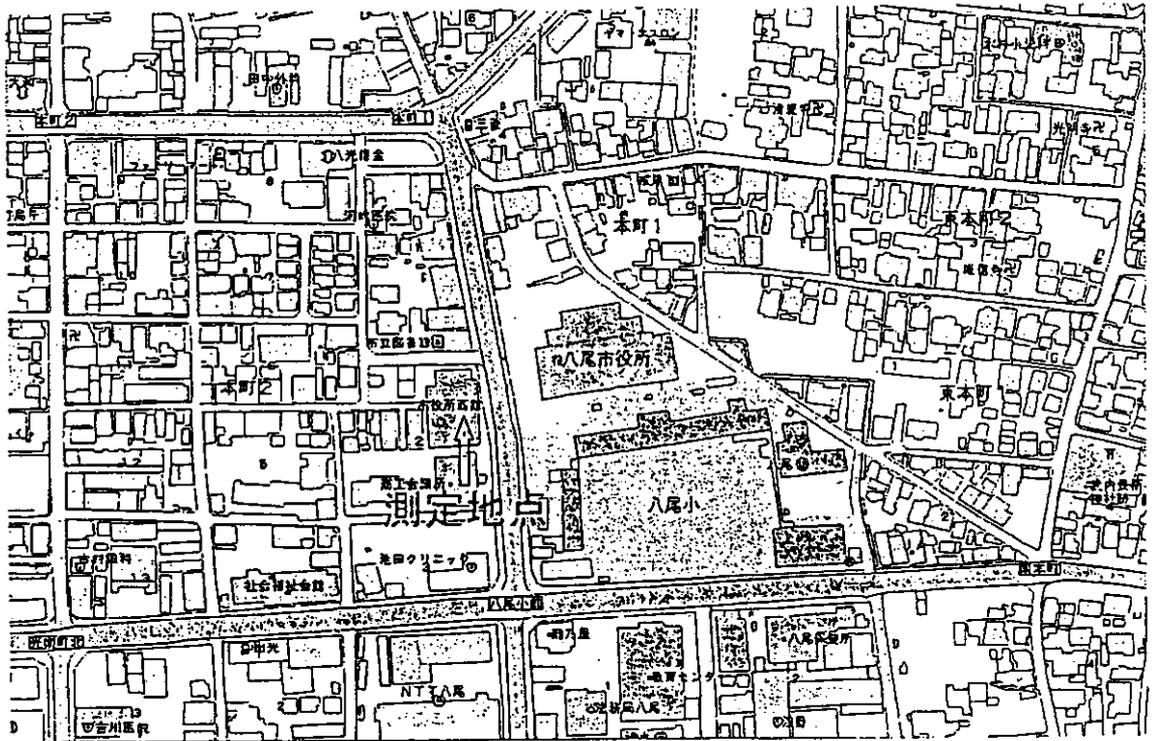


図 1-3-4 八尾市役所

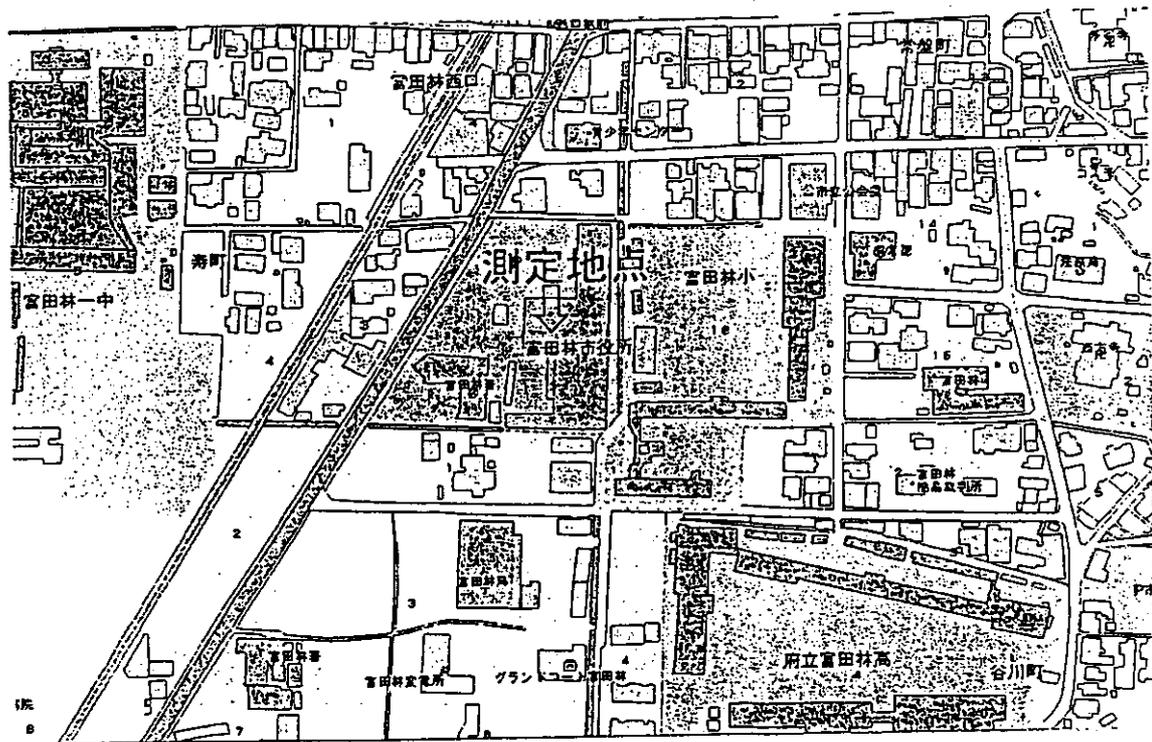


図 1-3-5 富田林市役所

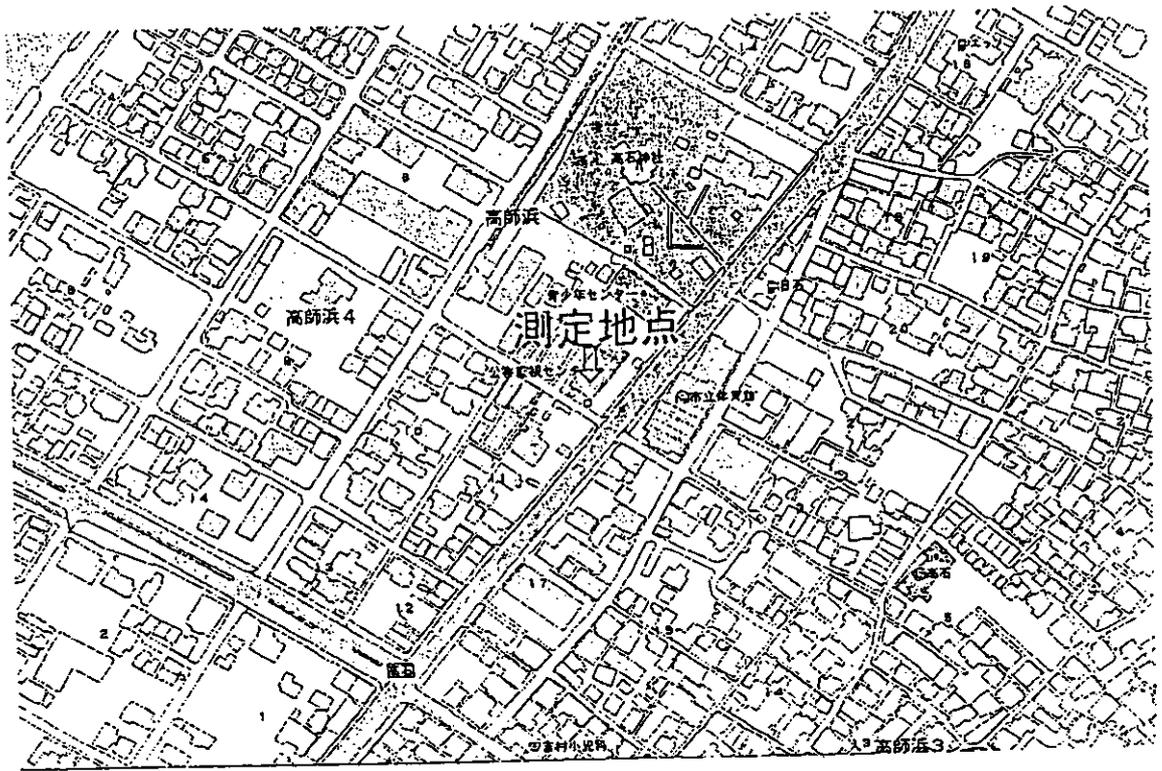


図 1 - 3 - 6 高石市公害監視センター

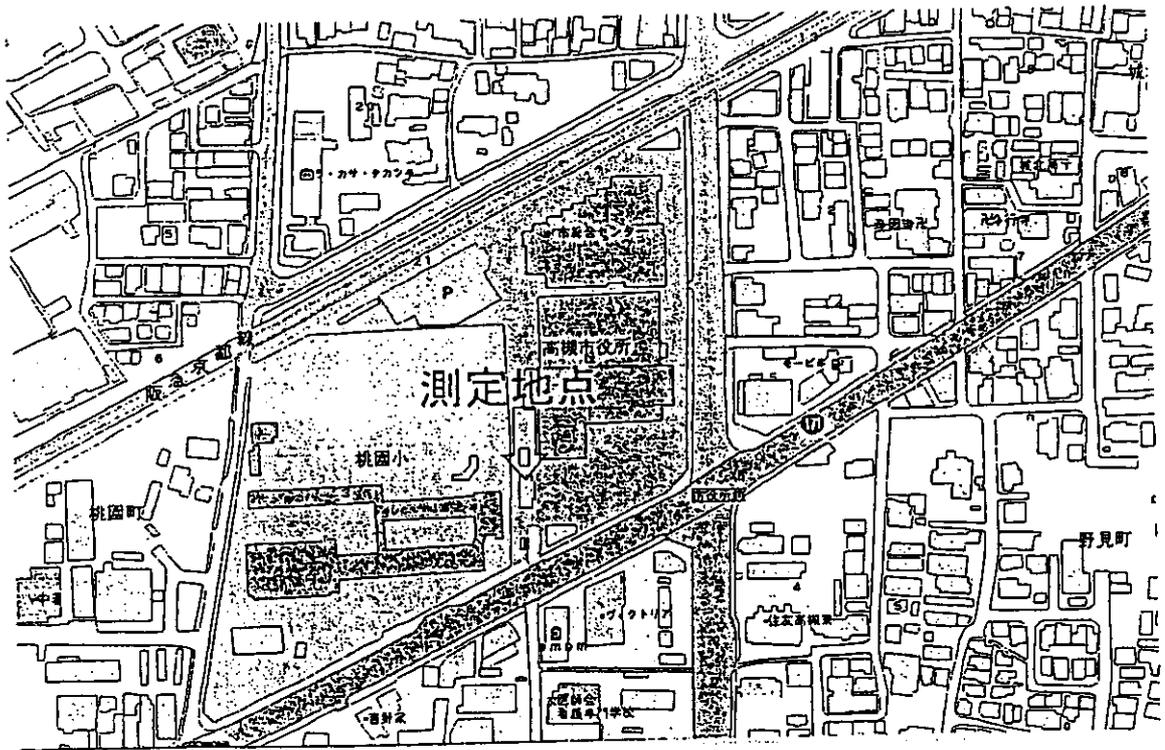


図 1 - 3 - 7 高槻市役所

1-3-2 分析項目

(1) 浮遊粒子状物質及び粒子状物質濃度

LVにより採取した浮遊粒子状物質（以下「SPM」と記す。）及びAnにより採取した粒径別の粒子状物質（以下「PM」と記す。）の濃度。

(2) 金属類 (50 項目)

ベリリウム(Be)、ナトリウム(Na)、マグネシウム(Mg)、アルミニウム(Al)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、スカンジウム(Sc)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、ガリウム(Ga)、ゲルマニウム(Ge)、ヒ素(As)、セレン(Se)、ストロンチウム(Sr)、イットリウム(Y)、モリブデン(Mo)、銀(Ag)、カドミウム(Cd)、スズ(Sn)、アンチモン(Sb)、テルル(Te)、セシウム(Cs)、バリウム(Ba)、ランタン(La)、セリウム(Ce)、プラセオジム(Pr)、ネオジム(Nd)、サマリウム(Sm)、ユーロピウム(Eu)、ガドリニウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ジスプロシウム(Dy)、ホルミウム(Ho)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、イッテルビウム(Yb)、ルテチウム(Lu)、タングステン(W)、タリウム(Tl)、鉛(Pb)、ビスマス(Bi)、トリウム(Th)及びウラン(U)。

(3) イオン成分 (9 項目)

塩化物イオン(Cl⁻)、亜硝酸イオン(NO₂⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)、硫酸イオン(SO₄²⁻)、ナトリウムイオン(Na⁺)、アンモニウムイオン(NH₄⁺)、カリウムイオン(K⁺)、マグネシウムイオン(Mg²⁺)及びカルシウムイオン(Ca²⁺)。

(4) 炭素成分 (3 項目)

全炭素(T-C)、元素状炭素(E-C)及び有機性炭素(O-C)。

(5) 多環芳香族炭化水素類 (9 項目)

ベンゾ[a]ピレン(BaP)、ベンゾ[b]フルオランテン(BbF)、ベンゾ[k]フルオランテン(BkF)及びベンゾ[ghi]ペリレン(BghiP)、参考値として、ベンゾ[a]アントラセン(BaA)、ベンゾ[e]ピレン(BeP)、ジベンゾ[a,h]アントラセン(DBahA)、インデノ(1,2,3-cd)ピレン、ベンゾ[j]フルオランテン(BjF)。

1-3-3 調査期間

調査は、原則として、毎月第2週の火曜日から第4週の火曜日まで2週間実施した。

なお、Anによる試料採取は、年4月、7月、10月及び1月にのみ実施した。

表 1-3-1 平成 16 年度浮遊粒子状物質調査における試料採取期間

月	日	月	日
4	6日(火)～20日(火)	10	12日(火)～26日(火)
5	11日(火)～25日(火)	11	10日(水)～24日(水)
6	8日(火)～22日(火)	12	7日(火)～21日(火)
7	6日(火)～20日(火)	1	11日(火)～25日(火)
8	10日(火)～24日(火)	2	8日(火)～22日(火)
9	14日(火)～28日(火)	3	8日(火)～22日(火)

1-3-4 調査実施機関

(1) 試料採取担当

関係市担当課室（表 1-3-2）及び大阪府環境情報センター環境科学室分析課

(2) 分析担当

大阪府環境情報センター環境科学室分析課

表 1-3-2 試料採取の各市担当課室

調査地点	関係市担当課室
高槻市役所	高槻市環境部環境政策室環境保全課
茨木市役所	茨木市環境部環境保全課
八尾市役所	八尾市環境部環境総務課
富田林市役所	富田林市総務部環境衛生課
高石市公害監視センター カモドールMBS	高石市総務部環境保全課
東大阪市環境衛生検査センター	東大阪市環境部公害対策課

2 試料採取方法及び分析方法

2-1 試料採取方法

2-1-1 LVによる浮遊粒子状物質 (SPM) の採取

石英繊維ろ紙 (110mm φ の円形にカット) をLVに装着し、毎分 20L の流量で大気を 14 日間連続吸引し、ろ紙上に SPM を採取した。

ろ紙	アドバンテック東洋社製 QR-100
機種	新宅機械製作所製 S2 形
電源	AC100V 200W

2-1-2 Anによる粒径別の粒子状物質 (PM) の採取

石英繊維ろ紙 (80mm φ の円形にカット) をアンダーセンサンプラー (図 2-1-1 参照) の各捕集板に装着し、毎分 28.3L の流量で大気を 14 日間連続吸引し、各ろ紙上に粒径別に PM を採取した。

ろ紙	アドバンテック東洋社製 QR-100
機種	東京ダイレック社製 AN200
粒径範囲	0.4~11 μm
粒径分級	8 ステージ及びバックアップフィルターに分級 ステージ 0 (11 μm 以上) ステージ 1 (7.0~11 μm) ステージ 2 (4.7~7.0 μm) ステージ 3 (3.3~4.7 μm) ステージ 4 (2.1~3.3 μm) ステージ 5 (1.1~2.1 μm) ステージ 6 (0.7~1.1 μm) ステージ 7 (0.4~0.7 μm) バックアップ (0.4 μm 未満)

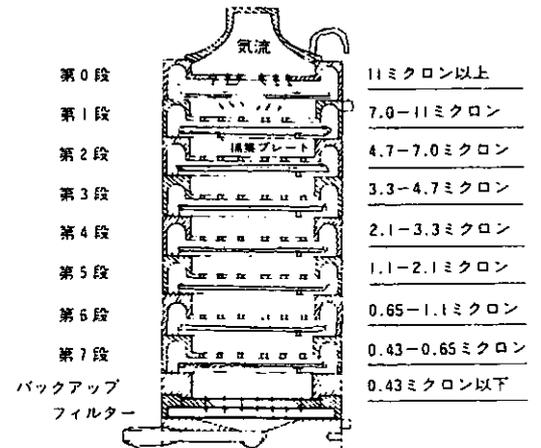


図2-1-1 アンダーセンサンプラーの構造と粒径分級

*平成 13 年度調査では、アンダーセンサンプラーには日本カノマックス社製 MODEL3351 を用いた

2-2 分析方法

2-2-1 SPM (PM)

気温 20℃、相対湿度 50% の条件下で恒量となったろ紙について、試料の採取前後に電子天秤 (メトラー社製 AT261 Delta Range) で 0.1mg の単位まで秤量を行った。試料採取前後の重量差と採気量とから SPM (PM) 濃度 (μg/m³) を算出した。

2-2-2 金属類

金属類は、マイクロウェーブ分解装置（マイルストーン社製 ETHOS900）を用いて前処理を行い、誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS 法）で定量した。

試料採取した石英繊維ろ紙の 1/4 を専用の分解容器に入れ、フッ化水素酸 3mL、硝酸 5mL 及び過酸化水素水 (30%) 1mL を加え、密栓して、マイクロウェーブ分解装置で約 45 分間分解処理を行った。

冷却後、容器を開け、内容物、ふた等を温水で洗浄しながら、テフロンビーカに移し入れた。ビーカ内の溶液をホットプレート上で乾固寸前まで加熱した後、硝酸 (2+98) で残渣を溶解洗浄し、ろ紙 (No. 5B) でろ過した後、ポリメチルペンテン (PMP) 製の全量フラスコで 25mL 定容としたものを ICP-MS 法による測定に供した。ICP-MS 法による金属類の測定条件を表 2-2-1 に示した。

ICP-MS 法による測定結果と採気量より金属類の大気中濃度 (ng/m^3) を算出した。

表 2-2-1 ICP-MS 法による金属類の測定条件

機種	横河アナリティカルシステムズ社製 Agilent7500
RF 周波数	27.12 MHz
RF 出力	1.4 kW
キャリア-Ar ガス流量	1.0 L/min
プラズマ Ar ガス流量	16 L/min
サンプルリック 深さ	8.0 mm
測定元素 (質量数)	Be (9)、Na (23)、Mg (24)、Al (27)、K (39)、Ca (43)、Sc (45)、Ti (47)、V (51)、Cr (53)、Mn (55)、Fe (56)、Co (59)、Ni (60)、Cu (63)、Zn (66)、Ga (69)、Ge (72)、As (75)、Se (82)、Sr (88)、Y (89)、Mo (95)、Ag (107)、Cd (111)、Sn (118)、Sb (121)、Te (125)、Cs (133)、Ba (137)、La (139)、Ce (140)、Pr (141)、Nd (146)、Sm (147)、Eu (153)、Gd (157)、Tb (159)、Dy (163)、Ho (165)、Er (166)、Tm (169)、Yb (172)、Lu (175)、W (182)、Tl (205)、Pb (208)、Bi (209)、Th (232)、U (238)
内標準元素 (質量数)	In (115)

2-2-3 イオン成分

イオン成分は、イオンクロマトグラフ法で定量した。

試料採取した石英繊維ろ紙の 1/4 を 200mL のビーカーに入れ、超純水 50mL を加え、20 分間超音波抽出を行った。

ビーカー内の溶液をディスポーザブルフィルター（ミリポア社製 MILLEX-GV、孔径 0.22 μm ）でろ過後、ろ液をイオンクロマトグラフ（ダイオネクス社製 DX-320）法による測定に供した。イオンクロマトグラフ法によるイオン成分の測定条件を表 2-2-2 及び表 2-2-3 に示した。

イオンクロマトグラフ法による測定結果と採気量よりイオン成分の大気中濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を算出した。

表 2-2-2 イオンクロマトグラフ法による陰イオン成分の測定条件

分離カラム	IonPac AS17
ガードカラム	IonPac AG17
溶離液	12mM 水酸化カリウム溶液
オートサプレッサー	ASRS-Ultra
流量	1.0 mL/min
サンプル量	25 μL
検出器	電気伝導度検出器

表 2-2-3 イオンクロマトグラフ法による陽イオン成分の測定条件

分離カラム	IonPac CS12A
ガードカラム	IonPac CG12A
溶離液	20mM メタンスルホン酸水溶液
オートサプレッサー	CSRS-Ultra
流量	1.0 mL/min
サンプル量	25 μL
検出器	電気伝導度検出器

2-2-4 炭素成分

炭素成分は、熱分解法（窒素炭素分析装置）で定量した。

試料採取した石英繊維ろ紙の 1/16 を 2 枚切り取り、うち 1 枚は直接、窒素炭素分析装置（住化分析センター社製 NC-900、以下「NC 計」と記す。）による測定に供し、全炭素量を定量した。残りの 1 枚は、電気炉内で 350℃ で 10 分間加熱処理をした後、NC 計による測定に供し、元素状炭素量を定量した。有機性炭素量は、全炭素量と元素状炭素量との差として算出した。NC 計による炭素成分の測定条件を表 2-2-4 に示した。

NC 計による測定結果と採気量より炭素成分の大気中濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を算出した。

表 2-2-4 窒素炭素分析装置による炭素成分の測定条件

還元炉温度	540℃
助燃ガス	高純度酸素
助燃ガス流量	500 mL/min
パージ時間	60 秒
反応炉温度	830℃
燃焼時間	90 秒
分離カラム	シリカゲル充填カラム
カラム温度	70℃
キャリアーガス	高純度ヘリウム
キャリアーガス流量	80 mL/min
検出器	熱伝導度検出器(TCD)
検出器電流値	160 mA
測定時間	240 秒

2-2-5 多環芳香族炭化水素類

多環芳香族炭化水素類は、溶媒抽出後、高速液体クロマトグラフ法（以下「HPLC法」と記す。）で定量した。

試料採取した石英繊維ろ紙の1/8を10mLの共栓付試験管に入れ、ジクロロメタン10mLを加え、30分間超音波抽出を行った。

数分間静置後、他の共栓付試験管に抽出液を約7.0mL分取し、5%水酸化ナトリウム溶液2.0mLを加え、約1分間激しく攪拌した。数分間静置後、上層部の水酸化ナトリウム溶液を取り除いた。

ジクロロメタン層5.0mLを試験管に分取し、窒素気流中で溶媒の大部分を揮散させた後、アセトニトリルを加え、1.0mLに定溶し、10分間超音波により内容物を溶解した。この溶液をディスポーザブルフィルター（ミリポア社製MILLEX R-LG、孔径0.20 μ m）でろ過後、ろ液をHPLC法による測定に供した。HPLC法による多環芳香族炭化水素類の測定条件を表2-2-5に示した。

HPLC法による測定結果と採気量より多環芳香族炭化水素類の大気中濃度（ng/m³）を算出した。

表2-2-5 HPLC法による多環芳香族炭化水素類の測定条件

機種	横河アナリティカルシステムズ社製 Agilent1100
分離カラム	SUPELCOSIL LC-PAH(シグマアルドリッチ社製) (長さ15cm×内径4.6mm×5 μ m)
カラム温度	40℃
移動相	アセトニトリル78%+水22%
流量	1.0 mL/min
検出器	蛍光検出器 (FLD)
検出波長・移動相	移動相 ロット1 0min アセトニトリル : 水 = 70 : 30 8min アセトニトリル : 水 = 70 : 30 31min アセトニトリル : 水 = 90 : 10 37min アセトニトリル : 水 = 90 : 10 37.01min アセトニトリル : 水 = 70 : 30 ストップタイム 41min

	ミット ² 0min アセトニトリル : 水 = 70 : 30 8min アセトニトリル : 水 = 70 : 30 31min アセトニトリル : 水 = 90 : 10 38min アセトニトリル : 水 = 90 : 10 38.01min アセトニトリル : 水 = 70 : 30 ストップタイム 42min
--	---

2-2-6 定量下限値

各成分の定量下限値は、ブランク溶液あるいは低濃度溶液を5～10回測定して得られた標準偏差 (σ) の10倍相当濃度を環境大気中濃度に換算した値を用いた。

3 平成 16 年度調査結果及び考察

3-1 SPM 濃度及び SPM 中の成分分析結果

3-1-1 SPM 濃度

LVにより採取した SPM の測定結果を表 3-1-1 及び図 3-1-1 に示した。

SPM は概して、夏季は低く、冬季と春季に高いという結果が得られた。また、測定地点別では、一般環境測定局（以下「一般局」と記す。）に比べて自動車排出ガス測定局（以下「自排局」と記す。）の方が高い値を示す傾向がみられた。

SPM はいずれの測定地点でも、4 月、12 月または 3 月に最大値を示した。

3 月と 4 月については、黄砂の影響と考えられる。12 月については、気象的な原因ではないかと推測する。

表3-1-1 SPMの測定結果

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	平成16年									平成17年			最大値	最小値	平均値
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
大阪府環境情報センター	39	27	20	24	19	欠測	23	34	46	26	24	36	46	19	29
茨木市役所	24	23	16	23	18	15	24	28	33	19	17	30	33	15	23
八尾市役所	34	30	23	23	22	20	29	31	42	23	25	38	42	20	28
富田林市役所	32	24	21	19	19	15	23	25	33	19	欠測	欠測	33	15	23
高石市公害監視センター	42	30	24	25	21	20	25	28	40	22	31	36	42	20	29
高槻市役所	25	30	27	24	27	26	25	34	42	27	24	32	42	24	29
カモドールMBS	43	28	28	25	22	22	23	26	38	19	23	45	45	19	28
東大阪市環境衛生検査センター	43	30	24	28	22	22	27	36	54	28	28	32	54	22	31
平均値(一般環境測定局)	34	27	21	23	20	18	25	29	39	22	24	35	39	18	26
平均値(自動車排出ガス測定局)	37	29	26	25	24	23	25	32	45	25	25	36	45	23	29
平均値	35	28	23	24	21	20	25	30	41	23	24	36	41	20	28

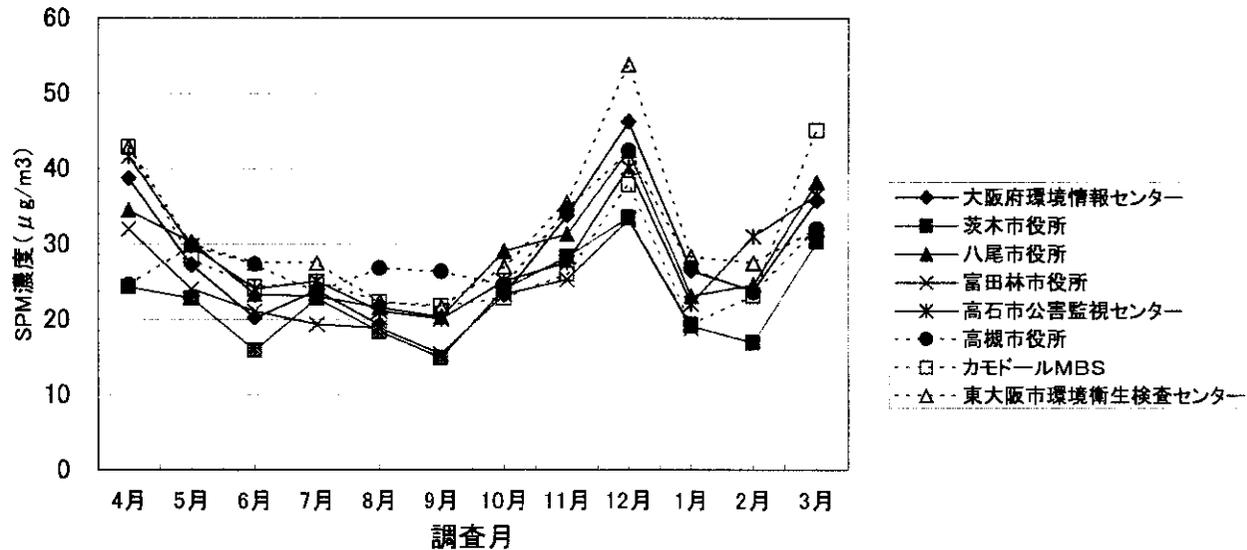


図3-1-1 SPMの経月変化

4 まとめ

平成 16 年度に実施した「浮遊粒子状物質調査」において得られた知見について、以下にまとめた。

(SPM 濃度及び SPM 中成分濃度)

- SPM は、概して、夏季は低く、冬季と春季に高いという結果が得られた。
- SPM は一般局に比べて自排局の方が高い値を示す傾向がみられた。
- SPM 中の金属類で一般局と自排局とで差があったのは、Ti、Fe、Cu 及び Sb で、いずれも自排局の方が高い値を示した。
- SPM 中のイオン成分では、一般局と自排局とで顕著な差はみられなかった。
- SPM 中の炭素成分は、一般局に比べて自排局の方が高い値を示す傾向がみられ、中でも E-C でその傾向が顕著であった。
- SPM 中の各成分について、一般局と自排局の差異が顕著であった項目は、Cu、Sb (いずれも自動車のブレーキシューの素材として用いられている)、及び元素状炭素 (ディーゼル排気粒子の主要成分) であり、これらは自排局の指標成分と考えられる。

(PM 及び PM 中成分の粒径分布)

- PM の粒径分布は、約 $2\mu\text{m}$ を境とする二山型の分布を示した。
- PM 中の金属類の粒径分布は、Se、Ag 及び Cd が微小粒子側に偏った分布を示し、Al、Ti、Cr、Fe、Ni 及び Cu が粗大粒子側に偏った分布を示した。また、Zn 及び Sb が二山型の分布を示した。
- PM 中のイオン成分の粒径分布は、 SO_4^{2-} 及び NH_4^+ が微小粒子側に偏った分布、 Cl^- 、 Na^+ 、 NO_3^- 及び Ca^{2+} が粗大粒子側に偏った分布を示した。
- PM 中の T-C の粒径分布は、若干、微小粒子側に偏った二山型を示し、E-C の粒径分布は、ほぼ微小粒子側に偏りを示した。
- PM 中の PAHs の粒径分布は、微小粒子側に偏りを示した。

謝 辞

終わりにあたり、本調査を遂行する際に、試料採取等で多大の御協力をいただきました東大阪市環境部公害対策課、東大阪市環境衛生検査センター、高槻市環境部環境政策室環境保全課、茨木市環境部環境保全課、八尾市環境部環境総務課、富田林市市民生活部環境衛生課及び高石市総務部環境保全課の方々に、深く感謝いたします。

参 考 資 料

浮遊粒子状物質 (SPM)

大気中に浮遊する粒子状物質であって、その粒径が $10\mu\text{m}$ (1mm の 100 分の 1) 以下のものをいう。

ローポリウムエアサンプラー

分粒装置としてサイクロンを取り付けたエアサンプラーで、吸引流量が 40L/分 以下のものをいう。今回の調査では 20L/分 で使用し、粒径が $10\mu\text{m}$ 以下の浮遊粒子状物質を対象に試料採取を行った。

アンダーセンサンプラー

大気中における粒子状物質を粒径別に採取するカスケードインパクト方式の商品名である。今回の調査では、 $0.4\mu\text{m}$ から $11\mu\text{m}$ 以上の粒径範囲に 8 段階のステージを設定しており、 $0.4\mu\text{m}$ 未満の粒子はバックアップフィルターにより捕集されるようになっている。

なお、各ステージにおける粒径は、人体の呼吸システムにおける粒子状物質の沈着部位に対応しており、粒子状物質の各呼吸器官への沈着度を予測することが可能であるとされている。

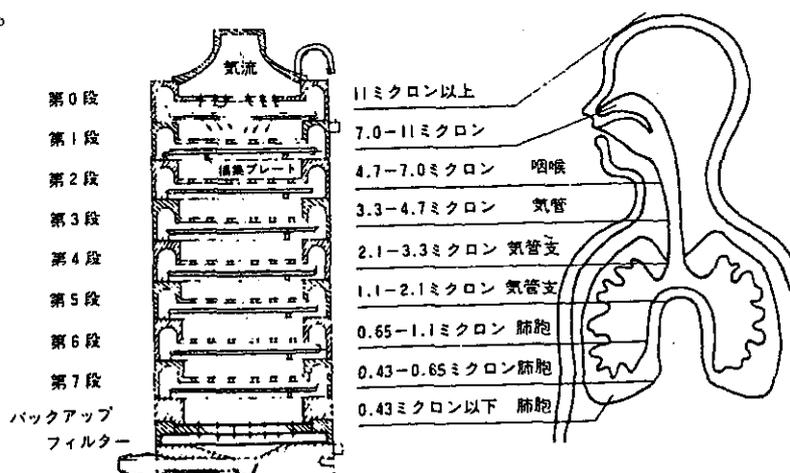


図 アンダーセンサンプラーの構造と人体の呼吸器官への沈着