

빌딩地下商街의 空氣性狀 및 粉塵의 變異原性

Air Contamination in an Underground Commercial Floor
assayed by Gaseous Pollutants, Dusts and Mutagenicity

俞 榮 植

Young Sik Yoo

ABSTRACT

There are many factors such as airtightness and high density of merchandises or passengers that contaminate indoor air in underground commercial floor. So it is very important to know air quality and quantity of contamination in underground market increasing in number lately. It was from these viewpoints that gaseous pollutants, dusts and mutagenicity of organic compounds extracted from dusts in an underground market were investigated.

Organic compounds (tar) were extracted by Soxhlet extractor with benzene as a solvent. Mutagenicities of these extracts were evaluated by the preincubation method using *Salmonella typhimurium* TA100 and TA 98 strains with and without S9mix. The results obtained were as follows: It seemed to be under the influence of outdoor air that the concentrations of CO, CO₂, NO, NO₂ and dusts were higher in winter than summer. The concentration of CO₂ was higher in indoor than outdoor, but the concentration of NO_x was similar in both sampling areas.

Metal contents in dusts attached to the ventilation ducts were as follows showing in order of high concentration: Fe (9000-22000ppm), Zn(1200-2300ppm) and Pb (280-590ppm). The contents of tar were 6-33% of dusts, and higher than those from dusts collected by high volume air sampler.

The extracts from dusts attached to the inlet duct exhibited lower mutagenicity than those from dusts attached to the outlet duct. This finding seemed to suggest that mutagenic substances were increasing in underground. There was no seasonal difference of mutagenicity toward TA 98. Toward TA 100 in the presence of S9mix, the mutagenicity was about 3 fold higher in winter than summer. The mutagenicities of tar extracted from dusts collected by high volume air sampler were different from those attached to the ventilation ducts. The former showed 2-3 fold higher mutagenicity than the latter toward TA 100. However no difference showed between the former and the latter toward TA 98 in the absence of S9mix, but the former was 4-5 fold higher than the latter in the presence of S9mix.

1. 緒 論

地下商街의 給·排氣 및 溫·濕度의 調整은 人工的으로 實施하고 있으나, 空間의 閉鎖性이 강한 點, 사람의 密集度가 높은 點, 사람의 活動이 多樣한 點과 더불어 商品의 出入이 激甚한 點 등 空氣가 汚染되는 要因이 많다. 一般的으로 室內 空氣의 汚染은 屋外空氣의 경우와 달리, 汚染源의 規模는 작으나, 種類가 많으므로 汚染樣式도 多樣할 뿐더러, 局所的으로 汚染濃度가 過度狀態에 이르는 경우가 있다. 따라서, 最近 增加一路에 있는 都市地域의 地下商街의 空氣汚染狀態는 公衆衛生學的인 立場에서 볼 때, 關心의 對象이 아니될 수 없다¹⁻⁵⁾.

本 研究는, 어느 빌딩의 地下商街의 空氣汚染度를 調查할 目的으로 實施하였으며, 同時에 地下商街內에서 發生되는 粉塵의 有機抽出物(以下 Tar 로 表示)에 對해 Salmonella 菌에 의한 突然變異原性⁶⁾을 調查하였다. 變異原性은 發癌性과의 相關이 높으며, 最近 大氣汚染物質의 有害性 評價의 指標로 많이 利用되고 있다⁷⁾.

그 結果, 汚染度의 季節變動 및 試料調製 등의 知見을 얻었기에 報告한다.

2. 調查項目과 方法

2.1 地下商街의 概要

大阪市 東區 高架道路 밑에 位置한 建物로, 空氣의 給·排氣口도 역시 道路 밑에 設置되어 있다. 商街의 構成을 보면, 1層(1F), 地下1層(B1F)은 주로 纖維製品을 취급하는 商店들로, 地下2層(B2F)은 주로 飲食店들로 이루어져 있다. 調査는 夏期(7月)와 冬期(다음해 2月)의 2回, 平日의 午後 2時부터 4時 사이에 實施하였다. 建物의 棟別로 다른 空氣調和方法을 擇하고 있었으므로, 2個의 棟을 調查하여 結果의 표에는 A, B로 區別하였다.

2.2 空氣性狀의 測定

NOx는 Saltzman 法으로, CO는 定電位電解法(Echolyzer:Energytics Science 製), CO₂는 檢知管法(光明理化學工業製), 粉塵은 Digital 粉塵計 P3 型(柴田科學器械工業製)으로 測定하

였다.

2.3 Duct 附着粉塵中の Tar 測定

Duct 의 格子에 附着되어 있는 粉塵을 採取하여 500mg을 秤量한 후 Benzene 100ml로 8時間 Soxhlet 還流抽出을 하여, Benzene 에 抽出된 重量을 Tar 量으로 하였다.

2.4 Duct 附着粉塵中の 金屬濃度の 測定

2.3 과 同一한 粉塵을 500mg 秤量하여, 질산(30ml), 과염소산(30ml)으로 濕式分解灰化한 後, No.5 Glass filter를 통한 濾過液을 50ml로 메스엿하여 原子吸光光度法(Flame 法)으로 定量하였다.

2.5 浮遊粉塵의 捕集

High volume air sampler(紀本電子工業)로 平均流量 1,100 l/min, 24時間 捕集하였다. 捕集濾紙는 Silica fiber filter QR-100(東洋濾紙製)을 使用하였다. 한편, 粉塵, Tar 등의 試料는 恒溫恒濕室(20°C, 50%)에 5日間 放置한 後 測定하였다.

2.6 Tar 의 液液分劃

Teranishi⁸⁾의 方法에 의해 中性, 酸性, 鹽基性으로 分劃하였다. 粉塵의 Benzene 抽出物을 分劃할 때 생기는 不溶物은 Membrane filter로 濾過하여 除去하였다.

2.7 變異原性試驗

粉塵의 抽出物을 蒸發乾固한 後, 一定量을 Dimethylsulfoxide 에 溶解하여 試料로 하였다. 變異原性 試驗은 Ames test⁶⁾에 의하고, Preincubation 法(37°C, 20min)⁹⁾으로 實施하였다. 試驗菌株는 Salmonella typhimurium TA 98 및 TA100을 使用하였다. 代謝活性化에 使用한 S9, G-6P, NADH, NADPH는 Oriental 酵母에서 購入하였다. Plate 當의 S9 投與量은 50μl이며, 2장의 Plate 의 Revertant colony 數를 平均하여 試驗成績으로 하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 空氣의 汚染狀況

B2F, B1F, 1F 및 空氣吸入口 부근의 外氣中의 汚染物質濃度를 夏期 및 冬期別로 표1에 表示하였다. 調査當日의 氣象條件은 夏期가 晴天,

氣溫 26.4°C, 濕度 49%, 冬期가 薄曇, 氣溫 11°C, 濕度 30%이었다.

Table 1. Concentration of gaseous pollutants and dusts

Sampling site	CO (ppm)	CO ₂ (%)	NO ₂ (ppm)	NO (ppm)	Dust (mg/m ³)	Passengers or cars/5min
B2F-A	3/ 7*	0.05/0.07	0.041/0.076	0.080/0.394	0.03/0.07	20/ 50(P)**
B1F-A	4/ 5	0.07/0.10	0.041/0.049	0.166/0.114	0.02/0.03	50/ 60(P)
B1F-B	3/ 6	0.05/0.07	0.069/0.075	0.147/0.282	0.02/0.05	10/ 9(P)
1F-A	2/ 6	0.05/0.08	0.041/0.076	0.145/0.365	0.03/0.04	130/ 96(P)
1F-B	4/ 6	0.05/0.08	0.070/0.070	0.171/0.142	0.02/0.03	60/ 33(P)
Outdoor-A	2/10	0.04/0.05	0.048/0.076	0.076/0.298	0.02/0.07	106/ 88(M)
Outdoor-B	2/10	0.04/0.05	0.048/0.099	0.137/0.501	0.03/0.06	96/117(M)

* Left : Summer, Right : Winter

** P : Passengers, M : Automobiles

CO, CO₂, NO, NO₂ 등 Gas 狀汚染物質은 夏期보다 冬期가 높은 傾向으로 나타났으며, 따라서 빌딩內의 空氣는 屋外空氣의 影響을 받은 것으로 思慮되었다. 自動車의 通行量은 2回의 調査에 있어서 거의 같은 臺數이었고, 또 氣象條件도 特異할만한 事項이 없었으므로 이 空氣汚染度의 差는 季節의인 變動이라 推定된다. CO₂ 濃度는 屋內가 屋外보다 높게 나타났고, CO 濃度도 夏期에는 같은 傾向이었다. 그러나 冬期屋外의 CO 濃度는 10ppm에 이르러 屋內보다 높았다. NO, NO₂ 는 屋外와 거의 같은 레벨의 濃度分布를 보였고, NO₂/NO의 比는 1/2 ~ 1/7 로 NO₂가 낮음을 알 수 있다. 이는 NO의 發生源인 自動車가 빌딩의 兩側과 高架道路上을 走行하고 있었기 때문이며, 또 調査當日의 日射量이 적은데에 起因한다고 思慮되었다.

빌딩管理法에 設定된 이들 汚染物質의 基準은 CO 10ppm, CO₂ 1,000ppm, 粉塵 0.15 mg/m³ 이하로, 이번 調査에서 나타난 濃度値는 이 基準에는 適合하지만, 冬期の 屋內의 NO₂ 濃度는 環境基準値를 超過하였다.

3.2 Duct 附着粉塵中の 金屬 및 Tar 濃度

Duct 入口에 設置된 格子 및 入口 주변에 附着되어 있는 粉塵은, 建物內의 汚染狀況을 把握

하고자 할 때, 가장 손쉽게 얻을 수 있는 試料라고 생각하고, 採取粉塵中の 金屬 및 Tar 의 濃度를 調査하였다. Duct 格子의 清掃는 2個月에 1回씩 實施되고 있었다.

金屬은 鉛, 鐵, 亞鉛의 3種을 測定하였다. 이것들은 過去의 調査에서 가장 높은 濃度値를 보이고 있는 金屬이다²⁾.

또, 粉塵中の Benzene 抽出物을 Tar 로 하였다. 표2에 粉塵中の Tar 및 金屬濃度和 Monitoring Station에서 採取된 浮遊粉塵中の 金屬의 年間最高値와 最低値¹⁰⁾를 參考로 表示하였다.

3種의 金屬中에서 鐵이 가장 높았고(9,000 ~ 22,000ppm), 다음으로 亞鉛(1,200 ~ 2,300 ppm), 鉛(280 ~ 590ppm)의 順으로 나타났다. 層 또는 位置에 의한 差異는 3種의 金屬 다같이 微細하였으며, 夏期와 冬期の 差도 없었다. Station의 屋外空氣의 粉塵과 比較하면, 鉛은 1年間 成績의 最低値의 1/2의 水準이었으며, 鐵은 最低値를 若干 下廻하는 값이었다. 鐵 및 亞鉛은 道路 부근의 土壤에 多量含有되어 있어 道路粉塵의 指標로 利用되나, 鉛은 Gasoline 中에 添加되어, 自動車排出Gas의 指標로 利用되고 있다. 이밖에 冬期の 試料에 對해서는 Cr, Mn, Ni, Cu, Cd 도 測定하였으나 屋外空氣에 比해서 낮은 편

Table 2. Concentration of tar and metals in dusts attached to the ventilation duct

Sampling site	Tar (mg/g·dust)	Metals(ppm)		
		Pb	Fe	Zn
B2F-A(Outlet)	181/156*	347/318	22110/17680	1620/1760
B2F-A(Inlet)	331/	330/	13230/	1770/
B2F-B(Outlet)	212/193	366/287	14080/12930	2070/1570
B1F-A(Outlet)	173/151	410/294	17470/13060	1410/1220
B1F-B(Outlet)	128/135	448/399	19590/15630	1810/1620
1F-A(Outlet)	59/ 88	358/596	9150/17470	1800/2370
A monitoring ** station	41-103	713-2150	23880-47180	1730-5770

* Left : Summer, Right : Winter

** Cited from reference 10)

이었다.

Tar 濃度는 6~33%로 1F의 排氣口를 除外하고는 Station의 最高値를 훨씬 上廻 하였으며, 季節差는 없었다. 屋內空氣의 粉塵을 屋外空氣의 粉塵과 全體의 粉塵으로 比較하여 볼 때, 金屬濃度는 낮은데 比하여 Tar 濃度는 높게 나타났다. 이는 Duct 附着의 粉塵이 室內汚染源에 由來하며, 따라서 屋外의 粉塵과는 本質의 組成이 다른 示唆한다.

3.3 Duct 附着粉塵의 變異原性

3.3.1 粉塵으로부터 變異原의 抽出

빌딩內의 粉塵中에는 Benzene에 抽出되는 物質이 많다는 것이 明白해졌기 때문에, 다음으로 이들 粉塵의 有害性을 調査할 目的으로 *Salmonella*에 의한 突然變異原性을 測定하였다.

우선, 粉塵으로부터의 變異原抽出溶媒의 檢討를 實施하였다. Benzene은 大氣中의 粉塵으로부터 變異原을 抽出하는데에 通常的으로 使用되고 있다¹¹⁾. 또, Methanol은 極性이 높은 溶媒로 多量의 有機物을 抽出하는 것으로 알려져 있다¹²⁾. 따라서 本 實驗에서는 처음에 Benzene으로 抽出한 다음 Methanol로 再抽出하여, 兩者의 變異原性을 比較하였다(表3).

Table 3. Comparison of the mutagenicity between benzene-extracts and methanol reextracts(B2F, Summer)

Solvent	Recovery(%)	Tar dose(μg)	Revertants/plate **			
			TA100		TA98	
			S9-	S9+	S9-	S9+
Benzene	16.9	100	103	69	78	50
		200	107	120	97	105
Methanol *	15.0	200	16	-34	7	22
		400	14	2	14	44

* Reextracted from benzene-extracts

** Subtracted spontaneous revertant colonies.

Benzene으로는 粉塵量의 16.9%의 物質이 抽出되어 높은 變異原性을 나타낸 데에 比하여, Methanol에 의한 再抽出에서는 Benzene의 경우와 거의 同量의 物質이 抽出되었으나 變異原性

은 거의 나타나지 않았다. 따라서 以下의 實驗에서는 變異原의 抽出에 Benzene을 使用 하기로 하였다.

3.3.2 試料採取場所에 따른 變異原性의 比較

B2F의 給·排氣口 및 同層에서 營業中인 한

食堂의 Cooler 의 除塵 Filter 附着粉塵에 對하여 變異原性を 比較하였다(표 4). TA98의 경우, 給氣口 試料의 活性이 가장 낮았으며, 또 3 試料 전부 S9mix 添加에 의해 變異 Colony 數가 減少하였다. 한편, TA100에서는 S9mix 非添加의 경우 給氣口 試料의 活性이 가장 낮게 나타난 점은 TA98 과 같았지만, S9mix의 添加에 의해 逆으로 增加하였고, 他의 2 試料와 거의 비슷한 活性을 나타냈다. 排氣口 試料 또한 S9mix 添加에 의해 變異原活性은 높아졌으나, 食堂內의 Cooler 試料는 逆으로 若干 減少하였다.

이와 같이 排氣口 試料의 活性이 給氣口 試料에 비해 높은 活性을 보인 것은, 粉塵中의 變異原이

Table 4. Mutagenicity of dusts attached to the ventilation ducts(Summer)

Sampling site	Revertants/100µg·tar			
	TA100		TA98	
	S9-	S9+	S9-	S9+
B2F(Outlet)	31	41	41	18
B2F(Inlet)	5	35	10	1
B2F(Cooler)*	50	34	56	18

* Located in a restaurant

地下商街 内部에서 發生되어 增加하였음을 示唆한다. 또, *Salmonella* 에 의한 變異原性은, TA98이 Frameshift 型에, TA100이 Base-pair substitution 型에 각기 對應하는 것으로 볼 때, 이 試料는 S9 酵素에 의해 不活性化 되기 쉬운 Frameshift 型의 直接變異原 및 S9 酵素로는 活性이 變하지 않는 Base-pair substitution 型의 直接變異原들로 組成되어 있으며, 따라서 S9 酵素에 의해 代謝活性化되는 物質은 적은 것으로 推定되었다.

다음에, 이들 試料中의 變異原의 化學的인 特徵을 調査하기 위하여, 몇개의 B2F 試料를 混合한 後 液液分劃을 實施하여, 各分劃物과 變異原性의 關係를, 單位 重量當의 變異原性의 強度와 粉塵에 對한 寄與率,

$$\left(\frac{\text{分劃物의 重量(\%)} \times \text{分劃物의 變異原性強度}}{\text{粉塵의 變異原性強度}} \right)$$

로 計算하여 比較하였다(표 5).

各 分劃의 變異原性を 보면, TA98·S9mix 添加의 系에서는 鹽基性分劃이 가장 높은 것을 除外하면, 나머지는 中性分劃이 大體로 높게 나타났고, 또 寄與率은 모든 系에서 제일 높게 나타났다. 市內의 道路 주변에서 採取한 粉塵의 變異

Table 5. Mutagenicity of tar and its three fractions

Fraction	Weight (%)	Revertants/100µg·Fraction			
		TA100		TA98	
		S9-	S9+	S9-	S9+
Crude	100	103	69	78	50
Acidic fraction	18.6	9 (1.6)*	12 (3.2)	49 (11.7)	16 (6.0)
Neutral fraction	32.9	45 (14.4)	101 (48.2)	53 (22.4)	56 (36.8)
Basic fraction	6.4	27 (1.8)	48 (4.5)	22 (1.8)	99 (12.7)
Recovery(%)	57.9	17.8	55.9	35.9	55.5

* Contribution, calculated from $\left(\frac{\text{Fraction weight(\%)} \times \text{Number of revertants of each fraction}}{\text{Number of revertants of crude}} \right)$

原性¹³⁾ 과 比較하면, 빌딩內의 試料는 道路의約 1/2의 強度이나, 道路粉塵의 경우에도 鹽基性分劃이 가장 높은 變異原性を 나타내며, 寄與率의 面에서는 中性分劃이 가장 높게 나타나는 共通의 特徵을 보이고 있었다.

3.3.3 變異原性的 季節變動

變異原性的 季節變動을 알아보기 위하여 3個所의 Duct 附着物에 對해, 夏期 및 冬期의 變異原性 強度를 比較하였다(표 6).

TA98의 경우, S9mix 添加·非添加의 兩系

Table 6. Seasonal difference of mutagenicity of dusts attached to the ventilation ducts

Sampling site	Revertants/100 μ g \cdot tar			
	TA100		TA98	
	S9-	S9+	S9-	S9+
B2F-A(Outlet)	31/113*	41/75	41/33	18/33
B1F-A(Outlet-A)	53/79	81/113	37/48	42/52
B1F-A(Outlet-B)	37/118	47/81	73/45	21/25

* Left : Summer, Right: Winter

에서 季節의 差는 거의 없지만, TA100의 경우, 어느 Duct의 試料에서도 多期가 變異原性이 높았으며, 특히 S9mix 非添加의 系에서는 3배의 強度에 達하는 Duct가 2個所나 있었다. 3.1에

서 記述한 汚染物質濃度(표1 參照)에서는 2배 程度의 季節變動인데 比하여, 이들 變異原의 超過分은 地下商街 内部에서 비롯된다고 思慮되었다.

3.3.4 High volume air sampler 로 捕集한 粉塵과의 比較

High volume air sampler는 騒音이 甚하므로 地下商街의 通路에의 設置는 不可能하여, Duct room에 設置, 粉塵을 捕集하였다. 또 B2F의 一部는 地下停車場으로 利用되고 있어 停車場의 料金徵收所 附近에서도 同時에 粉塵을 捕集하였다. 地下商街의 通路와 地下停車場과는 Door 및 Air curtain으로 隔離되어 있어 粉塵의 流通은 거의 없는 것으로 推定되었다.

Table 7. Mutagenicity of dusts collected by high volume air sampler(Summer)

Sampling site	Dusts (mg/m ³)	Tar (mg/g \cdot dust)	Revertants/100 μ g \cdot tar			
			TA100		TA98	
			S9-	S9+	S9-	S9+
B1F-A(Dust room)	1.86	264	157	234	24	113
4F-A(Duct room)	1.72	327	120	250	27	147
4F-B(Duct room)	2.32	335	150	213	25	116
B2F(Parking lot)	5.67	210	239	430	111	195
Outdoor*	0.10	79	232	197	102	124

* Cited from reference 14)

표7에 結果를 表示하였다. Duct room은 室内空氣를 吸引, 粉塵濃度는 대체로 높아, 地下商街通路의 約 25배에서 70배에 達하였으며(표1 參照), 屋外の 道路 附近에서 捕集한 粉塵濃度の 約 20배에 達하였다. B1F의 Duct room은 B1F의 空氣만을 吸引하나, 4F의 Duct room에서는 全層의 空氣가 吸引되고 있었다. Duct room 3個所에서 捕集된 粉塵의 變異原性은 거의 같은 水準이었다.

High volume air sampler 捕集粉塵의 變異原性이 Duct 附着粉塵의 變異原性和 다른 特徵은 ① TA100의 경우, 單位重量當의 變異原性이 2~3배 높다. ② TA98의 경우, 非代謝活性化의 系에서는 거의 差가 없지만, 代謝活性化에 依해서 4~5배의 變異原性을 나타낸다는 點이었다.

한편, 大部分의 粉塵이 自動車排出 Gas로부터 由

來된다고 생각되는 地下停車場은 屋外道路 附近의 50배 이상의 粉塵濃度を 나타냈고, TA100, TA98의 兩者에 對하는 單位重量當의 變異原性도 높았다. 특히 S9mix 添加에 의해 2배에 가까운 增加를 보였다.

Duct room의 粉塵을 같은 季節의 道路 附近의 粉塵¹⁴⁾과 比較하면, TA98 \cdot S9mix 非添加의 系에서는 約 1/4의 強度를 TA100, TA98 \cdot S9mix 添加의 系에서는 거의 같은 程度의 強度를 나타냈다. 또, 道路 附近의 粉塵은 S9mix에 의한 變異原性의 變動은 없었다.

以上の 사실로 볼 때, 빌딩内の 浮遊粉塵 中の 變異原은 屋外空氣 또는 自動車排出 Gas 由來로 인한 것이 아님을 알 수 있다. 또, Duct 附着物의 變異原性도 採取點, 函株, 代謝活性化에 따라서 變動은 있었으나, Duct 附着物 中에는 地下商街에서 취급하는 衣料品에 起因되는 纖維質의 것

이 相當量 包含되어 있어, 粉塵 그 自體의 組成이 다른 것에서 비롯되는 때문이라고 思慮되었다.

4. 結 論

빌딩 地下商街의 空氣性狀 및 粉塵中의 金屬量과 變異原性を 調査하여 다음의 結果를 얻었다.

1) CO, CO₂, NO, NO₂, 粉塵濃度の 어느 경우에도 夏期보다 冬期가 높은 傾向을 나타냈으며, 빌딩內의 空氣는 屋外空氣에 左右됨이 思慮되었다. CO₂는 屋內가 屋外보다 높았으나, NO_x는 屋外와 거의 같은 濃度이었다.

2) Duct 附着粉塵 中の 金屬濃度は 鐵이 가장 높았으며 (9,000~22,000ppm), 다음으로 亞鉛 (1,200~2,300ppm), 鉛 (280~590ppm)의 順이었다. Tar 濃度は 6~33%로 屋外空氣의 High volume air sampler 捕集粉塵보다도 높았다.

3) Duct 附着粉塵 抽出物의 變異原성은, 給氣口試料의 活性이 가장 낮은 것으로 볼 때, 地下商街 内部에서 增加됨을 示唆하였다. TA98에 對한 變異原性的 季節差는 거의 없었으나, TA100에 對해서는 冬期試料가 活性이 높았으며, 특히 S9mix 非添加의 系에서는 3배에 達하는 試料도 있었다.

4) High volume air sampler 로 捕集한 粉塵의 變異原성은, Duct 附着粉塵의 그것과는 다른 特徵을 보였다. 즉, TA100에 對해서는 單位重量當의 變異原성이 2~3배 높았으며, TA98에 對해서는 非代謝活性化의 경우 거의 變動이 없었으나, 代謝活性化에 의해 4~5배의 活性의 增加를 나타냈다. (原稿接受 87.10.15)

參 考 文 獻

- 1) 神山惠三, (1977), 都市生活空間としての 地下環境の基礎的考察, 公害と對策, 13, 946~949.
- 2) 古川友幸, (1977), 地下街通路의 空氣汚染의 現狀, 公害と對策, 13, 13~29.
- 3) 빌管理教育센터, (1981), 地下街さ考える, ビルの環境衛生管理, 5, 24~62.
- 4) Caceres T., Soto H., Lissi E., (1983),

Indoor house pollution: Appliance emissions and indoor ambient concentrations, Atmospheric Environments, 17, 1009~1015.

- 5) Sterling T.D., Arundel A., (1984), Possible carcinogenic components of indoor air: Combustion by products, formaldehyde, mineral fibers, radiation and tobacco smoke, J. Environ. Sci. Health, C2, 185~230.
- 6) Ames B.N., McCann J., Yamasaki E., (1975), Methods for detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella/mammalian-microsome* mutagenicity test, Mutation Res., 31, 347~364.
- 7) 後藤純雄 外 4人, (1983), 大氣汚染物質의 毒性, トキシコロジーフォーラム, 6, 314~384.
- 8) Teranishi K., Hamada K., Watanabe H., (1978), Mutagenicity in *Salmonella typhimurium* mutants of the benzene-soluble organic matter derived from airborne particulate matter and its five fractions, Mutation Res., 56, 273~280.
- 9) 勞働省安全衛生部化學物質調査課, (1980), 微生物を用いる變異原性試驗ガイドブック, 1版, 中央勞働災害防止協會.
- 10) 環境醫學課, (1981), ハイボリュームエアサンプラーによる浮遊粉じん中の金屬量, 60~61, 大阪市立環境科學研究所報告資料編
- 11) Coffin D.L., Stokinger H.E., (1977), Biologic effects of air pollutants, A.C. Stern, Air Pollution, Vol. 2, 232~360, Academic Press, U.S.A.
- 12) 常盤寬 外 3人 (1977), 環境汚染物質による大氣汚染, 公害と對策, 19, 1259~1264.
- 13) 黒田孝一, 俞榮植, (1984), 大氣中粒子狀物質의 變異原性, 大阪市立環境科學研究所年報, 46, 31~35.
- 14) 黒田孝一, 俞榮植, 岡三知夫, (1984), 民家火災由來粉じんの變異原性, 大氣汚染學會誌, 19, 321~324.