

서울市 大氣中 有害 浮遊粉塵의 成分에 關한 調查研究
- 浮遊粉塵中의 Benzo(a)pyrene에 關하여 -

延世大學校 醫科大學 豫防醫學教室

權 肅 杓 · 鄭 勇 · 林 東 九

- Abstract -

**Studies on Benzo(a)pyrene of the Suspended Particulate in
Atmosphere of Seoul City.**

Sook'Pyo Kwon, D.P.H., Ph.O., Yong Chung, M.P.H., D.E.S.T., Ph.D
and Dong Koo Lim, M.S.

*Department of Preventive, Medicine and Public Health
Yonsei University College of Medicine*

This study was carried out to investigate air pollution by total suspended particulate(T.S.P.), benzene soluble matter and benzo(a) pyrene in Seoul city. The sampling areas were divided into commercial(Kwang Hwa Moon), industrial(Ku Ro Dong) and residential area(Shin Chon). Sampling was undertaken by High Volume Air Sampler for four seasons from January 1977 to November 1977.

The T.S.P. was extracted with Soxhlet apparatus by benzene and benzo(a) pyrene was separated by column chromatography and thin layer chromatography. The concentrations of benzo(a) pyrene were measured by means of fluorophotometer, and following results were obtained.

1. Arithmetic average concentration for 1-day averaging time of total suspended particulate were 275.6 ug/m³ in Kwang Hwa Moon, 325.9 ug/m³ in Ku Ro Dong and 193.0 ug/m³ in Shin Chon.
2. The seasonal variance of total suspended particulate at Ku Ro Dong and Shin Chon were 102.7 ug/m³ 99.6 ug/m³ respectively and at Kwang Hwa Moon 39.9 ug/m³. And the concentration of autumn is higher than of that spring at Ku Ro Dong and at Shin Chon,

but at Kwang Hwa Moon, the seasonal variance is very little.

3. The concentrations of 50% frequency from geometric mean for 1-day averaging time were 264 ug/m³, 300 ug/m³ and 178 ug/m³ at Kwang Hwa Moon, Ku Ro Dong and Shin Chon. And geometric standard deviation were 1.27, 1.38 and 1.41 respectively.
4. The concentrations of benzene soluble mater were 26.9 ug/m³ at Kwang Hwa Moon, 22.7 ug/m³ at Ku Ro Dong and 15.5 ug/m³ at Shin Chon, and the ratios to the T.S.P. were 9.8%(range 5.6-14.8%), 7.0%(range 2.4-14.4%) and 8.0%(range 5.5-22.1%) respectively.
5. The concentrations of benzo(a) pyrene were 8.5 ug/m³(range 0.8-29.9 ug/m³) at Kwang Hwa Moon 10.9 ug/m³(range 1.1-52.0 ug/m³) at Ku Ro Dong and 5.8 ug/m³(range 1.5-11.4 ug/m³) at Shin Chon.
6. The results of this investigation were relatively high in compared with the recommended standards of suspended particulate in air of U.S. Environmental Protection Agency and observed levels of benzo(a)-pyrene in U.S. city.

序 論

浮遊粉塵은 아황산가스와 같이 大氣汚染의 指標로서 그 含量, 數, 그리고 그 크기와 成分이 문제가 된다.

浮遊粉塵의 構成 成分中에는 人体에 直接 또는 間接으로 被害를 주는 炭化水素, 重金屬, 황산 이온 등이 存在하고 있다.¹⁾ 또한 Benzene 溶解性 有機物質은 浮遊粉塵中의 4~14%을 점유하고²⁾ 있으며, 이 들중 불포화炭化水素는 大氣中의 질소산화물과 光化學 反應을 일으켜 오존, 過酸化窒素아질(PAN) 등의 所謂

酸化物(Oxidants)의 二次 汚染物質로 生成³⁾ 되어 人体에 더욱 被害를 준다고 報告되어 있다. 이 들 炭化水素中에는 發癌性 物質로 알려진 있는 Benzo(a)pyrene, Benz(a)acridines 및 많은 多環性 炭化水素가 存在한다⁴⁾⁵⁾고 하며 이 들의 被害가 研究⁶⁾되고 있다. J. W. Clayton jr⁷⁾은 浮遊粉塵中에는 水溶性 成分인 황산이온이 存在하고 황산이온의 汚染度와 被害度와 는 높은 相関性이 있다고 報告하였다. 浮遊粉塵 濃度와 아황산가스 濃度에 따른 被害度가 Larsen⁸⁾에 의해 發表되었으 며 저농도에 長時間 노출 되었을 때 의 過剩死亡率에 대한 研究⁹⁾가 進行된 바 있다.

Table 1. Sampling Period at each Area by Season.

Place \ Season	Winter	Spring	Summer	Fall
	Commercial Area (Kwang Hwa Moon)	13-19, Jan.	12-18, May	26, July- 4, Aug.
Industrial Area (Ku Ro Dong)	26, Feb- 5, March	12-20, April	25-30, July	28, Oct.-3, Nov.
Residencial Area (Shin Chon)	24-30, Jan.	24, April - 4, May	19-24, July	10-17, Oct.

서울市の 大氣汚染度는 강하粉塵과 아황산가스 및 질소산화물에 대하여 尹¹⁰⁾ 權¹¹⁾ 鄭¹²⁾ 金¹³⁾ 등이 調査한 바 있고, 金¹⁴⁾ 등은 浮遊粉塵과 그 含有 황산이온, 重金屬을 調査한 바 있다. 그러나 浮遊粉塵中에 含有된 Benzo(a)pyrene에 대한 調査 研究가 없다.

따라서 서울市の 大氣中의 浮遊粉塵 濃도와 Benzene 溶解性 炭化水素 및 Benzo(a)pyrene의 濃도를 調査 分析하였다.

이 大氣汚染度の 狀況 調査는 環境 基準 設定과 汚染源別 汚染物의 排出許容 基準을 定하는 데 基本資料가 될 것으로 期待된다.

調査 対象 및 方法

1. 調査 対象

調査對象地域은 商業地域, 工業地域 및 住居地域으로 나누고 각기 光化門 4 거리, 九老工團 및 新村을 挾하였다.

2. 調査 方法

(1) 調査 期間

1977年 1月 13일부터 同年 11月 3일까지 四季節로 나누어 Table 1과 같이 調査하였다.

(2) 試料 採取

調査對象地域에 High Uolumn Air Sampler¹⁵⁾¹⁶⁾ (Kimoto electric Co. 製)를 地上으로 5m부터 10m 사이에 設置하였다. 이때 사용한 濾紙는 Glass fiber filter (Gelman type 4)로 Dessicator에 常溫으로 24時間 保存한 後 重量을 달고 High Volumn Air Sampler에 附着시켜 約 1.4 m³/min의 空氣吸引量으로 24時間 採取하였다. 이 濾過紙는 Dessicator에서 常溫으로 24時間 保存한 後 秤量하고 吸引 空氣量으로 空氣 吸引 前後의 重量差를 나누어 總浮遊粉塵 濃도를 算出하고, 濾過紙를 2 分割하여 (4 ½ Inch × 7 Inch) Benzene 溶解性 物質의 抽出 試料로 하였다.

(3) Benzene 溶解性 物質의 抽出

上記 濾過紙를 Soxhlet 抽出器에 넣어 Benzene 200 ml로 9時間 還流 抽出하였다.¹⁷⁾ Benzene 油出液은 常溫에서 減壓 농축하였으며 Benzene 溶解性 有機物質의 大氣汚染 濃도를 求하였다. 이 濃축된 有機物質

를 Benzo(a)pyrene을 分離하기 위한 試料로 使用하였다.

(4) Benzo(a)pyrene의 分離 및 定量

Benzene 溶解性 有機物質中 芳香族 炭化水素를 分離하기 위하여 Peter Cukor¹⁸⁾의 方法에 따라 Silica gel G (Sigma Co. 製品)을 105°C에서 1時間 活性化시킨 後 5% Benzene 함유 Hexane 溶液으로 칼럼 (1 cm (I. D.) × 5 cm)에 充填시켰다. 試料를 導入한 後 5% Benzene 함유 Hexane 150ml로 芳香族 有機物質을 流出시킨 後 減壓 濃축하였다. 또한 濃축된 試料에서 Benzo(a)pyrene을 分離하기 위하여 T. W. Stanley⁴⁾ 方法에 따라 aluminum Oxide (Merck 製品)와 Silica gel G (Merck 製品)를 同量 混合한 板에 pentane : ethyl ether (19 : 1)의 전개 溶媒로 박층크로마토그라피를 行하였다. 전개된 試料를 標準品 (Kanto Chemical Co. 製品)과 同一한 移動値와 長波長 U. V. (325 mμ)에서 同一한 형광을 나타내는 部分을 모아 ethyl ether로 3回 抽出하여 濃축하였다. 이 Benzo(a)pyrene 部分을 ethyl alcohol¹⁹⁾에 溶解시켜 Fluorophotometer (Baird-Atom Co. 製)로 Emission (429 mμ) fluorosene에서 標準品과 比較하여 그 濃도를 求하였다. Benzene 溶解性 物質의 Thin Layer Chromatography와 標準品에 相應되는 部分의 U. V와 Fluorophotometer의 Spectrum은 Fig 1과 같다.

調査 結果

調査 對象 地域의 季節別 大氣 浮遊粉塵의 濃도는 Table 2와 같다.

地域別 總算術平均을 보면 九老洞 325.9 μg/m³, 光化門 275.6 μg/m³, 新村 193.0 μg/m³로 나타났으며, 一日 最低 濃도는 新村 冬季 110.7 μg/m³였다. 또한 光化門의 濃度變化는 四季節의 標準偏差 18.0 μg/m³ (범위 249.6~289.5 μg/m³)로 별로 심하지 않았으나 九老洞과 新村은 42.8 μg/m³와 40.7 μg/m³로 變化 정도가 光化門의 약 2.3배로 차이가 있었다. 이는 中心地域의 排出源이 季節에 따른 排出정도의 差異가 적은 反面 工業地域과 住居地域의 排出源은 季節에 따라 汚染物 排出 差異가 크기 때문에 思料된다. 또한 九老洞과 新村은 秋季의 濃도가 春季보다 높았

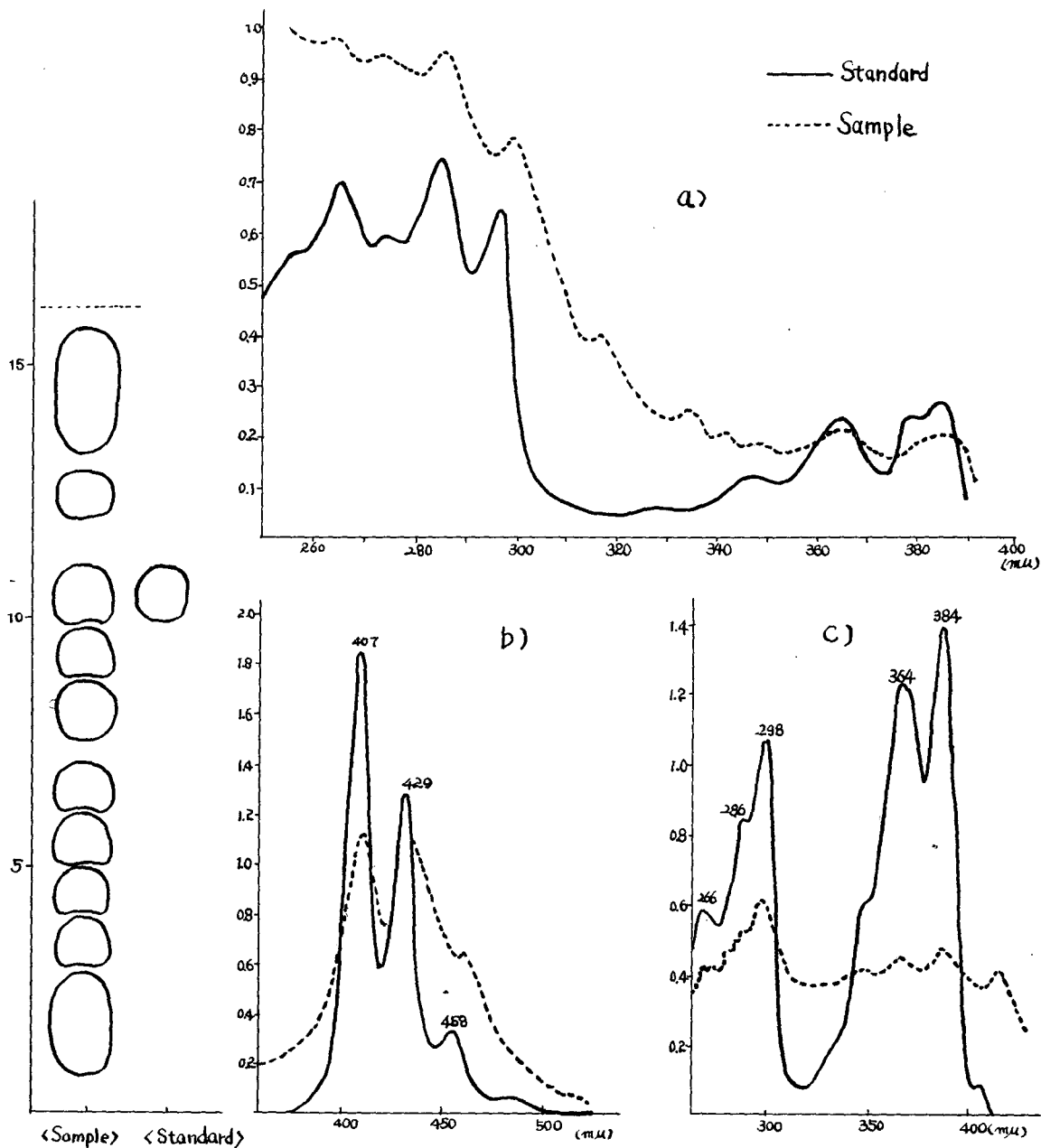


Fig 1. Thin Layer Chromatogram of the Benzene Soluble Matter, Spectrophotometer(a) and Fluorophotometer(b: Emission, C: excitation) of Standard Benzo(a) pyrene and Benzo (a)pyrene Part.

Table 2. The Concentrations of Total Suspended Particulate in Seoul City

		(Jan. 1977 ~ Nov. 1977) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
Item	Place Season	Kwang Hwa Moon				Ku Ro Dong				Sin Chon			
		Winter	Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall
Sample Number		7	6	7	7	7	7	6	7	7	7	6	7
Average Concentration		281.2 $\pm 65.0^*$	289.5 $\pm 59.0^*$	249.6 $\pm 12.3^*$	284.0 $\pm 93.7^*$	381.0 $\pm 173.8^*$	278.3 $\pm 43.4^*$	312.4 $\pm 77.4^*$	329.9 $\pm 111.0^*$	141.1 $\pm 51.3^*$	195.2 $\pm 41.5^*$	195.4 $\pm 47.9^*$	240.7 $\pm 38.5^*$
Minimum Concentration		185.3	199.2	225.9	193.3	186.6	224.3	193.4	222.1	115.4	110.7	129.0	172.8
Maximum Concentration		357.1	353.6	263.6	400.4	583.1	341.0	382.1	548.6	256.4	230.5	256.9	278.7
Total Average Concentration		275.6 $\pm 65.9^*$				325.9 $\pm 116.4^*$				193.0 $\pm 54.9^*$			

*M±S.D

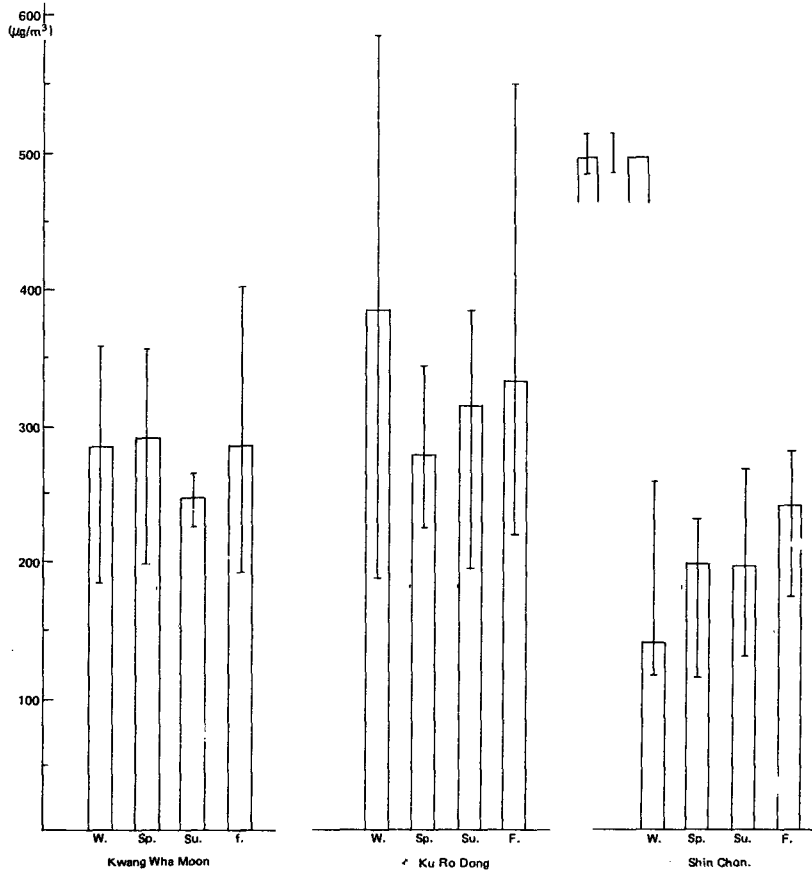


Fig 2. The Comparison of the Concentrations of T.S.P. at each area and season

다. 이들의 濃度를 地域別, 季節別로 比較하면 Fig. 3와 같다.

大氣 汚染物의 濃度는 一般의 對數正規分布를 이루고 있음^{20), 21)}으로 浮遊粉塵의 濃度(1978年 2月 調査 포함)를 地域別로 半對數그래프에 도수분포를 나타내고 Saltzman²⁰⁾의 方法에 따라 各 分布구간의

出現率을 다음 式에 의하여 求하였다.

$$F_i = \frac{f_i}{\log(C_{i+1}/C_i)}$$

F_i : 各 구간의 出現率

f_i : 各 구간의 出現 빈도수

C_{i+1} : 各 구간의 처음과 끝 농도

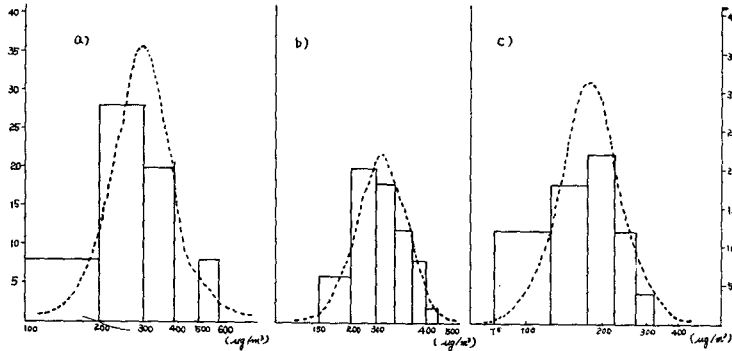


Fig 3. Log-histogram and Log-normal distribution of T.S.P. at each area.
a) Ku Ro Dong b) Kwang Hwa Moon C) Shin Chon

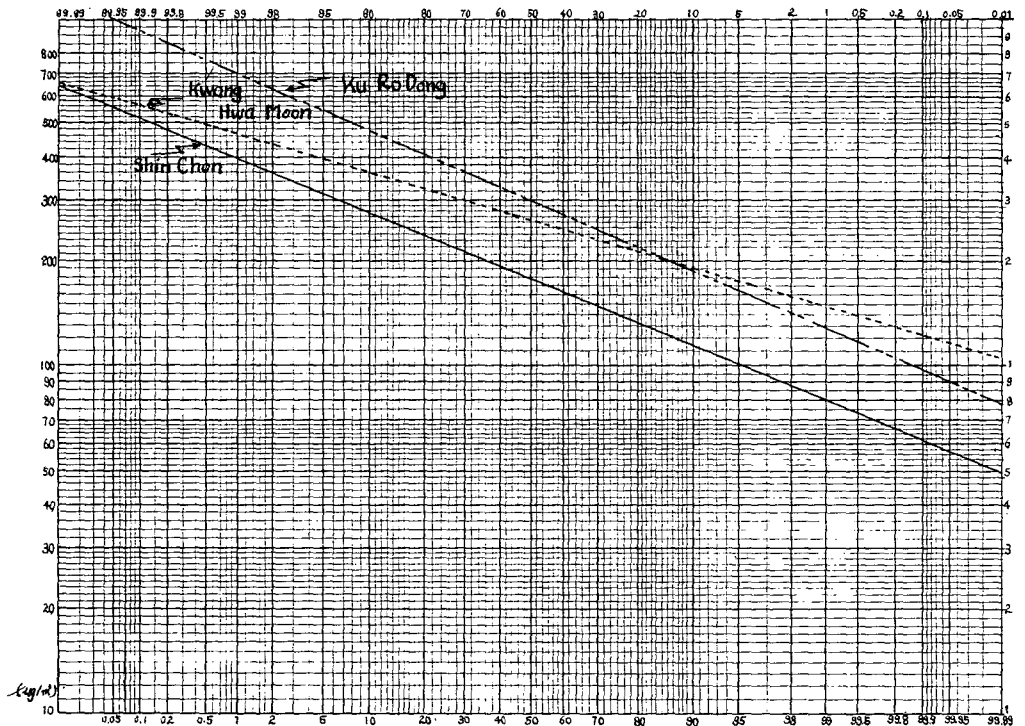


Fig 4. Log-Probability of T.S.P. at the respective area.

각 구간의 출현 농도와 그 빈도는 Fig. 3에 나타내었다. 이러한 발생률을 대수확률지(log-probability paper)에 누적빈도를 나타내면 Fig. 4와 같다. 대수확률지의 50% 출현 농도는 기하평균이 되며 또한 84.16%의 출현 농도와 의 비율에 의하여 기하표준편

차를 구하였다. 또한 Hovey와 Jones²²⁾의 방법에 의하여 算術平均과 算術標準偏差로 기하標準偏差를 다음 수식에 의하여 구하고 比較하여 보면 Table 3과 같다.

Table 3. Comparison of geometric standard deviation

Palce	No. of Sample	S	M	Mg(1)	Mg(2)	Sg(1) ^a	Sg(2) ^b	I Sg(1)-Sg(2)
Ku Ro Dong	34	115.1	318.4	299.0	300.0	1.42	1.38	0.04 0.04
Sin Chon	34	55.1	184.1	175.6	178.0	1.34	1.41	0.07
Kwang Hwa Moon	34	58.9	275.1	269.1	264.0	1.24	1.27	0.03

Mg(1) : Calculated geometric mean.

Mg(2) : 50% frequency concentration

Sg(1)^a : $e \exp. [\ln^{0.5}(S^2/M^2 + 1)]$

Sg(2)^a : $\frac{84\% \text{ Frequency concentration}}{50\% \text{ Frequency concentration}}$

$$S_g = e \exp \ln^{0.5} (S^2/M^2 + 1)$$

S_g : 기하표준편차

S : 算術標準偏差, M : 算術平均

이 식에 의한 기하표준편차와 대수확률지(84.16 percentile/50percentile)에 의한 것을 比較하여 보면 각 지역의 50% 출현 농도는 光化門 264μg/m³, 九老

洞 300μg/m³, 新村 178μg/m³였다. 이를 Nomomphy 방법²⁰⁾에 의하면 각 지역의 最高 5% 출현률을 超過할 농도는 光化門 390.7μg/m³, 九老 507.0μg/m³, 新村 306.2μg/m³였다.

浮遊粉塵中에 함유되어 있는 Benzene 溶解性 炭化水素와 Benzo(a)pyrene의 농도는 Table 4와 같다.

Table 4. RPR Test results by area and personal characteristics.

Item	Place Season	Kwang Hwa Moon				Ku Ro Dong				Sin Chon			
		Winter	Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall
Benzene Soluble (μg/m ³)	Average Concentration	27.8 ±13.3*	23.3 ±5.6*	22.6 ±3.6*	32.6 ±0.4*	25.5 ±20.7*	13.9 ±4.8*	27.9 ±8.1*	23.9 ±10.1*	11.8 ±5.5*	15.6 ±1.8*	13.5 ±3.6*	20.8 ±6.3*
	Range of Concentration	8.4 -43.3	13.9 -28.6	19.7 -29.1	24.2 -50.5	9.4 -69.6	8.1 -21.6	14.1 -35.5	10.7 -35.8	5.5 -22.1	12.8 -18.6	8.3 -18.0	13.9 -31.3
	Total Average Concentration	26.9±9.2*				22.7±13.1*				15.5±5.5*			
Benzo(a) pyrene (ng/m ³)	Average Concentration	18.6	7.6	4.8	2.8	19.9	7.6	11.6	2.2	9.6	8.3	2.7	2.8
	Range of Concentration	13.1 -29.9	6.4 -8.8	1.9 -10.5	0.8 -4.6	2.1 -52.0	6.8 -11.4	2.9 -23.7	1.1 -3.6	8.6 -11.4	6.4 -10.7	1.5 -3.7	2.0 -4.1
	Total Average Concentration	8.5±8.3*				10.9±15.1*				5.8±3.5*			

*M±S.D

炭化水素(Benzene 溶解性)의 地域別 總平均은 光化門 26.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 九老洞 22.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 新村 15.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며 일주일 平均 最高 濃度는 光化門 秋季의 32.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 最低 濃度는 新村 冬季의 11.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였다. 이들 炭化水素의 浮遊粉塵 濃度에 대한 平均含有 百分率은 光化門 9.8%, 九老洞 70%, 新村 8.0%였으며 地域別, 季節別를 比較하여 보면 Fig. 5와 같다. 光

化門의 濃度는 新村보다 1.7배의 높은 濃度였으며 秋季가 春季보다 含有 比率이 높았다. 炭化水素와 浮遊粉塵과의 相関度를 보면 光化門에서는 그들의 相関이 높았다($r=0.739$)

그러나 九老洞($r=0.45$), 新村($r=0.512$) 및 全体($r=0.551$)은 그 相関度가 높지 않았다. 光化門의 相関關係를 보면 Fig. 6과 같다. 또한 Benzo(a)pyrene

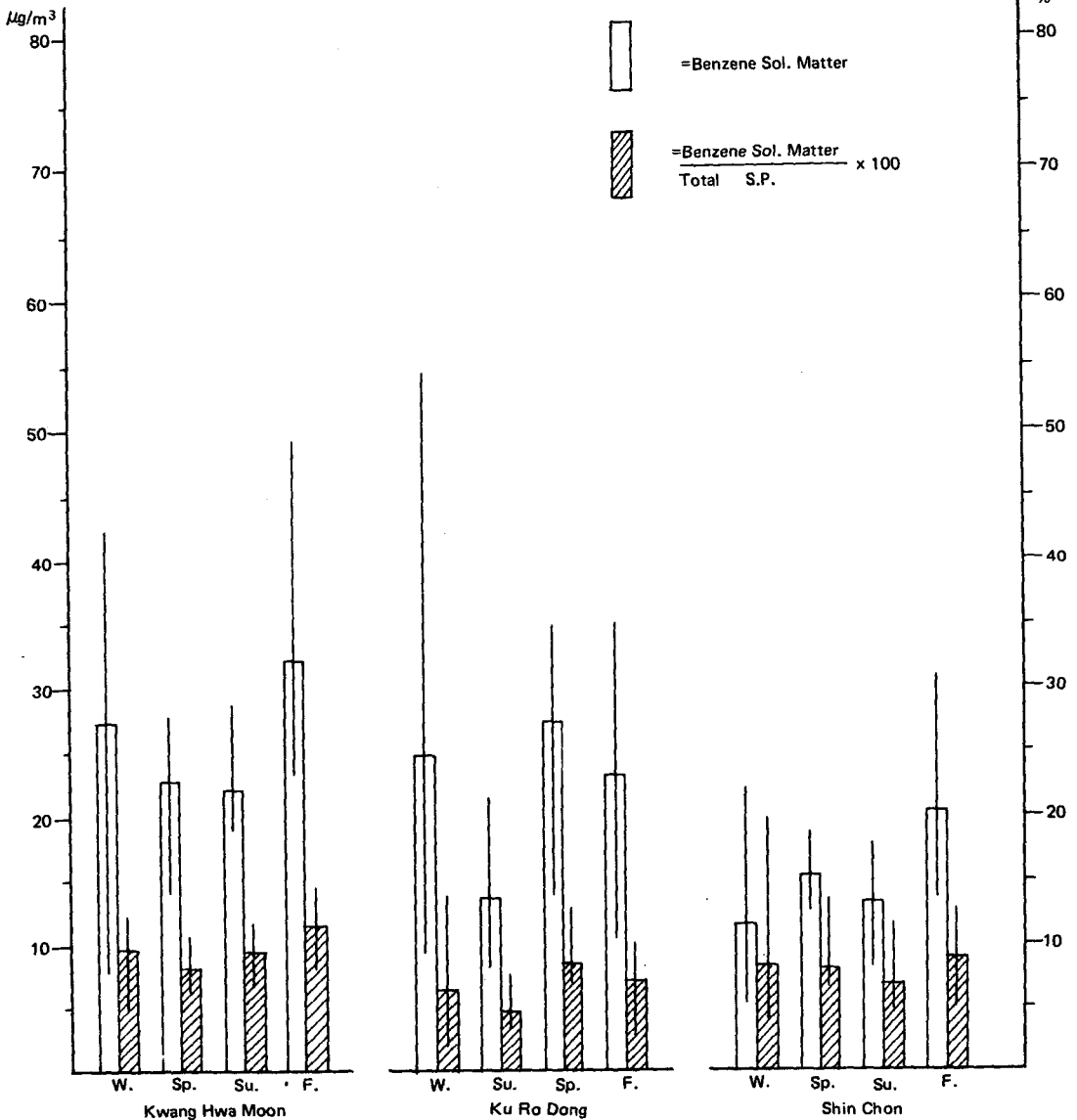


Fig 5. The Comparison of the Concentrations and Ratios to T. S. P. of Benzene Soluble Matter at each Area and Season.

의 대기中の 含有 濃度는 總平均이 光化門 8.5ng/m³, 九老洞 10.9ng/m³, 新村 5.8ng/m³였으며 1日 平均 最高는 九老洞 秋季의 52.0ng/m³, 最低는 光化門 秋季의 0.8ng/m³였다. 또한 炭化水素(Benzene溶解性)의 濃度와 Benzo(a)pyrene 濃度의 相関度(r)는 光化門 0.154, 新村 -0.428로서 서로의 相関은 없었으나 九老洞은 0.839로 매우 높은 相関을 나타내었다.

考 察

우리나라 人口의 都市 集中率²⁴⁾은 1960년에 全人口의 38.1%였고 1975년은 59.3%로 增加되었다. 특히 서울은 60年代에는 약 8%의 增加 趨勢였으며 70年代에 들면서 약 4%였다. 이 增加는 都市 人口의 自然增加率을 훨씬 超過하는 것이다. 이러한 人口의 都市集中化는 産業場, 交通機關의 增加와 더불어 都市 大氣의 汚染度를 惡化시켰다. 各種 大氣汚染物은 情緒의面 뿐만아니라 人畜과 農作物等에 被害를 나타내며 앞으로 國民 保健에 심각하게 影響을 미칠 것으로 推測된다.

美國 環境庁(U. S. EPA)²⁵⁾의 浮遊粉塵의 권고 基準濃度는 75μg/m³(幾何年平均)이며 Harry와William²²⁾의 모델에 의한 30日間의 算術平均 濃度로 換算한 濃度는 130μg/m³이다.

本 結果와 Harry²²⁾의 基準 濃度와 比較하면 光化門이 약 2.1배, 九老洞 약 2.5배, 新村이 약1.4배높았다. 또한 美國 EPA의 年一回 超過치 않아야 할 하루 平均 最大 권고 濃度인 260μg/m³보다 九老洞은 68%, 光化門은 52%, 新村은 14%가 超過되고 있었다. Larsen⁶⁾은 大氣中の 浮遊粉塵 濃度와 아황산가스 濃度로 過死亡率의 關係式을 求하여 $D=0.6SP$ (D: 過死亡者數, S: 粉塵濃度(μg/m³), P: SO₂ 濃度(ppm))로 나타내었다.

Benzene 溶解性 炭化水素는 總浮遊粉塵의 7.0~9.8%로 美國 HEW²⁾의 報告와 비슷한 含有 分率이나 Sawicki¹⁸⁾가 報告한 4.6% 보다는 약 2배 높은 含有率을 나타내 있다. 炭化水素類의 排出이 주로 油類의 不完全 燃燒에 기인함으로 光化門에서 그 濃度가 높은 것은 車輛의 通行이 많고 또한 自動車의 燃燒 機關이 不整備된 것이 많은 것을 意味한다고 생각된다.

外國에서 調査된 Benzo(a)pyrene의 大氣 含有 濃度와 比較하여 보면 Table 5와 같이, 서울시의 濃度가 높은 것을 알 수 있다. 그러나 炭化水素 類의 위험 大氣汚染濃度는 알려져 있지 않으며 現在의 濃度가 人體에 미칠 수 있는 影響등은 아직 알 수 없다고 하겠다. 그리고 大氣中の Benzo(a)pyrene 濃度와 炭化水素 濃度의 相関度는 九老洞이 컸으며 그 原因은 계속 追究될 必要가 있을 것으로 思料된다. 이

Table 5. The Concentrations of Benzo(a) pyrene in Various Cities.

City	Sampling year	Concentration (ng/m ³)
Los Angeles ⁴⁾	1966	2.2
Los Angeles ⁵⁾	1971-72	0.03-3.5
Chicago ⁴⁾	1966	3.9
Detroit ⁴⁾	1966	4.0
New York ⁴⁾	1966	3.2
Pittsburgh ⁴⁾	1966	5.6
Indianapolis ⁴⁾	1966	11.0
Seoul ⁴⁾	1977	5.8-10.9

러한 汚染物들의 濃度는 直接 또는 질소酸化物과 光化学反應에 의한 二次 汚染物을 生成하여 人体에 被害를 줄 것으로 予測된다. A. Bouhuys²⁶⁾은 汚染物들의 環境 基準值와의 比率 總合

$$\left(\frac{T.S.P \text{ 汚染度} + SO_x \text{ 汚染度} + NO_x \text{ 汚染度}}{T.S.P \text{ 基準值} + SO_x \text{ 基準值} + NO_x \text{ 基準值}} \right)$$

이 1을 超過치 않아야 한다고 主張하였으나 現 서울市 大氣汚染度는 이를 많이 超過되는 實情이다. 大氣汚染이 植物뿐 아니라 人畜에 被害를 超來함으로 이러한 汚染物의 高濃度는 國民 保健에 影響을 미칠 것이 予想되며 環境 基準의 設定과 이에 대한 汚染防止 對策이 要望된다고 하겠다.

結 論

서울市 大氣中の 浮遊粉塵과 含有 炭化水素 및 Benzo(a)pyrene의 濃度를 測定하고자 光化門(商業地域), 九老洞(工業地域), 新村(住居地域)으로 区分하고 1977年 1月 13日부터 同年 11月 3日까지 四季節 各各 6~7回를 High Volume Air Sampler로 浮遊粉塵을 採取하였다. 이 試料를 Soxhlet抽出法으로 Benzene 溶解性 炭化水素를 抽出하고 칼럼 크로마토그래프와 박층크로마토그래피法으로 Benzo(a)pyrene을 分離 測定分析하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) 浮遊粉塵의 總算術平均은 光化門 $275.6 \pm 65.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 九老洞 $325.9 \pm 116.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 新村 $190.0 \pm 54.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였다.

(2) 季節別 差異(標準偏差)는 九老洞과 新村이 各各 $42.8, 40.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며 光化門은 $18.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였다. 그리고 光化門은 四季節의 濃度가 비슷하였으나 九老洞과 新村은 秋季가 春季보다 濃度가 높았다.

(3) 各 地域의 50% 出現 濃度(幾何平均)은 光化門 $264 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 九老洞 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 新村 $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며 幾何標準偏差는 各 1.27, 1.38, 1.41 였다.

(4) Benzene 溶解性 有機物質의 濃度는 光化門 $26.9 \pm 9.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 九老洞 $22.7 \pm 13.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 新村 $15.5 \pm 5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였다. 그리고 炭化水素의 總浮遊粉塵에 對한 含有 百分率은 光化門 9.8% (범위 5.6~14.8%), 九老洞 7.0% (범위 2.4~14.4%), 新村 8.0% (범위 5.5~22.1%) 였다.

(5) 各 地域의 Benzo(a)pyrene의 濃度는 光化門 $8.5 \text{ng}/\text{m}^3$ (범위 0.8~29.9 ng/m^3), 九老洞 $10.9 \text{ng}/\text{m}^3$ (범위 1.1~52.0 ng/m^3), 新村 $5.8 \text{ng}/\text{m}^3$ (범위 1.5~11.4 ng/m^3) 였다.

以上の 結果로 보아 서울市 大氣의 浮遊 粉塵 및 Benzo(a)pyrene의 汚染度는 매우 높으며 市民 保健上 汚染物 排出을 減少키 위한 防止 對策이 時急하다.

참 고 문 헌

1. Samuel S. Epstein, Nathan Mantel, Thomas W. Stanley., 1968. "Photodynamic Assay of Neutral Subfractions of Organic Extracts of Particulate Atmospheric Pollutants." *Envir. Sci. and Tech.*, w, 132
2. U.S. Dept. of HEW, 1968. "Air Quality Data, 1966." Durham, N.C.
3. Chi-Hung Shen, George S. Springer, Donald H. Stedman., 1977. "Photochemical Ozone formation in Cyclohexene-Nitrogen Dioxide-Air Mixture." *Envir. Sci. and Tech.*, H, 151-158.
4. Thomas W. Stanley, Myrna J. Morgan, Erhel M. Grisly. 1968. "Application of a Rapid T.L.C. Procedure to the Determination of Benzo(a)pyrene, Benz(c)acridines, and Th-Benz(de)anthracene-T-one in Air Particulates from Many American cities." *Envir. Sci. and Tech.*, w, 699-702.
5. Robert J. Gordon, Robert J. Bryan. 1973. "Patterns in Airborne Polynuclear Hydrocarbon Concentration at Four Los Angeles Sites." *Envir. Sci. and Tech.* T. 1050-1053.
6. Samuel, S. Epstein, E. Sawicki, T. Stanley, E.C. Tabor., 1966. "Carcinogenicity of Organic Particulate Pollutants in Urban Air Administration of Trace Quantities to Neonatal Mice" 212, 1305-1307.
7. J. W. Clayton jr.: 1974 "Toxicologic assessment of the health effects of Sulfur Dioxide and Sulfate Particulates. International symposium Proceedings Recent Advances in the

- assessment of the health effects of environmental in the assessment of the health, effects of environmental Pollution, EVR 5350 Vol1. pp 371-384.
8. Ralph I. Larsen, Proceeding from air Quality Criteria to Air Quality Standard and Emission Standards. APCA, Paper 69-210
 9. H.Schimmel and L. Greenburg: 1972. "A study of the Relation of Pollution to Mortality New York City 1963-1968." I, of Air Pollution Control Associ. 22. 607-616
 10. 尹明熙, 李連愚, 鄭炳贊, 孫得明, 尹忠燮, 權肅杓: 1967 "서울市内 主幹道路 治邊 空氣汚染과 騒音에 對한 調査研究" 現代醫學, 7, 37-41.
 11. 權肅杓, 沈吉淳: 1968 "서울市 大氣汚染도와 소음도에 관한 調査" 最新醫學, 3, 257-263
 12. 정근호: 1971. 公衆保健雜誌, 8, 276-280
 13. 권혁희, 김동균, 최덕일等: 1970~1975 "環境汚染에 관한 研究" 國立保健研究報告, Vol. 7-13
 14. 金旻永, 李弘根, 鄭文植. 1974 "서울市内 大氣中 重金屬濃度 調査" 公衆保健雜誌 11, 130-141.
 15. H. A. Clements, Thomas B. McMullen, Richard J. Thomson 1972 "Reproducibility of the HI-VOL Sampling Method Under Field Conditions" of Air Pollution Control Association. 22, 955-958
 16. Herbert C. McKee, Ralph E. Childers, Oscar Saenz, Jr. 1972 "Collaborative Testing of Methods to Measure Air Pollutants" J. of Air Pollution Control Association 22. 342-347.
 17. T.W. Stanley, J.E. Meeker, M.J. Morgan: 1967 "Extraction of Organics from Airborne Particulates" Envir. Sci and Tech. 1, 927-931
 18. P. Cukor, L.L. Ciaccio, E.W. Lanning, Robert L. Rubino 1972. "Some Chemical and Physical Characteristics of Organic Fractions in Airborne Particulate Matter" Envir. Sci and Tech. 6, 633-637.
 19. Thomas J. Porro, Robert E. Anacreon, Paul S. Flandreau. 1973. "Corrected Fluorescence Spectra of Polynuclear Materials and their Principle Applications" J. of AOAC. 56. 607-620
 20. B.E. Saltzman: 1972, "Simplified Methods for Statistical Interpretation of Monitoring Data" J. of Air Pollut. Control Assoc. 22, 90-95.
 21. R.I. Larsen: 1969 "A New Mathematical Model of Air Pollutant Concentration Averaging Time and Frequency J. of Air Poll, Control Assoc., 19, 24-30.
 22. Harny H. Hovey, Howard C. Jones, William N. Stasiuk. 1976 "Short Term Air Quality Standards for Suspended Particulate Matter in New York State", J. of Air poll. Control Assoc. 26. 129-131.
 23. U.S. EPA Compilation of Air Pollutant Emission Factors 2nd. 1976.
 24. 韓圭季 1976 "A study on the Urbanization in Korea" J. of Population Studies 20. 84-108.
 25. Howard M. Ellis, Simon K. Mencher; 1971 "An Evaluation of the Proposed National, Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter, Sulfur Dioxide, and Nitrogen Dioxide" J. of Air Poll, Control Assoc. 21, 348-353.
 26. H.R. Hosein, C.A. Mitchell, A. Bouhuys; 1977 "Evaluation of Outdoor Air Quality in Rural and Urban Communities" Arch. Environ. Health 32. 4-13.