

# 釜山市 地下商街의 空氣汚染度에 關한 調查研究

大氣保全科

曹正九·洪性洙·金英泰·金鳳基·安九見·辛判世

## A studies on the underground air pollution level on Pusan

Air Preservation Division

J. G. Cho, S. S. Hong, Y. T. Kim, B. K. Kim, K. K. Ahn, P. S. Shin

### Abstracts

This study was performed to investigate indoor air pollution of 5 underground shopping centers in Pusan.  $SO_2$ ,  $NO_2$ , CO, HCHO, TSP were measured 4 times(a time each quarter) during 1990.

The results were as follows :

1. The mean concentration of  $SO_2$  was 21.64 ppb at 5 sites and those were comparatively good air quality.
2. The mean concentration of  $NO_2$  was 13.16 ppb at 5 sites and those were comparatively good air quality.
3. The mean concentration of CO was 1.4 ppm at 5 sites and those were comparatively good air quality.
4. The mean concentration of HCHO was 134.7 ppb at 5 sites, all sites showed high concentration.

5. The mean concentration of TSP was  $297.6\mu\text{g}/\text{m}^3$  at 5 sites, all sites showed high concentration.
6. To control of indoor air quality, comprehensive and systematic measures should be established.

## I. 緒 論

산업의 급속한 발전과 더불어 農村과 인근도시의 人口가 大都市로 流入되어 社會活動의 規模가 大型化되어 가고 있으며, 이러한 現象은 한정된 空間을 가진 都市에 있어서 각종 交通難 等の 많은 問題點을 야기시키고 있다. 따라서 各 都市에는 地下鐵이나 地下商街가 發達하고 通근, 쇼핑, 근무때문에 地下空間에서 지내는 時間이 많아지고 있는 實情으로 따라서 이러한 閉鎖的 空間인 地下商街의 空氣 循環이 잘 이루어지지 않아 國民保健學的으로 問題가 되고 있다.

汚染濃度 構成要因에 있어서 發生源 및 發生 機構는 비교적 한정되어 있다. 즉 겨울철의 局所 暖房施設과 관련된 食堂, 상점등을 꼽을 수 있으며, 그 外 중요한 汚染源은 담배연기, 인간의 호흡, 실외에서 流入되는 自動車 排出가스등을 들 수 있다. 현 추세로 보아 효율적인 土地利用 및 교통난의 해소라는 側面에서 地下商街 및 地下空間의 活用이 增大되어질 것이며 따라서 本 調査에서는 國民保健學的 側面에서 徹底的한 地下環境을 調査分析함으로써 실내 汚染防止 對策의 基礎資料를 提供코져 한다.

## II. 調 査 方 法

### 1. 調 査 地 點 및 期 間

- 調 査 地 點 : 서면, 대현, 롯데, 코오롱, 국제지하상가
- 調 査 期 間 : 1990年 5月~11月(4回 測定)

### 2. 試 料 採 取, 調 査 項 目 및 分 析 方 法

試料採取는 出入口로 부터 約 40m 정도 거리를 두고 測定 높이는 衛生시험법 室內空氣 試料採取 기준에 따라 바닥으로부터 0.5~1.5m 부근에서 測定트록 規定되어 있어 本 調査에서는 1.5m 높이에서 試料를 採取하였다.

SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO는 Handy Sampler를 利用하여 Teflon Bag에 20分間 試料를 採取한 後 自動 分析機로 測定하였다.

Formaldehyde(HCHO)는 MBTH용액에 흡수시켜 흡광도 628nm에서測定하였다.  
TSP는 High Volume Air Sampler로 1時間 試料 採取후 分析하였다.

### III. 結果 및 考察

#### 1. 結果

各 調査 地點別 測定結果는 Table 1-1~1-6과 같으며

Table 1-1. A pollutants level of Somyeon underground shopping center.

Date \ Item	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO(ppm)	HCHO(ppb)	TSP(μg/m <sup>3</sup> )
5. 10	21.0	2.95	2.65	101.4	355.6
7. 9	17.2	3.1	1.95	93.2	260.6
9. 3	27.0	18.0	0.83	89.6	427.9
11. 6	24.0	16.0	1.04	52.8	514.0

Table 1-2. A pollutants level of Taehyön underground shopping center.

Date \ Item	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO(ppm)	HCHO(ppb)	TSP(μg/m <sup>3</sup> )
5. 10	18.2	13.7	1.65	125.9	517.5
7. 9	14.6	21.8	2.30	117.8	547.5
9. 3	20.0	26.0	1.30	109.6	609.8
11. 6	27.0	19.0	1.43	46.1	608.1

Table 1-3. A pollutants level of Lotte underground shopping center.

Date \ Item	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO(ppm)	HCHO(ppb)	TSP(μg/m <sup>3</sup> )
5. 11	35.0	5.14	1.45	100.0	111.2
7. 10	21.2	6.2	1.61	106.8	132.1
9. 10	26.0	11.0	1.24	110.6	168.6
11. 7	23.0	13.0	1.32	290.2	335.7

Table 1-4. A pollutants level of Kolon underground shopping center.

Date \ Item	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO(ppm)	HCHO(ppb)	TSP(μg/m <sup>3</sup> )
5. 11	21.9	15.2	1.70	113.4	224.2
7. 11	19.5	13.6	1.56	104.2	206.7
9. 10	25.0	18.0	1.12	102.9	216.8
11. 7	20.0	11.0	1.15	279.9	157.4

Table 1-5. A pollutants level of Kugje underground shopping center.

Date \ Item	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO(ppm)	HCHO(ppb)	TSP(μg/m <sup>3</sup> )
5. 11	24.2	15.9	1.30	180.4	184.9
7. 11	16.5	13.7	1.80	126.3	102.9
9. 11	14.0	11.0	1.05	98.6	131.4
11. 13	18.0	9.0	1.10	344.5	139.0

調査地點別 평균, 최대, 최소치는 Table 2와 같다.

Table 2. Maximum, minimum and average level of each sampling site.

Sampling site \ Item	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO(ppm)	HCHO(ppb)	TSP(μg/m <sup>3</sup> )	
Somyon	Ave	22.3	10.0	1.6	84.3	389.5
	Max	27.0	18.0	2.65	101.4	514.0
	Min	17.2	3.1	0.83	52.8	260.6
Taehyon	Ave	20.0	20.1	1.7	99.9	570.7
	Max	27.0	26.0	2.3	125.9	609.8
	Min	14.6	13.7	1.3	46.1	517.5
Lotte	Ave	26.1	8.8	1.4	151.9	186.9
	Max	35.0	13.0	1.61	290.2	335.7
	Min	21.2	5.14	1.24	100.0	111.2

Kolon	Ave	21.6	14.5	1.38	150.1	201.3
	Max	25.0	18.0	1.7	279.9	224.2
	Min	18.0	11.0	1.12	102.9	157.4
Kugje	Ave	18.2	12.4	1.3	187.5	139.6
	Max	24.2	15.2	1.8	344.5	184.4
	Min	14.0	9.0	1.05	98.6	102.9
Mean		21.64	13.16	1.4	134.7	297.6

環境處에서 提示하는 地下空間의 環境基準 報告値는 Table 3와 같다.

Table 3. The recommendation of underground space.

Item	Underground space	Tunnel	Underground Parking
SO <sub>2</sub>	0.15ppm/day	0.5ppm/15min	—
NO <sub>2</sub>	0.15ppm/hour	0.5ppm/15min	—
CO	20ppm/8hour	100ppm/15min	50ppm/8hour
CO <sub>2</sub>	1000ppm/8hour	2500ppm/15min	—
HCHO	0.1ppm/day	—	—
TSP	300 $\mu$ g/m <sup>3</sup> .day	2000 $\mu$ g/m <sup>3</sup> .day	—

## 2. 考 察

地下環境을 對象으로 測定한 結果와 室外 汚染濃度와의 관계 및 서울地域 地下商街의 汚染度 現況과 比較하기 爲하여 環境處 資料 및 서울特別市 保健環境研究所 資料를 引用하여 Table 4와 5에 나타내었다.

Table 4. Levels of outdoor air pollutants

(1990年)

Month \ Item	SO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	CO(ppm)	TSP( $\mu$ g/m <sup>3</sup> )
5	0.036	—	—	173
7	0.019	—	—	117
9	0.023	—	—	104
11	0.036	—	—	117

Table 5. '85 Pollutants of underground shopping center

NO.	Item	SO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	CO(ppm)	TSP(mg/m <sup>3</sup> )
1	Seoul Stadium(U)	0.054	0.060	3.3	0.496
2	Seoul Stadium(Ch)	0.054	0.047	3.3	0.707
3	Jong-ro 5 Ga	0.042	0.055	3.1	0.511
4	Jong-ro 2 Ga	0.030	0.018	2.6	1.128
5	Jong-ro 4 Ga	0.066	0.048	3.6	0.429
6	In-hyun	0.090	0.057	10.4	0.346
7	Bang-san	0.054	0.080	3.8	0.529
8	Yeoung-deung-po	0.052	0.070	5.0	0.695
9	Y-d-p market	0.048	0.054	3.0	0.446
10	City-hall	0.040	0.037	2.9	0.515
11	Sho-gong-dong	0.066	0.036	1.8	0.288
12	Myung-dong	0.072	0.056	4.9	0.486
13	The Metropolitam Police	0.078	0.077	5.0	0.369
14	Chung-mu-ro	0.048	0.065	4.4	0.528
15	Hoi-hyan	0.024	0.032	1.2	0.324
16	Ulchiro gate	0.060	0.056	7.0	0.362
17	Jong-ro 6 Ga	-	-	-	-
18	Sung-Jung	0.090	0.077	20.4	0.469
19	Chung-ryang-ri	0.078	0.082	3.6	0.720
Mean		0.058	0.056	5.0	0.519

1) SO<sub>2</sub>

亞硫酸가스는 地球全體의 各種 人工 排出源에 의하여 年間 146×10<sup>6</sup>ton 規模로 排出되고 있는 實情이며 이중 70%는 석탄의 연소시에 16%는 石油의 연소시에 發生된다. 즉 주로 유황성분을 함유한 연료의 연소가 主原因이 되고 있다.

아황산가스가 人體가 미치는 影響중 흡인 공기중에 분진이나 액적등이 共存할 경우 더욱 피해가 심해진다고 報告하고 있으며 만성 및 급성 呼吸器 疾患을 誘發한다.

本調査의 경우 Table 1, 2에서 보는 바와 같이 5個 測定 地點中 平均値는 21.64ppb로 環境基準値 0.15ppm/day에는 훨씬 미치지 못하여 비교적 양호한 狀態임을 알 수 있다.

國際 地下商街의 경우 平均 18.2ppb로 最低値를 나타내었고 롯데 地下商街에서 26.1ppb로 最高値를 나타내었다.

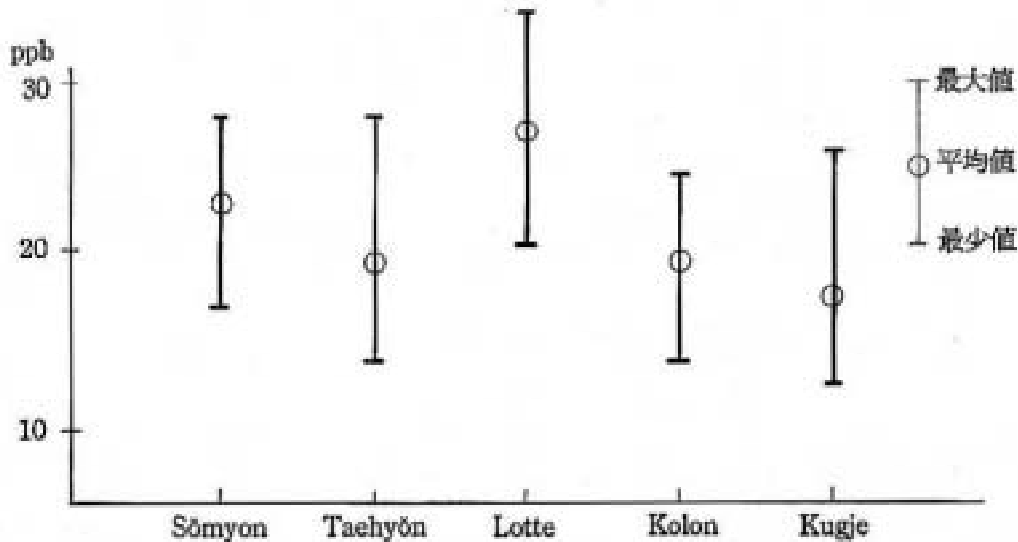


Fig. 1 The concentration variation of SO<sub>2</sub>.

## 2) NO<sub>x</sub>

질소산화물의 自然的 發生源으로서는 주로 生物反應을 들 수 있으며 人工的 發生源으로서는 各種 연소과정을 들 수 있다.

인위적 活動으로 排出된 질소산화물은 먼저 NO가 大氣中에 나타나며 NO는 空氣中の O<sub>2</sub>와 反應하여 NO<sub>2</sub>로 酸化된다. 이때 공기중 탄화수소와 共存할 시, 빛에 의한 光化學的 反應에 산화되는 율이 빨라지게 된다. 이러한 질소산화물은 全 世界的으로 人工的인 量이 53×10<sup>6</sup>ton, 自然的인 量이 약 1000×10<sup>6</sup>ton 정도 放出된다. 질소산화물에 의한 環境 피해로는 가시도 단축, 섬유, 질 지하 등을 들 수 있으며 人體에 대한 影響으로는 각종 만성 기관지염, 폐렴, 폐수종 등을 유발시킬 수 있는 것으로 보고 되고 있다.

本調査의 境遇 Table 1, 2에서 보는 바와 같이 5個 測定 地點중 전체 平均値는 13.16ppb로 地下環境基準 勸告値 0.15ppm/day에는 훨씬 미치지 못하며 大現地下商街에서 20.1ppb로 最高値를 나타내었고 西面地下商街에서 10.0ppb로 最低値를 나타내었다.

이는 차량의 정체현상으로 因한 減速 狀態에서 發生된 차량 排出가스의 影響이라 思料된다.

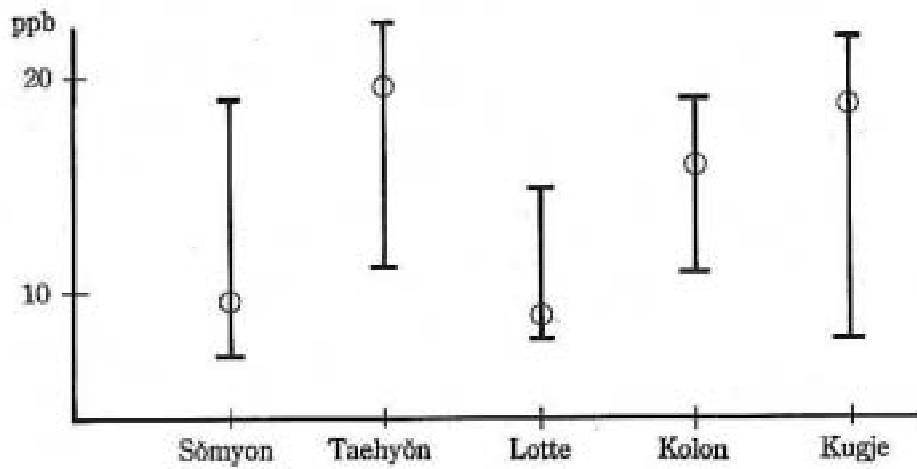


Fig. 2 The concentration variation of NO<sub>x</sub>.

Table 6. Effect of vehicle mode of operation on emission

Fuel	Condition	CO(ppm)	THC(ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>x</sub> (ppm)
gasoline	idling	4.0~10.0	300~2,000	50~1,000	0
	acceleration	0.7~ 5.0	300~ 600	1,000~4,000	0
	normal	0.5~ 4.0	200~ 400	1,000~3,000	0
	decelerating	1.5~ 4.5	1,000~3,000	50~50	0
L P G	idling	2.0~ 5.0	150~1,000	40	0
	acceleration	0.7~ 2.5	190~ 350	1,200~2,000	0
	normal	0.4~ 1.0	120~ 500	4500	0
	decelerating	1.5~ 4.0	2,000~4,000	60	0
Light-Oil	idling	0	300~ 500	50~70	20~100
	acceleration	0~ 0.1	200	800~1,000	*
	normal	0	90~150	200~1,000	*
	decelerating	0	300~400	30~55	*

\* accelerating : 0~40km/h  
 normal : 40km/h  
 deceleration : 40~0km/h



### 3) CO

一酸化炭素는 人工排出源에 의해서는 世界的으로 年間  $274 \times 10^6 \text{ton}$  정도 放出되는데 이 중 95%가 北半球에서 放出되고 自然排出源에 의해서는  $75 \times 10^6 \text{ton}$  規模로 放出되고 있다. 주 排出源으로는 교통기관과 各種 산업장 및 가정등의 연소시설을 들 수 있는데 특히 人工的 排出量 중 1/3 정도가 美國에서 排出된다하며 그중 85% 程度가 交通기관에서 發生되는 것으로 報告되는 바와같이 一산화탄素의 主 排出源은 自動車 排氣가스에 의한 것으로 알려져 있다.

本 調査의 경우 Table 1, 2에서와 같이 5個地點 年 平均値가 1.4ppm으로 環境基準 警告値 20ppm/8hr에는 훨씬 미치지 못하며 별 문제가 없는 것으로 나타났다. 西面과 大規地下商街에서 各各 1.6, 1.7ppm으로 가장 높게 나타났다. 이는 外部 車輛 排氣가스에 의한 流入이 主 原因으로 생각된다. 이는 서면 中心部가 다른 測定 地點에 比해 차량정체현상이 심각히 일어나고 있어 相對的으로 많은 CO가스의 流入을 招來하기 때문이라 思料된다.

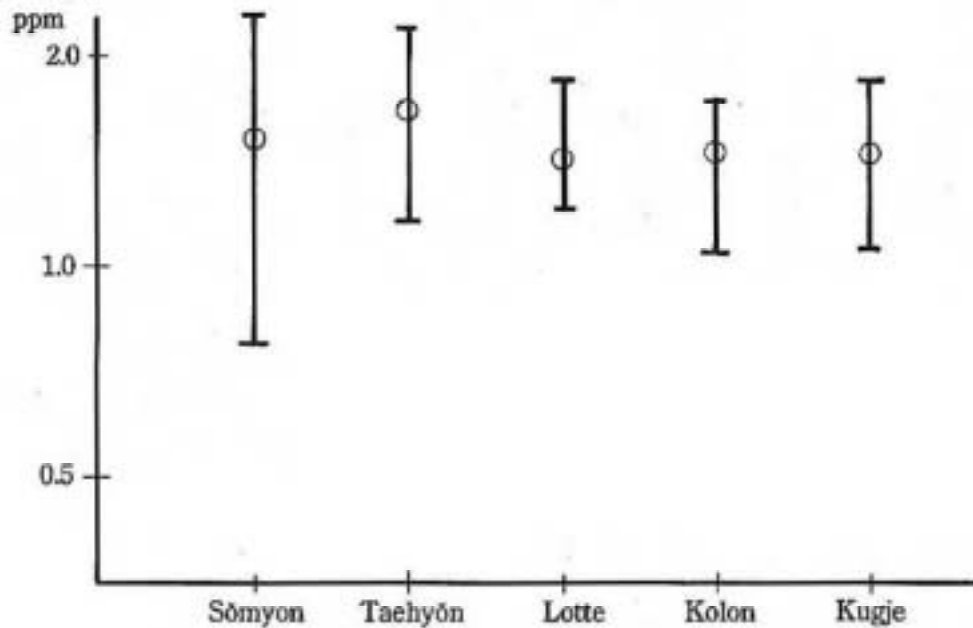


Fig. 3 The concentration variation of CO.

### 4) HCHO

Formaldehyde는 다른 化合物 보다 단순 化學物質로서 여러가지 用途로 쓰여지고 있으며

살균, 방부제로 널리 쓰인다. 有機物質들의 不完全 연소에 의해 얻어지며 石炭이나 木材의 연기, 特別히 햄과 불고기의 훈제시 發生되는 연기속에 存在한다.

人體에 直接的인 影響은 코와 인두후부의 자극, 입, 목구멍, 위통 및 염증, 위궤양, 눈의 점막 자극, 피부의 탈지작용, 습진등을 유발한다. 特別히 空氣 循環이 잘 이루어지지 않는 地下商街에 衣類가게가 밀집되어 HCHO의 汚染問題는 심각하다.

本 調査의 경우 Table 1, 2에서 보는 바와 같이 全 調査地點에서 매우 높은 濃度의 有意性을 보이며 特別히 국제지하상가의 경우 平均 187.5ppb로 環境基準 勸告值 100ppb/day를 約 2倍 가까이 超過하고 있으며 最高 344.5ppb를 나타내었다. 最低值를 나타낸 곳은 西面地下商街로 平均 84.3ppb로 나타났으며 높게 나타난 理由는 좁은 通路와 의류가게의 밀집과 空氣순환의 不調화에 기인한다고 思料된다.

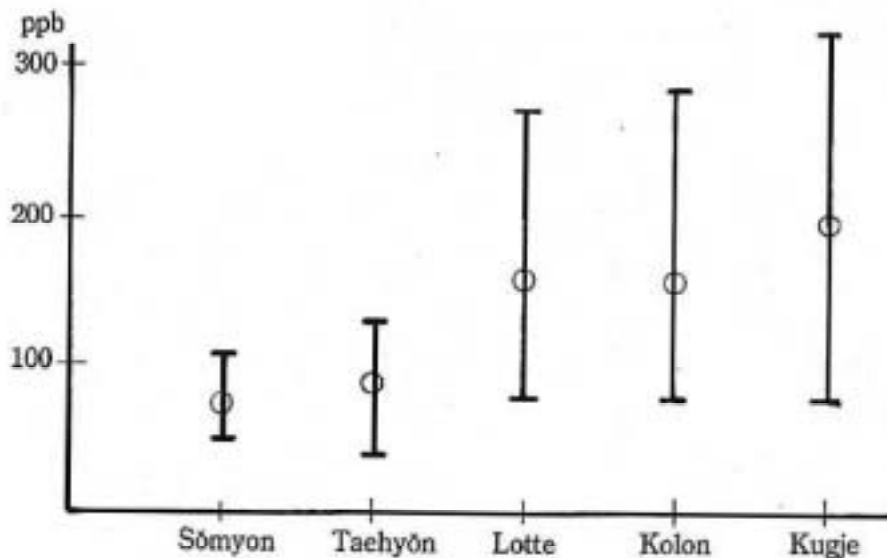


Fig. 4 The concentration variation of HCHO.

#### 5) TSP

실내공기중 浮游粉塵은 실내공기오염물질중 중요한 部分을 차지하고 있으며 다른 가스상 物質들이 單一物質인데 반하여 많은 汚染物質들이 함유된 複合體이다. 浮游粉塵의 濃度는 실내공기중의 TSP 汚染度에 미치는 外部空氣의 影響을 무시할 수 없다. 실내공기중 TSP의 發生源因으로는 실외공기로 부터의 流入 이 외에도 흡연으로 發生되는 粒子相 物質, 난방 및 냉방으로 인해 發生하는 먼지, 室內源들의 의류 및 건축자재에서 發生하는 먼지등이 알려져 있다. 一般적으로 공기중의 돌연변이원성 물질이나 발암물질등은 TSP를 매개체로 호흡기를

통해 人體에 침투하게 되며 폐조직에 침착되는 정도는 粉塵의 입경과 호흡의 강도에 의해 영향을 받게 되고 Klassen 等に 의하면 확산을 통해 폐포에 가장 많이 도달할 수 있는 분진의 크기  $1\mu\text{m}$  以下로서 이 보다 큰 粉塵은 침전되어 기관에서 細기관까지 침착된다고 한다.

本 調査結果 西面, 大規 地下商街 調査地點에서 TSP 濃度가 環境基準勸告值  $300\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$ 를 超過하였으며 特히 大規地下商街는  $570.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 勸告值의 約 2倍까지 超過한 것으로 나타났다.

最高值는 大規의  $570.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 서면  $389.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 이며 最低值는 국제지하상가로  $139.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 으로 나타났다.

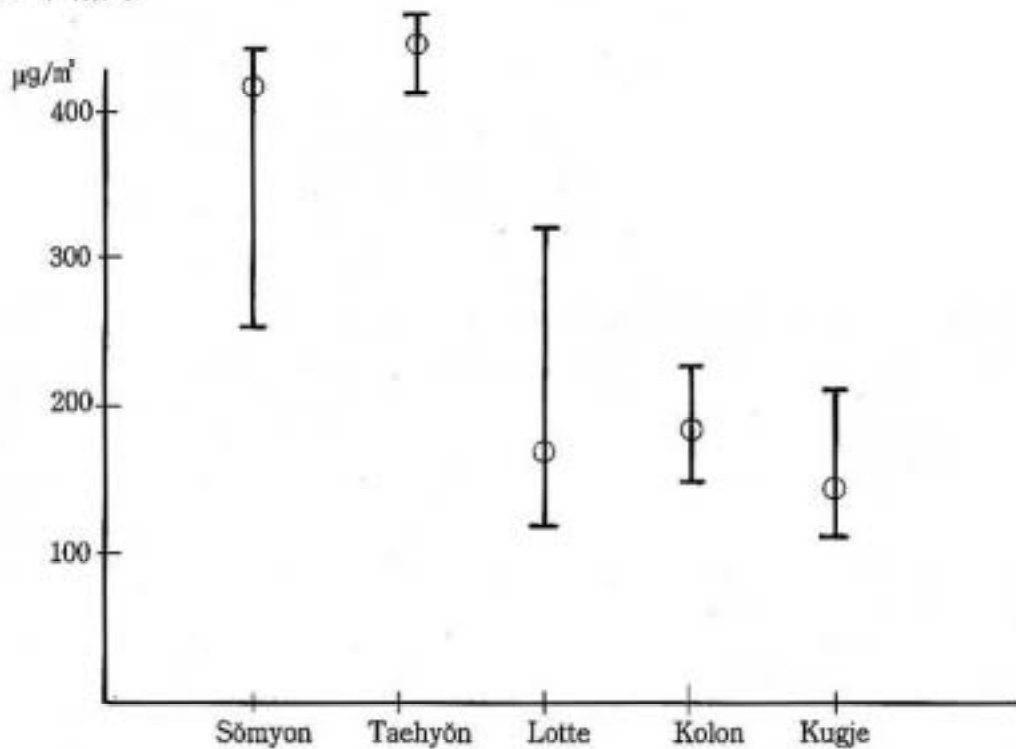


Fig. 5 The concentration variation of TSP.

#### IV. 結 論

- 1)  $\text{SO}_2$ 의 最高汚染度는 롯데 地下商街의  $21.6\text{ppb}$ , 最低值는 국제지하상가의  $18.2\text{ppb}$ 이었다.
- 2)  $\text{NO}_2$ 의 最高汚染度는 大規地下商街의  $20.1\text{ppb}$ , 最低值는 롯데 地下商街의  $8.8\text{ppb}$ 이었다.
- 3)  $\text{CO}$ 의 最高汚染度는 大規地下商街의  $1.7\text{ppm}$ , 最低值는 코오롱 地下商街의  $1.0\text{ppm}$ 이었다.

4) HCHO의 最高汚染度는 國際地下商街의 187.5 ppb 最低値는 西面 地下商街 84.3ppb이었다.

5) TSP의 最高汚染度는 大槓地下商街의  $570.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 最低値는 國際地下商街의  $139.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다.

## 參 考 文 獻

1. 金光振, 李完鍾, 李相七, 林貴喆, 金受永: 地下商街 汚染度 調査 20: 327, 서울 保健環境 研究所報(1984)
2. 環境廳: 環境保全, p 181(1984)
3. 李敏熙外 地下環境의 大氣汚染物質 規制에 關한 調査研究, 國立環境研究所報 63~74(1985)
4. 김용완, 부산의 대기오염도 조사, 예방의학회지 19, 2, (1986).
5. 朴昌根, 環境汚染概論 161~162(1983)
6. 曹允承, 環境保健學, 신광출판사 47~49(1985)
7. Perkins H. C, Air pollution, McGraw-Hil, (1974)
8. 吉川友幸, 地下商街의 空氣汚染의 現像, 公害と對策, 13, 13~29. (1977)