釜山市 地下商街의 大氣汚染度에 관한 調査研究

環境調査科

洪性洙 · 朴炳祚 · 裵基哲

A study on the underground air pollution level in Pusan

Environmental Research Division

S. S. Hong, B. C. Park, K. C. Bae

Abstruct

This study was performed to investigate air pollution of 2 Underground shopping centers and 1 Subway station in Pusan, SO_2, CO, NO_2 and THC were measured 4 times (a time each quarter) during 1987.

The results were as follows :

1. The mean concentration of SO_2 was 21.6 ppb at 3 sites and those were comparatively good air quality.

   The trends of concentration changes were same at 3 sites through seasons.
2. The mean concentration of CO was 3.86 ppm at 3 sites and there were no significant differences in levels among 3 sites
3. The mean concentration of NO_2 was 37.5 ppb at 3 sites, all sites showed high concentration in summer season
4. The mean concentration of THC was 8.4 ppm at 3 sites, and showed higher pollution degree than the other pollutants.

   Methane of that was 3.55ppm, nonmethane was 4.88 ppm, and the contribution of nonmethane was greater. (about 3 : 2)
5. There were significant correlation between SO_2 and CO ($r=0.6738$), NO_2 and THC ($r=0.7143$)

6. To control of indoor air quality, comprehensive and systematic measures should be established.

Ⅰ. 緖　　論

産業의 急速的인 發展과 더불어 農村과 인근 도시의 人口가 大都市로 流入되어 社会活動의 規模가 大型化되어가고 있으며, 이러한 現象은 限定된 空間을 가진 도시에 있어서 各種 交通難, 住宅不足 等의 많은 問題를 加重시키고 있다. 따라서 有限한 都市空間에서의 諸般 問題点들을 解消시키는 方案으로 都心 移動人口의 運送이나 상권확대를 위한 地下鐵, 地下商街 및 地下步道 등의 建設이 不可避한 実情이다. 그러나 이러한 地下生活圈은 不特定 多數人이 居住, 利用 또는 往來하고 있으나 外部와의 空氣循環이 잘 이루어지지 않는 까닭으로 国民保健学上 問題가 되고 있다[1-3]

現在까지 調査된 바에 의하면 실내오염원으로 가장 큰 비중을 차지하는 것은 겨울철의 국소난방시설과 연관된 汚染物質 排出場所, 즉 食堂, 商店등을 꼽을 수 있으며, 地下空間의 換氣 및 난방시설, 그 외 중요한 汚染源으로 담배연기, 人間의 呼吸, 室外에서 流入되는 自動車 排氣가스 등을 들 수 있다[4-6]

現 추세로 보아, 效率的인 土地利用 및 교통난의 해소라는 側面에서 地下商街 및 지하공간의 活用이 增大되어질 것이며, 따라서 본 論文에서는 国民保健学的 側面에서 快適한 地下環境을 도모하기 위해 釜山市内의 地下商街 및 지하철 賣票所의 大氣質 現況을 調査分析함으로서 室内 環境基準의 設定 및 室内 汚染防止 対策의 基礎資料를 提供코저 한다.

Ⅱ. 調査方法

Ⅱ－1. 調査地域 및 期間

調査地域 ：대현(T) 및 서면(S)지하상가, 지하철 서면(S)역의 매표소 등 3곳

測定期間 ：1987. 1～1987. 12(分期別 1回, 年4回)

Ⅱ－2. 試料採取, 調査項目 및 分析方法

試料採取는 各 地点에서 午前11時에서 12時사이에 行하였으며, 測定높이는 위생시험법[7] 실내공기 試料採取基準에 따라 바닥으로부터 0.5～1.5m 부근에서 測定토록 規定되어 있고 본 研究에서는 1.5m 높이에서 Handy Sampler에 의해 Teflon bag에 20分間 試料空氣를 採取한 다음 즉시 実驗室로 옮겨 自動分析機로 測定하였다.

調査項目으로는 Sulfur dioxide(SO_2), Carbon monoxide (CO), Nitrogen dioxide(NO_2),

Methane(CH_4), 및 Total hydrocarbon (THC)을 定하였으며 SO_2는 化学發光法, CO는 非分散赤外線法(NDIR), NO_2는 化学發光法, THC는 가스크로마토그라피(FID)方法에 의하여 分析하였다

Ⅱ－3. 調査地点 現況

本 研究의 調査 対象地点들의 特徵은 Table 1.에 나타나 있다.

Table 1. The characteristics of each underground shopping center

구분 \ 대상지점		T 지 하 상 가	S 지 하 상 가	지 하 철 S 역
개	통 일	82. 12. 2	85. 7. 21	85. 7. 19
상점현황	상 점 수	570 개소	328 개소	
	입주현황	의류45%, 신발류14% 악세사리5% 시계보석류5% 화장품류4%, 기타25%	의류70%, 스포츠15% 기타15%	
넓	이	404m ×23.4m	412m ×23.4m	
공 간 용 량 ㎥		10,726	12,875	
인구현황	상 주 인 구	1,000명	1,804명	
	유 동 인 구	30만/일	20만/일	
환기시설	방 식	중앙집중식 강제송풍	중앙집중식 강제송풍	중앙집중식 강제송풍
	시 설 용 량	공조기40HP×1대 20HP×4대 배출기30HP×3대	공조기25HP× 1대 7.5HP×5대, 25HP×1대 배출기7.5HP×5대	공조기25HP×7대 송풍기12대
	풍량(㎥/h)	168,000	347,122	261,198
	흡배기위치 및 높 이	상가양쪽보도2개소 흡기 : 도로변(6차선) 지상0.5m 배기 : 도로변(6차선) 지상4.0m	상가양쪽보도2개소 흡, 배기 : 도로변 (6차선)지상0.5m	지하철양쪽보도2개소 흡배기 : 도로변 (6차선)지상0.5m
	가 동 시 간	16h/일 (상가영업 시간동안 연속가동)	15h/일 (상가영업 시간동안 연속가동)	12h/일

이 표에서 T 및 S지하상가는 衣類店이 대부분을 차지하고 있으며, 換氣施設은 商街의 영업시간(15~16시간)동안 連續稼動시키고 있다.

그리고 暖房用 기름보일러는 매년 12月부터 익년 3月까지 稼動하는 것으로 나타났으나 그 배출가스 별도로 의부로 배출되기 때문에 지하상가에는 별 영향이 없을 것으로 思料된다.

商街 流動人口 및 店鋪數에 있어서는 T지하상가가 S지하상가에 비해 더 높은 密度를 보이고 있기에 상가 자체만의 空氣汚染度를 豫想하면 T지하상가가 S지하상가보다 더 높을 것으로 推測된다.

한편, 우리나라의 경우 室內環境에 대한 汚染問題는 建築法, 産業安全保健法 및 公衆衛生法 등의 관계규정에 의해 규제되고 있으며 구체적인 內容은 Table 2와 같다.

Table 2. Items of requlations about underground facilities

	보 사 부	건 설 부			노 동 부
대상 시설	○ 3,000㎡ 이상의 사무용 건축물 ○ 2,000㎡ 이상의 복합건축물 ○ 시장법에 의한 백화점 ○ 쇼핑센타 및 2,000㎡ 이상의 지하상가 ○ 헬스크럽, 탁구장, 보링장 등 기타 보사부령이 정하는 시설	○ 1,000㎡ 이상지하 상가판람 및 집회시설	○ 지하 주차장	○ 터널	○ 사업장
관련 법규	○ 공중위생법(제27조) ('85. 5 공포) ○ 시행령(제19조) ('86. 11 공포) ○ 시행규칙(제45조) ('87. 3 공포)	○ 건축시행령 (제48조) - 1,000㎡ 이상의 지하층 ○ 시행규칙 (제23조) - 환기설비 기준	○ 주차장법 제12조시행령제6조 (건축물부설주차장의 설치기준, 시행규칙제4조8항	○ 도로법 도로구조령 제35조	○ 산업안전보건법 (제27조) ○ 노동부고시 제86-61호 (88. 12. 3)
관련 기준	○ 위생관리기준 구 분 허 용 기 준 부유분진 0.15mg/㎥ 이하 일산화탄소 10 ppm이하 탄산가스 1000 ppm이하 온 도 17℃-28℃ 상대습도 40-70% 기 류 0.5m /s이하 조 명 100룩스	환기설비기준 과 동 (다만, 조명' 미규제)	내부공기를 1시간에 10회이상회부 공기와 교환할 수있는 환기장치 설치	필요한경우에는 도로의 교통량및 터널의 길이에 따라 적당한 환기 시설과조명 시설을 설치	분 진 석 면 유해가스 중금속등 유해물질의 허용농도 구분 허용농도 SO_2 2ppm8-hr TWA CO 50 〃 NO_2 3 〃 NO 25 〃
조치 사항	○ 관리기준에 따라 매분기 1회이상측정하고그결과 기록 및 비치 ○ 공중위생감시원 선정	-	-	-	-

Ⅲ. 結果 및 考察

Ⅲ－1. 結果

地点別, 分期別 대상오염물질의 分析結果는 Table 3과 같으며,

Table 3. The concentrations with seasonal variation at sampling sites.

항 목		SO_2 (ppb)	CO (ppm)	NO_2 (ppb)	CH_4 (ppm)	THC (ppm)
T지하상가	1/4	3.0	2.44	25.8	2.35	9.3 *
	2/4	10.7	3.97	76.9 *	13.5	23.3 *
	3/4	31.2	3.78	66.0 *	6.8	12.7 *
	4/4	47.8	5.26	16.0	2.24	6.83 *
지하철 S역	1/4	3.7	1.96	24.8	1.94	5.61 *
	2/4	8.5	2.68	46.2	2.01	5.9 *
	3/4	26.0	3.80	21.0	2.5	5.3 *
	4/4	16.9	5.81	21.0	2.13	7.44 *
S지하상가	1/4	12.5	4.3	52.1 *	2.07	6.1 *
	2/4	15.2	2.28	49.4	2.22	6.23 *
	3/4	32.0	4.91	22.0	2.6	6.4 *
	B4/4	52.2 *	5.08	29.0	2.27	6.07 *
平 均		91.6	3.86	37.5	3.55	8.43 *

* : 環境基準 초과 測定値

地点別, 分期別 各 調査項目의 平均, 最少 및 最大測定値는 Table 4와 같다.

Table 4. Maximum, minimum and average level of each sampling site.

항 목		SO_2 (ppb)	CO (ppm)	NO_2 (ppb)	CH_4 (ppm)	THC (ppm)
T 지하상가	평균	23.2	3.86	46.2	6.22	13.03
	최소	3.0	2.44	16.0	2.24	6.83
	최대	47.8	5.26	76.9	13.5	23.3
지하철 S 역	평균	13.8	3.56	28.3	2.15	6.06
	최소	3.7	1.96	21.0	1.94	5.3
	최대	26.0	5.81	46.2	2.5	7.44
S 지하상가	평균	28.0	4.14	38.1	2.29	6.2
	최소	12.5	2.28	22.0	2.07	6.07
	최대	52.2	5.08	52.1	2.60	6.4

Ⅲ－2. 考察

地下環境을 対象으로 3個地点에서 4回의 測定한 結果를 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 위하여 釜山環境支廳 資料 및 서울특별시 保健環境研究所 資料를 引用하여 Table 5, 6에 나타내었다.

Table 5. Levels of outdoor air pollutants(unit : ppm)

item / year	SO_2	CO	NO_2	THC
'87	0.039	2.1	0.025	2.9

Table 6. '84 Pollutant of underground shopping center(concentration of in door)[8]

No	Sampling Site item	Date	NO_2(ppm)	CO(ppm)	THC(ppm)	SO_2(ppm)	DUST g/㎥
1	Seoul Stadium(UIchiro)	3.29	0.072	4.4	3.3	0.042	507
2	Seoul Stadium(Chung-ge-chan)	3.29	0.079	6.7	4.7	0.030	630
3	Jong-ro 5 Ga	3.30	0.065	3.5	5.3	0.042	563
4	Jong-ro 2 Ga	3.28	0.038	3.7	7.6	0.012	319
5	Jong-ro 4 Ga	3.23	0.075	4.3	3.0	0.042	375
6	In-hyun	4.13	0.048	8.7	8.4	0.040	509
7	Bang-san	8.17	0.054	2.3	8.2	0.054	200
8	Yeoung-deung-po Station	11.8	0.022	1.9	9.9	0.030	—
9	Yeoung-deung-po market	11.13	0.029	1.4	5.7	0.162	—
10	City-hall	4.10	0.046	6.5	5.5	0.024	670
11	Sho-gong-dong	4.11	0.067	2.9	3.3	0.032	412
12	Myung-dong	4.11	0.123	8.3	5.5	0.060	534
13	The Metropolitan police	4.10	0.114	8.1	7.3	0.036	522
14	Chung-mu-ro	8.20	0.024	5.1	8.9	—	369
15	Hoi-hyan	4.12	0.078	2.0	3.4	0.036	425
16	UIchiro gate	8.22	0.018	3.0	14.4	0.028	309
17	Jong-ro 6 Ga	3.30	0.093	6.5	6.3	0.042	500
18	Sung-Jung	6.15	0.021	18.7	18.1	0.102	241
19	Chung-ryang-ri	6.14	0.029	3.5	10.1	0.073	268
	Mean		0.058	5.34	7.3	0.049	432.53
	S. D.		0.031	3.95	3.9	0.035	137.03

그리고 本 論文에서 取扱하는 汚染物質의 各種 基準値는 Table 7과 같으며 이 표에서 보는 바와 같이 질소산화물(NO_x)의 경우, 그 基準値의 規制가 다른 汚染物質에 비해 엄격히 規制되고 있음을 알 수 있다.

Table 7. Comparison of each air quality environmental standards.

區分 / 汚染物質		韓國	美國	WHO	노동부 사업장
SO_2 (ppm)	연 평 균	0.05[a]	0.03	0.022	–
	24시간상환치	0.15[b]	0.14	0.056	2[c]
CO (ppm)	월 평 균	8.0	–	–	–
	8시간 상환치	20.0[b]	8.6	–	50[e]
	1시간상환치	–	35.0	30.0	–
NO_2 (ppm)	연 평 균	0.05	0.05[c]	–	–
	1시간상환치	0.15[b]	–	0.170	3[c]
THC (ppm)	연 평 균	3.0	–	–	–
	3시간 상환치	–	0.24[d]	–	–
	1시간상환치	10.0[b]	–	–	–

주 : a) 연간일수의 70%는 이 기준 이하로 유지되어야 함.
b) 연간3회이상 초과못함
c) Nitrogen oxides
d) 연간1회이상 초과 못함
e) 8hr TWA

各 대상 汚染物質 濃度間의 관련성을 알아보기 위하여 統計学的 處理를 行하였다. 이에 必要한 各種 통계량 중 相關係數 값들은 Table 8, 9에 나타내었다.

Table 8. Correlations of each item

	CO	NO_2	THC
SO_2	0.6783	0.2813	0.1768
CO	–	0.2399	0.0258
NO_2	–	–	0.7143

Table 9. Correlations of each item at each sampling sites

		CO	NO_2	THC
T underground shopping center	SO_2	0.8706	0.3069	0.4717
	CO	–	0.1117	0.0887
	NO_2	–	–	0.8822
S subway station	SO_2	0.6219	0.4815	0.7890
	CO	–	0.4649	0.7904
	NO_2	–	–	0.1685
S underground shopping center	SO_2	0.6676	0.0140	0.1429
	CO	–	0.6913	0.0690
	NO_2	–	–	0.4611

調査項目別 考察內容은 다음과 같다.

1. SO_2

亞黃酸가스는 지구 전체의 各種 人工排出源에 의하여 年間 146×10^6 톤 규모로 배출되고 있는 실정인 데, 이 중 70%는 石炭의 연소시에, 16%는 石油의 연소시에 發生된다. 즉 주로 硫黃性分을 함유한 燃料의 연소가 主原因이 되고 있다[9]

아황산가스가 人体에 미치는 영향 중 吸引空氣中에 분진이나 液滴등이 共存할 경우 더욱 피해가 심해진다고 보고하고 있으며 慢性및 急性被害로서 주로 호흡기 疾患系統 등을 유발한다.[10, 11]

本 研究의 경우 Table 3에서 보는 바와같이 3個 測定地點의 年 平均値는 21.6ppb로 나타났는데 이를 외부 지상공기의 SO_2농도 年 平均値 39ppb와 比較해 볼 때 室外空氣의 경우가 오히려 높게 나타났다.

또한 서울시 地下環境의 SO_2濃度값과 比較해 볼 때 49ppb[8]인 서울이 부산보다 다소 높게 나타났는데 이는 서울의 交通量이 상대적으로 많고 또한 도로사정 등에 의한 外部汚染源의 영향일 것이라 생각된다.

우리나라 環境保全法에 규정되어 있는 年間 環境基準値 50ppb를 超過하는 경우가 S지하상가의 冬節期를 제외하고는 모두가 比較的 良好한 상태를 維持하고 있음을 알 수 있다. 그리고 동절기로 갈수록 높은 농도를 나타내는 것은 동절기에 暖房用 燃料의 使用이 급증되기 때문이다.

Table 8을 살펴보면, 採取場所를 고려치 않을 때의 다른 汚染物質과의 농도변화에 대한 관

현성은 각 오염물질과의 相關係數가 $SO_2-CO > SO_2-NO_2 > SO_2-THC$로 나타났으며 SO_2-CO가 Y=0.6738로 比較的 높은 有意水準을 보여주고 있다. 이는 공기중의 CO농도가 주로 자동차 배기가스에 의한 영향일 것으로 미루어 보아 다른 汚染物質에 비해 외부 汚染濃度에 의한 영향이 相対的으로 크게 作用된다.

場所別, 汚染物質 농도간의 연관성은 Table 9와 같이 SO_2-CO의 상관계수값이 T지하상가가 r=0.8706, S지하상가가 r=0.6676, S지하철역이 r=0.6219로 비교적 높은 有意水準을 보여주고 있는데 특히 T지하상가의 상관성이 가장 크게 나타났다.

이는 각 지하상가의 特性과 試料採取 당시에 測定地点의 상태 등에 의한 것으로 사료되며 이러한 사항은 차후 더욱 연구가 進行되어져야 할 것으로 생각된다.

2. CO

一酸化炭素는 人工排出源에 의해서는 세계적으로 年間 274×10^6톤정도 放出되는 데 이 중 95%가 북반구에서 방출되고 자연배출원에 의해서는 75×10^6톤 규모로 방출되고 있음을 보고하고 있다[12, 13].

主 排出源으로는 교통기관과 각종 산업장 및 가정 등의 연소시설을 들 수 있는데 특히 人工的 排出量 中 1/3정도가 미국에서 배출된다하며 그 중 85% 정도가 교통기관에서 발생되는 것으로 보고되는 바와 같이 일산화탄소의 主排出源은 자동차 배기가스에 의한 것으로 알려져 있다[11].

일산화탄소의 인체에 대한 영향으로서 CO가 O_2에 비해 Hemoglobin(Hb)과 結合하는 능력이 약 210배 강하므로 Hb의 酸素運搬能力이 감소되어 일어나는 CO中毒을 들 수 있다. 血中 CO농도가 100ppm에 이르면 현기증, 두통 등의 자각증상이 따르며 1000ppm에서는 치명적인 損傷을 가한다고 알려져 있다[14, 15].

本 硏究의 경우, Table 3에서와 같이 세 지점 年 平均値가 3.86ppm으로써 서울시 지하환경의 CO농도치 5.34ppm보다 다소 낮게 나타나고 있으며 우리나라 年 平均 環境基準에는 未達되어 별 문제가 없는 것으로 나타났다.

특히 T지하상가 3.86±1.42ppm, S지하철역 3.56±2.25ppm, S지하상가 4.14±1.86ppm으로 나타난 바와 같이 測定地点에 따라서는 큰 差異를 보이지 않고 있으며 동절기에 세 곳 모두 最高値를 나타내고 있다. 이는 앞서와 같이 室內 CO농도치의 寄與는 주로 외부차량 배기가스의 流入에 의한 것으로 사료되며 동절기가 室內, 外空氣의 溫度差가 상대적으로 크게 되어 오염된 외부공기 流入量이 많을 뿐 아니라 실내의 각종 상가 및 식당에서 사용하고 있는 취사나 난방기구에 의한 排出이 동절기에 많기 때문인 것으로 판단된다.

Table 1에서 볼 때, 실내 오염원의 特性만으로는 T지하상가의 CO농도가 높을 可能性이 있지만, S지하상가의 CO농도가 가장 큰 값을 나타낸 것은 외부차량 배기가스에 의한 流入이

主原因으로 생각된다. 즉 Table 10에서와 같이 一般的으로 공회전(idling)시나 저속시 CO의 排出量이 많아지므로 차량정체현상이 세 곳 중 가장 심각히 일어나고 있는 S지하상가의 경우가 상대적으로 많은 CO가스의 流入을 招來하기 때문으로 생각된다.

Table 10. Effect of vechile mode of operation on emissions[12]

燃 料	運 轉 條 件	CO(ppm)	炭化水素(ppm)	NOx(ppm)	SO_2(ppm)
揮發油	idling	4.0~10.0	300~2,000	50~1,000	0
	加速(0-40km/h)	0.7~ 5.0	300~ 600	1,000~4,000	
	定速(40km/h)	0.5~ 4.0	200~ 400	1,000~3,000	
	減速(40-0)	1.5~ 4.5	1,000~3,000	5~50	
L P G	idling	2.0~ 5.0	150~1,000	40	0
	加 速	0.7~ 2.5	190~ 350	1,200~2,000	
	定 速	0.4~ 1.0	120~ 200	4,500	
	減 速	1.5~ 4.0	2,000~4,000	60	
輕 油	idling	0	300~ 500	50~ 70	20~100
	加 速	0~0.1	200	800~1,000	
	定 速	0	90~ 150	200~1,000	
	減 速	0	300~ 400	30~ 55	

3. NO_2

窒素酸化物의 자연적 발생원으로서는 주로 生物反應을 들 수 있으며 인공적 발생원으로서는 各種 燃燒過程을 들 수 있다.

인위적인 活動으로 排出된 질소산화물은 먼저 NO가 大氣中에 나타나며 NO는 공기중의 O_2와 反應하여 NO_2로 산화된다. 이 때 공기중 탄화수소와 共存할 시, 빛에 의한 光化学的 反應에 의해 酸化되는 율이 빨라지게 된다[13]. 이러한 질소산화물은 전 세계적으로 인공적인 양이 53×10^6톤, 자연적인 양이 약1000×10^6톤 정도 放出된다[12]

질소산화물에 의한 환경의 피해로는 可視度短縮, 섬유의 質低下 등을 들 수 있으며 人体에 대한 영향으로는 각종 만성기관지염, 폐렴, 폐수종 등을 誘發시킬 수 있는 것으로 報告되고 있다[13]

本 硏究의 경우 Table 3에서와 같이 세 지점 年 平均値는 37.5ppb로서 외부지상공기의 年 平均値 25ppb보다 높게 나타났으며, 서울시 지하환경의 NO_2평균치 58ppb[8]보다는 훨씬 낮게 나타났다.

T지하상가와 S지하상가는 모두 우리나라 NO_2 環境基準値 50ppb를 超過하였다.

Table 3의 계절에 따른 汚染度는 하절기가 높고 동절기로 갈수록 농도가 낮아지고 있는데 이는 하절기가 동절기보다 日射量이 많아 NO에서 NO_2로의 전환률이 빨라져, NO_2농도가 相對的으로 높은 외부공기의 流入에 의한 것으로 사료된다.

Table 8에서 보는 바와 같이 장소를 고려치 않을 때 다른 汚染物質과의 濃度變化 연관성은 各 汚染物質과의 相關係數가 $NO_2-THC)NO_2-SO_2)NO_2-CO$로 나타나고 있어 NO_2-THC가 r=0.7143으로 비교적 높은 상관성을 나타내었다. 이는 NO에서 NO_2로의 전환에 THC가 관여되어 있기 때문에 THC농도가 증가하면 NO_2농도도 증가하기 때문으로, 이들 간의 상관관계가 큰 것으로 판단되어진다.

4. THC

炭化水素는 메탄·비메탄계로 兩分할 수 있으며 이들의 合을 총탄화수소(THC)라 하며 이 중 메탄계는 人体에 영향이 없어 대기 오염물질이 아니며, 비메탄계 탄화수소는 오존생성의 중간생성물질로도 作用하여, 各種 光化学反應에 의하여 人体에 被害가 있는 發癌物質로 변환되기도 한다[10]

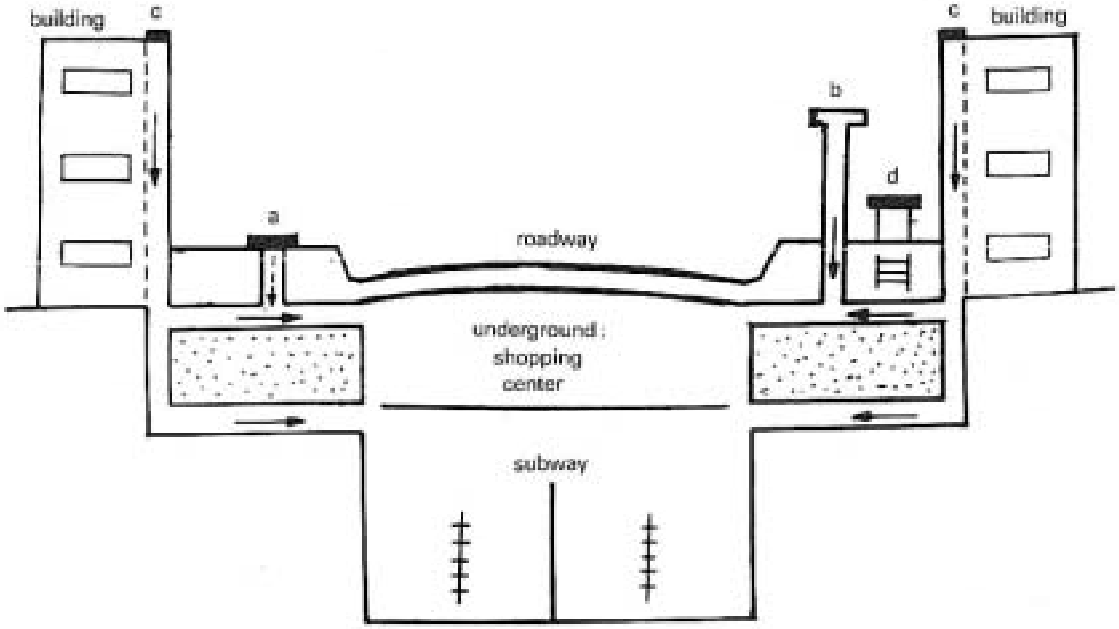
主發生源으로서는 연료의 불완전연소과정, 유기제료나 유기용제를 使用하는 화학공장, 생물학적 作用에 의한 자연적 발생원 등을 들 수 있으며 이들의 총 발생량은 전 세계적으로 인공적 배출량이 88×10^6톤, 자연적 배출량이 480×10^6톤 규모이다.[12]

本 硏究의 경우, Table 3와 같이 세 지점 年 平均値가 8.43ppm으로서 외부지상공기의 THC농도 年 平均値 2.9ppm과 比較해 볼 때 내부공기의 경우가 높게 나타났다. 그리고 3個 地点 平均濃度중 메탄이 3.55ppm, 비메탄이 4.88ppm으로 비메탄이 조금 높았으며(約2 : 3), 환경보전법상의 HC환경기준치 3ppm과 비교해 볼 때 T지하상가가 13.0ppm(4.3倍), S지하철역이 6.1ppm(2倍), S지하상가가 6.2ppm(2.1倍)로 모두 높게 나타났다. 이는 지하상가의 대부분이 衣類를 取扱하는 것과 簡易食堂의 가스使用, 施設物의 painting, 그리고 차량 배기가스의 流入등에 따른 비메탄계 汚染物質의 증가로 사료된다. 특히 비메탄계 炭化水素의 경우 실외공기에서 光化学反應의 전구물질이 되므로 여기에 대한 충분한 対策이 필요하다고 생각된다. 앞서 언급한 바와 같이 NO_2농도와 상관계수값이 r=0.7143으로 비교적 높게 나타났다.

5. 換氣施設의 改善

지하상가와 지하철 환기시설의 空氣流入口가 도로옆 지표면에 위치(0.5m)하고 있어 자동차 배기가스로 汚染된 외부의 공기가 擴散되기 전에 流入되어 오염도를 加重시키고 있는 실정이다. 그러므로 本 硏究者의 판단으로는 도로면의 자동차 배기가스가 汚染源으로부터 점차적으로 확산되어 가므로, 환기시설의 吸入口를 비교적 淸淨한 공기가 流入될 수 있게 改善(지상에서 가능한 높게)함이 좋을 것으로 생각된다. 그 方法으로는 Fig 1와 같이 現在의 空氣吸入口를

도시미관상 造形美가 나도록 치장하여 b처럼 높이는 方法과 지하상가 주변의 고층건물에 지하상가와 지하철에 맑은 공기를 供給할 수 있도록 空氣吸入口a 를 의무적으로 c와 같이 施設토록 하는 方案이 있다. 또한 汚染度를 수시 측정하여 측정치가 환경기준을 超過



a : existing suction alley

b : improved suction alley

c : suction alley availed in a building

d : enterance and exit

Fig. 1 Proposed methods about suction alley site.

할 경우에는 환기시설(空調機)에 적절한 가스상 汚染物質防止施設을 갖추게 하여 稼動시키는 方法도 좋을 것이다.

6. 기타

本 硏究의 調査, 分析過程에서 室內空氣의 質과 密接한 연관을 가지고 있는 실외공기의 汚染濃度를 낮추는 方案으로서, 各種 燃燒過程에서의 적절한 空燃比의 지정, 탈황유의 供給强化, 각종 차량 排氣淨化裝置의 附着擴大실시 각종 도로망 整備 및 信號体系의 圓滑性 提高 등 多各的이며 体系的인 綜合対策이 必要하다고 판단된다.

한편, 실내공기 질에 대한 기준치 설정이 미비한 狀態이기에 앞으로 이에 대한 연구가 進行되어 対象項目의 設定, 項目에 따른 적절한 기준치의 規制가 시급하다고 생각한다.

II. 結　　論

釜山地域 地下商街 2個所와 地下鐵驛 1個地点에 対하여 '87年 1月부터 同年 12月까지 分期別 1回씩 年4回에 걸쳐 大氣汚染度를 測定하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 세 지점의 SO_2平均濃度値가 21.6ppb로 비교적 양호한 상태를 維持하고 있었으며 계절에 따른 濃度變化의 推移는 세 곳 모두 동일한 양상을 나타내었다.

2. 세 지점의 CO平均濃度는 3.86ppm으로 나타났으며 測定地点間에 큰 差異가 없이 거의 비슷한 濃度値를 나타내었다.

3. 세 지점의 NO_2平均濃度는 37.5ppb로 세 곳 모두 夏節期에 높은 농도를 나타내었다.

4. 세 지점의 THC平均濃度가 8.4ppm이며 이 중 메탄이 3.55ppm, 비메탄이 4.88ppm으로 비메탄의 기여도가 큰 것으로 나타났으며(약3 : 2) 다른 汚染物質에 비해 가장 심한 오염정도를 나타내었다.

5. 各 項目別 상관관계는 SO_2－CO가 r＝0.6738 NO_2－THC가 r＝0.7143으로 비교적 높은 有意性이 認定되었다.

6. 室內 換氣施設과 構造의 適正設計 및 配置 그리고 地下環境에 대한 汚染物質 規制基準을 설정하고 그 汚染度를 낮추기 위한 綜合的이고 体系的인 対策에 관한 硏究가 行해져야 한다고 판단된다.

參 考 文 獻

1. 神山惠三, 都市生活空間としての 地下環境の基礎的 考察, 環境と對策, 13, 946~949,(1977)
2. 吉川友幸, 地下街通路の 空氣汚染の現狀, 公害と 對策, 13, 13~29, (1977).
3. Caceres T., Soto H., Lissi E., Indoor house pollution : Appliance emission and indoor ambient concentrations, Atmospheric Environments, 17, 1009~1015, (1983).
4. 李敏熙, 韓義正, 元良洙, 辛炳基, 程海東, 韓慈昭, 地下環境의 大氣汚染物質 規制에 關한 調査硏究, 國立環境硏究所報, 63~74, (1985).
5. Hadley, T. : Energy conservation and indoor air quality, ASHRAE J., 23, 3, (1981).
6. Mejzner, T.A : Energy conservation and it's impact on indoor air pollution, Air Poll. Cont. Assoc. 6th Annual Symposium, New Bruswidk, Canada, (1982).
7. 日本藥學會編, 衛生試驗法・注解, 金原出版, 980~981 (1980).
8. 金光振, 李完鍾, 李相七, 林貴哲, 金受永, 地下商街 汚液度 調査, 서울 特別市 보건환경연구소보, 327~335,(1984).
9. Perkins H. C., Air pollution, McGrow-Hill, (1974).
10. 김용완, 부산의 대기오염도 조사, 예방의학회지, 19, 2, (1986).
11. Wark Ket al, Air pollution It's originand control, 2nd Ed., Haper & Row publishers, New York, (1981).
12. 金熙江, 金信道, 李濟模, 任劑彬, 大氣汚染과 制御, 동화기술, 94~96, 377~379 (1987).
13. 盧在植外, 大氣汚染, 녹원출판사, 25~30 (1986).
14. 朴昌根, 環境汚染槪論, 녹원출판사, 161~162 (1983)
15. 曺允承, 環境保健學, 신광출판사, 47~49 (1985).
16. 黃相容, 室英植, 吳仁敎, 尹오燮, 朴景然, 李圭盛 , 大氣汚染槪論, 형설출판사, 26~ (1988).