〈論 文〉

韓國大氣保全學會誌 第5卷 第1號
KAPRA 5-1(1989) PP.22～32

부산지역 지하상가의 대기오염도에 관한 조사연구

Survey on Air Pollution in Underground Commercial Floor of Pusan Areas

이 채 언*, 문 덕 환*, 조 병 만*, 김 준 연**, 배 기 철***
Chae-Un Lee, Deog-Hwan Moon, Byung-Mann Cho, Joon-Yeon Kim, Ki-Chul Pae

ABSTRACT

In order to assess the level of atmospheric pollution and to contribute the health improvement of residents in Pusan, the authors measured the CO, SO_2, NO_2, TSP, Noise, Pb, Cd, Cr and V level at 3 place by time from Jan. 1988 to Feb. 1988.

The places were Kukje, Daehyeon, Pujeon underground commercial floor.

The results were as follows;

1. The range of concentration of air pollutants
   (1) CO : 0.5 – 3.0 ppm
   (2) SO_2: 0.012 – 0.360 ppm
   (3) NO_2: 0.018 – 0.089 ppm
   (4) TSP: 30 – 330 $\mu g/m^3$
   (5) Pb : 0.219 – 3.116 $\mu g/m^3$
   (6) Cd : 0.000 – 0.070 $\mu g/m^3$
   (7) Cr : 0.378 – 4.098 $\mu g/m^3$
   (8) V : 0.000 – 1.010 $\mu g/m^3$
   (9) Noise : 47 – 77 dB(A)
2. The level of all air pollutants were higher in the afternoon or night than in the morning.
3. The mean concentration of SO_2 in all places exceede the ambient air quality standard of SO_2.

1. 서 론

1960년대 이래 우리나라의 각종 산업은 급속도로 발전되었고 교통량도 증가하였으며 특히 도시지역의 경우 이러한 요인 뿐만 아니라 인구의 도시 집중화 현상이 심화되어 각종 연소 연료의 소비가 증대됨으로써 많은 양의 오염물질들이 대기중으로 배출되어 도시지역의 대기는 괄목할만한

* 인제대학교 의과대학 예방의학교실 및 산업의학연구소
(Department of Preventive Medicine, College of Medicine, & Institute of Industrial Medicine, Inje University)
** 동아대학교 의과대학 예방의학교실 (Dept. of Preventive Medicine, College of Medicine, Dong-A Uni.)

수준으로 오염되고 있는 실정이다.[1~5]

더욱이 최근에 이르러서는 지하철의 개통 등에 따라 생활환경이 지하에까지 이르게 되었으며, 또한 지하에는 많은 상가들이 밀집되어 소위 지하상가를 형성하고 있다. 그러나 이러한 지하시대에 살고있는 우리들은 생활의 필연적 부산물인 여러 공기오염물질을 다량 배출하여 지하에 축적하는 결과를 초래하고 있으며 충분한 환기마저 이루어지지 않아 지하상가의 공기오염은 공중위생학적인 입장에서 볼때 관심의 대상이 아니될 수 없다.[6~10]

한편 여러 공기오염물질 가운데 아황산가스, 이산화질소, 일산화탄소, 부유분진, 소음 및 여러 중금속들은 인체에 대하여 특히 유해한 것으로 알려져 있어 이미 오래전부터 이들의 중요성은 인지되고 있으며[4, 11, 12] 또한 선진제국에서는 이들의 오염정도에 따른 실태파악은 물론 적극적이고 합리적인 예방사업을 실행하고 있으나 우리나라에서는 아직껏 실태파악 조차 이루어져 있지 않은 형편이다.[12~15]

이러한 연유로 금번 저자들은 부산지역의 지하상가들을 대상으로 여러 공기오염물질들에 대하여 그 오염도를 파악함으로써 지하상가의 공기오염의 저감 대책 수립의 자료를 마련함은 물론 시민들의 건강관리에 일조가 되고자 할 뿐 아니라 추후 이들에 대한 기본자료를 제공할 목적으로 1988년 1월과 2월의 동계기간 동안 본 조사를 실시하였다.

2. 조사 방법

2.1 조사시기와 조사장소

부산지역의 서면지하상가(부전 및 대현지하상가)와 국제지하상가의 각 3개 지점을 조사장소로 정하여 각 장소별로 1988년 1월부터 2월까지 2개월간 일중 오전(08~09시), 오후(18~19시), 야간(22~23시)의 3회에 걸쳐 1일중 오염수준의 정도를 파악하고자 하였다(단, 이산화질소는 화요일부터 금요일까지 연속 측정하였음).

2.2 조사항목

일산화탄소(CO), 아황산가스(SO_2), 이산화질소(NO_2), 부유분진(TSP), 소음(Noise) 및 중금속(Pb, Cr, Cd, V)을 본조사의 대상항목으로 정하였다.

2.3 측정방법

CO는 CO analyzer(Miran 101, U.S.A.)를 이용하였으며, SO_2는 Dasgupta 등의 방법[16]으로, NO_2는 Palmes법[17]으로 TSP는 Piesobalance(kanomax, 3511, Japan)를 이용하였고, Noise는 지시소음계(B&K, 2207, Denmark)를 이용하였으며 중금속은 MCE filter(37mm, 0.8 μm, Millipore Co. U.S.A.)를 사용하여 1시간 동안 유속 2 l /min로 공기를 흡인한 후 NIOSH manual(1979)[10]에 의거 용해하여 carbon furnace atomic absorption spectrophotometer (Perkin-Elmer, 2380, U.S.A.)를 이용하여 정량하였다.

한편 중금속들의 각 항목별 AAS의 측정조건은 표 1과 같다.

Table 1. AAS operating conditions

Item \ Heavy Metals	Pb	Cd	Cr	V
Lamp Current(mA)	10	4	25	40
Wave Length(nm)	283.3	228.8	357.9	318.4
Slit(nm)	0.7	0.7	0.7	0.7
Background Corrector	Yes	Yes	Yes	Yes
Drying Temp(°C)	120	120	120	200
Drying Ramp TIme(Sec)	20	20	40	20
Drying Hold Time(Sec)	50	50	50	50
Ashing Temp.(°C)	500	300	1,350	700
Ashing Ramp Time(Sec)	40	40	20	40
Ashing Hold Time(Sec)	90	90	20	50
Atomizing Temp.(°C)	2,700	2,000	2,700	2,700
Atomizing Ramp Time (Sec)	1	1	1	1
Atomizing Hold Time (Sec)	10	10	10	13
Type of Tube	Pyrolytic-graphite-coated tube.			

3. 결 과

3.1 지역별 평균농도

표 2, 그림 1,2에서 볼 수 있는 바와 같이 일산화탄소의 평균농도는 국제(1.639±0.089 ppm)>대현(1.546±0.170ppm)>부전(1.000±

Table 2. Average concentration of air pollutions

Pollutants(Unit)	Kukje	Daehyeon	Pujeon	Range
CO(ppm)	1.639±0.089	1.546±0.170	1.000±0.066	0.5-3
	(1-2)	(1-3)	(0.5-1.5)	
SO_2(ppm)	0.170±0.012	0.092±0.013	0.147±0.017	0.012-0.360
	(0.015-0.360)	(0.012-0.193)	(0.072-0.239)	
NO_2(ppm)	0.033±0.007	0.053±0.014	0.035±0.009	0.018-0.089
	(0.026-0.046)	(0.037-0.089)	(0.018-0.055)	
TSP($\mu g/m^3$)	126±9	193±13	144±2	30-330
	(90-250)	(30-330)	(80-210)	
Pb (")	0.766±0.739	1.663±0.939	0.561±0.450	0.219-3.116
	(0.219-3.017)	(0.250-3.116)	(0.302-1.678)	
Cd (")	0.019±0.014	0.014±0.010	0.017±0.010	0.000-0.070
	(0.000-0.070)	(0.000-0.039)	(0.000-0.033)	
Cr (")	1.798±0.937	1.272±0.530	1.021±0.346	0.378-4.098
	(0.378-4.098)	(0.413-2.519)	(0.635-2.130)	
V (")	0.222±0.239	0.368±0.187	0.492±0.089	0.000-1.010
	(0.000-1.010)	(0.010-0.610)	(0.330-0.690)	
Noise(dB(A))	58±1	68±1	64±1	47-77
	(47-69)	(60-77)	(57-72)	

( ); range

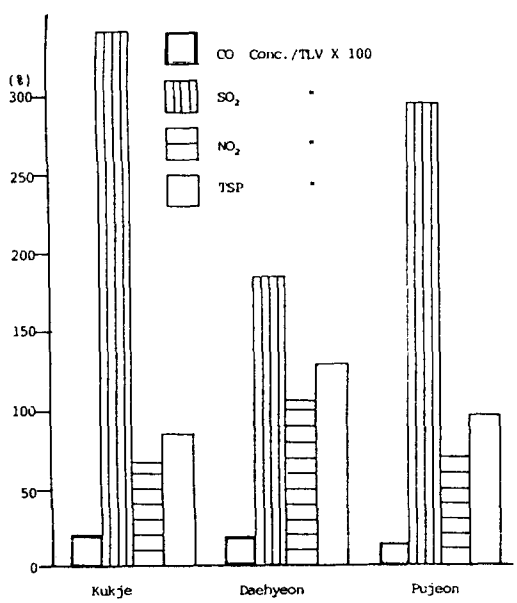

Fig. 1 The status of air quality by area in underground marketing of Pusan

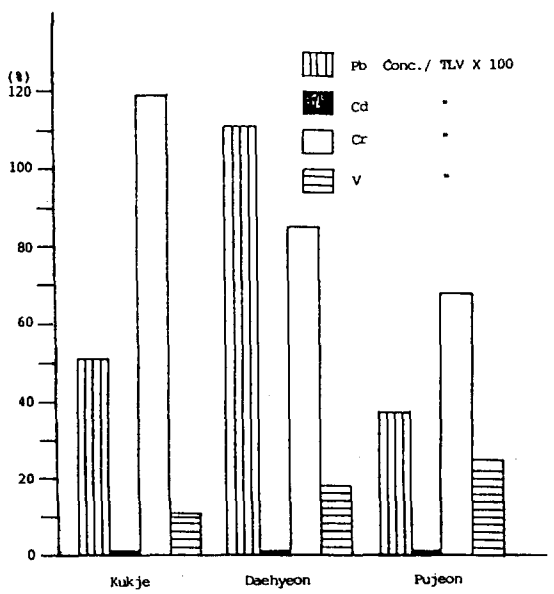

Fig. 2 The status of heavy metal pollution by area in underground marketing

0.066ppm)의 순으로 각 지역 공히 우리나라의 대기환경기준치(8ppm)[19] 보다 낮았다.

아황산가스의 평균농도는 국제(0.170±0.012 ppm)>부전(0.147±0.017ppm)>대현(0.092±0.013ppm)의 순으로 각 지역 공히 우리나라의 대기환경기준치(연평균 0.05ppm 이하)[19]를 훨씬 상회하였다.

이산화질소의 평균농도는 대현(0.053±0.014 ppm)>부전(0.035(±0.009ppm)>국제(0.033±0.007ppm)의 순으로 대현지하상가만이 우리나라의 대기환경기준치(연평균 0.05ppm 이하)[19]를 초과하였다.

부유분진의 평균농도는 대현(193±13$\mu g/m^3$)>부전(144±2$\mu g/m^3$)>국제(126±9$\mu g/m^3$)의 순으로 대현지하상가만이 우리나라의 대기환경기준치(연평균 150$\mu g/m^3$ 이하)[19]를 초과하였다.

소음의 평균치는 대현(68±1dB(A))>부전(64±1dB(A))>국제(58±1dB(A))의 순으로 우리나라의 대기환경기준치(상업지역, 낮, 65dB(A))[19]를 역시 대현지하상가만이 초과하였다.

납의 평균농도는 대현(1.663±0.939$\mu g/m^3$)>국제(0.766±0.739$\mu g/m^3$)>부전(0.561±0.450$\mu g/m^3$)의 순으로 미국의 대기환경기준치(1.5$\mu g/m^3$, EPA)[14]를 대현지하상가만이 초과하였다.

카드뮴의 평균농도는 국제(0.019±0.014$\mu g/m^3$)>부전(0.017±0.010$\mu g/m^3$)>대현(0.014±0.010$\mu g/m^3$)의 순으로 미국의 대기환경권고치(2.0$\mu g/m^3$, ASHRAE)[14]에 각 지역 공히 훨씬

Table 3. The level of air pollutants by time at Kukje underground marketiong

Pollutants \ Time	08-09	18-19	22-23	Average
CO(ppm)	1.667±0.236	1.625±0.217	1.625±0.415	1.639±0.089
	(1.5-2)	(1.5-2)	(1-2)	(1-2)
SO_2(ppm)	0.130±0.088	0.184±0.105	0.196±0.118	0.170±0.012
	(0.015-0.301)	(0.047-0.340)	(0.037-0.361)	(0.015-0.361)
NO_2(")	-	-	-	0.033±0.006
				(0.026-0.046)
TSP($\mu g/m^3$)	109±17	153±34	116±15	126±9
	(90-150)	(110-250)	(90-140)	(90-250)
Pb (")	0.551±0.171	0.357±0.119	1.337±0.968	0.766±0.739
	(0.325-0.844)	(0.219-0.612)	(0.252-3.017)	(0.219-3.017)
Cd (")	0.009±0.004	0.029±0.017	0.017±0.007	0.019±0.014
	(0.000-0.014)	(0.012=0.070)	(0.001-0.030)	(0.000-0.070)
Cr (")	1.451±0.392	1.623±0.353	2.108±1.145	1.798±0.937
	(1.010-2.343)	(0.378-3.361)	(1.045-4.098)	(0.378-4.098)
V (")	0.158±0.160	0.235±0.213	0.257±0.298	0.222±0.239
	(0.050-0.530)	(0.000-0.650)	(0.000-1.010)	(0.000-1.010)
Noise(dB(A))	55±6	62±3	58±3	58±1
	(47-68)	(54-69)	(53-68)	(47-69)

Table 4. The level of air pollutants by time at Deahyeon underground marketing

Pollutants \ Time	08-09	18-19	22-23	Average
CO(ppm)	1.200±0.245	1.625±0.415	1.813±0.659	1.546±0.170
	(1-1.5)	(1-2)	(1-3)	(1-3)
SO_2(ppm)	0.103±0.064	0.077±0.031	0.095±0.046	0.092±0.013
	(0.034-0.193)	(0.012-0.109)	(0.042-0.182)	(0.012-0.193)
NO_2(")	-	-	-	0.053±0.014
				(0.037-0.089)
TSP($\mu g/m^3$)	113±62	235±31	229±44	193±13
	(30-0.220)	(190-310)	(180-330)	(30-330)
Pb (")	1.900±0.847	1.562±0.897	1.654±1.061	1.663±0.939
	(0.368-3.010)	(0.472-3.116)	(0.250-2.932)	(0.250-3.116)
Cd (")	0.013±0.011	0.016±0.007	0.014±0.010	0.014±0.010
	(0.000-0.039)	(0.006-0.035)	(0.002-0.038)	(0.000-0.039)
Cr (")	1.131±0.408	1.460±0.613	1.096±0.473	1.272±0.530
	(0.413-1.852)	(0.620-2.519)	(0.518-2.164)	(0.413-2.519)
V (")	0.292±0.206	0.431±0.182	0.381±0.141	0.369±0.187
	(0.030-0.570)	(0.090-0.610)	(0.010-0.550)	(0.010-0.610)
Noise(dB(A))	66±4	68±3	68±2	68±1
	(60-76)	(64-77)	(64-73)	(60-77)

미달하였다.

크롬의 평균농도는 국제(1.798±0.937$\mu g/m^3$)>대현(1.272±0.530$\mu g/m^3$)>부전(1.021±0.346$\mu g/m^3$)의 순으로 미국의 대기환경권고치(1.5$\mu g/m^3$, ASHRAE)[14]를 국제지하상가만이 초과하였다.

바나듐의 평균농도는 부전(0.492±0.089$\mu g/m^3$)>대현(0.368±0.187$\mu g/m^3$)>국제(0.0222±0.239$\mu g/m^3$)의 순으로 미국의 대기환경권고치(2.0$\mu g/m^3$)를 각 지역 공히 훨씬 미달하였다.

3.2 일중 오염도

(1) 국제지하상가

일중 일산화탄소는 오전에, 아황산가스는 야간에, 부유분진은 오후에, 소음은 오후에, 납은 야간에, 카드뮴은 오후에, 크롬은 야간에, 바나듐은 야간에 각각 최고치를 나타내었다(표 3 참조).

(2) 대현지하상가

일중 일산화탄소는 야간에, 아황산가스는 오전에, 부유분진은 오후에, 소음은 오후 및 야간에, 납은 오전에, 카드뮴은 오후에, 크롬은 오후에, 바나듐은 오후에 각각 최고치를 나타내었다(표 4 참조).

(3) 부전지하상가

일중 일산화탄소는 야간에, 아황산가스는 오전에, 부유분진은 오후에, 소음은 오후에,

Table 5. The level of air pollutants by time at Pujeon underground marketing

Pollutants \ Time	08-09	18-19	22-23	Average
CO(ppm)	0.917±0.449	1.000±0.289	1.083±0.344	1.000±0.066
	(0.5-1.5)	(0.5-1.5)	(0.5-1.5)	(0.5-1.5)
SO_2(ppm)	0.168±0.015	0.149±0.057	0.124±0.037	0.147±0.017
	(0.146-0.194)	(0.090-0.239)	(0.072-0.169)	(0.072-0.239)
NO_2(")	-	-	-	0.035±0.009
				(0.018-0.055)
TSP(μg/m³)	93±18	170±23	168±21	144±12
	(80-130)	(140-210)	(140-210)	(80-210)
Pb (")	0.371±0.074	0.429±0.079	0.882±0.578	0.561±0.410
	(0.302-0.496)	(0.363-0.562)	(0.324-1.678)	(0.302-1.678)
Cd (")	0.018±0.010	0.012±0.008	0.021±0.008	0.017±0.010
	(0.002-0.023)	(0.000-0.026)	(0.008-0.032)	(0.000-0.033)
Cr (")	0.816±0.088	1.246±0.490	1.000±0.134	1.021±0.346
	(0.635-0.921)	(0.820-2.130)	(0.837-1.206)	(0.635-2.130)
V (")	0.425±0.055	0.472±0.063	0.580±0.062	0.492±0.089
	(0.330-0.510)	(0.410-0.590)	(0.470-0.690)	(0.330-0.690)
Noise(dB(A))	62±3	66±3	65±3	64±1
	(57-69)	(61-72)	(62-72)	(57-72)

납은 야간에, 카드뮴은 야간에, 크롬은 오후에, 바나듐은 야간에 각각 최고치를 나타내었다(표 5 참조).

4. 고 찰

인간의 일상 생활과 대기오염은 불가분의 관계에 있다. 즉, 우리들이 도시를 건설하거나, 생활용구를 생산할 때, 그리고 우리들 자신과 우리들이 필요로 하는 갖가지 상품을 운송하는 과정에서 그리고 우리들이 평소 생활하고 일하는 장소를 냉·난방하거나 불을 밝히기 위하여 사용되는 에너지를 생산하는 과정을 통하여 대기오염은 부수적으로 생성되기 때문이다.[12]

일산화탄소는 자연발생원을 통하여 연간 30×10^6~80×10^6톤이, 그리고 인공적으로는 304×10^6톤이 각각 전세계적으로 배출된다고 추정되며,[13] 인공적 배출추정량중 약 1/3이 미국(1977)에서 배출되고 이중 약 85%가 교통기관의 배기가스에서 배출되었다고[14] 할만큼 일산화탄소 발생은 자동차 연료의 연소과정과 관련이 높다. 특히 교통량이 많고 인구가 조밀한 도시지역에서는 실제 대기중 CO 농도가 10~15ppm 수준에 이를 수 있기 때문에 도심지 일산화탄소 농도의 영향에 대하여 과소평가해서는 곤란하며 빈혈이나 심폐질환 등의 질환자나 일산화탄소에 감수성이 큰 사람들은

특히 관심을 가져야 할 것이다.

본 조사의 경우 부산지역 지하상가의 일산화탄소 농도는 0.5~3.0ppm으로 우리나라 대기환경기준치에는 훨씬 미달하였으며, 또한 이는 김등(1986)[11]이 부산지역의 공업, 상업 및 주거지역을 대상으로 대기오염도를 조사한 0.5~3.5ppm과 1985년도 부일연감[20]에 수록되어 있는 1.5ppm 및 정등(1986)[21]의 서울시 대기중 일산화탄소의 농도인 1.4~4.3ppm 등에 근접하였다.

지역별로는 국제>대현>부전의 순이었으나 국제와 대현은 유사하였으며 부전에 비하여 약 1.5배 높은 값을 시현하였고 일중에는 주로 야간에 비교적 높은 값을 나타낸 것으로 보아 이는 부전지하상가에 비하여 대현 및 국제지하상가에 보다 많은 음식점들이 위치하여 이들 음식점들로부터 배출되는 가스에 기인한 것으로 사료되나 더욱 연구가 요할 것으로 생각된다.

아황산가스는 인공배출원에 의하여 연간 약 100×10^6~146×10^6톤이 전세계적으로 배출되고 이중 70%는 유황을 함유하는 석탄의 연소시에 그리고 16%는 석유의 연소에 기인한다고 하며[13], 주요 대기오염원으로 이들을 주연료로 사용하는 발전소를 대표적으로 들 수 있다. 미국(1986년도)에서도 연간 총 SO_2 배출 추정량의 약 50%가 발전소와 관련이 있다고 한다.[22]

아황산가스의 인체 영향에 관해서는 특히 공기중에 입자상물질과 습기가 공존시에 더욱 심하다고 하며 호흡기질환의 빈도가 높아지고 사망률이 증가하는 것을 대표적으로 들 수 있다.[11, 14]

본 조사의 경우 부산지역 지하상가의 아황산가스 농도는 0.012~0.360ppm으로 우리나라 대기환경기준치를 대부분 초과하였으며, 김등(1986)[11]의 0.019~0.378ppm과 유사하였으나, 부일연감[20]의 0.049ppm과 정등(1986)[21]의 0.0171~0.0775ppm보다 다소 높은 값을 시현한 것으로 보아 이는 본조사의 대상지점이 지하환경권으로 내부에서 발생된 아황산가스가 불충분한 환기로 축적된 것과 외부 간선도로변으로부터의 혼입등에 의한 것으로 사료되나 조사시기와 조사지역이 다르고 아황산가스의 농도 측정 및 평가방법이 서로 차이가 있기 때문에 서로간의 성적을 충분히 비교분석하기란 힘든 것으로 생각된다.

지역별로는 국제>부전>대현의 순이었으며, 국제가 대현에 비하여 약 1.8배 높은 값을 시현하였고, 일중에는 오전에 비교적 높았다.

한편 이러한 지역별 아황산가스의 농도차이는 대현 및 부전지하상가에 비하여 국제지하상가가 외부의 도로변으로부터 혼입된 아황산가스의 충분한 배출능력이 적은 구조적 특성과 국제지하상가 도로변의 교통적체현상에 기인한 것으로 사료되나 이역시 추후 더욱 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

이산화질소는 교통기관과 발전소, 공장, 주택 등의 각종 동력용 연료의 연소과정에서 발생한다. 즉 이산화질소는 공기중의 질소 혹은 연료자체의 질소성분이 연료와 공기혼합비에서 과연료상태에서 비교적 고온하에서 많이 발생한다고 하며[11, 13, 14] 미국의 경우 총 배출 추정량 가운데 56%가 발전소를 비롯한 동력용 연료의 연소에, 그리고 약 40%가 교통기관의 배기가스에 기인한다고 한다.[14]

한편 미국의 대기오염 방지국(air pollution control office)[23]은 0.06ppm 이상의 이산화질소 농도로서 건강장해가 초래되며 도시지역의 연평균 이산화질소 농도는 도시인구의 크기와 관련이 높다고 하였다.

본조사의 경우 이산화질소 농도는 0.018~0.089ppm 이었으며 대부분 우리나라의 대기환경기준치에는 미달되었고, 김등(1986)[11]의 0.032~0.090ppm과 유사하였으나 부일연감[20]의 0.037ppm과 정등(1986)[21]의 0.0155~0.0418ppm보다는 다소 높았다.

지역별로는 대현>부전>국제의 순으로 대현지하상가만이 대기환경기준치를 약간 상회하였다.

대기오염물질 가운데 분진의 발생량은 전자의 일산화탄소, 아황산가스, 이산화질소 등에 비하여 비록 적지만 이로 인한 여러가지 장해는 간과할 수 없는 편이다. 즉 분진의 농도, 입자의 크기 및 분진의 구성성분과 성질에 따라서 진폐와 암종발생 등의 인체장해, 환경온도 및 식물성장 속도의 변화, 기상의 변동 등을 초래한다.[11, 13, 14]

그러므로 보건학적 측면에서 도시지역의 대기중 분진에 대한 대책은 비교적 적은 양이나 많은 수의 작은 크기의 분진을 감소시키는 방향으로 진

행되어져야 한다.

한편 분진의 농도가 100~130$\mu g/m^3$이고 아황산가스의 농도가 120$\mu g/m^3$(0.046ppm) 이상인 경우에는 소아 호흡기질환의 발병률이 증가하며, 분진의 농도가 200$\mu g/m^3$이고 24시간 평균 아황산가스 농도가 250$\mu g/m^3$(0.095ppm) 이상에서는 산업장 근로자들이 질병으로 인한 결근률이 높아진다고 한다.[24]

본 조사의 경우 부유분진의 농도는 30~330$\mu g/m^3$이었으며 대부분 대기환경기준치에 미달하였으나 대현지하상가만이 기준치를 상회하였으며, 김등[11]의 70~780$\mu g/m^3$ 보다는 낮은 편이었고 정등(1986)[21]의 57.3~422.3$\mu g/m^3$와 유사하였다.

지역별로는 대현>부전>국제의 순이었으며 대현지하상가만이 유독 대기환경기준치를 초과한 것은 다른 두지역에 비하여 인구의 이동량이 많은 것에 기인한 것으로 사료되나 추후 더욱 검토가 요할 것으로 사료된다.

일중에는 역시 사람들의 통행이 가장 많은 오후가 오전 및 야간에 비하여 높았다.

중금속 가운데 대기중 납은 주로 자동차 연료에 노킹 방지제로 첨가된 유기납의 연소에 의한 것으로, 자동차 배기가스 1l 당 20~50μg 정도의 납이 배출된다고 하며,[25] 부산지역의 가솔린 사용 자동차(1985년도)에 의한 연간 납의 배출 추정량은 약 250톤(8만 대×1.63gallon/day×4.72g/gallon×365일×1/454 l b×1/2천톤)[26]이나 되므로 대기오염물질 가운데 납은 중요한 것으로 인지되어진다.

한편 납은 주로 호흡기와 소화기를 통하여 체내에 흡수되며 조혈계, 소화기계, 신장계, 신경계, 내분비계 및 생식계에 대한 장애와 세포유전학적 장애 및 면역기전 이상 등을 초래한다고 하며 이 가운데 조혈기능에 대한 장애가 가장 현저하고 중요하다고 한다.[27, 28]

본 조사의 경우 납의 농도는 0.219~3.116$\mu g/m^3$로 대부분 미국의 대기환경 기준치에 미달하였으며 임등(1987)[12]의 0.55~7.49$\mu g/m^3$보다 낮았으나, 이등(1988)[29]의 0.224$\mu g/m^3$ 보다 높았으며 이러한 차이는 부산지역의 지역적 특수성에 의한 것이라기 보다는 오히려 조사방법 및 조사시기 등의 차이에 기인한 것으로 사료되나 추후 더욱 검토가 요할 것으로 생각된다.

지역별로는 대현>국제>부전의 순이었으며 국제와 부전은 유사하였으나 대현은 미국의 대기환경기준치를 약간 상회하였으며 일중에는 야간이 오전 및 오후에 비하여 높았으며 이는 주간에 각종 자동차 등에서 배출된 연이 지하상가로에의 혼입이 주로 야간에 이루어진 것에 기인한 것으로 사료되나 이에 관한 확실한 규명은 추후 더욱 연구되어야 하겠다.

카드뮴은 대부분의 식료품(0.1μg/g미만)에 널리 함유되어 있으며, 담배 1개피 흡연시 0.1~0.2μg의 카드뮴이 흡입되고 음료수에는 대개 5$\mu g/l$ 이하로 존재한다고 한다.[28] 대기중 카드뮴은 외국의 경우 농촌지역이 대개 0.0001~0.043$\mu g/m^3$, 도시지역은 0.002~0.7$\mu g/m^3$라고 하며 호흡기와 소화기를 통하여 체내에 흡수되고 경구적 1일 섭취량은 비오염지역의 경우 6~94μg이라고 한다.[12, 27, 28, 30]

카드뮴은 간장과 신장에 주로 축적되고 그 배설은 대단히 느리며 신피질의 카드뮴 농도가 200μg/g에 이르면 신장 손상에 기인된 최초의 소견이 나타난다고 한다.[27, 30]

본 조사의 경우 카드뮴의 농도는 0.000~0.070$\mu g/m^3$로 대부분 미국의 대기환경권고치에 미달하였으며 임등(1987)[12]의 0.1~0.15$\mu g/m^3$ 보다는 훨씬 낮았으나, 이등(1988)[29]의 0.00139$\mu g/m^3$ 보다는 훨씬 높아 이는 카드뮴에 대한 정량방법의 차이에 기인된 것으로 사료된다.

지역별로는 국제>부전>대현의 순이었으며 세 지역 모두 유사한 값을 시현하였고 일중에는 오후가 비교적 높은 경향이었다.

크롬은 해수에 0.1$\mu g/l$ 이하, 강물에 1~10$\mu g/l$, 음료수에 35$\mu g/l$ 이하, 식품에 0.02~0.22μg/g 정도로 함유되어 있으며 미국의 대기중 농도는 0.01$\mu g/m^3$미만, 그리고 도시지역은 0.01~0.03$\mu g/m^3$이라고 하며 미국 성인의 1일 섭취량은 음식과 물에서 5~11μg, 공기를 통하여 0.04~0.08μg이라고 한다.[12, 27, 28]

또한 크롬은 호흡기, 소화기 및 피부를 통하여 체내에 흡수되어 간장, 신장, 부갑상선 및 골수에 축적되며 주로 신장을 통하여 배설되며[27, 28, 30] 최근에 이르러 크롬의 발암작용에 대해 많은 보고가

나오고 있어 더욱 관심사항이 되고 있다.[12, 31, 32]

본 조사의 경우 크롬의 농도는 0.378~4.098 $\mu g/m^3$로 대부분 미국의 대기환경권고치에 미달하였으며 임등(1987)[12]의 0.10~3.29$\mu g/m^3$ 보다 약간 높았으나 이등(1985)[33]의 부산의 대기중 연간 총평균 농도 0.007±0.003$\mu g/m^3$와 김등(1974)[34]의 서울의 연중 총평균 농도 0.03~0.006 $\mu g/m^3$ 보다 훨씬 높았으며 이는 정량방법의 차이에서 기인된 것으로 사료되며 추후 더욱 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

지역별로는 국제>대현>부전의 순이었으며 대현 및 부전은 유사하였으나 국제가 약간 높았고 일중에는 오후 및 야간이 오전에 비하여 높았다.

대기중 바나듐의 농도에 관한 보고는 미국 도시지역 0.001~0.458$\mu g/m^3$, 비도시지역 0.0005~0.024$\mu g/m^3$ [35]등 외 다수의 보고가[28] 있고 일본에서는 0.043[36]~0.1[37]$\mu g/m^3$의 보고가 있으나 우리나라에서는 임등(1987)[12]의 보고만이 있을 뿐이며, 대기중 바나듐은 분진이나 흄(fume)의 상태로 인체의 호흡기도를 통하여 경구적으로, 혹은 피부와 눈을 통하여 체내에 흡수되며 인체의 치사량은 대개 60~120mg 정도라고 한다.[1, 27, 28]

본 조사의 경우 바나듐의 농도는 0.000~1.010 $\mu g/m^3$로 미국의 대기환경권고치에 미달하였으며 임등(1987)[12]의 0.66~3.87$\mu g/m^3$ 보다 낮았다.

지역별로는 부전>대현>국제의 순으로 세지역 공히 유사하였으며 일중에는 오후 및 야간이 비교적 높았다.

소음이란 원하지 않는 불유쾌한 소리를 말하며 일반적으로 인간의 건강생활에 유해한 작용을 나타내는 음향을 말하며 여러가지 산업의 발달과 인구 증가 등으로 인하여 우리의 환경에는 소음이 점차 증가하여 건강한 생활에 지장을 초래하는 수가 많으며 앞으로 더욱 많은 문제를 야기할 것으로 예측된다.

본 조사의 경우 소음의 범위는 47~77dB(A)였으며 대현지하상가의 평균소음치만이 68±1dB(A)로 대기환경기준치를 약간 상회하였고 일중에는 오후가 오전 및 야간에 비하여 높았으며 이는 역시 교통량 및 사람들의 통행이 잦은 것에 기인한 것으로 사료된다.

끝으로 저자들이 본 조사연구를 시행함에 있어서 아쉬웠던 점은 역시 지하상가 등의 지하 생활권에 대한 공기오염 정도의 기초자료가 미비함을 들 수 있겠으며 점차 지하 생활권이 넓어져감에 따라 이들 환경에 대한 실태 파악은 필수적으로 이루어져야 하겠으며 아울러 이들 지하 생활환경에 대한 공기오염물질들의 허용기준치 설정은 물론 법적인 규제조치가 하루속히 이루어져야 할 것으로 사료된다.

5. 결 론

부산지역 지하상가의 공기오염도를 파악하여 공기오염 저감 대책 수립의 자료로 삼아 시민들의 건강증진에 기여하고자 부산의 지하상가 3개지역(국제, 대현, 부전)에 대하여 1988년 1월과 2월에 일중 일산화탄소, 아황산가스, 이산화질소, 부유분진, 소음, 납, 카드뮴, 크롬, 바나듐의 농도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 오염물질들의 농도 범위
   - ① 일산화탄소 ; 0.5~3ppm
   - ② 아황산가스 ; 0.012~0.360ppm
   - ③ 이산화질소 ; 0.018~0.089ppm
   - ④ 부유분진 ; 30~330$\mu g/m^3$
   - ⑤ 납 ; 0.219~3.116$\mu g/m^3$
   - ⑥ 카드뮴 ; 0.000~0.070$\mu g/m^3$
   - ⑦ 크롬 ; 0.378~4.098$\mu g/m^3$
   - ⑧ 바나듐 ; 0.000~1.010$\mu g/m^3$
   - ⑨ 소음 ; 47~77dB(A)
2. 각 오염물질의 일중 평균농도는 오전에 비하여 오후 혹은 야간에 높은 경향을 나타내었다.
3. 모든 지역에서 아황산가스의 평균농도가 대기환경기준치를 상회하였다.

〈본 논문은 1987년도 인제연구장학재단의 연구비보조로 이루어졌음. (원서접수 '89.3.10)〉

(원고접수 '89.3.10)

참 고 문 헌

1. 김준연 외 5인 (1986), 택시운전수들의 혈중 vanadium 함량에 관한 조사연구, 인제논총,

2, 1, 89~98.
2. 윤웅찬 외 7인 (1984), 부산시의 공업단지 및 교통 중심지의 오존 농도 측정조사, 부산대학교 환경연구보, 2.
3. 김정균 외 7인 (1983), 부산의 대기에 있어 No_2 오염에 관한 연구, 부산대학교 환경연구보, 1.
4. 차철환(1977), 서울시내 대기오염도 조사연구-중금속을 중심으로, 77년도 정책과제학술 연구보고서.
5. 권숙표, 정용, 임동구 (1979), 서울시 대기중 유해 부유분진의 성분-부유분진의 중금속에 관하여, 예방의학회지, 12, 1, 45~55.
6. 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, 環境と對策, 13, 946~949.
7. 古川友幸(1977), 地下街通路の空氣汚染の現狀, 公害と對策, 13, 13~29.
8. ビル管理教育センター(1981), 地下街さ考之る, ビルの環境街生管理, 5, 24~62.
9. Caceres t., Soto H., Lissi E., (1983), Indoor house pollution : Appliance emission and indoor ambient concentrations, Atmospheric Environments, 17, 1009~1015.
10. 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.
11. 김용완 외 7인 (1986), 부산의 대기오염도 조사, 예방의학회지, 19, 2, 1986.
12. 임정규 외 8인 (1987), 부산지역의 대기중 중금속 오염도에 관한 조사연구, 환경과 공해, 10, 5, 331~344.
13. Perkins H.C., (1974), Air pollution, McGrow-Hill.
14. Wark K., et al, (1981), Air pollution-It's origin and control, 2nd Ed., Haper & Row Publishers, New York.
15. 최덕일 (1978), 일부도시 및 공업단지 주변 대기중 분진성분 및 분포에 관하여(미량중금속을 중심으로), 보건장학회보, 6, 268~275.
16. Dasgupta P.K., DeCesare K., Ullrey J. C., (1980), Determination of atmospheric sulfur dioxide without tetrachlo-romercurate(II) and the mechanism of the schiff reaction., J. Annal. Chem. 52, 1912~1922.
17. Palmes E.D., et al, (1976), Personal sampler for nitorgen dioxide. Am. Ind. Hyg. Assoc. J.37, 570~577.
18. Taylor D.G. (1977), NIOSH mannual of analytical methods NIOSH, Cincinati, Ohio.
19. 보건사회부(1983), 환경보전법 시행규칙 제7조, 보건사회부령 제733호.
20. 부산일보사(1986), 부일연감, 부산일보사, 부산.
21. 정용, 장재연, 권숙표(1986), 오염물질 기준지수(Pollutant Standard Index)를 이용한 대기질의 평가-서울특별시 대기오염도에 대하여, 예방의학회지, 19, 1, 65~75.
22. NAPCA(1970), Nationwide inventory of air pollutant emissions, AP-73, Washington DC, HEW.
23. Air Pollution Control Office(1971), Air quality criteria for nitrogen oxide, publication AP-84.
24. NAPCA(1969), Air quality criteria for particulate matter, AP-62, Washington DC, HEW.
25. 연세대학교 환경공해연구소(1985), 환경대책과 자연보호, 한국과학교육연구소, 서울.
26. 부산직할시(1986), 시정백서, 부산직할시.
27. Clayton G.D. et al, (1981), Patty's industrial hygiene and toxicology, Wiely-Interscience pub., New York.
28. Last J.M. (1980), Maxcy-Rosenau public health and preventive medicine, 11th Ed.,

Appleton-Century-Crofs, New York.
29. 이용근 외 3인(1988), 이단 필터 샘플러에 의한 대기 부유분진의 포집 및 금속성분의 계절별 거동에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 4, 2, 20~27.
30. 예방의학과 공중보건 편집위원회(1987), 예방의학과 공중보건, 계축문화사, 서울.
31. 이광묵(1978), 크롬과 그화합물의 중독, 한국의 산업의학, 17, 3, 69~70.
32. 정치경(1973), 공업중독시리즈(2)-크롬중독, 한국의 산업의학, 12, 2 16~17.
33. 이민희 외 5인(1985), 대기중 부유분진의 성분에 관한 조사연구(IV), 국립환경연구소보, 7, 165~176.
34. 김민영, 이홍근, 정문식(1974), 서울시내 대기중 중금속 농도 조사, 공중보건잡지, 11, 1, 130~141.
35. Schroeder H.A. et al, (1970), A sensible look at air pollution by metals, Arch. Environ. Health, 21, 798~806.
36. Kamiya A. (1975), Determination of trace amount of vanadium in air by flameless atomic absorption spectrophotometry, Eisei Kagaku, 21, 5, 267.
37. 鈴木保美, 補谷義和, 及川紀久雄, 大氣汚染研究, 6, 218.