

## PS13(IA9) 서울 및 부산지역 실내공간에서의 실내공기질에 관한 연구 A Study on Indoor Air Quality in Seoul and Pusan

김 윤 신 · 이 상 복 · 권 성 안 · 최 원 욱 · 김 현 탁 · 이 흥 석  
한양대학교 환경 및 산업의학연구소

### 1. 서론

오늘날 경제적 생활환경의 개선으로 인하여 현대인의 일상생활 대부분이 다양한 실내공간에서 이루어지고 있고 인구 및 산업의 도시집중화에 따른 지하생활공간의 이용이 확대되는 등 생활양식과 거주환경에 많은 변화를 가져오고 있다. 실내공간은 현대 도시인들에게 있어서 대부분의 시간을 소비하는 공간으로서(Wily et al., 1991) 실내공간의 공기오염이 보건학적인 중요한 관심사로 대두된 것은 1970년대 이후이며(Spengler, 1983) 현재 국내에서도 실내공간을 대상으로 오염물질에 대한 오염도가 조사되고 있으나 아직 미진한 상태이다(김윤신, 1994).

최근 서울시 지하철 7호선 지하철역사에서 고농도의 라돈 검출 및 지하보도와 지하철도가 자동차 배출 가스에 의하여 심하게 오염되었다는 메스컴의 보도에 따라 지하철역사 등 지하생활공간의 공기질 오염에 대한 사회적 관심이 증가하고 있다. 이와 같은 현실에서 불특정 다수인이 이용하는 건물의 실내공기오염이 현안문제로 대두되고 있는 현실에서 실내오염의 문제는 건강과 생활환경의 질적 향상이라는 측면에서 다루어져야 하며, 무엇보다도 정부차원에서의 여러 가지 규제제도나 법규, 정책들이 모색되어야 하는 단계에 이르게 되었다.

따라서, 본 연구에서는 일부 지하생활공간 및 실내공간에서의 실내공기질 실태조사와 분석을 통하여 실내공기질 관리를 위한 정책 결정의 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

### 2. 연구 방법

#### 2.1 측정항목 및 측정지점

본 연구에서는 서울지역의 24개, 부산지역의 6개 실내환경 등 총 30개 실내환경을 선정 측정하였으며, 각 실내환경에 따라 사무실, 주택(단독·다세대), 지하보차도, 버스터미널, 터널, 지하상가, 지상주차장 등은 실내와 외기로 나누어서 측정하였으며, 백화점 및 지하철역사는 각각 지상1층, 지하1층, 지하주차장, 외기와 승강장, 대합실, 외기로 나누어서 측정하였다. 측정대상물질 먼지(PM<sub>10</sub>), 가스상물질(CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>), 라돈 석면, 포름알데히드(HCHO), 중금속(Pb, Cd, Cr, Cu, As)을 측정하였으며 30개소의 실내환경의 측정은 1999년 3월 ~ 6월까지 4개월에 걸쳐서 수행되었다.

#### 2.2 측정 및 분석방법

측정 및 분석방법은 실내공기질 공정시험법(환경부, 1998)에 의하였고 공정시험법이 제정되지 않은 석면, 라돈 및 중금속물질은 위상차현미경분석법(NIOSH법), Alpha Track Detector, ICP-MS법에 의하였다.

- 미세먼지를 포집하기 위해서 Mini Volume Air Sampler(미국 FIRMETRICS Co.)를 사용하여 24시간 측정하였으며, 여지는 PTFE Membrane Filter(Gelman Sciences co. pore size 0.2  $\mu$ m, 직경 47 mm)를 사용하였다. 대기중 먼지의 농도는 포집 전·후의 여지의 무게 차이를 총 포집 유량으로 나눠 산출하였다.
- 석면의 경우 Low-Volume Air Sampler를 이용한 위상차 현미경법으로 측정 및 분석하였다.
- 라돈은 Radtrack™ Radon Gas Detector를 2 달간 노출시킨 후, 분석실로 이동하여 용기내에 부착되어 있는 CR-39 필름을 최적부식조건(70°C, 6.2 KOH, 4.5 hrs)에서 Etching시킨 다음 흐르는 물에 3시간 이상 세척하고 다시 증류수로 세척하여 광학 현미경을 사용하여 단위시간 및 단위면적당 비적감소량을 산출한 후 전환계수를 이용하여 라돈농도로 환산하였다.
- CO 및 CO<sub>2</sub>는 비분산적외선법을 적용한 CO/CO<sub>2</sub> Meter(B & G Instrument Co., Model : COX-2)를

사용하여 측정하였다.

- 중금속은 Mini Volume Air Sampler에서 포집한 시료를 사용하였으며 Microwave(Questron Co. Q45 Enviroprep.)로 전처리후 ICP-Mass(Perkin-Elmer CO. Model Sciex Elan 5000)으로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

각 측정지점별 오염물질의 농도 분포를 살펴보면 아래 표 1과 같다.

Table 1. Concentrations of Pollutants in Sampling Sites

Site	Pollutant	PM <sub>10</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	HCHO	Pb	Asbes-	Cr	Cd	Cu	As	Rn
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(ppm)	(ppm)	(ppb)	(ppb)	(ppb)	(ng/m <sup>3</sup> )	tos (fiber/cc)	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(pCi/ℓ)
Single family house	Max	107.0	1.0	960.0	11.8	15.8	N.A	17.0	0.009	N.A	0.80	1.71	N.A	0.3
	(Mean)	(106.9)	(0.85)	(760.0)	(11.1)	(14.8)	(N.A)	(17.0)	(0.006)	(N.A)	(0.80)	(1.71)	(N.A)	(0.3)
Semidetached house	Max	147.8	0.4	450.0	9.0	16.4	92.1	8.0	0.018	N.A	0.34	N.A	N.A	0.4
	(Mean)	(147.8)	(0.35)	(420.0)	(8.90)	(15.9)	(75)	(8.0)	(0.012)	(N.A)	(0.34)	(N.A)	(N.A)	(0.4)
Office	Max	95.19	0.2	510.0	9.4	17.9	65.1	7.70	0.003	N.A	0.25	0.76	N.A	0.4
	(Mean)	(95.19)	(0.15)	(430.6)	(9.1)	(17.9)	(35.1)	(7.70)	(0.003)	(N.A)	(0.25)	(0.76)	(N.A)	(0.4)
Department store	Max	159.2	1.43	836.6	31.6	42.8	70.2	18.1	0.006	2.16	1.01	9.03	N.A	0.4
	(Mean)	(77.6)	(3.33)	(603.8)	(16.7)	(22.8)	(35.8)	(8.0)	(0.003)	(0.72)	(0.29)	(4.05)	(N.A)	(0.4)
Bus terminal	Max	136.4	1.47	543.0	17.3	27.0	51.3	15.5	0.006	15.18	0.81	4.91	N.A	0.4
	(Mean)	(87.35)	(0.81)	(480.6)	(15.4)	(19.5)	(22.2)	(9.2)	(0.003)	(4.64)	(0.53)	(1.55)	(N.A)	(0.4)
Underpass	Max	216.4	2.3	416.6	25.1	42.5	N.A	38.3	0.002	4.90	1.25	48.7	N.A	0.5
	(Mean)	(185.0)	(1.42)	(386.6)	(20.5)	(29.8)	(N.A)	(22.4)	(0.001)	(1.87)	(0.67)	(25.1)	(N.A)	(0.5)
Tunnel	Max	196.8	10.0	676.6	56.4	63.8	49.15	20.5	0.004	0.93	0.59	52.14	N.A	0.4
	(Mean)	(192.0)	(8.05)	(579.1)	(39.0)	(40.5)	(44.4)	(16.6)	(0.002)	(0.46)	(0.38)	(43.4)	(N.A)	(0.4)
Subway station	Max	467.9	1.77	710.0	25.1	28.5	88.8	21.0	0.008	N.A	3.43	88.02	0.07	0.4
	(Mean)	(148.0)	(0.71)	(471.6)	(14.8)	(16.39)	(41.5)	(10.5)	(0.003)	(N.A)	(0.56)	(35.5)	(0.07)	(0.4)
Underground shopping stores	Max	206.2	1.7	1400	19.8	25.2	142.3	44.8	0.008	14.59	1.71	12.12	2.11	0.4
	(Mean)	(100.9)	(0.86)	(757.2)	(13.1)	(19.4)	(81.9)	(17.5)	(0.005)	(3.31)	(0.79)	(7.24)	(0.42)	(0.4)
Ground parking lot	Max	58.69	1.83	380.0	34.8	35.7	N.A	9.4	0.002	N.A	0.27	7.11	N.A	0.4
	(Mean)	(58.69)	(1.06)	(371.5)	(32.3)	(34.5)	(N.A)	(9.4)	(0.002)	(N.A)	(0.27)	(7.11)	(N.A)	(0.4)

N.A.(Not Available)

표 1에서 보는바와 같이 대표적 실내공간인 단독주택, 다세대주택, 사무실, 백화점, 버스터미널, 지하보차도, 터널, 지하역사, 지하상가, 지상주차장 등에 대하여 SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub>, HCHO, Pb, Asbestos, Radon, As, Cd, Cu, Cr을 측정된 결과, 모든 측정대상시설에서 지하생활공간공기질관리법의 지하공기질기준인 7개 규제물질(SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub>, HCHO, Pb)의 각 물질의 평균농도는 기준치에 미달하는 것으로 나타났으며 각 대상시설별 평균값은 PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO는 터널에서 각각 196.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 39ppb, 8.0ppm, NO<sub>2</sub>는 지상주차장에서 34.5ppb, CO<sub>2</sub>는 단독주택 760ppm, HCHO는 지하상가 81.9ppb, Pb는 지하보차도에서 22.4ng/m<sup>3</sup>로 가장 높은 평균농도를 나타냈다. 또한 지하상가, 지하역사, 지하보차도의 경우 일부 오염물질의 최대농도가 기준치를 초과하는 것으로 조사되었다. 일부 실내공간을 대상으로 조사된 본 연구의 결과 모든 측정대상시설에서 조사된 평균농도는 모두 기준치 이하의 농도를 나타내 양호한 실내공기질을 유

지하고 있는 것으로 여겨지나 최대농도가 기준치를 초과하는 지하상가 지하역사 등의 지하생활공간에 대해서는 지속적이고 장기적인 실내공기질 관리가 필요한 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

김윤신(1994) 「실내환경과학」, 민음사

환경부(1998) 지하공기질공정시험법

Wily J. A., Robinson P. J., Piazza T., GHarrett K., Cirkesea K., Cheng Y. and Marti G.(1991)  
Activity Patterns of California Residents, Final Report for the Reasrch Division, California Air  
Resources Board. Contact N. Sacramento, CA, A6: 173: 33