

## 서울지역 학교 교실의 실내환경 조사연구

최 한 영  
서울보건대학 환경보건과

### A Study on the Indoor Environment of school classrooms in Seoul area

Han -Young Choi

*Department of Environmental Health, Seoul Health College*

#### Abstract

In 15 schools where were chosen each location (East, West, South, North, Central) of Seoul area, 9 items were measured such as thermo circumstance(temperature, relative humidity, air current, intensity of illumination) particulate matter, carbon monoxide, sulfur dioxide, and nitrogen dioxide being based on the school indoor environment standard.

It was showed that indoor temperature, relative humidity and air movement were suitable in comparison with school indoor environment standard. Intensity of illumination was suitable in comparison with all schools, only exception 2 schools. In all investigated schools were adequate for carbon monoxide, sulfur dioxide and nitrogen dioxide, in which each indoor environment standard (10ppm, 0.25ppm/hr, 0.15ppm/hr), but in 5 schools the carbon dioxide were exceeded for standard limit 1,000ppm of Korea. Indoor concentration of dust(PM-10) induced from respiration dust the standard of Korea ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at all schools.

key word : indoor air environment, thermocircumstance, air current, illumination, PM-10, carbon dioxide.

#### I. 서 론

실내공기 오염이란, 다양한 실내공간(주택, 학교, 사무실, 건물, 병원, 지하시설물등)에 서의 공기 오염을 말하며 이것은 매우 복합적인 원인들에 의하여 발생되는데 실내 거주 자들에게 건강상 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 1980년대에 조사된 보고에 의하면 현 대인은 하루 24시간 중 80% 이상을 실내에서 생활을 하고 있다고 한다.<sup>1-3)</sup>

이에 따라 실내 환경에서의 공기오염은 중요한

관심사가 되고 있으며 더욱이 밀폐된 공간에서의 다양한 공기오염 발생원으로 부터 배출되는 오염 물질로 인하여 인체에 더욱 유해한 영향을 미치게 된다. 이미 선진 각국에서는 1970년대를 전 후 하여 몇몇 오염물 질의 농도가 실외보다 실내에서 높게 나타남이 입증되어 실내공기오염에 대한 지 대한 관심을 기울여 인체에 미치는 건강장애 및 환경보건학적 관점에서의 연구가 활발히 행하여 지고 있다.<sup>4-8)</sup> 그러나 우리 나라에서는 1990년대 초반까지도 실내공기오염에 관한 연구 가 미비한

실정이며, 실내환경에 대한 법적인 시행기관도 부처별로 보건복지부, 환경부, 교육부에서 각각 공중위생관리법,<sup>9)</sup> 지하생활 공간공기질관리법<sup>10)</sup> 및 학교보건법<sup>11)</sup>으로 나뉘어 있었으며, 최근에는 비로써 환경부 주관으로 “다중이용시설등의 실내공간공기질관리법”<sup>12)</sup>이 국회를 통과, 공포되어 내년도 5월부턴 시행될 예정이다.

건물의 실내공기오염은 성인보다는 어린이 및 노약자를 비롯하여 성장기의 청소년과 기관지가 약한 사람에게 보다 많은 영향을 미친다. 또한 성장기의 특성상 많이 활동하는 어린이 및 청소년들이 하루 중 많게는 10시간 이상을 한정된 공간에서 학습활동을 하기 때문에 이에 대한 실내공기오염물질에 의해 인체에 많은 영향을 받을 수 있다고 생각되었다. 특히, 우리나라 교육여건상 입시를 위주로 하는 고등학교에서의 수업은 좁은 공간에서 이루어지므로 실내오염의 영향을 직·간접적으로 받고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 학교 학습공간인 교실에서의 실내환경을 파악하기 위하여 서울지역 15학교의

교실을 대상으로 실내공기오염도를 조사하여, 학교 교실내의 환경위생의 기초적 자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

## II. 연구방법

### 1. 측정대상

학교 교실의 실내환경오염농도를 측정하기 위하여 서울 시내의 고등학교 동·서·남·북·중앙 각 3개 학교씩 전체 15개교를 선정하였으며 교실의 선정은 학년 구분 없이 임의의 교실을 선정하였다. 측정시기는 2002. 9. 9 ~ 9. 28, 측정시간은 수업이 본격적으로 시작되는 오전 10시부터 오후 2시까지 정하여 측정하였다. 측정시기 및 장소, 시간 등에 대한 환경조건은 Table 1과 같다.

### 2. 측정항목

#### 1) 온열환경

온도, 습도 및 기류는 디지털 H-T(Fisher

Table 1. Environmental factors of sampling site in each high school

Direction	sampling site	sampling times	classroom persons	method of cooling & heating	condition of footwear
central	S Boy's high school	10:00~14:00	17	-	outdoor shoes
	M Girl's high school	10:00~14:00	30	-	outdoor shoes
	Y Boy's high school	10:00~14:00	27	-	outdoor shoes
East	J Boy's high school	10:00~14:00	50	-	outdoor shoes
	K Boy's high school	10:00~14:00	23	cooling	outdoor shoes
	M Boy's high school	10:00~14:00	35	-	outdoor shoes
West	Y Girl's high school	10:00~14:00	35	-	slipper
	K Boy's high school	10:00~14:00	29	-	outdoor shoes
	H Boy's high school	10:00~14:00	38	-	outdoor shoes
South	K Boy's high school	10:00~14:00	32	-	outdoor shoes
	O Boy's high school	10:00~14:00	34	-	outdoor shoes
	S Boy's high school	10:00~14:00	35	-	outdoor shoes
North	T Boy's high school	10:00~14:00	35	cooling	outdoor shoes
	N Boy's high school	10:00~14:00	35	cooling	outdoor shoes
	S Boy's high school	10:00~14:00	35	cooling	outdoor shoes

Scientific)를 이용하여 측정하였다.

각 학교별 대표학급에서 3회 측정한 후 대표 값으로 산출 평균치를 이용하였다.

**2) 조도 측정**

조도의 측정은 일본 Topcon사 제품(ILLUMINATION METER : M-1)를 사용하였다. 각 학교별 대표학급에서 3회 측정한 후 대표 값으로 산출 평균치를 이용하였다.

**3) 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)**

일산화탄소 및 이산화탄소의 농도 측정은 Portable 1AQ Monitor (BABUC A. Italy) 를 이용하여 측정하였다. 표본 조사의 정확성을 기하기 위하여 각 장소마다 3회 측정한 후 대표 값으로 산출 평균치를 이용하였다.

**4) 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>)**

아황산가스 및 이산화질소의 농도 측정은 Portable 1AQ Monitor (BABUC A. Italy) 를 이용하여 측정하였다. 표본 조사의 정확성을 기하기 위하여 각 장소마다 3회 측정한 후 대표 값으로 산출 평균치를 이용하였다.

**5) 미세먼지(PM-10)**

본 조사에서 미세먼지의 농도 측정에는 Piezo-balance 분진계(Kanomax :Model 3511)를 이용하였다. 표본조사의 정확성을 기하기 위하여 각 장소마다 3회 측정한 후 대표 값으로 산출 평균치를 이용하였다.

같이 조사 대상 학교의 평균온도 범위는 22.3~28.2℃이고 전체 평균온도는 25.1℃이다. 이는 학교 보건법에 정해진 교실의 내부 환경기준<sup>11)</sup> 중 온도 범위 18~28℃에 적합한 것으로 조사 기간이 가을철이었기에 교실 의 실내온도가 외부환경온도와 비슷하게 유지된 것으로 생각된다. 이는 김<sup>12)</sup>이 고등학교 교실의 온도 평균치 27.78℃보다 본 조사의 온도 수치가 다소 낮은 수치였다.

또한, 교실온도가 30℃ 이상이 되면 의자에 몸을 기대기 쉽고 체온의 상승으로 땀을 흘려 혈액의 농축, 위액의 산도저하 등이 나타나며 반대로 기온이 낮아지면 손·발이 차게되어 손이 굳어져서 학습능률이 저하도 가져올 수 있다.<sup>13)</sup> 따라서 본 조사 대상의 학교의 교실온도는 학업활동 및 학습능력에 미치는 온도의 영향은 그리 크지 않은 것으로 생각된다.

**2) 습도**

습도는 교실에서의 쾌적감을 느낄 수 있는 온도와의 상관관계성이 있으면서 착의상태 와 계절에 따라 큰 차이가 있을 수 있다. 본 조사대상 학교 15곳의 습도 측정결과는 Table 2와 같이 전체학교의 습도의 범위는 41.9 ~ 62.3%이고, 평균습도는 50.8±5.7% 이었다. 이 또한 학교 보건법에 제시된 30%이상 80%이하의 범주에 있다. 이는 김<sup>12)</sup>이 보고한 고등학교 교실의 습도평균치 69.31%보다 낮은 수치이며, 또한 교실내의 불쾌지수 85이상인 경우는 대부분 학생이 불쾌감을 느낄 수 있는 조건이나, 본 조사에서는 불쾌지수 값이 74.5 로 적정 온열요인으로 학생들이 학습활동에 큰 지장을 초래하지 않은 것으로 사료됨.

**3) 기류**

기류는 온도, 습도와 함께 온열인자의 중요한 요소로 외부로부터 기류가 생성되지 않으며, 인체에서 발생하는 열을 방출하는데 어려운 점이 있다. 따라서 적절한 바람에 의하여 생체량을 조절 할 수 있으며, 신진대사도 원활히 이루어진다. 조사대상학교 15곳 의 기류 측정 결과는 Table 2와 같이, 전체적으로 0.5m/sec이하로 실내환경 기류 기준치<sup>14)</sup>이하였다. 조사대상학교 전체 평균 기류속도는

**III. 결과 및 고찰**

**1. 온열환경 요인 측정결과**

**1) 온도**

온도는 교실등의 공기에서 학생이 감각적으로 느끼는 것으로 덥다, 춥다 등의 감정이 일어나는 원인이 되며, 착의 상태에 따라 느끼는 감정도 다르다.

대상 학교 15곳의 온도 측정결과는 Table 2와

Table 2. Summary of thermocircumstance measurement in each high school

Distribution	Sampling site	Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Air moremant (m/s)
Central	S Boy's high school	23.9	51.0	0.21
	M Girl's high school	24.9	47.4	0.25
	Y Boy's high school	25.1	53.5	0.18
East	J Boy's high school	26.6	41.9	0.24
	K Boy's high school	24.4	51.3	0.43
	M Boy's high school	26.2	50.0	0.19
West	Y Girl's high school	23.9	48.4	0.21
	K Boy's high school	25.1	43.3	0.30
	H Boy's high school	26.6	45.3	0.28
South	K Boy's high school	25.3	56.4	0.20
	O Boy's high school	26.6	46.0	0.27
	S Boy's high school	28.2	61.0	0.32
North	T Boy's high school	22.8	52.8	0.41
	N Boy's high school	24.3	50.6	0.40
	S Boy's high school	22.3	62.3	0.45
Mean±SD		25.1±1.5	50.8±5.7	0.29±0.09

0.29±0.09m/sec로 거의 바람이 불지 않는 상태였으나, 북부 지역의 3개 학교와 동부 지역의 1개 학교에서 0.4m/sec 이상으로 나타났다. 이는 다른 학교에 비해 에어컨 가동으로 에어컨으로부터 생성된 바람에 의해 기류수치가 다소 높게 나타난 것으로 사료되며, 전반적으로 본 조사에서 나타난 기류 수치는 실내에서 활동하는데 생체로부터 열 방출을 원활히 할 수 있는 기류속도는 아니지만 교실내의 학습활동 및 두뇌활동을 하는 학생들에게는 적합한 상태의 기류라고 생각된다.

이상에서 같이 온도, 습도 및 기류에서의 온열 환경요인은 학생들이 수업을 받는데 큰 지장이 없는 것으로 생각되며, 단, 계절별에 따른 온열환경요인의 발생량이 다르게 나타나기 때문에 추후 시간과 계절에 따른 온열인자에 따른 좀 더 세분화된 연구가 필요하다고 사료됨.

## 2. 조도 측정결과

조명은 교실 내 학습환경 중 학생들의 수업에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 조도의 적정기준을 유지함으로써 학생들로 하여금 교실 안에서 좋

은 시력으로 유쾌하게 공부하여 최대의 학습효과를 가져올 수 있도록 하여야 한다. 교실의 조명은 학생들의 책상위조도와 후판의 조도가 적정기준에 도달되도록 하여야 한다. 조도량 미달은 시력을 약화시키고 정신집중이 안되며 피로감이 쉽게 오고 시력 장애를 일으킬 수 있다.<sup>12)</sup> 조사대상학교 15곳의 조도 측정 결과는 Table 3과 같이 최소밝기 평균치 414.9±140.1 Lux이고, 최대밝기 평균치 2083.7±1643 Lux이었다. 또한 중앙 지역의 M, Y 학교를 제외한 나머지 학교에서 학교보건법<sup>11)</sup>에 제시된 책상면의 밝기 300 Lux 이상으로 나타났고 김 등<sup>14)</sup>이 보고한 952±700.51 Lux 보다도 훨씬 낮은 조도 수치였다. 이러한 것은 체육관 시설이 인공조명으로 인하여 밝은 반면 학교 교실의 조도는 채광을 통한 빛으로 차이가 난 것으로 생각된다. 특히, 채광을 통한 최대조도와 최소조도의 비율이 10대 1을 넘지 아니하도록 규정된 것과 비교하면, 전체 15곳 학교 중 3곳에서 초과하였다. 이는 초과된 학교에서 창문의 수가 다른 학교에 비해 적고, 바닥 면적에 비해 창이 차지하는 면적이 적정 비율 이하로, 밝은면의 조도와 그렇지 않

Table 3. Summary of Lux in each high school

Distribution	Sampling site	Illumination Intersity(Lux)	
		Min	Max
central	S Boy's high school	373	854
	M Girl's high school	214	1940
	Y Boy's high school	136	1676
East	J Boy's high school	428	1247
	K Boy's high school	583	1156
	M Boy's high school	560	5690
West	Y Girl's high school	340	1360
	K Boy's high school	446	771
	H Boy's high school	446	1745
South	K Boy's high school	410	6500
	O Boy's high school	336	1360
	S Boy's high school	424	2400
North	T Boy's high school	412	2260
	N Boy's high school	745	1187
	S Boy's high school	370	1110
Mean ± SD		414.9 ± 140.1	2083.7 ± 1643.9

은 면의 조도의 차이에 의하여 그 비율이 초과된 것으로 학생들의 수업에 부분적으로 명암이 생김으로써 학습 능률저하와 시력저하에도 피해가 있을 것으로 사료된다. 따라서, 이 같은 시설의 학교에 서는 시설 개선 보완 및 앞으로 새로 짓는 학교 시설에 대해 채광 및 조명을 고려한 시설을 확보하는 게 바람직 하다고 생각되고, 또한 광범위하고 정밀한 자료를 활용하 기 위하여는 많은 학교를 대상으로 좀 더 세밀한 연구가 이루어져야 한다고 생각되며, 야간 학급에 대한 인공조명 조사도 연구하여 비교·고찰할 필요가 있다고 생각된다.]

### 3. 가스상물질(CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 및 SO<sub>2</sub>)의 측정결과

#### 1) 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)

서울지역 동·서·남·북·중앙 각 3교씩 일산화탄소와 이산화탄소의 측정결과 Table 4와 같이 일산화탄소는 전체학교에서 1ppm 미만으로 나타

나, 공중위생관리기준<sup>9)</sup>인 10ppm이하로 쾌적한 상태였다. 또한, 김<sup>12)</sup>이 조사한 일산화탄소 평균치 7.61ppm 과 비교하며 훨씬 낮은 수치였고, 신 등<sup>16)</sup>이 조사한 학교 교실내의 일산화탄소 1ppm 미만과는 거의 유사하였다.

이산화탄소 농도는 각 학교별 범위는 633.6 ~ 1911.2ppm으로 전반적으로 학교보건법 오염공기의 처리 기준인 CO<sub>2</sub> 1,000ppm을 초과하지 않았으나, 북부지역의 3개교에서 기준치인 1,000ppm을 초과하였고, 특히, 북부지역의 N고에서는 1911.2ppm으로 가장 높았다. 이는 신 등<sup>16)</sup>이 조사한 학교 교실내의 이산화탄소와 비교하면 훨씬 낮은 수치였고, 김 등<sup>14)</sup>이 조사한 실내체육관에서의 CO<sub>2</sub> 평균치 1,151ppm 보다 낮은 수치이었다. 이는 학급의 학생 수에 따라 밀집된 장소에서의 CO<sub>2</sub> 가스 배출량이 증가 하 기 때문인 것으로 생각되며, 또한 전체 15개 학교 중 5개 학교에서 기준치 1,000ppm을 초과하였으나 이는 인간의 호흡에 영향을 주는 이산화탄소 농도 5,000ppm이상으로 알려진 것에 비하면 심각하지 않다고 생각된다. 단, 측정 시기

가 가을철이기 때문에 낮았으나 겨울철에는 다소 더 높아질 상황이 발생할 수 있으므로, 교실 내에서의 환기를 자주 해 줘야 할 것으로 사료됨.

## 2) 이산화질소 (NO<sub>2</sub>), 아황산 가스(SO<sub>2</sub>)

측정대상 학교 15곳 중 이산화질소의 범위는 60 ~ 96 ppb, 아황산 가스 범위는 36 ~ 56ppb로 각각 나타났으며, 이는 신 등<sup>16)</sup>이 보고한 학교 교실의 이산화질소 및 아황산가스 평균치 각각 29, 26ppb 보다 다소 높았으나, 지하공간공기질기준치<sup>10)</sup>의 이산화질소 0.15ppm/시간 및 아황산가스 0.25ppm/시간과 비교하면 훨씬 낮은 수치로 학교 수업을 하는데 인체에 큰 해가 미치지 않을 것으로 생각된다.

이상에서와 같이 가스상 물질 중 유일하게 기준치를 초과한 이산화탄소 농도에 대해서는 학급의 학생 수를 고려한 적절한 환기를 실행함으로써 학업에 미치는 영향과 건강에도 도움이 될 것으로 생각되며 특히, 다양한 실내공기의 오염지표를 활용하기 위해서는 학교보건법에 정해진 일산화탄소

및 이산화탄소 이외의 아황산가스와 이산화질소에 대해서도 법적인 기준을 설정하여 실내오염의 지표로 이용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

## 4. 미세 먼지(PM-10) 측정결과

PM-10 이라고 불리는 분진은 입경이 공기 역학적 직경으로 10 $\mu$ m이하의 분진 입자를 뜻한다. 이러한 크기의 입자는 침강속도가 느리고, 대기중에 비교적 장시간 체류하여 사람이 호흡할 때 폐의 기관지 또는 폐포 부위에 침착되기 쉬운 경향이 있어 호흡기에 영향을 미친다.<sup>17-18)</sup>

특히, 이번에 측정한 대부분의 미세먼지의 입자 크기는 5~10 $\mu$ m의 입자로부터 더욱 학생들에게 유해한 것으로 보고되고 있다.<sup>19)</sup> 따라서 교실 내 오염물질 중 가장 중요하다고 생각되는 PM-10 측정은 수업시작에서 1시간 간격으로 연속 3회 측정을 행한 결과는 Table 5와 같다.

조사 대상학교 15곳의 평균 미세먼지 농도는 101.1 $\pm$ 4 $\mu$ g/m<sup>3</sup>으로 학교보건법<sup>11)</sup> 및 실내 공간공기질기준<sup>12)</sup> 150 $\mu$ g/m<sup>3</sup>보다 낮은 수치였다. 이 수치는

Table 4. Summary of carbon monoxide, carbon dioxide and nitrogen dioxide and sulfur dioxide measurement in each high school

Distribution	Sampling site	CO (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (PPb)	SO <sub>2</sub> (PPb)
Central	S Boy's high school	0.165	835.8	71	45
	M Girl's high school	0.292	718.3	78	48
	Y Boy's high school	0.664	761.3	74	40
East	J Boy's high school	0.233	917.2	64	48
	K Boy's high school	0.262	1628.8	72	40
	M Boy's high school	0.120	711.9	75	46
West	Y Girl's high school	0.916	876.5	60	36
	K Boy's high school	0.187	743.3	65	40
	H Boy's high school	0.028	633.6	68	38
South	K Boy's high school	0.368	648.7	87	51
	O Boy's high school	0.183	1118.5	70	45
	S Boy's high school	0.142	776.4	78	48
North	T Boy's high school	0.290	1189.2	96	50
	N Boy's high school	0.377	1911.2	92	56
	S Boy's high school	0.938	1008.5	90	54
Mean $\pm$ SD		0.34 $\pm$ 0.27	965.3 $\pm$ 355.9	76 $\pm$ 10.5	45.7 $\pm$ 5.7

Table 5. Summary of PM-10 in each high school

Distribution	Sampling site	PM-10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Central	S Boy's high school	101.5
	M Girl's high school	80.1
	Y Boy's high school	104.1
East	J Boy's high school	121.4
	K Boy's high school	98.4
	M Boy's high school	110.4
West	Y Girl's high school	73.2
	K Boy's high school	104.8
	H Boy's high school	106.7
South	K Boy's high school	101.2
	O Boy's high school	94.7
	S Boy's high school	106.5
North	T Boy's high school	105.3
	N Boy's high school	98.8
	S Boy's high school	109.4
Mean $\pm$ SD		101.1 $\pm$ 11.4

신 등<sup>16)</sup>이 조사한 고등 학교의 평균 미세먼지 농도  $153\mu\text{g}/\text{m}^3$  보다 낮았고 또한 김 등<sup>12)</sup>이 조사한 공기 중 대한 노출이 심각하지 않은 것으로 나타났다. 또한, 남학생교실이 여학생교실 보다 높은 농도로 나타난 것은 여학생들이 남학생들에 비하여 활동성이 그만큼 적기 때문인 것으로 추정되며, 서부지역의 Y여고에서 가장 낮게 나타난 것은 대상 학교 중 유일하게 실내화를 착용하고 교실에 출입하여 수업을 받기 때문인 것으로 생각된다.

특히 미세먼진이 발생하여 장기간 호흡시 폐<sup>20)</sup>에 영향을 미침으로 청소년 건강보호를 위하여 학교보건 차원에서 대책이 마련되어야 한다고 생각되며, 또한 계절적, 시간 적 변화에 따른 미세먼지농도의 변화와 분진의 크기에 따라 인체에 미치는 영향이 다름으로 좀 더 세분화된 연구조사가 이루어져야 한다고 사료된다.

#### IV. 결 론

서울 지역학교 15곳을 선정하여 교실내의 실내환경요인을 분석하기 위해 학교보건법에 명시된 환

기·채광·조명·온 습도의 조절기준과 오염공기·미세먼지의 예방 및 처리 기준에 근거하여 온열환경(온도, 습도, 기류, 조도)과 미세먼지, 일산화탄소, 이산화 탄소, 이산화질소, 아황산가스 9개 항목을 측정 한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 온열환경요인 중 교실내의 실내온도는 대상학교 전체 기준치(17 ~ 28℃)이내였고, 실내습도는 기준치(40 ~ 70%)범위를 유지하였고, 실내기류는 조사대상학교 전체 교실에서 기준치(0.5m/sec)이하였다.
2. 조도는 중앙 지역의 2개 학교를 제외한 모든 대상 학교에서 책상면 조도(300Lux) 이상이였으나, 최대 조도치와 최소 조도치의 10 : 1의 기준을 초과한 학교는 3개교 이었다.
3. 가스상 물질 중 일산화탄소, 아황산가스 및 이산화질소는 대상학교 전체가 각각 실내환경기준치(10ppm, 0.25ppm/hr, 0.15ppm/hr)이하였고, 이산화탄소만 조사대상학교 중 5개 학교에서 기준

치(1,000ppm)를 초과하였다.

4. 미세먼지는 조사 대상학교 전체에서 기준치(150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 이하였으나, 실내화를 착용한 학교에서 그렇지 않은 학교에 비하여 다소 낮은 수치이었다.

### 감사의 글

본 논문은 2002학년도 서울상록과학학술재단 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

1. Wadden, R.A., and Scheff, P.A. : Indoor Air Pollution, John Wiley & Sons, N. Y., 1983.
2. World Health Organization : Health hazards in the human environment. Geneva : World health organization, 1972.
3. Lende, R. : Health Aspects Related to Indoor Air Pollution, Inter, J. Epidemiology, 9(3), 195, 1980.
4. Molbare, L.: Indoor Air Pollution due to organic gases and vapors of solvents in building materials Environ. Int., 1982.
5. 김윤신 : 실내공기오염, 대한의학 학회지, 32(12), 1299-1285, 1989.
6. 김성신 : 신축 소규모 아파트의 겨울철 실내공기환경, 한국생활환경학회 춘계학술지, 54-55, 1997.
7. 전준민 : 서울시 일부 백화점의 실내공기질에 관한 조사연구, 환경과 산업의학, 5(1), 49-58, 1996.
8. 한국위생관리협회: 서울시 일부 사무용건물의 실내공기질에 관한 조사 연구, 94보고서, 1994.
9. 보건복지부 : 공중위생관리법, 2002.
10. 환경부 : 지하생활공간공기질 관리법, 2001.
11. 교육부 : 학교보건법 시행규칙, 2002.
12. 학교환경보건의 개선방안 : 제 10회 보건과학 학술세미나, 고려대학교, 보건과학연구소, 2002.
13. 정연숙, 이정렬 : 학교보건, 현문사, 2000.
14. 김윤신, 이종대, 이철민, 윤승욱, 조용성: 실내체육관에서의 공기오염에 관한 연구, 한국환경위생학회지, Vol. 26, NO.3, 32-37, 2000.
15. 村松 學 : 學敎環境衛生の チェシクリスト. ohmsha, 평성 9년.
16. 신은상, 김진우: 수원지역 초·중·고등학교 교실의 실내공기 오염도에 관한 연구, 대한위생학회지, Vol. 17, NO. 1, 20-27, 2002.
17. Steven D. Colome, Norman Y. Kado, Peter Jagues and Michael Kleinman : Indoor-outdoor Air Pollution relations : Patriculate matter less than  $10\mu\text{m}$  in aerodynamic diameter (PM-10) in homes of asthmatics, Atmos. Environ, 26(4), 2173-2178, 1994.
18. Owen M. K, Ensor D.S, Sparks L. E : Air borne particle sizes and sources Found in door air, Atmos. Environ., 26(12), 2149-2162, 1995.
19. 김민영, 라승훈, 신도철, 한문규, 최금숙, 정일형: 서울지역 지하철역의 공기 중 오염인자의 노선별 분포특성, 한국 환경위생학회, 24(2), 134-144, 1998.
20. 신동천, 이효민, 김종만, 정용: 일부지역의 실내 대기오염도와 건강에 미치는 영향에 관한 연구, 한국대기보전학회, 6(1), 73-84, 1990.