

PS15(IA11) 겨울철 수원지역 초·중·고등학교 실내공기 오염도 조사 Wintertime Indoor Air Pollution levels at Public Schools in Suwon

김진우¹⁾·신은상²⁾·홍민선·김순태

¹⁾아주대학교 산업대학원, ²⁾동남보건대학, 아주대학교 환경도시공학부

1. 서론

최근 들어 우리의 활동영역이 실외에서 실내로 점차 이동됨에 따라 실내공간의 공기 오염은 중요한 관심사가 되고 있다. 실내공기오염은 주로 학교, 사무실, 공공건물, 지하공간 등에서 발생하는 것으로 조사되고 있으며, 그 위해성이 심각한 정도는 아니지만 하루 24시간 중 80% 이상을 실내에서 생활하는 사람들의 건강에 해를 미치는 것은 분명한 것으로 인식되고 있다(NRC, 1981; 김윤신, 1995). 이러한 실내공기 오염현상은 전세계적으로 빌딩 등이 밀집되어 있는 대도시에서 자주 보고되고 있으며, 국내의 경우도 1970년대 이후 대도시화와 에너지 소비가 급증함에 따라 실내공기 오염의 우려가 높아지고 있으나, 실외 대기오염에 비해 다소 소홀히 인식되고 있다(김윤신, 1995). 건물의 실내대기오염은 성인보다는 어린이를 비롯한 노약자, 성장기의 청소년과 기관지가 약한 사람에게 보다 많은 영향을 미친다. 특히, 학생층의 어린이와 청소년의 경우 하루에 적게는 5시간에서 많게는 10시간 이상까지 한정된 실내공간인 교실에서 생활함으로써 실내공기오염에 의해 인체에 많은 영향을 받을 수 있다.

본 연구에서는 건강에 영향을 미치는 학교 교실 내 대기 오염물질의 측정하고 그 영향정도를 조사하고자 한다. 조사는 수원지역 초, 중, 고등학교를 대상으로 미세먼지(PM₁₀)와 CO, CO₂, SO₂, NO₂의 농도를 교실 내에서 측정하였으며, 아울러 설문조사를 통해 학생들의 실내공기 오염에 대한 인식정도를 알아보았다.

2. 측정 및 조사

교실 실내공기 오염도를 측정하기 위하여 수원지역 초, 중, 고등학교를 각각 2개교씩 선정하였다. 측정시기는 난방 등으로 실내공기 환기량이 적고 추운 날씨로 인해 학생들이 주로 실내에서 생활하는 겨울철로 1998년 12월 5일에서 15일 사이에 측정하였다. 선정된 학교들은 대부분 시내 중심부에 위치하고 있으며, 교실 선정은 학년 구분 없이 임의의 선택되었다. 학급당 교실의 면적은 66m²로 학급당 인원은 적게는 36명에서 많게는 56명이었다. 교실은 보온을 위해 창을 거의 밀폐한 상태로 창문을 통한 환기가 거의 없었으며, 별도로 설치된 환풍기는 없었다. 또한 비교를 목적으로 환기가 잘 되는 여름철 실내공기 오염도를 미세먼지를 중심으로 측정하였다. 대상항목 중 SO₂는 Kimoto사의 Handy Sampler(Model HS-7)를 이용하여 공기를 포집한 후 파라로자닐린법(Pararosaniline Method)으로 농도를 구하였으며, NO₂의 경우는 위와 같은 방법으로 공기를 포집한 후 잘츠만법(Saltzman method)을 이용하여 발색 후 흡광도를 측정하였다. 미세먼지(PM₁₀)의 경우 Kanomax사의 Respirable Aerosol Mass Monitor Piezobalance(Model 3511)를 이용하여 먼지의 농도를 측정하였으며, 일산화탄소(CO)는 Gastec사의 Model(CN-2B)를 사용하여 시료를 포집한 후 정전위 전해법으로 분석하였다. 이산화탄소(CO₂)는 가스텍 검지관을 이용한 진공방식 가스 채취기를 이용하였으며 검지관 측정법으로 분석하였다. 또한 학생들의 교실 내 공기 오염도에 대한 인식정도를 조사하기 위하여 설문지를 통한 설문조사를 행하였으며 설문내용은 오염물질 발생원인, 건강상 영향정도 및 대책방안 등을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

아래의 표 1은 대상물질의 측정결과를 보인 것으로 평균농도로 볼 때 SO₂, NO₂, CO₂의 경우 각각

0.026 ppm, 0.029 ppm, 1817 ppm을 보였으며 CO의 경우 1 ppm 미만으로 조사되었다. 또, 미세먼지 (PM₁₀)의 경우 265 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 평균농도를 보였다. 전체적으로 볼 때 SO₂, NO₂, CO의 경우 지하공기질 기준(지하생활공기질 관리법 제3조 관련)에 비해 낮은 농도를 보이는 반면, 이산화탄소(CO₂) 평균농도는 1시간 평균치인 1000 ppm을 두 배정도 초과하는 것으로 나타났고 모든 측정지점에서 기준치를 넘고 있으며, 특히 일부 학교에서는 2000 ppm을 훨씬 초과하는 값을 보였다. 미세먼지(PM₁₀)는 2000년 1월 1일부터 적용되는 24시간 평균치가 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 반면 조사된 평균농도는 265 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 기준치를 상회하는 값을 보였으며, S남자고등학교의 경우 560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 기준치의 2.8배에 달하였다. 아울러 미세 먼지의 경우 측정된 자료만으로 볼 때 여학교가 남학교에 비해 오염농도가 낮은 것으로 나타났으며, 이는 실내 먼지의 주 발생원인이 학생들의 활동으로 인한 것으로 사료된다. 이는 교실 먼지가 주로 학생들의 활동(응답자중 74.3%) 때문이라고 응답한 설문조사와도 일치되었다. 설문조사 결과(응답자수 1024명) 많은 수의 학생들이 쉬는 시간(48.5%)과 점심시간(41.0%)에 실내먼지가 가장 많은 것으로 느낀다고 대답하였으며, 응답자중 87.8%가 분필가루의 영향을 느낀다고 응답해 심리적으로 그리고 실제적으로 그 영향이 큰 것으로 조사되었다. 학교 실내공기 오염이 자신의 건강에 영향을 미친다고 대답한 학생 중 많은 수가 호흡기 질병이나 불쾌감 등을 느끼는 것으로 나타났으며, 교실 실내오염을 줄이기 위해 환풍기 설치, 분필 개선 등이 필요하다고 조사되었다.

표 1. 겨울철 수원지역 초·중·고등학교 실내공기 오염도

측 정 지 점	측 정 항 목				
	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
J초등학교	0.008	0.023	≤1	1600	240
D초등학교	0.017	0.017	≤1	2900	303
I남자중학교	0.023	0.043	≤0.5	1200	213
S여자중학교	0.032	0.035	≤0.5	1400	130
M여자고등학교	0.050	0.021	≤0.5	2300	143
S남자고등학교	0.028	0.037	≤1	1500	560
평 균	0.026	0.029		1817	265
기준치 ¹⁾	0.25	0.15	25	1000	150 (200)

¹⁾ 지하생활공기질 관리법(미세먼지 24시간 평균치 기준, 나머지는 1시간 평균치 기준)

²⁾ 미세먼지의 경우 2001년 12월 31일까지는 “24시간 평균치 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하”를 적용.

참고문헌

김윤신 (1995), 실내공기오염, 대기오염개론, 대기환경연구회.
 National Research Council (1981), *Environmental Tobacco Smoke*, National Academy Press, Washington D.C.