

PA21)

학교 교사의 실내공기 중 석면섬유의 계수 및 화학조성 분석

Calculation and Chemical Component Analysis of Asbestos Fibers in School Classrooms

박정호¹⁾ · 이상혁 · 양수명 · 정용환 · 제은정

¹⁾진주산업대학교 환경공학과, 진주산업대학교 공기질검사센터

1. 서 론

석면(asbestos)은 내열성, 절연성, 인장내력과 유연성 등의 유용한 특성으로 건축자재 및 절연체등으로 많이 사용되어 왔다. 그러나 이와 같은 석면은 인체에 대한 발암성 물질로 확인되면서 산업안전보건법에서는 수입, 제조의 금지 등 유해물질로 규정하고 있으며, 일상생활에서 다양하고 광범위하게 사용되고 있어 일반인들이 석면에 노출될 위험성은 매우 높은 실정이다.

석면은 실외보다는 실내 건축자재에서 발생된 석면을 흡입했을 때 문제가 되며, 직경 $3\mu\text{m}$ 이하의 섬유는 기도를 거쳐 폐에 침착되고, 석면폐증, 폐암 및 종피암 등을 발생시키는 유해성이 큰 물질로 알려져 있다. 특히, 학생들이 하루중 대부분을 생활하는 학교교사에 존재하는 석면에 대한 관리의 중요성이 대두되고 있으며, 교육과학기술부의 '학교보건법'에서는 교사의 실내공기 중 석면에 대한 기준을 마련하고 검사 및 적정관리를 의무화하고 있다.

따라서 본 연구에서는 경남지역의 초, 중, 고등학교 및 특수학교의 교사내 실내공기 중에 존재하는 석면섬유를 채취하고 형태, 크기 등을 고려한 계수농도분석 및 성분분석 등 석면섬유입자의 물리·화학적 특성을 파악하고자 하였다.

2. 실험 방법

시료채취는 2007년도 경남지역의 7개 시, 군의 초, 중, 고등학교 및 특수학교의 교사내 총 188개 지점에서 석면섬유시료를 채취하고, 위상차현미경(Olympus사 CX31)으로 형태 및 크기를 고려한 계수농도 분석을 실시하였다. 한편 석면섬유입자의 화학적 성분 분석을 위해 석면입자에 대한 정보분석이 가능한 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)과 에너지 분산형 X선 분석장치(Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX)를 이용하였다.

석면섬유입자의 포집은 직경 25mm의 석면포집용 필터(SKCS사, Preload filter, $\Phi 0.8\mu\text{m}$)를 사용하여 약 1.5m 높이에서 흡인유량 15L/min로 각 지점별 1시간 채취하였다. 입자계수는 위상차현미경을 이용하여 포집입자 중 길이 $5\mu\text{m}$ 이상, 길이와 폭의 비가 3:1이상인 석면섬유의 입자를 계수하였다.

SEM(Jeol사 JSM-5600LV)은 가속전압 20keV, working distance는 21mm, 배율은 개별 입자의 크기와 해상도를 고려하여 관찰하였다. EDX(Oxford사, INCA Energy) 분석은 live time 50sec에서 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

2007년 5월 2일부터 6월 27일까지 약 2개월에 걸쳐 경남지역 C군의 39개 학교의 과학실, 컴퓨터실, 도서실, 특별실, 일반교실 등에서 석면섬유를 채취하고 계수농도분석을 실시하였다.

교실 별 평균농도는 학교의 실내공기질 기준치인 0.01개/cc 이하의 농도를 보이고 있었으며, 교실 종류별로는 과학실에서 상대적으로 다소 높은 농도를 보이고 있었다. 섬유모양의 경우 가지모양이나 복합적인 모양보다는 단섬유형태의 입자모양(약 72%)이 가장 많이 나타나는 특징을 보였다.

Table 1. 경남지역 C군의 학교 교사의 교실별 석면섬유입자 계수농도.

측정장소	섬유모양(개)				입자계수 (개)	채취 공기량 (L)	평균농도 (개/cc)
	단섬유	가지모양 섬유	다발모양	입자부착 모양			
과학실(15개소)	22	4	1	2	29	900	0.00056
컴퓨터실(5개소)	12	2	1	1	16	900	0.00033
도서실(8개소)	14	3	2	2	21	900	0.00038
일반교실(6개소)	12	2	1	3	18	900	0.00034
특별실(5개소)	13	1	2	2	18	900	0.00035

한편, 위상차 현미경 분석시 형태 및 크기 등을 고려하여 계수하는데, 일반 섬유상 물질과 석면섬유의 명확한 구분이 어려운 것이 사실이다. 석면입자는 종류별 차이는 있지만 전형적인 화학적 조성특성을 가지고 있으며, 이는 포집된 입자들에 대한 SEM/EDX 분석법을 사용하여 확인할 수 있다.

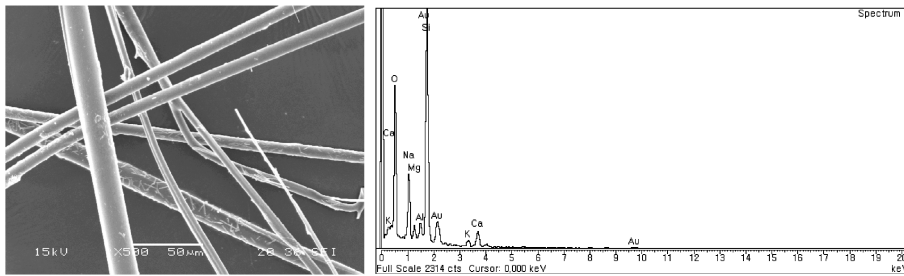


Fig. 1. 석면입자의 SEM image와 X-ray 스펙트럼.

참 고 문 헌

- 김윤신 (2003) 건물의 실내공기 중 석면 분포특성, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 427-428.
- 유성환 (1996) 전자현미경을 이용한 건물내 비고형 표면소재의 석면 오염 및 기중 석면농도 특성조사, 한국산업위생학회지, 6(2), 165-175.
- 정헌준 (2002) 대전지역 지하상가에서의 석면농도에 관한 연구, 환경관리학회지, 8(2), 207-215.
- Webber, J.S., L.J. Carhart, and A.G. Czuhanych (1997) Analytical trends in asbestos analysis: New York states's bulk sample proficiency-testing program, American Industrial Hygiene Association(AIHA) Journal, 58, 809-813.