

PF6) SEM-EDX를 이용한 학교 교사내 석면섬유의 특성분석 Characteristic Analysis of Asbestos Fibers in School Classrooms Using SEM-EDX

박정호 · 박희은 · 양수명¹⁾ · 정용환¹⁾ · 이상혁¹⁾ · 김형갑
진주산업대학교 환경공학과, ¹⁾진주산업대학교 공기질검사센터

1. 서 론

마그네슘과 규소를 주성분으로 하는 석면은 자연계에서 존재하는 천연광물로 직경 0.2~0.3 μm 정도의 미세한 섬유상물질이다. 기원전 2500년경부터 사용된 석면은 물리·화학적 측면에서 내열성, 기계적 강도, 내약품성, 내부식성, 흡음이 뛰어나 각종 건축물의 내외장재와 공업용 원료로 널리 사용되었다. 1965년부터 1991년까지는 소방법에 의해 공공건물에는 의무적으로 내벽에 석면을 살포하도록 하였다. 그러나 최근 석면의 유해성이 알려지면서 2009년 1월부터 모든 석면에 대한 제조·수입·양도·제공 또는 사용을 금지하였다(환경부, 2009).

석면은 호흡기 질환을 일으키는 발암성 물질로 석면이 함유된 물질의 표면이 손상되면 석면섬유질이 공기 중으로 방출되고 장시간 공기 중에 잔류하게 되어 호흡기를 통해 체내로 유입되어 석면폐증, 폐암, 중피종 등의 질병을 유발한다.

이러한 유해성을 가진 석면에 대한 노출에는 학교에서 대부분의 생활을 보내는 성장기 학생들의 경우도 예외가 아니다. 이에 교육과학기술부에서는 학교보건법에 따라 석면을 단열재로 사용한 학교에 대해서는 석면유지기준을 0.01개/cc 이하 중점적 관리를 실시하고 있으며, 학교별 석면사용 실태 및 위험성 등에 대해 지속적인 조사 중에 있다.

따라서 본 연구에서는 경남지역의 초, 중, 고등학교 교사내 실내공기 중에 존재하는 석면을 포함한 섬유상 입자를 채취하여 계수농도분석(PCM법) 및 SEM-EDX법을 병행하여 이들 석면섬유입자의 물리·화학적 특성분석을 실시하고자 한다. 이러한 학교 교사내 섬유상입자의 특성조사는 향후 학교건축물 및 공공시설의 효과적인 석면관리방안의 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 2005년 이전에 건립된 경남지역의 초, 중, 고등학교의 교사 총 735개 지점을 대상으로 석면 섬유입자를 채취하였다. 채취한 시료는 '실내공기질 공정시험방법'의거 위상차현미경법(phase contrast microscopy, PCM)을 사용하여 형태 및 크기를 고려한 계수농도 분석을 실시하였다. 한편 석면섬유입자의 화학성분 분석에는 석면입자에 대한 정보분석이 가능한 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)과 에너지 분산형 X선 분석장치(Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX)을 병행하여 확인하였다.

입자계수는 위상차현미경을 이용하여 포집입자 중 길이 5 μm 이상, 길이와 폭의 비가 3:1 이상인 석면 섬유입자의 입자를 계수하였다. SEM(Jeol사 JSM-5600LV)은 가속전압 20 keV, working distance는 21 mm, 배율은 개별 입자의 크기와 해상도를 고려하여 관찰하였다. EDX(Oxford사, INCA Energy) 분석은 live time 50 sec에서 실시하였다.

시료 채취는 직경 25 mm의 석면포집용 필터(SKCS, Preload filter, pore size 0.8 μm)를 이용하여 약 1.5 m 높이에서 흡인유량 15 L/min로 각 지점별 1시간 채취하였다.

3. 결과 및 고찰

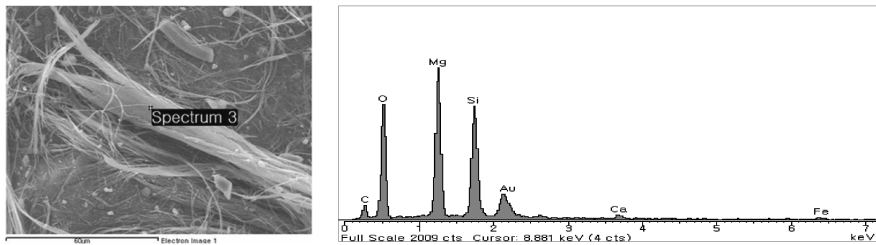
표 1은 2009년 학교교사별 측정된 석면섬유의 평균농도와 섬유모양별 입자의 특성을 나타낸 표이다. 학교 교사내 섬유상물질의 평균농도는 실내공기질 기준치인 0.01개/cc 이하의 농도를 보이고 있다. 학교

교사별 석면섬유의 농도는 초등학교 0.00108개/cc, 중학교 0.00105개/cc, 고등학교 0.00107개/cc로 큰 차이가 없었다. 석면섬유의 계수는 섬유형태에 따라 단섬유, 가지모양섬유, 입자모양섬유, 다발부착모양으로 구분하여 계수하였으며 단섬유 형태의 섬유입자가 다른 형태의 입자들에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 한편, 위상차 현미경은 특성상 석면입자와 비석면 입자의 명확한 구분이 어려우므로 SEM/EDX법을 이용하여 물리, 화학적인 분석을 실시함으로써 석면의 종류 및 형태특성을 파악하고자 실시하였다.

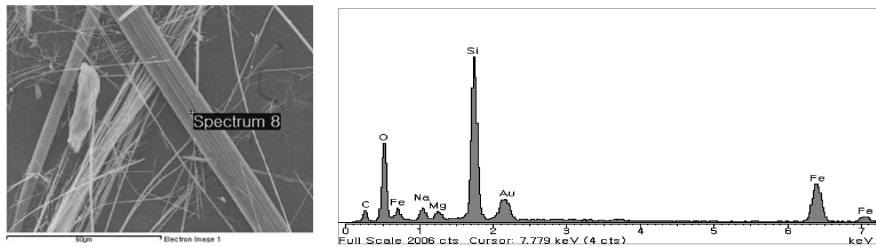
그림 1은 석면표준물질의 SEM image와 EDX spectrum으로 각각 백석면과 청석면의 SEM-EDX image를 나타낸 것이다.

Table 1. 경남지역의 학교 교사별 석면계수농도 특성.

측정장소	섬유모양				입자계수 (개)	공기 채취량 (L)	평균농도 (개/cc)
	단섬유 (개)	가지모양 섬유(개)	입자모양 섬유(개)	다발부착 모양(개)			
초등학교(388개소)	49	2	3	1	55	900	0.00108
중학교(207개소)	48	2	3	1	54	900	0.00105
고등학교(140개소)	49	2	3	1	55	900	0.00107



(a) 백석면 Chrysotile



(b) 청석면 Crocidolite

Fig. 1. 석면표준물질의 SEM image와 EDX spectrum.

참고 문헌

- 기운호 (2008) 우리나라 일부 석면 함유제품에 대한 실태조사, 한국환경보건학회지, 34(1), 108-115.
- 박화미 (2007) 일부 공공 및 학교시설에서의 석면 분포특성 조사, 한국실내환경학회지, 4(3), 184-193.
- 최영아 (2006) 석면섬유의 오염원 분류표 개발과 전문가시스템의 적용, 한국대기환경학회 2006년 추계 학술대회 논문집, 131-133.