

## PG1)                    건물의 실내공기 중 석면 분포 특성

### Characteristics of Indoor air concentration of asbestos in buildings

김윤신 · 이철민 · 박원석 · 문정숙 · 염무중 · 이태형  
한양대학교 환경 및 산업의학연구소

#### 1. 서    론

현대인의 경우 대부분이 하루 중 80% 이상의 시간을 어떤 형태의 가정, 사무실, 공공건물, 학교, 병원, 지하시설물, 상가, 음식점, 자동차, 지하철 등의 실내공간에서 생활하고 있으며, 특히 어린이와 노약자, 병약자들의 경우 대부분의 시간을 실내에서 보내고 있는 실정에 있어 실내공기오염이 인체에 미치는 영향은 크다고 할 수 있다. 실내환경에는 대기환경과는 달리 물리적, 화학적, 생물학적으로 매우 다양한 오염물질들은 복합적인 배출원에서 기인되며 그 배출량은 물질에 따라 상당히 편차가 있을 뿐 아니라 오염물질 농도분포 역시 시간적, 공간적 특성에 따라 다양하게 나타날 수 있으며, 실내공기의 상태는 일차적으로 외부공기의 영향을 받게 되고 이차적으로는 담배연기, 스토브, 오븐, 시멘트, 건축자재, 페인트 및 벽면의 입자상 물질 등과 같은 실내오염원으로부터 영향을 받아 오염상태가 심해진다. 최근 서울시 지하철 및 건물 실내에서의 석면농도에 관한 문제점이 대두되었으나 농도 및 위해성에 관해서는 당사자간에 논란이 끊이지 않고 있는 실정이다. 또한, 지하철사 내 근로자들의 석면 노출에 대한 사회적 관심의 증가에 따라 건물 내 석면의 분포 현황, 거주자의 영향 등에 대한 조사가 필요한 실정이다.

#### 2. 연구 방법

본 연구의 연구 대상시설은 복지시설, 병원, 아파트, 대학교, 도서관, 박물관, 사무실, 관공서, 문화공간, 가정집, 지하철사 등 총 20곳의 건물을 대상으로 하였다.

##### 2. 1 시료채취방법

본 연구의 시료포집과 분석은 미국노동성 산업안전보건청(OSHA : Occupational Safety and Health Administration)과 미국산업안전보건연구소(NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health)의 공정시험법인 'method 7400'과 'method 7402'에 의거하여 행하였다.

시료포집을 위한 펌프로서 Gilian 사 Model Gilair 3 sampling pump를 사용하였다. 이 pump의 포집 유량은 일반적으로 0.5 ~ 16 l/min 범위 내에서 사용될 수 있는 데 본 연구에서는 2.0 l/min의 유량으로 8시간이상 포집(총 포집 유량 : 960 l)하였다. 또한 본 연구에서 석면 포집을 위해 사용된 여과지는 SKC 사의 직경 25mm, pore size 0.8 μm의 Mixed Cellulose Ester(MCE) 여과지를 SKC사의 25mm 3 pc Cassette에 넣고 측정하였다. 본 연구에서 사용된 cassette는 일반 cassette와는 달리 중간단계가 50mm의 원통형태(crowl)인데 측정시 open face로 측정하였다. 원통형 부분은 여과지에 섬유들을 일정하고 균일하게 분포하게 하는 역할을 하며, open face로 하는 이유는 중심부분으로 섬유들이 쌓이게 되면 각각의 섬유를 셀 수 없기 때문이다. 원통형 부분은 정전기 발생에 의한 영향을 억제하기 위하여 사용한다. 즉, 여과지 표면까지 기류를 유선형으로 가속하여 운반하므로 섬유가 정전기에 의하여 cassette 측면에 붙는 것을 감소시킬 수 있는 특성을 지니고 있다. 본 연구에 사용된 여과지의 유효면적은 385 mm<sup>2</sup>였다.

##### 2. 2 시료의 분석방법

###### 1) 전처리

###### ① 위상차 현미경(Phase Contrast Microscope, PCM)

시료를 채취한 여과지를 1/4등분하여 깨끗한 slide glass 중앙에 올려놓은 후 acetone 증기를 이용하여 투명화작업을 수행하였다. 그 후 3~3.5 μl(약 1방울)의 triacetin을 떨어트리고 약 2~3분간 방치한다. 2~3분 후에 cover glass로 기포가 생기지 않도록 옆으로 비스듬히 여과지를 덮고 lacquer 혹은 nail polish로 밀봉하였다.

###### ② 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)

시료를 채취한 여과지를 작게 절단하고 이 여과지에 전기전도성을 주기 위하여 gold coating을 한 후 시편 holder에 carbon tape를 이용하여 고정시켰다.

③투과전자현미경(Transmission Electron Microscope, TEM)

시료를 채취한 여과지를 작게 절단하여 carbon coating을 하여 carbon extraction replica를 만들고 여과지를 ethyl acetate로 용해시키고 200 mash copper electron microscope grid 위에 올렸다. copper grid 위에 올려진 carbon coated extraction replica를 건조시킨 후 투과전자현미경 holder에 장착했다.

2) 시료분석

본 연구에선 채취된 시료로부터 석면농도를 산출하기 위해 석면분석법으로 잘 알려진 위상차현미경법과 전자현미경법(SEM, TEM)을 병행하여 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 대상건물에서 측정된 섬유상물질의 농도를 나타낸 그림이다.

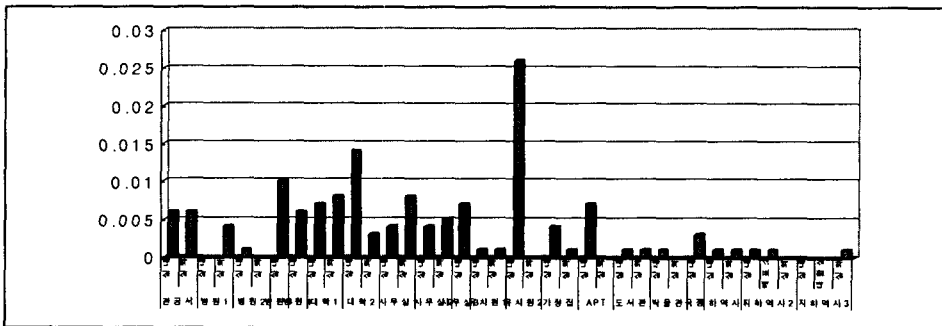


Fig. 1. Asbestos concentration in buildings

대부분의 측정대상 시설들의 농도를 보면 권고치인 0.01f/cc 이하의 농도를 보이고 있다. 그러나 대학 2의 실내(0.014f/cc)와 유치원 2의 실내(0.026f/cc)에서 권고치 이상의 농도를 보이고 있으며, 이는 대학과 유치원 두 곳 모두 협소한 공간적인 제약과 학생들의 많은 활동량에 기인하는 것으로 보인다. 이것은 많은 활동량으로 인해 섬유상 물질이 다량으로 포집되었을 가능성을 배제할 수 없으며, 위상차 현미경의 특정 상 섬유상 물질과 석면을 구별할 수 없다는 단점으로 인해 단순히 권고치를 초과했다고 볼 수 없다. 따라서 좀 더 정밀한 분석방법을 이용하여 분석을 수행해야 할 필요성이 있다고 할 수 있다.

본 연구의 대상건물의 환기방식을 조사하여 환기방식에 따른 실내 섬유상물질의 농도특성을 파악해본 결과 기계적인 환기방식을 택한 건물이 자연환기방식을 택한 건물보다 낮은 농도분포를 보이고 있는 것으로 나타났으며, 석면이 함유된 건축자재를 사용한 건물과 석면이 함유되지 않은 건축자재를 사용하고 있는 건물에서의 실내 석면농도분포를 살펴보면 두 건물에서의 차이를 발견하지 못하였으며, 이는 석면이 함유된 건축자재의 사용이 실내의 석면농도분포에 큰 영향을 주지 못하는 것으로 사료된다.

대상건물에서 측정된 시료를 주사전자현미경(SEM)으로 분석한 결과 위상차현미경으로 분석한 결과 석면으로 판단된 물질들이 석면의 특성원소라 할 수 있는 마그네슘(Mg)이 검출되지 않은 점으로 미루어 보아 모두 비석면물질인 것으로 판단된다. 또 주사전자현미경(SEM)을 이용해 분석한 시료 중 그 결과가 불명확한 시료에 대해 투과전자현미경(TEM)으로 다시 한번 분석해본 결과 투과전자현미경(TEM)의 결과도 마찬가지로 석면으로 의심되는 물질이 검출되지 않았다.

참고 문헌

김현욱(1995), 대형건물내 비고형 석면함유 건축자재에 의한 공기중 석면오염 및 관리실태, 한국산업위생학회지, vol 5. No.2. p137-146  
 Environmental Protection Agency(1990): Comparison of Airborne Asbestos Levels Determined by Transmission Electron Microscopy Using Direct and Indirect Transfer Technique.