

## 2C1) 공기 중 석면 및 섬유상분진의 숙련도 시험용 표준시료 제작 연구

### The Study of Manufacturing Standard Sample for Airborne Asbestos and Fibrous Particle Proficiency Analytical Test in Korea

임호주 · 장성기 · 김현욱<sup>1)</sup> · 전영재 · 윤상렬 · 진용철

국립환경과학원 실내환경과, <sup>1)</sup>가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실

#### 1. 서 론

최근 국내에서는 일부 지하철에서 석면 사용과 부산 공장 주변 주민의 석면관련 질병발생으로 공기 중 석면노출로 인한 건강장해에 대하여 관심이 크게 증가되고 있는 실정이다. 현재 공기 중 석면에 대한 기준은 환경부는 다중이용시설 실내공기질 관리법에 0.01개/cc 관리기준을 제시하고 있으며, 노동부는 산업안전보건법에서 노출기준을 0.1개/cc로 제시하고 있다. 그러나 최근까지 공기 중 석면 및 섬유상분진에 대한 분석 숙련도 시험 및 정도관리는 관리제도 미비로 인하여 외국 기관에 의존하고 있는 실정이다.

국외에서는 공기 중 석면 및 섬유상분진 정도관리를 위하여 숙련도 시험제도가 구축이 되어 있는 실정이다. 미국 AIHA의 PAT, 영국 IOM의 RICE, AFRICA, 스페인 Programa Inter-laboratorios de Control de Calidad de Fibras de Amianto(PICC-FA), 프랑스 ACQCS, 벨기에 AFIC, 독일은 QFR을 운영하고 있다.

이에 본 연구는 위상차현미경(Phase Contrast Microscopy, PCM)을 이용하여 공기 중 석면 및 섬유상분진의 분석 능력을 검증을 위한 숙련도 시험을 위하여 표준시료를 제작 기술을 확보하고 공기 중 석면 및 섬유상분진 정도관리 방안 수립을 하고자 한다.

#### 2. 연구 방법

표준시료를 제작하기 위하여 1차년도는 Wet generation을 개발하고, 2차년 도에는 dry generation방식을 이용하여 stock solution을 제작하여 숙련도 시험용 표준시료인 필터를 제작하고자 하였다.

본 연구에서는 Wet generation 방식을 석면 stock solution을 제조하는 방식으로 선정하였다.

표준시료에 사용되는 석면은 UICC의 chrysotile과 amosite를 이용하였다. Stock solution의 용매로는 3차 증류수와 톨루엔을 사용하였다. 표준시료(필터)를 제작을 위하여 Mixed Cellulose Ester 필터(MCE, pore size 0.8 $\mu$ m, D25mm)를 1단과 6단 stainless manifold를 이용하여 숙련도 시험용 필터를 제작하였다.

석면 시료의 길이를 균일화하기 위하여 초음파세척기(Bandelin, sonorex, GT-250M)와 초음파파쇄기(UISSO HI-TECH ULH-700S, 한국)를 이용하여 수백  $\mu$ m의 석면을 파쇄하여 균일화하였고, 석면의 특성상 형성되는 fiber Cluster를 해결하기 위하여 음이온계면활성제(Aerosol OT, USA)를 주입하여 교반기(Labtech, LMS-103, 한국)를 이용하여 500rpm으로 1시간 동안 교반하였다.

표준시료(필터)의 석면 밀도( $f/mm^2$ ) 분석은 위상차현미경(Olympus BX-51P, BX-41P, Japan)을 이용하여 실내공기질 공정시험법과 미국 NIOSH의 7400 규정에 따라 분석하였고, 또한 필터 표면을 추가적으로 확인하기 위하여 주사전자현미경(SS-550, shimadzu, Japan)을 이용하여 표준시료용 필터 표면을 확인하였다.


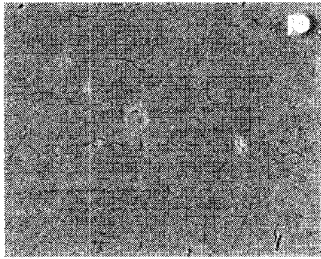
#### 3. 결과 및 고찰

표준시료용 chrysotile과 amosite는 수백  $\mu$ m 이상으로서 표준시료용 stock solution을 제작 시 길이를 조절하기 위하여 초음파 파쇄기이용하여 균일화하였다. 그 결과 초음파 파쇄기 강도를 60mA로 조절하

여 실험하였을 경우 amosite는 일부 균일화가 진행되었으나, chrysotile은 균일화되지 않고 fiber cluster만 해결되었다. 초음파파쇄기 전압을 2,500mA로 조절하였고, 시간은 3분, 5분으로 조절하여 전압에 따른 낮은 변이계수를 나타내는 균일화 조건 확립하였다.

표준시료용 원재료를 stock solution 제작 시 석면 재료의 특성상 발생하는 cluster를 해결하기 위하여 음이온 표면활성제(Aerosol OT)를 이용하였고 그 결과를 아래 표에 제시하고 있다.

Table 1. Number of amosite and chrysotile cluster according to changing quantity of Aerosol OT.

Quantity of Aerosol OT	Number of fiber cluster			
	50 field	100field		
Amosite	0mg(Blank)	32±3.5	87±2.9	
	1mg	0	0	
	2mg	0	0	
	3mg	0	0	
	4mg	0	0	
	5mg	0	0	
Chrysotile	0mg(Blank)	17±3.1	30±3.7	
	1mg	12±2.8	21±2.1	
	2mg	9±2.4	15±2.5	
	3mg	8±2.5	16±2.1	
	4mg	5±2.7	12±1.8	
	5mg	6±1.8	10±2.1	

chrysotile과 amosite의 적정 투입량을 100~1,000 $\mu\text{g}/\ell$ 로 조절 후 균일화와 cluster조절을 하였을 경우 amosite는 182.2~1868.4fiber/mm<sup>2</sup>, chrysotile은 180.1~2098.7fiber/mm<sup>2</sup>로 조절되었다. 현재 미국 NIOSH에서는 분석 가능 석면 및 섬유상분진 밀도를 100~1300fiber/mm<sup>2</sup> 규정하고 있다.

분석자의 변이계수(CVs)를 평가한 결과 0.02~0.22의 안정된 값이 나타났다.

Table 2. Yield in fibers/mm<sup>2</sup> as the amount of chrysotile and amosite in the aqueous dispersions.

Concentration( $\mu\text{g}/\ell$ )	N	Density of Amosite (fiber/mm <sup>2</sup> )±S.D.	CVs	Density of Amosite (fiber/mm <sup>2</sup> )±S.D.	CVs
100	3	182.17±3.98	0.02	182.17±3.98	0.02
300	3	553.93±121.10	0.22	553.93±121.10	0.22
500	3	1014.86±163.02	0.16	1014.86±163.02	0.16
700	3	1388.54±229.56	0.17	1388.54±229.56	0.17
900	3	1757.96±198.14	0.11	1757.96±198.14	0.11

#### 참 고 문 헌

- Abell, Martin T. (1988) Quality Audit Sample and the Asbestos Analyst Registry, Appl. Ind. Hyg., 3(6), R4-5.
- Baron, Paul A. and Deye, Gregory J. (1987) Generation of replicate Asbestos Aerosol Sample for Quality Assurance, Appl. Ind. Hyg., 2(3), May, 114-118pp.
- NIOSH 582, Sampling and Evaluating Airborne Asbestos Dust, Nat'l. Inst. Occup. Safety and Health.
- Schlect, Paul and S. Schuman, Proficiency Analytical Testing Program Statistical Protocol, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio.