

서울지역의 Asbestos 環境濃度分布

Airborne Asbestos Concentrations of Various Locations in Seoul

俞 榮 植* 金 鍾 奎 *
Young-Sik Yoo, Jong-Geu Kim

ABSTRACT

Concentrations of atmospheric asbestos at 5 sites in the central Seoul area, were determined by phase contrast microscopy. The observed numbers of asbestos per liter of air were: maximum 4.51, minimum 0.72 and average 2.20.

The direct relationship between asbestos concentration at each sampling site and automobile traffics was not demonstrated. But the more there are automobile traffics, the higher asbestos concentration of total fibers is.

1. 緒 論

asbestos는 내화성, 단열성, 절연성, 견인력 등 뛰어난 특성을 소유하고 있으므로, 각종 건축자재의 재료, 자동차 브레이크의 부품, 단열재, 여과재등으로 다양한 생활영역에서 다량으로 사용되고 있다.

그러나 asbestos 曝露는 asbestosis(石綿肺) mesothelioma(中皮腫), squamous cell carcinoma(扁平上皮癌), adenocarcinoma(腺癌) 등을 유발하는 것으로 알려져 있으며^{1,2)}, 환경보전법에는 "오염물질" 및 "특정유해물질"로 규정되어 있다.

최근 asbestos의 유해성에 대해 관심이 고조되고 있는 가운데, 현재까지 보고된 연구는 작업환경³⁾ 또는 특수환경⁴⁾에서의 폭로에 관한 것이 거의 대부분을 차지하는 데에 비해, 일반 환경대기중의 asbestos분포실태에 대해서는 극소수에 불과하여, 일반대중의 asbestos폭로는 잘 알 수 없는 실정이다.

따라서, 본조사는 서울시내를 지역특성별로 일반대기중의 asbestos농도를 파악함으로써, 발생원의 추정 및 규제의 기초자료로 활용됨을 목적으로 실시하였다.

2. 調査方法

서울保健專門大學 環境管理科(Department of Environmental Science and Technology, Seoul Health Junior College, Seoul, Korea)

2.1 調査地點

그림1에 표시한 바와 같이, 서울시내 상업지역 2개소, 주택지역 2개소, 준공업지역 1개소의 계 5개소를 조사지점으로 하여, 샘플링을 실시하였다.

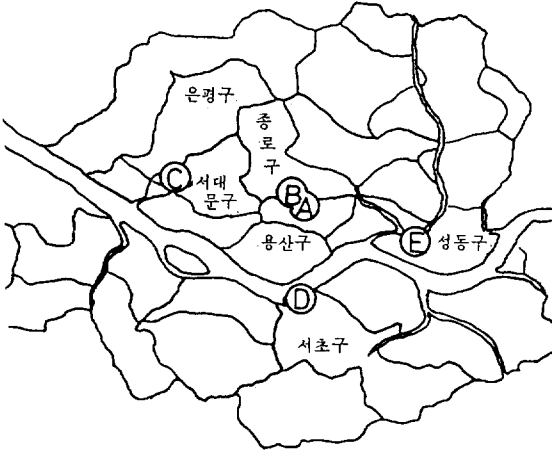


Fig. 1 Sampling sites in Seoul area

- | | |
|-------------------|-----------------|
| (A) Choongmooro | (B) Cheongcheon |
| (C) Namgajoa-dong | (D) Banpo-dong |
| (E) Seongsu-dong | |

- A : 충무로 3가 서울보건전문대정문앞(상업지역)
 B : 청계천 2가 고가도로하변(상업지역)
 C : 남가좌동 명지대진입로변(주택지역)
 D : 반포 2동사무소앞 아파트단지내(주택지역)
 E : 성수 2가 3동사무소앞(준공업지역)

2.2 調査期間

1988년 7월 18일부터 8월 16일까지 1개월에 걸쳐, 각 조사지점에 대해 3회씩 조사하였다.

2.3 測定器具

open face형 샘플러 : Micro Filtration Systems 47 mm aerosol filter holder
 흡인 pump : 한일산업사제 로타리펌프 SM-200
 유량계 : Tokyo Keiso제 면적식유량계 F75-50595(10 l/min용)
 membrane filter : cellulose nitrate, pore size 0.8 μm , ϕ 47 mm

풍향풍속계 : Sogo Denshi제 Anemometer model V-01-An

위상차현미경 : Nikon제 Phase contrast equipment "ph" mounted on the LABO-PHOT microscope

2.4 試料採取方法

filter의 채진면을 지면에 대하여 수직이 되도록 위치한 후, 지상 1.5 m 높이에서 약 10 l/min의 속도로 2~4시간 공기를 흡인, 채취하였으며, 아울러 풍향·풍속과 교통량도 조사하였다.

2.5 현미경표본의 제작⁵⁾

- 1) 분진을 채취한 filter를 2등분한다.
- 2) 깨갓이 닦은 slide glass의 중앙에 filter를 투명하게 하는 액(dimethyl phthalate : diethyl oxalate를 1:1로 혼합한 용액에 未사용 membrane filter를 0.05 g/ml의 비율로 가하여 용해시킨 액)을 한방울 적하한다.
- 3) 2등분한 filter의 1쪽을, 채진면을 위로 하여, 적하한 용액위에 올려 놓는다.
- 4) filter가 투명해진 후, 깨갓이 닦은 cover glass를 올려 놓고, 기포가 들어가지 않도록 가볍게 누른다.

2.6 顯微鏡計數法

준비된 시료표본을 위상차현미경(대물x40, 접안x10)으로 eyepiece graticule과 대물측미계를 사용하여, 섬유 의 길이 5 μm 이상의 것으로 길이와 폭의 비가 3:1이상인 것을 total fiber로 계수한후, 동일시야를 생물현미경으로 재관찰하여 섬유의 형상이 보이지 않거나, 명백치 않은 섬유를 asbestos로 간주하였다.

관찰은 1시료당 50시야를 실시하였고, asbestos농도는 다음의 식에 의하여 산출하였다.

$$\text{asbestos 농도 (f/l)} = \frac{A \cdot (N - N')}{a \cdot v \cdot n}$$

단, a : 현미경의 1 시야면적 (0.1534 mm²)

v : 채기량 (l)

n : 계수 시야수 (50)

A : 채기면적 (1,194 mm²)

N : 위상차현미경으로 계수한 섬유 총수 (f)

N' : 생물현미경으로 계수한 섬유 총수 (f)

3. 調査結果

측정결과를 표1에 나타내었다. 각 측정점에서 시료채취와 병행하여 풍향 및 풍속을 측정하였고, 아울러 자동차 통행량도 측정하여 표1에 함께 나타내었다.

조사기간중의 지역별 분진 농도를 보면, 총부유분진의 환경기준치인 150 μg/m³를 초과하는 곳은 청계천과 성수동으로 3회의 조사평균치는 각기 396.0, 229.3 μg/m³이었고, 그밖의 3개소는 기준치에 미달하였다.

서울시내 5개지역의 asbestos를 포함한 총 섬유농도를 위상차현미경으로 조사한 결과를

보면 최고 6.10 f/l, 최저 1.28 f/l이었고 평균은 3.35 f/l이었다. 지역별로 보면 준공업지역인 성수동이 평균치 4.39 f/l로 가장 높았고, 청계천 및 남가좌동이 각기 평균치 3.63 및 3.69 f/l이었다.

위상차 현미경으로 관찰한 섬유 총수에서 생물현미경으로 관찰한 섬유수를 차인한 나머지를 asbestos수로 간주하였는데, 이의 농도 분포는 다음과 같다.

최고치는 4.51 f/l이었고 최저치는 0.72 f/l, 평균치는 2.20 f/l이었다. 지역별로는 섬유총수

Table 1. Airborne asbestos concentrations of various locations in Seoul

sampling site	sampling date	TSP* conc. (μg/m ³)	total fiber conc. (f/l)	asbestos conc. (f/l)	asbestos / total fiber × 100 (%)	automobile traffics (cars/hr)	wind direction & velocity (m/s)
Ⓐ Choongro-ro	7/18	112	1.67	1.07	64.1	75	NW 0.17
	7/21	146	2.32	1.18	50.9	72	NW 0.17
	7/26	125	1.81	0.98	54.1	101	NW 0.60
	(mean)	(127.7)	(1.93)	(1.08)	(56.4)	(83)	(0.31)
Ⓑ Cheongcheon	7/25	393	3.82	3.39	88.7	4360	NE 0.38
	7/28	462	4.03	3.26	80.9	4492	N 0.27
	8/16	333	3.03	2.14	70.6	4014	NW 0.69
	(mean)	(396.9)	(3.63)	(2.93)	(80.1)	(4289)	(0.45)
Ⓒ Nangjodong	8/8	133	4.30	3.28	76.3	931	SW 0.55
	8/12	98	3.16	2.54	80.4	792	NE 0.60
	8/16	129	3.62	2.80	77.3	906	W 0.61
	(mean)	(120.0)	(3.69)	(2.87)	(78.0)	(876)	(0.59)
Ⓓ Bangpodong	8/3	178	1.28	0.96	75.0	330	NW 0.47
	8/4	120	1.43	0.72	50.3	288	NW 0.40
	8/5	142	2.19	1.43	65.3	367	NW 0.52
	(mean)	(146.7)	(1.63)	(1.04)	(63.5)	(328)	(0.46)
Ⓔ Seongsudong	7/29	208	2.76	1.94	70.3	299	NW 0.36
	8/1	254	6.10	4.51	73.9	282	N 0.52
	8/2	226	4.32	2.87	66.4	286	NW 0.51
	(mean)	(229.3)	(4.39)	(3.11)	(70.2)	(289)	(0.46)

* : total suspended particulates

의 농도순과 마찬가지로 성수동이 평균치 3.11 f/l로 가장 높았고, 청계천 및 남가좌동이 다음의 순서로 각기 2.93 및 2.87 f/l이었다. 총무로 및 반포동은 각기 최고치를 나타내는 성수동의 약 1/3정도의 농도를 나타내는 1.08 및 1.07 f/l이었다.

asbestos최고치를 나타낸 성수동은 준공업지역으로 총부유진농도도 비교적 높았으며, sampling지점 부근에 공장 신축 기초공사 및 가옥겸 공장의 해체작업이 진행중이어서 이로 인한 기여로 사려된다. 또 청계천은 5개 조사지점중 가장 교통량이 많은 곳이었고, 을지로3가 부근의 건축자재상(단열재료)이 나열하고 있었고, 남가좌동의 조사지점은 비교적 많은 교통량이 신호대기하는 교차로 부근이며 신축된 빌딩의 내장공사가 진행되고 있는 중이어서 높은 농도를 나타낸 것으로 사려된다.

상기와 같이 특정한 발생원이 존재하는 것으로 추정되는 지점 이외의 조사지점은 총부유분진도 적었을 뿐만 아니라 asbestos농도도 비교적 낮게 나타났다.

그림2에 총부유분진 농도와 asbestos농도간의 상관관계를 나타내었다. 조사한 5개의 전지점에서 3회의 측정 데이터(n=15)로 볼때 상관계수 $r=0.52$ 로 낮았으나, 특정 발생원의 기여가 없는 곳으로 추정되는 총무로와 반포동 및 청계천의 3개 지점의 측정 데이터(n=9)로 제한하여 보면, 상관계수 $r=0.96$ 으로 부유분진과 asbestos농도간에는 높은 상관성을 나타내고 있음이 명백하다.

이번조사에서 자동차 통행량과 asbestos 농도간에는 직접적인 상관성은 나타나지 않았으나 asbestos를 포함하는 총섬유수에서 asbestos가 점유하는 비율은, 청계천 및 남가좌동이 각기 80.1 및 78.0%이었고 성수동, 반포동, 총무로가 각기 70.2, 63.5, 56.4%로 자동차 통행량이 많은 지역일수록 총섬유수의 asbestos의 점유율이 높게 나타났다.

4. 考 察

공기중에 부유하는 asbestos농도 측정법으로는 광학현미경, 走査型 전자현미경(SEM) 또는 透過型전자현미경(TEM)을 이용하여 일정한 크기 이상의 섬유 또는 섬유다발수를 계측하여 섬유수농도로서 표현하는 방법과, 개개의 鑛物에 대해, 섬유상태의 여부를 불문하고 그 전량을 측정하여 질량농도로 표현하는 X선회절법이 잘 알려져 있다.

또 그밖에 적외선 흡수스펙트럼법, 示差熱分析法등이 연구되고 있으며, 최근에는 asbestos 샘플링시에 強磁場을 걸어 필터상에서 섬유의 방향을 일정하게 하여 레이저광에 의한 光回折을 이용한 섬유상 입자의 자동측정기등의 연구

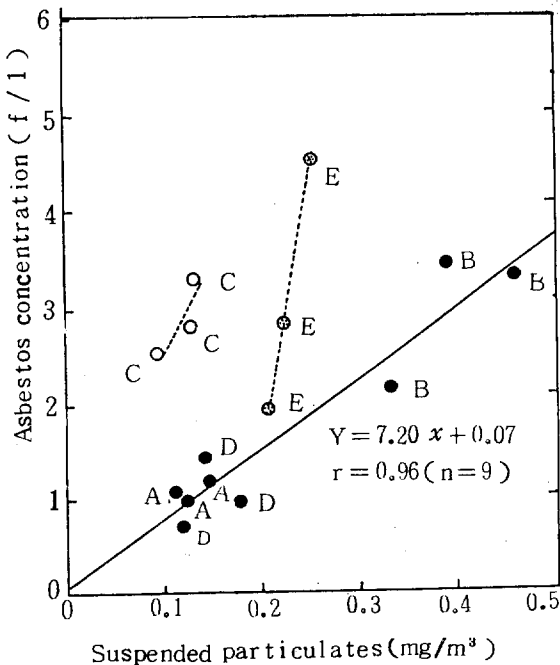


Fig.2 Relationship between suspended particulates and asbestos concentration

개발도 시도되고 있다.

본조사에서는 종래로부터 작업환경 측정에 널리 이용되어, 데이터의 축적이 비교적 많은 광학현미경법으로 일반환경 대기중의 농도를 조사하였다.

이 방법에서 사용되는 필터의 빗 굴절율은 약 1.5이며 역시 굴절율 1.5전후의 不揮發性的의 液에 浸滴시키면 필터가 투명하게 되어 생물현미경으로도 일반입자는 계수 할 수 있게 된다. 그러나 asbestos의 굴절율도 약 1.5에 해당하므로 asbestos입자는 생물현미경으로는 식별하기 곤란하다. 따라서 위상차현미경 또는 간섭 위상차현미경으로 섬유상태로 보이는 입자를 계수한후, 동일한 시야를 생물현미경으로 관찰·계수하여 그차를 구함으로서 굴절율이 1.5에 근사한 섬유상의 입자, 즉 asbestos로 추정되는 입자의 계측이 가능하게 된다.

이와같은 조작은, asbestos를 취급하는 작업 환경과는 달리, asbestos 이외의 섬유상의 입자가 混在할 가능성이 높은 일반환경대기중의 asbestos 농도 측정에 필요할 것이다. 그러나 상기와 같은 생물현미경으로의 切替방식을 이용하여 계측한 asbestos 섬유수라 할지라도 굴절율이 1.5전후의 asbestos 이외의 섬유상 물질이 계측될 가능성이 있으며, 또 길이가 $5\mu\text{m}$ 이상이라도 직경이 극히 가늘은 섬유에 대하여는 계수 불가능한 경우도 있다.

일반적으로 환경대기중의 asbestos농도는 asbestos관련 발생원에서의 asbestos농도에 비하여 현저하게 낮으므로, 採氣량을 많이 필요로 한다. 한편, 많은 공기량을 채기할 경우, 자연현상 또는 인공적으로 발생한 다수의 입자상 물질이 필터상에 걸치게 되어 현미경에 의한 asbestos의 계수를 곤란하게 만든다.

따라서 분진농도가 다른 지역별로, 공기흡인량(흡인유속×채취시간)의 조정이 요구된다. 일본국 환경청의 asbestos 排出抑制 manual⁶⁾

에 의하면, 필터상의 채진량이 많을 경우 asbestos섬유의 관찰에 負의 영향을 주므로 0.3 mg/cm^2 의 채진량을 초과하지 않도록 권장하고 있다.

본조사에서 나타난 총부유분진 농도를 보면 최고 0.462 mg/m^3 이므로 10 l/min 의 흡인유속으로 4시간 채기할 경우, 필터상의 채진량은 0.093 mg/cm^2 로 권장치의 1/3정도에 해당하여 sampling 시간을 가능한한 연장할 필요가 있었다.

본조사는 전체적으로 조사지점과 조사회수의 절대부족으로 asbestos의 환경농도를 일괄적으로 평가하기에는 부족하나, 차후 더 많은 데이터의 축적을 통하여 건강영향에 관한 평가의 전제가 되는 기본적인 자료가 됨과 동시에, 환경농도의 분포상의 偏在를 통하여, 발생원으로부터의 배출량 정보가 정량적으로 얻어지지 못하고 있는 현시점에서, 오염부하를 추정하는데 있어서 유력한 해결의 실마리가 되기를 기대한다.

5. 結 論

서울시내 5개지점에서 asbestos 환경농도를 위상차현미경으로 조사하였다. 공기 1리터당 계수된 asbestos 수는 최고치 4.51, 최저치 0.72이었고 평균치는 2.20이었다.

각 조사지점의 asbestos농도와 자동차 통행량과는 직접적인 상관성은 나타나지 않았으나, 총섬유중의 asbestos 점유율은 통행량이 많을수록 높게 나타났다. (원고접수 '89. 9.11)

參 考 文 獻

- 1) Wagner J.C., Sleggs C.A., Marchand P., (1960), Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the north western Cape Province, Brit. J. Ind. Med., 17, 260-271.

- 2) Selikoff I.J., Hammond E.C., (1968), Environmental epidemiology. III: Community effects of nonoccupational environmental asbestos exposure, Amer. J. Public Health, 59, 1658-1666.
- 3) 朴杜用, 白南園, (1988), 석면 슬레이트 제조 및 석면 방직사업장 근로자의 석면분진 폭로, 韓國環境衛生學會誌, 14, 2, 13-27.
- 4) 백남원 外4人, (1988), 서울시 지하철 구내의 공기중 분진농도에 관한 연구, 韓國環境衛生學會誌, 14, 2, 1-12.
- 5) 木村菊二, (1975), 環境中に浮遊するアスベスト粉じん測定法に關する委託研究報告書.
- 6) 日本國環境廳大氣保全局大氣規制課, (1988), アスベスト排出抑制マニュアル, ぎょうせい, 東京.