

報告

分析電子顕微鏡による一般環境中のアスベスト測定

渡邊武春 鎌滝裕輝 朝来野国彦

1 はじめに

一般環境中のアスベスト濃度測定の方法には、長径 $5\mu\text{m}$ 以上のものを計測対象とする位相差光学顕微鏡 (Phase contrast Microscope : 以下、「PCM」という。) による方法と、分析電子顕微鏡 (Analytical Electron Microscopy : 以下、「AEM」という。) による長径 $0.1\mu\text{m}$ 以上を計測対象とする方法がある。筆者らは、1979年から PCM 法により、都内の環境濃度を立地特性別に調査してきたが、本調査では、PCM 法に加えて、AEM 法によるアスベスト濃度も併せて行った。AEM 法は、形態特性と構成元素の組成パターンから総合的に評価できるため、一般環境中の粉じんの発生源由来も推定できる可能性がある。

2 調査方法

1) 試料採取地点及び採取日

地点①～⑤は1985年の夏期及び冬期に、地点⑥は1987年に採取した。採取地点を図1に示す。

- ① 板橋区大和町交差点及び約30m離れた後背地 (8月4日, 11月29日)
- ② 杉並区大原交差点及び自排局 (8月17日, 11月21日)
- ③ 国設東京 (9月19日, 11月16日)
- ④ 環境科学研究所 (9月19日, 11月16日)
- ⑤ 檜原測定局

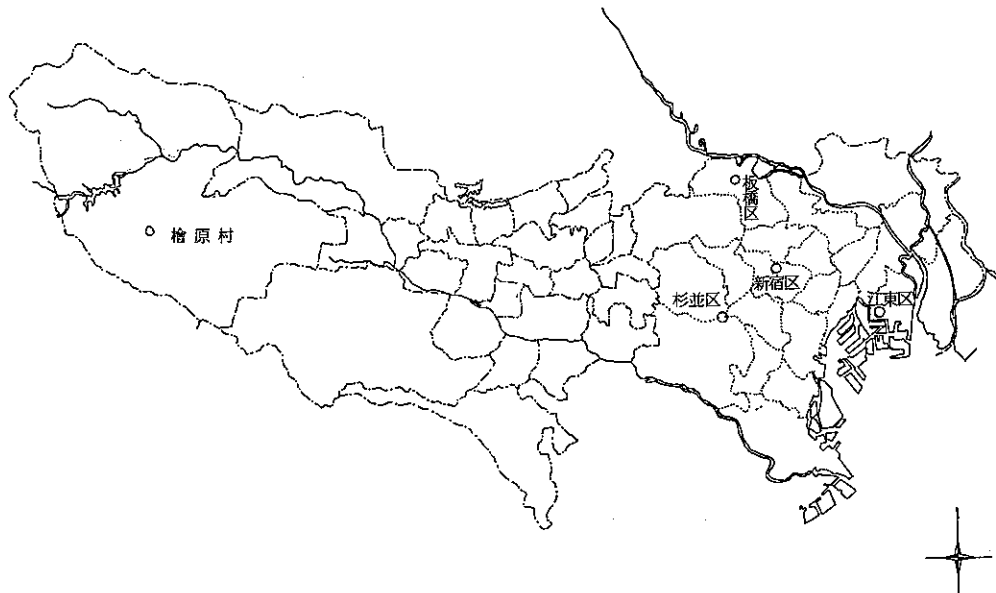


図1 調査地点配置図

(8月4日, 11月14日)

⑥ 小笠原村父島

(9月7日)

いずれの試料も10ℓ/分で4時間採取した。

2) 標本の作成

ローボリウムサンプラーにより、メンブラン・フィルター(35mmφ, 孔径0.8μm)上に捕集し、これを正確に2等分して、PCM法とAEM法の標本に供した。

PCM用の標本は、スライドガラス上に採取済のろ紙を置き、アセトン蒸気で、ろ紙を透明化した後、トリアセチンを滴下し、カバーガラスで固定した。

AEM用の標本は、次の手順で作成した。

- ① 採取済ろ紙の低温灰化
- ② 灰化試料をイソプロピル・アルコール中に分散させる。
- ③ ニュークレポア・フィルター(17mmφ, 孔径0.2μm)上に再捕集する。
- ④ この試料をカーボン蒸着する。
- ⑤ 3mmφのニッケル製グリッド(1辺が100μm)上に、蒸着済試料を載せて、クロロホルム蒸気中で薄膜化した。

3) AEM装置の構成

電子顕微鏡(JEM1200EX)にエネルギー分散型X線分光(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy: 以下、「EDS」という)を付設。

4) AEM法によるアスベストの計数

加速電圧を80kV, 計測倍率を3万倍に設定し、各標本とも、5網目中の長径0.1μm以上で、長さとの比(A aspect ratio)が3:1以上のアスベストを計数の対象とした。その際に、長径と短径も併せて計測し、比重2.6を乗じて質量濃度(ng/m³)の算出も行った。

なお、アスベストの同定には、形態観察、EDSスペクトル及び制限視野回折像(Diffraction Pattern)の3つの方法を用いた。

5) アスベスト濃度計算

PCM法は、総合倍率400倍で繊維を計数し、次に生物顕微鏡に換えて、生物顕微鏡でも見える繊維は計数値から除外する従来からの方法で計数し、次に濃度を算出した。

計算式は、既報²⁾の $F = A \cdot N / a \cdot v \cdot n$ を用いた。

AEM法は、次式により計算した。

$$F = (f/n) \times 2.2 \times 10^4 \times (1/L)$$

但し、F: 繊維数濃度 (f/ℓ)

f: 観察した繊維数 (f)

n: 観察した網目数 (個)

L: 総採気量 (ℓ)

AEM法の定量下限値は5網目中のアスベスト計数の場合には、 $4f/ℓ$ 程度である。

3 結果

1) 地域別アスベスト濃度

PCM法によるアスベスト濃度は、0.12~0.45f/ℓの範囲にあり、地域別濃度は明らかでなかったが、AEM法では、明らかな違いが見られた。すなわち、交差点周辺の夏期の濃度は4~42f/ℓ, 平均値19f/ℓ。冬期は、38~107f/ℓ, 平均値69f/ℓで、表1のモニタリング地点(夏期の2f/ℓ, 8f/ℓ, 及び冬期の12f/ℓ, 40f/ℓ)及び清浄地(夏期の7f/ℓ, 冬期の3f/ℓ)に比べて、道路周辺での濃度は高く、季節別では、冬期に高濃度であった。

表1 大気中アスベスト濃度

測定地点	区分	測定日	PCM (f/ℓ)	AEM		
				(f/ℓ)	(ng/m ³)	アスベスト ³⁾ (f/ℓ)
交差点周辺	板橋区 大和町交差点	S63. 8. 4	0.12	10.59	0.58	27.52
		S63.11.29	0.25	87.10	4.58	113.9
	大和町(交) 30m地点	S63. 8. 4	0.41	4.23	0.56	28.72
		S63.11.29	0.25	42.33	1.45	156.67
	杉並区 大原交差点	S63. 8.17	0.04	42.01	59.30	29.09
		S63.11.21	0.12	107.20	0.02	110.55
モニタリング地点	大原(交) 30m地点	S63. 8.17	0.41	18.52	0.10	18.52
		S63.11.21	0.33	38.03	99.06	110.06
清浄地	新宿区 国設東京	S63. 9.19	0.39	2.08	10.90	14.56
		S63.11.16	0.16	12.19	9.44	33.93
	江東区 環科研	S63. 9.19	0.36	7.76	0.41	12.93
清浄地		S63.11.16	0.45	39.54	21.34	121.43
	檜原測定局	S63. 8. 4	0.25	6.70	0.59	23.45
		S63.11.14	0.16	3.85	0.06	33.50
	小笠原父島	H 1. 9. 7	-	5.09	0.79	193.7

2) アスベストの種類と繊維径

AEM法で計数した総計107本のアスベストの99%は、クリソタイルであった。また、繊維径については、さらに多くの繊維数を計測することが必要であるが概括的には、交差点直近では、長径0.1~1.0 μ mの短繊維が多く、その他の地点では1.0 μ mを超える長繊維が多かった。なお、質量濃度も表1にまとめた。

3) 交差点周辺における自動車ブレーキ由来の粉じん

自動車用ブレーキ・ライニングは、20~60%のアスベストに、亜鉛華、硫黄、加硫促進材などの配合剤を加えてつくられるが、これらの成分は、交差点付近のアスベスト付着粒子から検出されることもある。写真1-①及び1-②にその一例を示した。

4) 繊維状物質中のアスベストの割合

アスベストは、交差点周辺で43~51%、モニタリング地点では14~31%**図2**であった。

立地特異性に検討するためには、さらに多くの計数が必要である。

5) 父島の繊維状物質

PCM法による観察では、アスベストと識別の難しい繊維状物質が多数検出されたために、AEM法を用いて調査した結果、2~10 μ mの硫酸-カルシウム系の成分で構成されていることが**写真2-②**により明らかになった。また、由来の明らかでない6.5 μ mアスベストには、

塩化ナトリウム (NaCl) が多量付着しており、海洋からの影響が極めて高いことを示している (**写真2-①**及び**2-③**)。

一般環境中アスベストの定量と繊維状物質の同定を行った。AEM法による0.1 μ m以上のアスベスト濃度とPCM法による5 μ m以上のアスベスト濃度を濃度比率で比較すると、交差点周辺ではPCM法の数百倍であるのに対して、モニタリング地点では数十倍から百倍程度であった。

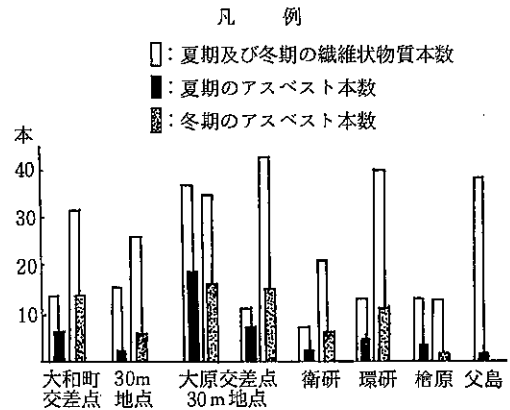


図2 AEM法による0.1 μ m以上のアスベスト本数

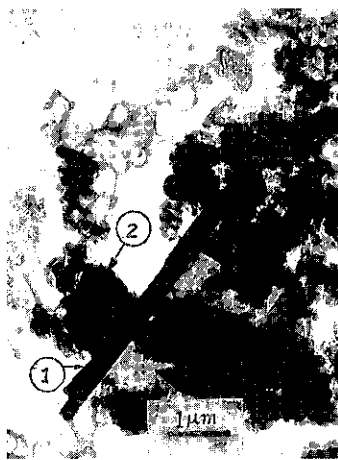
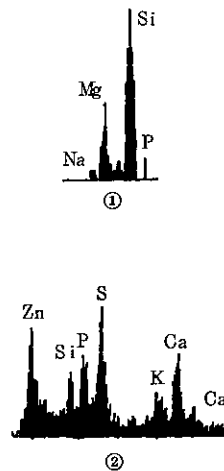


写真1 交差点の浮遊粉じん



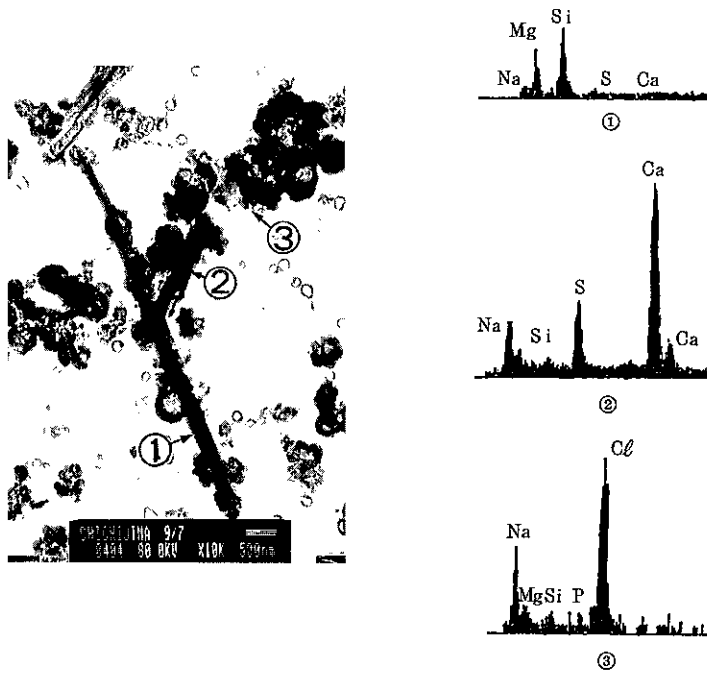


写真2 父島の浮遊粉じん

参考文献

- 1) 神山宣彦：電子顕微鏡による石綿粉じんの測定法(2) 労働の科学, 41, p.10 (1986).
- 2) 環境庁：モニタリングマニュアル (1985).
- 3) 環境庁：アスベスト発生源対策検討会報告書, p.114, (1984).