

報 告

一般環境中のアスベスト濃度について

渡 邊 武 春 鎌 滝 裕 輝
古 明 地 哲 人 朝 来 野 国 彦

1 はじめに

都内のアスベスト粉塵の主要発生源に、自動車ブレーキライニングの磨耗に由来するものがある。

この調査は、年末から年始にかけて、交差点と一般環境中でアスベスト濃度を測定したものである。

前回までの調査からアスベスト濃度は、 $5\mu\text{m}$ 以上のアスベストを対象とする位相差光学顕微鏡 (Phase Contrast Microscope:以下、PCMという。) 法による場合には、交差点付近でも、一般環境濃度とほぼ同レベルであった。これに対して、透過型分析電子顕微鏡 (Analytical Electron Microscope:以下、AEMという。) 法で、繊維長 $0.1\mu\text{m}$ 以上、繊維長と幅の比 (aspect ratio:以下、アスペクト比という。) が3:1以上のアスベストを全て計数対象とする場合には、交差点付近のアスベスト濃度は、一般環境の数倍の濃度があり、自動車用ブレーキライニング磨耗由来のアスベストの影響が示唆された。

ブレーキライニングには、20~60%のアスベストが使われている。ブレーキ作動の際には、摩擦熱により無定形 (amorphous) となるが磨耗量の1%未満のアスベストは微細化する²⁾。なお、ブレーキライニングに、アスベストを使用しない車両も若干ある。

今回の調査は、年末から年始にかけて自動車交通量が15~20%減少する都内において、自動車ブレーキ由来のアスベスト濃度把握を意図した。また、アスベスト濃度に影響を与える可能性が高い気象条件、SPM濃度等についても併せて調査した。

2 調査方法

(1) 試料採取地点、採取日等

道路環境：日比谷自動車排出ガス測定局 (1階建屋上：以下、日比谷という。)

一般環境：環境科学研究所 (5階建屋上：以下、環研という。)

期 間：平成2年12月28日~3年1月6日

交 通 量：日比谷では、交差点で、12月27日、31日、1月4日、11日の13時から14時までの間で10分間交差点を通過した車両数を計数した。

環研では、明治通りで12月20日13時から10分間に上り及び下り車線を通過した車両数を計数した。

計数区分は、大型車とその他 (普通、小型及び軽車両) とした。

SPM濃度：ベータ線式質量濃度計を用いて日比谷と環研で測定した。

気象条件：日比谷から約600m離れた都庁前測定局及び環研から約2.5km離れた城東測定局のデータを用いた。

なお、一般環境中のアスベスト濃度は、環研、衛生研究所、多摩測定局の定期モニタリング3地点で毎月の中旬にPCM法により計数を行った。

(2) 試料採取方法

試料採取は、メンブランフィルター (採塵面直径35mm、孔径 $0.8\mu\text{m}$) を装着したオープンフェース型のフィルターホルダーを採取装置の先端に取り付け、吸引速度 $8.5\ell/\text{分}$ で吸引捕集する、従来どおりの方法を用いた。

試料採取時間は、1月1日、2日、5日は8時間 (10時~18時)。その他の日は、4時間 (10時~14時)。捕集したメンブランフィルターの $1/4$ はPCM用に、 $1/2$ をAEM用に前処理して、残る $1/4$ は保存した。

ア PCMによる測定方法

PCMによる測定は、その試料をアセトン、トリアセチンにより透明化した後に、PCM法により、倍率を400倍にして長さ $5\mu\text{m}$ 以上でアスペクト比が3:1以上のア

スベストを計数した。

イ AEMによる測定方法

電子顕微鏡の使用条件

(ア) 装置

透過型分析電子顕微鏡 (AEM) : 日本電子 (株) 製 JEM1200EXにエネルギー分散型X線分析装置 (EDS) を付加。

(イ) 分析電子顕微鏡 (TEM+EDS) の使用条件

*モード: 透過型及び走査透過型

*加速電圧: 100KV

(ウ) AEM用試料

メンブランフィルターからAEM用試料を作成する方法は、神山の方法により作成した。すなわち、捕集済のメンブランフィルターを低温灰化の後に、イソプロピルアルコール中に超音波分散させ、ニウクレポアフィルター上に再ろ過する。その後で、再ろ過した試料にカーボン蒸着を行い、ふた付きシャレにクロロホルムを充填した溶解装置内でニウクレポアフィルターを溶解除去してAEM用のグリッドを作成した。

(エ) アスベストの定量

アスベストの定量分析は、TEMグリッドの網目の中から任意に5網目を選び、3万倍の倍率で、繊維長 $0.2\mu\text{m}$ 以上でアスペクト比が3:1以上のアスベストを計数した。次いで、個々のアスベストについて、繊維長及び繊維幅を計測した。

繊維状粒子の定性分析は、標準アスベスト (クリソタイル、クロシドライト、アモサイト、トレモライト) を用いて、形態観察、制限視野観察、EDS分析を適宜併用して行った。更に、天然繊維状鉱物 (ボラストナイト、アルミ、シリカ等)、人造繊維状鉱物 (Man Made Mineral Fibre:以下、MMMfという。) のロックウール、グラスウール、についても、標準品と比較することにより同定した。

アスベスト濃度計算は、PCM法並びにAEM法共、既報のとおりである。

AEM法の定量下限値は、5網目中のアスベスト計算の場合には、吸引空気1ℓあたりにアスベストが4繊維 (以下、4f/ℓという。) 程度である。

3 結果及び考察

(1) PCM法によるアスベスト濃度の経日変化

調査期間中の主風向は、日比谷ではNNE (図1)、環研では、NNW並びにN (図2) であった。平均風速は、両地点とも2~5 m/sであった。

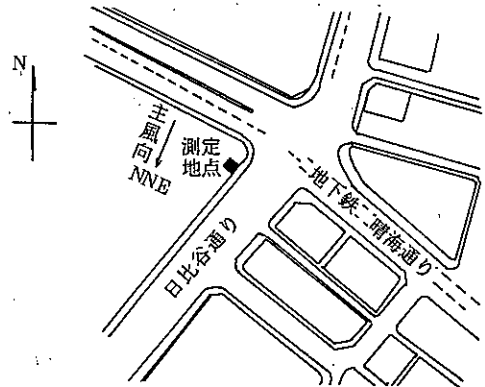


図1 日比谷の主風向

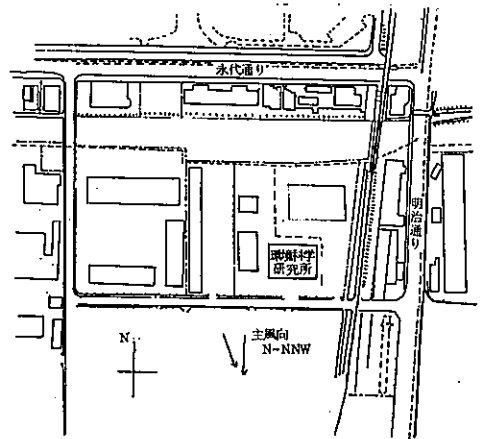


図2 環研の主風向

PCM法による濃度は、環研では、0~0.59f/ℓ (平均0.25f/ℓ)。経日変化では、12月28日、1月8日、及び9日の濃度は、約0.5f/ℓであった。この濃度は、表1及び表2に示す定期モニタリング地点の一般環境濃度と

表1 繊維長別分別

	5 μm >	5 ~ 1 μm >	1 ~ 0.2 ≥ %
日比谷	8.3	8.3	83.3
環 研	33	33	33

同一レベルであった。しかし1月1日から6日の濃度は、通常のアスベスト濃度の数分の1に低減した(図3)。

環研周辺の主要幹線(明治通り)では、平日昼間の交通量は約2,500台/時。大型車の混入率は、36%程度であった。

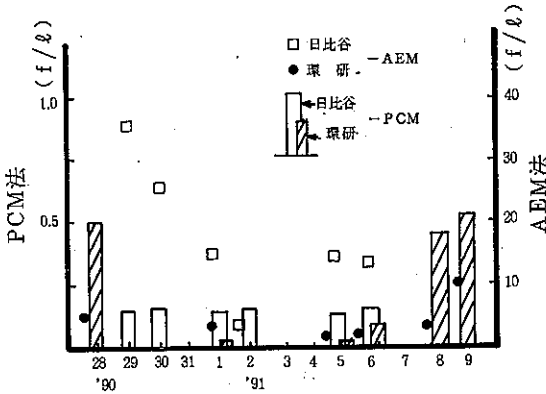


図3 アスベスト濃度の経日変化

平日昼間の日比谷での交通量は、大型車の混入率は少なく、交通量約7,000台/時(大型車約1,000台/時、混入率14%)であった。

12月31日の交通量は、約4,000台/時(大型車約130台/時、混入率3%)となり、交通量も大型車の混入率も大幅に減少した。

1月4日の交通量は、約6,000台/時(大型車約210台/時、混入率3.5%)

1月11日の交通量は、約7,000台/時(大型車約1,200台/時、混入率17%)となり、通常交通量に戻っていた。

12月29日~1月6日のPCM法によるアスベスト濃度は、0.25~0.51(平均0.44f/l)であり、環研地点の値と比べて1.8倍程度高い濃度であった。

(2) AEM法によるアスベスト濃度

環研地点の濃度は、0~9.57f/l(平均4.12f/l)であった。同地点は、年末から年始にかけての経日変化でも日比谷の濃度より、常に低かった。特に、1月2日には、最低濃度(検出せず)であった。

日比谷での濃度は、3.86~37.15f/l(平均19.13f/l)の範囲にあり環研地点の平均濃度と比較して、約4.6倍濃度が高かった。経日変化では、12月29日にもっとも高

い37.15f/lを記録し、その後は日毎に低下してゆき、1月2日には、3.86f/lまで減少しており、交通量が減少した1月1日~2日にかけてアスベスト濃度は減少していた。(図3)

1月5日~6日には平日の15f/l程度に戻っていた。

(3) SPM濃度とアスベスト濃度

SPM濃度との相関性については、図4に示すようにSPM濃度の低かった12月28日、30日、1月5日、6日、反対に、SPM濃度の高かった1月1日、2日の試料中のアスベスト濃度を計数したが、図3及び図4で明らかなようにアスベスト濃度の挙動は、SPM濃度の動きとは連動していなかった。

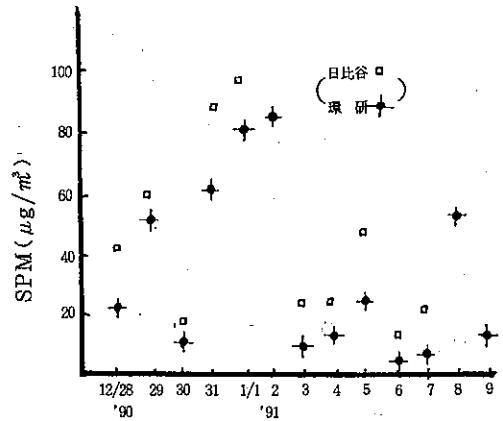


図4 SPM濃度の経日変化(10時~14時)

調査期間中の日比谷での気象条件は、主風向NNE、平均風速2~5m/sであったが、SPM濃度の高い時でもアスベスト濃度は低くかった。特に1月1日の試料採取中の気象条件は、主風向はNNE、平均風速は2.6m/s、SPM濃度は94µg/m³。

2日の主風向はNNE、平均風速は2.3m/s、SPM濃度は84µg/m³であった。

1月1日の環研での気象条件は主風向はN、平均風速は2m/s、SPM濃度は79µg/m³。2日の主風向はN、平均風速1.9m/s、SPM濃度は82µg/m³であった。

(4) アスベスト繊維長の地域別分布上の特徴

日比谷及び環研地点で計測した合計42本のアスベストを繊維長別、地域別に分類した。

日比谷では、全てクリソタイルであった。

また、同地点では、写真1に示した集塊状のアスベストを観察した。

写真1 集塊状のアスベスト



繊維長別分類では、5 μm以上のアスベストは8.3%、1～5 μmが8.3%、0.2～1 μmが83%を占めていた。

環研地点では、角閃石系が1本含まれていたが、その他の5本は、クリソタイルであった。繊維長別分類では、5 μm以上のアスベストが33%、1～5 μmが33%、0.2～1 μmのアスベストが33%であった。(表1)

今回の調査では、経日変化からアスベスト濃度は、①特に、AEM法の場合の交差点近傍では、新年の3日に低減していた。

②アスベスト繊維長別の分布では、AEM法で計測可能な短繊維(0.2～1 μm未満)が、一般環境よりも交差点周辺で多かった。

(5) 定期モニタリング3地点のアスベスト濃度

一般環境濃度の把握のために、1985年から都内3地点で毎月中旬に調査を行って来た(表2)。1990年までの調査結果をみると、①環研地点の濃度は、0.06～0.82f/l(幾何平均値0.33f/l)、②衛生研究所地点0.05～0.82(幾何平均値0.3f/l)、③多摩測定局地点0.06～0.72(幾何平均値0.23f/l)であった。

1990年4月～1991年3月の3地点の濃度は、過去4年間の値と同一レベルであった。(表3)

(6) アスベスト以外の繊維状物質

一般環境並びに交差点での繊維状物質には、人造繊維(MMMF)のロックウールやガラス繊維、石膏、珪酸カルシウム等、主として建材関係に使用されているものと同一種類のMMMfを多く検出した。

近年、アスベスト代替品としてMMMfが広く使われており、一般環境でも検出しているが、MMMfによる人体影響について十分には解明されていない現状においては、大気環境中のMMMf濃度についても把握する必要がある。

表2 定期モニタリング地点のアスベスト経年変化(年平均) f/l

地点	年次	1985	1986	1987	1988	1989	1990
環 研		0.84	1.45	0.75	0.40	0.33	0.33
衛 研		0.85	1.11	0.53	0.33	0.25	0.30
多 摩		—	—	0.28	0.87	0.44	0.23

表3 1990年 定期モニタリング地点のアスベスト濃度

地点	月	単位: f/l												幾何平均
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
環 研		0.58	0.75	0.41	0.41	0.33	0.58	0.27	0.24	0.06	0.41	0.33	0.21	0.33
衛 研		0.82	0.32	0.45	0.10	0.05	0.12	0.58	0.24	0.14	0.45	0.36	0.09	0.30
多 摩		0.72	0.40	0.46	0.53	0.17	0.22	0.08	0.06	0.31	0.40	0.19	0.06	0.23

参 考 文 献

- 1) 渡邊武春ら：分析電子顕微鏡による一般環境中のアスベスト測定，東京都環境科学研究所年報1991，p.84～87.
- 2) 渡邊武春，朝来野国彦：大型車から排出するアスベスト粉じんについて，東京都環境科学研究所年報1987 p.97.
- 3) 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).
- 4) 環境庁：アスベスト発生源対策検討会報告書，p.114. (1984).