

# アスベストモニタリング マニュアル(改訂版)

平成 5 年 12 月

環境庁大気保全局大気規制課

# アスベストモニタリングマニュアル（改訂版）

## 1. はじめに

石綿（アスベスト）は、極めてすぐれた物性を数多く備えている。このため各方面にわたって幅広く利用されており、今世紀に入ってから、その使用量が飛躍的に増大している。

一方、これらの鉱物を取扱っている作業者がアスベスト粉じんを吸入することによって、アスベスト肺、あるいは肺がん、中皮腫等の障害を引き起こすという報告がある。また、都市の環境大気中にもアスベスト粉じんが検出されており、これらのアスベスト粉じんに対して国際的にも大きな関心が寄せられ、その実態の把握と健康への影響についての調査研究が行われている。

アスベストによる大気汚染を未然に防止するため、平成元年6月に大気汚染防止法が改正され、アスベスト製品製造工場から飛散するアスベストについて規制がかかることとなった。この他、建築物の改修・解体工事に伴うアスベストによる大気汚染防止について環境庁大気保全局大気規制課長通知による指導が行われるなど、アスベストについて所要の対策が講じられてきているところである。

しかしながら、いったん環境中に放出されたアスベストは、通常的环境条件下ではほとんど分解、変質することがないと考えられ、また、発生源に由来するもののほか、地表に沈降したアスベストも再発じんすることがあるため、アスベストは環境蓄積性のある物質といえる。したがって、環境大気中のアスベスト濃度の推移を把握することは極めて重要であり、モニタリングは今後とも継続して行う必要がある。

本マニュアルは、環境大気中のアスベスト濃度を測定する上の技術的指針として作成されたものである。

## 2. サンプルの捕集

### (1) 測定地域

測定地域は、発生源周辺地域とバックグラウンド地域に大別し、その地域区分は表1のとおりとする。

表1 アスベスト測定地域

地 域	
発生源周辺地域（Ⅰ）	① アスベスト製品製造工場・事業場周辺 ② 蛇紋岩地域
発生源周辺地域（Ⅱ）	③ アスベスト取扱工場・事業場散在地域 ④ 廃棄物処分場等周辺地域
発生源周辺地域（Ⅲ）	⑤ 高速道路沿線地域 ⑥ 幹線道路沿線地域
バックグラウンド地域（Ⅰ）	⑦ 内陸山間地域 ⑧ 離島地域
バックグラウンド地域（Ⅱ）	⑨ 住宅地域 ⑩ 商工業地域 ⑪ 農業地域

(2) 測定点の設定

1 地域での測定の数 は 2 地点が望ましい。

a. 発生源周辺地域（Ⅰ）

① アスベスト製品製造工場・事業場周辺地域

主風向と考えられる風下で、特定粉じん発生施設を設置している工場又は事業場の敷地境界線付近の地点とする。2 地点を選定する場合、2 地点間の距離は、原則として100mから200mとする。ホルダーは工場又は事業場の方向に向ける。

② 蛇紋岩地域

蛇紋岩採石場から最も近い一般の住宅のある地点とする。2 地点を選定する場合、2 地点間の距離は原則として100mから300mとする。ホルダーは採石場の方向に向ける。

b. 発生源周辺地域（Ⅱ）

③ アスベスト取扱工場・事業場散在地域

小規模のアスベスト製品製造事業所等が散在している地域内で主要車道路肩から約30m以上離し、かつ固定発生源の影響を直接受けない地点とする。

2地点を選定する場合、2地点間の距離は、原則として100mから200mとする。ホルダーは互に向き合うようにする。

④ 廃棄物処分場等周辺地域

主風向と考えられる風下で、廃棄物処分場等の敷地境界線付近の地点とする。2地点を選定する場合、2地点間の距離は、原則として100mから200mとする。ホルダーは廃棄物処分場等の方向に向ける。

c. 発生源周辺地域（Ⅲ）

⑤ 高速道路沿線地域 ⑥ 幹線道路沿線地域

路肩及び道路から垂直に約20m離れた地点とする。ホルダーは道路の方向に向ける。

d. バックグラウンド地域（Ⅰ）

⑦ 内陸山間地域 ⑧ 離島地域

2地点を選定する場合、2地点間の距離は数10mから数100mとする。ホルダーは主風向と考えられる方向に向ける。

e. バックグラウンド地域（Ⅱ）

⑨ 住宅地域 ⑩ 商工業地域 ⑪ 農業地域

地域の環境濃度を代表しうる地点とし、主要車道路肩から30m以上離す。2地点を選定する場合、2地点間の距離は100mから200mとし、かつ地域内の固定発生源の影響を受けない地点（工場等から30m、可能なら100m以上離れた地点）とする。ホルダーは最も近い主要車道の方向に向ける。

(3) アスベスト捕集条件

a. 捕集回数

3回とする。特に理由がない限り、平日昼間（10時～16時）の連続する3日間とすることが望ましい。

b. 捕集時間、捕集空気量

採じん面φ35mmの捕集用ろ紙（メンブランフィルター）を用い、10ℓ/minの流速で4時間空気を捕集（2400ℓ）することを原則とする。

c. 捕集位置

原則として地上1.5m以上2m以内とする。なお、高層住宅が立地している

住宅地域等を対象とする場合は、適宜捕集する高さを設定してもよい。

#### d. 気象条件

前日又は当日が強風、降雨等の場合は原則として捕集を避けること。主風向を勘案し、測定点を設定した場合には、当該主風向時に測定することが望ましい。なお、捕集開始後に降雨のあった場合には、「おおい」を工夫し、フィルターに雨滴が当たらぬようにすること。

#### (4) 捕集用装置及び器具

##### a. メンブランフィルター

直径47mm、平均孔径が $0.8\mu\text{m}$ の円形の白色のセルロースエステル製のフィルター

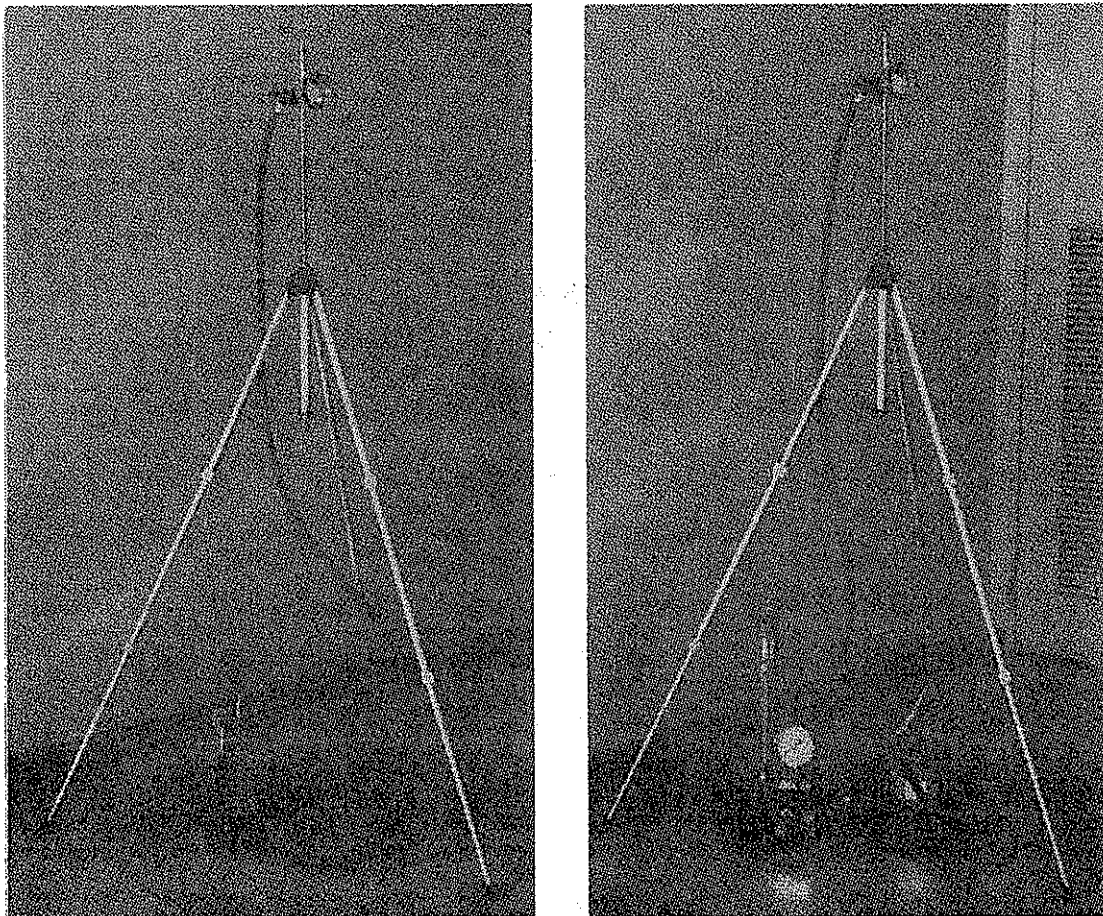


図1 捕集装置の1例

左：流量計が付属している吸引ポンプと捕集用ホルダー

右：吸引ポンプ、圧力計、流量計と捕集用ホルダー

b. メンブランフィルターを密閉して収納することができる容器

c. フィルターホルダー

直径47mmの円形ろ紙用のホルダーで有効ろ過面の直径が35mmとなるオープンフェース型のもの

d. 吸引ポンプ及び流量計

メンブランフィルターをホルダーに装着した状態で規定の吸引流量が得られる電動式吸引ポンプ及び流量計

(5) サンプルの捕集にあたっての注意

捕集空気量を正しく評価するため、流量計は予め校正されていることが必要である。

もし、採じん量が多すぎると粒子が重なり合って、顕微鏡によるアスベスト繊維の計数が困難となる。検討の結果、採じん量が $0.3\text{mg}/\text{cm}^3$ を超えるとアスベスト繊維の見落としのあることが認められた。この現象の影響を受けないようにするには $0.3\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上の粉じんを捕集することのないよう採取時間を調整する必要がある。

環境大気中の粒径 $10\mu\text{m}$ 以上の粒子を含めた総粉じん濃度は高い時でも $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 程度と考えられる。そこで総粉じん濃度を $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ と仮定し、吸引流量 $10\text{ l}/\text{min}$ で試料を採取するとすれば、フィルター上の表面密度が $0.3\text{mg}/\text{m}^2$ になるには、9.6時間を要することとなる。

したがって、吸引流量を $10\text{ l}/\text{min}$ とすると、採取時間が9時間以下であれば重なりによる影響を受けることは少ないと考えられる。ただし、ディーゼル排気中のカーボン粒子等の影響がある場合には、これ以下でも計数不能になることがある。

サンプリングに際しては、使用するメンブランフィルターを固定枠に固定し、収納容器の中に入れておく。

サンプリングを行う地点において、メンブランフィルターをオープンフェース型のフィルターホルダーに装着し、フィルターの採じん面を地面に対して垂直に、高さ1.5~2.0mの位置にセットする。吸引流量は $10\text{ l}/\text{min}$ 、ひとつのサンプルの捕集時間は4時間とする。捕集装置の一例を図1に示した。

なお、前述のとおり、一般的には4時間の捕集時間であれば粒子の重なりによる影響はまず考えにくいですが、採取粉じん量が多くなると思われる場合には、捕集時間を適宜分割し、フィルターを交換し、合計4時間の捕集（2400ℓの捕集）を行うこと。捕集時間を分割して、フィルターを交換する場合、4時間を均等に分割することが望ましい（2時間2回、1時間20分3回、1時間4回）。また、1回の測定にフィルターを5枚以上使用すると、フィルター交換に起因する誤差が生じると考えられるので、1回の測定に使用するフィルターは4枚までとする。

サンプリング終了後、フィルターを再び収納容器の中に格納する。なお、収納容器がプラスチック製の場合、取扱いによっては静電気が起こり、フィルター上の粒子を吸付けることがあるので注意が必要である。このようなときには呼気を吹きかけて静電気を除去するのほひとつの方法である。

### 3. アスベストの計数方法

アスベストの計数方法としては、光学顕微鏡法が現在環境中のアスベストの測定に最も広く使われており、メンブランフィルター法、PCM法などと呼ばれている。本マニュアルの計数方法は光学顕微鏡法によるものである。

#### (1) 原理

捕集用ろ紙（メンブランフィルター）上に捕集した繊維状の粒子の数を光学顕微鏡下で計数し、繊維数濃度を測定するものである。

光学顕微鏡法の特徴は、粒子状物質の捕集率が非常に高く、また、採じんがフィルターの表面で行われるため、捕集した粒子を光学顕微鏡で計数するのに都合がよい。

この方法に用いられるフィルターの屈折率は、およそ1.5である。フィルターを屈折率1.5前後の不揮発性液体に浸すとフィルターが透明となり、生物顕微鏡でも、一般の粒子は計数しやすくなる。しかし、アスベスト（クリソタイル）の屈折率も、ほぼ、1.5であり、アスベスト繊維は生物顕微鏡では、識別できないか、非常に見えにくい。（ただし、アモサイトの屈折率は1.6～1.7程度である。）

位相差顕微鏡と生物顕微鏡で計数された粒子数の差から、屈折率がほぼ1.5の繊維状の粒子を計数することができる。

(2) 器具など

a. 顕微鏡

倍率40倍の対物レンズ及び倍率10倍の接眼レンズを使用する光学顕微鏡（位相差顕微鏡及び生物顕微鏡としての使用が可能なものに限る。）

b. スライドガラス

日本工業規格R3703に定める顕微鏡用スライドガラス（等級1種、標準形）

c. カバーガラス

日本工業規格R3702に定める顕微鏡用カバーガラス（等級1種、厚さNo.1 - S）

d. アイピースグレイティクル

接眼レンズに装着することにより顕微鏡によって観測される繊維の大きさを計測し得るもの。

e. 対物測微計

f. アセトン蒸気発生装置（試薬として(3) b. を用いる場合に限る）

(3) 試薬

次のいずれかのものを用いることとする。

a. フタル酸ジメチル及びシュウ酸ジエチル

b. アセトン及びトリアセチン

(4) 標本の作成

a. スライドガラス及びカバーガラスの洗浄

標本の作製に使用するスライドガラス及びカバーガラスは使用する前に、表面に付着している汚れを除去しておく。

洗浄の方法としては、中性洗剤の溶液に浸し、超音波洗浄装置等を用いて、表面に付着した汚れを除去した後、よく水洗いし、次に、精製水で十分すすぎ、アルコールに浸してから清浄なガーゼで拭き、スライドガラスは格納箱に納め、カバーガラスは、適当な大きさのシャーレの中へ入れておく。なお、スライドガラスやカバーガラスを拭くガーゼは中性洗剤の溶液で煮沸してからよく水洗いし、汚れがつかないようにして乾燥させたものを用いる。スライドガラスの



一端に測定条件等を記入するラベルを貼っておくとよい。

#### b. フィルターの切断

標本を汚染するおそれの無い清浄な室内で、試料を捕集したメンブランフィルターを収納容器から取り出し、2等分する。フィルターを2つに切断するとき、静電気が発生して、切断したフィルターが鉄に付着してしまうことがあるので、十分な注意が必要である。(図2)

なお、計数に支障をきたさなければフィルターを4等分して、その1片を計数に用いても差し支えない。

#### c. フタル酸ジメチルとシュウ酸ジエチルを用いる方法

##### (a) 試薬の調製

フタル酸ジメチルとシュウ酸ジエチルを1:1に混合した溶液の中に新しいメンブランフィルターを0.05 g/mlの割合で加えて溶解する。この溶液は調製してから数カ月以上経過すると透明度が悪くなったり、また不純物が見えるようになっていたりすることがあるので調製後1カ月以上経過したものは使用しない方がよい。また温度が低いときにも多少透明度が悪くなることもあるが、わずかに加温するとよい。

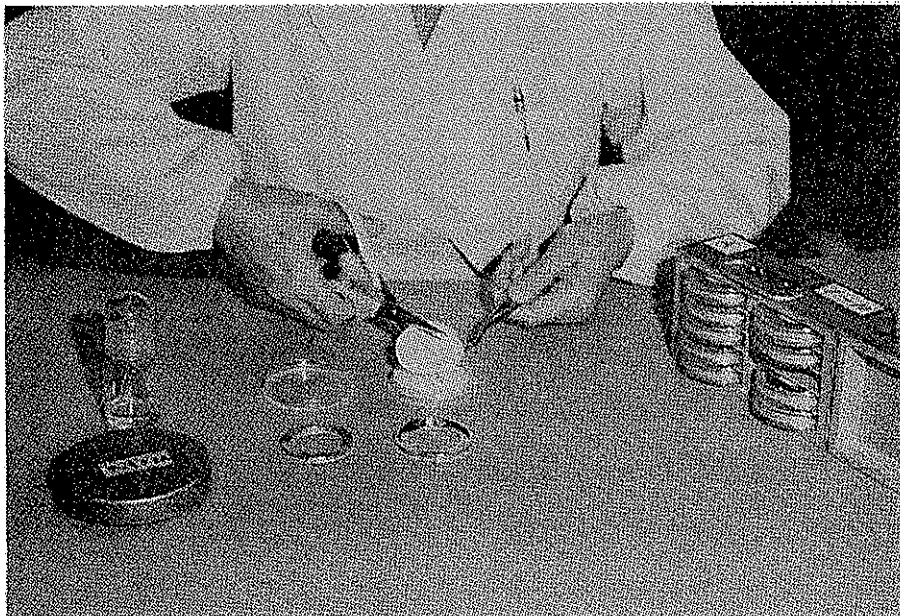


図2 フィルターを2等分する

切断の際、静電気が発生するので十分注意してできるだけ正確に2等分する。

なお、溶液を入れておく容器としては、溶液が汚れにくく、かつ使用するのに便利なもの、例えば、有帽びん（容積25～50mℓ程度）（図3）等を用いると便利である。

(b) 標本の作製

スライドガラスのほぼ中央にフィルターを透明にする溶液を1滴（0.03～0.05mℓ）滴下する（図4）。

滴下した溶液の上に、採じん面を上にして、フィルターを静かにのせ、その上にカバーガラスをのせ、フィルターがやや透明になってから、ピンセットで軽く押さえる（図5）。このとき気泡が入らないよう注意する。押さえ方によって試料がずれることがあるので注意が必要である。

約30分放置すると溶液に接した部分は完全に透明になる（図6）。作製した試料は標本を納めておく障子（マップ）などに格納する（図7）。

なお、本方法で作製した標本には、フタル酸の結晶が析出することがあり、アセトンとトリアセチンを用いる方法で作製した標本に比べ長期間の保存には適していない。

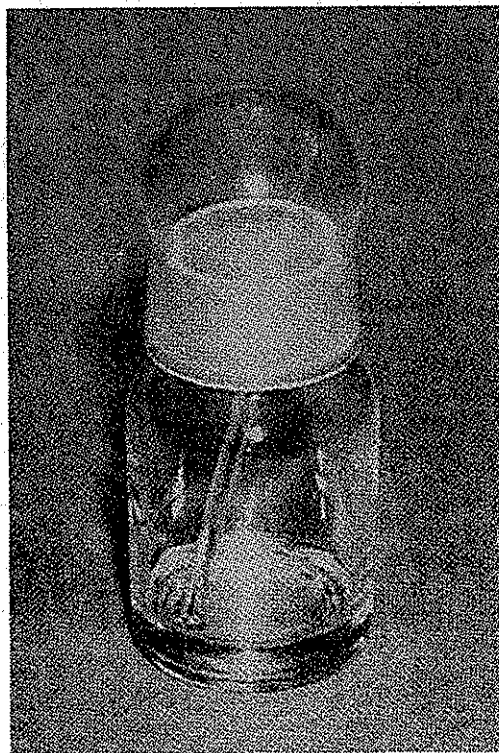


図3 有帽びん