

分散染色法によるアスベストの分析について*

山 田 真 里**

キーワード ①アスベスト ②分散染色 ③低温灰化

1. はじめに

栃木県保健環境センターでは、昨今のアスベスト(石綿)への対応において、大気中濃度調査、室内環境濃度調査並びに建材中含有率分析を実施しています。また、情報提供業務の一環として、アスベストやその分析法に関するトピックス等を当センターホームページ(<http://www.thec.pref.tochigi.jp/>)で紹介しています。今回は、このホームページのトピックスに掲載している低温灰化一分散染色分析法について紹介します。

2. 大気中のアスベスト粉じんの分析について^{1,2)}

大気中のアスベスト粉じんの濃度測定には、表1に示すような種々の分析法があります。その一つである「位相差顕微鏡法」(以下「位相差法」という。)は、大気汚染防止法の特定粉じん規制に係るアスベスト濃度の測定法に規定されている比較的迅速な分析法です。この分析法は、環境中の浮遊粉じんがアスベスト(この場合、とくに使用が多いクリソタイル(白石綿))であると仮定できる条件において適用されており、位相差顕微鏡と生物顕微鏡を用いてアスベストとアスベスト以外の繊維状物質を区別しながら計数を行うことができます。しかし、有機系繊維やアスベスト代替繊維等、種々さまざまな繊維状物質がある環境において、アスベストとアスベスト以外の繊維状物質を

区別しながら計数することは難しく、実際、室内環境調査において、得られた「繊維状粒子濃度」を「アスベスト粉じん濃度」と誤解することにより問題となったケースもありました。

3. 低温灰化一分散染色法の検討³⁾

当センターでは、室内環境等、アスベスト以外の繊維状物質が多く存在するようなケースにおいて、EDX-SEM法による分析を行ってきました。しかしEDX-SEM法は、アスベストをより正確に判別できる一方、膨大な分析時間と比較的高度な技術を要します。そこで、アスベストを判別しながら、より迅速に計数できる方法として低温灰化一分散染色法を検討したので紹介します。

検討に際し、試料作製および前処理を次のとおり行いました。まず、クリソタイル粉じんを白色メンブランフィルターに採取する方法により模擬試料を作製し、この粉じん面をスライドガラス側に載せ、アセトン蒸気発生装置を用いて透明化・接着しました。これを真空下、酸素プラズマによる低温灰化(100W, 4時間)し、20分間で大気圧に開放後、分散染色液を滴下し、カバーをして標本作製しました。ここで、図1から図5に標本の顕微鏡像を示します。灰化処理前、クリソタイルは位相差像で黒い繊維状に見えますが、明視野像ではほとんど見えなくなりました。通常、この状態をもってアスベストの区別を行っていま

*Analysis of Asbestos by Dispersion Staining Method

**Mari YAMADA (栃木県保健環境センター 大気環境部) Tochigi Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, Division of Air Environment

表 1 大気中のアスベスト粉じんの濃度測定に用いられる分析法

分 析 法	分析の原理および概要
位相差顕微鏡法 (位相差法)	対象物質であるアスベストと透明化処理を行ったフィルターの屈折率が同程度であるため、位相差による光学的差異を利用して検鏡を可能とする方法。生物顕微鏡(位相差なし)との切替えにより、アスベストとそれ以外の物質をより区別することもできる。ただし、屈折率が同程度の物質については、区別できないことがある
エネルギー分散型 X 線分析器— 走査型電子顕微鏡法 (EDX-SEM 法)	試料に電子ビームを照射し、試料面から発生する 2 次電子像を観察し、また、特性 X 線の検出により試料の化学組成を知ることができる方法。ただし、位相差顕微鏡法と同程度の視野を観察するためには、約 30 倍もの視野数を検鏡する必要がある
透過型電子顕微鏡法(TEM 法)	試料に電子ビームを照射し、試料を透過した電子を蛍光板で光らせて像を観察し、また、試料の構成原子によって生じる電子回折を利用した同定ができる方法。また SEM 同様、EDX による分析も可能である。倍率を高くして視野を見るため、非常に多くの視野を検鏡する必要がある、試料作製も煩雑である
透過ノマルスキー微分干渉顕微鏡法	試料の顕微鏡像を位相差像、明視野像および微分干渉像に容易に変えることができる特性を持ち、対象物質の形態および微分干渉像の干渉色変化等の観察により識別する方法
分散染色法	測定対象の繊維の屈折率と浸液の屈折率を一致させ、屈折率が光の波長によって変化する性質(分散)を利用して、試料中の測定対象繊維だけを光学的に着色させて識別する方法。粉じんを採取したフィルターは、低温灰化装置(プラズマリアクター)を用いて灰化処理する必要がある
X 線回折分析法	結晶質物質に X 線を照射すると、結晶構造により X 線の回折が生じ、検出された回折線ピークから同定を行う方法。フィルターに採取されたサンプル量が多い場合に使用することができる

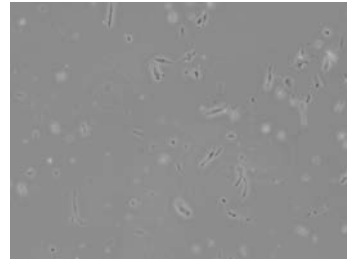


図 1 灰化処理前の位相差顕微鏡像(位相差像)



図 2 灰化処理前の生物顕微鏡像(明視野像)



図 3 灰化処理後の位相差像



図 4 灰化処理前の明視野像

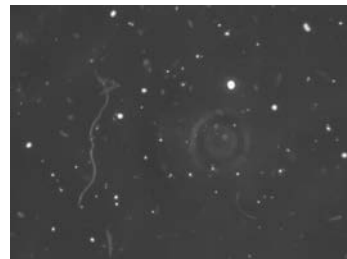


図 5 分散染色法($d=1.55$)による顕微鏡像

す。灰化処理後では、クリソタイルは位相差像で白く浮き上がったように見え、明視野像では先と同様、ほとんど見えなくなりました。また、分散染色法($d=1.55$)による顕微鏡像では、クリソタイルが鮮やかな青色に呈色しているように見えました。

4. 検討を終えて

灰化処理による分散染色法は、位相差法と同じ倍率の検鏡方法とすると、EDX-SEM法に要する時間のおよそ1/3で分析可能であることがわかりました。また、模擬試料のクリソタイルが鮮やかな青色を示す様子から、位相差法よりも正確にアスベストとアスベスト以外の繊維状物質を区別す

ることができると考えられます。ただし、求めるアスベストの種類がはっきりと決まらない場合には種々の屈折率の浸液による試料作製をしなければならぬこと、分散色を示さなかった繊維状物質が確実にアスベストではないと断定しにくいこと等、いくつかの問題点、疑問点があったことから、今後、さらに検討する必要を感じました。

—参考文献—

- 1) 繊維状物質測定マニュアル編集委員会：作業環境測定シリーズ No. 3 繊維状物質測定マニュアル，(社)日本環境作業測定協会，東京，2004
- 2) 仲座政宏，東敏昭，佐藤敏彦：環境測定技術者のための石綿および代替繊維写真集，リコーテクノリサーチ株式会社，東京，1989