

石綿分析のための光学顕微鏡法

池澤正幸・武市佳子・山村貞雄

キーワード：石綿，位相差・分散顕微鏡，アセトン-トリアセチン法，分散染色法

1. はじめに

大気環境中や建材中に含まれる石綿を定性・定量する機器の一つとして，光学顕微鏡があり，位相差顕微鏡と，分散染色法を用いた位相差顕微鏡（分散顕微鏡）が使われている。

大気環境中の浮遊石綿の分析方法には，アスベストモニタリングマニュアル¹⁾に示されたアセトン-トリアセチン法等がある。また最近では，JIS K3850-1²⁾をもとに分散顕微鏡も利用され始めている。

建材中に含まれる石綿の分析方法の一つとしては，石綿の屈折率に近い屈折液を用いて，石綿に特有の分散色を観察する分散染色法があり，JIS A1481³⁾に採用されている。

労働安全衛生法施行令⁴⁾で「石綿等」とは，「石綿もしくは石綿をその重量の0.1%を超えて含有する製剤その他の物」と規定された。そのため，微量の石綿を精度よく分析する方法が求められる。

ここでは，これまでの経験や失敗を背景に，分析初心者が陥りやすい問題点と改善策を検討した。さらに，石綿を正確に分析するために，アセトン-トリアセチン法及び分散染色法に適した光学顕微鏡の調整方法を確立した。

2. 実験方法

2.1 使用機器

位相差・分散顕微鏡には，「Nikon製 ECLIPSE 80i」を使用した。

位相差用または分散用対物レンズは，倍率40倍で開口数0.75を用いた。また，接眼レンズは倍率10倍を用い，その一方には，アイピースグレーティクルを装着した。

2.2 石綿分析のための光学顕微鏡の設定

アセトン-トリアセチン法と分散染色法の問題点を検討するうえで，光学顕微鏡の設定は以下の条件とした。

- (1) 光路切替レバーはBINO（顕微鏡）。
- (2) 透過照明（緑色の照明スイッチ）はOFF。
- (3) 調光ボリュームは光量を最大にする。
- (4) 光量調整用フィルターの「ND8」と「ND32」はOFF。
- (5) 視野絞りノブは，観察視野の外側まで絞る。
- (6) 位相差顕微鏡の設定は「NCB11」をINにして，位相差用（DLL40×）対物レンズを使用する。
- (7) 分散顕微鏡の設定は「NCB11」をOUTにして，分散用（D40×）対物レンズを使用する。
- (8) 生物顕微鏡の設定は，位相差顕微鏡の設定条件からコンデンサターレットをA（中空）に切替え，調光ボリュームと開口絞りを調節した。
- (9) 分散顕微鏡ではアナライザを用いる。その後，位相差顕微鏡及び生物顕微鏡の設定に切替えて観察する。

3. 分析初心者における石綿分析の問題点

3.1 アセトン-トリアセチン法

- (1) 視度調整や眼幅調整等の光学顕微鏡の調整が定期的に行われていない。
- (2) 生物顕微鏡の使用時に開口絞りの開放が不十分。
- (3) 外縁部での繊維状粒子の判定が困難。
- (4) スライドガラスやカバーガラスの面にある付着物や傷を繊維状粒子と誤認する。

3.2 分散染色法

- (1) JIS A1481に示された分散色だけでは，精度よく石綿を判定できない。
- (2) 石綿以外の粒子の散乱光がある場合，石綿の大きさを分散色のみで確認することが困難。

4. 問題点の改善方法の検討

4.1 アセトン-トリアセチン法

- 3.1の(1)及び(2)の改善方法については，別紙1の「1」及び「2の(4)の③」に光学顕微鏡の基

本的な操作方法を示す。(3)と(4)については、以下に示す。

4. 1. 1 全視野観察を変更

全視野で観察すると、外縁部と中心部では焦点を合わせる位置がずれるため、繊維状粒子を見逃す可能性があった。また、外縁部の境界にある繊維状粒子の判定は困難であった。

そのため、全視野観察から中心部のみを観察するために、顕微鏡の視野をアイピースグレーティクルの直径0.30mmの円内に変更した。

従来、顕微鏡の視野の面積を求める場合、全視野を直径0.54mmの円とし、また、計数した視野数を50として式(1)に従い、総繊維数濃度[f/L]を算出していた。

$$\text{総繊維数濃度} = (A \times N) / (a \times n \times V) \quad (1)$$

(A=メンブランフィルターの有効ろ過面の面積, N=計数繊維総数[f], a=顕微鏡の視野の面積, n=計数した視野数, V=採気量[L])

ここで、検査視野の変更を受け、従来の総繊維数濃度との整合性をとるために、視野数を以下のように変更した。

$$\text{視野数} = [50 \times (0.54)^2] / (0.30)^2 = 162$$

4. 1. 2 試料面を観察する深度幅

スライドガラスを位相差顕微鏡で直接観察すると、スライドガラスに「付着物(図1)やひっかき傷(図2)」等の妨害物質が見られ、それらが繊維状粒子の大きさに該当するために、計数してしまうことがわかった。

また、洗浄して妨害物質が存在しないことを確認したスライドガラス上に、カバーガラスをのせて、カバーガラスを直接観察すると同様の付着物が確認された(図3)。

このことから、スライドガラスやカバーガラスで観察される妨害物質を計数しないためには、フィルターの試料面の深度幅を考慮して観察することが必要になってくる。

(1) 実験方法

実試料は、ある建築物の室内環境中の空気をメンブランフィルター(MILLIPORE製セルロース混合エステル, 孔径0.8μm, 直径47mm)5枚に吸引した後(吸引時間4時間、採気量2400L)、アセトン-トリアセチン法により作製した。

メンブランフィルターをスライドガラス上におよせてアセトン蒸着後、トリアセチンを滴下し、カバーガラスをかぶせた。その後、24時間以上静置して、位相差顕微鏡で1試料につき3視野を観察し、計15視野から深度幅の傾向を調べた。

観察できる面は、カバーガラスの「下面と上面」、フィルターの採じん面の「下面と上面」、スライドガラスの「下面と上面」に分けられる。このうち、フィルターの試料面の上面とカバーガラスの下面は重なり合い、同じ視野で観察される。

深度は、顕微鏡の微動ハンドルの側面に記された1目盛りが1μmにあたるため、スライドガラス上面の粒子を基準(0μm)にし、フィルターの試料面の「下面と上面(カバーガラス下面含む)」、カバーガラス上面で焦点の合った粒子の深度をそれぞれ測定した(表1)。

(2) 結果と考察

実試料では、フィルターの試料面に存在する粒子の最大深度は37μm、最小深度は17μmであり、スライドガラス上面の層を基準にして、その上方に27±10μmの深度幅の範囲を観察することで、フィルターの試料面を把握できることがわかった。

表1 スライドガラス上面からの観察深度(単位: μm)

フィルター数	1			2			3			4			5		
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
カバーガラス上面	131	124	126	134	124	129	126	131	130	129	129	131	126	129	130
フィルター上面	32	31	29	37	27	34	30	33	33	35	35	32	32	37	34
フィルター下面	21	23	17	26	23	24	24	27	17	26	26	23	24	28	26
スライドガラス上面	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. 2 分散染色法

4. 2. 1 石綿の分光特性の検討

3. 2の(1)を解決するために、屈折液と石綿の組み合わせによって、光学顕微鏡で観察される石綿の「分散色を含めた色と見えにくさ」の分光特性を調べた。

分散染色法で石綿を判定するためには、JIS A 1481に示された分散色が観察されることが必要である。

しかし、今回の調査では、JIS A1481に示されていない分散色が確認され、石綿によって分光特性に違いのあることがわかった。そのため、標準品及び吹付け材の石綿に共通した色と見えにくさについて検討した。

(1) 実験方法

カーギル製屈折液「1.55, 1.68, 1.70」を使用し、石綿試料は、標準品と、当センターで同定した石綿含有吹付け材を用いた。石綿は、白石綿、茶石綿及び青石綿について検討した〔石綿の標準品：(社)日本作業環境測定協会、クリソタイル標準試料 (JAWE131)、クロシドライト標準試料 (JAWE331)、アモサイト標準試料 (JAWE231)〕。

試料の調製は、JIS A1481の定性分析方法を参考にした。始めに、石綿を粉碎し、水に分散後、スライドグラス上に滴下して乾燥させた。そのスライドグラス上に屈折液を滴下してカバーグラスをかぶせ、分散顕微鏡、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡で観察した。

(2) 結果と考察

分散色以外にも、分散顕微鏡及び位相差顕微鏡でアナライザを用いると、石綿が特徴的な明暗(濃淡)の変化を示すことが多かった。また、生物顕微鏡では、石綿の見えにくさが異なっていた(表2)。以上より、それらの顕微鏡を利用することで精度よく石綿を判定できることがわかった。

特に、茶石綿と青石綿は、屈折液1.70より、屈折液1.68を定性に使用の方が有効であった。それは石綿の分散色が明瞭であり、位相差顕微鏡のときに石綿の形状がよく確認できたからである。

また、分散顕微鏡でアナライザでの分散色の

変化が大きい石綿ほど、位相差顕微鏡でアナライザによる色の明暗(濃淡)の変化が大きく、石綿の大きさを確認することに役立った。

以下に、各屈折液における詳しい検討結果を示す。

表2 石綿の分光特性 (分散色を含めた色と見えにくさ)

	JIS A1481 (分散色)	分散色	位相差顕微鏡	生物顕微鏡	
屈折液 1.55	白石綿	赤紫色~青色	青~赤紫*1 (明暗あり)	青白 (明暗あり)	消えた
	茶石綿	-	黄白	白~黒	黒 (残った)
	青石綿	-	黄白	白~黒	黒 (残った)
屈折液 1.68	白石綿	-	黄白	白	一部残った
	茶石綿	桃色	ピンク~青~橙**2 (明暗あり)	青白 (明暗あり)	消えた
	青石綿	橙色	橙(~ピンク)**3 (明暗あり)	青白**4 (明暗あり)	黒 (残った)
屈折液 1.70	白石綿	-	黄白	白	一部残った
	茶石綿	青色	青白**5 (明暗あり)	青白 (明暗あり)	消えた
	青石綿	青色	青白(~ピンク)**6 (明暗あり)	青白 (明暗あり)	黒 (残った)

- * 1 : 標準品では橙色の分散色あり。
- * 2 : アナライザを用いてもピンク色の分散色がなく、青~橙色の変化しか見られない場合や、青色の明暗しか変化しない場合あり。
- * 3 : 橙色でも、赤みや黄みを強く帯びている場合があり、まれにピンク色も見られた。茶石綿よりアナライザでの変化は少ない。
- * 4 : 茶石綿よりアナライザでの色の変化は少ない。
- * 5 : 標準品ではアナライザで赤紫色に変化するものが多い。
- * 6 : 分散色が薄いものも多く、まれにピンク色も見られた。茶石綿よりアナライザでの変化は少ない。

(3) 屈折液1.55

白石綿の分散色は、青~赤紫色であった。吹付け材の分散色を観察すると、青色が多かった(図4)。位相差顕微鏡では青白くなった(図5)。生物顕微鏡では、開口絞りを完全に開かなくても、形状が消えることが多かった(図6)。

ただし、白石綿の分散色の中には、アナライザを用いても赤紫色に変わらず、青色の明暗しか変化しない場合が見られた。これを位相差顕微鏡で観察すると、より白さが強調され、アナライザでの変化はほとんどなかった。

また、標準品の白石綿では橙色の分散色が見られた。

一方、茶石綿と青石綿の分散色は見られなかった。位相差顕微鏡では、幅の大きいものほど白く、幅が小さくなるほど黒かった。生物顕微鏡では黒く残るものが多かった。

(4) 屈折液1.68

白石綿の分散色はなかった。位相差顕微鏡では白く見えた。生物顕微鏡では、開口絞りを完全に開いても、白石綿の幅が大きくなるほど一部残るものが多かった。

一方、茶石綿の分散色は、ピンク～青～橙色であった。吹付け材の分散色も同様の色を示した(図7)。ピンク色の茶石綿は、位相差顕微鏡で観察すると濃青色に見えた(図8)。そのときアナライザを用いると、青白～濃青色に変わり、石綿の大きさを確認することに役立った。生物顕微鏡では消えるものが多かった(図9)。

まれに、茶石綿の分散色の中には、アナライザを用いてもピンク色の分散色がなく、青～橙色に変化する場合や、青色の明暗のみの場合があった。

その他、青石綿の分散色は、橙(～ピンク)色であった。分散顕微鏡で観察したところ、吹付け材の分散色も同様の色を示した(図10)。橙色でも、赤みや黄みを強く帯びている場合があり、まれにピンク色の青石綿がみられた。

青石綿を位相差顕微鏡で観察すると、濃青色に見えるものが多く、大きさをよく認識できた(図11)。生物顕微鏡にすると、黒色に残るものが多かった(図12)。開口絞りを完全に開いても、同様の結果が得られた。

全体的に青石綿は、茶石綿と比べてアナライザでの変化は少なかった。

(5) 屈折液1.70

白石綿では分散色が見られず、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡では、屈折液1.68と同様の結果を示した。

一方、茶石綿の分散色は、青白色であった。アナライザを用いると、標準品では赤紫色に変化する場合が多かった。一方、吹付け材は青白色であり(図13)、アナライザを用いると、青白～青紫色の変化が見られた。位相差顕微鏡で

は白く見えた(図14)。生物顕微鏡では消えるものが多かった(図15)。

茶石綿の中でも、分散色が青白～赤紫色に変化する場合は、位相差顕微鏡で青みが強く、アナライザによる色の変化が大きかった。

その他、青石綿の分散色は、青白(～ピンク)色であった。吹付け材は青白(ピンク)色を示した(図16)。位相差顕微鏡では青白く見えた(図17)。アナライザを用いるとピンク色の青石綿は、明暗の変化が大きかった。生物顕微鏡では黒色に残るものが多かった(図18)。開口絞りを完全に開いても、黒く残っている青石綿が多く見られた。

青石綿は、全体的に分散色の薄いものが多く、まれにピンク色も見られた。分散顕微鏡及び位相差顕微鏡では、茶石綿より、アナライザでの明暗の変化は少なかった。

4. 2. 2 分散染色法を用いた浮遊石綿の分析

JIS K3850-1では、大気環境中の石綿を分散染色法で分析する方法が示されている。

建材の石綿の定義は、アスペクト(長径/短径)比3以上である。一方、大気環境中の石綿の定義は、幅 $3\mu\text{m}$ 未満、長さ $5\mu\text{m}$ 以上、アスペクト比3以上となっている。

このため、大気環境中の石綿は、建材よりも正確に石綿の大きさを判定する必要がある。しかし、石綿以外の粒子の散乱光が強い場合、石綿の分散色が阻害されるため、石綿の大きさを確認できない場合があった。

3. 2の(2)を解決し、散乱光の影響を抑えて正確な大きさを測定するには、位相差顕微鏡を併用することが有効であると考えられた(図5, 8, 11, 14, 17参照)。よって、分散顕微鏡及び位相差顕微鏡を用いて、青石綿を屈折液1.68で検証した結果を以下に示す。

(1) 実験方法

青石綿は、青石綿の天井吹付け材の除去現場で、浮遊していた粒子をメンブランフィルター(MILLIPORE製セルロース混合エステル、孔径 $0.8\mu\text{m}$ 、直径 47mm)に採取した(吸引時間10分間、採気量 40L)。そのフィルターの採じん面を下にしてスライドガラス上へのせ、アセトン蒸着

後、低温灰化した。その上にカバーガラスをのせ、位相差顕微鏡で青石綿を直接観察した(図19)。

次に、屈折液1.68をカバーガラス内に浸透させ、分散顕微鏡で同じ視野を観察した(図20)後、位相差顕微鏡の設定で観察した(図21)(図20と図21の画像は、コントラストと明るさを調整して明瞭にした)。

(2) 結果と考察

図19の直接観察では、青石綿の大きさが石綿の定義に該当することを確認できた。しかし、図20の分散顕微鏡では、阻害粒子の散乱光のために、青石綿の橙色の分散色が一部分だけしか確認できず、正確な大きさを確認することができなかった。

しかし、図21の位相差顕微鏡では、直接観察した青石綿の大きさに近い、より正確な青石綿の大きさが確認でき、位相差顕微鏡の有効性が明らかになった。

5. まとめ

当センターで検討した石綿分析のための光学顕微鏡法を示した。

特に、分散染色法では、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡を併用すると、より正確な石綿の分析に役立つことがわかった。一方、分散染色法について検討する中で、石綿が細いものほど分散色を示さない場合が多く見られた。分散色を発現する石綿の大きさについては、今後の検討課題である。

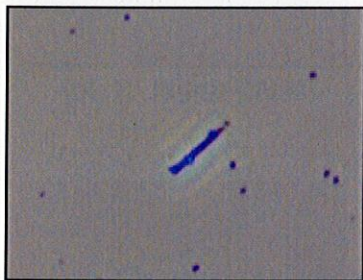


図1 付着物



図2 ひっかき傷

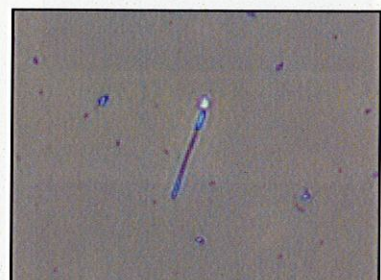


図3 付着物

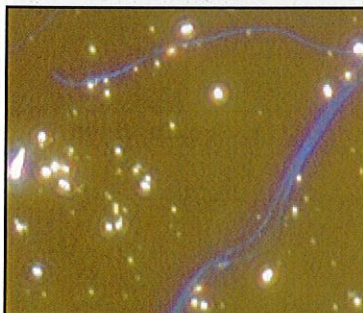


図4 白石綿 (1.55)

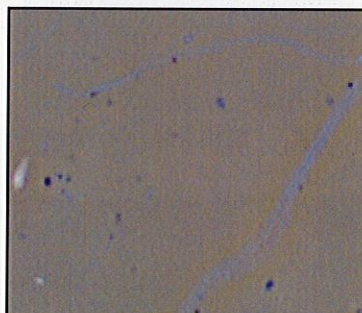


図5 位相差用 (1.55)

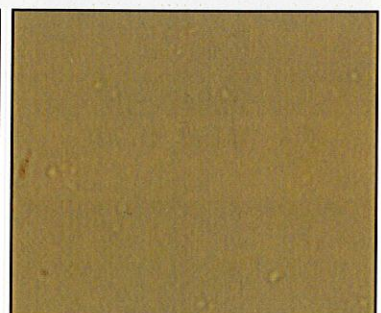


図6 生物用 (1.55)

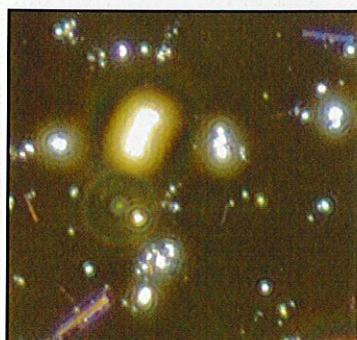


図7 茶石綿 (1.68)

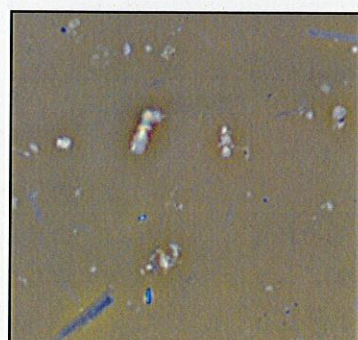


図8 位相差用 (1.68)

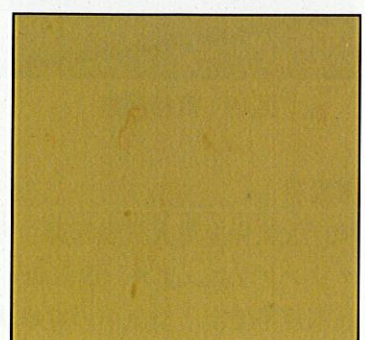


図9 生物用 (1.68)

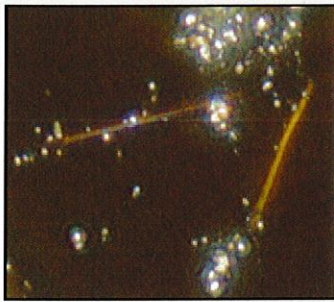


図10 青石綿 (1.68)

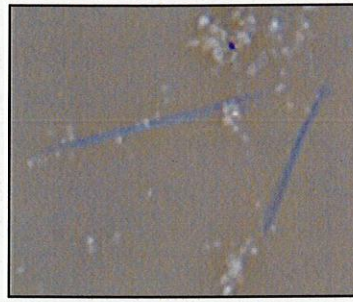


図11 位相差用 (1.68)

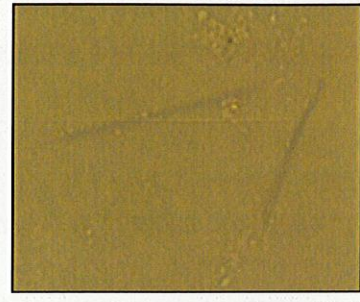


図12 生物用 (1.68)

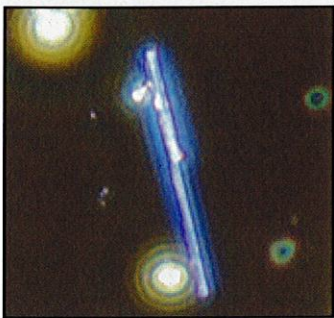


図13 茶石綿 (1.70)



図14 位相差用 (1.70)

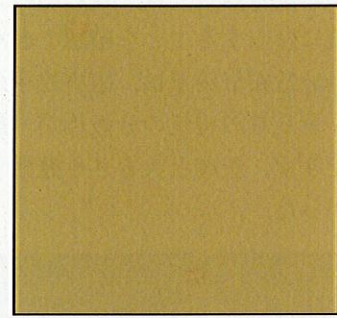


図15 生物用 (1.70)

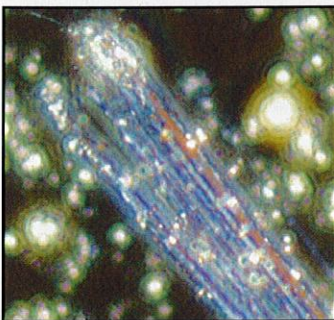


図16 青石綿 (1.70)

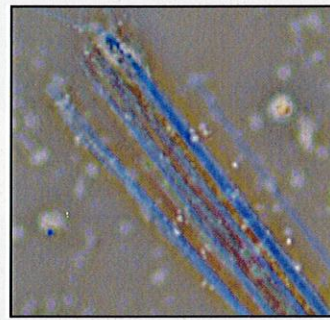


図17 位相差用 (1.70)

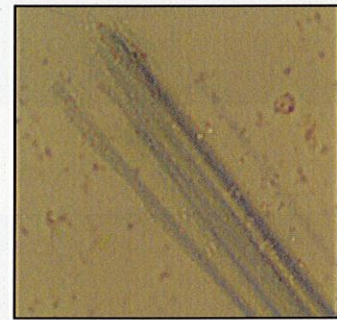


図18 生物用 (1.70)

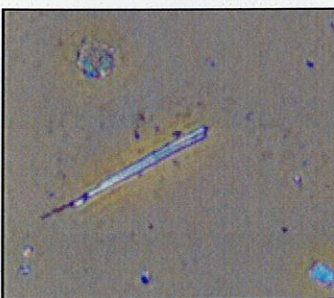


図19 直接観察

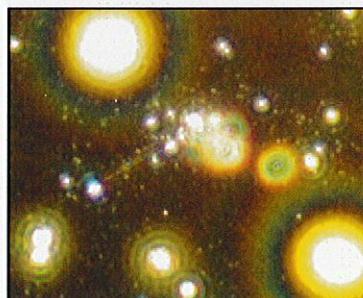


図20 青石綿 (1.68)

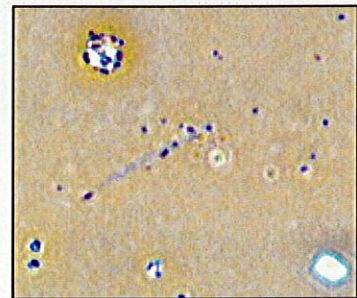


図21 位相差用(1.68)

6. 参考資料

- 1) 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), 1993.
- 2) 財団法人規格協会：空気中の繊維状粒子測定方法-第1部 (K3850-1), 2006.

- 3) 財団法人規格協会：建材製品中のアスベスト含有率測定方法 (A1481), 2006.
- 4) 厚生労働省：政令第318号第6条23 (平成18年政令第257号・一部改正).

【別紙1】

1 光学顕微鏡の調整方法

当センターでの経験を活かして、簡略化した光学顕微鏡の調整方法を以下に示す。

始めに、光学顕微鏡の設定の前には、一日一回、光学顕微鏡の調整を実施すべきである。なお、眼幅調整と視度調整は、分析者が代わるたびに必ず行うこと、コンデンサの位置調整については、観察する試料のスライドグラスごとに確認することが望ましい。

1. 1 眼幅調整

本体右側中間の粗（微）動ハンドルを回して試料に焦点を合わせる。接眼レンズをのぞいて左右の視野が一つに重なっていない場合、双眼鏡を左右の手で持って動かし、頭を前後させ、視野を一つに合わせる。

1. 2 視度調整

左右の眼の視度差を調整する方法を以下に示す。

- (1) 位相差用 (DLL40×), または分散用 (D40×) 対物レンズに切替え, コンデンサターレットを Ph2 にする。大きい粒子等の対象物を決めて, 粗（微）動ハンドルを回して焦点を合わせる（対物レンズ40倍のときは、Ph2を常に使用）。
- (2) 接眼レンズ上部の視度補正環（アイピースグレートイクル付）を回して, アイピースグレートイクルの目盛りに焦点を合わせる。
- (3) 位相差用 (DL10×), または分散用 (D10×) 対物レンズに切替え, コンデンサターレットを Ph1 にする。もう一方の視度補正環を回して, 対象物に焦点が合うように調整する（対物レンズ10倍のときは、Ph1を常に使用）。もし対物レンズ40倍にして目盛りや対象物の焦点がずれていた場合, もう一度, 視度調整を行う。

1. 3 コンデンサの位置調整

照明光を調節してコントラストを向上させるために, 次の手順を実施する。

- (1) 位相差用 (DLL40×) 対物レンズと Ph2 にして, 視野絞りノブで視野の広さをアイピースグレートイクルの 0.3mm の円内まで縮める。
- (2) ステージ下の 2 つのコンデンサ心出しねじを

回し, 視野絞り像を視野の中心に移動させる。

- (3) ステージ下の右側にあるコンデンサ上下動ノブを回すと, 赤から青に発光するので, それらの色の中間付近（紫色）を目安に, 視野絞り像の位置調整を行う。
- (4) 再度, コンデンサや対物レンズを切替え, 視野絞り像の輪郭が鮮明に, 八角形に見えるかを確認する。

1. 4 Phリング絞りの心出し

照明リングの調整方法を以下に示す。

- (1) 片方の接眼レンズをはずして心出し望遠鏡を取り付け, NCB11 を IN にする。
- (2) その望遠鏡の根元のフランジ部を押さえて最上部の接眼部を回し, 位相リング（黒い輪）に焦点を合わせる。
- (3) 位相差用 (DL10×) または分散用 (D10×) 対物レンズと, 位相差用 (DLL40×) または分散用 (D40×) 対物レンズで焦点を調節する。それぞれ倍率を変えても, 位相リング内にリング絞り（光源の輪）が収まっていることを確認する。
収まっていない場合は, ステージ下の手前にある 2 つの心出しノブのクランプねじを少し緩めて左右に動かし, 位相リングから光がもれないように, リング絞りを重ね合わせる（リング絞りは, 視野絞りノブを拡大するとよく確認できる）。

2. 石綿分析に応じた光学顕微鏡の備品の取扱い

- (1) 透過照明（緑色の照明スイッチ）：

ON のとき光量が減少し, OFF のとき光量が増加する。

分散顕微鏡で照明スイッチを OFF にすると, 分散色が鮮明に映る。

生物顕微鏡でスイッチが ON の場合, 調光ボリュームが調節できず, 目への負担が大きいため, スイッチは OFF にする。

その他, 写真撮影時はスイッチ ON にする。

- (2) 光路切替レバー：

3 つの位置がある。BINO（双眼鏡）側, BINO & PHOTO 側, PHOTO（写真）側。

BINO 側は最も光量が強く, 分散色が鮮明に映

る。

BINO & PHOTO側は、BINO側と比べると暗くなる。

PHOTO側は写真撮影時に使用。

(3) GF (グリーンフィルター) :

明るさを抑え、目への負担を軽減させる。

GFの使用の有無は、解像度にほとんど影響を与えない。

(4) コンデンサターレット :

① Ph1は、対物レンズ10倍用コンデンサ。

② Ph2は、対物レンズ40倍用コンデンサ。

③ A (中空) : 生物顕微鏡 (明視野検鏡)

調光ボリュームの光量を半分以下に下げたから、コンデンサターレットをAにする。

アセトン-トリアセチン法の場合、開口絞り (コンデンサ絞り) レバーを中間より少し右側に絞り、微動ハンドルをまわして対象物に焦点をあわせる。その後、開口絞りレバーを一番左へ完全に開き、対象物の形状を判断する。

④ DF : 暗視野検鏡

中空円錐状の光で散乱光を観察することで、試料表面のわずかな形状を区別できる。分散用対物レンズと併用することもできる。

(5) NCB11 (色温度変換フィルター) :

色ははっきりと観察できるので、位相差顕微鏡や生物顕微鏡の観察時に使用する。

背景の色の青みが増し、石綿本来の分散色を見誤る可能性があるため、分散染色法のときは使用しない。

(6) 回転機構付偏向板 (アナライザ) :

分散顕微鏡のとき使用することで、石綿に特

有の色や明暗 (濃淡) の変化が観察されることが多い。そのとき、位相差顕微鏡も使用してアナライザで観察すると、明暗が見られることが多いため、石綿の大きさを認識できることが多い。

3. 当センターで経験した光学顕微鏡のトラブル対処法

(1) ステージ台に接触すると、容易に動いてしまう場合。

Yハンドルを上にはずらし、内部にあるYハンドルのトルク調整ねじを締める。

(2) XYステージハンドルを動かすと、目的とは異なる方向に動いてしまう場合。

ステージ上の標本おさえの奥にある、左右のねじがゆるんでいないかを確認する。

(3) 光源がまぶしすぎる場合。

① Phリング絞りの心出しを行う。

② カバーガラスとスライドガラスが密着していない場合、カバーガラスを上から押して密着させる。試料内に大きな粒子があるときは作り直す。

(4) 視野を阻害する異物が観察された場合。

① カバーガラス表面についたほこりの場合、息を吹きかけて飛ばす。

② 接眼レンズ表面が汚れている場合、清掃する。

③ アイピースグレーティクルの汚れの場合、接眼レンズの裏のカバーをはずしてアイピースグレーティクルを取り出し、傷つかないように清掃する。