クリソタイル・セピオライト識別における熱履歴による分散色への影響

○畠山　貴紀、山本　大樹、伊藤　浩介、小野　勝義　（横浜市環境科学研究所）

横浜市環境科学研究所では、建材中のアスベスト定性分析において、偏光顕微鏡により分散色を確認することで、クリソタイルとセピオライトを識別している。加熱による両繊維の分散色を観察したところ、485℃・10 時間では、いずれも分散色の変化が認められ、セピオライトについては、クリソタイルの典型色に類似した色調を示した。また、クリソタイルの分散色の変化は、加熱温度だけでなく、繊維の露出状態やマトリックスの種類によっても異なることが確認された。

１　はじめに

横浜市環境科学研究所（以下、当研究所）では、横浜市の関係部署からの依頼を受け、走査電子顕微鏡（以下、ＳＥＭ）を用いて主に公共施設の建材中のアスベスト定性分析を行っている。また、ＳＥＭによりクリソタイルが疑われた繊維については、偏光顕微鏡により分散色を確認し、非アスベスト鉱物であるセピオライトとの識別をしたうえで最終的な同定を行っている。

２　研究目的

JIS A 1481-1 では、試料中のクリソタイルが有機マトリックス中に埋没している場合、485℃・10 時間で加熱を行うことで、クリソタイルの光学的特性に影響を与えることなく有機成分を除去できると示されている[1)]。一方、クリソタイルは高温での加熱により脱水酸化を生じ、屈折率や伸長符号など光学的特性が変化することが知られている[2)]。そこで本研究では、クリソタイル及びセピオライトについて、標準試料及び過去に当研究所が分析した建材検体等を用いて、加熱による分散色の変化を観察するとともに、繊維の露出状態やマトリックスの影響を検討し、今後のクリソタイル同定の精度向上に資する知見を得ることとした。

３　観察方法

3.1 観察試料

試料①から試料⑤までの計５試料を観察対象とした。試料①は当研究所が保管するクリソタイル（由来不明）、試料②はクリソタイル標準試料、試料③はセルロースを主成分とする保温材、試料④は石膏ボード、試料⑤はセピオライト標準試料である。試料①及び試料②は、クリソタイル繊維が完全に露出した状態（以下、自由状態）であり、由来の異なるクリソタイルにおける分散色の変化を比較する。試料③及び試料④は、当研究所において試料中の繊維をクリソタイルと同定した建材検体であり、加熱時におけるマトリックスの影響を比較する。

3.2 観察手順

各試料を 300℃、400℃、485℃及び 550℃で 10 時間加熱を行った。試料④については、加熱後にメノウ乳鉢及び乳棒で粉砕した。加熱した試料は顕微鏡用スライドガラス上に載せ、屈折率 1.5500 の浸液を滴下した後、カバーグラスを載せて標本を作製した。これを分散染色用対物レンズを装着した偏光顕微鏡により 100 倍で観察した。

4　結果と考察

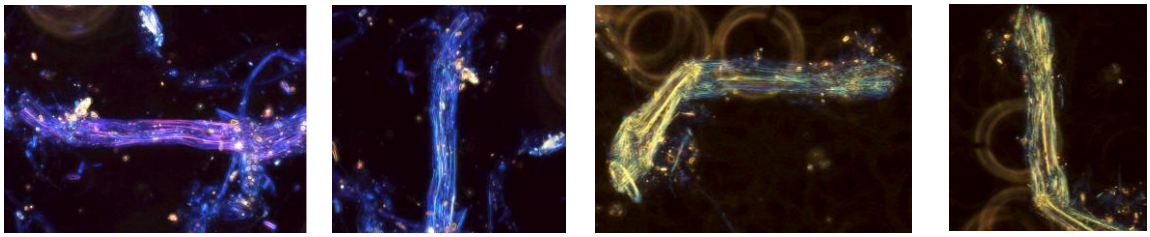
4.1 試料①及び試料②の分散色の変化（図 1, 2）

試料①及び試料②では、加熱による分散色の変化は概ね同様の傾向を示した。

加熱をしていない試料（以下、未処理試料）では、繊維方向が偏光顕微鏡の偏光子の振動方向に対して平行（以下、∥）の場合は桃～紫、垂直（以下、⊥）の場合は青～紫を示し、クリソタイルの典型色のみが確認された。485℃で加熱した試料では、典型色を示す繊維と∥及び⊥の両方向で黄を示す繊維が混在していた。550℃で加熱した試料では、∥及び⊥の両方向で黄を示す繊維が大部分を占めた。

以上より、クリソタイル繊維は、加熱温度の上昇に伴い典型色から∥及び⊥の両方向で黄へと変化する傾向が確認された。また、由来の異なるクリソタイル繊維においても同様の傾向を示す可能性が示唆された。

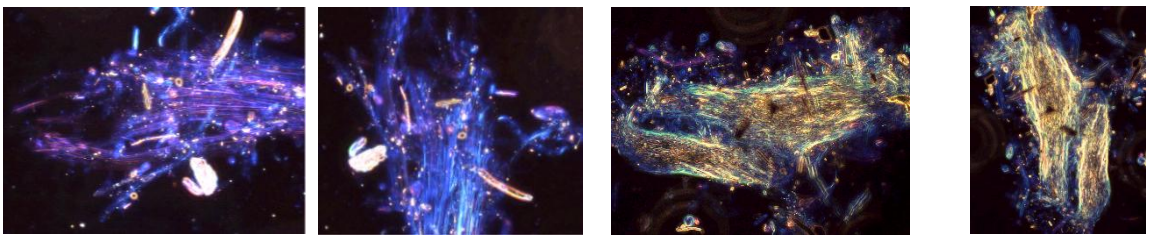
（未処理試料）　　（485℃で加熱した試料）



∥ 桃～紫　　⊥ 青～紫　　∥ 青～黄　　⊥ 黄

図 1 試料①の分散色の変化

（未処理試料）　　（485℃で加熱した試料）



∥ 桃～紫　　⊥ 青～紫　　∥ 黄　　⊥ 黄

図 2 試料②の分散色の変化

4.2 試料③及び試料④の分散色の変化（図 3, 4）

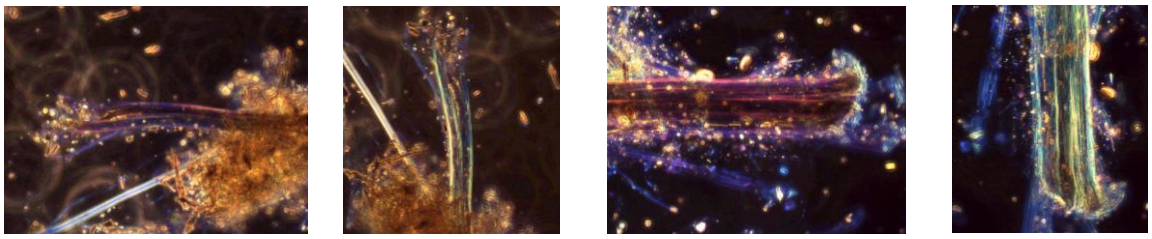
未処理試料では、試料③及び試料④のいずれも // 方向で桃～紫、⊥方向で青～紫を示し、クリソタイルの典型色のみが確認された。

試料③について、300℃で加熱した試料では、典型色を示す繊維が大部分を占めたが、⊥方向で黄へと変化した繊維もわずかに確認された。485℃及び 550℃で加熱した試料では、典型色を示す繊維と⊥方向で黄へと変化した繊維が混在していた。

試料④について、300℃で加熱した試料では、分散色の変化は認められず、典型色を示す繊維のみが確認された。485℃及び 550℃で加熱した試料では、典型色を示す繊維と⊥方向で黄を示す繊維が混在していた。

マトリックスに被覆された試料③及び試料④では、550℃で加熱しても // 及び⊥の両方向で黄を示す繊維は認められず、自由状態の試料①及び試料②と比較して、クリソタイルの典型色が保持される傾向を示した。また、試料③と試料④を比較すると、試料④はより高い加熱温度で分散色が変化した。試料③では加熱によってマトリックスの一部が除去されたが、試料④では加熱によってマトリックスが除去されずクリソタイル繊維を被覆していたことにより、繊維への直接的な熱影響を抑制したためと推測される。

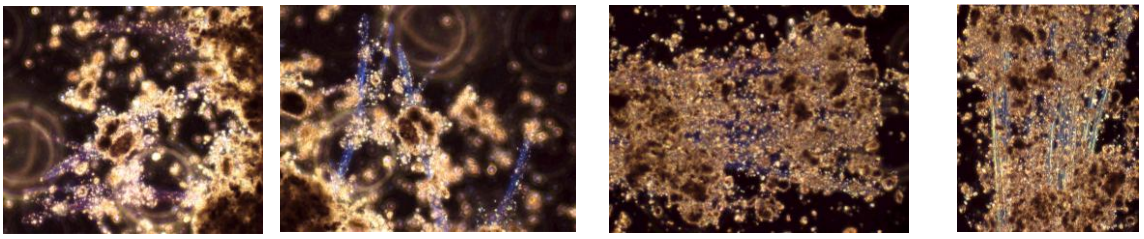
（300℃で加熱した試料）　　（485℃で加熱した試料）



// 桃～紫　　⊥ 青～黄　　// 桃～紫　　⊥ 青～黄

図 3 試料③の分散色の変化

（300℃で加熱した試料）　　（485℃で加熱した試料）



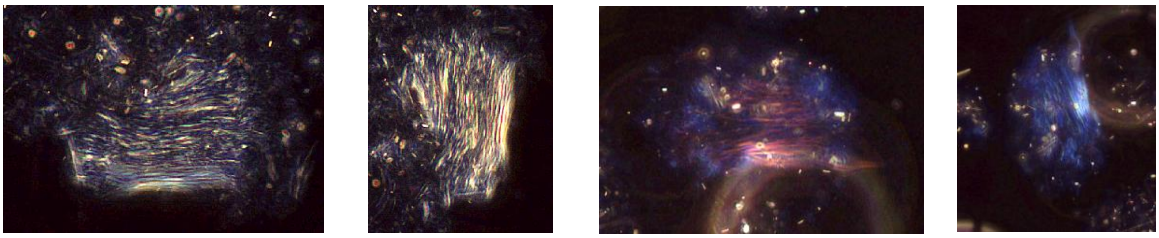
// 桃～紫　　⊥ 青～紫　　// 桃～紫　　⊥ 青～黄

図 4 試料④の分散色の変化

4.3 試料⑤の分散色の変化（図 5）

未処理試料では、∥及び⊥の両方向で濃青～白のやや不明瞭な色調を示した。300℃で加熱した試料では、未処理試料と比較して顕著な変化は認められなかった。一方、400℃で加熱した試料では分散色が変化し、∥方向で橙、⊥方向で濃青を示した。485℃及び 550℃で加熱した試料では、さらに分散色が変化し、∥方向で桃～紫、⊥方向で青～紫を示した。これはクリソタイルの典型色に類似した色調であり、この条件において、分散色のみでは両繊維の識別は困難となる可能性が示唆された。

（未処理試料）　　（485℃で加熱した試料）



∥ 濃青～白　⊥ 濃青～白　∥ 桃～紫　⊥ 青～紫

図 5 試料⑤の分散色の変化

５　おわりに

本研究では、クリソタイル及びセピオライトの分散色が加熱によって変化することを確認した。さらにセピオライトについては、JIS A 1481-1 に示される 485℃・10 時間の加熱により、クリソタイルの典型色に類似した色調を示すことを確認した。このため、分散色による両繊維の識別においては、可能な限り加熱を行わずに観察することが望ましいことが示された。一方、加熱を行わなければ観察が困難な場合は、両繊維の分散色はいずれも典型色から変化し得ること、さらにその変化は繊維の露出状態やマトリックスの種類によって異なることを考慮する必要があることが示された。

引用文献

1)　日本産業規格 JIS A 1481-1:2016、 建材製品中のアスベスト含有率測定方法－第 1 部：市販バルク材からの試料採取及び定性的判定方法－

2)　Jin Hyo Lee, Su Hyun Lee, Mi Hye Kang, Il Sang Bae, Ik Soo Kim, Kyu Mun Han, Soo Mi Eo, Kweon Jung and Ja Yong Koo, 2015, A Study on the Characteristics of Chrysotile and Amosite by Acid and Heat Treatment, Journal of Korean Society of Environmental Engineers, 37(6), 371-379