

# アスベスト定性分析支援の為のアスベスト結晶検出画像処理 —分散色変化を利用したアスベスト結晶計数法—

Image Processing of Asbestos Detection for Asbestos Qualitative Analysis Support Method  
- Application of Asbestos' Color Change by Dispersion Staining Method -

○学 石津 健一<sup>1</sup> 正 竹村 裕<sup>1,2</sup> 正 川端 邦明<sup>2</sup>  
正 浅間 一<sup>2,3</sup> 正 三島 健稔<sup>2,3,4</sup> 正 溝口 博<sup>1,2</sup>

Kenichi ISHIZU<sup>1</sup>, Hiroshi TAKEMURA<sup>1,2</sup>, Kuniaki KAWABATA<sup>2</sup>,  
Hajime ASAMA<sup>2,3</sup>, Taketoshi MISHIMA<sup>2,3,4</sup>, Hiroshi MIZOGUCHI<sup>1,2</sup>

1 Tokyo University of Science email address: j7508603@ed.noda.tus.ac.jp  
2 RIKEN, 3 Tokyo University, 4 Saitama University

Recently, the asbestos health issues are becoming very large. We aim at the development of asbestos qualitative analysis support method in distribution staining method which used the phase contrast microscope. The automatic detection and counting system for particle and asbestos crystal are proposed in this paper. By using our proposed method, particle detection robust to change of the brightness and color of microscope picture and asbestos detection are realized. We perform actual counting experiment and compare our proposed method's result to inspector's conventional method to show the validity of proposed method.

**Key Words:** Asbestos, Microscope, Image Processing

## 1. 緒言

近年アスベスト被害が大きな社会問題となっており、今後40年間の悪性中皮腫による死亡者数は10万人に上るといわれている[1]。これらの被害は主に建材中に含まれるアスベストが原因とされている。そのため、現在ではアスベスト含有の可能性が疑われる建築物の解体作業時には、アスベスト含有分析を行うことが公定法により定められている。この含有分析の処理手順については JIS 規格によって厳密に定められている。

アスベスト含有分析の作業過程は、定量分析と定性分析との2つに分けられる。定量分析は既に自動化されているため、高速な処理が可能である。一方、定性分析はいまだに自動化がなされていない。定性分析の処理過程の1つに、「分散染色法」と呼ばれる作業がある(JIS A1481)。これは、位相差顕微鏡を用いてアスベスト結晶を含む視野中の全粒子を1試料あたり3000個計数し(図1)、さらにその中に含まれているアスベスト結晶を計数するものである。この計数作業は、現在、検査員の目視で行われているため、一人当たり1日10資料ほどしか検査できないなど、時間的、肉体的、精神的に検査員の大きな負担となっている。今後、アスベストを使用した多くの建築物が耐久年数を迎えるため、検査の需要がさらに高まることが予想される。そのため、アスベスト分析の効率化及び自動化が強く求められている。



Fig.1 Microscope image

本研究の最終的な目的は、上記の定性分析を自動化する為の粒子自動計数器の開発である。目視による計数作業を画像処理により自動的に行う手法を提案し、アスベスト分析作業の大幅な効率化に貢献することを目指す。本稿では、その一端として抽出した粒子画像をアスベスト画像と粒子画像とに分類する手法を提案する。

## 2. 関連研究

アスベスト分析の自動化に関する研究は過去にも多く行われてきた[2][3]。しかしそれらは、空気中のアスベスト結晶を計数する手法である。空気中のアスベスト結晶の計数では、フィルターを通過した粒子のみ採取されるため、アスベスト結晶と同等やそれ以上の大きさの粒子が混在することは少ない。一方、建材中のアスベスト結晶法ではその特性上、様々な粒子が混在する。そのため、本研究では一般の粒子とアスベスト結晶を分類する技術が必要である。「分散染色法」の自動化においては川端らが自動で撮像画像を取得する装置を開発している[4]。これにより、撮像過程の自動化は実現したため、粒子及びアスベスト結晶の自動計数手法の必要性が高まっている。

## 3. 分散染色法

「分散染色法」では位相差顕微鏡に取り付けられている偏光板を回転させることにより、顕微鏡視野中のアスベスト結晶の色のみを変化させることができる(図2, 図3)。検査員は、この色変化をもとにアスベスト結晶とその他の粒子を見分け、それぞれを計数している。本稿では、このアスベスト結晶の特徴を利用して、検査員の目視による計数作業に近い手法を提案する。提案手法では、偏光板を回転させる前と後の2枚の画像を用いて、アスベスト結晶の分類を行う。ここで、偏光板を回転させる前の画像を画像A、回転後の画像を画像Bとする(図2)。

粒子抽出処理によって予め抽出した粒子画像を用い、アスベスト結晶とそれ以外の粒子との分類を行う。



Fig2. ImageA

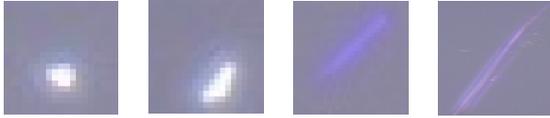


Fig3. ImageB

#### 4. 粒子抽出法

一般的に粒子検出の前処理には背景差分やエッジ抽出が用いられる。しかし、本研究の対象である分散染色法においては、顕微鏡撮像画像の背景の明るさや色が撮像条件によって大きく変化してしまい背景画像が一定ではない。3000個の粒子を計数する為には50枚以上の撮像画像を処理しなければならないため、その数だけ背景画像を用意しなければならない。また、アスベスト結晶や粒子の中には非常に背景色に近いものが存在し、エッジを抽出出来ない場合が多い。本稿では図4のように前処理として、1枚の撮像画像から自動的に背景領域を分類し、その後に粒子抽出する手法を用いた[5]。

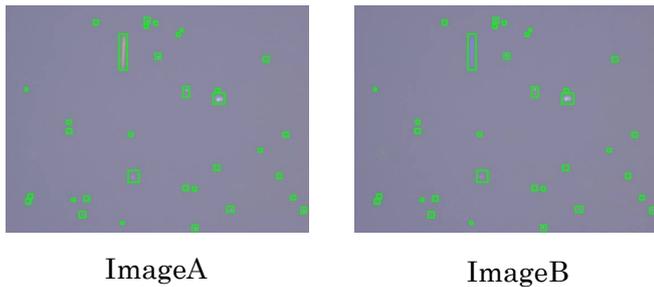


Fig.4 Result of particle extraction processing

#### 5. 分散染色法を用いたアスベスト結晶分類

「分散染色法」では、偏光を変えると画像中の粒子の位置にズレが生じてしまうことが分かっている。このため、2枚の画像を単純に比較するだけではアスベスト結晶を抽出することができない。また、2枚の画像それぞれで粒子を抽出すると、その対応付けが非常に困難になる。さらに画像によってそのズレの向きや大きさが異なることも分かっている。本稿では基準となる画像Aから粒子抽出処理により粒子を抽出し、抽出した領域と同じ座標の領域を、偏光を変えた後の画像Bから抽出する。ここでは色の変化のみの検証を行うため、抽出した画像を全て同じサイズにして検証を行った。そして、その2枚の画像のヒストグラムを比較することで、アスベスト結晶画像と粒子画像の分類を行った(図5, 6)。図に示す粒子画像のヒストグラムは画像Aと画像Bとでは変化が小さい。これに対して、アスベスト結晶画像のヒストグラムは画像Aと画像Bとで大きく変化している。本稿では色の変化を定量的に評価するために、色の変化の角度を算出した。角度により色の変化を評価することで、輝度値の高い粒子画像と輝度値の低いアスベスト画像においても強健な分類が可能となった(図7)。本稿では、このRGB値の平均値の角度の大小で分類を行った。本稿では角度の算出を式(1)のように定義する。

$$\text{角度} = \frac{\text{画像Aの平均値} \times \text{画像Bの平均値}}{\sqrt{\text{画像Aの平均値}^2 + \text{画像Bの平均値}^2}} \dots (1)$$

上記の式より3次元空間上に分布する2画像の角度を算出した。本稿では、このように算出した角度を利用する。

以下に分類処理手順を示す。

- ①顕微鏡画像を用意
- ②粒子抽出処理の実施
- ③画像Aで抽出した粒子領域と同じ領域を画像Bより抽出
- ④粒子サイズが200pixel未満を除去
- ⑤画像のRGB値の平均値を算出
- ⑥偏光の異なる画像(画像A, 画像B)よりRGB値の平均値の角度差を算出
- ⑦差の大きさにより、アスベスト結晶とその他の粒子に分類

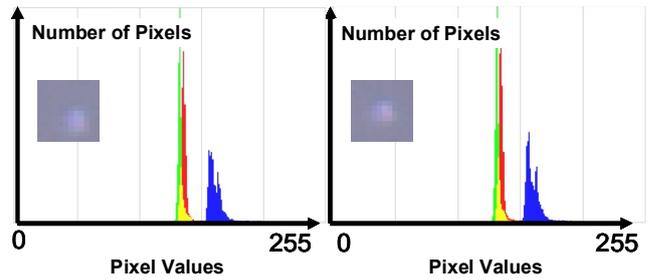


Fig.5 Histogram of particle image

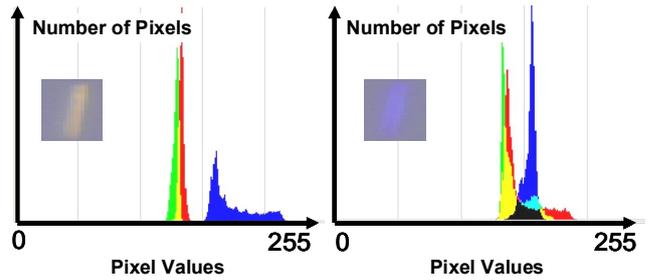


Fig.6 Histogram of asbestos image

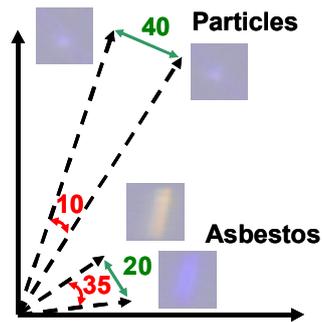


Fig.7 Calculation image

#### 6. 分類実験

実際に分類処理を適用し、アスベスト結晶の分類実験を行った。本稿では、アスベストの一種アモサイトの画像50枚で実験を行った。画像50枚中に抽出粒子は2423個であった。その中に、検査員がアスベスト結晶だと認識したものが136個存在した。結果は、正解が110枚、False Positive粒子が40個、False Negative粒子が26個であった。ただし、粒子抽出処理の段階でのアスベスト結晶の見落としが5個存在した(表1)。ここで、False Positiveとは検査員が計数しなかったが

提案手法では計数した粒子を指し, False Negative とは検査員が計数したが提案手法では計数されなかった粒子を指す. True Positive は正しく計数されたアスベスト結晶の数である.

Table 1 Result of classification experiment

False Positive	40
False Negative	26
True Positive	110

## 7. 結言

本稿では前処理で抽出した画像を用いて, 偏光板の回転前と回転後のアスベスト結晶の色変化の特徴を用いることで, 検査員の目視作業と類似した分類手法を提案した. 偏光を変えると, 画像にズレが生じてしまうことが分かっている. そのために, 2 種類の抽出画像のヒストグラムを比べることで, その問題を解決した. その結果, 計数する対象が粒子 3000 個であることを考慮すると, 非常に高い精度であり実際に利用可能な範囲であると考えられる.

## 謝辞

本研究は, 環境省廃棄物処理等科学研究費補助金(研究番号: K2061)により実施されたものである.

## 文献

- [1] 村山武彦, “アスベスト汚染による将来リスクの定量的予測に関する一考察”, 環境と公害, 32 巻 2 号, 31-38, 2002
- [2] L. C. Kenny, “Asbestos fibre counting by image analysis – the performance of Manchester asbestos program on Magiscan”, Ann Occup Hyg, 28(4), 401-415, 1984
- [3] 井上靖雄, 山本尚理, 柳沢幸雄, “画像処理によるアスベスト繊維の自動計数手法の開発—エッジを用いた対象物認識手法—”, 環境情報科学論文集 21, 467-470, 2007
- [4] 川端ら, “アスベスト定性分析のための顕微鏡自動観察装置の開発”, ロボティクス・メカトロニクス講演会’08 講演論文集 (CD-ROM), 2P1-A24, 2008
- [5] Kenichi Ishizu, Hiroshi Takemura, Kuniaki Kawabata, Hajime Asama, Taketoshi Mishima, Hiroshi Mizoguchi, “Image Processing of Particle Detection for Asbestos Qualitative Analysis Support Method”, SICE, 3202-3207, 2008