

アスベスト定性分析支援の為の粒子検出画像処理 ～ 背景色分散を用いた粒子抽出 ～

Image Processing of Particle Detection for Asbestos Qualitative Analysis Support Method
～ Particle Detection Based on Color Variance of Background Area ～

学 石津 健一^[1] 正 竹村 裕^{[1][2]} 正 川端 邦明^[1]
正 浅間 一^{[1][3]} 正 三島 健稔^{[1][2][4]} 正 溝口 博^{[1][2]}

Kenichi ISHIZU^[1], Hiroshi TAKEMURA^{[1][2]}, Kuniaki KAWABATA^[1],
Hajime ASAMA^{[1][3]}, Taketoshi MISHIMA^{[1][2][4]}, Hiroshi MIZOGUCHI^{[1][2]}

[1] Tokyo University of Science email address: j7504009@gmail.com
[2] RIKEN, [3] Tokyo University, [4] Saitama University

We propose the technique of classifying the background area automatically by calculating the color variance in the RGB space of the picture. By using this technique, the background area classification robust to change of the brightness and color of the picture was enabled. Moreover, the validity of this technique was shown by actually performing particle extraction and verifying the result which carried out calculation. We aim at development of the particle detector which performs particle counting automatically about the "distributed staining method" which is one of the processing of asbestos analysis. The pictures were taken by the phase microscope.

Key Words: Asbestos, Image Processing, Particle Detection.

1. 緒言

現在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。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の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。また、アスベスト分析の処理手順についてもJIS規格によって厳しく定められている。

アスベスト含有の有無を分析する作業過程は定性分析と定量分析の2つに分けられる。定量分析については既に自動化が実現しているため、高速な処理が可能であるが、定性分析においては自動化がなされていない。定性分析の処理過程の1つに、アスベスト結晶及び全粒子を位相差顕微鏡を用いて1試料あたり3000個計数する「分散染色法」と呼ばれる作業がある(JIS A1481)。この計数作業は、現在、検査員の目視で行われているため、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向かえるため、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。

本研究の最終的な目的はアスベスト定性分析の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、まず位相差顕微鏡で撮像した画像を小領域に分割し、小領域におけるRGB画素値から算出した色分散を用いて背景領域の分類を行い、その後分類した背景領域の情報を用いて撮像画像中の粒子を抽出及び計数するという2つの処理からなる手法を提案する。

2. 背景領域の特定

一般的に粒子検出の前処理には背景差分やエッジ認識が用いられる[1][2]。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う。そのため、多量の撮像画像を処理する際、その数だけ背景画像を用意しなければならない。

そのような方法では非常に非効率である。本稿では第1の処理として、一枚の撮像画像から自動的に背景領域を抽出する手法を提案し、粒子抽出の前処理として用いた。

3. 分類手法

本稿では位相差顕微鏡による撮像画像(630×480(pixel))を用いた。この撮像画像を任意の小領域(30×30(pixel))に分割し、粒子の存在する小領域を粒子小領域、粒子の存在しない小領域を背景小領域とした。それぞれの小領域中の全RGB画素値を取得し、それぞれの画素値をRGB空間に描画した。その結果、粒子小領域には画素値の分布に広がりが見られた(図1)、背景小領域には分布の広がりが見られなかった(図2)。この特徴を用いて背景領域の分類を行った。

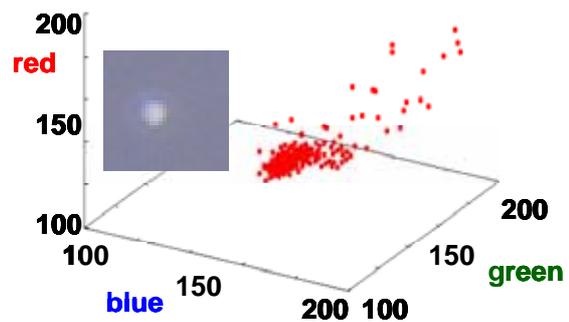


Fig.1 Small area of particle existence

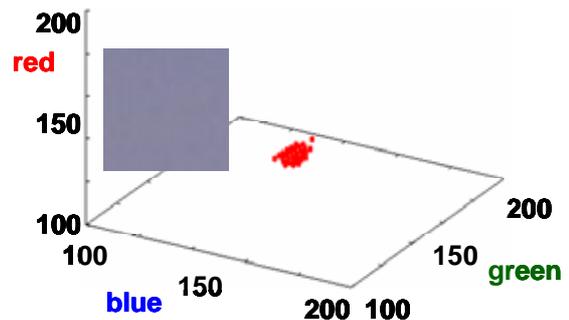


Fig.2 Small area of background

RGB 空間における画素値の広がり分散値の算出により数値化する。分散とは標本が標本平均からどれだけ広がっているかを示す指標である。RGB それぞれの分散値を算出し、その結果を RGB 3 次元グラフに描画する(図 3)。グラフより、背景小領域()は RGB それぞれの値が小さいが、粒子小領域()は RGB の分散値が大きくなっていることが分かる。したがって、分散値の大きさによって小領域を背景小領域と粒子小領域とに分類できることが分かる。

4.粒子抽出手法

粒子小領域と背景小領域を分類しただけでは粒子の抽出ができていないため、粒子の計数はできない。そこで、第二の処理として粒子抽出処理を行う。前章に示した手法を用いて分類した背景領域の情報を用いて粒子抽出を行う。以下に粒子抽出の手順を示す。

位相差顕微鏡撮像画像を読み込む(図 4(a))。

前章で得られた背景領域において R, G, B それぞれの値の平均を求める(図 4 (b))。

得られた値を用いて模範背景を作成し、差分を行う(図 4 (c))。

画像のグレースケール化及び二値化を行う。

ラベリングを行う。

抽出されたそれぞれの粒子領域を矩形で囲む(図 4 (d))。

結果を計数する。

5.粒子計数実験

提案手法を用いて粒子計数実験を行った。実際に現場で使用されている標準試料を用い、位相差顕微鏡 Nikon ECIPSE 80i により撮像した。

用意した撮像画像は 15 枚である。実際にアスベスト検査を行っている検査員に撮像画像中の粒子を計数してもらい、その結果と本稿の処理結果を比較、評価した。また、同じ撮像画像による、背景差分のみを用いた実験も行った。背景差分で用いた背景画像は試料をセットする前にあらかじめ顕微鏡で撮影した画像である。

実験結果を以下に示す。まず、撮像画像 15 枚における検査員の計数結果と提案手法の処理結果を比較した(表 1)。検査員が実際に計数した粒子数は 540 個であり、提案手法の処理結果は 549 個であった。検査員の計数結果と提案手法の計数結果を比較すると抽出率 101.7% である。

次に、本提案手法の結果と背景差分のみを用いた結果を撮像画像 15 枚ごとに検証してみた(図 5)。その結果、背景差分のみを用いた実験では粒子計数率のばらつきが大きくなっていることが分かる。一方、提案手法では 15 枚中 12 枚が ±10% を達成しており、画像毎の計数率のばらつきが小さいことが分かる。撮像画像によって明るさが微妙に異なるにも関わらず高精度な結果を実現できた。これは、粒子計数の前処理である背景領域の分類が上手く機能しているからであると考えられる。

6.結言

本研究では、色分散を用いた背景領域の特定と背景領域の情報を用いた粒子抽出の 2 つの処理に分けることで粒子検出器の開発を実現した。また、前処理として背景領域を特定し、画像ごとに模範背景を作成することで、明るさや色の変化に関係なく、高精度な粒子計数が可能となった。その結果、画像ごとの計数率のばらつきを抑えることに成功した。

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: K1920)

により実施されたものである。

参考文献

- [1] L.C.Kenny, "Asbestos fibre counting by image analysis - the performance of Manchester asbestos program on Magiscan", Ann Occup Hyg, 28(4), 401-415.
 [2]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.

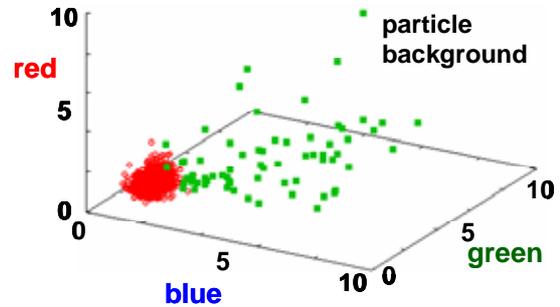


Fig.3 Distribution of RGB Variance

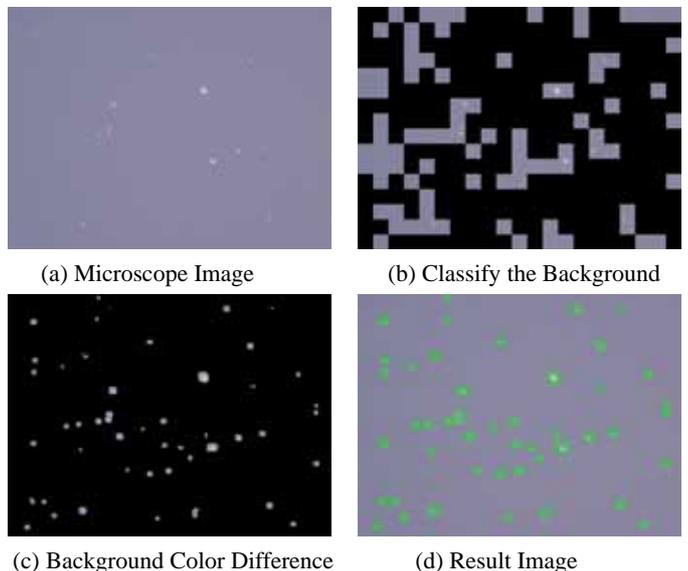


Fig.4 Procedure and Result

Table 1 Particle Counting Result by Inspector and by the Proposal Technique

Inspector	Proposal Technique	Counting Rate(%)
540	549	101.7

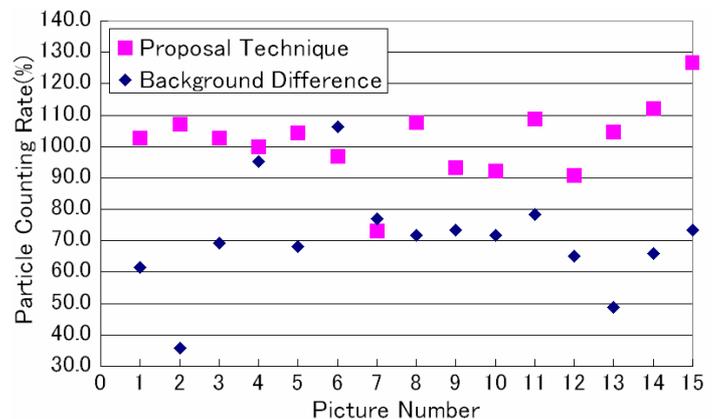


Fig.5 Particle Counting Rate for Every Picture