

Title	大気中石綿繊維濃度の高精度・自動化測定法に関する研究
Author(s)	井上, 義雄
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3161873">https://doi.org/10.11501/3161873</a>
DOI	10.11501/3161873
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	井 上 義 雄
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 9 0 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 1 1 年 7 月 2 6 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	大 気 中 石 綿 繊 維 濃 度 の 高 精 度 ・ 自 動 化 測 定 法 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 山 口 克 人 (副 査) 教 授 笹 田 剛 史 教 授 辻 裕 助 教 授 加 賀 昭 和

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、画像処理手法を用いた石綿繊維の自動計数システムの構築と一般環境における石綿繊維濃度測定のための計数試料作製法の開発を目的としたものであり、以下の6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景として石綿の社会とのかかわりを様々な角度からとらえることにより石綿のもつ社会的特徴や問題点を探り、石綿繊維の自動計数システムと一般環境用計数試料作製法の開発の必要性を論じるとともに、本論文の位置づけを明らかにしている。

第2章では、従来から作業環境中の石綿繊維濃度測定に用いられている肉眼計数法およびろ過法による計数試料作製法の概要を述べている。あわせて、肉眼計数法を用いた計数者間の計数値の変動要因を特定するためのクロスチェックを実施することにより、肉眼計数法のもつ問題点を明確にしている。

第3章では、計数の自動化の必要性を説き、肉眼計数法のもつ諸問題の解決法のひとつとして画像処理手法を用いた石綿繊維の自動計数システム (AFACS: Asbestos Fibers Automatic Counting System) を提案している。この計数システムの特徴は、①計数基準を肉眼計数基準に準拠させていること、②ハードウェアを汎用機器で構成し、更新に対して柔軟に対応できるようにしていること、の2点にあり、コストを低く抑さえ導入を容易なものとしている。計数アルゴリズムの妥当性の検討は国際石綿協会が示した「石綿繊維の数の判定要領」の線図を用いて実施し、その結果から十分実用に耐えるものであると結論づけ、さらに肉眼計数機関とのクロスチェックの比較結果からも妥当な値を得ている。また、操作手順に従って行う顕微鏡の視野選択、焦点合わせなど手動操作部分の個人的誤差が、計数結果に有意な影響を及ぼさないことを実験的に明らかにしている。

第4章では、一般環境中の浮遊粉じんの特徴から、一般環境における計数試料作製に作業環境と同様な過法を用いる場合の問題点を指摘し、新たな一般環境用計数試料作製法の必要性を明らかにするとともに、一般環境用計数試料作製法としてインパクトを用いた粉じん捕集法と熱・酸処理を併用した試料作製法を提案している。また、インパクト設計のための分級理論の繊維状粉じんへの適用を試み、分級性能試験を実施しその有効性を検討している。同時に熱・酸処理による非石綿繊維の除去の有効性を実験的に検証している。

第5章では、一般環境中における石綿繊維の濃度測定例として、自動車のブレーキパッドに含まれる石綿繊維の大気中への飛散に注目した交差点近傍の実測調査により、実際の大気中の石綿濃度計測における石綿繊維の自動計数システムと一般環境用計数試料作製法の実用性を実証している。

第6章では、以上の各章の結果をとりまとめ、本論文で得られた成果および今後の課題を提示している。

## 論文審査の結果の要旨

石綿による大気汚染は、近年、石綿製品製造過程などの作業環境における高濃度・局部汚染から、建造物の解体現場や自動車のブレーキパッドからの飛散などによる一般環境における低濃度・広域汚染へと拡大しているが、後者のような非職業性暴露に対する石綿の人体への健康影響は未だ明らかにされておらず、今後、職業性暴露の場合以上に増加することが懸念されている。また現在、日本における大気汚染物質対策は、因果関係が明確でなくとも少しでも健康に悪影響を及ぼす可能性があればリスクを軽減すべき対策を行うとする予防医学的な観点からの考え方に変わりつつある。このため、低濃度・長期暴露の評価に資するための、大気中の石綿濃度の適切なモニタリングが必要とされている。現在、石綿繊維の空气中濃度測定は、作業環境においてはろ過捕集による試料作製および位相差顕微鏡を用いた肉眼計数により実施され、一般環境においても作業環境の測定法に準じて実施されている。しかし、一般環境における石綿濃度は作業環境におけるその1/100程度の濃度であり、また一般環境中では非石綿繊維物質の存在比率が作業環境に比べて著しく高いため、一般環境用の計数試料作製にろ過法をそのまま適用するには限界があり、一般環境用として新たな方法を開発することが望まれている。一方、肉眼計数法は計数値が計数者の主観に大きく依存するため計数値の再現性や客観性の欠如が指摘され、また計数者の肉体的負担の軽減のためにも自動計数の導入が望まれ、これに対する社会的要請はきわめて大きい。本論文は、慣性捕集法と熱・酸処理を併用した一般環境用計数試料作製法の提案および画像処理手法を用いた石綿繊維の自動計数システムの構築を行うとともに、それらの有用性・妥当性を検討したものである。また、自動車のブレーキパッドから放出される石綿に注目した実測を試み、実際の場への適用性を検証した結果をまとめており、主な成果は以下のとおりである。

- (1) 肉眼計数機関間のクロスチェックを行い、従来手法の問題点を明らかにしている。
- (2) 画像処理手法を用いた石綿繊維の自動計数システムのアルゴリズムを構築し、国際石綿協会が提示した画像を用いて計数アルゴリズムの妥当性を検討・評価している。
- (3) 一般環境用計数試料作製法としてインパクト型粉じん捕集装置の設計手法を示し、熱・酸処理を併用することにより、微細粉じんや非石綿繊維の計数試料からの除去の可能性を示している。
- (4) 一般環境中石綿粉じんの測定例として、自動車のブレーキパッドから飛散される石綿を実測することにより、石綿繊維の自動計数システムと一般環境用計数試料作製法の実際の場への適用性を検討している。

以上のように、本論文は一般環境中の石綿繊維濃度の測定を目的とした計数試料作製法と画像処理手法を用いた石綿繊維の自動計数システムを開発しており、環境工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。