

陰影領域回折像をもちいた微粒子計測法の検討 (Ⅱ)

石橋秀斗¹・戸田学²・金井徳兼³

1 大学院工学研究科電気電子工学専攻 (hideto@ele.kanagawa-it.ac.jp)

2 大学院工学研究科電気電子工学専攻 (mtoda@ele.kanagawa-it.ac.jp)

3 電気電子工学科 (nkanai@ele.kanagawa-it.ac.jp)

Experimental study of detecting information about pollens using the diffraction in their shadow region(Ⅱ)

Hideto ISHIBASHI¹⁾, Manabu TODA²⁾, Norikane KANAI³⁾

The diffraction in the shadow region illuminated by coherent light gave precise information on the shape of small pollen grains. Here, we report on the experimental techniques used in counting pollen grains using the linearity in the spectrum of diffraction patterns appearing in their shadow regions.

Key Words: counting pollen gains, diffraction, spectrum

1. はじめに

全国に 1500 万人いるといわれる花粉症患者にとって、気象庁などが発表する飛散花粉情報は健康管理上重要である。一般的に花粉計数はダラム法に代表される収集した 1 日分の花粉を顕微鏡視野下で目視計数する手法が主流である¹⁾。省力化や計数点の増加などの観点から、空中浮流する花粉を非接触でリアルタイムに計数する手法の開発に期待が寄せられている。光をもちいた手法は、回折理論を応用した光回折法²⁾、前方側方散乱光を用いた Fraunhofer 光散乱法³⁾などが提案され、一部の計数方法は実用化に向けて花粉モニターとして試験運用されているが、花粉の種類や花粉と同程度の大きさの粉塵を区別することが難しいなどの課題が報告されている。

前回の報告⁴⁾では花粉にコヒーレント光を照明した際に生じる陰影領域回折像の空間構造に注目し、それらの空間スペクトルの特徴を用いた花粉の分別方法を提案した。実験結果の解析から、花粉の計数方法や、異種の花粉が混在する場合の空間スペクトルの変化量など、実計測に向けての課題が浮き彫りになった。

本報告では陰影領域回折像の空間スペクトルの線形性に注目し、花粉の計数法への応用を実験的に検討した結

果を報告する。

2. 陰影領域回折像の空間スペクトルによる花粉分別

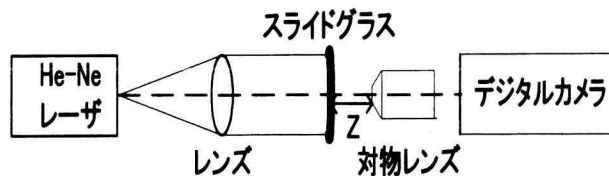


図1 実験装置。

我々は、花粉のつくる陰影領域回折像に注目し、花粉の分別方法を検討している。

図1は花粉の陰影領域回折像の撮影実験装置を示す。光源には波長 $0.6328\mu\text{m}$ の He-Ne レーザを使用した。光源から発した光をレンズにより発散・伝搬し、スライドガラス上に付着した花粉に照射し、試料後方のデジタルカメラで花粉の陰影領域回折像を撮影した。実験試料として径約 $30\mu\text{m}$ のスギ花粉と径約 $40\mu\text{m}$ のマツ花粉を使用した。図2は観測した花粉による陰影領域回折像の例を示す。スギ花粉とマツ花粉の陰影領域回折像には形状の違いによる構造の差が顕著に表れている。

観測した花粉の回折像はモノクロ変換後、照明によるシ

エーディング補正の過程を経て、像全体の明るさを均一にした。それぞれの陰影領域回折像をフーリエ変換し、空間領域のスペクトル情報（花粉の陰影領域回折像の縞の間隔情報）を求めた。図3は解析した花粉の空間スペクトル例を示す。マツ花粉の陰影領域回折像の空間スペクトルは、スギ花粉と比較すると細かい縞情報に対応した高周波成分を多く含んでいる。このことから、高周波成分の特徴的な空間スペクトル値に注目し、花粉の分別を試みた。マツ花粉とスギ花粉の陰影領域回折像の空間スペクトルを比較すると、空間周波数が40以上60以下の区間では、スギ花粉の空間スペクトル値に対し、個体差はあるがマツ花粉の場合は4倍程度の値であった。スギ花粉とマツ花粉ではこの区間のスペクトル値に大きな差があることから、スギ花粉とマツ花粉の分別が可能である。

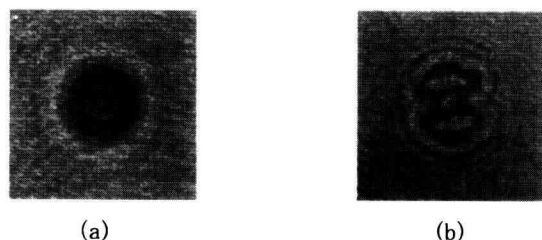


図2 スギ花粉(a)とマツ花粉(b)の陰影領域回折像の例。

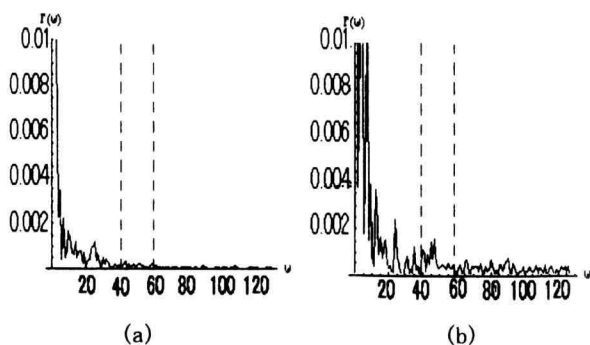


図3 スギ花粉(a)とマツ花粉(b)の陰影領域回折像の空間スペクトル変換例。横軸を空間周波数 ω 、縦軸を空間スペクトルの値 $I(\omega)$ [両軸とも単位は任意の単位]とした。

次に注目した空間スペクトルの値を用いた花粉の計数について考察した。観測試料のマツ花粉の個数を1個から6個まで変化させ、それらの回折画像において、注目した区間のスペクトルの極大値を合計した。図4はマツ花粉の個数と空間スペクトル値の関係を示す。マツ花粉の個数が増加すると、設定した区間の空間スペクトル値の合計値も増加した。花粉の個体差が影響しているが、設定した区間の空間スペクトル値の合計値とマツ花粉個数との間には線形関係が成り立った。

以上のことから花粉が作る陰影領域回折像の花粉の形状に対応した空間スペクトルに注目することにより、種類別計数への可能性が見出された。

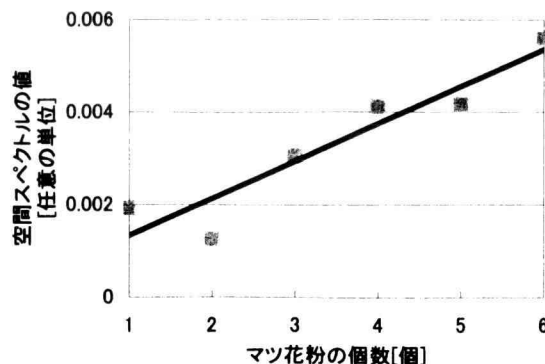


図4 マツ花粉の個数と空間スペクトルの関係。

3. まとめと今後の課題

本報告では花粉の陰影領域回折像の空間スペクトルの線形性に注目し、花粉の計数法について実験的に考察した。報告した解析結果から回折像の空間スペクトルの値を校正することによって花粉の分別および計数が可能と考える。

本実験結果を応用し、スギ花粉や塵などの空間スペクトルについても特徴的な極大値を見出し、花粉の種類別計数へ応用したい。

参考文献

- 1) 村山貢司：“ダーラム法による観測値と空中スギ花粉濃度の関係に関する研究”，文部科学省，スギ花粉症克服に向けた総合研究，pp154-168(2003)。
- 2) 松山達，山本英夫：“レーザ回折法における粒子形状の問題”，粉体工学会，粉体工学会誌第41巻第4号，pp275-282(2004)。
- 3) 清水勲：“浮遊粒子の可視化技術”，エアロゾル研究，エアロゾル研究第4巻第3号，pp175-184(1989)。
- 4) 戸田学，石田誠，石橋秀斗，金井徳兼：“陰影領域回折像をもちいた微粒子計測法の検討（I）”，神奈川工科大学，神奈川工科大学研究報告第28号，pp41-44(2004)。