

パルスモニターを用いたスギ、ヒノキ空中花粉の自動計測

○川島茂人（農環研、東大）・藤田敏男（大和製作所）・佐橋紀男（東邦大学）・高橋裕一（山形衛研）

はじめに

空中花粉によるアレルギー問題に対処するために、簡易で自動的な空中花粉測定法の開発が求められている。近年、エレクトロニクス技術を応用した新しい空中花粉計測機器が、いくつかの企業などから発表されるなど、有効な機器への期待が高まっている。しかしながら、現実には、花粉以外の空中浮遊物質によるノイズや、花粉種類の判別がうまくできないなど、多くの問題が存在している。そこで我々は、レーザー光学の基礎技術を応用して、個々の粒子がレーザー光線ビームを通過したときに生じるパルス状散乱光について、測方散乱光の強度、前方散乱光の強度、およびその発生時刻を、全て記録するレーザーパルスモニターを製作した。得られたデータは、ダーラム法により得た空中花粉数と比較して解析した。その結果、スギ、ヒノキなど複数種類の花粉を同時にリアルタイムに自動的に判別して係数する技術を見いだした。

方法

観測は、2005年の春に船橋市の東邦大学屋上で行った。既存の手法による実測値としては、ダーラム法による日別空中花粉数を用いた。4月中に観測された花粉数の合計は、スギ 5858 個/cm²、ヒノキ 1995 個/cm²、ケヤキ 265 個/cm²、マツ 221 個/cm²、ハンノキ 35 個/cm² などであった。本解析では、観測数の多かった3種類の花粉を対象とした。開発したレーザーパルスモニターでは、波長 780 nm、出力 3mW の半導体レーザーを用いた。光線は、コリメートレンズ及びかまぼこ型のシリンドリカルレンズを通して、大気吸引ノズル部において厚さ約 30 μm のシート状のビームにした。そこにノズルから粒子が入り込むと、粒径に応じた散乱光を生じ、その散乱光を受光素子 (PIN-PD) で検知する。この信号は粒子がシート状の光を通過する時間だけ出力する為にパルス状の信号となる。その前方散乱光パルスの大きさと、測方散乱光パルスの大きさをパルス発生時刻とともに外部出力する。出力データは、パーソナルコンピュータで受けて、自動的にハードディスクに記録する方法とした。

パルスモニターの空気吸引口には垂直にロートを取り付け、風向きに影響されないようにした。ポンプから排出された空気の一部は、フィルターを通して光学系内に戻る。この気流は花粉を含んだ吸引空気を包み込むようにして光学系内を通過する (エアージャケット方式)。この方式は、光学系内の汚れを防ぐだけでなく、花粉濃度の変化に対する応答速度を改善する。

結果

各粒子により得られた測方散乱光強度と前方散乱光強度を、2次元の散布図にして解析した。散布図上で、対象とする花粉の信号が占めている領域を抽出するために、抽出窓 (Extract Window) を求めた。具体的には、対象とする花粉ごとに、4つのパラメータ (測方散乱下限値、測方散乱上限値、前方散乱下限値、前方散乱上限値) を様々な組み合わせで変化させ、抽出窓で得られる花粉数の日別値と、ダーラム法で得られた実測値の相関が最大になるように4つのパラメータを決定した。図1に、3種類の花粉に対する抽出窓の領域を示す。パルスモニターによる方法で求めた空中花粉数の経日変化を、ダーラム法で得た実測値とともに図2に示す。この図から、本手法は3種類の花粉 (スギ、ヒノキ、ケヤキ) について、同時に区別して飛散数を計測できることがわかる。パルスモニターと2方向散乱光強度の抽出窓を用いる方法は、複数種類の空中花粉の濃度を、自動的にリアルタイムで計測するための新たな手法となる可能性が高いことが明らかになった。

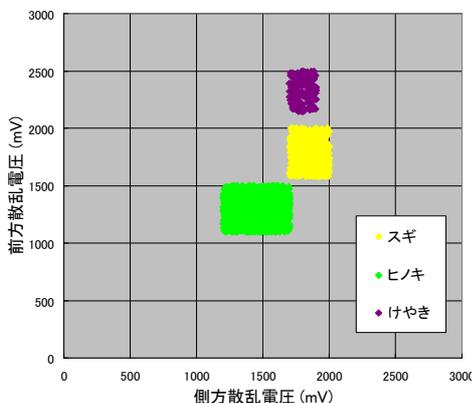


図1 散布図における抽出窓

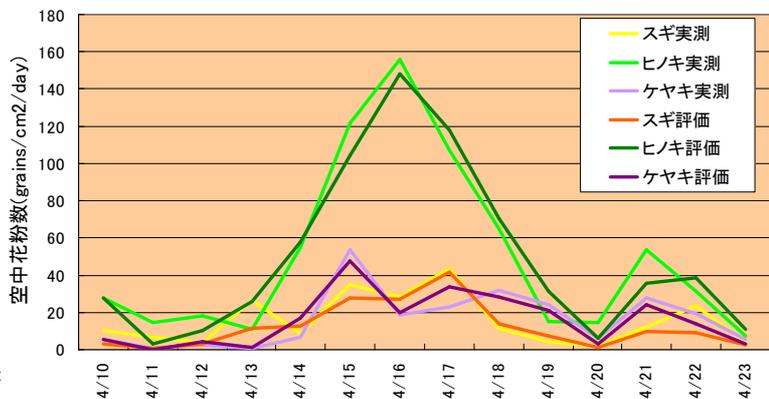


図2 パルスモニター法とダーラム法による空中花粉数