

トウモロコシ花粉飛散量の連続的自動計測

地球環境部気象研究グループ大気保全ユニット 川島 茂人

遺伝子組換え技術を用いて作られた作物の安全性や環境への影響が懸念される中、害虫抵抗性トウモロコシ花粉が標的外の昆虫を傷つけてしまう可能性や、花粉の飛散による別品種との交雑などが問題となっている。トウモロコシ群落から放出された花粉の周辺空間への飛散数は、群落からの距離に従って指数関数的に減少するとされている。しかしながら、どこまで飛散するかは、気象条件や植物の開花状態などによって大きく左右される。このような問題に適切に対応するためには、風媒花作物の空中花粉の飛散動態を詳しく知る必要がある。飛散動態調査には、まず、問題となる作物に適した空中花粉自動測定手法の開発が必要である。そこでわれわれは、トウモロコシを対象として、簡易かつ連続的に自動計測が可能な空中花粉の測定装置（トウモロコシ花粉モニター）を開発した（図1）。

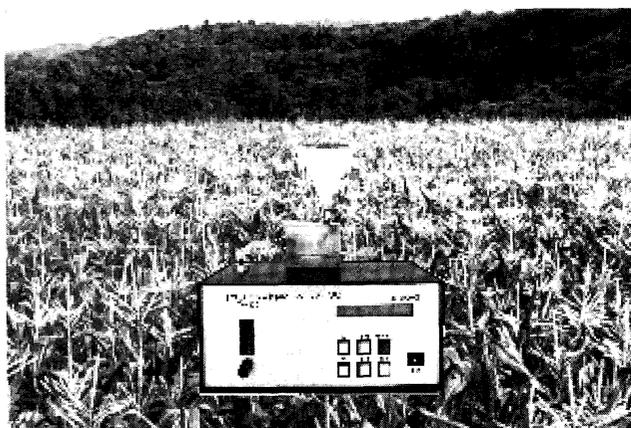


図1 トウモロコシ花粉モニターの外観

トウモロコシ花粉モニターの概要

図2 a) に光学系のブロック図を示す。オートパワーコントロールされた波長780 nm、出力3 mWの半導体レーザーから出た光は、コリメートレンズおよ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する。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。そのパルス幅と前方および側方散乱光量を検知することにより、球形に近い粒子を検出できるように設計した。

図2 b) に花粉モニターのエアフロー系を示す。大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なっている。吸引口は砂抜き容器に直結しており、砂は比重差で落下し、除去される。花粉を含んだ大気は光学系に入り、半導体レーザー光に照射され、花粉などの粒子が存在すると散乱により検知する。その後、大気はフィルターを通り、花粉などの粒子を除去し、ポンプ脈流を軽減する緩衝タンクを経てポンプに吸引される。ポンプから排出された一部

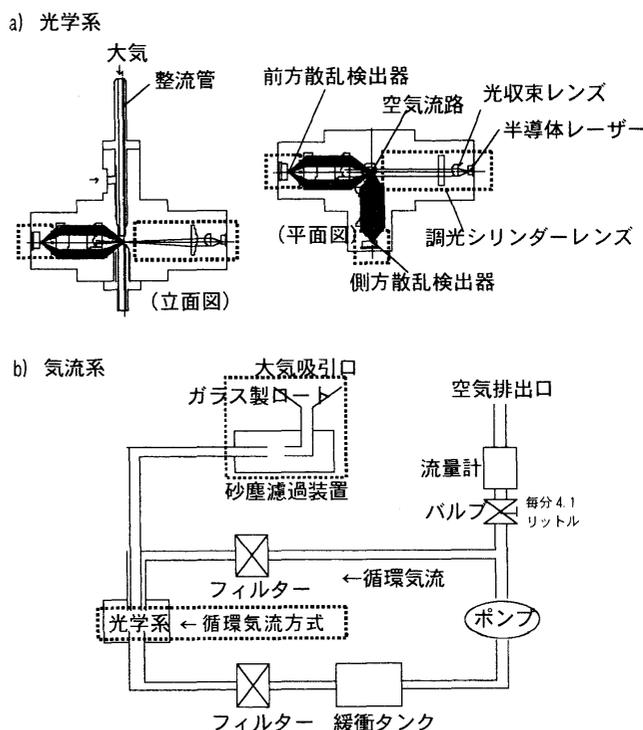


図2 トウモロコシ花粉モニターの光学系と気流系

の大気は、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性を改善する。測定流量は、ポンプの大きさと光学系の特性などを考慮した結果、毎分4.1 l（4時間で1 m³）とした。

トウモロコシ花粉モニターの計測値

トウモロコシ花粉モニターによる花粉飛散量を、花粉モニターに近接して設置したダーラム型捕集器による花粉飛散数と比較した。ダーラム法は、空中花粉の基準的測定法として広く用いられている手法であるが、顕微鏡での花粉計数に多大の労力を要するなどの問題点がある。花粉モニター（吸引口大）による飛散量とダーラム法による飛散数の間の相関係数は0.949、花粉モニター（吸引口小）による飛散量とダーラム法による飛散数の間の相関係数は0.928となった。いずれの組み合わせでも、花粉モニターの飛散量は、ダーラム法の飛散数と非常に高い相関が認められた。図3に、ダーラム法による花粉飛散数と、花粉モニターによる花粉飛散量の関係を散布図で示す。回帰直線の寄与率から、トウモロコシ花粉モニター（吸引口大）は、ダーラム法で測定した変動の89%を説明することがわかる。

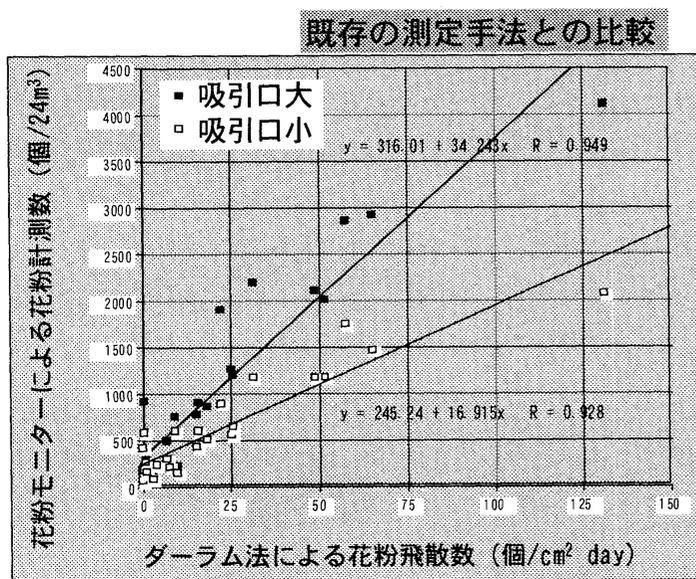


図3 ダーラム法による花粉計測値と花粉モニター装置による日花粉飛散量の関係

花粉飛散量の経時変化

図4に、トウモロコシ花粉モニターで計測された花粉飛散量の経時変化を示す。この図から、花粉飛散量の多い日も少ない日も、飛散量の日内変動がきわめて大きいことがわかる。日中に最大となり、夜間にほぼゼロとなること、ピークは鋭く尖っており、滑らかな変化ではなく不連続で間欠的であることなどがわかる。午前中にピークがあり、正午にはピークの半分以下に減少している。日の出後の増加は急であるが、ピーク後から夜にかけての減少は緩やかである。

本装置は、さらに高精度で空間的代表性の高い値が得られるように改良する予定である。そのため、今後は、データの

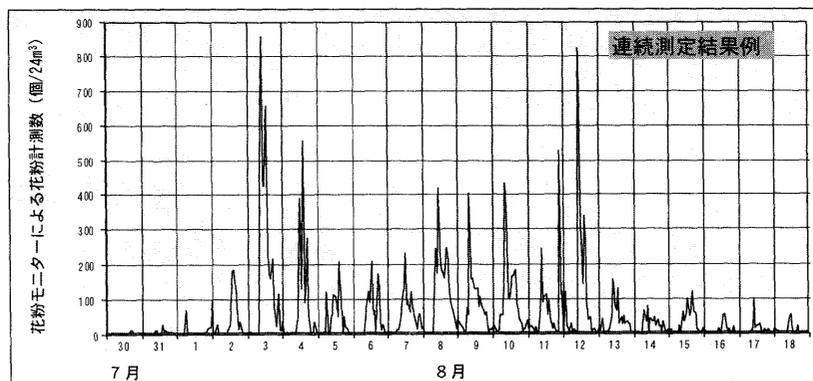


図4 トウモロコシ花粉モニターで計測された花粉飛散量の経時変化

中に含まれている目的花粉以外のミスカウントやノイズを詳しく分析し、検出に用いるレーザー光源の波長や計数時の判別アルゴリズムについて検討する計画である。また、本装置で得られたデータをもとに、気象条件と植物生育ステージなどから合理的かつ簡易に、トウモロコシ花粉飛散量を予測できる手法を開発していく予定である。

2005年3月