

日本における花粉飛散量予測の現状と世界的な動向

鈴木 基雄 (気象業務支援センター)

我国における花粉予測情報には「シーズン総飛散量予測」、「飛散開始日予測」および「日々の花粉飛散量予測」がある。このうち、「日々の花粉飛散量予測」については、近年、「とうきょう花粉ネット」に代表されるような「時間単位の花粉濃度予測」がようやく実用化の域に達したところである。

従前の「日々の花粉飛散量予測」は統計的な手法によるもので、気温等の気象要素と花粉飛散量の関係を統計的に解析し、気象要素を説明変数とした回帰式を求めて、予測しようとするものである。これに対して「時間単位の花粉濃度予測」は数値予報の考え方に基づく手法であり、その実現のためには、気象庁ならびに世界の気象機関が提供する気象場の数値予報結果と時間単位の花粉濃度計測値が必須である。

気象の分野における数値予報とは物理学の方程式により、風や気温等の時間変化をコンピュータで計算し、将来の大気の状態を予測する手法である。この手法では、地球大気に規則正しく並んだ網をかけ、そのひとつひとつの網の格子点の気圧、気温、風等の値を、世界中で観測、送られてくるデータを使って求め、これを初期値として未来の気象状況の推移をコンピュータで計算している。花粉飛散量および花粉濃度の予測への数値予報の適用にあつては、この気象機関から配信される数値予報結果を基にして、より高分解能の局地気象モデルを動かし、詳細な毎時の気象要素を計算する。さらに、その気象条件に応じて開花プロセスを計算、時々刻々の開花状況に応じた花粉放出量を求め、その場の立体的な風に乗せて花粉の飛散をできる限り現象に対して忠実に解いて行こうとするものである。また、花粉濃度分布の初期値には、花粉自動計測機器により計測された花粉濃度情報を取り込んで、過去の予報結果と合わせて解析を行い、その結果として得られた最適な現在の花粉濃度分布が用いられている。

一方、花粉飛散予測に関する世界的な動向として、米国では 1990 年代後期から数値予報を用いた予測が行われており、米国中南部 (Oklahoma 州 Tulsa, Oklahoma City, Missouri 州 St. Louis) における Mountain Cedar (*Juniperus Ashei*) の花粉飛散予報 (<http://pollen.utulsa.edu/mcforecast.html>) が有名である。この予報システムは Tulsa 大学の Levetin らとタバコ青カビの飛散予測を行っている North Carolina 州立大学の Main らのグループが共同して構築したもので、気象モデルは NOAA-NCEP (国立海洋大気庁、環境予測センター) の Eta モデルが用いられており、移流拡散は Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT_4) モデルによって花粉飛散の流跡を計算することで、濃度ランクを予測している。米国通南部の Mountain Cedar の花粉飛散は Texas 州 Edwards Plateau 方面を発生源とする長距離輸送によるもので、数値予報技術を用いた気象予報が自由化されている米国らしい先駆的な予報システムとすることができる。しかしながら、発生源が野生の Mountain Cedar であることから、発生源情報を把握し切れていないために、移流拡散過程も流跡の計算に留まっていることから、我国で実用化されたモデルに比較するとやや古典的な印象は免れない。

また、Saint Louis 大学の Pasken らは気象モデルをより高分解能な University Center for Atmospheric Research (UCAR) の Mesoscale Meteorological Model Version 5 (MM5) に変え、発生源情報も BELD3 土地利用データベース (ただし、花粉放出率は一定値) を用いて、Saint Louis における Oak の定量的な花

粉濃度予測に適用している。

ヨーロッパでは Karlsruhe 大学(ドイツ)の Vogel らと Meteo Swis (スイス)の Pauling が COSMO-ART と称するガス-粒子状物質輸送モデルを用いて、カバノキ花粉の飛散予測研究を進めており、近年、試験的な運用を行ったようである。また、Aarhus 大学国立環境研究所(デンマーク)の Skjøth らも、DEHM という北半球スケールのガス-粒子状物質輸送モデルを用いた予測にアプローチしている。フィンランド気象研究所の Sofiev らと Turku 大学(フィンランド)の Ranta らも、SILAM と称するフィンランド緊急拡散予測モデルシステムを用いた花粉飛散予測の研究が完了し、数年間の運用を行ったところである。これらの花粉飛散予報はロシアを含むヨーロッパ全域を対象としたカバノキ花粉の長距離輸送が扱われており、いずれも基礎となる気象場はヨーロッパ中期予報センターによる数値予報結果が用いられている。

米国でもヨーロッパでも、花粉の飛散は局地的な現象であると同時に、大陸の特性から花粉の長距離輸送も無視することができない。特にヨーロッパでは、ロシアに至る森林地帯にカバノキが多く、近傍のカバノキ花粉飛散終了期以降に、これらのカバノキ花粉が長距離輸送により大量に飛来してくることがしばしばであるという。長距離輸送が関与する花粉飛散については統計的なモデルが適用できないことから、在来の移流拡散モデルに雄花の開花と花粉放出プロセス組み込むことによって、長距離輸送にかかる花粉飛散数値予報を実現しているのが現状である。

最後に、既に運用を開始したフィンランドにおける予測モデルについて、現在、「とうきょう花粉ネット」で運用されている予測モデルとの比較をまとめると下表の通りである。表からわかるように「とうきょう花粉ネット」で運用されている予測モデルは、世界的に見ても、花粉生産量予測や開花プロセス等の発生原情報等、対象がスギ・ヒノキといった人工林であることも寄与して、詳細かつ充実していることがわかる。

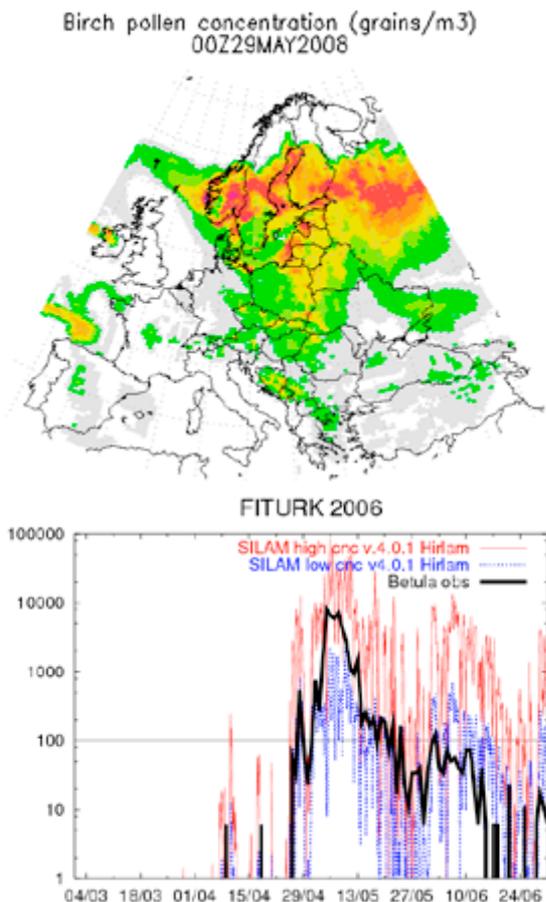


図 Finland SILAM による予測事例

表 Finland SILAM ととうきょう花粉ネットの予測モデル比較

項目	Finland SILAM	とうきょう花粉ネット
気象モデル	ECMWF(global) もしくは HIRLAM	MM5←JMA GSM-JP(global)
花粉生産量	3.8×10^8 一定値	前年、前々年夏の日照の重回帰式
開花プロセス	3月1日からの有効積算温度モデル	休眠覚醒を含むアレニウスモデル
花粉放出量推計	風速、湿度、降水量と花粉残量の関数	風速、湿度、降水量と花粉残量の関数
輸送モデル	Euler型モデル	Lagrange型モデル、CBL
沈着	重力沈降、雨滴への捕捉	重力沈降、雨滴への捕捉
再飛散	なし	黄砂の放出モデルを利用した再飛散