

東京工業大学大学院 学生会員 張 翔雲
 東京工業大学 正会員 神田 学
 農業環境技術研究所 川島茂人
 山形県衛生研究所 高橋裕一

1. はじめに

日本には、春一番が吹くと花粉のシーズンがやってくる。花粉は花粉症を引き起こし、人々に不快と苦痛を与え、疫学調査によると花粉症患者数は人口の一角を越えている。この問題を解決するために、多くの研究と努力がなされてきた。スギ林から発生した花粉の飛散状況を視覚的に表現する手法（スギ花粉のシミュレーション）は、川島（1991）の研究が参考になるが、時間解像度は日単位であって、厳密な意味で気象場の計算が伴っていない。そこで本研究では気象計算モデルを用いて、スギ花粉の飛散挙動の経時変動の解析を試みた。

2. 花粉数値シミュレーションの概要

スギ花粉数値シミュレーションの計算概念図を Fig.1 に示す。気象計算モデルは Colorado State University で開発された RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) を用いた。RAMS は主にメソスケールを対象とする気象モデルで、その特長として 4 次元連続データ同化手法 (Four-Dimensional Data Assimilation) とネスティングシステム (Nesting System) が挙げられる。

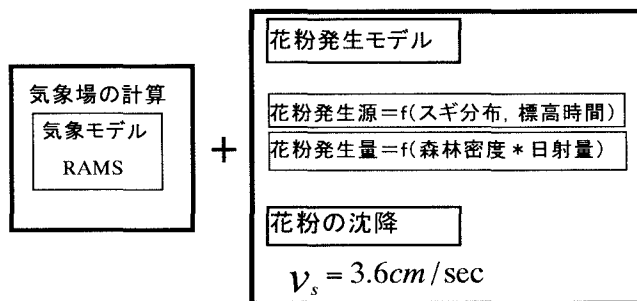


Fig.1 スギ花粉数値シミュレーションの概念図

本数値シミュレーションでは、計算対

象日は 1991 年 4 月 10 日~12 日、計算領域は山形盆地を中心に 220km×230km の範囲とした。計算には、ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) 気象データと、海陸比、標高、土地利用及び土壌といった地表面データ、及びスギ森林分布データを用いる。本数値シミュレーションでは、RAMS にスギ花粉の沈降とスギ花粉の発生モデルを新たに加えることが必要であり、次に説明する。

2.1 花粉の沈降速度

本来 RAMS 中の移流拡散モデルはオイラー的なモデルを採用しており、粒子の沈降効果を表現できない。そこで、移流拡散方程式にスギ花粉の沈降速度を加えた。

スギ花粉は直径約 35 μ m の微細な生物質であり、Stokes の法則式により計算すると、空中で約 3.6cm/sec の沈降速度を持つ。

2.2 花粉発生モデル

スギ花粉の発生モデルに関しては、花粉発生源の特定と、花粉発生量の表現手法に集約することができる。花粉発生源は、川島によるスギ森林分布データを基に、標高と時間によりスギ森林開花分布を推定し、発生源を特定した。花粉の発生量は、日射量や温度、湿度、風速などの気象条件との相関があり、経験的な式としては川島（1991）が提案した式があるが、本シミュレーションは研究の初期段階として、花粉発生量を日射量の関数としてモデル化した。

キーワード：スギ花粉、花粉発生モデル、経時変動

連絡先：〒152-8552 目黒区大岡山 2-12-1 緑が丘 1 号館 518 号室 (Tel.) 03-5734-2597 (Fax.) 03-5734-3577

3. 数値シミュレーションの結果及び考察

3.1 風系の再現

まず、計算対象域及び対象日における気象場の再現性を確かめた。計算で得た風系をアメダス観測データと比較する。その一例として4月11日15:00の結果をFig.2に示す。計算は仙台湾付近の海風を再現しきれないものの、全体的に、日本海側から山形盆地を抜ける北西風や、

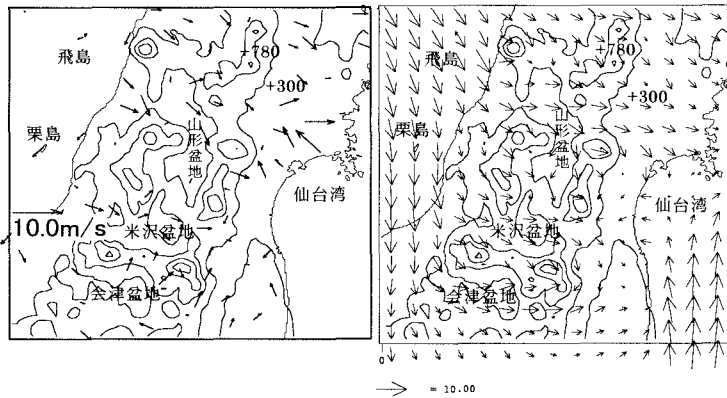


Fig.2 計算域の風系の比較図。左側はアメダス観測値、右側は計算値

米沢盆地を通る西風、及び会津盆地付近の西風などの風系はおおむね再現している。計算値は約3キロの解像度であるに対し、観測値はより局地的な地形の影響を受けてしまうため、風向の変化が激しく、より複雑な風系をなしている。

3.2 花粉飛散の空間挙動

数値シミュレーションの4月11日18:00の結果をFig.3に示す。北部山岳域に高濃度のスギ花粉が発生しているのは、この域にスギ森林が密であるためであるが、この地域で発生したスギ花粉は、遠く仙台湾上まで風に運ばれたことが分かる。

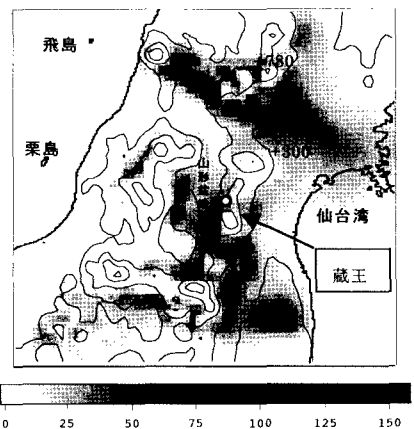


Fig.3 スギ花粉の地上 47m 付近の平面濃度分布図.1991,4,11,18:00

3.3 蔵王における花粉濃度の経時変化（実測値との比較）

スギ花粉濃度の経時変動に関しては、観測値のある蔵王を取り出して計算値と比較した（Fig.4を参照）。4月11日の観測値では、蔵王は朝と夕方方でピーク値、日中で低い値を示している。計算ではこの特徴的な2つのピーク値を定性的に再現したが、朝のピーク値に時間のずれがある。それは花粉発生モデルに日射量だけをファクタとし、風速、温度湿度などの影響を考慮していないからと考えられる。本シミュレーションでは、日射量は日中13:00にピークを持つ放物的な形であるにもかかわらず、観測と計算はともに日中低い値が見られる。それは日中混合層の発達による希釈効果のためと思われる。

4. 結論

スギ花粉の経時解析を試みた。その結果、単純な花粉発生モデルを用いるにしても、4月11日に観測で見られた2つのピーク値ある特徴を定性的に再現できた。

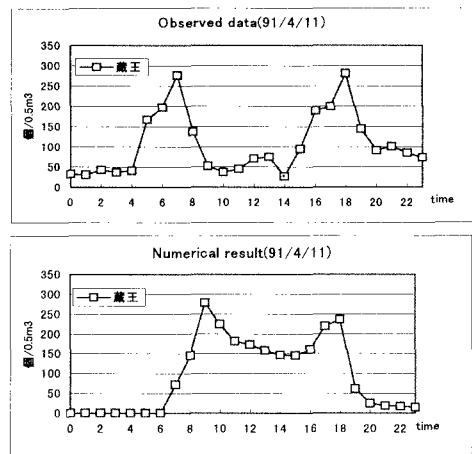


Fig.4 スギ花粉の経時変動の観測値と計算値との比較図