

B5 花粉排出源モデルの構築と飛散シミュレーション

Modeling of pollen emission and pollen dispersal simulation

指導教官 近藤明准教授・共生環境評価領域

28H09070 山尾恒 (Hisashi YAMAOKA)

Abstract: This study describes the pollen concentration forecasting technique, and the prediction method of an area ejecting pollen to urban regions using the back-trajectory analyses. Meteorological conditions were calculated by using the National Center For Atmospheric Research/Penn State Fifth Generation Mesoscale Model (MM5). Pollen emissions were estimated by considering pollen biorhythms from source area. By using both data, pollen concentrations were predicted by the dispersion model including re-suspension from ground surface. The predicted pollen depositions basically reproduced the observed pollen depositions. The back-trajectory analyses made the area emitting a large amount of pollen to urban regions obvious. This method is useful for reducing pollen emissions.

Keywords: Pollen; dispersion model; Back-trajectory; MM5

1. はじめに

花粉症はその患者数は国民の 10~20%にも達し、まさに日本の国民病となっている。組織的な花粉捕集数の観測データ網が整備されつつあり、そのデータを利用して花粉の動態を明らかにし、花粉飛散量分布の予測を詳しく行うことが求められている。同時に、花粉対策を効果的なものにするために、人口集中部に到達する花粉の排出源を推定することも必要とされている。

本研究では、まず森林簿をデータベース化し、近畿圏のスギ花粉生産ポテンシャル量を推定し、次に花粉排出源モデルを作成し、スギ花粉の飛散シミュレーションをおこない、最後にバックトラジェクトリ分析により、人口集中地に飛来する花粉量の予測と排出源の特定をおこなった。

2. 方法

2.1 花粉生産量の推定 (2005 年)

スギ花粉生産ポテンシャル量算出のために、近畿 12 府県の森林データベースを作成した。単位面積あたり花粉生産量の推定には(1)式を用いた。

$$\text{花粉生産量}[\text{個}/\text{m}^2/\text{year}] = \text{雄花生産量}[\text{個}/\text{m}^2/\text{year}] \times \text{平均花粉粒数}[\text{個}/\text{個}] \quad (1)$$

ここで、雄花 1 つあたりのスギの平均花粉粒数は 396,000 個とし、単位面積あたり雄花生産量は 2005 年が例年の約 3 倍であったため、1990~1999 年の年平均値 8386[個/m²/year]を 3 倍して用いた。

2.2 花粉排出源モデルの構築

スギの雄花が大気中に花粉を排出するバイオリズムを休眠、開花、日変動、排出終了というプロセスを辿り、定量的にモデルで表現した。温度や湿度などの気象要素の計算は数値気象モデル MM5 を用いた。花粉の排出過程を考慮に入れることによって、都市部に飛散する花粉量の予測精度を格段に上げることができる。

2.3 花粉飛散シミュレーション

計算は、移流・拡散モデルに気象データと花粉生産量分布を入力して行った。気象要素の計算には、MM5 を用いた。計算領域は、北緯 34.8 度、東経 135.3 度を中心としたランベルト正角円錐図法で表される近畿圏を対象とし、領域を 2 km 格子を用いて 108×108 メッシュに分割した。鉛直方向は上面の高さが 5000mとなる 15 層の不均等メッシュを用いた。計算期間は 2005 年 3 月 1 日から 31 日まで

の 28 日間とした．飛散計算には，拡散方程式(2)を用いた¹⁾．

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\vec{V} \cdot \nabla C + \nabla(K \cdot \nabla C) + Q + Q_R - D \quad (2)$$

ここで， C :単位体積当り花粉数 $[1/m^3]$ ， \vec{V} :大気の流れ速度ベクトル $[m/s]$ ， K :拡散係数 $[m^2/s]$ ， Q :排出源による排出率 $[1/(m^3 \cdot s)]$ ， Q_R :地表面からの再飛散花粉量 $[1/(m^3 \cdot s)]$ ， D :落下項 $[1/(m^3 \cdot s)]$ ²⁾である．

2.4 バックトラジェクトリ分析

バックトラジェクトリとは，気象データを用いて時間を遡りながら軌道を計算する手法である．ある地点に対するバックトラジェクトリが通過するメッシュが寄与するポテンシャルは，次の 1)-3)の積で表されると仮定した．

- 1)落下点までの拡散幅と風速に反比例する
- 2)トラジェクトリまでの水平距離に応じて指数的に減衰する
- 3)トラジェクトリまでの高さに応じて指数的に減衰する

条件 1)-3)と，スギ花粉生産ポテンシャルを乗じたものがそのメッシュのポテンシャルとなる．以上の操作を全てのトラジェクトリについて行い，ポテンシャルをメッシュごとに加算すれば，その数値の大きいメッシュが，その観測点に対する寄与ポテンシャルの高いメッシュであると定義できる．

3. 結果

計算結果を図 1 と図 2 に示す．図 1 は京都における沈着量の観測値と計算値の比較である．3 月の前半は過小評価されているものの，その後の予測は良好である．図 2 は京都に飛散している花粉の寄与ポテンシャルが高いメッシュを示した図である．図の黒点が寄与ポテンシャルの高い地域であり，主に北山地点に分布していることがわかる．この地点のスギ林に施策をおこなえば，最も効率的に飛散花粉を減少させることができる．

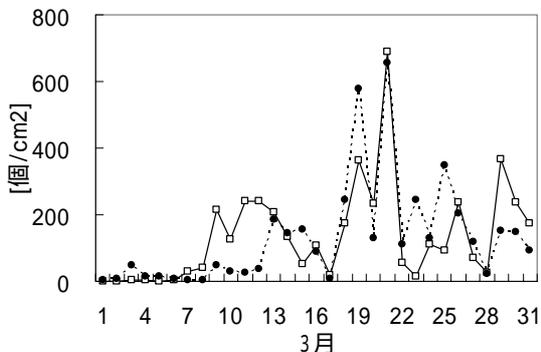


図 1 沈着量の比較(京都)

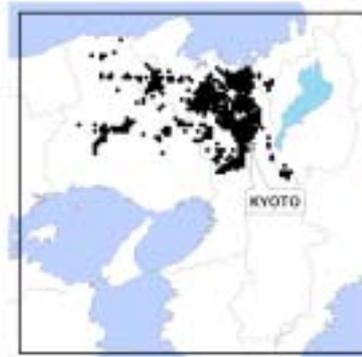


図 2 寄与ポテンシャルの高い地域(京都)

4. 結論

- 数値モデルを用いて，都市部への花粉飛散量を十分な精度で再現することができた．
 - 本研究の手法を発展すれば，都市部に飛散する飛散花粉量を効率的に減らすことが可能である．
- 今後の課題としては，予測精度を向上させるために，気象予測データの精度向上と花粉排出モデルの精度向上が挙げられる．

参考文献

- 1) 近藤明：都市大気環境保全のための数値予測モデルの開発とその応用に関する研究 pp27-51,1999
- 2) John H. Smith, Gail Shapiro, and Mary M. Anderson: Identification of BBB factors, Proceedings of the 4th International Conference on Energy and Environmental Engineering, pp.456-463, 2007.