

資 料

広島市における毎日のスギ花粉飛散数と気象条件との関係

瀬戸 信也 山田 圭一 島岡真佐子 水田 満里 石川 幸

Relationship between Number of Daily Airborne Pollen of *Cryptomeria japonica* and Meteorological Conditions in Hiroshima City

SINYA SETO, KEIICHI YAMADA, MASAKO SHIMAOKA, MARI MIZUTA and MIYUKI ISHIKAWA

(Received Oct. 29, 1997)

緒 言

春先になるとスギ花粉症が発生し、大きな社会問題となっている。スギ花粉症は1976年に大発生して以来、幾度か大発生を繰り返して現在に至っている[1]。

スギ花粉症の症状の程度や発症率はスギ花粉飛散数と密接な関係があり、花粉飛散数が多いほど症状が強くなり、発症の患者数も多くなる[2]。スギ花粉症を予防、または軽減するには花粉の飛散数を正確に予測することが重要となる。一般に、飛散数の予測はシーズン中の総飛散数の予測と、毎日の飛散数の予測の2とおりに大別できる。前者は患者に対し、シーズン前に予防処置の徹底を図ることを、後者は毎日の行動において花粉に可能な限り接触しないよう注意をうながすことを、それぞれ目的としている。

毎日のスギ花粉の飛散数は気象条件に強く依存することが知られている[2-4]。しかし、気象条件は地域に固有な特徴を有するので、対象地域のデータに基づいて花粉の飛散数と気象条件との関係を調査する必要がある。広島県内を対象とした報告例としては、スギ花粉飛散数と気象条件との係わりに関するもの[5-6]、スギ花粉飛散数の地域的特徴に関するもの[7-8]がある。しかし、スギ花粉の飛散数をスギ植生の地域分布と気象条件の両面から論じたものは福岡らの報告[6]を除いて見当たらない。

本報では、毎日のスギ花粉飛散数の予測方法を確立するための予備的解析を試みた。前報[8]のデータを用いて、広島市内で観測されたスギ花粉の飛散数と、スギ植生の地域分布および気象条件との関連性について検討し、あわせてスギ花粉の輸送機構についても推論した。

方 法

1. 花粉飛散の調査地点と期間

花粉の観測は広島市内の広島県保健環境センターの庁舎屋上（地上高40m）で1996年1月から5月までの期間に毎日行った。ここでは1（個/cm²/日）以上の花粉が観測された2月から4月までのデータを解析の対象とした。花粉の採取地点を気象観測地点とともに図1に示す。

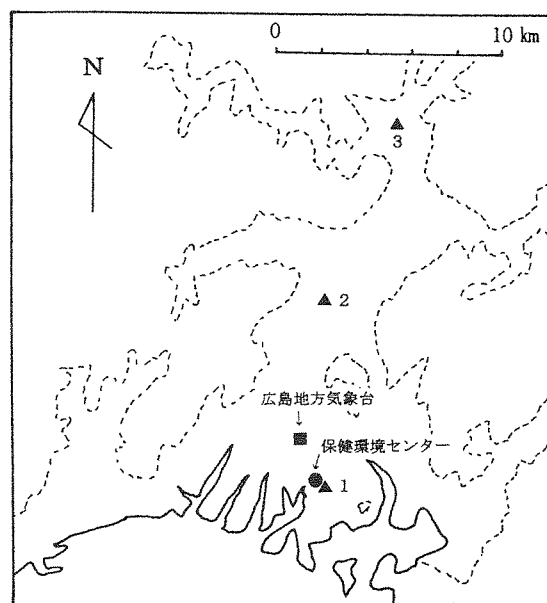


図1 花粉の採取地点と気象観測地点

破線は100mの等高線を表す。●：花粉の採取地点，
■：気象要素の観測地点，▲：海陸風の有無の判定地点（1：皆実小学校，2：安佐南，3：安佐北）

2. 測定方法

ダーラム型花粉捕集器を用いて、午前9時から翌日の同時刻までの24時間、連続して花粉を捕集し、光学顕微鏡を用いて樹種別に花粉の個数を数えた[8].

3. 気象データ

広島市内の広島地方気象台で観測された気象要素(気温、相対湿度、風向・風速および降水量)を使用した。風向・風速のデータは地上高95.5mのものであり、周囲の建物の影響を受けにくいので、花粉の輸送機構の検討に適している。なお、気温と相対湿度の地上高は1.5mである。また、天気の良い日に沿岸域で出現する海陸風も花粉の輸送に大きな影響を及ぼすと考えられるので、海陸風の有無を気象条件のひとつとしてとりあげた。毎日の海陸風の有無は大原らの方法[9]を参考にして判定した。ここでは、広島市内の皆実小学校、安佐南および安佐北の3地点で、昼間に海寄りの風が吹き、かつ夜間に陸寄りの風が吹いた日に海陸風が広島市全域で出現したと判断した。

結果と考察

1. スギ植生の地域分布と林齢構成

広島県林務部が作成した森林資源構成表(平成9年4月)に基づき、スギ植生の集計を行った。この表には県有林、市町村有林および私有林を対象として、市町村毎の樹種別面積と林齢階級が掲載されている。なお、広島市のデータは旧市町村単位で表示されているので区毎に、東広島市および福山市についても現在の区分毎に、それぞれ集計した。

広島県全体のスギ人工林面積は48,141ha、天然林面積は532haであり、天然林はスギ人工林の1.1%にすぎないので、ここでは人工林のみ扱った。スギ植生の密度に相当する市町村別面積比率(スギ人工林の面積/

全面積)を図2に示す。なお、この表には、スギ林全体の14%を占める国有林[10]は含まれていない。スギ植生の面積比率が最も高いのは筒賀村で3%以上を占め、続いて湯来町、吉和村、加計町および西城町が2%以上である。スギは県北西部の芸北地域と北東部の備北地域を中心に分布しており、その多くは標高が500~700mの高所に植林されている。一方、瀬戸内沿岸域では広島市の佐伯区と廿日市市を除き、スギ植生の面積比率はすべて0.5%未満と低い。同様なスギ植生の分布は森林利用区分図[11]からも確認できた。

スギ雄花芽の着生は20~30年生の間に急増し、30年生以降は雄花芽を着生する状態を維持するといわれている[1]。したがって、スギ花粉の飛散数を検討するには林齢構成を考慮に入れる必要がある。県下全域にわたるスギ人工林の林齢階級分布を図3に示す。林齢が31~35年生のスギ面積の比率が最も多く29%あり、26~40年生のスギ面積が全体の66%を占めている。このことから、今後、数10年は多数の雄花芽を着生し、花粉飛散数が多い状態を維持するものと予想される。

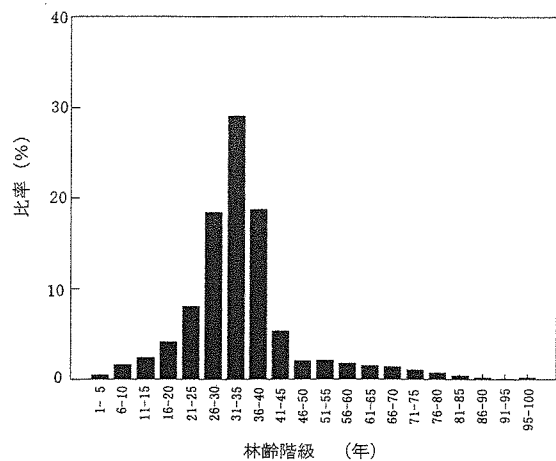


図3 スギ人工林の林齢階級分布

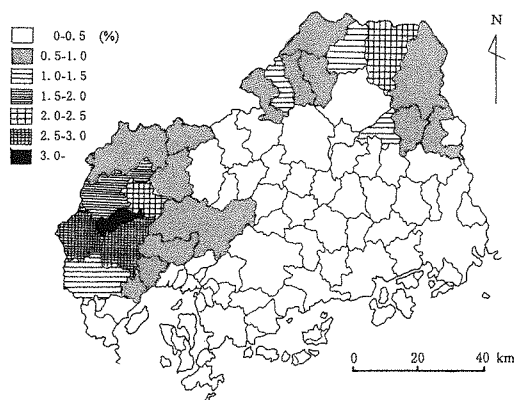


図2 スギ植生の市町村別面積比率(スギ人工林の面積/全面積)

2. スギ花粉飛散数と気象条件との関連性

広島県保健環境センターにおけるスギ花粉飛散数と気象条件の時系列を図4に示す。広島市でスギ花粉飛散が最初に観測されたのが2月12日であり、最後に観測されたのが4月25日であるが、4月12日に2(個/cm²/日)観測された後は24日までの12日間、観測されていないので、図には2月12日から4月12日までの期間のデータを示している。気温、相対湿度および風速の値はいずれも毎日の花粉採取期間中の24時間算術平均値で表している。

スギ花粉の飛散数は飛散開始日の2月12日から27日までの期間は少ないが、その後は急速に増加し、3月4日に最大の50(個/cm²/日)を記録した。飛散数

は、その後も周期的に変動した後、3月24日以後は急速に減少した。以下では、飛散数が30 (個/cm²/日) 以上観測された日を多飛散日と呼ぶことにする。多飛散日は2月28日、3月3、4、8、17、23日の合計6日間であった。

多飛散日の気象概況を以下に示す。2月28日、3月

3、4、23日の気象概況は中国地方が高気圧圏内にはいり全般的に晴れていた。なお、3月4日は22~24時にかけて2mmの雨を記録した。一方、3月8日と17日の前日は、低気圧が中国地方を通過し降雨を記録した。

相対湿度と風速は数日周期で変動し、気温は周期的

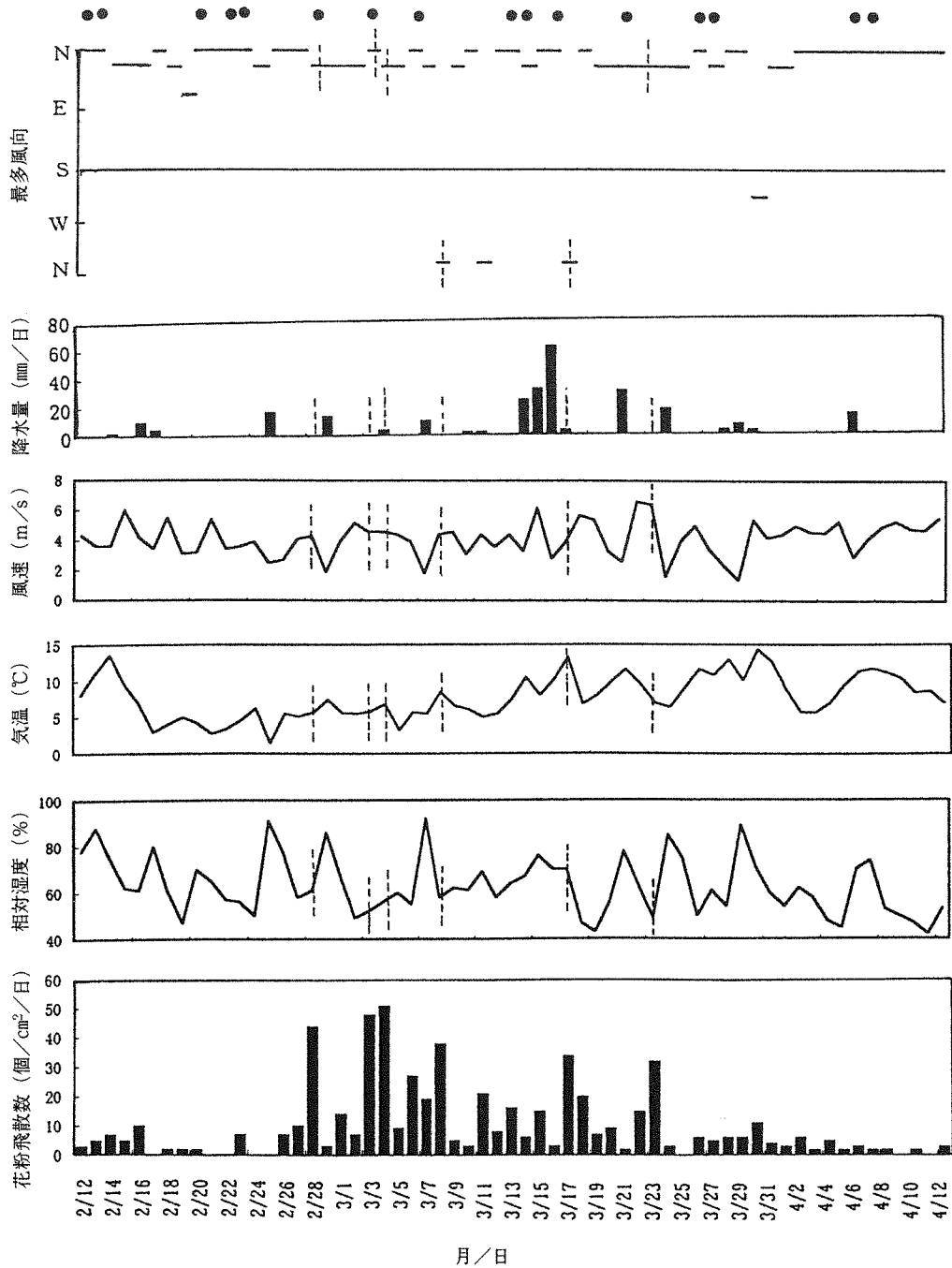


図4 スギ花粉飛散数と気象条件 (広島県保健環境センター)

縦方向の破線は花粉の多飛散日 (30 (個/cm²/日) 以上の花粉が観測された日) の位置を示す。最多風向の上端の●は海陸風が出現した日を示す。

な変動を繰り返しながら平均的には次第に上昇した。降雨も数日周期で記録されたが、特に3月14日から16日にかけては114mmの大雨が降った。

図4から読み取った花粉の飛散数と気象条件の関係をまとめると次のようになる。

- ① 飛散数は相対湿度が急速に低下するときに増加していることが特徴的である。飛散数は気温が上昇し、風速が強まったときにも多くの場合、増加している。
- ② 飛散数は降水を記録した日には少ない。
- ③ 最多風向はほとんどの日がN~NNEであり、多飛散日の最多風向も北寄りである。
- ④ 多飛散日は海陸風の有無にかかわらず出現している。

これらの特徴を他の報告例と比較すると以下のようなものである。齊藤及び宇佐神[12]はスギ花粉の飛散数と相対湿度の日内変動を観測し、相対湿度が低下するに伴い飛散数が増加することを報告している。村山[3]はスギ花粉の飛散しやすい気象条件として、晴れた日で特に前日または当日の未明まで雨でその後急速に晴れた日、気温が高く湿度が低い日、風の強い日、の3点をあげている。根本[4]は飛散数のピークは気温が上昇した後、湿度が低下したときに現れることを示している。佐橋ら[13]はシーズン中の最大ピークが認められる気象条件として、気温の急上昇があること、強風が吹くこと、前日に数時間以上のまとまった雨が降ること、と結論している。これらの結果は、気温が上昇し、湿度が低下し、風が強いという条件のもとで花粉の飛散数が多くなるという点では共通している。さらに、上述の①の内容とも定性的には一致している。

ここで注目すべきことは、村山[3]、佐橋ら[13]および川島[14]によって指摘されているように、花粉の飛散数は各気象要素の絶対値よりもむしろ数日前の値からの変動の大きさに依存している点である。そこで、花粉飛散数と数日前からの気象条件の変動状況との関係をより詳しく検討した。多飛散日の最初と最後の25日間は花粉の潜在的な飛散能力が大きい時期と考えられるので、この期間を対象として、ある日のスギ花粉飛散数と、その日の気象要素の値の数日前の値からの変動量との関係について調べた。川島[14]にしたがい、i日における気温の変動量 ΔT_i 、相対湿度の変動量 ΔW_i を

$$\Delta T_i = T_i - \left(\frac{\sum_{j=1}^n T_{i-j}}{n} \right)$$

$$\Delta W_i = W_i - \left(\frac{\sum_{j=1}^n W_{i-j}}{n} \right)$$

と定義した。ここで、nは平均化日数であり、一意的に決めることは難しいが4日とした。スギ花粉の飛散数と ΔW との関係を図5に示す。図では ΔT の正負に

区分して打点している。

花粉の多飛散日は6例あるが、そのうち5例は ΔW が-10%程度であり、4例は ΔT が正值である。一方、 ΔT が負の場合は2つの例外があるものの飛散数は少ない傾向が認められた。風速についても同様な変動量を算出すると、4例は風速が4日前の平均値よりも増大している。高橋ら[15]が指摘しているように、市街地では湿度が低く風が強い日には一度、地表面に落下した花粉が再飛散することも考えられる。これらの結果から、スギ花粉飛散数は数日前の相対湿度、気温、風速の値からの変動の大きさに顕著に依存し、相対湿度が下がり、気温が上昇し、風速が強まると花粉飛散数が増加する傾向がある、と要約できる。

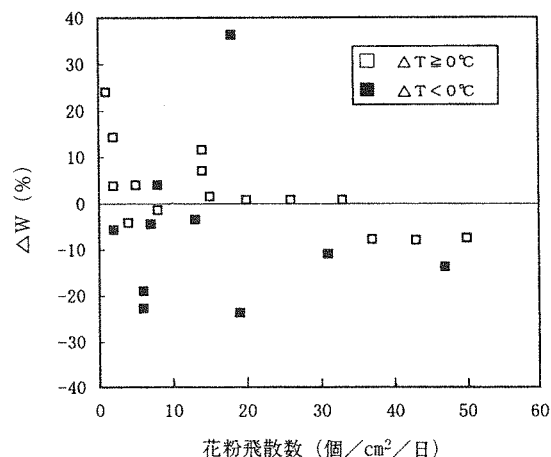


図5 スギ花粉の飛散数と ΔW との関係

3. スギ花粉の輸送機構

本報で検討した結果のみから花粉の輸送機構について議論することは難しいが、図2のスギ植生の地域分布から判断すると、県北西部から北東部にかけて分布するスギ林を発生源とする花粉が広島市方面へ輸送され、飛散数が多くなると推測される。その際、花粉の輸送機構として次に示すように一般風が強く吹く日と局地風が卓越する日の2つのケースが想定できる。

- ① 内陸部の標高の高い地域から飛散した花粉が北寄りの強い一般風により沿岸域に輸送され、日中の混合層の発達に伴い下方に拡散され、飛散数が多くなる。
 - ② 一般風が弱く、局地風が卓越する日には海風前線と陸風前線が形成されるので、この付近では大気の状態が不安定となり、飛散数が多くなる。
- ①の事例として、高橋ら[15]はスギの植生地に近い地点よりも遠い地点の方が飛散数が多くなるという現

象を見だし、この現象はスギが高地の斜面上に植生されている場合、日中の谷風（斜面上昇風）により上空に舞い上がり、上層の風に乗って低地に輸送されるため生じたものと推測している。著者らも前報[8]で、スギの植生地から遠い瀬戸内沿岸域の方が内陸部よりも花粉飛散数が多いことを指摘しており、広島県でも同様な輸送機構の存在が示唆される。

②の事例として、福岡ら[6]は広島県北西部を発生源とするスギ花粉が海風前線付近から海風反流により上空を海上に輸送された後に下降し、下層の海風により沿岸部に輸送されるという概念モデルを提示している。寒冷前線の通過時に飛散数が増加することが見い出されている[12]ので、局地風循環に伴う前線についても同様な現象が出現することは十分に予想される。

しかし、1日単位のデータのみから花粉の輸送機構について考察することには限界があるので、花粉飛散数と気象要素をより短い間隔で観測し、両者の日内変動の関係について検討することが不可欠と考える。あわせて、スギ開花状況についても調査する必要がある。

まとめ

広島市におけるスギ花粉の飛散数と気象条件との関連性について解析し、以下の知見を得た。

- (1) スギ人工林の密度は広島県北西部と北東部が高く、瀬戸内沿岸域で低い。林齢が31~35年生のスギ面積の比率が29%と最多であり、26~40年生のスギ面積の比率が全体の66%を占めている。
- (2) スギ花粉の飛散数は、数日前と比べて、相対湿度が低下し、気温が上昇し、風速が強まる日に多くなる傾向が認められた。
- (3) 花粉の輸送機構として、一般風が強く吹く日と局地風が卓越する日の2つのケースを想定した。前者では北寄りの一般風により、後者では海陸風に伴う前線により、花粉の飛散数が多くなると推論した。

謝 辞

広島県立農業技術センターの上原由子研究員には広島県内のアメダスデータを、広島県林務部林政課には森林資源構成表を、それぞれ提供していただきました。広島地方気象台予報課には気象概況の資料を閲覧させていただきました。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] 斎藤洋三, 井出 武: 花粉症の科学, 化学同人, 京都 (1994), pp. 1-15.
- [2] 王 主栄, 古内一郎, 篠原久男: 気象と花粉症, アレルギーの臨床, 4, 537-540 (1984).
- [3] 村山貢司: スギ花粉飛散の予測と予報, アレルギーの臨床, 10, 95-98, (1990).
- [4] 根本 修: 杉花粉と気象, 天気, 35, 171-178 (1988).
- [5] 二宮優子, 平川勝洋, 讃岐増行, 竹本幸夫, 渡辺雅子: 広島市における1988年度のスギ花粉飛散状況, 広島医学, 42, 29-31 (1989).
- [6] 福岡義隆, 安田喜憲, 高橋日出男, 南 利幸, 小林正典, 井上智博: 空中花粉の飛散状況からみた広島湾の海陸風と大気汚染の構造, 環境情報科学, 20, 85-90 (1991).
- [7] 岡 和子, 長谷川富子, 細末次郎, 國弘 節, 恋田和憲, 加納 茂, 中野郁夫, 水藤正道: 広島市における花粉の飛散状況 (平成7年), 広島市衛生研究所年報, 14, 100-107 (1995).
- [8] 山田圭一, 瀬戸信也, 島岡真佐子, 水田満里, 石川 幸: 1996年の広島県内花粉飛散数調査, 広島県保健環境センター研究報告, 4, 33-40 (1996).
- [9] 大原真由美, 瀬戸信也, 宮田賢二: 広島県の海陸風-広島市とその周辺-, 広島県環境センター研究報告, 5, 11-23 (1983).
- [10] 農林水産省統計情報部: 広島県統計書 (林業編), 農林統計協会, 東京 (1991), pp.22-24.
- [11] 広島県環境保健部: 広島県環境利用ガイド (地図集), 広島県環境保健部, 広島 (1989) p.27.
- [12] 斎藤洋三, 宇佐神 篤: スギ花粉症と気象, 気象, 24, 6-9 (1980).
- [13] 佐橋紀男, 幾瀬マサ, 斎藤洋三, 竹田英子, 清水章治, 古内一郎, 馬場廣太郎, 王 主栄, 菅谷愛子, 保田和美, 宇佐神 篤, 馬場駿吉, 横田 明: 本州中部における1983年のスギ花粉捕集調査成績, 日本花粉学会会誌, 29, 19-28 (1983).
- [14] 川島茂人: スギ花粉の発生と拡散過程のモデル化-スギ花粉の拡散過程に関する研究(I)-, 日本花粉学会会誌, 37, 11-21 (1991).
- [15] 高橋裕一, 東海林喜助, 片桐 進, 引地郁夫: 山形盆地におけるスギ花粉飛散の日内変動とそれに及ぼす温暖・寒冷前線の影響, アレルギー, 38, 407-412 (1989).

