

最近 6 年間のスギ空中花粉数の日内変動と気象

中原 聡*, 小笠原 寛**, 吉村史郎***

* 中原耳鼻咽喉科 〒633 西宮市上甲子園 4-3-2

** 兵庫医科大学耳鼻咽喉科学教室 〒663 西宮市武庫川町 1-1

*** 市立芦屋病院耳鼻咽喉科 〒659 芦屋市朝日ヶ丘町 39-1

Relation between the Daily Fluctuations in Atmospheric
Cryptomeria japonica Pollen and Weather in the Last 6 Years

Toshi NAKAHARA*, Hiroshi OGASAWARA** and Shiro YOSHIMURA***

*Nakahara ENT Clinic, 4-3-2 Kamikoshien, Nishinomiya, Hyogo 663, Japan

**Department of Otolaryngology, Hyogo College of Medicine,
1-1 Mukogawa, Nishinomiya, Hyogo 663, Japan

***Department of Otolaryngology, Ashiya Municipal Hospital,
39-1 Asahigaoka, Ashiya 659, Japan

(1991年4月2日受理)

The maximum count of airborne pollen grains of *Cryptomeria japonica* was obtained between 12 and 16 o'clocks in Nishinomiya in the Hanshin area in the last 6 years, during the pollen season.

Important meteorologic factors which influenced the pollen occurrence were maximum temperature, direction of the wind and humidity. The start of the pollen scattering depended on the temperature. The maximum scattering of the pollen was observed soon after the continuous elevation of temperature and the rapid decreasing of humidity. The most important meteorologic factor in the pollen transport from the source of pollen was direction of the wind.

Key words : *Cryptomeria japonica* pollen, Meteorologic factors.

緒 言

スギ花粉症患者にとって、症状の軽減や発症を予防するためには、花粉抗原への暴露をできるかぎり回避することが重要であり、そのために私達は過去4年間、花粉飛散期に翌日の空中花粉数の予報を行ってきた。

今回はさらに予報の精度を向上させるために、空中花粉数に影響を及ぼす重要な因子と考えられる気象条件について、花粉飛散最盛期に経時的に測定した花粉

数を比較することによって、大量飛散の予知の可能性を得たので報告する。

方 法

スギ花粉数は1984-1990年の間の1987年を除く6年間のスギ花粉飛散最盛期に、Durhamの落下型捕集器を用いて平均18.5日間、8-12時、12-16時、16-20時、20-24時、0-6時、6-8時の1日6回

の花粉数を計測し、これを1時間値に換算した。気象は神戸海洋気象台の日原簿⁽¹⁾による情報をもとに、花粉数を相当する時間帯の気象データと比較した。

結 果

6年間のうち最もスギ空中花粉数が多かったのは1984年で、その後は1年おきに増加していた(図1)。

I スギ空中花粉数の日内変動

各年の比較では、1984年の12-16時の18.3 ± 20.5 個/cm²/時が最も多かった。

6年間の時間帯別平均では12-16時の6.2 ± 13.6 個/cm²/時が最高で、16-20時の4.0 ± 5.7 個/cm²/時、8-12時の3.9 ± 8.4 個/cm²/時がこれにつき20-24時、6-8時、0-6時は少なく、それぞれ1.9 ± 3.6, 1.8 ± 3.2, 1.4 ± 2.6 個/cm²/時であった(図2)。

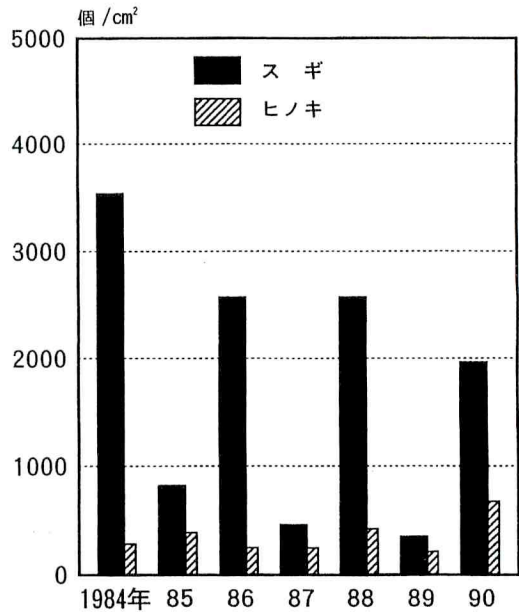


図1 スギ・ヒノキ空中花粉総数の年次推移

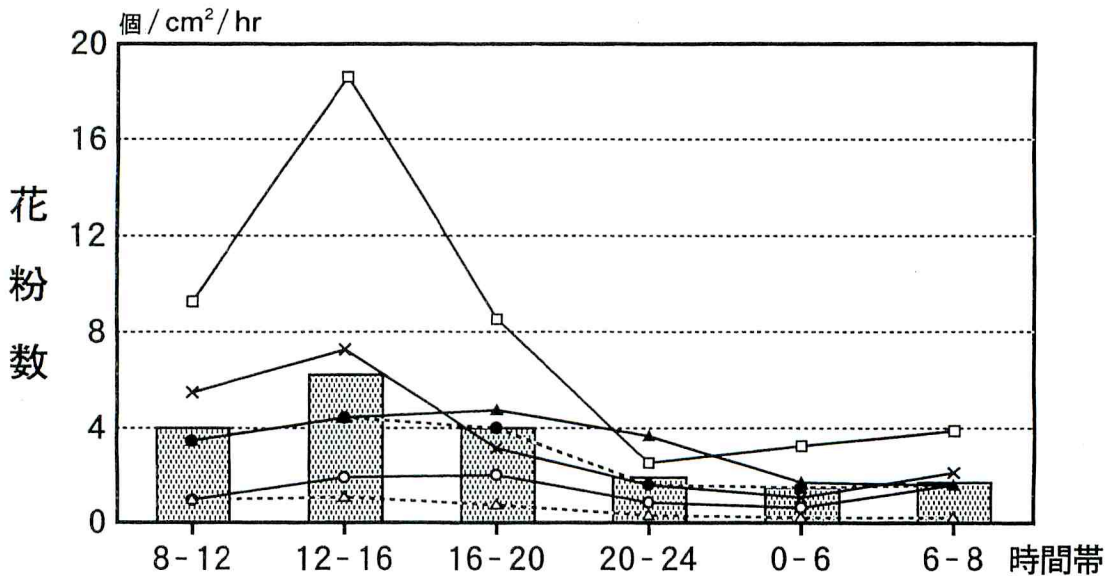
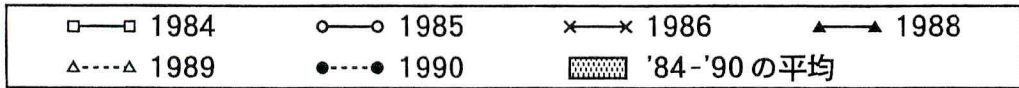


図2 花粉飛散の日内変動(1984-1990年)

1984-1990年のスギ日内空中花粉数は1984年の12-16時が最も多く、6年間の平均でも12-16時に最大である。

II スギ空中花粉数の変動と気象

A 各年の花粉数のピークと気象条件

1984年(図3)

3月31日, 4月1日, 2日および6日のいずれも12-16時に花粉数のピーク(それぞれP1, P2, P3, P4と記す)があった。

1) 風向: P1の日は日本海沿岸に低気圧があり, これに伴う寒冷前線が12-15時に通過して, 南風から北風にか変わった時に観察された。P2, P3の場合

も同様であった。4月6日の大きなP4も, 日本列島を挟む形で日本海と太平洋に2つの低気圧があって, 風向が西から北東ないし北々東に回転した時であった。

2) 湿度: P1の時は相対湿度55%, P2, 51%, P3, 33%と低く, P4は雨後に急激に39%に下降した12-16時に一致した。

3) 気温: P1の2日前から気温は高く, 夜間も10℃以上でスギ花粉は飛散態勢にあった。P1, 2, 3, 4とも日最高気温時に一致していた。

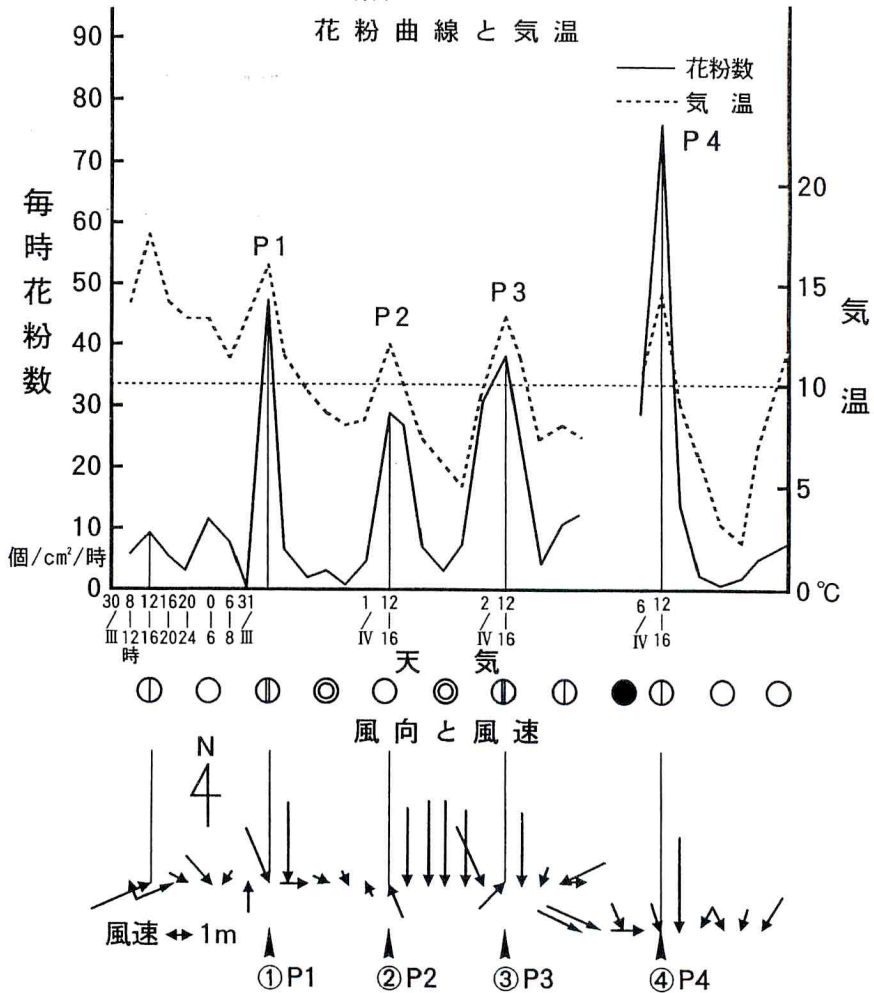


図3 スギ空中花粉の日内変動と気象(1984年)

- ① 日本海沿岸に低気圧があり, 12-15時に寒冷前線通過し風向が南から北にかわる。高気温持続, 相対湿度55%...P1
- ② 風向が南から北にかわり, 相対湿度51%...P2
- ③ 風向が南から北にかわり, 相対湿度33%...P3
- ④ 日本列島を挟む形で日本海と太平洋に低気圧が2つ。風向が西から北にかわり, 相対湿度39%...P4

1986年(図4)

この年の最大かつ唯一のピーク(P1と記す)は、3月16日の12-16時にあった。

1) 風向: ピークの2日前は東北東の強風が吹き荒れ、前日には西南西から南々西の風となり、ピーク当日の午前中には寒冷前線が通過して空気が入れ代わり、北西、北々西の風が吹いた。

2) 湿度: ピークの2日前には170mmの降水量があり、相対湿度が75-85%と引き続いて高かった。しかしピーク当日の12-16時には45%に急激に下がって大量飛散につながった。

3) 気温: ピークの2日前の午後から気温が上昇して10℃以上が持続していた。ピーク後は気温が急に下降していた。

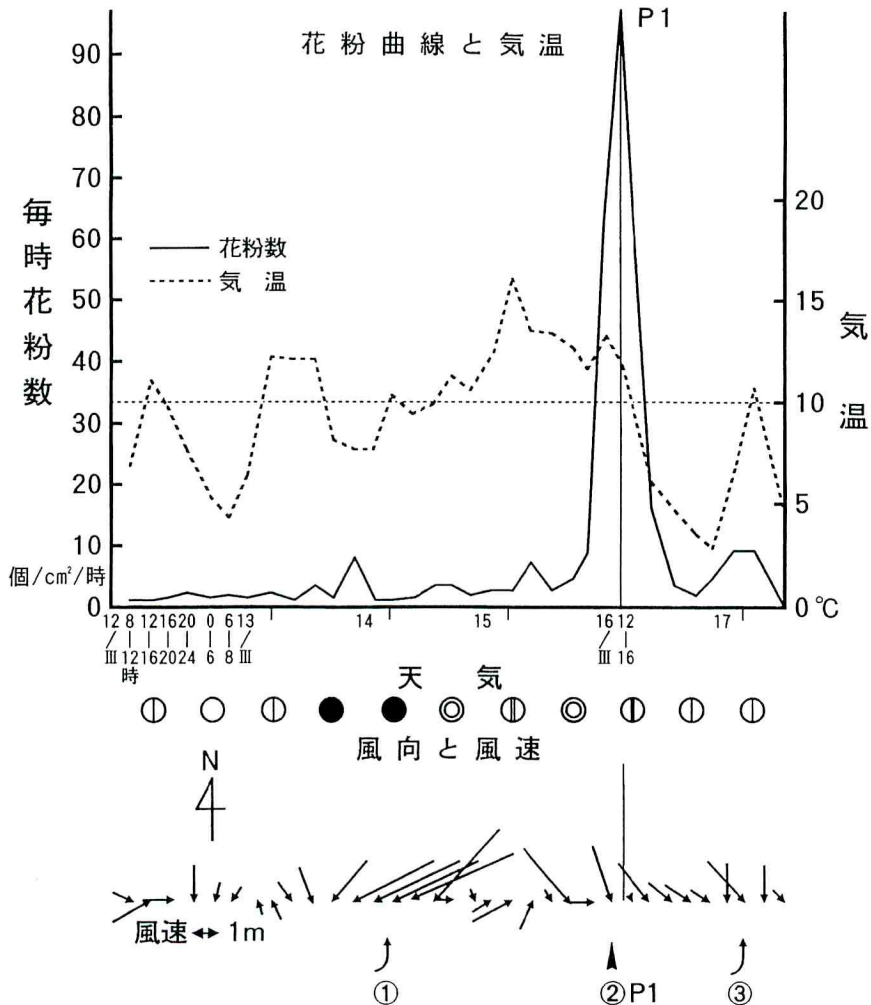


図4 スギ空中花粉の日内変動と気象(1986年)

- ① 気温上昇傾向だが降雨が続き、東北東の風で花粉は少ない。
- ② 気温高く午前中寒冷前線が通過し、空気が入れかわり北々西、北西の風で、相対湿度45%…P1
- ③ 北、北西の風だが気温急降下し花粉減少。

1988年(図5)

3月12日の12-16時, 14日の16-20時, 15日の16-20時に花粉数のピーク(それぞれP1, P2, P3と記す)を認めた.

1) 風向:P1では西南西から西北西の風にかわった時と一致した. 翌日は南風で花粉はほとんど飛んでいない. P2の14日は本州南岸を低気圧が通過しており, 風向がこの場合も南西から北西にかわった時であった. 翌15日のP3の状況も, 前夜の雨が上がり曇りで, 終日北々西の風が吹いていた.

2) 湿度:P1の時は前夜に285mmの降水量があったが, 約12時間後に相対湿度が76%から50%に, P2の時は58%, P3でも前夜に75mmの雨の後, 半日経過して15時には55%に急激に下がっていた.

3) 気温:P1となる前日は暖かく, 夜間も10℃以上であった. P1とP2となった日の間の13日は昼間気温が高かったが, (1)に述べたように南風のため少なかった. P3では急に気温は下がって冬型になったが, 花粉は既に飛ぶ態勢にありピークとなった.

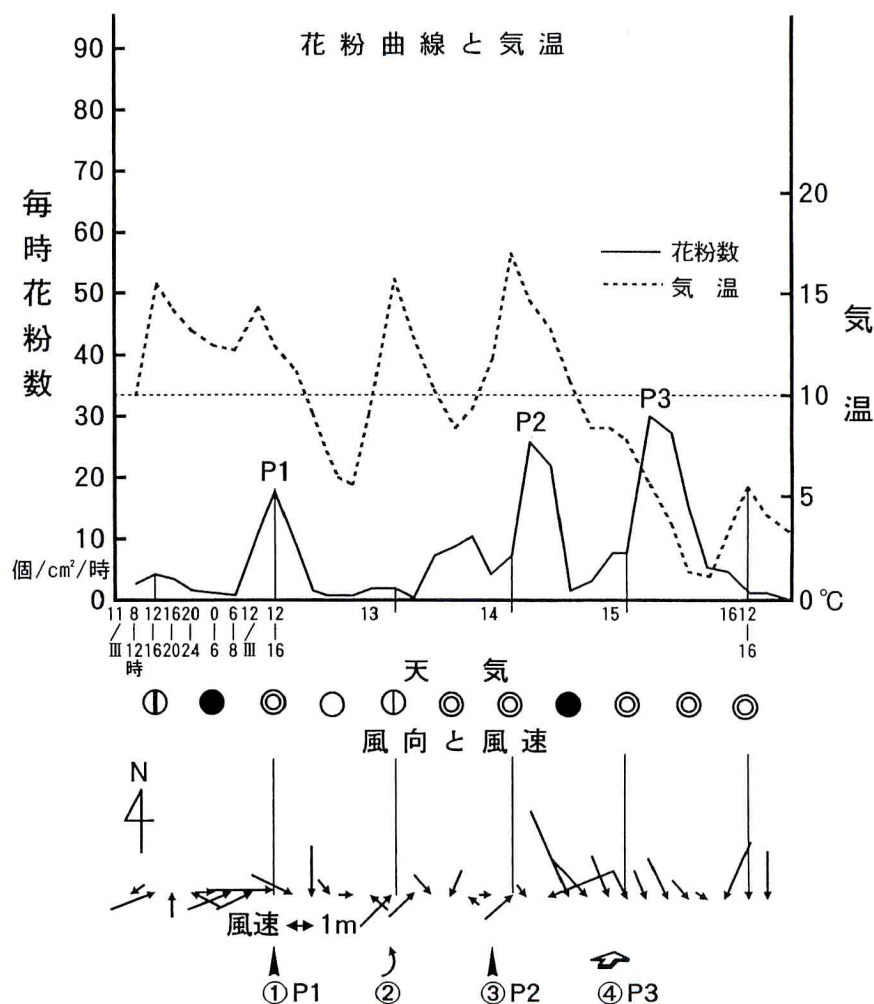


図5 スギ空中花粉の日内変動と気象(1988年)

- ① 高気温で降雨の後, 風向が西南西から西北西の風にかわり, 相対湿度50%…P1
- ② 気温は高いが南風で, 花粉源より花粉があまり運ばれて来ない.
- ③ 本州南岸を低気圧が通過し, 風向が南から北西にかわり, 高気温, 相対湿度58%…P2
- ④ 弱い冬型, 雨が上がり花粉は飛ぶ態勢, 北々西の風, 相対湿度55%…P3

1990年(図6)

2月26日12-16時にP1, 27日12-16時にP2, 3月1日6-8時に小さなP3, 4日12-16時に最大P4があった。

1) 風向:P1は四国沖に前線が停滞し,その上を小さな低気圧が通過して,風向が南東から北風にかわった時と一致した。P2は北風が続いていた時であり,P3は南海上を低気圧が通過して,東北東8m前後の風が吹いていた時であった。P4の時は北西の風

が吹いていた。

2) 湿度:P1の時は相対湿度66%,P2は51%,P3,65%,P4の時は前日の90%から急速に37%に降下していた。

3) 気温:2月中旬は10℃以上の暖かい日が約1週間続き,花粉飛散の準備ができていた。以後気温は下がり飛散はしばらく押えられたが,P1,P2,P3,P4の際には一時的に10℃以上となっていた。

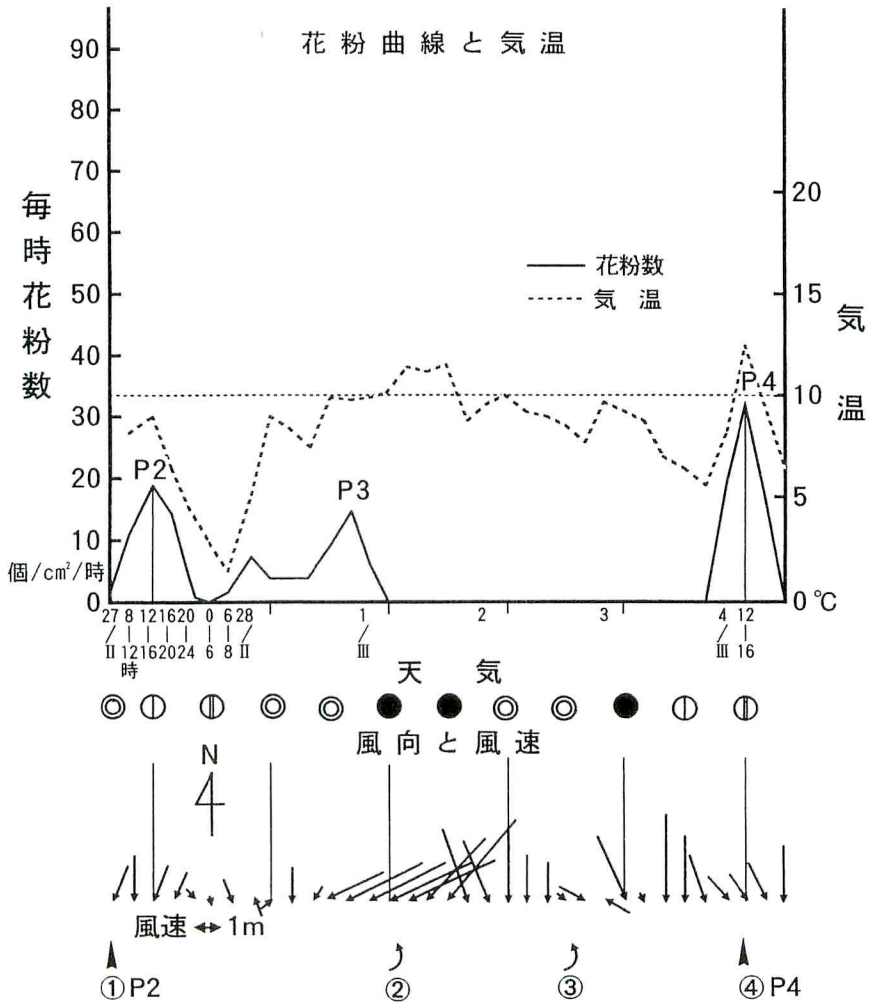


図6 スギ空中花粉の日内変動と気象(1990年)

- ① 2月26日南海上に低気圧,前線通過(P1)27日は北風,相対湿度51%…P2
- ② 南海上を低気圧が通過,東北東より北々西の強風,気温は高めだが降雨続き花粉なし。
- ③ 北風であるが天候悪く,相対湿度76-90%,花粉ほとんどなし。
- ④ 雨上がり気温上昇,北西の風,相対湿度90%から37%となる…P4

B 花粉数と気象の統計学的解析

花粉飛散数が多い4年の内、1日に飛散が集中した1986年を除く3年で、花粉飛散最盛期の花粉の多い時間帯について飛散数と気象条件との関係を重回帰分析した。検定項目は平均風速、平均風向、平均気温、平均湿度、4時間前の花粉飛散数・平均風速・平均風向・平均気温・平均湿度とした。

平均風向の花粉飛散数に及ぼす影響度は、1988年までの9年間の最盛期の気象条件を重回帰分析して求めた数値を用いた⁽²⁾。つまりN4, NNE2, NE4, ENE5, E4, ESE1, SE1, SSE1, S1, SSW1, SW1, WSW7, W8, WNW12, NW11, NNW15の数値である。

1984年の期間と時間：2月26日-3月9日、8-20時
 花粉数 = $24.7 + 0.46 \times \text{平均湿度} + 18.3 \times \text{平均風向}$
 $F = 3.25$ $F = 10.6$
 $+ 0.96 \times 4 \text{時間前の平均風向}$
 $F = 3.39$
 $R = 0.581$ $P = 0.010$

1988年の期間と時間：3月3日-3月24日、8-24時
 花粉数 = $0.21 \times \text{平均風向} + 0.066 \times 4 \text{時間前の平均}$
 気温
 $F = 2.69$ $F = 14.71$
 $+ 0.36 \times 4 \text{時間前の平均風向} - 5.21$
 $F = 6.56$
 $R = 0.450$ $P = 0.00026$

1990年の期間と時間：2月21日-3月7日、8-20時
 花粉数 = $0.35 \times \text{風向} + 3.64$
 $F = 2.65$
 $R = 0.285$ $P = 0.114$

以上により3年を通して風向が最も重要な因子になることが判明した。ただし各年についていえば1988年は開花が揃っていなかったため開花のための気温上昇が影響し、1990年は県下の寒冷地を除き一斉に開花したため風向のみが有意になった。

考 察

I スギ空中花粉数の日内変動について

スギ花粉飛散期の当地域の空中花粉数の最も多い時間帯は、12-16時という結果を得たが、それについてはつぎのように考えられる。

著者は1985年の日本アレルギー学会において、スギの木のないA地点と、それより南方30mの距離に

ある30年スギの下のB地点の花粉数とを比較して報告した⁽³⁾。すなわち総数ではBはAの1.8倍であったが、とくに8-12時では4.5倍であった。しかしそのスギの開花期の前後では、A、B地点間に著しい差を認めなかったため、当地域のスギ花粉のほとんどは、上空を遠方から運ばれて来るものと考えられ、花粉が葯より放出されるのは、午前中に多いことも示唆された。一方植物の生物リズム⁽⁴⁾でも、午前中に花粉を出す種類が多いとされているし、橋詰は⁽⁵⁾スギが自然状態では、雌花の受粉液の分泌量は8-9時に多く午後減少し、花粉室内の花粉粒の数は午後増加するといっている。したがってスギ花粉はおおむね午前中放出されるようである。

兵庫県花粉研究会^(6,7)では、県下38箇所の空中花粉調査を行い、阪神地方のスギ花粉は主として丹波山地で生産され、三田盆地を経て武庫川沿いに六甲山を迂回して来るものと、淀川沿いに北摂から飛来するコースを推測している。したがって原産地で主に午前中飛散した花粉の一部は、上昇気流で上空に達し、北ないし北西の風に乗じ数時間で阪神地方に達するものと思われる。また、花粉が12-16時に多かったのはあくまで平均であって、1988年のP2, P3のように16-20時に観察されたこともある。

II スギ空中花粉数に影響する気象因子

スギ花粉の飛散開始期日に最も関係があるのは気温で、橋詰は植栽スギを観察して、飛散開始は1月1日以降の最高積算温度が約530°Cの時に始まるとのべている⁽⁵⁾。われわれのしている空中花粉は多くのスギ個体の花粉の集合であるため、飛散は既に360°C前後で始まり約530°Cで本格化していることが多いが、本年(1991年)のように飛散開始期に低温が続けばこの限りではない。

飛散期に入ってから的大量飛散には、風向が最も重要な因子で、湿度、気温も関与する。すなわち約10°C以上の時間が長く続いた後、低気圧あるいは前線の通過により、風向が南から北に転じ、しかもまとまった降雨があって、湿度が急に下降した時大量飛散があることがわかった。気温が上昇すれば、植物の開花が促されるのは日常経験することであり、降雨の際には、スギの雄花の葯が閉じて花粉の飛散は押えらる。低い湿度は風媒花の花粉にとっては、風に乗るための必要なコンディションであるし、雨で抑制されていた花粉が湿度の降下と共に、一斉に飛散すると考えられる。風向は飛散した花粉を運ぶのに重要であり、

南海上からの南風では北方原産地の花粉はいずれかに停滞して、風向が北風に変わった時、大量に落下あるいは吹き寄せて来るものと考えられる。風速については川島ら⁽⁸⁾の述べているように、花粉の飛びだしに関係があると思われるが一定の関係は得られなかった。さらに気温についてみると、各年のスギ花粉のピークが12-16時に多く、それが日最高気温としばしば一致するか一部では少し遅れている。このことは日最高気温は神戸海洋気象台の15時のデータであり、花粉数は12-16時に捕集して1時間値に換算したもので、4時間の幅があるが両者はおおむね一致したといえる。しかし一方、平均的な日最高気温は15時に測定されるが、原産地で午前中に放出された花粉が、当地域に達するのほぼ同時刻であるため、両者が結果的に一致した可能性も考えられる。

以上のべたスギ花粉数と気象との関係については、将来当地方のスギ花粉の原産地と推測している丹波地方で、経時的な観測が行われるならば、さらに確実な結果が得られるであろう。

要 約

最近6年間のスギ花粉飛散期に、阪神地方の西宮で測定した空中花粉数は、日内では12-16時に平均して最も多かった。

スギ花粉飛散に影響する気象因子は、気温、風向、湿度であり、スギ花粉の飛散開始時期を決定するのは気温であり、シーズン中の大量飛散前には持続的な気温の上昇と、湿度の低下があった。また花粉原産地よ

り花粉が当地域に運ばれてくるために、風向が重要な因子であることがわかった。

謝 辞

論文作成にあたり、気象資料のご高閲を賜りました日本気象協会関西支部の樽本博衛氏に深甚の謝意を表します。

引用文献

- (1) 日本気象協会神戸支部：地上気象観測日原簿，1984-1990年各2-3月。
- (2) 小笠原 寛：スギ花粉予報の問題点，アレルギーの臨床 **10** (2), 105-108 (1990)。
- (3) 中原 聰：空中スギ花粉の日内変動と気象（第2報）—昭和60年度の3地点における調査成績—，アレルギー **34**, 779 (1985)。
- (4) Bünning E. 生理時計，学会出版 P 169-177 (1977)。
- (5) 橋詰隼人：材木の交配に関する基礎的研究 (V)，鳥取大学農学部研究報告 **XXV**, 81-96 (1973)。
- (6) 小笠原 寛他：兵庫県のスギ花粉症 (4) 1989年の飛散状況と予報，兵庫県医師会医学雑誌 **33**, 81-85 (1990)。
- (7) 小笠原寛他：スギ花粉飛散における地形の影響，アレルギー **39**, 1093 (1990)。
- (8) 川島茂人：スギ花粉飛散量の newly 測手法，気象 **34**, 8, 11006-11009 (1990)。