

スギ花粉飛散期の異常気象による飛散総数の増減

1) 兵庫医科大学耳鼻咽喉科, 2) 市立芦屋病院耳鼻咽喉科, 3) 兵庫県立衛生研究所, 4) 藤谷医院, 5) 中原医院

小笠原寛¹⁾ 吉村史郎²⁾ 後藤 操³⁾栗花落昌和¹⁾ 藤谷哲造⁴⁾ 中原 聡⁵⁾

スギ花粉飛散期の異常気象が空中花粉数に影響したかを分析した。花粉飛散期を観測林の開花時期により 7 期に分類した。観測林は六甲山地に対数でほぼ等間隔となる標高 150m, 220m, 350m, 500m, 800m に設けた。1993 年から 1998 年までの飛散期を 7 期に細分すると、各期の空中花粉の平均花粉観察率は対数正規確率紙で、350m 林を中央値とした正規分布をするとみなした。5 つの観測林が持つ相対量に対する推定花粉量率を求めることができ、150 m 林が 0.09, 220 m 林が 0.34, 350 m 林が 0.31, 500 m 林が 0.16, 800 m 林が 0.10 となった。1994 年の 500 m 林と 1995 年の 350 m 林の最盛期での飛散率は 95 % の信頼区間より減少した。この 2 期間の花粉観察率の減少は丹波山地での風速の弱さと西宮へ向かわない風向、すなわち異常気象に大きく影響を受けたことを示した。このような花粉飛散期を開花時期の異なった観察林で細分して分析する方法は、今後の花粉予報や花粉源対策に応用できると考えた。

Key words : abnormal weather — airborne pollen grains — *Cryptomeria japonica* — observation forest

はじめに

スギ花粉症患者の増加と重症化にともない花粉予報の重要性が高まったが、満足できる予報は得られていない。特に、1990 年代の暖冬と早い春の訪れは花粉飛散期の弱い季節風や菜種梅雨などとなり、開花状況の把握を困難にしているばかりか、日々のスギ花粉捕捉数¹⁾、さらに飛散総数も減少していると考えられる。つまり、林から観測地への輸送を分析する方法がないため、季節中にどの程度季節が進行したか、季節中にどの程度の飛散可能な花粉量があるか、翌年以降の飛散総数予測に用いる飛散総数補正をどうするかが不明であった。

1993 年から 1998 年まで六甲山地の山麓から山頂まで、標高を対数でとるとほぼ等間隔となる 5 つの観測林で開花状況を観察し、この山麓から山頂までの開花前線の移動と和歌山市以北の近畿地方における飛散開始、最盛期、終焉とがほぼ一致することをみいだした²⁾³⁾。この 5 観測体の開花時期、すなわちスギの生物時計で飛散期を 7 期に細分することにより、各観測林と開花時期が同じ林が持つ相対的花粉量が推定でき、

各期の観測された空中花粉数の平均値が正規分布した。これにより各期の空中花粉数の分析が可能となり、花粉飛散予報の向上や花粉源対策につながると考えられたので報告する。

方 法

1. 観測林

方法は報告³⁾したように、六甲山地の標高 150 m, 220 m, 350 m, 500 m, 800 m の定めた観測林（以後 150 m 林などと略）で開花状況の観察を同一人が行った。ただし、丹波山地の中心にある柏原町（標高 120 m）と開花時期を同じとする 220 m 林を発見するまでの 1993 年と 1994 年は柏原町の開花状況を、1995 年の 500 m 林は阪神大震災で交通が遮断されたため六甲山地の別の 500 m 林の開花状況を用いた。

2. 開花度の判定

各観測林では原則として 5 本以上の樹について、可能な範囲で方角の異なる複数の枝を観察し、その平均をその樹の開花度とした。

観察方法は開花度の進行度により 3 つの要点に分けた。開花初期は雄花のりん片が開いているか、りん片の開きと葯が破裂している割合を観察した。開花が進

Received : September 21, 1998

Accepted : April 15, 1999

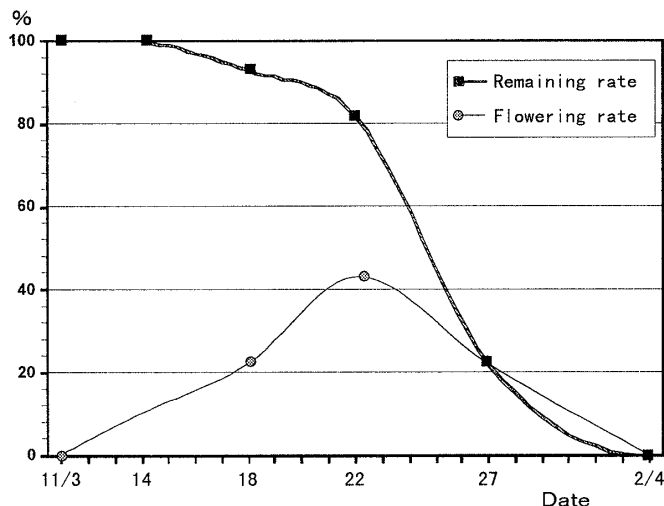


Fig. 1. Flowering time at 350 m forest in 1995.

行すると破裂した葯の割合と葯から逸脱し雄花に貯まっている花粉量を観察した。開花の終わりには雄花に残っている花粉量を観察した。これらの雄花の観察後に棒でたたいて飛散が多い、普通、少ないをみて飛散可能になっている花粉量すなわち雄花に残留した花粉量を確認した。雨後で雄花が湿っているときや判定が困難なときには雄花を縦割りにし葯の残存を確認するか、採取した枝を研究室に生けて花粉の残存を確認した。

開花度を1分咲き、3分咲き、5分咲き、満開、50%花粉残、30%花粉残、10%花粉残、終了と個々の樹を判定した。それぞれの開花度での花粉残存量を3本の樹について開花前の花粉量と比較した。方法は花粉が漏れないように袋をかぶせて枝を採取し、生けて咲かした。生理食塩水で花粉を浮遊させ、血球計算版で花粉数を測定した。それぞれの開花度における対照との花粉数の比は、 $98.3 \pm 1.5\%$ 、 $95.2 \pm 2.2\%$ 、 $91.7 \pm 3.6\%$ 、 $81.1 \pm 2.7\%$ 、 $54.8 \pm 6.7\%$ 、 $28.9 \pm 3.9\%$ 、 $12.4 \pm 2.1\%$ 、 0% であった。視認誤差を考慮しそれぞれの開花度における花粉残存率 (pollen remaining rate) を100%、95%、90%、80%、50%、30%、10%、0%とした。個々の樹の花粉残存率の平均値を林の花粉残存率とした。

開花度と花粉残存率の差、例えば5分咲きであれば全体の50%の花粉がその日に最大限放出できると仮定し、すでに10%花粉が放出され花粉残存が90%であるため、実際には40%が放出可能量であるとした。このようにしてそれぞれの開花度について10%、25%、40%、80%、50%、30%、10%、0%を最大に放出

できる開花率 (flowering rate) とした。個々の樹の平均値をその林の開花率とした。

1995年の350 m林の開花推移を図1に示した。林の開花率は花粉残存率が約80%の時を頂点とした正規分布を示し、開花率が約25%の時が変曲点になることから、花粉残存率が約90%から25%までを林の開花最盛期とした。90%に最も近い花粉残存率を観測した日をその林の開花最盛期の開始日とした。

3. 花粉飛散期の分類

花粉飛散期を観測林の開花最盛期開始日で以下の7期に分けた。

開始期：飛散開始日から標高150 m林最盛期開始日まで

150 m林最盛期：150 m林最盛期開始日から220 m林最盛期開始日まで

220 m林最盛期：220 m林最盛期開始日から350 m林最盛期開始日まで

350 m林最盛期：350 m林最盛期開始日から500 m林最盛期開始日まで

500 m林最盛期：500 m林最盛期開始日から800 m林最盛期開始日まで

800 m林最盛期：800 m林最盛期開始日から飛散最盛期の終わりまで

終了期：800 m林最盛期の終わりから飛散終了日まで

4. 空中花粉の観測

ダークラム型花粉捕集器を用いた空中花粉の調査を兵庫県30カ所と大阪府の1カ所で行ってきた。これら観測点での飛散開始日、最盛期、終了日はほぼ一致していた。しかし、日々の飛散数分布は瀬戸内沿いと日本海側とは異なった²⁾³⁾。

大量飛散の1995年における日々の飛散数について六甲山系の麓にある西宮市 (武庫川町、標高0.3 m) と瀬戸内各地とでは相関係数は西宮市に近接した観測地の0.999から最も離れて岡山県境にある上郡町の0.726に分布したのに対し、日本海側の浜坂町とでは0.335、豊岡市とでは0.376であった。西宮市の空中花粉と飛散期の7期について分析し、最も西宮市から遠い瀬戸内の上郡町と日本海側の豊岡市について、飛散期の7期が当てはまるかを検討した。

飛散開始日は1個/cm²以上が連続して飛散した初めの日、終了日は1個/cm²以上が連続して2日以上観察されなくなった日とした。気象因子による分析には日本気象協会発行の兵庫県気象月報から神戸海洋気象

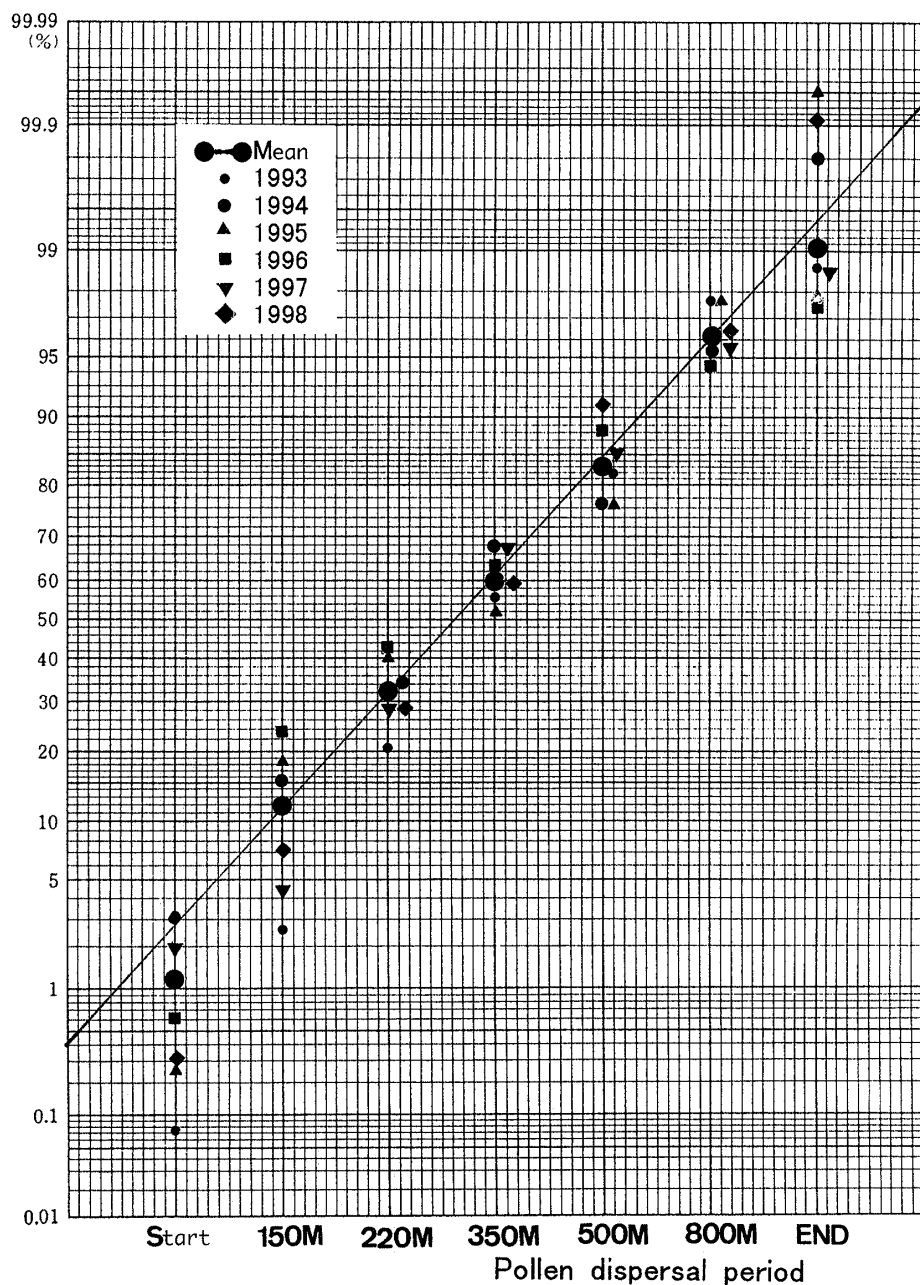


Fig. 2. Analysis of the percentage of the pollen counts Nishinomiya by a Normal Probability paper.

The mean of the percentage of the pollen counts of 6 years at 7 divided pollen dispersal periods showed an almost normal distribution.

台(神戸市, 標高 58 m), 丹羽山地の中心の柏原町(標高 95 m), 中国山地の中心の一宮町(標高 195 m)の気象データを用いた。

結 果

1. 各期の花粉観測率

表 1 に 1993 年から 1998 年までの 7 期の開始日と, 各期間中の観測した空中花粉数を飛散総数に対する割合, すなわち花粉観測率(detected pollen count %)として示し, 下欄に各期における花粉観測率の平均値と 5% の標準誤差を示した。六甲山地での観測林の標高を横軸に対数で表すと 150 m, 220 m, 350 m, 500 m, 800 m はほぼ等間隔に並んだ。図 2 に各期の平均花粉観測率を累積した累積相対度数を正規確率紙の Y 軸に, 各

Table 1 Distribution of the percentages of the detected pollen counts at 7 divided pollen dispersal periods from 1993 to 1998

Year Total pollen count/cm ²		Start	Pollen dispersal period					End
			Maximum flowering at different altitude forests					
			150m	220m	350m	500m	800m	
1993	Date	8/2	11/2	22/2	5/3	15/3	29/3	8/4–12/4
2021	Pollen counts %	0.07	2.6	17.6	35.0	26.8	15.7	0.8
1994	Date	19/2	25/2	10/3	17/3	24/3	30/3	4/4–8/4
236	Pollen counts %	3.0	12.5	18.4	33.4	9.7	18.6	4.2
1995	Date	19/2	25/2	14/3	18/3	22/3	27/3	4/4–21/4
9294	Pollen counts %	0.25	18.1	21.5	11.5	24.0	22.4	2.2
1996	Date	14/2	25/2	10/3	17/3	20/3	27/3	30/3–2/4
554	Pollen counts %	0.7	22.6	19.3	20.0	25.1	6.8	3.0
1997	Date	20/2	27/2	2/3	8/3	13/3	20/3	25/3–2/4
1861	Pollen counts %	2.0	2.5	25.3	36.7	18.9	10.3	2.8
1998	Date	19/2	20/2	25/2	1/3	8/3	15/3	22/3–31/3
583	Pollen counts %	0.3	7.2	21.2	30.6	32.0	5.1	3.6
Mean of pollen counts %		1.05	10.90	20.53	27.87	22.75	13.15	2.76
SD		1.18	7.93	2.66	9.55	7.67	6.57	1.18

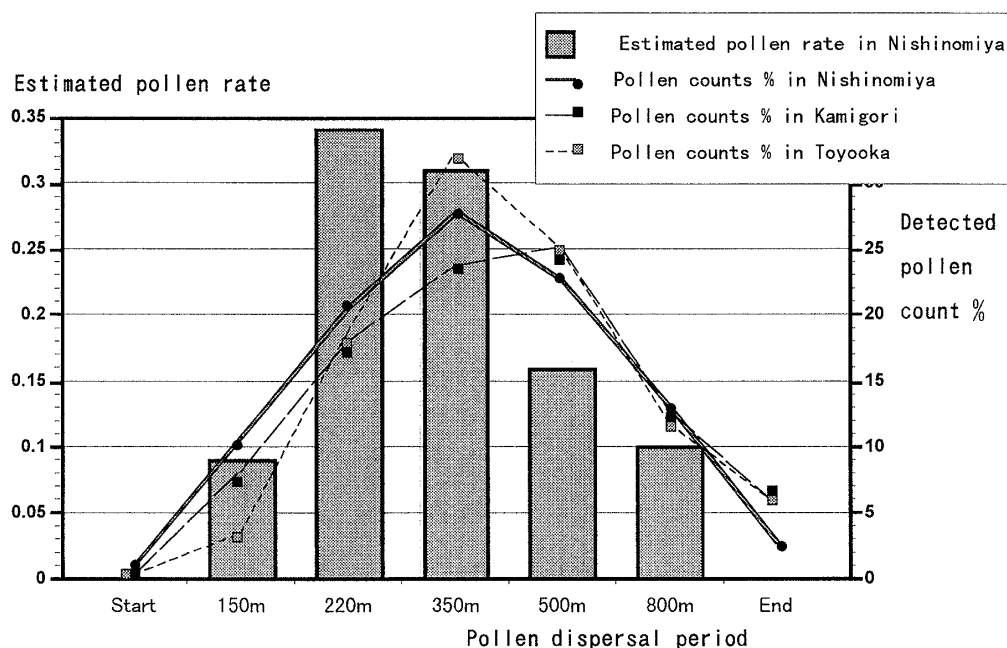


Fig. 3. Distribution of the percentages of the detected pollen counts at 7 divided pollen dispersal periods and estimated pollen rate at 5 different altitude forests.

The percentage of pollen counts shows the average pollen counts of 6 years at 7 divided pollen dispersal periods. The percentage of the pollen counts in Nishinomiya at 7 divided pollen dispersal periods showed a normal distribution, with a middle level altitude of 350 m in the Rokko mountains. The estimated pollen rate shows the relative rate of five different forests against the corresponding amount of pollen.

期を X 軸にプロットした。年ごとの 5 林最盛期における累積相対度数にばらつきがあるも、6 年間の平均値

はほぼ直線上となり、花粉観測率は正規分布するとみなせた。

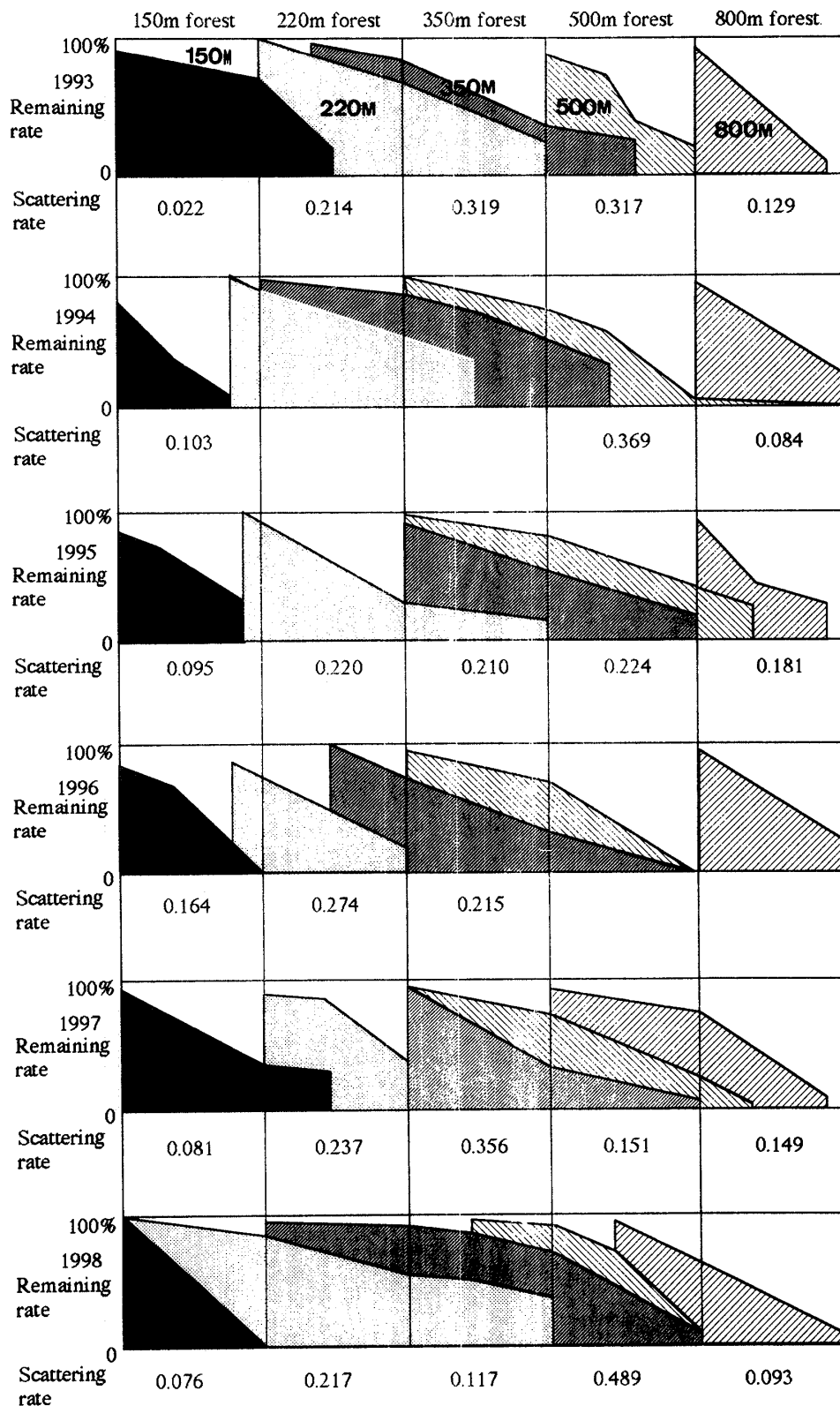


Fig. 4. Pollen remaining rate of each observation forests from 1993 to 1998.

Remaining rate : pollen remaining rate. The scattering rate shows the total scattering rate of 5 different forests at 7 divided periods.

図3に西宮市, 上郡町, 豊岡市における6年間の花粉観測率の平均値を図示した。西宮市は350m林最盛

期を最大とする正規分布を示し, 豊岡市も350m林最盛期を最大としほぼ正規分布を示した。上郡町はまだ

Table 2 The meteorological data in Kobe in periods which did not enter 95% confidence interval in the dispersion of the detected pollen counts in each periods for the 6 years

Year Forests	Date	No. of pollen grains /cm ²	Maximum temperature ℃	Maximum temperature by altitude ℃	Mean of wind velocity m/sec	Maximum wind velocity m/sec	Wind direction	Mean humidity %
1994 500m	24/3	5.6	11.5	7.1	5.4	11.3	WSW	57
	25/3	3.0	8.8	4.4	6.8	12.1	WSW	49
	26/3	2.7	9.6	5.2	3.4	8.3	WSW	64
	27/3	0.6	10.1	5.7	3.1	7.4	SW	58
	28/3	4.9	13.9	9.5	3.4	8.8	WNW	58
	29/3	6.1	14.0	9.6	4.6	9.1	NNW	54
1995 350m	18/3	245.3	11.9	9.0	2.7	5.5	NNW	59
	19/3	571.6	11.3	8.4	3.7	7.9	WSW	52
	20/3	170.4	13.3	10.4	2.2	5.8	S	48
	21/3	82.7	17.4	14.5	2.4	6.7	SSW	58

らかな飛散分布を示し、中央値を 500 m 林最盛期とするも飛散期間は西宮市と同じであった。

花粉観測数の少ない開始期と終了期を除く 5 期で、平均花粉観測率の 95% の信頼区間は 150 m 林最盛期が 2.58% から 19.22%, 220 m 林最盛期が 17.63% から 23.47%, 350 m 林最盛期が 17.84% から 37.90%, 500 m 林最盛期が 14.70% から 30.80%, 900 m 林最盛期が 6.25% から 20.05% となった。この 95% 信頼区間に入らなかった期と平均花粉観測率はそれぞれ 1996 年の 150 m 林最盛期 22.6%, 1997 年の 150 m 林最盛期 2.5%, 1997 年の 220 m 林最盛期 25.3%, 1998 年の 500 m 林最盛期 32.0% と 1995 年の 800 m 林最盛期 22.4% とはわずかに入らなかっただけで、1995 年の 350 m 林最盛期 11.5% と 1994 年の 500 m 林最盛期 9.7% とは大きくはずれた。

2. 各期の花粉放出率の推定

図 4 に 1993 年から 1998 年までの各観測林の花粉残存率の推移を示した。各林最盛期の日数は異なるがスギの生物時計に基づき同じ長さとしてあらわし、図形の変形点は観測日を示した。

6 年間の各観測林の花粉残存率の推移から 5 観測林が持つ相対的な花粉量を推定した。各観測林が持つ推定花粉量率 (estimated pollen rate) を a, b, c, d, e とし、その総和を 1 とした。7 つに細分した各々の期について、その花粉源となった各林の 6 年間の平均花粉減少率すなわち放出された花粉の割合を求めた。その平均花粉減少率と推定花粉量率との積の合計が平均花粉観測率となる一次式を 7 期分作製した。ただし、1998

年は 350 m 林と 500 m 林の開花がほぼ同時に進行し両最盛期の区別が明確でなかったため、350 m 林と 500 m 林最盛期の平均花粉減少率を用いるのを省いた。各期の式は $1.1=10.7a$, $10.9=67.5a+12.5b$, $20.5=21.8a+44.0b+13.5c$, $27.9=28.0b+47.5c+19.3d$, $22.8=13.7b+28.0c+56.0d+10.7e$, $13.2=9.4c+19.0d+67.0e$, $2.8=19.5e$ となり、最も近似する総和が 1 となる a, b, c, d, e, を推計した。

推定花粉量率は 150 m 林が 0.09, 220 m 林が 0.34, 350 m 林が 0.31, 500 m 林が 0.16, 800 m 林が 0.10 であった。これから求めた各期の飛散量率は 1.0, 10.4, 21.1, 27.3, 23.3, 12.7, 2.0 となり、これらはそれぞれが表 1 の平均花粉観測率 1.05, 10.90, 20.53, 27.87, 22.75, 13.15, 2.76 に近似した。

各年の各期について各観測林の推定花粉量率と花粉残存率の減少から各期に放出された推定花粉放出率 (scattering rate) を求めた。1994 年の 500 m 林最盛期と 1995 年の 350 m 林最盛期の推定花粉放出率はそれぞれ $0.30b+0.54c+0.62d$, $0.14b+0.43c+0.18d$ で表され、それぞれに上記で求めた推定花粉量率を代入すると、0.369 と 0.210 になった。図 4 に他の期に推定できた推定花粉放出率を記した。

3. 花粉観測率が減少した 2 期の気象

表 2 の 95% の信頼区間から大きくはずれた 1994 年の 500 m 林最盛期と 1995 年の 350 m 林最盛期の気象観測値 (神戸海洋気象台) と花粉飛散数 (西宮市武庫川町) を示した。六甲山頂気象観測所と神戸海洋気象台との気温差は冬季には標高 100 m 当たり 0.992℃ の

差があるため³⁾、各観測林の標高に換算した最高気温も記入した。

考 察

近年スギ花粉の飛散最盛期に、1990年の菜種梅雨、1992年の高気圧におおわれた無風状態、1994年の弱い季節風のように、1980年代には観察されなかった気象の乱れが生じ、飛散総数の減少に繋がったと考えられた。過去に報告された気象と飛散数との分析は気温や湿度、雨量、風向、風速と捕捉された花粉との関係を検討したもので、花粉源である林の状態を観察した報告は富山県と山形盆地にみいだすのみであり⁵⁾⁶⁾、飛散総数の増減を分析した報告は渉猟した範囲ではみられなかった。

飛散総数の増減は花粉供給源とそこにおける気象との関係で生じる。花粉供給源の検討すべき事項は林の標高、緯度、内陸か海岸部か、日照条件による開花時期の差で、これら林の特定と面積、花粉生産量を求めることである。しかし、季節中の特定日に放出可能な花粉量を推定することは極めて困難であり、飛散期を気象や暦でなく、開花分布に対応する生物時計で細かく細分し、全体をとらえる方法が現実でないかと考えた。つまり、細分化された期間での開花林の特定、着花量、開花状況、気象、飛散数を検討することにより、ある期間の飛散可能な量を推定することができると考えた。

5つの林が最盛期になる期間は150 m 林から220 m 林へが 10.3 ± 5.3 日(3~17日)、220 m 林から350 m 林へ 6.7 ± 2.4 日(4~11日)、350 m 林から500 m 林へ 6.0 ± 2.5 日(4~10日)、500 m 林から800 m 林へ 7.7 ± 3.2 日(5~14日)であり、寒冷な日が続く150 m 林から220 m 林への期間は長く、急激に気温が上がる後半の期間は近似していた。この1週間の開花日の差は観察に便利で、選定した5観測林は標高を対数にするとほぼ等間隔に並んだ。これら観測林の開花最盛の開始日で飛散期を7つに細分することができた。6年間の花粉観測率の平均値は中央を頂点とする正規分布を示し、この平均値からはずれる期を各観測林の花粉放出率で分析することにより気象との関係の検討ができると考えた。

気象と日々の飛散数、飛散総数の関係を分析するには日々の林の状態をできるだけ正確に把握する必要が

ある。開花度の判定には眼前で雄花の状態をみられるか、枝きり鋏で標本を採取できる樹でなければならぬ。雨上がりや強風が吹いた後では標本を採取して雄花を縦割りにして観察したり、乾燥してから観察したりすると思わぬ花粉量が残存していることを経験するからである。

開花状態の観察は着花量の観察と異なり、ほぼ毎年雄花をつける孤立木や小さな集団が便利であった。各観測林における最も開花の早い樹と遅い樹の開花日の差は、150 m 林が 15.8 ± 2.8 日(12~19日)、220 m 林が 8.3 ± 4.2 日(5~13日)、350 m 林が 7.0 ± 4.8 日(2~16日)、500 m 林が 4.8 ± 3.3 日(2~11日)、800 m 林が 7.2 ± 2.3 日(5~11日)であった。このように同一観測林内でも開花日が大きく異なるため、不作年でも5本程度の観察ができる林を選択した。

花粉放出の最盛期は約10日間で、林全体が咲き終えるまで計約3週間であったが、気温が高ければこれより短期間で終了した。花粉残存率が約90%になった時をその林が最盛期になったと判断した。しかし、週2回の観察では、観察時には最盛期の中盤になっていたり、1998年のような暖冬の年は一斉開花がみられたり、この基準を必ずしも満たすことはできなかった。

開花時期の推定を休眠打破日から行うことが可能で、兵庫県下の異なる観測林は休眠打破日から平均気温の積算率が約310度で最盛期を迎えた⁸⁾。この気温の推移と六甲観測林の定期的な観察で急激な気温上昇時にも各観測林の最盛期開始日を推計できると考えられた。

空中花粉数は林からいかに花粉が輸送されるかが問題で、これには風と湿度がかかわっている。我々⁴⁾は平均風速が早いほど空中花粉数が多くなることを報告したが、佐橋ら¹⁾は最大風速と平均風速の差が花粉数とよく相関すると述べている。この差が大きいと乱流が生じやすく、垂直方向への力が働き花粉が巻き上げられ遠方へ飛ぶためである。

最盛期の中盤になると開花がそろい、葯が破れて花粉が雄花に貯まっている状態になるため花粉が気流に乗る気象条件が大きく空中花粉数に影響すると考えられた。無風と雨が花粉数を減少させるかを開花最盛期の雄花を使って予備実験を行った。13℃で8時間静置と13℃で1時間当たり10 mmの霧雨下に8時間処置した後、袋をかぶせて完全に咲かし残存していた花粉を採取して無処置の対照と比較すると、それぞれの花粉数は対照の $71.6 \pm 10.4\%$ 、 $52.9 \pm 19.8\%$ であった。こ

の結果は無風時に花粉が地面へ落下すること、気温の高い雨中では開花が進行し花粉が雨に流されることを示した。

飛散期のうち 150 m 林と 220 m 林最盛期は 2 月末から 3 月上旬で、未開花の樹が多いため雨や無風など気象条件による飛散総数への影響は比較的少なかった。350 m 林最盛期以降は 3 月中旬の不安定な天気になり、咲いた雄花からの花粉飛散は気象の影響を強く受け標準誤差が大きくなったと考えられた。6 年間の観察中、飛散数が 3% 未満と少ない開始期と終了期を除く 30 期のうち 95% の信頼区間をはずれたのは飛散数増加が 4 期、減少が 3 期みられた。大きくはずれた 2 期について花粉数減少の原因を考察した。

1994 年の 500 m 林最盛期の花粉放出率は 0.369 で 1998 年を除く平均 0.265 ± 0.097 の範囲より多く、1995 年 350 m 林最盛期の花粉放出率は 0.210 で 1998 年を除く平均 0.275 ± 0.074 の範囲であった。この 2 期は林の花粉放出率が平均であることから花粉観測率の減少は花粉輸送に係る気象が最大の原因と考えた。

阪神地区では風向により飛散数が大きく異なり、南風にともない大阪湾を渡ってくる花粉は非常に少なく、北北西の季節風時には丹波山地からの大量飛散に、北東の風では淀川沿いに北摂から、西風では中国山地から六甲山地南沿いに花粉が運ばれ飛散量が多くなった²⁾⁴⁾⁷⁾。

この 2 期の空中花粉数と神戸の気象は表 2 に示した。1994 年 500 m 林最盛期で最も空中花粉数が多くなるべき日は西北西と北北西の風が吹いた 28 日と 29 日であった。しかし、風向と風速を花粉源でみると、丹波山地の柏原は 29 日を除くと南方向の風が多く、この期の平均風速 1.95 m/s、最大風速 4.83 m/s と弱い風であった。また、中国山地の一宮でも平均風速 1.23 m/s、最大風速 3.2 m/s で南または西よりの風であった。

1995 年の 350 m 林最盛期は、空中花粉数が多くなる北北西の風の 18 日は六甲 350 m の推定気温は 9℃ とやや低く風も弱かった。柏原でも 3 月 18 日と 19 日はやや気温が低く、平均風速 2.0 m/s、最大風速 4.5 m/s と弱い北風であり、気温の上がった 20 と 21 日は弱い南風と、花粉が観察されにくい状況であった。この 2 期の花粉源では花粉が気流に乗りにくい弱風で、かつ西宮市へ飛散しにくい風向が飛散数減少の原因であったと考えられた。

1994 年の 500 m 林最盛期と 1995 年の 350 m 林最盛期は放出花粉率が他の年と差がないことから花粉観測

率が平均値であったと仮定すると、1994 年の 500 m 林最盛期は 13.1% が減少し、1995 年の 350 m 林最盛期は 16.4% が減少したことになる。これら減少した花粉数を 1994 年の 236 個/cm²、1995 年の 9294 個/cm² の実測飛散総数に追加した補正飛散総数は 1994 年が 267 個/cm²、1995 年が 10818 個/cm² となった。この補正した空中花粉数は飛散総数予測や飛散期の分析において有用と考えられる。

兵庫県の最大の花粉源である中国山地の標高による開花前線と六甲山地における開花前線とは 1995 年から 1998 年までの調査では相関係数 0.997 と相関した。中国山地 500 m は六甲山地 800 m と一致し、それ以上の標高からのスギは花粉源でないと推定できた⁹⁾。豊岡市は中国山地の影響を強く受け、開花前線の推移も西宮と近似すると考えられることから、豊岡の花粉観測率の分布は西宮市と相同したと考えられた。上郡町は兵庫県の東端で北部に佐用町がある。佐用町の飛散期は他の観測地より遅く始まるため、上郡町の花粉観測率の中央がなだらかで 500 m 林最盛期に中央値となった原因と考えられた。以上のように丹波山地の影響下にある西宮市での飛散期細分は、中国山地の影響下にある東播州や但馬に適応して分析できることが判明した。また、各期の花粉源の推定は開花分布を調査することにより比較的容易であり⁹⁾、最も花粉源として重要な 200 m 林と 350 m 林に相当する林の花粉源対策を行えば根本的な花粉症対策になると考えられた。

従来、各観測林の開花状況から日々の飛散予報や週間予報を行ってきた。今回、飛散期を 7 期に細分し各期の花粉量率の推定ができたことから、精度の高い予報のための花粉数計算が可能となった。花粉症患者の重症化や発症の予防に有用だけでなく、各期の花粉量率から気象と花粉の輸送の関係を解く手段ともなり、花粉源対策への応用が期待できる。

文 献

- 1) 佐橋紀男, 高橋裕一, 村山貢司: スギ花粉のすべて。メディカルジャーナル社, 東京, pp.44-53, 1995.
- 2) 小笠原寛: 兵庫県の花粉症。神戸新聞総合出版センター, 神戸, pp.41-58, 1995.
- 3) 小笠原寛, 栗花落昌和, 瀬尾 達, 阪上雅史, 吉村史郎: 六甲山系におけるスギの標高別開花時期と中国・丹波山地の開花時期。花粉誌 **41**, 129-137,

- 1995.
- 4) 小笠原寛, 森崎嘉章, 雲井健雄, 吉村史郎, 里見文男, 他: 兵庫県のスギ花粉症, (4)1989年の飛散状況と予報. 兵庫医学会誌 **33**, 27-31, 1989.
 - 5) 平 英彰, 寺西秀豊, 剣田幸子, 槻陽一郎, 清水規矩雄, 他: スギ林の雄花着花状況と空中花粉飛散パターンとの関連性について. 1990年における富山県の例. アレルギー **40**, 1200-1209, 1991.
 - 6) 高橋裕一, 小野正助, 小野 静, 石森久子, 青木四郎次, 他: スギ開花の時期と標高, メッシュ気温との関係. 花粉誌 **39**, 113-120, 1993.
 - 7) 小笠原寛, 吉村史郎, 中原 聡, 藤谷哲造, 岡田等: 兵庫県におけるスギ・ヒノキ科花粉飛散状況. 花粉誌 **37**, 145-150, 1991.
 - 8) 小笠原寛, 吉村史郎, 阪上雅史: 休眠打破日からのスギの開花日予測. 花粉誌 **43**, 37-40, 1997.
 - 9) 小笠原寛, 吉村史郎, 後藤 操, 栗花落昌和, 藤谷哲造, 他: スギ壮齡林面積増加による花粉飛散数の増加. 花粉誌 **44**, 97-105, 1998.

THE INCREASE AND DECREASE OF THE TOTAL POLLEN COUNTS OF SUGI
(*CRYPTOMERIA JAPONICA*) DUE TO ABNORMAL WEATHER
DURING POLLEN SCATTERING SEASON

Hiroshi Ogasawara¹⁾, Shiro Yoshimura²⁾, Misao Goto³⁾, Masakazu Tuyu¹⁾,
Tetsuzo Fujitani⁴⁾, and Toshi Nakahara⁵⁾

¹⁾Hyogo College of Medicine, ²⁾Ashiya Municipal Hospital, ³⁾Hyogo Prefectural
Institute of Public Health, ⁴⁾Fujitani Clinics, ⁵⁾Nakahara Clinics

We investigated the changing total number of airborne pollen grains of Sugi (*Cryptomeria japonica*) due to abnormal weather during pollen scattering season. The pollen season was divided into 7 periods by the discrepancies in forest flowering time for observations. The observation forests were located at an altitude of 150 m, 220 m, 350 m, 500 m, and 800 m in the Rokko mountains. These were located at equal spaces, when altitude was taken in the logarithm. The distribution percentage of pollen counts from 1993 to 1998 showed an almost normal distribution level. This was demonstrated by the Log-Normal Probability paper, with a middle level altitude of a 350 m forest. We could estimate the relative rate of 5 different altitude forests against the corresponding amount of pollen as shown under, 0.09 at 150 m forest, 0.34 at 220 m forest, 0.31 at 350 m forest, 0.16 at 500 m forest, 0.10 at 800 m forest. The percentage of pollen counts at the 500 m forest in 1994 and at the 350 m forest in 1995 were decreased from 95% confidence interval. We regarded the decrease in the percentage of pollen counts during these two time, as a cause weak wind velocity and wrong wind direction in Tanba mountains. It was shown that the method for dividing pollen season in different observation forests in which altitude differs, will be useful for pollen forecasts and the pollen source countermeasure.