

山形市における過去5年間(1983年~1987年)の スギ花粉・マツ属花粉およびコナラ属花粉の空 中飛散状況と気象との関係

— 雄花芽形成量に影響を及ぼす因子の解析

高橋裕一*・菅野穎一*・松浦敬次郎*・東海林喜助*・片桐進*

Correlation of Airborne Japanese Cedar, Pines and Japanese Oaks
Pollen Counts with Meteorological Conditions.

— Analysis of the Factors Influenced to the Initiation and Development
of Flower Buds.

Yuichi TAKAHASHI,* Eiichi SUGANO,* Keijiroh MATSUURA,*
Kisuke TOKAIRIN,* and Susumu KATAGIRI*

* *The Yamagata Prefectural Institute of Public Health, Tohkamachi*
1-6-6 Yamagata 990, Japan

In order to obtain a formula of forecasting the airborne pollen counts, we examined every day airborne pollen counts from three kinds of trees (Japanese cedar, pines, Japanese oaks) and meteorological factors, i.e. temperature, relative humidity, wind velocity and precipitation in Yamagata city, Japan, during the period from 1983 to 1987. Annual airborne pollen counts of Japanese cedar in 1985 showed very higher value (5,797 grains/cm³) than those in the other years (366~1,261 grains/cm³). In August of 1984 and 1985, the mean temperatures were higher than the average temperature recorded during past thirty years, and the precipitation were extremely low. These results suggest that the airborne pollen counts of Japanese cedar are not affected only by the meteorological conditions in the time of the germination and development of flower buds, but also by the biological conditions of the plant itself. The relationship between annual airborne pollen counts and the other meteorological factors, relative humidity and wind velocity, was undetectable. In both pines and Japanese oaks, the phenomenon observed in Japanese cedar as mentioned above was not found.

Key words : Airborne pollen, Meteorological conditions, Japanese cedar pollen, Japanese pine pollen, Japanese oak pollen.

緒 言

毎年決まった季節になると、くしゃみ、鼻みず、鼻づまりや眼のそう痒感などの症状に悩まされる花粉症患者が増加の一途をたどっている。それらの原因として、いろいろな種類の花粉があげられているが、その中でスギ花粉症が最も多く、注目されている^(1~9)。スギの場合は、花芽の分化発育の時期に気温が高く、

水分が不足すると花芽の発育が促進されて翌年の花粉量が多くなるというように、スギ花粉の飛散と気象条件との間に密接な関係が示唆された^(3~7)。このことをもとにして、最近いくつかの地域では、気象予報との関連でスギ花粉の飛散予報が試みられはじめた。

一方、15~20年にわたるスギ花粉の空中飛散数を調べた報告では^(7~9)、ほぼ3年周期で多量飛散が繰り返

返されているようである。またスギ以外の樹木についてみても、アラスカにおけるトウヒ (spruce) の空中飛散花粉数に年間変動が見られ、5年のうち2～3年はほとんど花粉を作らず、花粉生産の盛んな年が5年のうち2年あったという Anderson⁽¹⁰⁾ の報告、林学の分野において、ブナ類が6～8年周期で多数の花をつけること、および果樹類、とくにカキ、クリ、柑橘類などでは隔年ごとに当たり年と不成りの年とがあり、年によって肥培管理、せん定、摘蕾、摘花、摘果の仕方を変えているという事実がある⁽¹¹⁾。すなわち、各樹木にはそれぞれの樹木特有の生物周期があることがうかがわれる。

これらのことから、我々はスギ花粉飛散を予測する際に、その方式が単に気象因子のみを変数としていいのか、それともスギ固有の花粉生産能の年次による違いを考慮しなければならないかを検討する必要があると考えた。しかし、スギ花粉の豊作の年が3年周期でおとずれるという事実はスギの樹木固有の周期による現象なのか、あるいは気象因子の周期によるものなのか、まだ明らかにされていない。そこで我々は、花粉飛散数と気象条件との関係を5年間連続して調べた。またスギに次いで花粉飛散数の多いマツ属と1987年に著しい花粉を飛散したコナラ属についても同時に調査し、樹木による気象因子の関与の仕方を比較した。

調査方法

空中花粉数の測定： 山形市の中心部に位置する当衛生研究所の屋上、地上20m、にDurham 捕集器を取り付けて行った。花粉数は白色ワセリンを塗布したスライドガラスの中央1cm²あたりに付着した花粉を、Calberla染色後検鏡し花粉の種類別に計数した。スライドガラスは毎朝9時に交換した。花粉の分類は幾瀬の分類⁽¹²⁾ に準じて行った。

気象データ： 気温、湿度および風速に関するデータは、花粉捕集器と同じ場所に設置した観測機器 (気象観測装置、型式KOAC1000 (光進電気工業株式会社) により得た。降水量についても、同じ場所に設置した、

いっすい式雨雪量計 (中浅測器K.K. 製B-700) により得られたデータを用いた。

結 果

1) 山形市における花粉カレンダー

山形市における過去5年間 (1983年～1987年) の空中花粉数の調査結果から得られた平均的飛散時期を Fig.1 に示した。スギ花粉は3月中旬から飛び始め、4月10日ころをピークとして4月末まで検出された。スギ花粉と交差性のあるアレルゲンの存在が知られているヒノキ花粉は、当地域では少ないが、4月初旬から4月末まで検出された。年によっては、ヒノキ花粉の飛散時期にイチイ類の花粉も見られた。5月に入るといろいろな花粉が見られるようになった。5月10日前後をピークとしたコナラ属の花粉、および5～6月にかけて飛散し、5月下旬にピークがみられるマツ属花粉 (幾瀬の分類⁽¹²⁾ の、C3型の有囊型花粉で、植生上アカマツが主体と考えられる) などがこの時期に多くみられた。そのほかの花粉症の原因とされている主な植物花粉についてみると、イネ科植物花粉は4月中旬から6月いっぱいみられ、7月にはほとんど検出されなくなるが、その後8月中旬ころから再び花粉、特に大型のイネ科花粉 (おそらくイネ花

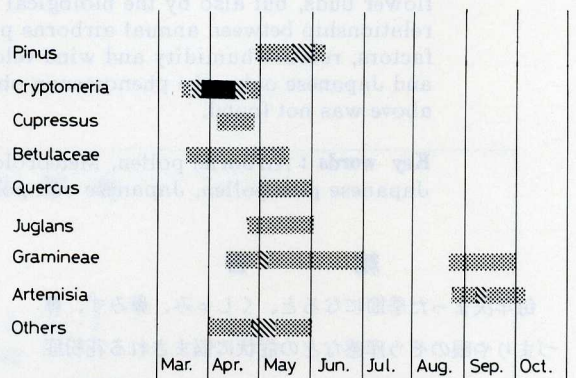


Fig. 1 Airborne pollen calendar of some plants and trees observed at Yamagata city.

□□□□□□□□ : 3~19 grains/cm²
 ▨▨▨▨▨▨▨▨ : 20~49 grains/cm²
 ■■■■■■■■ : more than 50 grains/cm²

Table 1 Relationship between atmospheric pollen counts of Japanese cedar and meteorological factors at Yamagata from 1983 to 1987.

Years	1983	1984	1985	1986	1987
First observation *	March 15	March 29	March 16	March 16	March 12
Maximum value per cm ²	140	156	716	96	55
The date of max. value	April 8	April 27	April 9	April 14	April 6
The number of days 1st obs. to max. obs.	24	29	24	29	25
Total pollen counts	1069	1261	5797	1175	366
Mean temp. Jul. (°C)	21.9	24.6	23.9	21.3	24.0
Aug.	25.7	26.4	27.4	24.9	24.2
Precipitation Jul. (mm)	162.1	72.8	168.1	195.3	141.9
Aug.	116.0	7.7	15.5	176.4	212.1
Summation of mean temp. (Jan. 1 - March 15)	59.6	-146.4	-47.9	-69.3	151.5

* First observation means the time of the rising of the pollen dispersion curve, and does not imply a first day of the pollen appearance in the air. abbreviation are as follows ; max.: maximum, obs.: observation, temp.: temperature.

粉)がみられるようになった。8月下旬からイネ科植物の小型の花粉が検出されはじめ、9月に入ると、ヨモギ属、ムカシヨモギ属およびカナムグラなどの花粉が加わって再度花粉飛散のピークをつくった。10月中旬以降はほとんど花粉は検出されなかった。

2) スギ花粉の飛散状況と気象因子との関係

過去5年間における各年次のスギ花粉総飛散数を比べると、1985年が他の年に比べて5倍以上の値を示した (Table 1, Fig. 2)。花粉の最大飛散日をみると、1984年を除いて、いずれの年も4月10日前後であった。1984年の最大飛散日 (4月27日) が、他に比べて、10日~20日遅れたが、この年は春の訪れが遅く4月の中旬になっても雪が降り続き、1月1日から3月15日までの平均気温の積算値が他の年に比べて100以上小さいという異常気象の年であった。このような例外的な年を除くと、山形市周辺では、スギ花粉は2月末から3月初めにかけての春めいた日に1~2個みられるようになり、花粉飛散数曲線の立ち上がりは、例年3月15日前後であった。総飛散数と最大飛散時の花粉数との間には正の相関が認められた ($r = 0.966$)。

次に、雄花芽の分化・形成期 (前年の夏) の気象と花粉飛散数との関係 (Table 1)をみると、山崎^(3,4)

が指摘しているように、スギ花粉が多量数飛散した1985年の前年 (1984年) の7月、8月の平均気温は、

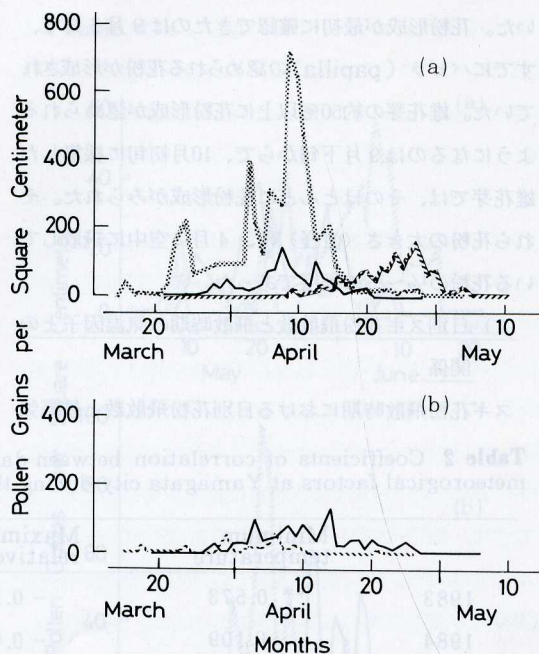


Fig. 2: Occurrences of Japanese cedar pollen during the period of March and May in 1983, 1984 and 1985(a), and in 1986-1987(b): — 1983, - - - 1984, and 1985. in Fig. 2(a), and — 1986 and - - - 1987 in Fig. 2(b).

月 24.2℃ (日本気象協会山形支部私信)) に比べ高い値を示した。また 1985 年の 7 月、8 月の平均気温も、それぞれ 23.9℃、27.4℃ と 1984 年のそれらとあまり変わらない値であった。一方、降水量をみても、1984 年 8 月が 7.7 mm、1985 年 8 月が 15.5 mm であり、ともに他の年に比べて少なく、1984 年と 1985 年の夏はこの 2 つの気象因子のみを比較すれば非常に良く似ていた。しかし、1985 年にはスギ花粉が多数飛散したものの、1986 年にはスギ花粉はあまり多く飛散しなかった (Table 1)。

3) 山形市におけるスギの雄花芽の分化・形成の時期の確認

1987 年、山形市におけるスギ雄花芽の分化・形成時期を観察した。雄花芽形成は 7 月末から始まり 9 月初旬まで続いた。雄花芽は主に新葉の先端部の葉腋に形成されるが、8 月 6 日に採集した雄花芽の中で長径が 1~1.5 mm のものではすでに造胞組織が分化を始めていた。花粉形成が最初に確認できたのは 9 月 5 日で、すでにパピラ (papilla) の認められる花粉が形成されていた。雄花芽の約 50% 以上に花粉形成が認められるようになるのは 9 月下旬からで、10 月初旬に採集した雄花芽では、そのほとんどに花粉形成がみられた。それら花粉の大きさ (直径) は、4 月に空中に飛散している花粉の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{2}{3}$ の程度であった。

4) 日別スギ花粉飛散数と飛散時期の気温因子との関係

スギ花粉飛散時期における日別花粉飛散数と最高気

温との間には 1983 年、1985 年および 1987 年で正の相関がみられた。また、日別花粉飛散数と最低湿度との間には 1986 年において負の相関がみられた。日別花粉飛散数と風の強さとの間には相関はみられなかった (Table 2)。

5) スギ、マツ属およびコナラ属花粉の年間総飛散数の比較

スギ花粉の総飛散数は 1985 年に著しく多かった (Table 1) が、この年はマツ属花粉やコナラ属花粉では 5 年間の中で少ない飛散数を示した。マツ属花粉の総飛散数には、スギ花粉でみられたような年による大きな違いはみられず、わずかに 1986 年、1987 年が多い傾向がみられた (Table 3, Fig. 3)。コナラ属花粉の総飛散数は、1986 年に最も少なく、1987 年にはその 20 倍以上の値を示した (Table 4, Fig. 4)。これらのことは、年間総飛散数の年次的変動が樹木種により異なることを示している。

6) マツ属およびコナラ属花粉の飛散と気象因子との関係

マツ属花粉は、Fig. 3 に示したように、5 月初めに飛び始め、花粉の最大飛散時期は 1984 年を除き、いずれの年もほぼ 5 月下旬にみられた。飛散開始日から最大飛散時までの日数は約 25 日で、これはスギ花粉の場合 (Table 1) と同程度であった。1984 年の飛散開始日および最大飛散日が他の年に比して 2 週間ほど遅れた。この現象もスギ花粉の場合 (Fig. 2) と同様であった。最大飛散日の花粉数と年間総花粉数との間に

Table 2 Coefficients of correlation between daily pollen counts of Japanese cedar and meteorological factors at Yamagata city during the blooming period of 1983-1987

	Minimum temperature	Maximum relative humidity	Mean velocity of the wind
1983	** 0.573	-0.283	-0.193
1984	0.109	-0.063	-0.098
1985	** 0.727	-0.102	-0.063
1986	0.099	* -0.413	-0.212
1987	** 0.553	-0.334	-0.057

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

Table 3. Relationship between atmospheric pollen counts of pines and meteorological factors at Yamagata city from 1983 to 1987.

Years	1983	1984	1985	1986	1987
First observation*	April 26	May 8	April 27	May 7	May 3
Maximum value per cm ²	39	59	43	61	95
The date of max. value	May 20	June 6	May 24	May 28	May 21
The number of days 1st obs. to max. obs.	24	29	27	21	18
Total pollen counts	415	495	379	730	793
Mean temp. (°C)	May 16.8 June 18.4	May 14.1 June 20.8	May 16.3 June 18.5	May 15.0 June 19.0	May 16.6 June 20.8
Precipitation (mm)	May 62.1 June 56.6	May 54.4 June 52.4	May 72.9 June 57.9	May 68.7 June 131.0	May 72.9 June 61.9
summation of mean temp. (Jan. 1–April 30)	545.8	93.9	331.5	295.9	554.0

*First observation means the time of the rising of the pollen dispersion curve, and does not imply a first day of the pollen appearance in the air. Abbreviations are as follows; max. : maximum, obs.: observation, temp.: temperature.

は有意の相関が認められなかった ($r = 0.874$)。

スギで雄花芽の分化期の平均気温と降水量が次の年のスギ花粉飛散数に影響する場合は認められたので、同様の解析をマツ属花粉でも行った。マツ属では雄花芽の分化・形成期が5～6月といわれている⁽¹³⁾。そこでこの時期の平均気温および降水量と次の年の花粉飛散数との関係をみたが、因果関係は得られなかった (Table 3)。

一方、コナラ属花粉は毎年5月10日から20日にかけて検出され、1987年の年間総花粉数が、他の年に比べて著しく多かった。そこで、雄花芽の分化・形成期、(前年の夏)の平均気温と降水量を調べたが、それらの気象因子と年間総花粉数との間に因果関係はみられなかった。ところが、1987年の4月、5月の平均湿度が他の年に比較して低く、特に花粉飛散の前月の4月

の降水量が9.1 mmと特に少ないことが注目された (Table 4)。

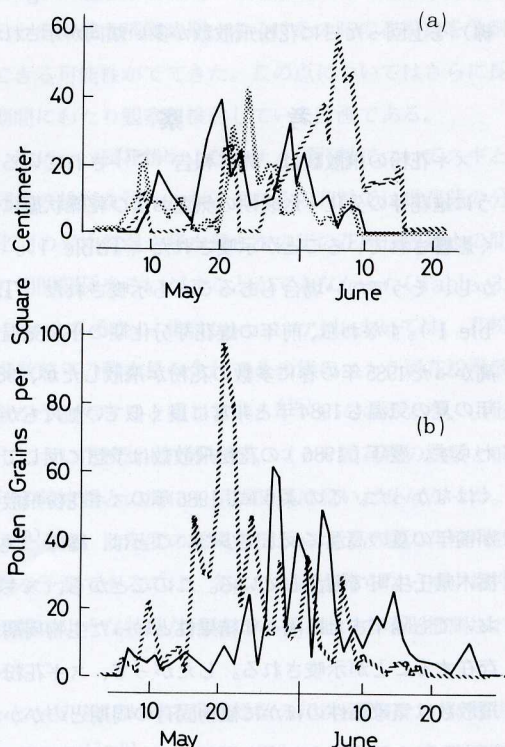


Fig. 3 : Occurrences of Pines pollen during the period of May to June in 1983, 1984 and 1985(a), and in 1986-1987(b).

————— 1983, - - - - - 1984, and 1985. in Fig. 3(a), and ————— 1986 and - - - - - 1987 in Fig. 3(b)

Table 4. Relationship between atmospheric pollen counts of Japanese oaks and meteorological factors at Yamagata city from 1983 to 1987.

Years	1983	1984	1985	1986	1987
First observation *	May 9	May 7	May 2	May 7	May 4
Maximum value per cm ²	48	34	8	5	66
The date of max. value	May 11	May 18	May 14	May 8	May 10
The number of days 1st obs. to max. obs.	3	11	12	2	6
Total pollen counts	119	122	72	24	559
Mean hum. (%)	Apr. 69.8 May. 69.9	73.7 74.3	75.9 73.3	75.7 73.8	67.0 68.3
Precipitation (mm)	Apr. 70.1 May. 62.1	80.3 54.4	54.4 72.9	58.1 68.7	9.1 72.9

*First observation means the time of the rising of the pollen dispersion curve, and does not imply a first day of the pollen appearance in the air. Abbreviations are as follows; max.: maximum, obs.: observation, hum.: humidity.

次に、花粉飛散時期の日別最高気温と日別花粉飛散数との関係を、スギ、マツ属およびコナラ属について調べた (Fig. 5)。いずれの場合も、その日の最高気温の実測値がその傾向曲線 (予想最高気温、Fig. 5 実線) を上回った日に花粉飛散数が多い傾向が示された。

考 察

スギ花粉の飛散数は、先に報告^(3~7)されているように雄花芽の分化・形成期の気温および乾燥状態に強く影響されていることが示唆された (Table 1)。しかし、そうでない場合もあることも示唆された (Table 1)。すなわち、前年の雄花芽分化期の平均気温が高かった1985年の春に多数の花粉が飛散したが、1985年の夏の気温も1984年と非常に良く似ていたにもかかわらず、翌年 (1986) の花粉飛散数は予想に反して多くはなかった。このように、1986年のスギ花粉飛散数が前年の夏の高温に反して少ないことは、篠原⁽⁶⁾も、栃木県壬生町で観測している。このことから、スギにおいても隔年または隔々年結果性といった生物周期が存在することが示唆される。したがって、スギ花粉の飛散数は気象条件のほか植物固有の周期とのかかわりあいにより規定されると思われる。以上のことから、

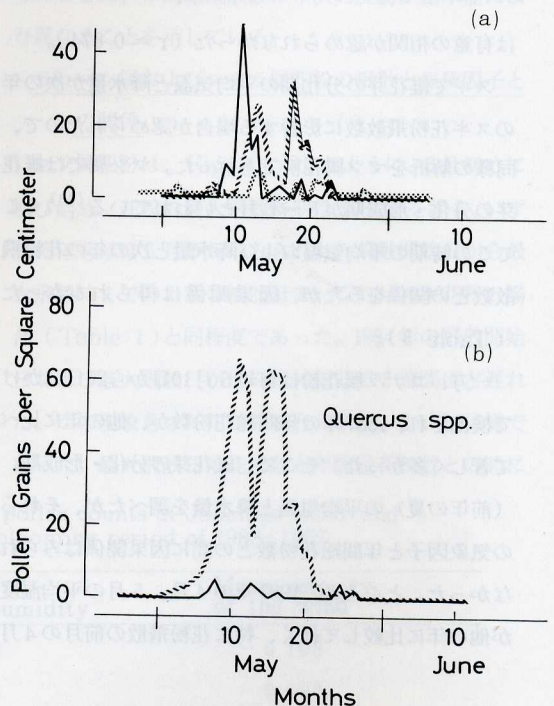


Fig. 4 Occurrences of Japanese oak pollen during the period of May to June in 1983, 1984 and 1985 (a), and 1986-1987 (b).: — 1983, - - - 1984, and 1985, in Fig. 4(a), and — 1986 and - - - 1987 in Fig. 4 (b)

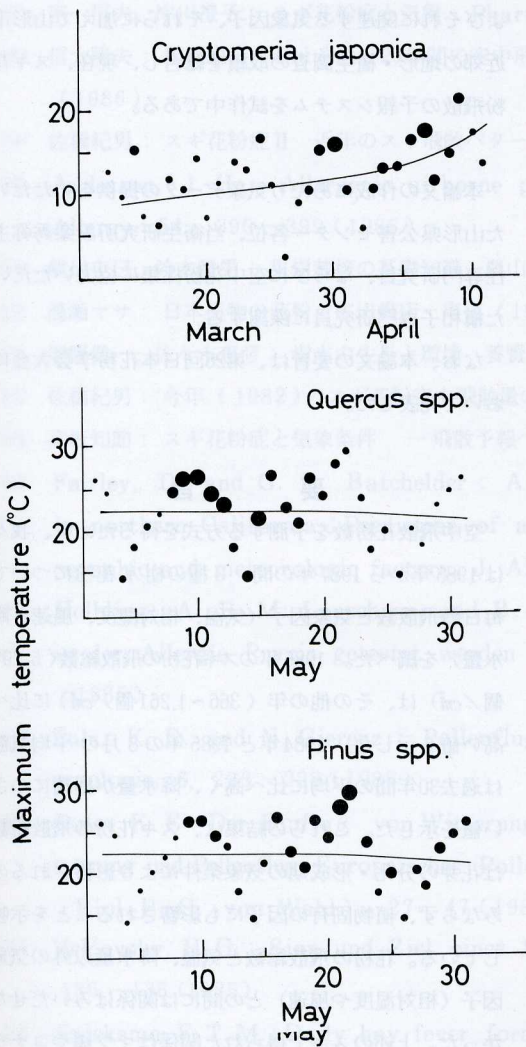


Fig. 5 Relationship between airborne pollen counts and maximum temperature in blooming period of Japanese cedar, pines and Japanese oaks of 1987.

— : trend curve
 ○ non ● 10-19 ● > 50 grains/day
 ● 1-9 ● 20-49

花粉飛散数を予測する際には、気象因子により予想される予想値に加え植物固有の因子により予想される値をも考慮する必要があると考える。後者を数値化することが実際に可能かどうか現在検討しているが、スギの雄花芽の分化は遅くとも前年の晩秋までには完了しているの、肉眼でその形成量を見積もることは可能

である。ただし雄花は、日光の良く当たる面に多くつき、神社などの孤立木で老大木には特に多い。反面スギ林の内部ではほとんど雄花をつけていないことが報告されている⁽²⁾し、実際に我々も確認している。花粉形成量を見積もる際には、対象の選択の仕方に工夫が必要であろう。現在、日光の良く当たるスギの木についてその花芽形成率を求め、植物固有の因子を数値化する試みを行っている。スギ花粉の飛散開始から最大飛散時までの期間を、佐橋は⁽¹⁴⁾約3週間と計測しているが、我々の今回の結果もそれとはほぼ一致した。また、スギ花粉の飛散開始の時期については、一般に飛散開始前が暖かいときは開始時期が早く、寒いと遅れることが知られている⁽⁷⁾。高坂は、1月1日から各日の最高気温の積算値で飛散開始日を予測できると述べている⁽¹⁵⁾我々も同様の結果を得たが、最高気温よりも平均気温の積算値のほうが良好な予測値を得ている。上述のように、総花粉数と最大飛散時の花粉数との間に正の相関関係がみられたことから、来年のスギ花粉の総飛散数を予測できれば、おおよその飛散開始日とその最大飛散時期、さらにその時の花粉数を予測できる可能性がでてきた。この点についてはさらに長期間にわたり観察し検討していく計画である。

次にマツ属花粉およびコナラ属花粉についてスギと同様の検討を行ったが、これらの花粉では雄花芽の分化期の平均気温や降水量と次の年の花粉飛散数との間に相関関係をみいだすことができなかった(Table 3, 4)。ところが、北部カルフォルニア州においては、花粉飛散前年の降水量の合計でその年のコナラ属花粉飛散数を予測できると報じている⁽¹⁶⁾。このことを、山形市において検討してみたが、コナラ属花粉の総数と前年の降水量との間にも相関関係は見いだせなかった。おそらく、前年度の総降水量からコナラ属の花粉飛散数を予測できるのは、冬にしか雨が降らない地中海性気候のような特殊な地域でのみ可能であると推測される。

スギ花粉における飛散総数の年次変動について過去の報告例⁽⁷⁻⁹⁾をみると、概して1976年の多数飛散

から3年周期で豊作の年が繰り返されてきているようである。また、信太はマツ属花粉では総花粉数の年次変動はスギ花粉の変動のように大きくないこと、コナラ属花粉の年次飛散数では多少の年次の差が認められることを報告している⁽⁸⁾。我々の5年間の結果もそれと類似していた。また Helbling らは、スイスのチューリヒで、Burkard 捕集器を用いて行った調査によると、コナラ属花粉の年間総花粉数が、年により約4倍(605~2,265個/年)の差があると報告している⁽¹⁷⁾。彼等の調査した花粉のなかでは、カバノキ(Betula)の花粉の年次の変動が最も大きかった(50~16,695個/年)。これは飛散花粉数の年次の変動が植物によりかなり異なることを示唆している。

Essen の気象協会の Puls らはイネ科花粉の空中飛散数と気温、風速や降水量などの気象因子との関係および農業季節学の知見や植生調査の成績を基にして、1981年より花粉飛散予報を行っている。1982年からはそれに加えて、カバノキ(Betula)花粉やヨモギ花粉の飛散予報もおこなっているようである^(18,19)。現在西ドイツでは、前述の Puls らの活動も含め、約40の花粉情報局(Deutscher Polleninformationsdienst)が設立され予報活動を行っている⁽²⁰⁾。このほかにも1977年からオランダにおいて⁽²¹⁾予報活動が開始された。またフィンランド⁽²²⁾などでも開始されつつある。我が国でも、仙台市、京都市など数ヶ所でスギ花粉の飛散予報を始めた^(23~25)。我々は、今回得られた過去5年間のスギ花粉の開花時期と飛散状況お

よびそれに関連する気象因子、それらに加えて山形市近郊の地形・植生調査の成績を総合し、現在、スギ花粉飛散の予報システムを試作中である。

本論文の作成にあたり気象データの提供をいただいた山形県公害センター各位、当衛生研究所設楽秀弥主任専門研究員、ならびに空中花粉採集に協力いただいた横和子専門研究員に深謝する。

なお、本論文の要旨は、第28回日本花粉学会大会において発表した。

要 旨

空中飛散花粉数を予測する方式を得るために、我々は1983年から1987年の間、3種の樹木花粉について毎日の飛散数と気象因子(気温、相対湿度、風速と降水量)を調べた。1985年のスギ花粉の飛散総数(5,797個/cm²)は、その他の年(366~1,261個/cm²)に比べ高い値を示した。1984年と1985年の8月の平均気温は過去30年間の平均に比べ高く、降水量が極端に小さい値を示した。これらの結果は、スギ花粉の飛散総数は花芽の分化・形成期の気象条件により影響されるのみならず、植物固有の因子にも影響されることを示唆している。花粉の飛散総数と気温、降水量以外の気象因子(相対湿度や風速)との間には関係はみだせなかった。上述のスギで得られた関係はマツ属やコナラ属花粉では見いだせなかった。

引 用 文 献

- (1) 池森亨介：スギ花粉症の今日の問題点 *Pharma Medica* 5, 87 - 92 (1987)
- (2) 古越隆信：スギ林と花粉症、アレルギーの臨床 7, 182 - 186 (1987)
- (3) 山崎 太：花粉症起因花粉の研究(第8報) 昭和59年春のスギ花粉飛散量と前年7月の平均気温との相関について、*医学と薬学* 12, 344 - 346 (1984)
- (4) 山崎 太：花粉症起因花粉の研究(第10報) -スギ花粉症と7月の旬別平均気温との相関- *アレルギー* 34, 305 - 309 (1985)
- (5) 長野 準：花粉症の問題点 1 日本における空中花粉飛散状況 *アレルギー* 30, 446 - 446 1981
- (6) 篠原久男：花粉症に関与する気象圏、特に杉花粉を中心にして、*アレルギーの臨床* 7, 179 - 181 (1987)

- (7) 宗 信夫、岸川禮子：スギ花粉症と気象 *Pharma Medica* **5**, 97 - 100 (1987)
- (8) 信太隆夫：相模原市における過去20年間の空中飛散花粉検索と花粉症患者の推移 *花粉誌* **32**, 41 - 49 (1986)
- (9) 佐橋紀男：スギ花粉症Ⅱ 近年のスギ飛散パターン *Pharma Medica* **5**, 113 - 117 (1987)
- (10) Anderson, J. H. : Allergenic airborne pollen and spores in Anchorage, Alaska, *Ann. Allergy* **54**, 390 - 399 (1985)
- (11) 熊代克巳、鈴木鐵男：果樹栽培の基礎知識、農山漁村文化協会、東京 pp 181 ~ 182 (1983)
- (12) 幾瀬マサ：日本植物の花粉 広川書店 東京 (1956)
- (13) 畑野健一、佐々木恵彦：樹木の生長と環境 養賢堂 東京 pp 11 ~ 16 (1987)
- (14) 佐橋紀男：今年 (1982) のスギ花粉空中飛散量の予測 アレルギーの臨床 **2**, 34 - 37 (1982)
- (15) 高坂知節：スギ花粉症と気象条件 一飛散予報への可能性を探る 一 *日本医事新報* **3257**, 121 (1987)
- (16) Fairley, D. and G. L. Batchelder : A study of oak-pollen production and phenology in northern California ; Prediction of annual variation in pollen counts based on geographic and meteorologic factors, *J. Allergy Clin. Immunol.* **78**, 300 - 307 (1986)
- (17) Helbling, A., R. M. Leuschner, and B. Wüthrich : Pollinosis - IV ; Welche Pollen sollten in der Allergie-Praxis getestet werden ? *Schweiz. med. Wschr.* **115**, 1150 - 1159 (1985)
- (18) Puls, K. E. and N. Gierenz : Pollenflug-vorhersage aus meteorologischer Sicht, *Allergologie*, **6**, 223 - 228 (1983)
- (19) Puls, K. E : Der Einfluss von Witterung und Wetter auf Blütenanlage, Pollen - freisetzung und Pollenflug, *Europäisches Pollenflug-Symposium* (Dr. med. W. Kersten, Dipl. -Biol. P-G. von Wahl), 27 - 47 (1987)
- (20) Velčovský, H.G. : Sinn und Ziel eines Polleninformedienstes, *Immun. Infekt.* **13**, 135 - 138 (1985)
- (21) Spijksma, F. T. M. : Daily hay fever forecast in the Netherlands, *Allergy*, **35**, 593 - 603 (1980)
- (22) Koivikko, A., R. Kupias, Y. Mäkinen and A. Pohjola : Pollen seasons : Forecasts of the most important allergenic plant in Finland, *Allergy*, **41**, 233 - 242 (1986)
- (23) 石垣元章、柴原義博、佐竹充章、佐藤礼子、米本裕美子、高坂知節：スギ花粉飛散予報の実施と展望 *アレルギー* **36**, 666 - 666 (1987)
- (24) 竹中 洋、昌子 均、楠見妙子、水越 治：京都市におけるスギ花粉飛散状況とその情報化 *アレルギー* **36**, 591 - 591 (1987)
- (25) 水越 治、竹中 洋：花粉速報とその成果 *アレルギー* (16) 46 - 53 (1983)

(受理日 1987年10月27日)

