

気象談話室

杉花粉と気象*

根本 修**

1. はしがき

ここ数年、春先になると杉の花粉症で悩まされる患者が増加したことで花粉への関心が高まっています。昨年からは一部の民放テレビで花粉情報を出し、花粉症に苦しむ人々に注意を呼びかけるなどの取り組みもはじめました。この花粉症患者の増加は、大気汚染物質(H.C.)や食生活によるものともいわれていますが、杉花粉量の増加が主な原因と思われる。

この杉花粉量の増加は気象因子と深い関係があるとして私共で調査してきました。

調査してわかった二、三の事柄を御紹介します。

2. 杉花粉調査の経過

花粉症患者の少なかった日本でも、1953年、上野実朗氏によってアメリカの花粉症が紹介されてから、荒木、幾瀬らによって調査がはじめられました。1960年代の前半の生気象分野でも花粉症は関心の高いテーマでした。しかし、その内容は欧米で古くから研究されている一牧草地の草類花粉症—ブタクサ花粉症などが対象でした。

1963年、東京医科歯科大学の齊藤洋三氏らの日光の杉並木地区の「春かぜ」の研究によってこれが杉の花粉症であることがわかり、この日本独特の杉花粉症の発見は、当時大変話題となったものです。

それ以来、国立相模原病院において花粉調査が行われています。千葉習志野の東邦大学でも、1975年から調査が続けられています。その他の大学、病院などでも調査は行われていますが、10年以上連続した資料のある所はこの2か所だけと思われる。

また、1975年、厚生省の特別研究班が全国で行った貴

重な調査の資料は、北隆館から刊行されています。気象庁、産業気象課でも何回か企画されましたが、花粉調査は一般防疫分野、治療医学分野であるという内外の考え方から気象分野では取り組みにくいものがあり未だ実現されていません。

3. 空中花粉の測定法

大気中に浮遊する花粉が目や鼻の粘膜に作用して引き起す花粉症は個人差はありますが、2個、3個の花粉でも症状を示すともいわれています。

この花粉量の測定は第1図のような3通りの花粉捕集器で行っています。

第1番目の捕集器は、Durham型捕集器と呼ばれるもので、国際アレルギー学会で指定された標準花粉捕集器です。軽便で電力が不要なため何処へでも手軽に設置できるので広く使われていますが、無風時や非常に弱い風の時に花粉が雨よけの屋根にさえぎられ、中にある捕集場所のスライドガラスに付着できないこと、スライドガラスの表面に均一に付着しないことなどの欠点があります。

第2番目の捕集器は、ロータリー型捕集器と呼ばれるもので、矢羽根をつけ、中にあるスライドガラスが常に風向方向に45°の角度に向けられるように改良した捕集器です。

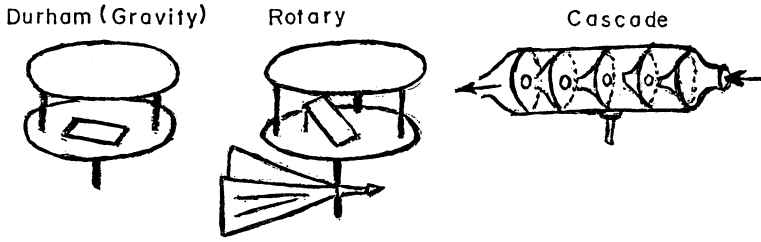
Durham型に比べて、捕集効率が数倍から数十倍も高いのが特徴です。

第3番目の捕集器は、体積型捕集器と呼ばれるもので、一定量の空気を吸引して、カバーガラスに花粉を圧着、捕集する方法です。

大気汚染調査などに使われる測定器で、前の2方法に比べ、風向、風速に関係なく空間濃度が測定できる信頼度の高い方法ですが、吸引ポンプを長時間使用するの

* Cryptomeria Pollen and Weather Factor

** Nemoto Osamu, 元気象研究所応用気象.



第1図 花粉捕集器



スギ

Cryptomeria

第2図 杉花粉の形状

で、電源のない場所では使えません。そのため、簡便な一番目の Durham 型捕集器が主に使用されています。

捕集した花粉の読み取りは、スライドにカバーガラスをかけて顕微鏡下(4×15倍位)で、個数を読み取ります。花粉量の単位は個数/cm²/日です。杉の花粉は、直径 30 μm 程度の粒子です(第2図)。独特な形状をしています。他の花粉が粉塵かの識別には、或る程度の熟練が必要です。

これらの読み取り誤差と捕集器の捕集誤差は時には、1桁から2桁以上の誤差にもなり、気象因子などの関係を調べるうえで、障害となっています。

4. 杉の雄花の量を定める気象因子

杉は1本の木で雄花と雌花をつけます。この雄花の花粉が、雌花のメシベについて授粉し結実しますが、自分の花粉で授粉することを嫌って、風に乗せて花粉を空中に飛散させる風媒花の植物です。風媒花の植物には、杉、檜、松、こならなどの木本類の植物がありますが、春先一番早い時期に花粉を飛ばすのが杉です。

次に、相模原病院で調査した21年間の資料を第3図に

示します。また、千葉、習志野の東邦大学で調査した12年間の資料を第4図に示します。縦軸は、共に、春先、空中に飛散した花粉の総量を示しています。

図からわかるように、40年代に比べて50年代は花粉量が激増しています。また、40年代では、はっきりしない年周期が50年代では、3か年周期として明瞭に現われています。この周期は第4図の千葉習志野でも全く同じです。50年代の花粉量の増加については、戦後荒廃した国土に成長の早い杉の人工造林事業を積極的に行ったときの苗木が、30年を経て、成木となり花芽をつけはじめたこと、生活様式の変化で、木材の需要が低下したこと、最近の国際貿易による安い外材の輸入で、国内材が値下りして、採算ベースが悪化し、未整備、未間伐の杉林の面積が増加していることなどの人工造林の無整備や放置が原因であるといわれています。そのため、花粉病は一部の人々の間で国際貿易病ともいわれている所謂です。

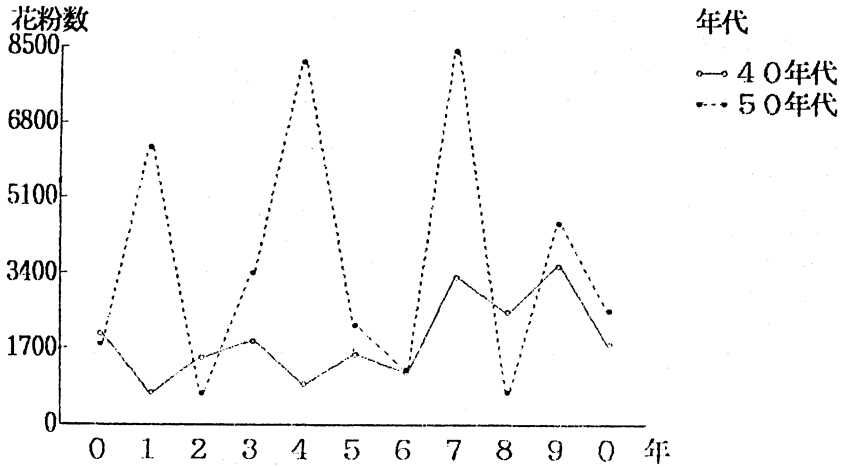
正月用の梅の盆栽の栽培農家では、夏の暑い土用前後の時に散水をせず、木が枯れる寸前まで木を痛めると、春先、花芽がよく付くという話を聞きました。

また、林業試験所では雄花芽は夏の花芽分化の形成時の気象条件で左右されること、冬の厳しい寒気で花芽が凍死することなどがあることなどの話も聞きました。

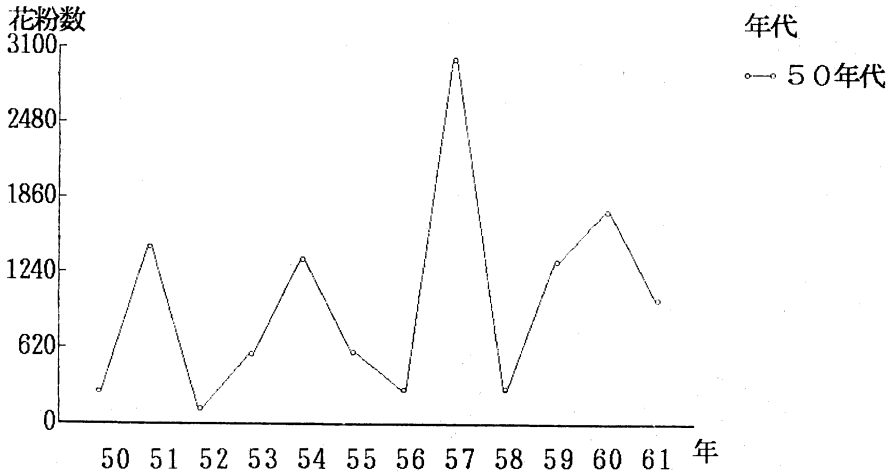
この二つの事柄を手がかりに、暑い夏、寒い冬という気候感覚と花粉の量との関係を調べることにしました(第1表)。

気象要素は7月1日～8月10日の平均値(41日間)、1月1日～3月1日の平均値(59日間)とし、相模原の資料は横浜の気象表、習志野の資料は千葉の気象表を用いました。

第1表の結果は、相模原の夏の最高気温、習志野の夏の最高気温と降水量が、5%の有意水準以上の値となり、花芽の形成に寄与することが認められました(5%有意水準=0.576)。



第3図 花粉数の年変化 (S40~S60) - 神奈川
国立相模原病院資料より



第4図 花粉数の年変化 (S50~S60) - 千葉
東邦大学薬学資料より

次に、習志野の資料について、千葉の気象年報から旬平均値を求め、花粉量との相関を計算しました(第2表)。

第1表と第2表の習志野の相関値を比べると、長期間の平均値よりも、旬平均値との相関の方が夏の最高気温については7月中旬に81%と高くなり、夏の降水量についてはどこでも5%の有意水準以下と悪い値となっています。冬の最低気温の値は5%の有意水準まで達していませんが旬平均の方が上り気味です。

この気象要素の平均値の取り方による相関値の相違は、最も高い相関値となる適当な期間の平均値が存在することを暗示していると考えられます。

そこで、気象要素の平均値の取り方を次のような移動平均法で行ってみました。

即ち、夏は7月1日から8月31日まで、毎日の最高気温と降水量について、当日、3日、5日、……19日間の平均値を計算し、それぞれの値と翌年の花粉総数との相関を求めました。冬は1月1日から3月1日まで、同様

第1表 気候感覚と花粉総数の関係

(左) 夏, 冬の気象因子と花粉総数の相関 (%)
相模原 (S40~S60)

	40年代	50年代
前年の夏の最高気温	65	71
前年の夏の降水量	-8	-29
その冬の最低気温	7	49
その冬の降水量	-19	-16
その冬の日照時間	15	-5
その冬の最高気温	-27	38

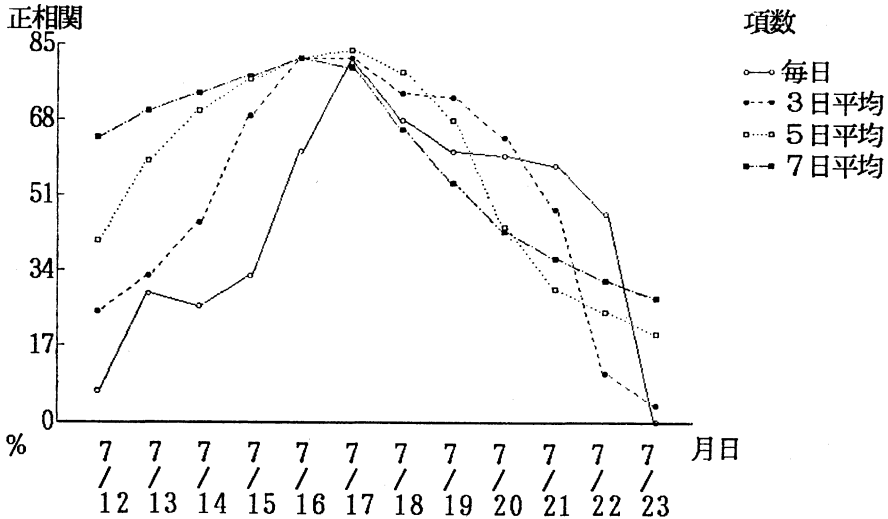
(右) 夏, 冬の気象因子と花粉総数の相関 (%)
千葉習志野 (S50~S60)

	50年代
前年の夏の最高気温	64
前年の夏の降水量	-69
その冬の最低気温	21
その冬の降水量	-3
その冬の日照時間	-22
その冬の最高気温	16

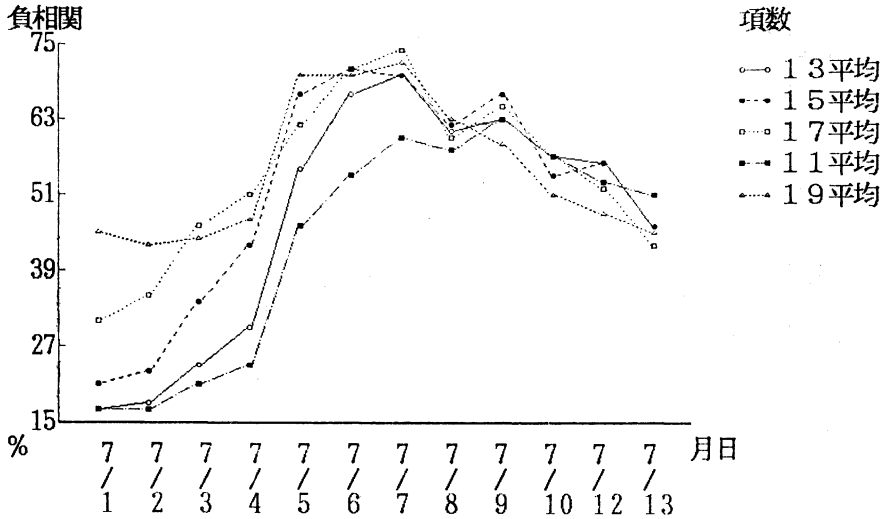
第2表 旬平均値と花粉総数の相関表 (%)
千葉習志野 (S50~S61)

	7月上	7月中	7月下	8月上	8月中	8月下
前年の夏の最高気温	53	81	35	33	28	37
前年の夏の降水量	-17	-46	-18	-47	-29	33

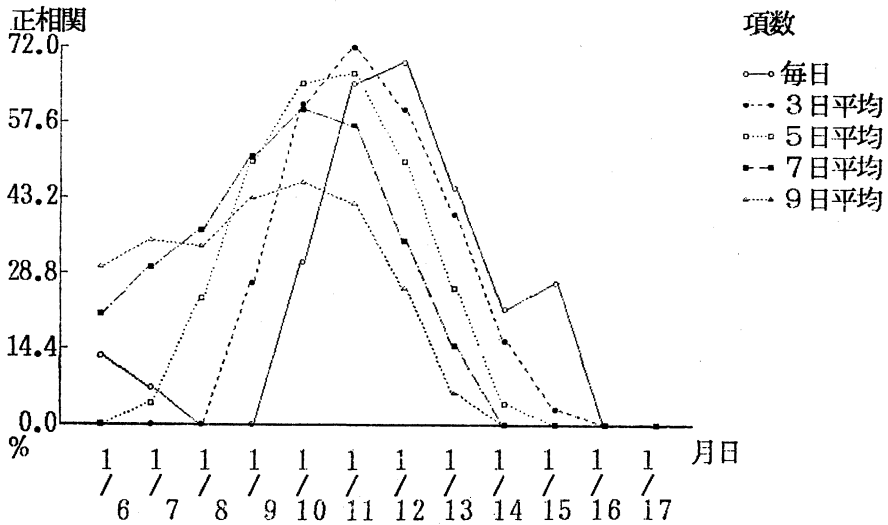
	1月上	1月中	1月下	2月上	2月中	2月下
その冬の最低気温	45	53	-19	24	60	28



第5図 夏の最高気温と花粉量の相関 (S60~S62)
7月中下旬の移動平均



第6図 夏の降水量と花粉量の関係 (S50~S62)
7月上中旬の移動平均



第7-1図 冬の最低気温と花粉量の相関 (S50~S61)
1月中旬の移動平均

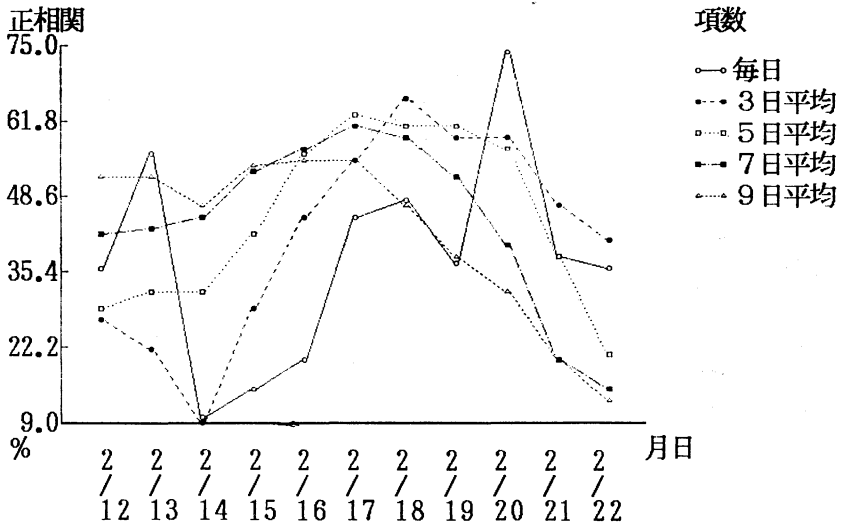
な方法で計算した最低気温の平均値との相関を求めました。その結果は次の第5図第7図のように、高い相関のピークが現われました。

第5図は夏の最高気温について計算した結果で、7月17日～7月21日の最高気温の5日間平均値が最も花芽の形成に寄与していること示しました (相関値=84%)。

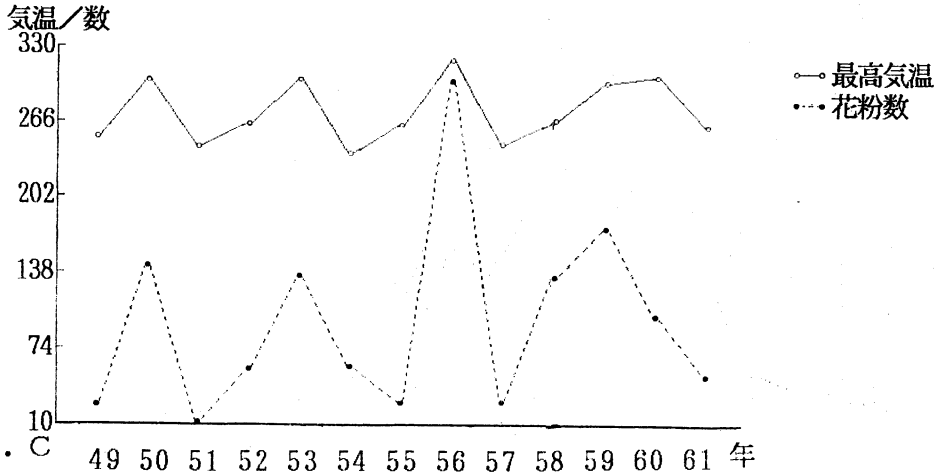
第6図は夏の降水量について計算した結果で、7月7

日～7月23日の降水量の17日間平均値が一番花芽の形成に寄与していることを示しました (相関値=74%)。

第7-1、第7-2図は冬の最低気温について計算した結果で、1月11日～1月13日の最低気温の3日平均値 (相関値=72%) と、開花後の2月18日～2月20日の3日間平均値 (相関値=66%) が、飛散花粉数に影響していることを示しました。



第 7-2 図 冬の最低気温と花粉量の相関 (S50~S61)
2月中旬の移動平均



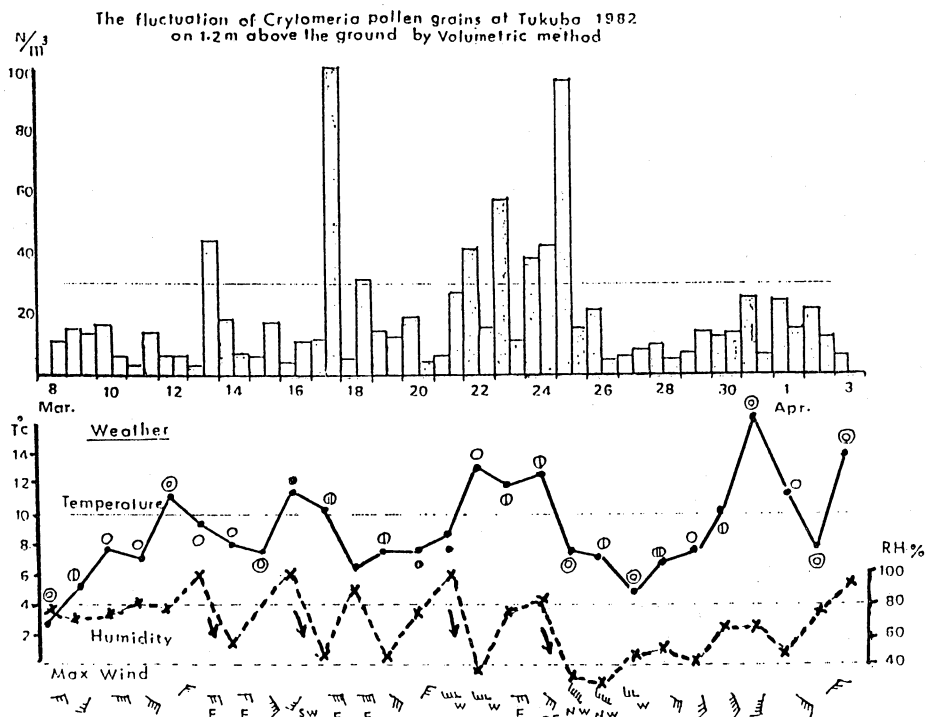
第 8 図 最高気温の 5 日平均値の年変化 (S62迄)
7月17日~7月21日

第 5 図から第 7 図までをまとめると、「夏の 7 月の 1 週目から 3 週目にかけて降水量が少なく、3 週目前に梅雨が明けて暑い日となれば、杉の雄花芽がたくさんつき、翌年 1 月中旬つぼみがゆるんだ時期に暖かく、開花後も厳しい寒気や大雪などがなければ、大量の花粉が空中に飛散する」ということがいえそうです。

次に、最も相関の高い 7 月 17 日~7 月 23 日の最高気温の平均値と翌年春の花粉量の年変化を第 8 図に示しま

す。花粉量は 1 年ずらしてプロットしてあります。49 年~59 年では 3 年周期でよく対応していますが、60 年の最高気温が下らず上昇し、花粉量もピークの年の後にくる減量が少なく、61 年(実際には 62 年)に谷が出るという現象が見受けられます。

また、第 3 表では、夏の最高気温から計算した花芽時期と相関値が示されていますが、49 年~59 年で相関値が 89% と高く、60 年~61 年と年を加えるごとに相関値が悪



第9図 杉花粉の飛散状況と気象因子 (S57)

第3表 花芽分化の時期と相関値の年変化 (夏の最高気温より求む)

期 間	資料数	相関値	花芽分化期	項数
S49~59	N=11	r = 0.89	7.17~7.19	3
S49~60	N=12	r = 0.86	7.17~7.19	3
S49~61	N=13	r = 0.84	7.17~7.21	5

くなってきています。第8図と第3表は、3年周期が崩れはじめていることを暗示しているようです。

ここ2、3年注意して見守る必要がありそうです。

ながながと説明しましたが、花粉量の50年代の3年周期は杉の生理リズムと花芽分化期の最高気温の平均値の周期が、3年周期で一致したため起こったものと結論づけてみました。そして、この周期の一致も60年代に入り気温が崩れ、植物のリズムが狂ってくる兆しが出てきたといえそうです。

5. 杉花粉の飛散時の気象条件

花粉には固い殻に蔽われています。この殻の主成分

は、sporopollen という強靱な物質でできています。この sporopollen は化学薬品に侵されず、濃硫酸、王水のなかに入れても融けないことで知られています。そのため、花粉や花粉化石を用いた花粉分析法は古考古学、古気候学、地質学や地下資源の開発などに広く利用されています。しかし、花粉が水分と接触すると粒内の糖、デンプンなどにより粒内の浸透圧が高くなり、外からの水を吸収し、花粉細胞が破れ、内部の原形質を吐出し生殖能力を失います。そのため、植物生理で、湿度が上昇する降水前には(やく)が閉じ花粉を放出しません。湿度が下がるような時に薬が開き花粉を放出します。

第9図は、大量の花芽をつけた57年に、筑波学園内で花粉調査をした結果です。観測点の近くには杉の植生があり、隣接した部落には必ずといってよいほど、屋敷内に大杉があり、四方が花粉源となっています。図からわかるように、気温の上昇後湿度が降下して、花粉のピークが現われています。春一番の時にピークが現われるのも、このような理由からです。数年間の調査では、この飛散ピークは、3月中旬に小ピーク、3月下旬に大ピーク、4月上旬に小ピークが現われていました。大量の花

芽をつけた年では、2月下旬にもピークが現われています。飛散開始時期については、患者の発生時期を予測する上で、耳鼻科医にとって関心が高く、いろいろと検討されています。1月1日から気温や最高気温の積算値を用いて予測している所もあります。私達の所では、東邦大学薬学部佐橋紀男氏らと協同研究で、気象鉄塔を用いて、花粉の鉛直方向への輸送過程や花粉の測定法の検討、測器間の比較測定など行ってきましたが、それらについては次の機会に御紹介したいと思います。

6. あとがき

50年代の花粉量の増加、特に57年の大量の花粉によって花粉症の花粉への関心が高まってきましたが、この花粉量の増加が一時期な現象なのか、60年代も同じように続くのか、また、その原因が異常な気象によるものか、人為的な杉林の無整備、放置による杉花粉源の増大によるものかなどについて、測定値に信頼のある習志野の資料に基いて検討し、推論できる2、3の事柄を御紹介しました。花粉資料は1年に1試料の積み重ねで得られる資料のため、十分な試料数を得るためには多くの歳月を必要とします。不十分な試料数での解析が果たして正し

い結果であるかどうかは今後の調査を待つしかありません。

最後に、この調査のきっかけを作っていただいた元気象研究所応用気象研究部長村山信彦氏、第3研究室長藤井幸雄氏、第3研究室研究官木藤照子氏に深く感謝いたします。また、貴重な資料の提供、御指導、御助言をいただいた東邦大学佐橋紀男氏に心から御礼申し上げます。

参考文献

- 荒木英齊, 1959: 生気候に関するシンポジウム, 天気, 7, 7-16.
 長野 準ほか, 1978: 日本列島の空中花粉, 北陸館.
 上野実朗, 1978: 花粉学研究, 風間書房.
 斎藤洋三ほか, 1980: スギ花粉症の気象, 気象, 6, 6-9.
 篠原久男, 1980: 北関東におけるスギ花粉症発症の気象的予知, 研究時報, 32巻別刷, 118-119.
 根本修ほか, 1983: 松花粉の鉛直分布, 生気象学会誌, 3, 210.
 ———, 1984: 花粉の飛散の気象条件, 生気象学会誌, 3, 214.

日本気象学会誌 気象集誌

第II輯 第65巻 第6号 1987年12月

- 松田佳久・加藤輝之: 熱帯域の加熱に対する地球大気の線型応答——惑星の回転の効果
 林 良一・宮原三郎: 熱帯季節内振動の三次元線形レスポンスモデル
 住 明正: 乾燥した大陸と東西方向に一樣な海面水西を持つ海洋という境界条件の下で simulate された対流活動の特徴
 永田 雅: 冬期日本海上の収束雲帯の構造について (予報実験)
 二宮沈三・栗原和夫: 梅雨前線帯中間規模対流系の予報実験
 新野 宏: 海陸風循環の線形論
 藤部文昭: 平日と週末の都市気候差
 1. 東京の都心における気温その他の気象要素の時間的変動
 武田喬男・劉 国勝: 人工衛星 Nimbus 7 のマイクロ波放射計 (SMMR) データによる凝結水量の評価——新しい評価法および北西太平洋域の雲への適用
 山内 恭・鈴木一哉・川口貞男: AVHRR 赤外線波長データによる南極域の雲の検知
 菊地勝弘・吉田裕一: 地表面近くのサブミクロン・エアロゾル濃度の鉛直分布
 遊馬芳雄・菊地勝弘: 雲底下でのイオン捕捉による降水粒子の帯電機構の数値実験
 遊馬芳雄・菊地勝弘・谷口 恭・藤井智史: 下層大気中の大気電位傾度と降水電荷の同時観測システム

要報と質疑

- 柴田 隆・前田三男・宇都宮彬・溝口次夫: 紫外線ライダーとオゾンゾンデによるオゾン同時観測
 伍 培明・小野 晃・岡田菊夫: 都市大気における硝酸イオンを含むエアロゾル粒子の混合状態について