

スギ雄花の花粉飛散特性とスギ花粉症患者 の発症との関連性について

1) 富山県林業技術センター林業試験場, 2) 富山県衛生研究所
3) 富山医科薬科大学公衆衛生学教室, 4) 富山市

平 英彰¹⁾ 庄司俊雄²⁾ 寺西秀豊³⁾
劔田幸子³⁾ 槻陽一郎⁴⁾

一般に空中花粉調査ではスギの花粉飛散は、2月から3月にかけてスギ雄花の開花に伴って観察される。しかし、スギ雄花の花粉飛散状況を直接観察すると、スギ花粉は Durham 型花粉検索器でほとんど検索されなかったが、1月上旬からすでに肉眼的に少量の花粉飛散が認められた。また、スギ花粉症患者の発症は、1月上旬から認められており、Durham 型花粉検索器で観測したスギ花粉数から判定したスギ花粉飛散開始日までに、スギ花粉症患者1,366人の内265人(19.4%)が発症していた。したがって、少量ながらスギ花粉は1月上旬からすでに飛散しており、敏感なスギ花粉症患者においては、1月上旬から、スギ林から飛散した花粉によって症状が誘発される場合があると考えられる。

Key words: allergic symptoms — male flower — pollen scattering — pollinosis — sugi pollen

はじめに

調査の方法

スギの花粉飛散時期は地域によって異なるが¹⁾、富山県においては、2月下旬頃より始まり、4月下旬頃までには終了する²⁾。しかし、スギの空中花粉を通年的に検索すると、本格的なスギ花粉飛散期間以外においても頻繁に少量のスギの花粉飛散は観測されている²⁾。10月下旬から12月にかけて観測される季節はずれのスギ花粉は、10℃以上の気温が続いた時に起こるスギの開花促進現象であると推定されている²⁾。しかし、1月以降、本格的なスギ花粉飛散開始日以前のスギ花粉飛散は、開花の早い個体によるものと考えられているが²⁾、正確なことはまだ明らかでない。そこで筆者らは、1月上旬以降における本格的スギ花粉飛散開始日以前のスギ花粉飛散の現象を明らかにするため、スギ雄花の花粉飛散特性を検討すると共に、富山県内の耳鼻科医院に来院したスギ花粉症患者の発症日についても調査し、スギ雄花の花粉飛散状況とスギ花粉症患者の関連性について検討した。

1. 標準木による雄花の成長過程

スギ雄花の成長過程を明らかにするため、富山県林業試験場構内に生育している4本のスギに着花している雄花を、1993年7月上旬からおよそ10日ごとに、スギの開花がほぼ終了する翌年3月下旬までの期間採取した。1本のスギ個体につき、無作為に50個の雄花を選定し、その長さをノギスを用い測定した。

2. 標準木による花粉飛散状況(外力負荷による)

林業試験場構内に生育している10本のスギから、1994年1月10日よりおよそ10日おきに雄花の着花している枝を採取した。そして、雄花のついている部分を長さ20cm程度に切り取り、雄花が5～10房程度含まれる状態に整えて、雄花の花粉飛散状況を観察した。すなわち、表面の黒色な実験台の上で雄花を軽くたたき、落下した花粉を観察し、以下のように指数化した。注意深く観察しないと花粉が飛散していることがわからない状態を飛散指数0.5、かすかに花粉が飛散していることがわかる状態を飛散指数1、花粉が飛散していることが容易にわかる状態を飛散指数2、飛散した花粉がまだらになって黄色くみえる状態を飛散指数3、実験台の上に濃い花粉が認められる状態を飛散指数4、一面黄色になり多量の花粉が積った状態を飛散指

Received: November 22, 1994

Accepted: March 7, 1995

数5とした。なお、それぞれの花粉の飛散状態における1cm²当りの花粉の数は飛散指数0.5でおよそ4～20個, 1で22～60個, 2で70～200個, 3で1000～1500個, 飛散指数4, 5では多数のためカウント不能であった。

3. Durham型花粉検索器による花粉観測

1994年1月1日から4月30日までの期間, 富山市杉谷の富山医科薬科大学の屋上(標高90m)にDurhamの標準花粉検索器を設置し, 空中花粉を調査した。ワセリンを塗布したスライドガラスを原則として毎日朝9時に取り替えた。花粉の染色はMV-グリセリンゼリーで行い, 1cm²内のスギ花粉を顕微鏡下で同定しカウントした³⁾。

4. スギ花粉症患者の発症調査

スギ花粉症患者の発症日を明らかにするため, 県内各地を診療圏としている19の耳鼻科医院を対象に, 1994年1月4日から4月30日までに来院したスギ花粉症患者について調査した。なお, ここでスギ花粉症患者とは, 調査期間内に受診し, 臨床所見から花粉症と

診断され, CAP-RAST 又は皮内反応などの臨床検査成績がスギ抗原に陽性を示したものとした。また, 発症日は, 医師が直接質問して患者の症状が始まったと確認した日とした。発症日が判明したのは, 調査した患者数1460人の内94%にあたる1366名であった。

結 果

1. 標準木による雄花の成長過程

7月上旬から花粉飛散がほぼ終了した翌年の3月下旬までの雄花の伸長過程をみると, スギ雄花は花芽が分化した直後の7月上旬から10月上旬にかけて急速に大きくなり, 雄花の長さは 4.63 ± 0.41 mmに達した。その後, スギ雄花の成長は極めて緩やかになり, スギ花粉飛散が始まる前の2月10日の雄花の長さは 5.08 ± 0.39 mmで, この期間の伸長量は0.35mmであった。しかし, 花粉飛散が始まった2月下旬から再び雄花は

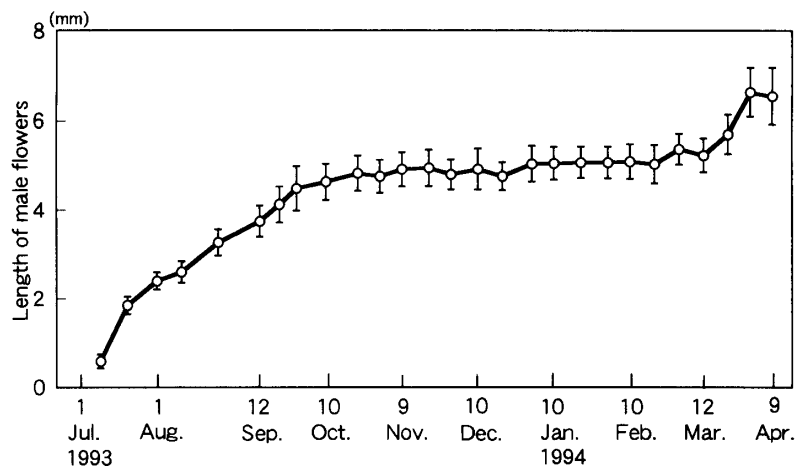


Fig. 1. The grow-up process of sugi male flowers.

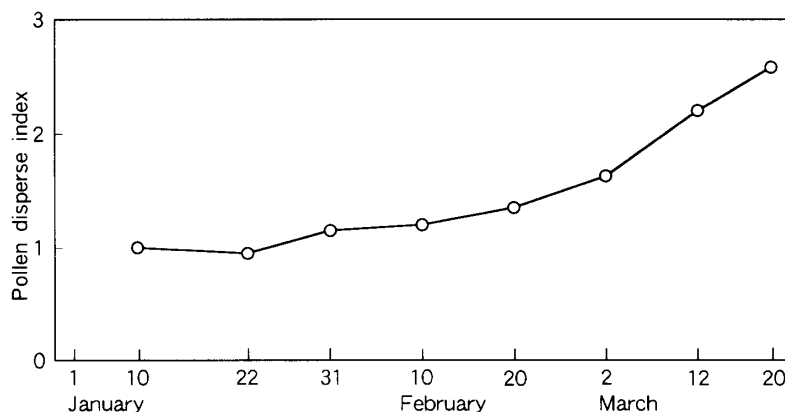


Fig. 2. Pollen scattering from sugi male flowers before flowering.

急速な伸長を示し、スギ雄花が完全に開花した3月31日のスギ雄花の長さは $6.64 \pm 0.56\text{mm}$ に達した (Fig. 1).

2. 標準木による花粉飛散状況

1月1日から10日ごとに採取した雄花の花粉飛散状況を検討すると、1月上旬に採取した10本の個体の雄花の内すでに8本の個体の雄花から花粉飛散が観察された。花粉の平均飛散指数は1で最も高い個体では2を示した。そして、その飛散指数は1月下旬頃より徐々に増加していき、2月には1.6、3月12日には2.2と3月上旬以降は急速に増大した (Fig. 2)。花粉を飛散させた雄花を実態顕微鏡 (10~40倍) で観察すると多様な形態が認められた。1月中旬から2月上旬にかけて花粉を飛散させた雄花の場合は雄花の鱗片が何らかの原因で損傷を受けたため穴があき、そこから花粉がこぼれ落ちているものや (Fig. 3)、雄花の1鱗片と他の

鱗片との結合が緩み、その隙間から花粉がこぼれ落ちている雄花 (Fig. 4) が認められた。この場合の鱗片間の結合の緩みは雄花の花軸の成長に伴うものではなかった。また、雄花が茶色に変色し枯れた状態になって、鱗片間から少量の花粉が飛散している個体もあった (Fig. 5)。この場合の雄花の数は、調査した雄花の中の1個または2個で、すでに報告した²⁾1990年10月中旬に花粉を飛散させた雄花 (Fig. 6) の数に比べ極めて少なかった。このような状態の雄花が含まれる場合の花粉飛散指数は0.5~2.0を示していた。

スギ雄花の開花時期が近づくにつれて、前述した状態で花粉を飛散させる雄花のほかに、他の雄花よりも早く開花する雄花 (Fig. 7) や雄花の中の1個または2個の鱗片が開きそこから花粉がこぼれ落ちる雄花の数が増加した。そして、本格的な花粉飛散は、花軸の伸長によって鱗片間の隙間がしだいに大きくなることによって始まった (Fig. 8)、測定した雄花の中の1個、



Fig. 3. A damaged male flower having hole where from pollen scattering.



Fig. 5. A died flower scattering pollen between lost scales.



Fig. 4. A scale of a male flower spaced with others, pollen is scattering from the space.

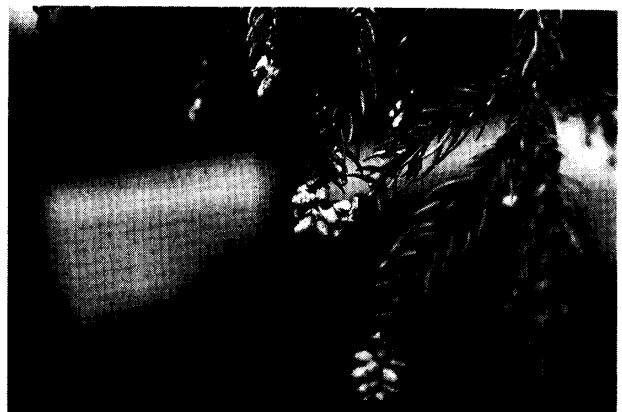


Fig. 6. Withered male flowers scattering pollens in early November 1990.



Fig. 7. A male flower which flowered earlier than others.



Fig. 8. Elongated male flowers that scales open and pollen is scattering from there.

または、2個の雄花の鱗片の一部が開き始めた雄花の飛散指数は1、測定した雄花の中の1個、または、2個の雄花の花軸が伸長し、すべての鱗片間から花粉が飛散し始めた雄花の飛散指数は2、測定した雄花の10%~20%の個体の雄花の花軸が伸長した雄花の飛散指数は3、測定した雄花の50%近くの個体の花軸が伸長した雄花の飛散指数は4、ほとんどの雄花の花軸が伸長しすべての鱗片間から花粉がこぼれ落ちる状態に達した雄花の飛散指数は5であった。なお、雄花を棒でたたいて花粉が空中に飛散するのが肉眼で確認できる状態は飛散指数3であった。

3. Durham 型花粉検索器による花粉観測

1月1日から4月30日までの期間、Durham 型花粉検索器によって検索したスギ空中花粉総数は788個/cm²で、これまでの富山県におけるスギ花粉総飛散数の中では最も少ない方であった⁴⁾。スギの花粉飛散開

始日（スギ花粉が3日以上連続して観測された日の初日）は2月28日で、スギ雄花の休眠覚醒日⁵⁾（12月20日）からのスギ雄花の有効温度の積算値は218日度に達していた。2月28日以前に検索したスギ花粉数は合計5個で1月4日、14日、18日、26日、2月21日にそれぞれ1個/cm²ずつ検索された。スギ花粉のピークは4月1日で、92個/cm²の花粉を検索した。観測したスギ花粉のほとんどは、スギ花粉飛散開始日以降に検索された。したがって、Durham 型花粉検索器によって検索されたスギ空中花粉数と、スギ林の雄花を用いて実際に観測した花粉飛散状況とは異なっていた。

4. スギ花粉症患者の発症調査

スギ花粉症患者の発症日は1月4日よりスギ花粉の飛散が終了する4月下旬まで連続的に認められ、スギ花粉飛散開始日前の2月1日~7日にも15回の小ピークを示していた。スギ花粉症患者数のおよそ19%にあ

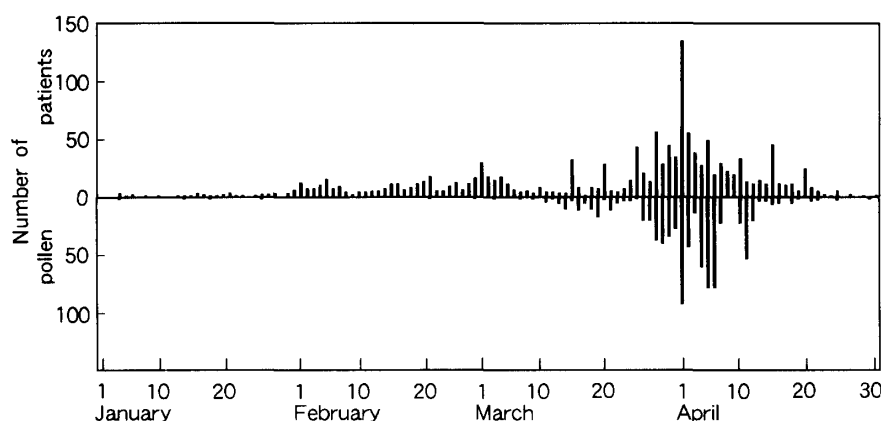


Fig. 9. The first day of symptoms occurring in Japanese cedar pollenosis patients and sugi pollen counts from January through April.

Table 1 Coefficient of the atmospheric sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) pollen and number of the person experienced allergic symptoms in each term

Term	Pollen counts (cm ²)	Number of person experienced allergic symptoms	r
Jan. 4-Feb. 27	5	265	0.02
Feb. 28-Apr. 30	785	1,100	0.67**
Jan. 4-Apr. 30	790	1,365	0.71**

**Significant at the 0.01 level.

たる265人においては、スギ花粉飛散開始日前にその臨床症状が認められた (Fig. 9). また、スギ空中花粉数の少なかったスギ花粉飛散開始日 (2月28日) 前においては、症状の発症数とスギ空中花粉数との間には全く相関が認められなかった。しかし、スギ空中花粉数が多くなったスギ花粉飛散開始日以降においては、発症日の発症数はほぼスギ空中花粉数と一致し0.01%未満の危険率で正の有意な相関が認められた (Table 1).

考 察

7月上旬に分花したスギ雄花は10月上旬までに急速な成長を示した。しかし、その後10月中旬以降2月上旬までの期間におけるスギ雄花の伸長量は極めて小さいものであった。スギの花粉細胞は10月中旬から11月下旬にかけて形成される⁶⁾。一方、スギ花粉に含まれるスギ主要アレルゲン (*Cry j I*) はスギ花粉が未熟段階にある10月、11月上旬では少なく、花粉が成熟する12月上旬以降に増加することが報告されている⁷⁾。このことから、12月上旬以降に飛散するスギ花粉は、スギ花粉症患者の症状を誘発させる抗原を十分含有していると考えられる。

10月中旬以降、スギ雄花が再び顕著な成長を始めたのは2月20日から3月2日にかけての期間であった。また、Durham型花粉検索器で検索したスギ花粉数より判断したスギ花粉飛散開始日は2月28日であった。したがって、2月28日以降のスギ雄花の花粉飛散は、スギ雄花の伸長 (開花) に伴って雄花の鱗片間に隙間が生じ、花粉囊が破れて大量のスギ花粉が飛散したことによって生じたものであることが確認された。しか

しながら、それ以前の雄花からの花粉飛散は、雄花の伸長に伴って生じたものではない。筆者らが報告した10月中旬から12月にかけて花粉を飛散した雄花の場合は、花軸の伸長はほとんど認められず、雄花の30%程度が枯死し、その雄花の鱗片間から花粉が飛散したものであった²⁾。今回調査した1月上旬から花粉飛散開始日前までの花粉飛散の場合にも、損傷を受けた雄花や枯死した雄花からの飛散もわずかに存在した。しかし、スギ雄花の花粉飛散指数が、1月下旬からスギ花粉飛散開始日前の2月20日にかけて増加したのは、スギ雄花が風や雪等によって物理的な刺激を受け、鱗片間の結合がしだいに緩みはじめ、そこから少量の花粉を飛散させる雄花が次第に増加していったことによると考えられる。そして、スギ花粉飛散開始期が近くなるに従って、それらの雄花からの花粉飛散に加えて、開花の早いスギ雄花からの花粉飛散が次第に増加していった。

Durham型花粉検索器によって検索したスギ空中花粉数は、1月1日からスギ花粉飛散開始日の2月28日までは5個を数えただけであった。しかし、28日以降は次第に増加し、4月1日に92個の最大値を示し、その後次第に減少していった。一方、スギ花粉症患者の発症数は、1月上旬より徐々に増加し始めスギ花粉飛散開始日にあたる2月28日までには、総患者数のおよそ19%がすでに発症しているという成績が得られた。その間におけるスギ花粉症患者の発症数とスギ空中花粉数の間には明らかな相関は認められなかったが、スギ空中花粉数が多くなる2月28日以降においては、スギ花粉症患者の発症数はスギ空中花粉数との間に正の有意な相関が認められた (Table 1)。したがって、基本的には症状の発症はスギ花粉 (抗原) の多少によって影響されることが考えられる。2月28日以降において、総患者数のおよそ19%がすでに発症していたが、筆者らが観察したように、1月上旬からDurham型花粉検索器ではほとんど捕集されない程度の少量の花粉がすでにスギ雄花から飛散していることにより説明可能と考えられる。高橋ら⁸⁾は、花粉飛散に前後して粒径5 μ m以下の微細な花粉粒子が観察されると報告しているが、そうした微細な抗原によって花粉症患者の症状が誘発されたことも考えられる。また、今回の結果は、今回設定した1個のDurham型花粉検索器だけでは、富山県内で実際に飛散しているスギ空中花粉を正確に反映することができないことを示している。すなわち、1) スギ花粉症患者の住居及び職場は、富山県内のほぼ

全域にわたっているが、Durham 型花粉検索器は県の中央部に一個しか設置しなかったため、地域差を十分に把握できなかった。2) Durham 型花粉検索器は、最も開花の早いスギ林の10～15%の個体が花粉を飛散し始めないと連続的にスギ花粉を捕集できないことから⁹⁾、飛散している少量のスギ花粉を捕集するには十分な感度を有していないなどのことが挙げられる。

笹嶋ら¹⁰⁾は、秋田県内で IS ロータリー式花粉採取器及び Durham 型花粉検索器によって捕集されたスギの空中花粉数と外来患者数との関係について検討している。それによると、Durham 型花粉採取器は IS ロータリー式のそれよりも花粉の捕集数は 5～10 倍少なく、最も早い外来患者は、Durham 型花粉検索器によって確認された花粉飛散開始日より 10 日間早く確認されたとしている。また、萩原ら¹¹⁾も前橋市において、花粉飛散開始日前の 1 月下旬に 59 人の花粉症患者が受診したと報告している。したがって、Durham によるスギ花粉飛散開始日以前において、すでに少量のスギ花粉が飛散しており症状が誘発される花粉症患者は、富山県だけでなく他の多くの地域において認められる一般的な現象と考えられる。特に富山県の場合は、平野部に散居村が存在し、スギを中心とする屋敷林が点在している等の理由により、多くのスギ花粉症患者がスギ雄花が成熟し、花粉が形成される 10 月中旬以降から、本格的なスギ花粉飛散が始まる 2 月下旬までの期間においても、飛散する少量のスギ花粉によって、症状が誘発されやすい環境下にあるとも考えられる。今後も、そうした自然環境を考慮に入れながら、スギ花粉と患者の症状との関連性について更に検討していきたいと考えている。

本調査に御協力いただいた田近由美子、村井 満、清水規矩雄、河合康守、中川稔夫、田中孝雄、長崎孝敏、石政喜弘、高野正美、野垣俊幸、島 一晴、稲葉博司、小林英夫、吉田行夫、羽岡直樹、堀 正人、宮崎為夫、米野邦彦の各先生方に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 石崎 達：花粉アレルギーその実体と治療。北隆館、東京、pp.33-54, 1979.
- 2) 平 英彰, 寺西秀豊, 劔田幸子：季節はずれのスギ花粉飛散について。アレルギー 41, 1466-1471, 1992.
- 3) 劔田幸子, 寺西秀豊：空中花粉検索法(2)。花粉症研究会 2, 19-22, 1991.
- 4) 寺西秀豊, 劔田幸子, 加藤輝隆, 青島恵子, 加須屋実, 大浦栄次：富山県の空中花粉調査, 1989—スギ科・ヒノキ科花粉の 7 観測点における比較—。富山県農林医学会誌 21, 70-73, 1990.
- 5) 平 英彰, 寺西秀豊, 劔田幸子：スギの花粉飛散開始日について。アレルギー 41, 86-92, 1991.
- 6) 橋詰隼人：林木の交配に関する基礎的研究(V), スギの開花と受粉。鳥取大学農研報 25, 81-96, 1973.
- 7) Takahashi, Y., Mizoguchi, J. and Katagiri, S.: Development and distribution of the major pollen allergen (Cry j I) in the male flower buds of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*). *Jpn. J. Allergol.* 38, 1354-1358, 1989.
- 8) Takahashi, Y., Sakaguchi, M., Inouye, S., Miyazawa, H., Imaoka, K. and Katagiri, S.: Existence of exine-free airborne allergen particles of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen. *Allergy*. 46, 588-593, 1991.
- 9) 平 英彰, 寺西秀豊, 劔田幸子, 槻陽一郎, 清水規矩雄, 河合康守：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.
- 10) 笹嶋 肇, 和田恵理子, 他：平成 5 年の空中スギ花粉と花粉アレルギー患者に関する調査結果について。秋田県衛生科学研報 37, 83-89, 1993.
- 11) 萩原美紀, 田中伸久, 斎藤百代, 船田一夫, 中島隆, 伊藤清臣：前橋市における花粉飛散量及び花粉症患者調査について。群馬県衛環研年報 25, 39-52, 1993.

CHARACTERISTICS OF POLLEN SCATTERING FROM MALE SUGI FLOWERS IN
RELATION TO OCCURRING OF SYMPTOMS IN JAPANESE
CEDAR POLLENOSIS PATIENTS

Hideaki Taira¹⁾, Toshio Shouji²⁾, Hidetoyo Teranishi³⁾,
Yukio Kenda³⁾ and Youichiro Keyaki⁴⁾

¹⁾*Forest Exp. Stn., Toyama For. and Forest Prod. Res. Center,* ²⁾*Toyama Institute of
Health and Fac. of Med.,* ³⁾*Toyama Med. and Pharm. Univ.,* ⁴⁾*Toyamashi*

Generally, airborne scattering of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) pollen begins to be observed coincidentally with the flowering of the male sugi flowers between February and April. However the male sugi flowers disperse a certain amount of pollen in early January, only small levels of which can be detected with a Durham's sampler. In some Japanese cedar pollinosis patients, allergic symptoms have been reported to occur in early January. Among 1,366 Japanese cedar pollinosis patients studied, 265 have experienced allergic symptoms before the first day of pollen scattering as determined with a Durham's sampler. Accordingly, it is suggested that substantial amounts of sugi pollen are scattered from early January, and that clinical symptoms can be induced in highly sensitive Japanese cedar pollinosis patients from early January, even before the flowering of sugi.
