

(総 説)

スギ花粉症予防のための環境対策：花粉暴露回避を中心に

寺西 秀豊¹⁾・藤崎 洋子²⁾

¹⁾富山医科薬科大学医学部公衆衛生学 〒930-0194 富山市杉谷 2630

²⁾藤崎医院 〒951-8136 新潟市関屋田町 3-360

(2003年12月4日受付, 2003年12月25日受理)

Environment aspects of the countermeasures against
the Sugi (*Cryptomeria japonica*) pollinosis in Japan

Hidetoyo TERANISHI and Yoko FUJISAKI

Department of Public health, Faculty of Medicine, Toyama Medical & Pharmaceutical University

Toyama City 930-0194, Japan

Fujisaki Clinic

Sekiyatamachi 3-360, Niigata City 951-8136, Japan

Number of the pollinosis patients is increasing remarkably in Japan. The prevalence of Sugi (*Cryptomeria japonica*) pollinosis became to be over 10% of Japanese population. The purpose of this paper is to discuss several aspects of the pollinosis prevention, especially from the view points of the pollen science and environmental health.

Several factors have been presented as causes of the pollinosis endemic: increasing exposure to the pollen allergen, changes of environmental air pollution and life style changes according to the urbanization. Among these factors, the exposure to pollen allergen is the most important, because the amount of pollen dispersion of Sugi showed increase tendencies. The prediction of the pollen scatter offers the chance for the allergen contact avoidance.

Recently, the warming of the global environment is reported to be an important problem. Although the effect of the global warming on the pollinosis is not clear yet, it is obvious that the warming gives large effect on flowering and dispersion of the pollens. In 1992, a Sugi tree which does not produce any pollens was discovered in Toyama, Japan. The tree is a mutation called male sterility and does not produce any pollen grains. Several Sugi trees which produce less pollen allergen also reported. These findings are important to consider the control of the pollen production in the forests. Now the dream of the making of healthy forest so called "the safety forest for pollinosis" is able to be realized.

Further researches should be performed on the pollen generation and pollen dispersion in such forests using the lower allergen trees. The development of such researches, including aerobiological studies, will contribute to create the healthy environment and safety forests in Japan.

はじめに

花粉症, 特にスギ花粉症の増加は著しく, スギ花粉症有病率は日本人の10%を越え20%にせまると推定¹⁾されている. こうした状況にたいして花粉学研究者はどのように考えるか, どのような対策がありうる

のかを論議することを目的として, 日本花粉学会第44回大会(富山市)で公開シンポジウムとして「花粉症予防のための環境対策」が取り上げられた. ここでは, シンポジウムの発表をもとに, スギ花粉症予防を念頭に置き花粉飛散の現状と花粉暴露回避の意義を中心に考察を行った.

スギ花粉飛散の年次変動

全国各地で空中花粉調査⁽²⁾が行われ、花粉飛散の実態や経年変動が明らかにされて来ている。富山市におけるDurham型標準花粉検索器を用いたスギ花粉飛散の年次変動(1983年～2003年)を図1に示した。スギ花粉総飛散数の年変動は大きいが、全体として増加傾向がうかがわれる。新潟市における空中花粉飛散数の経年変動(1972年～2001年)⁽³⁾を表1に示した。観察期間を5年毎に区切り平均飛散数として観察したものである。観察された各種花粉飛散数の合計(花粉

総数)は全体として増加傾向を示しているが、中でも樹木花粉においてその傾向が顕著で、スギ科花粉総飛散数の5年間平均値をみると1970年代(1972年～1976年)の556個/cm²から1990年代後半(1997年～2001年)の1848個/cm²と3倍以上に増加している。スギ科花粉が花粉総数に占める割合の経年変化を示したのが図2である。スギ科花粉の花粉総数に占める率は18.3%から24.1%へ有意の増加傾向(Cochran-Armitage検定⁽⁴⁾, p < 0.01)を示した。更に長期間の空中花粉調査結果が信太ら⁽⁵⁾によって報告されているが、1965年からのスギとヒノキ科花粉の異常な増加

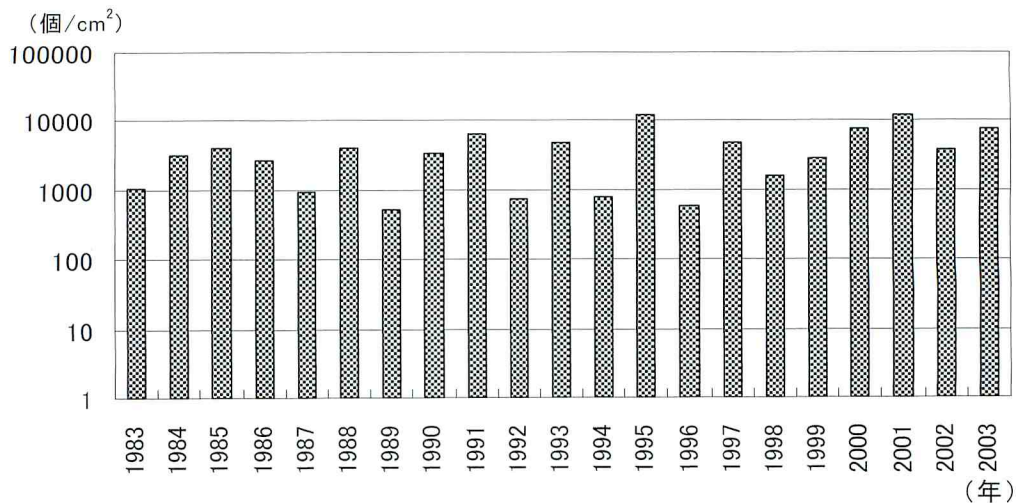


図1. 富山医科薬科大学におけるスギ花粉飛散の経年変動(1983-2001)。

表1. 新潟市における空中花粉飛散数の変動(1972年～2001年)⁽³⁾。

花粉種	I期	II期	III期	IV期	V期	VI期	
木 本 類	スギ科	556	602	1,115	954	1,988	1,848
	ヒノキ科	36	22	21	28	106	190
	ハンノキ属	74	67	57	60	41	45
	カバノキ科	92	152	177	173	233	436
	マツ属	1,642	2,016	2,033	3,280	3,843	4,248
	ブナ科	51	75	73	95	115	198
	ニレ科	45	45	60	42	60	48
	クルミ科	12	20	18	20	34	31
草 本 類	イネ科	172	153	124	154	168	169
	タデ科	16	20	19	33	34	38
	ブタクサ属	2	6	16	19	32	28
	ヨモギ属	120	109	73	72	93	62
	カナムグラ	20	16	16	24	25	26
花粉総数	3,033	3,532	4,108	5,228	7,115	7,654	

調査期間(1972年～2001年)を以下の6期に分けて比較した。

I期 1972年～1976年 IV期 1987年～1991年

II期 1977年～1981年 V期 1992年～1996年

III期 1982年～1986年 VI期 1997年～2001年

単位は5年平均年間総飛散数(個/cm²/年)

が指摘されている。これは第二次大戦後、盛んに行われたスギなどの造林が、その後の海外木材輸入急増など、主に経済的理由により伐採が遅れていることと関連している。このままスギ林を放置すると今後益々花粉飛散の増加することが懸念される。

花粉症の増加

花粉症の増加は世界的な現象でもある。ヨーロッパでは Weeke⁽⁶⁾、D'Amato ら⁽⁷⁾ により、気管支喘息と花粉症の有病率が着実に増加していると報告されている。日本でも斎藤⁽¹⁾、榎本ら⁽⁸⁾ により花粉症増加が確認されている。

新潟市藤崎医院における 1977 年 4 月から 2000 年 6 月の花粉症新患者における原因抗原の変化⁽³⁾ を表 2 に示した。1977 年 4 月から 1989 年 12 月を前半期、

1990 年 1 月から 2000 年 6 月を後半期として比較すると、成人の場合、スギ花粉が原因となっている花粉症患者は 3.3 倍に増加している。成人花粉症患者全体に占めるスギ花粉症の割合は、42.1%から 80.8%へと有意に増加 (χ^2 検定, $p < 0.01$) している。小児のスギ花粉症患者は 5.7 倍に増加し、花粉症患者全体に占めるスギ花粉症の割合は 40.4%から 68.8%へと有意に増加 (χ^2 検定, $p < 0.01$) していることが分かる。

従来、花粉症増加の原因として、1. 花粉アレルゲンの増加、2. 大気汚染など環境要因の変化、3. 都市化や食事の欧米化にともなう体質変化、アレルギー体質形成などが上げられている。これらのうち、環境要因として、大気汚染物質や環境ホルモンなどの関与が疑われている。ディーゼルエンジンの排ガス中に含まれる微粒子 (DEP: Diesel Exhaust Particles) には、IgE 抗体産生やアレルギー性炎症増強作用の存在することが

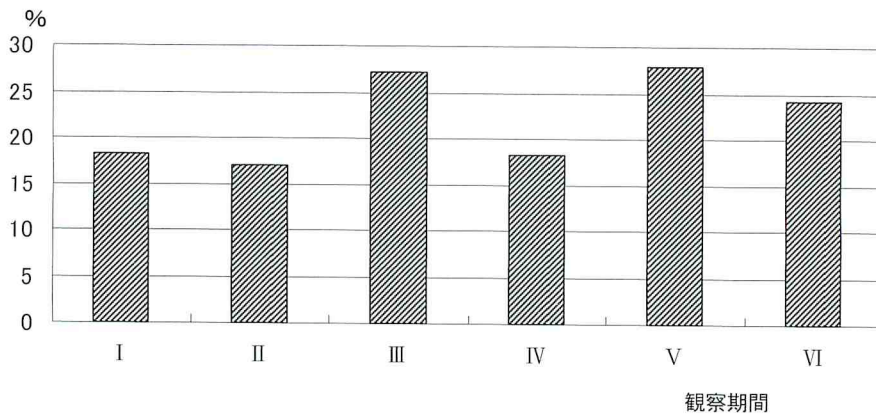


図 2. 新潟市におけるスギ科花粉比率の経年変動。

表 2. 新潟市における花粉症患者数の変動 (1977 年～1998 年)⁽⁹⁾。

区分	原因抗原	前半期	後半期	増加割合
成人	スギ	237 (42.1)	773 (80.8)	3.3
	イネ科	148 (26.3)	399 (41.7)	2.7
	ブタクサ	181 (32.1)	229 (23.9)	1.3
	ヨモギ	300 (53.3)	315 (32.9)	1.1
	小計	563	957	1.7
小児	スギ	23 (40.4)	132 (68.8)	5.7
	イネ科	22 (38.6)	111 (57.8)	5
	ブタクサ	19 (33.3)	38 (19.8)	2
	ヨモギ	22 (38.6)	68 (35.4)	3.1
	小計	57	192	3.4

(%)

調査期間：1977 年 4 月～2000 年 6 月を
 前半期 1977 年 4 月～1989 年 12 月と
 後半期 1990 年 1 月～2000 年 6 月に分けて比較した。

分析対象：花粉症新患者 1,769 人
 (成人 1,520 人, 小児 249 人)

報告^(9, 10)されている。大気汚染物質などの関与は花粉アレルギー暴露とともに花粉症の発症メカニズムに重要な役割を果たしていることを示しており、環境改善の努力が期待される。

また、スギ花粉に影響する環境因子の作用機序解明が進み、気温や湿度などの気象因子はスギの植物生理学的特徴と関連して作用をおよぼし、花粉生産、飛散量、飛散開始時期⁽¹¹⁾などに影響を与えていることが明らかにされてきている。近年、地球規模の温暖化が進行し健康障害との関連性が注目されている。温暖化の花粉症に対する直接影響は十分解明されていないが、温暖化がスギの開花や花粉飛散開始に対して大きな影響⁽¹²⁾を与えていることが明らかにされつつある。ヨーロッパではカバノキ科花粉の飛散早期化⁽¹³⁾に地球温暖化が重要な影響をおよぼしていると報告されている。

花粉暴露と花粉症発症の関係

地域の植生が花粉症発症に影響を与えていることは良く知られている。寺西⁽¹⁴⁾はブタクサ花粉症が地域

的に多発することを疫学的に記載した。カナダでは、ブタクサ花粉症有病率が地域植生および空中花粉濃度と関連して増加することが明らかにされ、予防のために花粉濃度を減少させることが提案されている⁽¹⁵⁾。スギ花粉症についても花粉飛散量の多い年には花粉症発症患者数が増加することは多くの報告^(16, 17)に記載されている。しかしながら、どの程度の花粉濃度が花粉症発症にどの程度影響するのか十分解明されていない。

富山県では、富山県医師会花粉症対策委員会が空中花粉調査およびスギ花粉症発症患者調査を実施している。5年間の経年変化について、スギ総花粉数と患者発生数の関連性について検討したものが図3である。総飛散数の多い年には、多くの花粉症患者が発症しており、疫学などで使用されている量反応関係⁽¹⁸⁾の概念が花粉症にも適用できることが明らかにされた。

京都府では小学校において継続的にスギ花粉症疫学調査が実施⁽¹⁹⁾されている。従来、花粉飛散と感作については色々な研究がなされているが、興味深いことの1つは感作には生まれた月によって一定の偏りが存在するというものである。京都府における調査を基に、

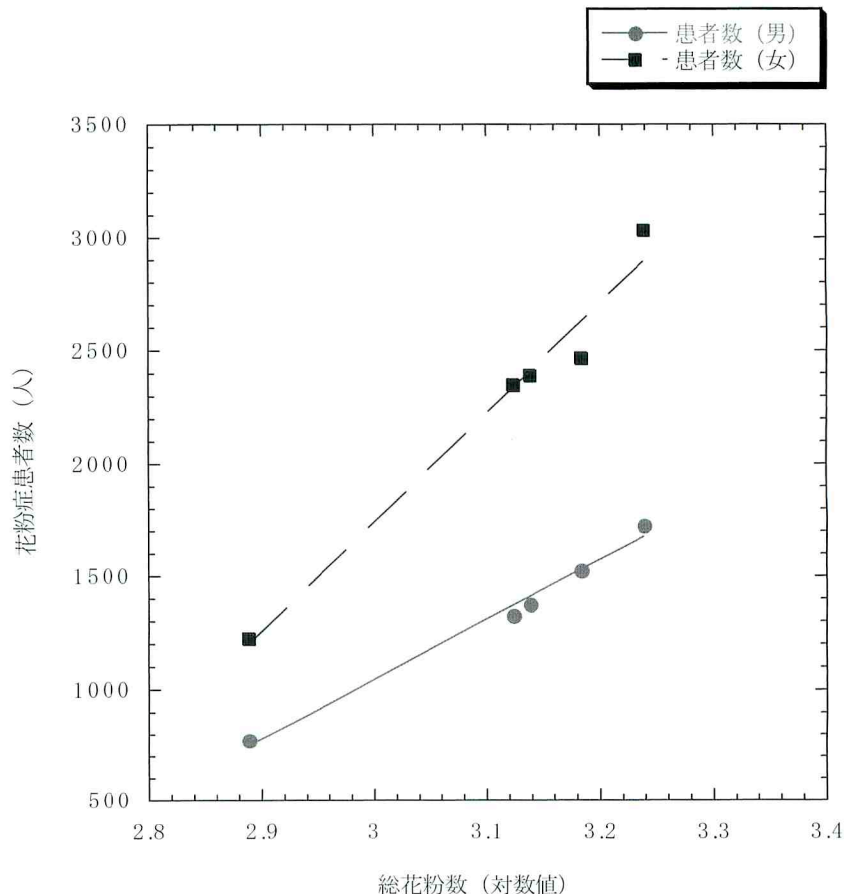


図3. 富山県におけるスギ花粉数とスギ花粉症発症患者数。富山県花粉症情報システムにより収集した1996年から5年間の花粉数と患者数の相関関係を示している。空中花粉調査はDurham型標準花粉検索器を用いて行った値である(単位は個/cm³)。横軸の総花粉数は10を底とした対数値で示してある。

出生した年のスギ花粉総飛散数と出生6ヶ月以内にスギ花粉暴露された児童の高IgE抗体保有率の間に有意の相関が認められている。花粉飛散とIgE感作における量反応関係⁽¹⁸⁾の存在することを示唆しており興味深い。また、花粉アレルゲン暴露と関連し、スギ科、ヒノキ科花粉間の交差反応性^(20, 21)や、花粉飛散期間長期化⁽²²⁾の意義が指摘されている。今後の研究進展が期待される。

花粉症予防のための環境基準

1992年に花粉を飛散させないスギ個体が富山で発見⁽²³⁾された。このことは花粉源対策を考える上で重要なできごとであった。このスギは雄性不稔という突然変異で、花粉症の原因となる花粉粒を全く飛散させない。また、全国の研究者により、同じスギ花粉でもアレルゲン量に大きな違いが存在することが明らかにされてきた。発見された花粉アレルゲンの少ないスギなどを造林に利用し、花粉アレルゲン発生の少ない、「花粉症にやさしい森林」をつくらうという夢の形成と実現への努力がなされてきている。

「花粉症にやさしい森林」をつくるためには空中花粉飛散量をどの程度に設定すべきなのかという課題が生じる。全国各地の花粉情報システムなどで得られた空中花粉飛散量と花粉症発症との関連性を検討し、どの程度の空中花粉飛散量でどの程度の患者が発生するのかという、地域別量反応関係を明らかにすることが求められている。花粉濃度閾値あるいは目標値を設定し環境面から花粉暴露回避対策を検討されるべき時期が近づいて来ている。

ま と め

以上のように、スギ花粉総飛散数を指標とした場合、花粉暴露量とスギ花粉症発症には量反応関係が存在すること、一定レベル以上の花粉飛散量が生体にとって危険であることが明らかにされてきている。鼻アレルギー診療ガイドライン⁽²⁴⁾などにおいても花粉アレルゲンとの接触回避が花粉症の発症予防・治療の基本になっている。スギ花粉飛散予測技術が進歩し、情報を利用した花粉暴露回避を行う努力がなされている。更に一歩進んで環境中花粉濃度に影響を与える要因解明と、花粉濃度を低いレベルにコントロールする技術の開拓が求められている。ブタクサなど草本植物では除草などによる環境管理は比較的容易であるが、スギなど木本植物においてはそう簡単ではない。どのように環境中花粉濃度を減少させられるのか、学際的学問分野である花粉学や空中生物学の新たな研究課題と言える。

引用文献

- (1) 斎藤洋三：スギ花粉症 過去・現在・将来. 花粉誌 45, 55-62 (1999).
- (2) 環境省：花粉症保健指導マニュアル. 環境省 pp. 48-53 (2003).
- (3) 藤崎洋子・藤崎 茂：新潟市における過去30年間の空中飛散花粉の変動と花粉症との関係. 花粉誌 49, 59-70 (2003).
- (4) 縣 俊彦：基本医学統計学 EBM・医学研究・SASへの応用, 中外医学社 pp. 118-122 (2002).
- (5) 信太隆夫・降矢和夫・轡田和子・森美由紀・安枝 浩・石井豊太・秋山一男：相模原地区における空中飛散花粉の1965年から1995年まで31年間の推移. 花粉誌 44, 47-60 (1998).
- (6) Weeke, E. R.: Epidemiology of allergic diseases in children. *Rhinology* (supplement) 13, 5-12 (1992).
- (7) D'Amato, G., F. T. Spiekma, G. Liccardi, S. Jager, M. Russo, K. Kontou-Fili, H. Nikkels, B. Wuthrich and S. Bonini: Pollen-related allergy in Europe. *Allergy* 53, 567-78 (1998).
- (8) 榎本雅夫・畷田猛真・嶽 良博・芝埜 彰・斉藤優子・高橋将範・十河英世・藤木嘉明：和歌山県におけるスギ花粉特異的IgE抗体陽性率の疫学調査 1995年の調査と1985年, 1990年の比較. 日耳鼻 102, 1311-1317 (1999).
- (9) Yoshino S. and M. Sagai: Induction of systemic Th1 and Th2 immune responses by oral administration of soluble antigen and diesel exhaust particles. *Cell Immunol.* 192, 72-78 (1999).
- (10) Hao M., S. Comier, M. Wang, J. J. Lee and A. Nel: Diesel exhaust particles exert acute effects on airway inflammation and function in murine allergen provocation models. *J. Allergy Clin. Immunol.* 112, 905-14 (2003).
- (11) 平 英彰・寺西秀豊・剣田幸子：スギ雄花の開花特性を利用したスギ花粉飛散開始日の予測について. 日本林学会誌 76, 126-131 (1994).
- (12) Teranishi H., Y. Kenda, T. Katoh, M. Kasuya, E. Oura and H. Taira: Possible role of climate change in the pollen scatter of Japanese cedar *Cryptomeria japonica* in Japan. *Climate Research* 14, 65-70 (2000).
- (13) Emberlin J., M. Detandt, R. Gehrig, S. Jaeger, N. Nold and A. Rantio-Lehtimäki: Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *Int. J. Biometeorol.* 47, 113-115 (2003).
- (14) 寺西秀豊：ブタクサ花粉症に関する疫学的研究,

- (第1報) ブタクサ花粉と児童の呼吸器症状の関連. 日本公衆衛生雑誌 25, 482-492 (1978).
- (15) Banken R. and P. Comtois: Concentration of ragweed pollen and prevalence of allergic rhinitis in 2 municipalities in the Laurentides. *Allergie Immunologie* 24, 91-4 (1992).
- (16) 藤崎洋子: 新潟市における過去 15 年間の空中花粉調査結果と花粉症患者の実態. 花粉誌 34, 19-30 (1988).
- (17) 西端慎一・斎藤洋三: 都市部(東京都)の一診療所におけるスギ花粉症患者の受診動態. 日耳鼻 105, 751-758 (2002).
- (18) 寺西秀豊・内田満夫・加藤輝隆・加須屋實・小笹晃太郎: スギ花粉症における暴露と感作, 発症の量反応関係. 厚生指標 48, 1-4 (2001).
- (19) Ozasa K., K. Dejima, T. Hama, Y. Watanabe and H. Takenaka: Exposure to Japanese cedar pollen in early life and subsequent sensitization to Japanese cedar pollen. *J. Epidemiology* 10, 42-47 (2000).
- (20) 寺西秀豊・剣田幸子・加藤輝隆・加須屋實・内田満夫・矢田 豊・安枝 浩: メタセコイア花粉とスギ花粉の共通抗原性の検討. 花粉症研究会会報 12, 20-22 (2001).
- (21) Schwietz L. A., D. W. Goetz, B. A. Whisman and M. J. Reid: Cross-reactivity among conifer pollens. *Ann. Allergy* 84, 87-93 (2000).
- (22) 岸川禮子・児塔栄子・岩永知秋・宗 信夫・家守千鶴子・庄司俊輔・西間三馨・石川 哮: 我が国の空中スギ・ヒノキ科花粉長期調査 スギ花粉症の抗原として抗原量・曝露期間の長期観察について. アレルギー 50, 369-378 (2001).
- (23) 平 英彰・寺西秀豊・剣田幸子: スギの雄性不稔個体について. 日本林学会誌 75, 377-379 (1993).
- (24) 鼻アレルギー診療ガイドライン作成委員会: 鼻アレルギー診療ガイドライン: 通年性鼻炎と花粉症. 第4版. ライフ・サイエンス pp.30-47 (2002).