

〔原 著〕

空中飛散スギ，ヒノキ花粉数の最近の年次推移

¹⁾日本臨床アレルギー研究所，²⁾東海花粉症研究所，³⁾国立病院機構福岡病院

奥田 稔¹⁾ 宇佐神篤²⁾ 岸川禮子³⁾

【背景】有病率，感作率，花粉調査の疫学からスギ，ヒノキ科花粉空中飛散数は過去 40 年間一途に増加していると推定されているが，年次変動が大で，主観的判断がされている．客観的科学的方法による判断が必要である．

【方法】1986 年から 2005 年にスギとヒノキを分離して持続的に観察した全国 11 地域の空中飛散花粉数を観察実数，移動平均値を用いて単回帰分析法による年次トレンドを解析した．

【結果，結論】回帰分析単回帰直線の有意の傾き（回帰係数）は $p < 0.05$, $R^2 > 0.4$ とすると，実数，3 項移動平均値では有意ではなく，5 項移動平均値でのみスギで 11 地区中 6，ヒノキで 5 地区で有意の増加が示唆された．年次変動の大きい花粉数の解析には自己相関による推計誤差を補正する移動平均値を用いた回帰分析が客観的科学的方法の観点で有用であった．

Key words : airborne pollen count — Japanese cedar pollen — Japanese cypress pollen — time trend of pollen count

緒 言

スギ花粉症の有病率，感作率の増加が報告されている^{1)~5)}．大気温暖化現象による気温の上昇，樹齢の増加が花粉産生量を増加させ，有病率，感作率の増加を促進していると推定される．

1960 年代から 80 年代にかけて空中スギ，ヒノキ花粉数が増加し，有病率が上昇した⁶⁾．それ以後も空中花粉数の増加が推定されているが，年次変動が大きく，地域差があるため増加の判定が難しい．ある期間ごとの平均値を求め比較する方法が用いられている．単なる印象によることも多い．時系列のデータの解析には変動する時系列データを平滑化し回帰分析をする方法が経済学や社会学などの領域で用いられている．今回空中花粉数の移動平均値を用いて回帰分析によるタイムトレンドの検討を行い⁷⁾，年次推移の傾向を明らかにしようとした．

スギ花粉飛散期に重なりまたはやや遅れてヒノキ花粉が飛散し，スギ花粉症の症状の長期化を起こす⁶⁾．それゆえ両者を分別しカウントするのは有意義だが，両者の形態学的鑑別に熟練を要するためスギ，ヒノキを分別していない報告が多い．全国的規模で長期継続的に，しかも花粉収集法が同一で，同一人により同定，公表されたものは 2，3 にすぎない．厚生省花粉症研究班の調査報告が長野，西間，岸川らの努力で刊行された⁸⁾．これは 1987 から 1998 年のデータなので，以後 2005 年までのデータを追加し 19 年間の資料を解析した．

すなわち本研究は同一条件下で調査されたスギ，ヒノキ花粉の空中飛散数をスギ，ヒノキにわけて，移動平均による平滑化，線型回帰分析法により解析し，近年のタイムトレンドを明らかにするのを目的とした．

方 法

1986~2005 年の期間に継続的に厚生省〈厚生労働省〉の花粉症研究班ではほぼ全国的にスギ，ヒノキの空中花粉の調査が行われた．ただし熊本市は 2004 年まで，高知市は 2001 年まで，松江市は 2003 年までである．班長は長野，西間，奥田，信太が継時的に務め，

Received : April 10, 2006

Accepted : August 11, 2006

Abbreviations : JCP Japanese cedar pollen ; JCyP Japanese cypress pollen ; R^2 coefficient of determination

奥田 稔 : 日本臨床アレルギー研究所〔〒105-0004 港区新橋 2-16-1〕

Table 1 Regression analysis of time trend of Japanese cedar pollen

District	Net				3 point running mean				5 point running mean			
	Slope	SD	p	R2	Slope	SD	p	R2	Slope	SD	p	R2
Sendai	126.4	68.1	0.08	0.16	85.3	27.4	0.01	0.39	70.1	19.1	0.00	0.51
Tokyo	367.4	254	0.17	0.15	250.6	111.2	0.05	0.29	358.8	40.2	0.00	0.91
Sagamihara	432.4	197	0.04	0.22	433.4	196.7	0.04	0.17	324.1	70.1	0.00	0.62
Hamamatu	- 131	110	0.24	0.07	- 129	43.1	0.01	0.33	- 135	25.8	0.00	0.67
Wakayama	39.8	33.4	0.25	0.07	33.8	17	0.06	0.15	34.8	9.6	0.00	0.51
Niigata	74.9	41.7	0.09	0.15	47.4	20.1	0.03	0.22	57	11.9	0.00	0.63
Toyama	156.3	105	0.15	0.11	144.5	42.5	0.00	0.39	147.3	127.9	0.00	0.68
Matsue	93.5	51.9	0.09	0.17	59.4	22.6	0.02	0.34	44.9	16.7	0.02	0.39
Kouchi	119	90.9	0.21	0.11	56	47.9	0.03	0.03	45.8	34.3	0.21	0.16
Fukuoka	36.1	33.7	0.29	0.06	17.2	61.9	0.78	0.05	26.9	10.5	0.02	0.33
Kumamoto	16.3	40.1	0.69	0.01	- 33.4	72.9	0.65	0.01	13.2	12.1	0.29	0.09

R2 : coefficient of determination, SD : standard error

研究担当者は岸川であった。

協力施設は全国 29 に及ぶが，1 年でも途中欠損があれば，解析に移動平均値を用いたためその施設のデータは利用しなかった。福岡は九州大学と国療南福岡病院（現国立病院機構福岡病院），新潟市は藤崎医院と国療西新潟病院で調査されたが，継続調査の藤崎病院のデータを用いた。

ほかに 1993～2005 年東京都全域 9 地点で調査された平均花粉数⁹⁾を加えた。すなわち 11 都市を対象とした。

都市と調査施設名をあげる。仙台市（東北大学耳鼻科），新潟市（上掲），富山市（富山医科薬科大学公衆衛生），相模原市（国立相模原病院），浜松市（県西部浜松医療センター），和歌山市（日赤和歌山医療センター），松江市（国療松江病院），高知市（国療東高知病院），福岡市（上掲），熊本市（熊本大学耳鼻科），東京都（東京都福祉保健局）。

花粉捕集にはダーラム標準型の改変型を用い，カルベラ染色後南福岡病院で落下スライド付着数を算定し， $\text{cm}^2/\text{日}$ あたり個数を空中花粉数とした。

解析には統計ソフト SPSS110J を用い線型回帰分析を行い，各地区のスギ，ヒノキ年次総花粉数の観測実数，3 項および 5 項移動平均値を解析した。決定係数 $R^2 > 0.4$ ，回帰直線の傾き（回帰係数） $p < 0.05$ を有意水準とした。

結 果

スギ実数の解析で傾き $p < 0.05$ は相模原市でのみ得られたが $R^2 < 0.4$ であったので，花粉数の増加を積極的に推定できなかった。3 項移動平均値の解析では仙台市，東京都，相模原市，浜松市，新潟市，富山市，松江市，高知市で傾きが有意であったが， $R^2 > 0.4$ を示すものではなく，仙台市のみが $R^2 = 0.392$ でほぼ 0.4 であった。一方 5 項移動平均値の解析では $p < 0.05$ ， $R^2 > 0.4$ は福岡市，高知市，熊本市，松江市を除く 7 都市でみられたが，浜松市では傾きがマイナスで有意の減少を示したので，結局 6 都市，仙台市，東京都，相模原市，和歌山市，富山市，新潟市が増加の傾向を示唆した（Table 1）。

ヒノキ実数の解析で $p < 0.05$ は仙台市，福岡市にみられたが，いずれも $R^2 < 0.4$ であった。3 項移動平均値の解析では $p < 0.05$ が仙台市，東京都，相模原市，新潟市，富山市でみられたが，仙台市でのみ $R^2 = 0.4$ であった。5 項移動平均値の解析では浜松市，松江市，高知市，熊本市を除き $p < 0.05$ であり，和歌山市，富山市，浜松市，松江市，高知市，熊本市を除き $R^2 > 0.4$ であった（Table 2）。浜松市は傾きがマイナスで減少を示したが有意ではなかった。すなわち仙台市，東京都，相模原市，新潟市，福岡市でヒノキの増加が示唆された。

Table 2 Regression analysis of time trend of Japanese cypress pollen

District	Net				3 point running mean				5 point running mean			
	Slope	SD	p	R2	Slope	SD	p	R2	Slope	SD	p	R2
Sendai	32.9	14.3	0.03	2.37	18.3	5.7	0.01	0.4	32.2	6.5	0.00	0.64
Tokyo	117.3	78.2	0.16	0.17	251	111	0.05	0.29	76.6	27.1	0.02	0.53
Sagamihara	172.6	114	0.14	0.11	117	41.7	0.01	0.34	133.8	28.5	0.00	0.62
Hamamatu	- 27.2	88.9	0.76	0.00	- 92	51.8	0.09	0.17	- 70.4	40.6	0.1	0.18
Wakayama	32	28.4	0.27	0.06	30.1	14.9	0.06	0.21	25.8	9.5	0.02	0.36
Niigata	11.8	9.3	0.22	0.08	11.6	4.8	0.03	0.31	14.2	2.9	0.00	0.63
Toyama	27.5	20	0.18	0.1	41.8	15.8	0.01	0.31	14.6	5.8	0.02	0.32
Matsue	45.6	46.7	0.34	0.06	37.1	25.9	0.17	0.13	8.7	17.3	0.62	0.02
Kouchi	56.4	40.1	0.18	0.13	50.6	65.2	0.45	0.04	10.9	15.6	0.5	0.05
Fukuoka	129.5	61	0.04	0.21	60.1	105	0.57	0.02	111.1	23.2	0.00	0.63
Kumamoto	12.9	57.2	0.82	0.00	- 27	104	0.79	0.00	15.5	19	0.43	0.05

R2 : coefficient of determination, SD : standard error

考 察

スギ、ヒノキ空中花粉数は地域差、年次差が大きい。今回用いた調査資料は全国にわたる 11 都市で、期間は 1986 年から 2005 年にわたり、地域数、期間とも十分とはいきれないが、現在緒言に示した条件をみたす資料はこれ以上得られなかった。

スギとヒノキを分離した 10 年以上の継続的全国的調査報告は乏しい。今回用いた調査データは期間、地域数の上で近年の傾向をみるにはほぼ満足されるべきであろう。戦前や戦後 1950 年代のデータはないが、患者数が少なく、植林後の期間が短くまだ花粉産生力が弱いことを考慮すると、最近と比較し最近の増加は疑問の余地がない。しかし花粉産生力の強い樹齢 30 年以上のスギが増加しプラトーになりつつある最近の傾向は検討に値する。スギ、ヒノキの造林は 1946 年から 1956 年までに行われ、1980 年以後は植林面積の増加はない¹⁰⁾¹¹⁾。関東地方では樹齢 20 数年で花粉産生量の多い状態になり、その後 70 年頃まで同じ産生量を維持するといわれる。今回の検討期間中植林面積の増加はなくても、樹齢 30 年以上の数の増加による空中花粉数の増加の可能性がある。年次空中花粉数の変異は大きく、飛散数は花粉産生量のほかに他の複数の独立変数の影響をうける可能性もある。浜松市の別の資料で試みに花粉数を従属変数、前年 7 月の平均気温、降雨量を共変量として重回帰分析を行った。詳細は略すが、花粉飛散量 = $-176614.5 + 69.9 \times \text{年次} + 1618.7 \times \text{前年 7 月の平均気温} + 1.6 \times \text{前年 7 月の平均降雨量}$ という演

算式が成り立った。回帰モデル集計で相関係数の高かったのは気温のみであった。その他の未検討の因子の関与も今後の検討課題となろう。

今回の研究の特徴は解析方法である。花粉数のタイムトレンドの推定には単なる主観的印象とか年数を恣意的に区切り平均値を比較する方法がとられてきた¹²⁾¹³⁾。より客観的に科学的にするために、今回は時系列の解析手法による分析を用いた。スギ花粉では単なる花粉観測実数値の回帰分析では一定の傾向が得られず、もっとも一般的な 3 項移動平均値を用いた解析でも仙台市、富山市に有意の傾向がみられたにすぎなかった。しかし 5 項移動平均値の使用により 11 地域中 6 地域に増加を示唆する結果を得た。3 項移動平均値では大きな年次変動により起こる自己相関による推計誤差を補正できなかったと考えられる。スギ花粉増加を示唆できなかった高知市では外れ値があったため、熊本市ではある時期から傾向が変化したため、統計処理上の問題があると推定されるが、今後検討の必要がある。浜松市が減少を示したのは、観測点が途中県西部浜松医療センターから浜松市の東海花粉症研究所に移動したための可能性を否定できない。またヒノキ花粉では観測値実数では 0、3 項移動平均値では仙台市のみ、5 項移動平均値で 11 都市中 5 地域で増加が示唆された。ヒノキはスギより飛散数、増加が少なかったが、今後の動向が注視されている。

花粉数のタイムトレンドの研究は有病率、感作率の変動との関連で関心がある。花粉数の変動との関連が推定されているが、過去の全国的な規模での正確なデータに乏しく¹⁴⁾、未解決の問題である。花粉数の増

加がなくても、花粉症は自然治癒が少なく、大量飛散年に新発症者が増加し、有症者の蓄積による有病率の増加の可能性もある¹⁵⁾。解明すべきいくつかの課題特に地域性の問題はあるが、移動平均値を用いた回帰分析の結果は最近の空中スギ、ヒノキ花粉数の増加の可能性を科学的、客観的に示唆していた。

統計解析については日本大学薬事管理学教室：荒川一郎氏、東京都スギ、ヒノキ花粉数データの提供は方法で記した施設、東京都福祉保健局の協力を得た。感謝の意を表す。

文 献

- 1) 新田裕史. 花粉症の現状と将来. *Prog Med* 1998 ; 18 : 2765-7.
- 2) 村山貢司. 気象条件とスギ花粉の飛散. *科学* 1991 ; 61 : 98-100.
- 3) 井上 栄, 阪口雅弘, 母里啓子, 宮村紀久子, 氏家淳雄, 重原 進, 他. スギ花粉症の血清疫学調査. *医学のあゆみ* 1986 ; 8 : 285-6.
- 4) Kaneko Y, Motohasi Y, Nakamura H, Endo T, Eboshida A. Increasing prevalence of Japanese cedar pollinosis. *Int Arch Allergy Immunol* 2005 ; 136 : 365-71.
- 5) 斉藤洋三. スギ花粉症の将来. *Prog Med* 1998 ; 18 : 2823-34.
- 6) 信太隆夫. 飛散花粉と花粉症の年次変動. 信太隆夫, 奥田稔編著“図説スギ花粉症 改訂2版”東京, 金原出版 ; 1991. pp.37-49.
- 7) 馬場浩也. SPSS で学ぶ統計分析入門. 東京, 東洋経済新報社 ; 2003.
- 8) 西間三馨, 奥田 稔, 信太隆夫, 岸川禮子. 厚生省花粉症研究班 日本列島空中花粉調査データ集. 東京, 協和企画 ; 2000.
- 9) 東京都福祉保健局. スギ, ヒノキ花粉飛散数資料 ; 2005.
- 10) 横山敏孝 : スギ, ヒノキ林の現況と花粉の産生. *医学のあゆみ* 2002 ; 200 : 341-5.
- 11) 岸川禮子, 児塔栄子, 岩永知秋, 宗 信夫, 家守千鶴子, 庄司俊輔, 他. わが国の空中スギ, ヒノキ科花粉長期調査. *アレルギー* 2001 ; 50 : 369-78.
- 12) 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連. *日本花粉学会誌* 2003 ; 49 : 59-70.
- 13) 信太隆夫, 降矢和夫, 轡田和子, 森美由紀, 安枝浩, 石井豊太, 他. 相模原地区における空中飛散花粉の 1965 年から 1995 年までの 31 年間の変動. *日本花粉学会誌* 1998 ; 44 : 47-60.
- 14) Okuda M. Epidemiology of Japanese cedar pollinosis throughout Japan. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2003 ; 91 : 288-96.
- 15) 今野昭義, 大川 徹 : スギ花粉症と加齢. *医学のあゆみ* 2002 ; 201 : 411-6.

STUDY OF RECENT YEARLY TREND OF INCREASE IN AIRBORNE POLLEN OF JAPANESE CEDAR AND CYPRESS POLLEN

Minoru Okuda¹⁾, Atusi Usami²⁾ and Reiko Kisikawa³⁾

¹⁾*Japan Allergy & Asthma Clinic*, ²⁾*Tokai Research Institute of Pollinosis*, ³⁾*National Fukuoka Hospital*

Background : Based on epidemiological studies of prevalence, sensitization as well as pollen survey, it is presumed that airborne Japanese cedar pollen (JCP) and cypress (JCyP) have increased progressively for past 40 years. However, because of their large yearly variations, accurate objective and scientific study is required to confirm if it is true or not.

Methods : We analyzed the time trends of JCP and JCy separately in 11 districts throughout Japan where have records of continuous past survey from 1986 to 2005, by regression analysis using net pollen count and their 3 and 5 running means.

Results : When significant slope of regression line (regression coefficient) is assumed as $p < 0.05$ and R^2 (coefficient of determination) > 0.4 , significant increase in airborne pollen was revealed in the use of 5 point running mean (6 districts of total 11 in JCP and 5 in JCyP) but not net count or 3 point running mean because of correction of statistic error due to large yearly variations. This study suggested that our method used for analysis of a recent increase in airborne JCP and JCyP was useful and scientific.
