

夏期気温の年次差を利用したスギ花粉総飛散数の新予測方法

山形県衛生研究所

高橋裕一

農林水産省農業環境技術研究所

川島茂人

スギ花粉の総飛散数を予測する方法として、前年と前々年との夏期気温の差を用いた予測法を検討した。全国9地点におけるスギ花粉の実測総飛散数と予測総飛散数との相関はいずれの地点においても $r=0.84$ を越えた。7月の平均気温との相関が高い地点が多かったが、中には8月の最高気温、8月の平均気温あるいは7月の最高気温との相関が高い地点もあった。検討した135例のうち101例(75%)で実測総飛散数と予測総飛散数との差が1000個/cm²以下であった。各地点で多く飛散した方から3年間について予測誤差を調べたところ、その誤差は40%以下で、その平均は17.5%であった。従来行われてきた前年の気象からの予測では過大評価になった大飛散年の翌年の予測が正確にできた。以上からこの総飛散数の予測方法は実用化できると考えられる。

Key words : *Cryptomeria japonica* — pollen — pollinosis — prediction method — summertime temperature — total pollen count

はじめに

スギ花粉の飛散数が多ければ患者数が多く、症状が強度に発現するものの割合が多いことが知られている¹⁾。花粉シーズンが到来する前に当シーズンにおけるスギ花粉の総飛散数を正確に提供することは、患者の予防、医師の治療等において重要である。大飛散を予想する際には特に正確さが要求される。

スギの雄花は夏期に分化・形成されるため花芽の量は夏期の気象に依存する。そのため7月の平均気温^{2)~4)}、最高気温³⁾⁵⁾や全天日射量⁴⁾⁶⁾からの総飛散数予測が試みられてきた。前年の夏期の気象因子を用いた予測では、大飛散年の翌年は過大に予測されることを平ら⁴⁾や我々⁷⁾が経験したことから、今回スギの植物生理学的な面に着目することになった。我々は大量のスギ雄花を付けたスギは翌年、新葉を伸ばさないことを観察している(未発表)。つまり大量のスギ雄花が形成された翌年はいくら気象条件が花芽形成に適していても雄花芽の分化は起こらない。夏期気温が高いと大量のスギ雄花芽が形成され次の年にスギ花粉が大飛散することは周知の事実であるが、たとえその次の年も

連続して夏期気温が高くても大量の花芽は形成されない。このことから、前年の夏期気温の絶対値を使うのではなく前年と前々年の夏期気温の差から予測できないものかと考え検討した。

方 法

スギ花粉の総飛散数は Table 1 に示した9地点の

Table 1 Survey points of total pollen counts of *Cryptomeria japonica*, their latitude/longitude and nearest AMeDAS points

Pollen survey points	Survey points		AMeDAS points & their numbers	
	Latitude degree	Longitude degree		
Yamagata city	38.2533	140.3483	Yamagata	35426
Yonezawa city	37.8533	140.1183	Yonezawa	35551
Sakata city	38.9068	139.8461	Sakata	35052
Shinjo city	38.7550	140.315	Shinjo	35162
Funabashi city	35.7028	140.0111	Funabashi	45101
Fukuoka city	33.5319	130.4417	Fukuoka	82191
Sagamihara city	35.5250	139.4292	Ebina	46091
Nishinomiya city	34.7111	135.3778	Kobe	62051
Higashiosaka city	34.6583	135.6056	Osaka	62076

Received : June 7, 1999

Accepted : August 20, 1999

Table 2 Correlation coefficients between observed total pollen counts and predicted total pollen counts at 9 points throughout the country

Survey points	Survey Periods (Years)	July		August	
		Mean Temp.	Max. temp.	Mean Temp.	Max. temp.
Ymagata city	1983 - 1999 (17)	<u>0.946</u>	0.920	0.593	0.686
Yonezawa city	1989 - 1999 (11)	<u>0.877</u>	0.875	0.790	0.839
Sakata city	1989 - 1999 (11)	<u>0.849</u>	0.624	0.813	0.803
Shinjo city	1989 - 1999 (11)	0.849	0.881	0.820	<u>0.888</u>
Funabashi city	1979 - 1998 (20)	0.864	<u>0.876</u>	0.726	0.726
Fukuoka city	1982 - 1998 (17)	0.867	0.863	<u>0.876</u>	0.813
Sagamihara city	1978 - 1995 (18)	0.786	0.795	0.831	<u>0.839</u>
Nishinomiya city	1979 - 1998 (20)	<u>0.880</u>	0.870	0.815	0.831
Higasiosaka city	1981 - 1996 (16)	0.905	0.897	0.916	<u>0.921</u>

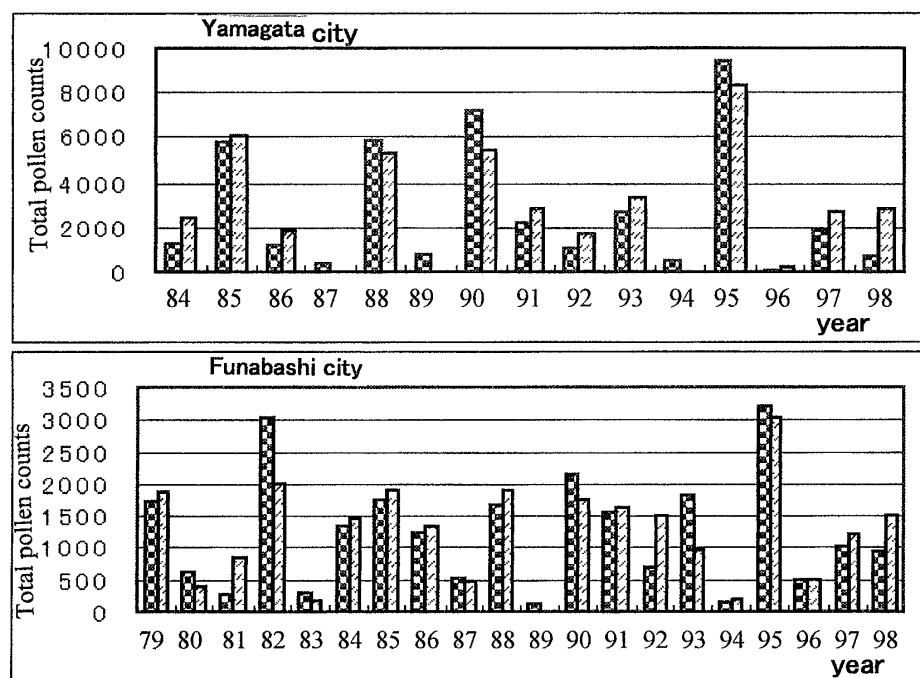


Fig. 1. Comparison of the total pollen counts between the observed values (checkered) and predicted values (hatched) in Yamagata city and Funabashi city.

データを用いた。山形県内4地点(山形, 米沢, 酒田, 新庄)のデータは山形県花粉症予防対策事業⁸⁾で得られたものである。いずれもスギ花粉とヒノキ科花粉の合計値を用いた。ただし、山形県内はほとんどヒノキは植林されておらず、ヒノキ科花粉は多く飛散しない。全国5カ所のデータは、千葉県船橋市は東邦大学薬学部(20年間, 1979-1998), 福岡県福岡市は国立療養所南福岡病院(17年間 1982-1998), 神奈川県相模原市⁹⁾は国立相模原病院(18年間, 1978-1995), 兵庫県西宮市¹⁰⁾は兵庫県立医科大学医学部(20年間, 1979-1998), 大阪府東大阪市は芦田耳鼻咽喉科医院(16年間, 1981-

1996)からそれぞれ提供を受けた。いずれもスギ花粉の総飛散数の値を用いた。Table 1にこれらの観測地点の緯度・経度を示した。調査期間は20年(船橋市および西宮市)から11年(米沢, 新庄, 酒田)である。相模原市⁹⁾では1965年からのデータが存在するが、1978年以前は夏期気温として用いたAMeDASデータがないためそれ以降について検討した。夏期気温は花粉観測地点に最も近いAMeDASの日別値をもとに月平均値を計算して用いた。使用したAMeDAS地点および地点番号はTable 1の通りである。総飛散数は次式により算出した。

Table 3 The difference of total pollen counts between observed values and predicted values

Years	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Survey points																				(grains/cm ²)
Yamagata city						1142	246	676	-366	-599	-703	-1697	673	547	600	-508	-1065	132	833	2154
Yonezawa city											-489	2652	1149	865	157	-508	-3608	-132	-386	1749
Sakata city											-600	935	283	74	68	-101	-2105	-46	535	1344
Shinjo city											-1703	3438	1076	905	-646	-1256	-3799	70	-504	1866
Funabashi city	140	-188	567	-1042	-98	101	160	95	-43	247	-209	-382	46	823	-862	55	-176	-7	211	568
Fukuoka city				-143	712	135	576	-124	-124	69	-120	-538	11	-189	485	123	-489	43	-623	499
Sagamihara city	613	-410	-1220	-1409	2451	127	1767	-2992	1197	-3092	2796	-1471	571	-1447	-703	58	-5705			
Nishinomiya city	1131	-805	1109	267	-210	139	2295	-636	245	647	243	504	134	1115	-718	323	-3018	-408	436	-73
Higasiosaka city			-167	-585	206	-208	960	-247	-96	22	506	224	974	-299	121	14	-1069	648		

Minus value : predicted value is smaller than observed value.

Plus value : vice versa.

$$\text{総飛散数} = (\text{前年の夏期気温} - \text{前々年の夏期気温}) \times a + b$$

a, b は定数である. a, b は各地点ごとに次のようにして求めた.

それぞれの過去の総飛散数と前年の夏期気温から前々年の夏期気温を差し引いた値をもとに回帰直線を求め, その傾きを a, 切片を b とした. 夏期気温としては7月または8月の平均気温または最高気温を用いた.

結 果

9 地点における実測スギ花粉総飛散数と上記の予測式より求めた予測スギ花粉総飛散数との相関を Table 2 に示した. 各地点で最も相関が高い値はアンダーラインで示してある. 山形県内の4地点のうち3地点では7月の平均気温との相関が最も高かった ($r=0.85 \sim 0.95$). 県外の5地点でも山形県内の調査地点と類似した相関が得られたものの, 必ずしも7月の平均気温との相関が最も高くはなかった. いずれの地点でも相関係数が最も高値を示した値は $r=0.840$ 以上 ($r=0.84 \sim 0.95$) であった. 相模原市, 東大阪市では7月の気温より8月の気温の方が相関が高かった. 福岡市では8月の平均気温との相関が最も高かった. 総飛散数の実測値と予測値の関係の一例として, 山形市と船橋市の結果を Fig. 1 に示した. 船橋市では1982年に実測値が予測値を1042個/cm²上回ったが, 他の大飛散年では良く一致していた. Table 3 に総飛散数の実測値と予測値の差を示した. 検討した135例のうち101例(75%)で実測総飛散数と予測総飛散数との差が1000個/cm²以下であった. Table 4 には各地点において多く飛散した方から3年間について調べたところ, 予測誤差の実測値に対する百分率, つまり, 実測値と予測値の差を実測値で割った値(%) (予測誤差)は40%を越えた例はなく, その平均は17.5%であった.

考 察

夏期気温とスギ花粉の総飛散数との関係を見ると, 平均気温よりは最高気温を用いる方が相関が高い場合があった. 従来行われてきた前年の夏期気温からの予測においても, 平均気温との相関が良い地点や最高気

Table 4 Highest three values of total pollen counts and the percentage of error from prediction at each survey point

Pollen survey points	Highest three values of the total pollen counts at each point		
	count(%)	count(%)	count(%)
Yamagata city	9424 (−11.3)	7188 (−23.6)	5870 (−10.2)
Yonezawa city	11672 (−30.9)	2647 (−14.6)	2439 (−6.4)
Sakata city	6292 (−33.5)	2391 (−39.1)	1460 (−4.7)
Shinjo city	12334 (−30.8)	4039 (−16)	3020 (−16.7)
Funabashi city	3200 (−5.5)	3037 (−34.3)	2151 (−17.8)
Fukuoka city	3188 (−15.3)	1831 (−7.8)	1761 (−0.6)
Sagamihara city	15387 (−37.1)	8411 (−16.8)	8149 (−7.5)
Nishinomiya city	9533 (−31.7)	4270 (−6.3)	3558 (−3.9)
Higashiosaka city	4724 (−22.6)	3019 (−6.9)	2828 (−20.7)

The value in parenthesis indicates percentage of error from prediction.

温との相関が良い地点があった。一般には7月中旬から8月上旬の日最高気温の平均と翌年のスギ花粉数との相関から予測式を作り予測している地域が多い⁶⁾。今回導入した前年と前々年の夏期気温の差においても、7月中旬から8月上旬を用いればさらに予測の精度が増すかもしれないが、7月の平均気温や8月の最高気温等でも十分に予測が可能と考える。我々の方法は、前年だけでなく過去2年の気温を用いるのが特長であるが、過去2年のどの時期の気温がスギ花粉総飛散数に関係が大きいかという問題や、過去2年の気温を用いたより一般的な方法などについては、改めて詳しく検討し、その結果を報告する予定である。

過去の総飛散数から次年度の総飛散数を予測する際には、発生源であるスギ林の面積は一定であることを仮定している。山形県内ではここ10年来大規模なスギの植林は行われていないので、スギ林の面積は増加していないが、樹齢30年生以上のスギの割合は多くなってきている。全国でみればスギが多く植林されたことにより高い精度で総飛散数を予測できない場所があると考え。総飛散数にはスギ雄花量の他に飛散時期の気象が関係すると思われるが、我々が先に行ったシミュレーションからは、総飛散数は前者でほぼ決まるとの結論を得ている⁷⁾。ただし、これは山間部で周囲にスギ林が多い山形県内で得られた結論であって、花粉測定地点の近くにスギ花粉の発生源がなく、花粉がかなり遠方から輸送される場所にあっては花粉シーズンの風向きなどの気象因子が関係すると思われる。花粉シーズンの気象条件が総飛散数に影響すれば夏期気象から正確にスギ花粉の総飛散数を予測することは困

難となるが、今回検討した県外5地点のすべてにおいて、著しく相関の低い地点がなかったことからすると、総飛散数を決定しているのはスギ雄花量であると考えられる。

本研究は科学技術庁の「スギ花粉症克服に向けた総合研究」において得られた研究成果である。スギ花粉の総飛散数のデータを提供いただいた東邦大学薬学部の佐橋紀男教授、国立療養所南福岡病院の岸川禮子先生、日本臨床アレルギー研究所の信太隆夫先生、国立相模原病院の秋山一男先生、兵庫県立医科大学医学部の小笠原寛先生、芦田耳鼻咽喉科医院の芦田恒雄先生に深謝する。

文 献

- 1) 馬場廣太郎：スギ花粉症修飾因子としての花粉飛散量。アレルギーの臨床 **23**, 170-174, 1998.
- 2) 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.
- 3) 佐橋紀男, 高橋裕一, 村山貢司：第8章 スギ花粉の総飛散数の予測方法。“スギ花粉のすべて”メディカルジャーナル社, 東京, pp. 63-70, 1995.
- 4) 平 英彰, 寺西秀豊, 剣田幸子：平均気温, 全日射量及び着花指数を用いたスギ空中花粉総飛散数の予測方法に関する比較検討, 富山県における事例。アレルギー **46**, 489-495, 1997.
- 5) 難波弘行, 坪井 昭, 三好教夫：岡山県内のスギ・ヒノキ科花粉の飛散状況とその予測の可能性について。花粉誌 **43**, 87-96, 1997.
- 6) 村山貢司：スギ花粉の飛散予測をめぐって。アレ

- ルギーの臨床 **16**, 170-174, 1996.
- 7) 高橋裕一, 川島茂人, 相川勝悟: 空中スギ花粉濃度に及ぼす地球温暖化の影響—山形市とその周辺地域で得られた予測結果—. アレルギー **45**, 1270-1276, 1996.
- 8) 高橋裕一, 相川勝悟, 菅野穎一: 1995 年の県内のスギ花粉飛散および患者発症状況. 山形県衛生研究所報 **28**, 11-14, 1995.
- 9) 信太隆夫, 降矢和夫, 轡田和子, 森美由紀, 安枝浩, 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 年間の推移. 花粉誌 **44**, 47-60, 1998.
- 10) 小笠原寛, 吉村史郎, 後藤 操, 栗花落昌和, 藤谷哲造, 他: スギ壮齡林面積増加による花粉飛散総数の増加. 花粉誌 **44**, 97-105, 1998.

A NEW PREDICTION METHOD FOR THE TOTAL POLLEN COUNTS OF
CRYPTOMERIA JAPONICA BASED ON VARIATION IN ANNUAL
SUMMERTIME TEMPERATURE

Yuichi Takahashi¹⁾ and Shigeto Kawashima²⁾

¹⁾*The Yamagata Prefectural Institute of Public Health*

²⁾*National Institute of Agro-Environmental Sciences*

In order to predict the total pollen counts of *Cryptomeria japonica*, we examined the difference of summer-time temperature between the previous year and the year before the previous. Correlation coefficients of nine points throughout Japan exceeded more than $r=0.84$ when compared the total pollen counts obtained from prediction and those from observation. The best correlation at four out of nine places was obtained with mean temperature of July, however, mean temperature of August or maximum temperature of August (or July) exceeded at some places. The differences, between observed values and predicted values are within 1000 grains/cm² in 101 cases out of 135 cases (75%). Prediction errors at the year of bumper crop of male flower were less than 40% and the average is 17.5%. It is considered that our new method is useful enough for prediction, especially, the year of bumper crop of male flower.