

岡山県におけるスギ・ヒノキ科花粉の供給地域と飛散動態の推定

倉敷市立児島市民病院薬局

難波弘行

倉敷市立児島市民病院内科

斎藤勝剛

東邦大学薬学部

佐橋紀男

スギ・ヒノキ科花粉症の患者のために、年間のスギ・ヒノキ科総花粉数を予測し情報提供することは重要なことだと思われる。岡山県では、年間のスギ・ヒノキ科花粉数は、前年7月の気象条件に左右されることをすでに報告した。

今回われわれは、岡山県内4花粉観測地区で得られたスギ・ヒノキ科花粉数と岡山県を含めた近隣4県の14気象測候所の気温、最多風向、降水量などの気象データおよび地勢図から、岡山県へのスギ・ヒノキ科花粉の供給地域と飛散動態について推定した。

その結果、津山測候所の各種気象条件（前年7月の平均気温値、日最高気温平均値と降水量）と県内4花粉観測地区のスギ・ヒノキ科花粉数との間で高い相関関係が認められた。そして、最多風向から花粉供給地域は岡山県内のスギ・ヒノキ全植林面積の85.7%を占める津山地域を中心とした県中北部であり、高梁川、旭川、吉井川の3大河川にそって岡山県内に拡散していることが推定された。

Key words : *Cryptomeria japonica* — Cupressaceae — mean maximum temperature — most frequent wind direction — Okayama Prefecture

はじめに

現在、スギ花粉症患者は全人口の10%以上であり、花粉症患者の80%と報告されている¹⁾。さらに、スギ花粉とヒノキ科花粉とは共通抗原性²⁾³⁾があることも報告されているため、スギ・ヒノキ科花粉の年間総飛散数を予測し、情報提供することは予防医学のうえからも重要なことだと思われる。

このような背景から、岡山県でも1988年よりスギ・ヒノキ科空中花粉数（以下花粉数）を観測し、マスメディアを通じて情報提供を始めた⁴⁾。年々花粉観測施設が充実し、現在では岡山県、広島県、山口県、香川県、愛媛県にまたがり35施設となっている。

今回われわれは、観測年数の長い岡山県内4地区の

スギ・ヒノキ科花粉数、岡山県と近隣の兵庫県、鳥取県、広島県、香川県の14気象測候所（以下測候所）のAMeDAS気象データ、地勢図、スギ・ヒノキ植林面積をもとにスギ・ヒノキ科花粉の供給地域を推定し、花粉の飛散動態について若干の知見を得たので報告する。

方 法

1) スギ・ヒノキ科花粉の捕集方法

スギ・ヒノキ科花粉の捕集は、ダーラム型捕集器⁵⁾を使用し、2月上旬から5月中旬まで行った。ワセリンで塗布したスライドガラスを、原則として毎朝8時半に交換した後、カルベルラ液⁶⁾で染色し、18mm角(3.24 cm²)カバーガラスで封じて顕鏡した。計測した花粉は、1 cm²あたりの花粉数に換算して表した。

2) 花粉観測地区と、AMeDAS気象データを使用した地方气象台

Received : August 27, 1999

Accepted : November 25, 1999

Abbreviations : **AMeDAS** automated meteorological data acquisition system ; **ha** hectare

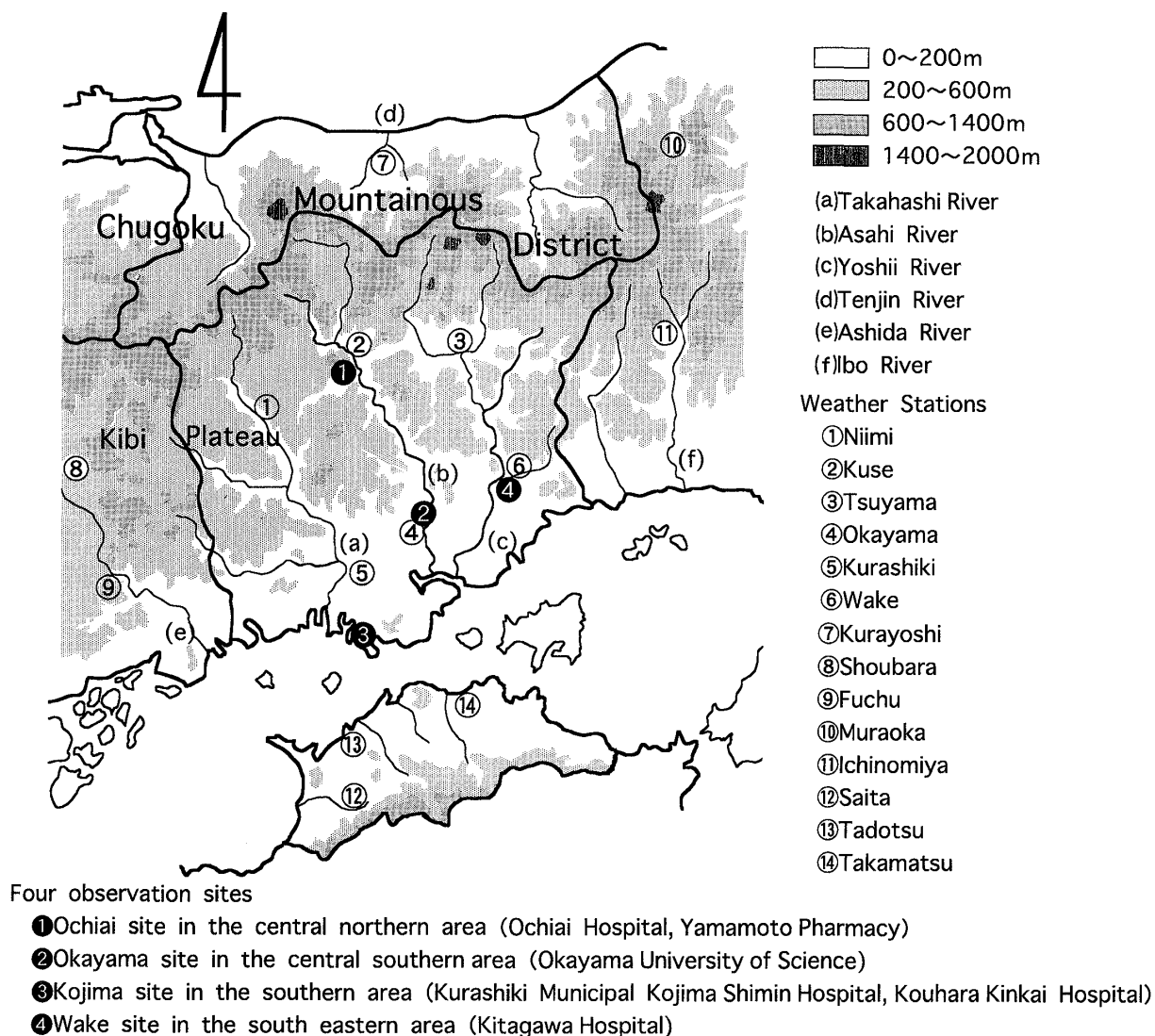


Fig. 1. Four observation sites of *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae in Okayama Prefecture, fourteen weather stations and the topographical map of Okayama and four neighboring prefectures.

Fig. 1 に、岡山県および近隣4県の地勢図に加え、岡山県内の4花粉観測地区と県内外の14測候所の位置関係を図示した。各花粉観測地区と測候所の所在地は、次のようである。

岡山県の花粉観測地区

- ① 落合：岡山県中北部，真庭郡落合町（落合病院，山本薬局：1990～1998年）
- ② 岡山：岡山県中南部，岡山市理大町（岡山理科大学：1985～1998年）
- ③ 児島：岡山県南部，倉敷市児島（倉敷市立児島市民病院，神原琴海病院：1989～1998年）
- ④ 和気：岡山県南東部，和気郡和気町（北川病院：1989～1998年）

岡山地方气象台⁷⁾

- ① 新見：岡山県新見市，② 久世：岡山県真庭郡久世町，③ 津山：岡山県津山市，④ 岡山：岡山県岡山市，⑤ 倉敷：岡山県倉敷市，⑥ 和気：岡山県和気郡和気町 鳥取地方气象台⁸⁾

⑦ 倉吉：鳥取県倉吉市 広島地方气象台⁹⁾

- ⑧ 庄原：広島県庄原市，⑨ 府中：広島県府中市 神戸海洋气象台¹⁰⁾

- ⑩ 村岡：兵庫県美方郡村岡町，⑪ 一宮：兵庫県宍粟郡一宮町

高松地方气象台¹¹⁾

- ⑫ 財田：香川県三豊郡財田町，⑬ 多度津：香川県仲

Table 1 Observed pollen counts of *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae at the four observation sites, mean maximum temperature and precipitation in July at Tsuyama weather station in Okayama Prefecture

Observed pollen count (grains/cm ² /year)	Tc	Year	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1990 ~ 1998 mean	
		Ochiai observation site	—	—	—	—	—	—	4,686	10,454	524	9,602	268	63,335	393	2,414	826	10,278	
			Okayama observation site	—	1,886	850	587	1,482	327	1,494	3,125	642	1,491	413	8,096	421	1,983	539	2,023
			Kojima observation site	—	—	—	—	—	846	1,694	3,679	550	2,179	207	9,914	541	1,387	558	2,301
Okcr	Wake observation site	—	—	—	—	—	1,302	1,911	3,729	648	3,143	414	11,941	361	1,255	467	2,652		
	Okcu	—	—	—	—	729	215	885	1,799	312	955	149	4,259	188	1,173	236	1,106		
		—	—	—	—	—	753	112	609	1,326	330	536	264	3,837	233	810	303	916	
T7 (°C)	P7 (mm)	30.0	29.7	28.2	29.3	28.2	29.0	30.5	29.5	29.8	26.8	33.8	29.2	30.3	28.2	29.7	29.8		
		133.0	245.0	420.0	342.0	255.0	222.0	253.0	226.0	168.0	364.0	49.0	374.0	176.0	353.0	294.0	250.8		

Abbreviations : Okcr : *Cryptomeria japonica* pollen count at the Okayama usite, Okcu : Cupressaceae pollen count at the Okayama site, P7 : precipitation in July at Tsuyama weather station, T7 : mean maximum temperature in July at Tsuyama weather station, Tc : total pollen counts both of *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae at the four sites.

多度津郡多度津町, ⑭高松：香川県高松市

3) 各種気象条件

風向の調査に関しては、年間のスギ・ヒノキ科花粉数を検討しているため、花粉情報標準化委員会で合意された、1日の花粉飛散数が多い(30~49個/cm²)、以上の日の最多風向を使用した¹²⁾。

岡山県内の最多風向は、各花粉観測地区で1994~1998年までの日々スギ・ヒノキ科花粉が、30個/cm²以上飛散した日の最多風向を用いた。岡山県以外では、県内4花粉観測地区のいずれか1カ所で30個/cm²以上飛散した日の最多風向を用いた。

気象条件に関しては、岡山県と近隣4県の14測候所の6月から9月までの平均気温値、日最高気温平均値、降水量について検討した。

結 果

Table 1に、岡山県内4花粉観測地区のスギ・ヒノキ科花粉数、1984年から1998年までの7月の日最高気温平均値および降水量を示した。4花粉観測地区のスギ・ヒノキ科花粉数、岡山地区のスギ花粉数とヒノキ科花粉数は、年度によって著しい変動を示した。特に、県中北部の落合地区はその傾向が強く、1995年の花粉飛散数は、1994年(268個/cm²)の237倍となる63335個/cm²であった。

4花粉観測地区の1990年から1998年までの平均花粉数は、落合地区が最も多く、10278個/cm²であった。以下、和気地区(2652個/cm²)、児島地区(2301個/cm²)そして岡山地区(2023個/cm²)であった。

1) 岡山県と近隣4県のスギ・ヒノキ植林面積^{4) 13)}

岡山県、兵庫県、鳥取県、広島県、香川県のスギ・ヒノキの植林面積を比較すると、Fig. 2に示すように兵庫県(190468 ha)、岡山県(145038 ha)、広島県(130074 ha)、鳥取県(84962 ha)そして香川県(10989 ha)の順であった。兵庫県と鳥取県は、それぞれスギの植林面積が優位となっていたが、岡山県、広島県、香川県はヒノキの植林面積が優位であった。

岡山県におけるスギ・ヒノキ植林面積は、中国山地に位置する津山地域を中心とした阿新、真庭地域の岡山県中北部が全植林面積の85.7%を占めていた。特に津山地域は、岡山県のスギ・ヒノキ全植林面積の29.4%を占めていた。

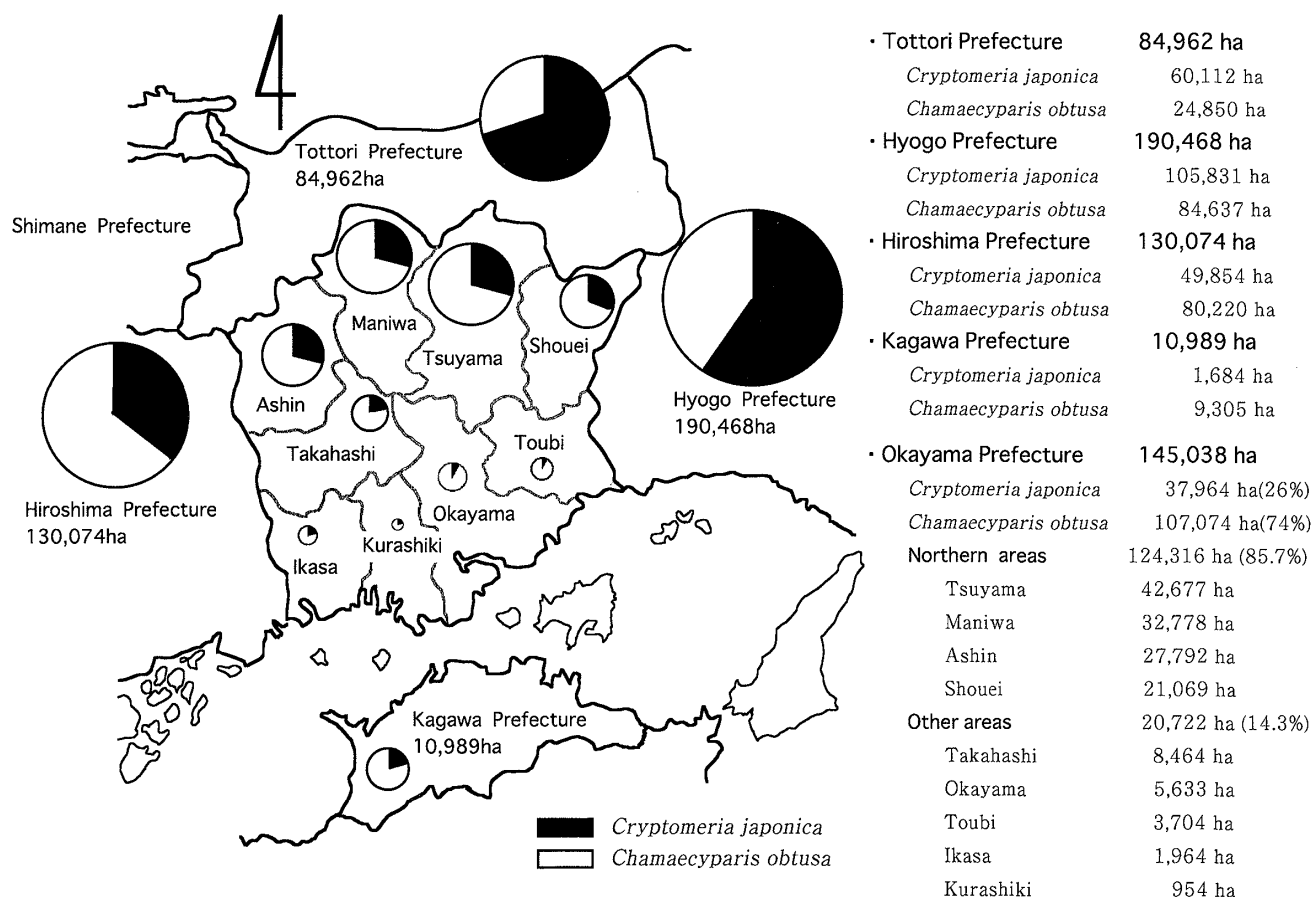


Fig. 2. Distribution map of the plantation areas of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* of Okayama and four neighboring prefectures.

2) 最多風向と地勢図

1994年から1998年までの5年間に、岡山県内の各花粉観測地区で30個/cm²以上観測された日数は、落合地区77日(3月:39日, 4月:38日), 岡山地区56日(3月:26日, 4月:30日), 児島地区60日(3月:40日, 4月:20日), 和気地区62日(3月:31日, 4月:31日)であった。また、岡山県内のいずれかの地区で30個/cm²以上観測されたときの、他県の測候所の日数は99日であった。年度別では、過去最大飛散年の1995年が落合地区47日(3月:23日, 4月:24日), 岡山地区47日(3月:22日, 4月:25日), 児島地区42日(3月:25日, 4月:17日), 和気地区48日(3月:22日, 4月:26日)と61%以上を占めていた。Fig. 3に、岡山県内外の5年間の最多風向を、3月と4月を合計した16方向位で示した。

岡山県は、県北部に標高1400m以上の中国山地が横たわり、そこを源流として北から南に向かって高梁川、旭川、吉井川の3大河川が岡山平野に流れている。高梁川、旭川の上流に位置する新見、久世の各測候所

の最多風向は、1番目と2番目に多い風向として、新見(WNW:21日, NW:18日), 久世(NNW:25日, N:15日)であり、北西よりの風となって河川ぞいに岡山平野に吹いていた。津山測候所は特徴的で、津山盆地を東西に流れる吉井川にそって、ほぼ西北西の風となっていた。吉井川は、津山盆地を流れたあと南下して和気町に向かっている。和気測候所の最多風向は、北北東と北東が全体の63%を占めており、川ぞいに岡山平野に吹いていた。高梁川、旭川の下流に位置する倉敷、岡山測候所の最多風向は、倉敷(SW:14日, NE:10日), 岡山(ENE:16日, NNE:8日)であり、和気測候所と同様に東よりの風となっていたが、倉敷測候所では南西の風も多かった。

他県の測候所の最多風向は、兵庫県の村岡(NW:44日, SSE:30日), 一宮(NNE:39日, N:19日)であった。兵庫県北部の村岡と岡山県との間には中国山地があり、最多風向も北西と南南東が主であることから岡山県方向には吹いていない。揖保川上流にある一宮測候所の最多風向は、北北東から北であり揖保川に

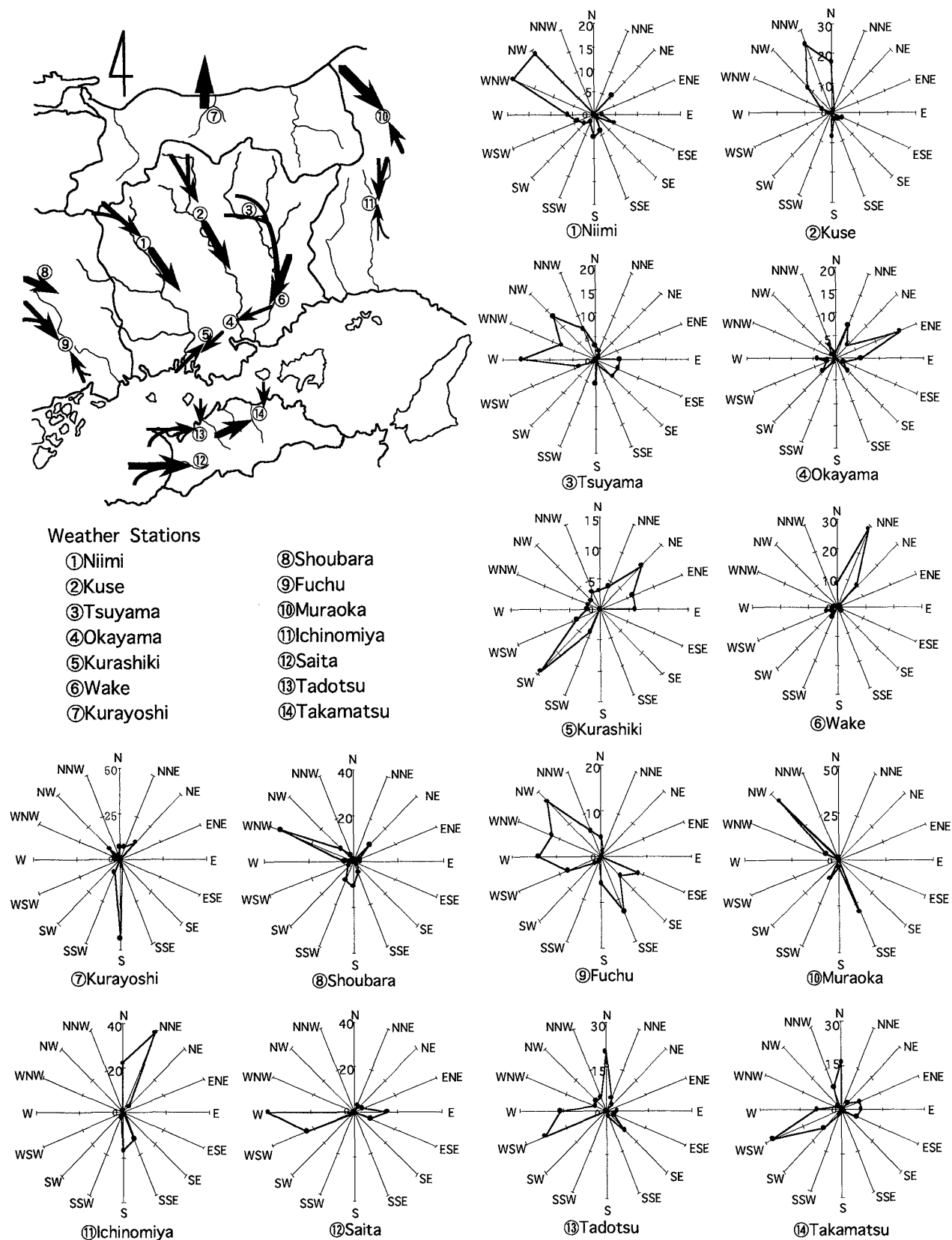


Fig. 3. Most frequent wind direction at fourteen weather stations of Okayama and four neighboring prefectures from February to April (1994~1998) when *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae pollen counts exceeded 30/cm² at four observation sites in Okayama Prefecture.

Table 2 Comparison between Tsuyama and Okayama weather stations regarding the correlation between each of the pollen counts and mean maximum temperature in each previous month from June to September

Mean maximum temperature in each previous month		Tsuyama weather station				Okayama weather station				n
		June	July	August	September	June	July	August	September	
		r	r	r	r	r	r	r	r	
At	Ochiai observation site	0.420	0.860 **	0.546	0.489	0.411	0.758 *	0.463	0.666	9
	Okayama observation site	0.408	0.901 ****	0.523	0.350	0.439	0.796 ***	0.488	0.512	14
	Kojima observation site	0.518	0.901 ***	0.599	0.498	0.505	0.816 **	0.530	0.686 *	10
	Wake observation site	0.480	0.880 ***	0.588	0.500	0.459	0.784 **	0.468	0.680 *	10
Otr		0.420	0.923 ****	0.643 *	0.469	0.453	0.829 **	0.534	0.657 *	11
Otcu		0.425	0.898 ***	0.605 *	0.464	0.466	0.810 **	0.537	0.645 *	11

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ **** $p < 0.0001$

Abbreviations : At ; correlation between total pollen counts of both *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae at the four observations sites and mean maximum temperature in Okayama prefecture, Otr ; correlation between *Cryptomeria japonica* pollen counts at the Okayama site and mean maximum temperature, Otcu ; correlation between Cupressaceae pollen counts at the Okayama site and mean maximum temperature.

そっていた。岡山県の北部に位置する鳥取県では、倉吉 (S : 44 日, NE : 13 日) となっており、中国山地に遮られている。広島県の 2 測候所では、庄原 (WNW : 35 日, S : 10 日), 府中 (NW : 17 日, W : 14 日) であった。庄原測候所の最多風向は西北西であったが、岡山県と広島県の県境には、広島県側に標高 600~1400 m の吉備高原の一部があり、この高原に遮られている。府中測候所の最多風向は、北西から西であり芦田川ぞいに瀬戸内海に吹いていた。香川県の各測候所では、財田 (W : 39 日, WSW : 23 日), 多度津 (WSW : 23 日, N : 19 日), 高松 (WSW : 27 日, N : 16 日) と、讃岐山脈にそって西から西南西となっており岡山県へはほとんど吹いていない。逆に多度津, 高松へは北からの風も吹いていた。

3) 平均気温値, 日最高気温平均値

岡山県内の各花粉観測地区で得られたスギ・ヒノキ科花粉数と岡山地区のスギ花粉数およびヒノキ科花粉数は, 14 測候所の前年 7 月の平均気温値, 前年 7 月の日最高気温平均値との間に, 他の月に比較して高い相関関係が認められた (落合地区の花粉数のみ, 鳥取県倉吉の日最高気温平均値との間に相関関係は認められない)。

平均気温値では, 14 測候所の各月の平均気温値の中で, 広島県府中測候所の前年 7 月の平均気温値と岡山県内 4 花粉観測地区のスギ・ヒノキ科花粉数, 岡山地区スギ花粉数とヒノキ科花粉数, それぞれとの間に最

も高い相関関係が認められた (落合地区 : $r=0.899$, 岡山地区 : $r=0.909$, 岡山地区スギ花粉数 : $r=0.912$, 岡山地区ヒノキ科花粉数 : $r=0.939$, 児島地区 : $r=0.900$, 和気地区 : $r=0.878$)。また, 津山測候所の平均気温値とは, 2 番目に高い相関関係が認められた (落合地区 : $r=0.857$, 岡山地区 : $r=0.873$, 岡山地区スギ花粉数 : $r=0.891$, 岡山地区ヒノキ科花粉数 : $r=0.888$, 児島地区 : $r=0.882$, 和気地区 : $r=0.857$)。

日最高気温平均値に関しては, 津山測候所の前年 7 月の日最高気温平均値と, 県内の花粉観測地区のスギ・ヒノキ科花粉数との間で最も高い相関関係が認められた。しかし, 岡山地区のスギ花粉数およびヒノキ科花粉数は, 兵庫県の一宮測候所の前年 7 月の日最高気温平均値との相関が最も高く (スギ花粉数 $r=0.927$, ヒノキ科花粉数 $r=0.903$), 津山測候所の前年 7 月の日最高気温平均値は 2 番目であった。

平均気温値と日最高気温平均値の中で, 相関係数が低い測候所の順に, 鳥取県の倉吉, 香川県の高松であった。岡山県内の平野部にある倉敷, 岡山の測候所もこれに次いで相関係数は低かった。各地区のスギ・ヒノキ科花粉数と, 津山および岡山測候所の日最高気温平均値との相関関係の比較を Table 2 に示した。各地区におけるスギ・ヒノキ科花粉予測数 (Y) と津山測候所の前年 7 月の日最高気温平均値 (a) との相関関係は次のようである。

・落合地区 (スギ・ヒノキ科花粉数)

Table 3 Comparison between Tsuyama and Okayama weather stations regarding the correlation between each of the pollen counts and precipitation in each previous month from June to September

Precipitation in the previous month		Tsuyama weather station				Okayama weather station				n
		June	July	August	September	June	July	August	September	
		r	r	r	r	r	r	r	r	
Ap	Ochiai observation site	- 0.361	- 0.744 *	- 0.298	- 0.054	- 0.432	- 0.348	- 0.269	0.055	9
	Okayama observation site	- 0.349	- 0.694 **	- 0.273	0.131	- 0.334	- 0.367	- 0.199	0.222	14
	Kojima observation site	- 0.319	- 0.767 **	- 0.325	- 0.078	- 0.391	- 0.433	- 0.246	0.181	10
	Wake observation site	- 0.283	- 0.784 **	- 0.277	0.033	- 0.359	- 0.428	- 0.196	0.132	10
Opcr		- 0.323	- 0.783 **	- 0.348	0.113	- 0.346	- 0.495	- 0.220	0.222	11
Opcu		- 0.340	- 0.717 *	- 0.351	0.057	- 0.386	- 0.369	- 0.274	0.187	11

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

Abbreviations : Ap ; correlation between total pollen counts of both *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae at the four observations sites and precipitation in Okayama Prefecture, Opcr ; correlation between *Cryptomeria japonica* pollen counts at the Okayama site and precipitation, Opcu ; correlation between Cupressaceae pollen counts at the Okayama site and precipitation.

$$Y = 9123.2a - 260477$$

$$r = 0.860, p < 0.01, n = 9$$

- ・岡山地区（スギ・ヒノキ科花粉数）

$$Y = 1135.7a - 31796$$

$$r = 0.901, p < 0.0001, n = 14$$

- ・岡山地区（スギ花粉数）

$$Y = 627a - 17511$$

$$r = 0.923, p < 0.0001, n = 11$$

- ・岡山地区（ヒノキ科花粉数）

$$Y = 536.3a - 14998$$

$$r = 0.898, p < 0.001, n = 11$$

- ・児島地区（スギ・ヒノキ科花粉数）

$$Y = 1410.3a - 39491$$

$$r = 0.901, p < 0.001, n = 10$$

- ・和気地区（スギ・ヒノキ科花粉数）

$$Y = 1658.7a - 46464$$

$$r = 0.880, p < 0.001, n = 10$$

4) 降水量

各花粉観測地区のスギ・ヒノキ科花粉数，岡山地区のスギ花粉数およびヒノキ科花粉数と前年7月の降水量との間に負の相関関係が認められた。特に，岡山県中北部の各気象測候所，兵庫県の村岡や一宮測候所，鳥取県の倉吉測候所では，よく相関していた。最も負の相関関係が強く認められたのは，津山測候所の前年7月の降水量であった（岡山地区のスギ花粉数のみ，兵庫県一宮測候所の降水量との間に最も高い相関関係が認められた。 $r = -0.783$ ）。中国山地の各測候所の前年

7月の降水量とも，よい相関関係が認められたが，岡山県内平野部の倉敷や岡山測候所，広島県や香川県の測候所では，相関関係は認められないか，認められても低かった。Table 3に，スギ・ヒノキ科花粉数と津山および岡山測候所の6月から9月までの降水量との相関関係を示す。それぞれの地区におけるスギ・ヒノキ科花粉予測数（Y）と津山測候所の前年7月の降水量（b）との相関関係は次のようである。

- ・落合地区（スギ・ヒノキ科花粉数）

$$Y = -140.31b + 44343$$

$$r = -0.744, p < 0.05, n = 9$$

- ・岡山地区（スギ・ヒノキ科花粉数）

$$Y = -13.3b + 5068$$

$$r = -0.694, p < 0.01, n = 14$$

- ・岡山地区（スギ花粉数）

$$Y = -9.34b + 3354$$

$$r = -0.783, p < 0.01, n = 11$$

- ・岡山地区（ヒノキ科花粉数）

$$Y = -7.52b + 2731$$

$$r = -0.717, p < 0.05, n = 11$$

- ・児島地区（スギ・ヒノキ科花粉数）

$$Y = -22.05b + 7535$$

$$r = -0.767, p < 0.01, n = 10$$

- ・和気地区（スギ・ヒノキ科花粉数）

$$Y = -27.11b + 9133$$

$$r = -0.784, p < 0.01, n = 10$$

考 察

岡山県と近隣の兵庫県、鳥取県、広島県と香川県のスギ・ヒノキ植林面積、地勢図、14 測候所の最多風向を含めた各種気象条件をもとに、岡山県にスギ・ヒノキ科花粉を供給している地域を推定し、スギ・ヒノキ科花粉の飛散動態について検討した。

岡山県中北部の落合地区（真庭郡落合町）のスギ・ヒノキ科花粉数に影響を及ぼすと考えられるのは、兵庫県の北部、鳥取県、広島県の北部である。兵庫県は、今回検討した5県のうちで最大のスギ・ヒノキ植林面積を有していた。しかし、兵庫県北部の村岡測候所の最多風向が北西と南南東であり、中国山地に遮られていることなどから、兵庫県北部より岡山県方面の花粉飛散はないものと思われる。岡山県と鳥取県の県境にも標高 1400 m 以上の中国山地があり、鳥取県倉吉測候所の最多風向が南であることから、鳥取県からの花粉飛散は少ないと思われる。また、広島県北部についても同様で、岡山県と広島県との県境には広島県側に標高 600～1400 m の吉備高原の一部があり、この吉備高原を越えて花粉が飛散してくるとは考えにくい。

富山県における平ら¹⁴⁾の標高別によるスギ花粉の飛散調査によると、スギ林は標高 100 m 前後から 2050 m 付近までであるが、主要な花粉供給源は標高 200 m 以下であり、標高 600 m 以上のスギ林からの花粉はほとんどないと報告している。佐橋ら¹⁾によると、標高 240～280 m の山形盆地では標高 500～600 m のスギが開花している時期が最多飛散時期と報告しており、均一に植林された標高 1000 m のモデルにおいて標高 600 m がスギ花粉輸送能が最大になると述べている。小笠原ら¹⁵⁾によると、中国山地、富山県、山形県では高所よりの花粉は少なく、高所から低地への花粉の飛散を打ち消す現象があり、兵庫県の中国山地および六甲の標高別スギ植林面積を詳細に検討した結果、中国山地では標高 500 m までが花粉源として重要で、320 m 以下が特に重要だと報告している。

このことから、岡山県落合地区では、他県から中国山地や吉備高原を越えて飛散してくるスギ・ヒノキ科花粉の可能性は少ないものと思われる。岡山県のスギ・ヒノキ植林面積は、津山地域を含めた県中北部が 85.7% を占めていることはすでに報告した⁴⁾。真庭地域は、県内のスギ・ヒノキ全植林面積の 22.6% を占めている。この植林面積、地勢図や最多風向から、落合地区の年間スギ・ヒノキ科花粉総数に影響を与えると

考えられる主な花粉供給地域は、標高 600 m 以下の真庭地域であると考えられる。落合地区の 1990～1998 年の年間スギ・ヒノキ科花粉の平均数は、10278 個/cm² で県内最多であった。

岡山県中南部の岡山地区（岡山市理大町）は、岡山平野に流れる旭川の下流に位置し上流には久世町がある。久世測候所の最多風向は北北西から北であり、阿新、真庭地域と津山地域の一部で育成されたスギ・ヒノキ花粉が旭川にそって岡山地区に飛散してきていることが考えられた。岡山測候所の最多風向が東北東であることから、和気町方面からも花粉が飛散していることが考えられる。岡山地域のスギ・ヒノキ植林面積は、県内 3.9% にあたる 5633 ha でありスギ・ヒノキ科花粉の年間平均数は、県内最少の 2023 個/cm² であった。

岡山県南部の児島地区（倉敷市児島）は、高梁川の下流に位置し上流には新見市がある。阿新、高梁地域のスギ・ヒノキ植林面積合計は、36256 ha と岡山県内の 25.0% を占めていた。高梁川上流の新見測候所の最多風向は、西北西から北西で高梁川ぞいに岡山平野に吹いており、阿新、高梁地域のスギ・ヒノキ花粉が飛散していることが推測された。他県からは、広島県からの影響が考えられる。広島県庄原測候所の最多風向は西北西であるが、広島県側にある標高 600～1400 m の吉備高原に遮られていることや、倉敷測候所の最多風向が南西と北東であることから、直接岡山県南部に花粉が飛散しているとは思われない。しかし、府中測候所の最多風向が北西であることから、芦田川にそって府中方面に向かい瀬戸内海に吹いていると思われる。そして、倉敷測候所の最多風向が高梁川にそった南西も多いことを考慮すると、広島県の府中方面から芦田川ぞいに瀬戸内海に飛散した花粉が、高梁川の河口から川にそって倉敷方面まで飛散している可能性がある。

岡山県南部の児島地区は、倉敷市の南端にあり瀬戸内海に面しているので、香川県からの影響を検討してみた。香川県では、財田、多度津、高松の各測候所とも四国山脈にそって西から西南西の最多風向となっていた。香川県のスギ・ヒノキ植林面積が岡山県のわずか 10% 未満であることや、最多風向などから香川県から岡山県への花粉飛散は少なく、兵庫県や大阪府方面に多く飛散していると考えられる。多度津、高松測候所では北の最多風向もあり、岡山県から花粉が飛散していると思われた。岡山県南部の倉敷地域のスギ・ヒ

ノキ植林面積は、わずか 954 ha と県内最少の 0.7% にすぎないが、高梁川上流の阿新や高梁地域、岡山県南東部、県中南部、広島県の芦田川ぞいに瀬戸内海に飛散した花粉の影響が考えられ、年間のスギ・ヒノキ科花粉平均数は、岡山地区より多い 2301 個/cm² であった。

岡山県南東部の和気地区(和気郡和気町)は、3 大河川の 1 つである吉井川の下流に位置し、上流には津山盆地がある。津山測候所の最多風向は、津山盆地を横切る吉井川にそって西から北西方向となっていた。津山地域は、県内のスギ・ヒノキ全植林面積の 29.4% を占めており、津山地域で育成されたスギ・ヒノキ花粉が吉井川ぞいに和気地区まで飛散していることが推測された。そのほか、和気地区に影響を及ぼしていると考えられるのは、兵庫県南西部である。一宮測候所の最多風向は、北北東から北で揖保川にそっており、和気測候所の最多風向も北北東であることを考えると、兵庫県南西部からも花粉の飛散があると思われる。

三好ら¹⁶⁾は、1989 年の 2～5 月に岡山県南東部の和気地区において明瞭な 3 峰性のピークを認め、4 月下旬から 5 月上旬にネズ花粉が飛散していることを報告した。ネズはヒノキ科に属し、光学顕微鏡下でのヒノキ花粉との識別は困難である。ネズは瀬戸内海沿岸の花崗岩地帯に広く分布しており、県南東部の和気町を中心とした「ホウキネズ」は有名である。岡山地区と児島地区でもネズ花粉と思われる低いピークが認められるが、和気地区で最も多く飛散していると報告している¹⁶⁾。岡山県南東部の和気町を含めた東備地域は、スギ・ヒノキ植林面積がわずか 3704 ha と岡山県の植林面積の 2.6% しかないが、津山地域や兵庫県南西部のスギ・ヒノキ花粉、和気町を中心としたネズ花粉の影響が考えられた。和気地区の年間のスギ・ヒノキ科花粉の平均数は、県内で 2 番目に多い 2652 個/cm² であった。

このように岡山県のスギ・ヒノキ科花粉の主要な供給地域は、スギ・ヒノキ植林面積、最多風向と地勢図から標高 600 m 以下の県中北部であり、旭川、高梁川、吉井川の 3 大河川にそって岡山平野に向かい、時計回りに東寄りの風に乗って岡山平野に飛散していると考えられた。

スギ花粉数やスギ・ヒノキ科花粉数と前年 7 月の気象条件とは、よく相関することが報告されている^{1) 4) 17) - 22)}。宇佐神ら¹⁷⁾は、相模原市における 15 年間の調査結果として、前年 7 月の平均湿度がスギ花粉

数と最も相関が高いことを報告した。また、山崎ら¹⁸⁾による全国調査(福岡市、熊本市、佐賀市、宇部市、岐阜市、相模原市)では、前年 7 月の平均気温がよく相関すると報告している。しかし、宇佐神や山崎ともに、スギ花粉数と降水量との間に相関関係は認められなかったと述べている。一方、岸川らは¹⁹⁾、福岡市の長期観測から、スギ・ヒノキ科花粉総数と前年 7 月の気象条件(月平均気温、日照時間、湿度、雲量、最高気温、降水量)すべてとの間に、正または負の有意な相関関係があると報告した。このように、花粉数と降水量との相関関係に異なった報告があるのは、気温や日照時間などは地域間にそれほど差がないのに対し、降水量は地域的な変化が大きいためと思われる。このことから、内陸部の盆地では四方からスギ・ヒノキ科花粉が飛散しており、スギ・ヒノキ科花粉の供給地域が推定出来ず、花粉供給地域の降水量で検討されていないことが考えられた。

岡山県の場合、津山測候所の 7 月の平均気温値および日最高気温平均値が、岡山県内 4 花粉観測地区のスギ・ヒノキ科花粉数、岡山地区のスギ花粉数およびヒノキ科花粉数との間にそれぞれ極めて高い相関関係が認められた。降水量に関しても、津山測候所の前年 7 月の降水量と有意な負の相関関係が認められた。このように、日最高気温平均値、平均気温値、降水量すべてで良好な相関関係が認められたのは、津山測候所を含めた中国山地の各測候所であった。このことは、前述したスギ・ヒノキの植林面積、最多風向や地勢図から推測された年間のスギ・ヒノキ科花粉総数に影響を及ぼす供給地域が、津山地域を含めた県中北部であることの裏付けになるとと思われる。

スギ花粉数やスギ・ヒノキ科花粉数は年度によって著しい変動のあることは、すでに報告されている^{1) 4) 16) 20) 22)}。岸川ら¹⁹⁾による福岡市の調査では、スギ花粉症新患者数は、スギ・ヒノキ科花粉飛散数の年次変動と相関すると報告している。また宇佐神ら²³⁾は、我が国においてスギ花粉飛散量の多い年は患者が多いと述べている。

一方、小児患者に対する山口ら²⁴⁾の調査から、スギ皮内反応陽性小児患者の割合は、1968 年から 1979 年までが 5～10% であったのに対し、1980 年以降は 30～40% に増加していることが明らかになった。増田ら²⁵⁾は、小児アレルギー性鼻炎患者でスギに感作されているものの割合が、過去 20 年で明らかに増加しており、特にその感作例のうち花粉飛散時期に自覚症状の

ないものが、27.8%を占めていると報告している。

このような背景を考慮すると、花粉症の発症や予防対策に、年間のスギ花粉数やスギ・ヒノキ科花粉数の予測は重要な情報となる。今まで、花粉数を予測する手段として、前年7月の気象条件^{1) 4) 17) - 22)}が利用されているが、実際は予想どおりとはなっていない。この原因として、樹木の植物生理学的な樹勢^{18) 19) 21)}などが関与していることに加え、スギ・ヒノキ科花粉の供給地域の気象条件で検討されていないことが考えられる。

今回、われわれの行った調査により、最多風向、降水量、最高気温平均値などの気象条件から、花粉供給地域を推定し、その地区の気象条件を用いることでより正確な予測式を得られる可能性が示唆された。

稿を終えるにあたり、貴重な花粉資料を提供していただいた備讃空中花粉研究会の山本直樹、堀部 徹、神原公子諸先生にお礼申し上げます。また、気象に関する資料を提供していただいた日本気象協会の山本剛弘氏、終始ご指導いただいた岡山理科大学三好教夫教授に深謝いたします。

文 献

- 1) 佐橋紀男, 高橋裕一, 村山貢司: スギ花粉のすべて。メディカルジャーナル社, 東京, pp. 2-93, 1995.
- 2) 清水章治, 信太隆夫: スギ花粉症におけるヒノキ科の意義。アレルギー **26**, 318-319, 1979.
- 3) 井手 武, 芦田恒夫, 田端司郎, 鳥居健三: ヒノキ花粉の抗原性に関する研究—スギ花粉との共通抗原性について—。アレルギー **30**, 784, 1981.
- 4) 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.
- 5) Durham, O.C.: The volumetric incidence of atmospheric allergens. IV. A proposed standard method of gravity sampling, counting, and volumetric interpolation of results. *J. Allergy* **17**, 79-86, 1946.
- 6) 木村郁郎: 岡山地方の空中花粉調査並びに花粉喘息に関する研究。岡医学誌 **87**, 937-941, 1975.
- 7) 岡山地方気象台: 岡山地方気象台月報。1984年6月-1997年9月。
- 8) 鳥取地方気象台: 鳥取地方気象台月報。1984年6月-1997年9月。
- 9) 広島地方気象台: 広島地方気象台月報。1984年6月-1997年9月。
- 10) 神戸海洋気象台: 神戸海洋気象台月報。1984年6月-1997年9月。
- 11) 高松地方気象台: 高松地方気象台月報。1984年6月-1997年9月。
- 12) 佐橋紀男, 岸川禮子, 西間三馨, 長野 準: 日本における空中花粉測定および花粉情報の標準化に関する研究報告。花粉誌 **39**, 129-134, 1993.
- 13) 三好教夫, 堀部 徹: 岡山・香川両県とその隣接県におけるスギ・ヒノキの森林面積について。備讃空中花粉研究会誌 **2**, 32-35, 1991.
- 14) 平 英影, 寺西秀豊, 剣田幸子, 槻陽一郎, 清水規矩雄, 他: スギ林の雄花着花量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, 1990.
- 15) 小笠原寛, 吉村史朗, 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.
- 16) 三好教夫, 岡 鐵雄, 堀部 徹: ネズによる花粉症について。花粉誌 **36**, 137-142, 1990.
- 17) 宇佐神篤, 降矢和夫, 遠藤久子: スギ花粉空中飛散総数の予測。アレルギー **29**, 780-785, 1980.
- 18) 山崎 太: 花粉症起因花粉の研究(第10報)—スギ花粉症と7月旬別平均気温との相関。アレルギー **34**, 305-309, 1985.
- 19) 岸川禮子, 長野 準, 勝田満江, 宋 信夫: 福岡市におけるスギ・ヒノキ科花粉飛散の年次変動と気象条件—スギ・ヒノキ科花粉飛散予報。アレルギー **37**, 355-363, 1988.
- 20) Sahashi, N., Ikuse, M., Ohmoto, T., Saito, Y., Tanahashi, Y., et al.: Relationship between seasonal and annual total pollen counts of *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae and number of outpatients with Sugi pollinosis in central Japan. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **64**, 79-86, 1990.
- 21) 高橋裕一, 川島茂人, 相川勝悟: 空中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.
- 22) Ikuse, M., Sahashi, N. and Takeda, T.: Seasonal fluctuations of airborne pollen grains and spores in Chiba Pref. *Jpn. J. Palyn.* **18**, 1-10, 1976.
- 23) 宇佐神篤, 竹田英子, 斎藤洋三: スギ花粉症と気象。医療の門 **20**, 202-207, 1980.
- 24) 山口博明: アレルギー患児に対する皮内反応と特異的IgE抗体による感作状況と環境因子の検討。第一報 皮内反応と特異的IgE抗体(radioallergosorbent test)による感作状況の年次推移。アレルギー **42**, 571, 1993.
- 25) 増田佐和子, 竹内万彦, 湯田厚司, 大川親及, 鶴飼幸太郎, 他: 耳鼻咽喉科アレルギー外来受診小児におけるスギ花粉症の感作と発症状況。アレルギー **47**, 1182-1189, 1998.

ASSUMPTION OF THE AREA SUPPLYING OKAYAMA PREFECTURE WITH
Cryptomeria japonica AND CUPRESSACEAE AIRBORNE POLLEN, AND OF THEIR
SCATTERING ROUTES

Hiroyuki Namba¹⁾, Katuyoshi Saitou²⁾ and Norio Sahashi³⁾

¹⁾Pharmacy, Kurashiki Municipal Kojima Shimin Hospital

²⁾Department of Internal Medicine, Kurashiki Municipal Kojima Shimin Hospital

³⁾School of Pharmaceutical Sciences Toho University

It is very important to predict and disseminate information about the total pollen counts of both *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae for patients with pollinosis. In Okayama Prefecture, we have reported that the pollen counts of both *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae are influenced by the meteorological conditions in the previous July. We predicted the area supplying Okayama Prefecture with *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae pollen, and also the route of airborne pollen from the meteorological conditions and a topographical map of Okayama and four neighboring prefectures.

It was found that *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae pollen counts at the four observation sites correlated very well with the meteorological conditions at Tsuyama weather station in Okayama prefecture.

Therefore, we considered that the areas supplying Okayama prefecture with *Cryptomeria japonica* and Cupressaceae pollen were the central northern areas including Tsuyama, 85.7% of whose plantation areas contained *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*, and that their pollen was carried along the routes of three major rivers, R. Takahashi, R. Asahi and R. Yoshii.