

兵庫県におけるスギ・ヒノキ科花粉飛散状況

小笠原 寛¹⁾・吉村史郎²⁾・中原 聰³⁾
藤谷哲造⁴⁾・岡田 等⁵⁾

¹⁾兵庫医科大学耳鼻咽喉科学教室 〒663 西宮市武庫川町1-1

²⁾市立芦屋病院耳鼻咽喉科 〒659 芦屋市朝日ヶ丘町39-1

³⁾中原耳鼻咽喉科 〒633 西宮市上甲子園4-3-2

⁴⁾藤谷耳鼻咽喉科 〒651 神戸市中央区琴緒町5-6-3

⁵⁾岡田耳鼻咽喉科 〒677 西脇市豊川町338-35

(1991年11月11日受理)

Airborne Pollen Survey of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis* spp. in Hyogo Prefecture

Hiroshi OGASAWARA¹⁾, Shiro YOSHIMURA²⁾, Toshi NAKAHARA³⁾,
Tetuzo FUJITANI⁴⁾ and Hitoshi OKADA⁵⁾

¹⁾Department of Otolaryngology, Hyogo College of Medicine,
1-1 Mukogawacho, Nishinomiya, 663, Japan

²⁾Department of Otolaryngology, Ashiya Municipal Hospital,
39-1 Asahigaoka, Ashiya 659, Japan

³⁾Nakahara ENT Clinic, 4-3-2 Kamikoshien, Nishinomiya, 663, Japan

⁴⁾Fujitani ENT Clinic, 5-6-3 Kotoochou, Cyuouku, Kobe 651, Japan

⁵⁾Okada ENT Clinic, 338-35 Toyokawacho, Nishiwaki 677, Japan

An airborne pollen survey has been performed using Durham's standard sampling device at 32 points in Hyogo prefecture in 1991. *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis* spp. have been planted richly in the Chugoku mountains and Tanba mountainous district. Most of both the pollens are scattered along the rivers which run from north to south. The maximum count of *Cryptomeria japonica* in Nishinomiya was taken on March 26 in 1991; its value was the highest in the past 13 years, after blooming was completed in the forest in Tanba mountainous district, and seemed to be supplied from newly planted areas. *Chamaecyparis* spp. had a rich harvest every three years, and the total count of its pollen increased approximately 8.2 time as much as the total count of *Cryptomeria japonica* in the last two years. With the increase of the total counts of both these pollens, person who are allergic to these pollens will suffer especially from *Chamaecyparis* spp..

Key words: Airborne pollen survey, *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis* spp.

緒 言

兵庫県は中国山脈と丹波山地を中心にスギ・ヒノキの植林が盛んなため、人工過密の阪神地区においても花粉飛散数が多く、スギ花粉症の有症率は13%であった。1987年に開業医と勤務医の有志で兵庫県花粉症研究会を結成し、スギ花粉飛散の観測と花粉飛散予報、花粉情報の提供、花粉症の疫学調査を行ってきた⁽¹⁻³⁾。1990年からは兵庫県環境保健部の協力により県全域での観測網が完成し、近畿花粉症研究会と日本気象協会関西本部にて近畿地方のスギ花粉予報を行っている。

この4年間に重点とした症状の軽減や感作防止に重要な花粉飛散総数と飛散開始日、最大飛散日の予測方法についてと、1990年、1991年と2年続きのスギ花粉豊作、この2年で激増してスギ花粉飛散総数と同じになったヒノキ科花粉について述べる。

方 法

1988年は14カ所で花粉観測を始めたが、1991年は兵庫県32カ所と大阪府3カ所で観測した。空中花粉はダラム型捕集器をもちい、24時間毎に午前8時から9時の間にスライドグラスを交換、カルベラ液で染色鏡検し、個/cm²/日に換算して表した。西宮市の長期間の花分析には西宮市小曾根町のデータを用いた。気象データは神戸海洋気象台の兵庫県気象月報を用いた。

観測林は南斜面か山頂で日照条件がほぼ均一な4カ所を選んだ。六甲山南山麓（標高150m）、六甲山山頂

（標高920m）、西宮から北北西50kmで丹波山地の氷上郡柏原町（標高200m）、阪神地区への主花粉源の北限になる柏原町の東の鐘ヶ坂（標高300m）である。観測林では着花状況と開花状況を観測した。

スギ花序の着花の程度は樹全体を観察して5段階に分類した。すなわち、樹全体の枝が垂れ下がり高密度、樹全体についているが緑枝に花序のないものもある、樹全体にあるがつき方が疎、樹の一部だけについている、全くついていないの5段階とした。任意に採取した枝について、花序の数と最も末梢の緑枝の数を計数し、緑枝1本に対する花序の平均値を求めると、おのおの着花程度に対し10.9, 8.2, 2.7, 0.5, 0個となった。各樹を緑枝一本当りの個数で評価し、その合計数の平均値を、林分の花生産量とした。

開花状況については花序の開き方と花粉が飛散するか、またその割合、終了した割合を観察し、林全体で飛散可能な割合を飛散可能花粉量とした。

結 果

1. 西宮市におけるスギ花粉飛散総数の予測と結果

花粉総数の予測は7月の天候と生物リズムで行っていたが、1991年からは着花状況による予測を試みた。計算式による予測：

西宮の花分析総数は1988年に作成した計算式では⁽¹⁾、前年7月6日の梅雨明け後4週間の日照時間と3年を1つの単位（表1：80—82, 83—85, 86—88年）とする合計数が一致することから

予想花粉飛散総数 = $0.614 \times \text{生物リズム} + 9.99 \times \text{日照}$

表1 西宮市小曾根町におけるスギ・ヒノキ科花粉飛散状況

年	スギ					ヒノキ科				
	開始日	終了日	最大日	最大花粉数	総数	開始日	終了日	最大日	最大花粉数	総数
1979	2/10	4/15	3/24	779	1,867	4/ 6	5/13	4/ 7	159	439
1980	2/29	4/19	3/25	108	805	3/28	5/11	4/ 9	48	167
1981	3/ 4	4/15	3/22	28	205	3/18	5/ 1	4/ 8	7	47
1982	2/19	4/28	3/12	617	4,270	3/19	4/30	4/ 4	74	393
1983	3/ 2	4/23	3/26	19	210	3/29	5/ 8	4/12	25	85
1984	3/ 3	4/28	4/ 6	441	3,558	3/28	5/21	4/22	55	236
1985	3/ 1	4/14	3/ 9	78	812	4/ 4	4/29	4/ 9	73	404
1986	2/26	4/27	3/16	824	2,556	3/27	4/27	4/11	63	237
1987	2/10	4/10	3/ 6	65	441	3/22	5/ 5	4/ 9	88	251
1988	2/24	4/20	3/15	358	2,569	3/29	5/ 3	4/17	84	433
1989	2/ 7	4/10	3/ 1	55	347	3/30	4/21	4/ 4	35	198
1990	2/16	4/ 8	3/ 4	332	1,984	3/20	5/ 1	4/ 2	358	673
1991	2/27	4/23	3/26	878	3,345	3/24	5/ 6	4/ 9	739	2,157

表2 各観測点におけるスギ・ヒノキ科花粉飛散総数

観測点	責任者	スギ (個/cm ³)				ヒノキ科	
		1988年	1989	1990	1991	1991	
柏原町	柏原 県立柏原病院	町塚博文	3,325	414	3,559	3,935	4,213
西脇A	豊川	岡田 等	1,470	188	1,809	1,906	2,275
西脇B	上野	岡田 等	2,009	268	3,223	2,839	6,177
西脇C	寺内	岡田 等		164	770	1,042	
加美町	寺内 松井庄診療所	道上俊高			1,144	3,097	1,876
三木	緑が丘	井之口順		196	2,341	2,462	1,634
加古川	米田町 加古川市民病院	黒田英造		180	1,119	1,272	1,332
加古川	北在家 加古川保健所				1,485	2,285	2,070
篠山	郡家 篠山保健所				2,473	3,374	6,215
三田	中央町	森経正紀	1,871	178	2,815	1,265 *	
三田	大原 国立兵庫中央	真田幸昭	2,085	264	3,192	4,175	
宝塚	小浜 宝塚市民病院	藤木宏也			1,653	2,664	1,776
西宮	武庫川町 兵庫医大	小笠原寛	2,589	304	2,077	4,163	3,819
西宮	小曾根町	中原 聡	2,569	347	1,984	3,345	2,157
西宮	江上 西宮保健所				1,836	2,568	
芦屋	朝日ヶ丘 市立芦屋病院	吉村史郎				2,730	2,202
東灘	住吉東	谷口俊夫				1,879	
東灘	御影山手	小笠原寛		168	1,052	1,541	2,015
三宮	琴緒町	藤谷哲造		214	1,556	2,676	2,048
西神戸	北落合	稲守 徹		198	2,043	3,225	2,304
加西	北条町 加西市民病院	辻 巧		258	1,409	3,700	2,108
福崎	西田原 福崎保健所					3,678	
姫路	岩端町	黒坂文武	2,408	336	1,492	3,340	2,187
山崎	今宿 山崎保健所					5,004	
竜野	富永 竜野保健所				2,750	5,097	
佐用	佐用 佐用共立病院	森崎嘉章			2,764	3,895	2,416
上郡	上郡	松田一雄		280	1,618	2,529	479
和田山町	東谷 検査センター	大垣 元	2,021	274	1,932	3,790	2,714 *
出石	鉄砲 公立出石病院	由良秀典				3,034	
豊岡	幸 豊岡保健所				1,265	2,182	3,439
浜坂	二日市 公立浜坂病院	井村成充			1,017	1,554	1,386
洲本	下加茂 県立淡路病院	岸本 勝	856	112	1,107	1,375	442
洲本	塩谷 洲本保健所				1,561	1,576	
豊中	東豊中町 長堀病院	池田利夫		90	1,263	3,065	1,673
四条畷	大字清滝	久門正義				3,611	2,433
南河内郡	河南町森谷					6,373	7,144

* : 欠測がある

時間-1181, 生物リズム: 西暦で $3n$ と $3n+1$ 年は 3,570-前年の花粉総数, $3n+2$ 年は 5,017-前 2 年間の花粉総数 (重相関係数 0.796) がえられた。これに当てはめると 1989 年は 562, 1990 年 2,448, 1991 年は 2,429 個/cm² となった。

着花状況による予測:

1987 年の予備調査を含めて 1990 年までは柏原町の観測林の開花状況と花粉飛散状況は西宮の飛散に反映されていた。柏原の着花状況にて飛散総数を求めた。柏原町のスギの着花率は 1990 年 73%, 1991 年 70% であった。花粉生産量は 1990 年は 3.58, 1991 年は 3.05 であった。西宮の花粉数は 1988 と 1989 は柏原町の 78% の花粉飛散数であるため, $3,559$ (1990 年の柏原町の花粉数) $\times 3.05 \div 3.58 \times 0.78 = 2,365$ 個となった。1991 年は上記 2 通りの予測値の平均 2,400 個を花粉飛散予測とした。

1989, 1990, 1991 年の花粉飛散総数はそれぞれ 347, 1,984, 3,345 個となり, 予測数の 60%, 81%, 139% であった。

2. 各地におけるスギ花粉飛散総数

表 2 は観測地点を河川に沿って並べた。柏原から加古川までは加古川流域, 篠山は加古川の上流になるが位置から武庫川流域とし, 福崎と姫路は市川流域, 山崎と竜野は揖保川流域, 佐用と上郡は千種川流域, 和田山と出石・豊岡は円山川流域である。1991 年は山崎町での着花状況により兵庫県西部は 90 年と同じ花粉総数と予測した。加古川流域では加美町を除くと 91 年と 90 年はほぼ同量の飛散であった。しかし, 他の地区では 91 年は 90 年の 1.3 から 2.6 倍であった。

3. スギ花粉の飛散開始日と最大飛散日 (表 3)

飛散開始日は近畿花粉症研究会 (代表: 榎本雅夫) で決めた 1 週間内に 1 個が 2 日以上飛散した最初の日か 2 個以上みられた日とした。花粉総数が 1978 年から 1988 年の平均 1,855 個を上回る豊作年の西宮市での飛

散開始日は 1 月 1 日からの神戸海洋気象台の最高気温の積算が $435.6 \pm 40.1^{\circ}\text{C}$, 不作年は $487.0 \pm 45.6^{\circ}\text{C}$ でみられた。最高気温の積算の推移により県南部での飛散開始日は 1989 年は 1 月 19 日に 2 月 12 日, 90 年は 1 月 21 日に 2 月 15 日, 91 年は 1 月 24 日に 2 月 15 日と予想した。それぞれの開始日は 1 月 31 日, 2 月 16 日, 2 月 27 日であった。全県での観測網が完成した 90 年は暖冬のため県下同時に開始となり, 91 年は寒波のため 2 月 12 日から 3 月 3 日の間に地域に関係せず開始となった。

最大飛散日は 1987 年までのデータでは 1 月 1 日からの神戸の最高気温の積算が $609.0 \pm 31.4^{\circ}\text{C}$ で, 前日が雨で気温が 13°C 以上に上昇し, 季節風が吹いた時であった。1988 年は寒波により, 3 月の中旬にずれこんだため, 積算気温が高くなった。88 年から 90 年までは柏原町の観測林の開花が最盛期になってから, 最大日となった。89 年は最大日を予測できたが, 90 年は特定できなかった。90 年の最大日は山間部が 2 月 26 から 28 日, 瀬戸内が 3 月 4 日, 日本海側が 3 月 6 日であった。91 年は 3 月 21 日に柏原町で最大飛散となり, 23 日には柏原の観測林が 10%, 鐘ヶ坂が 30% の花粉を残すのみとなった。しかし, 3 月 26 日に瀬戸内では 21 日と同じか, より多い飛散が観測され, 西宮では過去 13 年間で最大飛散であった。

4. ヒノキ科花粉飛散状況

ヒノキ科は 1990 年までは 79, 82, 85, 88 年と 3 年毎の豊作と増加傾向があった (表 1)。1991 年 3 月の柏原町でのヒノキの着花率は 89% で, 花粉生産量は 1990 年よりやや多く, 六甲南は 1990 年の 130% と推定した。91 年のヒノキ科花粉飛散総数は県南西部を除くと多くの観測点でスギ花粉総数と同じ程度か多くなり, 予測を大幅に上回った。西宮は 79 年から 89 年までの平均値の 8.2 倍で 90 年の 3.2 倍, 西脇は 90 年の 1.6 倍, 豊岡は 90 年の 3.7 倍となった (表 2)。

表 3 西宮市小曾根町におけるスギ飛散と植林地における開花状況との関係

年	飛散可能花粉量 (%)			飛散開始日			最大日		
	六甲南	水上郡	柏原町	日	最高気温	積算気温 *	日	最高気温	積算気温
1988	2/21 30%	3/ 3 14%,	3/10 35%,	2/24	11.1	608.7	3/15	14.7	815.6
1989	1/29 20%	2/20 3%,	2/28 56%,	1/31	13.5	321.9	3/ 1	14.3	642.3
1990	2/15 15%	2/22 60%,	3/13 9%,	2/16	11.1	407.9	3/ 4	12.4	557.7
1991	2/21 17%	3/15 46%,	3/23 10%,	2/27	13.6	507.1	3/26	21.1	862.7

* 1 月 1 日からの最高気温の積算 ($^{\circ}\text{C}$)

なお、1991年の西宮でのヒノキ科花粉飛散開始は予想より2日早い3月29日であった。4月5日には柏原町のヒノキは30%開花し、4月8日より12日までは最高気温が20℃以上となり、連日大量飛散となった(図1)。花粉飛散数は北北西ないし北北東の風となった9日か10日が瀬戸内と山間部で最大飛散となった。日本海側は4月12日に南南東の風となり最大飛散となった。

考 察

兵庫県全域に花粉観測網がしかれ、各地のスギ花粉飛散の特殊性が明らかになりつつある。1991年は加古川流域を除く兵庫県と大阪府のスギ花粉飛散総数は90年の1.3から2.6倍であった。加古川流域のスギの樹齢は他の地区と変わらないため、着花量は他の地区と同じと考えられる。しかし、加古川流域の咲き始めたスギ花序の先端は、2月下旬の寒波で黒変しており、凍傷により花粉量が減少し、前年と同じになったと考えられる。さらに西宮では北北西の風の時^(1,2)、北部では南風の時花粉数が増加しており⁽³⁾、南北に流れる川に沿う花粉飛散が主体になっていることが、はからず

も証明されたといえる。

飛散開始日の予想は最高気温の積算の推移により1989年は2月12日、90年は2月15日、91年は2月15日と予想し、それぞれ実際の開始日は1月31日、2月16日、2月27日であった。1989年は12月の降水量が異常に少なく、1月が暖冬となったため、開始が早かったといえる。1991年は積算気温が424.1℃の15日に一部開始したが、寒波のため中断し、実質上は27日になった。最高気温の積算による予測は一つの指標にすぎず、表3に示したように暖地である六甲南の開花が始まると飛散開始となっている。花序の成育と開花時期の関係が明らかになれば正確に予測できると考えられる。

1990年までは柏原町の観測林の開花状況が兵庫県での花粉最盛期を代表していたため、開花が最盛期になり、南風の後、季節風が強く吹いた時が南部での最大飛散日であった。89年は4日前より最大日が予想できたが、90年は冬型の気圧配置にならなかったため、最大日を予測できず、地域により日が一定しなかった。91年は図1にみられるように柏原町の飛散状況と観測林の開花状況はほぼ一致するも、加古川流域を除く瀬戸内側は3月26日に最大飛散となり、柏原の開花状況が反映されなかった。3月24日の六甲山頂は開花まで

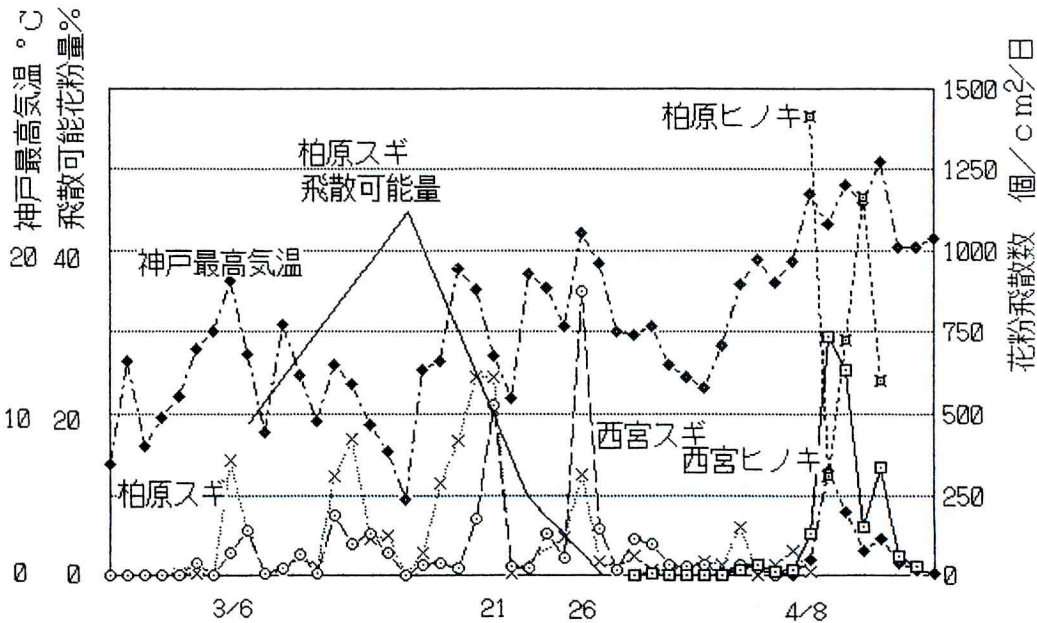


図1 1991年の西宮市小曾根町と柏原町におけるスギ・ヒノキ科花粉飛散状況
 飛散可能量は観測時に観測林全体で花粉飛散が可能な花序の割合で示した。
 柏原町観測林でのヒノキの飛散可能量は4月5日に30%であった。

数日を要する状態で、標高750 mで100%、標高800 mで20%が飛散可能花粉数であった。六甲山の標高800 mに相当するような生育環境のスギが新たに花序をつけるように育ってきたと想像される。

西宮でのスギ花粉飛散総数は3年間の合計がほぼ一致することから、80から82年までの合計が5,280、85年まで4,580、88年まで5,566、91年まで5,676個となり、明らかな増加はみられない。しかし、1990年の最盛期は季節風が吹かず、花粉は三田市に留まり、西宮市の飛散数が約700個は少なくなったと推定され、これを加味すると花粉総数の増加傾向がうかがわれる。上記のことより、兵庫県においても長期観測がある相模原で1976年から花粉量の増加がみられているように⁽⁴⁾、将来スギ花粉飛散総数の増加が明らかになると考えられる。

ヒノキ科花粉量は表1にみられるように3年毎の豊作がみられるため、豊作年を最終年とし前2年分を加えると、607、725、921、3,028となり、増加があきらかになる。主要な飛散期間は過去の2日間にに対し、1991年は5日間に増加した。新たな開花を迎えた樹が増加したことによると考えられる。

1983年以降植林面積は減少し、毎年3,000ha以下となっているが、1987年でヒノキ9.0万ha、スギ11.2万haあり、全国の人工林率40%と同じになっている。人工林の87%はスギ・ヒノキで、近年はヒノキの植林が約7割と増加し、この傾向は県東部で著しい。このようにヒノキの植林はスギより遅れて本格的になったため幼齢林が多く、かつ伐採までの期間が10年長いことは、今後の花粉増加を決定づける。

スギ花粉抽出物質中のタンパク量は5.6%、ヒノキは57.9%、オオバヤシバシは84.1%と報告されている⁽⁵⁾。スギ科とヒノキ科には共通抗原性をもつタンパク質があり⁽⁶⁾、スギ花粉症患者の多くはヒノキにも反応し、より重症のことが多い。1991年の芦屋市での疫学調査では35—79才女性でのスギ花粉症の有症率は13.0%であった。ヒノキ科花粉の増加によるスギ・ヒノキ花粉症の有症率の増加と重症化に注目しなければならない。

一方、ヒノキ科花粉の予報は困難なことがある。すなわち、ヒノキ科の着花はスギが比較的均一であるのに対し、林や樹ごとのばらつきが多く、花粉総量の判定が困難で、かつ3月頃にならないと花序が目だたず判定ができないという問題がある。またスギより開花期間が短く、樹の開花状況が数日で変わるため、頻回

の観察が必要となる。

兵庫県林業課とともに地区別に開花時期と花粉産生量を推定したマップの作成と、柏原町以外の県西部と北部に定期的に観測できる観測林の設定と観測内容の充実を検討をしている。これによりスギやヒノキ科の花粉総数予測の精度向上と飛散時期での残存花粉量や飛散可能花粉量の推定が可能となり、日々の予報の精度向上が計れる。また、より調和のとれた森林育成へとつながらないかと期待している。

要 約

1991年は兵庫県の32カ所の観測点でダーラム型花粉捕集器を用いて空中花粉調査を行った。スギとヒノキ科は中国山脈と丹波山地で広範囲に植林されており、花粉は南北に走る川に沿って、主に飛散した。丹波山地でのスギ観測林が咲終わった1991年3月26日に、西宮での過去13年間のうちで最大飛散となった。これは新しい植林地から供給されたと考えられた。ヒノキ科花粉は3年毎の豊作があり、この2年の間に飛散数が過去の8.2倍になり、スギ花粉飛散総数と同じになった。これらの花粉の増加により、特にヒノキ科花粉症が将来重要となろう。

引用文献

- (1) 小笠原寛：スギ花粉飛散予報の問題点。アレルギーの臨床 10, 105-108 (1990)。
- (2) 中原 聡・小笠原寛・吉村史郎：最近6年間のスギ空中花粉数の日内変動と気象。花粉誌 37, 67-74 (1991)。
- (3) 小笠原寛・他：兵庫県のスギ花粉症(6)1990年の飛散状況と予報。兵庫県医師会医学雑誌 33, 31-35 (1990)。
- (4) 齊藤洋三：スギ花粉症患者の動態と患者増加の原因。アレルギーの臨床 11, 168-170 (1991)。
- (5) 吉川恒男・衛藤幸男・松永 矯・芦田恒雄・井手武・田端司郎：Bicinchoninic acidによる花粉抗原中のタンパク質微量定量法。花粉誌 35, 35-38 (1989)。
- (6) 井手 武・芦田恒雄：スギ科・ヒノキ科樹木花粉の共通抗原性。アレルギーの臨床 11, 174-178 (1991)。