
論文

スギ林・ヒノキ林における花粉生産量に関する研究

橋 詰 隼 人*

坂 本 大 輔**

Studies on Pollen Production in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* Forests

Hayato HASHIZUME*

Daisuke SAKAMOTO**

Summary

Pollen production rates were investigated for five years from 1986 to 1990 in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* stands as a fundamental study for preventing pollinosis. Investigated stands were 11 stands ranging from 10 to more than 150 years old in *Cr. japonica* stands and 3 stands ranging from 20 to about 80 years old in *Ch. obtusa* stands. Male flowers which fell on the ground after pollen dispersal were collected with litter traps, and pollen production rates were estimated by the dry weight of the male flowers. The results of this study are summarized as follows:

(1) The percentage of pollen dry weight to the dry weight of male flowers after pollen dispersal was 104% in *Cr. japonica* and 121% in *Ch. obtusa* on the average.

(2) Pollen production rates in *Cr. japonica* stands differed markedly according to stands, years, and tree ages. It was estimated that pollen production rates in *Cr. japonica* stands in a good harvest year were 250~660kg/ha·yr in middle-aged stands and 1,050kg/ha·yr in old stands. There was an observable tendency that the pollen production rates of plantations established by cultivated cuttings of the Japan Sea coast origin are less than those of plantations established by seedlings.

(3) Pollen production rates in *Ch. obtusa* stands also differed markedly according to stands

* 鳥取大学農学部 農林総合科学科 森林生産学講座

Department of Forestry Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

** 長崎県農林部 林務課

Forestry Section, Agriculture and Forestry Division, Nagasaki Prefecture

本研究は、平成2年度文部省科学研究費補助金 (No01490015) による研究である。

and years. It was estimated that pollen production rates in *Ch. obtusa* stands in a good harvest year were 90~620kg/ha・yr.

(4) Old trees of *Cr. japonica* in the precincts of temples and shrines bore abundant male flowers in a good harvest year. It was estimated that pollen production rates per old tree in a good harvest year were 8.1~33.3kg on the average in each shrine.

I 緒 言

近年スギ花粉症が大きな社会問題になっている。花粉症はいろいろな花粉によって発症するが、特にスギ花粉症の患者が多く、我が国における推定患者数は一説では一千万人に達するのではないかとわれている。スギ花粉症が近年どうしてこのように増加したか、その原因についてはいろいろ説があるが、一つには戦後に造林したスギが成長して着花年齢に達し、盛んに花粉を散布するようになったことがあげられる。スギは我が国における最も重要な造林樹種で、第二次大戦後復興資材用として造林が奨励され、今やスギの造林面積は450万 ha に達している。日本列島の至る所にスギ林がみられ、林業関係者にとってスギ花粉症防止対策を立てることが今日強く要請されている。しかし、樹木が花を咲かせ花粉・種子を散布することは自然現象であって、これをコントロールすることは容易でない。スギ花粉症に対する林業的対策としては、着花性の劣る品種を植栽する、枝打ち、間伐などの手入れを励行し病虫害被害木や着花の特に多い木を早めに伐採する、薬剤などによって着花を人為的に抑制するなどの方法が考えられるが²⁾、まだ実行されていない。林業サイドからスギ花粉症防止対策を立てるためには、日本のスギ林がどのように花粉を生産しているか実体を把握することが重要である。スギ林の着花は年度、生育場所、品種、樹齢などによって著しく差があるので、いろいろな林分で長期間調査する必要がある。本研究はスギ花粉症対策の基礎研究として、1986年から1990年まで5年間スギ林、ヒノキ林の花粉生産量を調べたものである。

II 調査林分と調査方法

1. 調査林分

調査林分の状況を表1、表2に示す。スギ林では、鳥取市鳥大樹木園、岡山県真庭郡川上村鳥大蒜山演習林、鳥取県八頭郡智頭町の民有林、岡山県真庭郡新庄村の民有林、鳥取市樗谿神社社叢林など11林分で調査した。調査林分は実生林、さし木林及び天然林で、幼齡林(10~14年生)から、中齡林(30~34年生)、壮齡林(50~95年生)、老齡林(120~150年生以上)まで調査した。調査林分の立木密度及び調査木の胸高直径、樹高、樹冠面積などは表1のとおりである。

ヒノキ林では、岡山県真庭郡川上村鳥大蒜山演習林、鳥取県東伯郡関金町倉吉営林署山口奥国有林及び鳥取県八頭郡智頭町関西木育種場山陰支場隣接の民有林の3か所で調査した。林齡(調査開始時)は、20年生の幼齡林と60~80年生の壮齡林である。調査林分の立木密度、平均胸高直径、平均樹高などは表2のとおりである。

表1 スギ調査林分の状況

調査地	品種・系統	標高 (m)	林齢 (年)	立木 密度 (本/ha)	調査 本数	調 査 木			林分の着花本数率 (%)				
						胸高直径 (cm)	樹 高 (m)	樹冠面積 (m ²)	1986	1987	1988	1989	1990
鳥取市鳥 大樹木園	北山スギ 実生林	20	10~ 14	2,500	20~ 25	15.3	8.4	7.2	93	80	90	94	100
						10~24	6~11	4.5~11.6					
岡山県 川上村 鳥大森山 演習林	沖ノ山スギ 実生林	600	30~ 34	1,200	10	29.7	19.4	13.0	50	55	69	30	72
	沖ノ山スギ さし木林	”	”	1,000	5	26~32	15~22	6.2~22.9					
	智頭スギ さし木林	”	”	1,000	5	29.3	17.0	13.9					
	新庄スギ さし木林	”	”	1,050	5	20~38	15~18	8.3~18.9					
	地スギ 実生林	”	”	1,000	10	28.8	20.0	15.9					
鳥取県 智頭町	人工林 さし木林	450	約80	550	10	27~31	18~22	11.0~22.9	35	57	62	35	44
	人工林 さし木林	400	約95	700	10	29.2	16.8	13.3					
岡山県 新庄村	人工林 実生林	700	約50	650	10	24~35	13~18	9.4~19.2	20	22	59	20	27
	天然林	750	150 以上	300	10	28.5	17.0	13.5					
鳥取市 樗谿神社	神社林 実生林	20	50~ 220	孤立木	10~ 20	48.6	21.6	34.8	**	80	98	40	100
						24~86	15~33	15.9~53.5					

備考：胸高直径，樹高，樹冠面積は調査開始年度の測定値である。** 印は未調査。

表2 ヒノキ調査林分の状況

調 査 林 分	標高 (m)	林齢 (年)	平均胸 高直径 (cm)	平均 樹高 (m)	ha当り 立木 本数	トラップ 設置数	林分の着花本数率 (%)				
							1986	1987	1988	1989	1990
岡山県川上村 鳥大森山演習林	600	20	17.2	9.5	2,500	10	**	90	100	100	100
鳥取県関金町倉吉 営林署山口奥国有林	550	約80	32.6	17.3	800	10	100	100	100	100	
鳥取県智頭町穂見	410	約60	36.5	14.7	800	10	100	100	100	100	

備考：平均胸高直径及び平均樹高は調査開始年度の測定値である。

2. 調査方法

(1) 雄花に含まれる花粉量の調査

雄花に含まれる花粉の量は1,000個の雄花から計算した。すなわち，開花直前と開花直後の雄花をそれぞれ1,000個採集し，それらの乾重量を1mg単位で測定して，その差を花粉乾重量とした。花粉乾重量を雄花乾重量で除して雄花に含まれる花粉率を求めた。林分あるいは個樹の生産する花粉乾重量は，リタートラップで回収した雄花の乾重量に花粉率を乗じて求めた。雄花1個に含まれる花粉粒数は未測定であるので，既往の研究データをもとにして計算した。スギについては幾瀬の報告³⁾

している396,000粒を、ヒノキについては齊藤ら⁵⁾の報告している198,200粒を採用して計算した。

(2) 雄花落下量の調査

雄花の落下量はリタートラップ法と単木被覆法の二つの方法によって調査した(写真1)。リター



写真1 雄花採集用トラップの設置状況

上：1×1mのリタートラップの設置。

下：大型リタートラップの設置。1本の木の雄花を全部回収する。

トラップ法では、各調査林分で着花木を任意に抽出し、樹冠下に1×1mの正方形のダイオネット（寒冷紗）製リタートラップを設置した。設置数は1林分で最低5個、最大25個で、スギ林は合計105～120個設置した。ヒノキ林では各林分に10個、合計30個設置した。単木被覆法は、ダイオネットを組み合わせて大型の袋を作り、これで樹冠全体を覆って1本の木から落下する雄花を全部回収した。また周囲に着花木のない場合はダイオネットを着花木の樹冠の下の地面に広く敷きつめて大型のリタートラップを作り、落下する雄花を全部回収した。単木被覆法は大径木に応用することは困難なので、鳥大樹園内の小径木8本について調査した。

リタートラップの設置は開花期の前に行い、スギ林では3月上、中旬から8月下旬まで、ヒノキ林では4月上旬から11月下旬までトラップを設置した。しかし、年によって開花期や降雪、融雪の時期に差があり、12月に設置した年もある。リターの回収は月に1～2回行った。回収したリターは雄花を選別し、100°Cで24～48時間乾燥して乾重量を測定した。測定は感度1mgの電子天秤で行った。雄花の個数は落下量が少ない場合は全部数えたが、多い場合は各トラップ毎に1,000個を任意に抽出して乾重量を測定し、それをもとにして比例計算によって求めた。

(3) 雄花の飛散距離の調査

スギの雄花は軽く、母樹からかなり遠くまで飛散する。神社などの孤立木の単木当り花粉生産量を推定するためには、母樹からどのように雄花が地面に落下するか調査する必要がある。そこで孤立状態にある鳥大森山演習林内のスギ2本と、鳥取市樗谿神社内のスギ3本、計5本を用いて1987年に雄花の飛散状況を調査した。調査方法は、幅1mのダイオネットを母樹の中心より外側へ向かって7～9mの距離まで地面に敷き、帯状のリタートラップを設置して、母樹の中心から1m毎に落下する雄花を回収した。そして樹冠投影面内と投影面外に落下する雄花の乾重量を求め、その比率を計算した。

(4) 林分及び単木の花粉生産量の推定方法

スギ林、ヒノキ林における花粉生産量は回収した雄花の量をもとに計算した。しかし、スギ、ヒノキの着花は個体差があって1つの林分で全個体が着花するとは限らない。着花本数率は年によって差がある。特に幼齢林では着花本数率が低いので林分の花粉生産量を推定する際には着花本数を考慮して計算する必要がある。着花本数率は各林分で30～50本を無作為に選んで雄花の着生状況を調査して求めた。

林分の花粉生産量は次の方法によって求めた。

$$\text{ha 当り花粉乾重量} = \frac{\text{m}^2 \text{ 当り平均雄花落下量 (乾重量)} \times \text{花粉率} \times \text{1本の木の平均占有面積 (m}^2\text{)}}{\text{ha 当り着花本数}}$$

$$\text{ha 当り花粉粒数} = \frac{\text{m}^2 \text{ 当り平均雄花落下数 (個)} \times \text{雄花当り平均花粉粒数} \times \text{1本の木の平均占有面積 (m}^2\text{)}}{\text{ha 当り着花本数}}$$

開花後の雄花乾重に対する花粉率はスギ1.0、ヒノキ1.2とした。また雄花1個に含まれる平均花粉粒数はスギ396,000個（幾瀬）、ヒノキ198,200個（斉藤ら）として計算した。

単木の花粉生産量はスギで調査し、次の方法によって推定した。単木被覆法により雄花を回収した場合、

1 本当り花粉乾重量 = 1 本当り雄花落下量 (乾重量) × 花粉率 (1.0)

1 本当り花粉粒数 = 1 本当り雄花落下数 × 雄花当り平均花粉粒数 (396,000)

リタートラップ法により雄花を回収した場合,

1 本当り花粉乾重量 = m^2 当り雄花落下量 (乾重量) × 花粉率 (1.0) × 樹冠面積 (m^2) ÷ 樹冠投影面内落下率 (0.40)

1 本当り花粉粒数 = m^2 当り雄花落下数 (個) × 雄花当り平均花粉粒数 (396,000) × 樹冠面積 (m^2) ÷ 樹冠投影面内落下率 (0.40)

III 結果と考察

1. スギ, ヒノキの雄花に含まれる花粉の量

(1) スギ

スギの雄花1,000個に含まれる花粉の重量と花粉率を表3に示した。20本について調べたが, 雄花

表3 スギの雄花1,000個に含まれる花粉重量と花粉率

調 査 木	雄花1,000個乾重量 (g)		花粉乾重量 (a - b) (g)	花 粉 率 (%)		
	開 花 前 (a)	開 花 後 (b)		対 開 花 前 $\frac{(a-b)}{a} \times 100$	対 開 花 後 $\frac{(a-b)}{b} \times 100$	
鳥大樹木園	No.1	6.820	3.200	3.620	53.1	113.1
	2	7.220	3.310	3.910	54.2	118.1
	3	6.840	3.860	2.980	43.6	77.2
	4	5.690	3.425	2.265	39.8	66.1
	5	3.890	2.083	1.807	46.5	86.7
平 均	6.092	3.176	2.916	47.4	92.2	
鳥大蒜山林 演習林	No.1	7.840	2.994	4.846	61.8	161.9
	2	8.634	5.815	2.819	32.6	48.5
	3	8.375	3.755	4.620	55.2	123.0
	4	10.425	4.145	6.280	60.2	151.5
	5	8.012	3.524	4.488	56.0	127.4
平 均	8.657	4.247	4.411	53.2	122.5	
精 英 樹	北山1号	5.240	3.213	2.027	38.7	63.1
	東伯4号	7.120	4.030	3.090	43.4	76.7
	日野7号	4.720	2.835	1.885	39.9	66.5
	日野15号	9.250	5.035	4.215	45.6	83.7
	松江3号	14.900	6.644	8.256	55.4	124.3
	太田3号	6.040	3.180	2.860	47.4	89.9
平 均	7.878	4.156	3.722	45.1	84.0	
神 社 林	No.1	9.078	3.864	5.214	57.4	134.9
	2	4.917	2.752	2.165	44.0	78.7
	3	9.583	3.698	5.885	61.4	159.1
	4	9.293	4.016	5.277	56.8	131.4
平 均	8.218	3.583	4.635	54.9	126.0	
全 体 平 均	7.694	3.769	3.925	49.7	104.1	

1,000個重,花粉乾重量及び花粉率は個体及び品種によって著しく差があった。鳥大樹木園の実生スギNo.5, 精英樹日野7号などは雄花が小さくて軽く,花粉含有量は少なかった。精英樹松江2号は雄花が大きくて重く,花粉含有量は特に多かった。雄花1,000個当りの花粉含有量は,乾重量で1.8~8.3g,平均3.9gであった。雄花が大きくて重いものは花粉含有量が多い傾向がみられた。

開花前の雄花乾重に対する花粉率は33~61%,平均50%であった。また開花後の雄花乾重に対する花粉率は49~162%,平均104%であった。花粉率も個体によって著しく差があった。筆者らは前報⁴⁾でスギの雄花に含まれる花粉率は,開花前の雄花乾重に対しては平均49%,開花後の雄花乾重に対しては平均98%であることを報告したが,今回は調査本数を更に増やして計算したので前回と少し値が違う結果になった。しかし,雄花乾重量の約半分は花粉と見なしてよい。斉藤ら⁶⁾が裏日本系スギで調査したところによると,雄花1個の平均花粉重は2.97~3.05mgである。この値は本報告と比較するとやや小さい。しかし,雄花の花粉含有率は平均49%で本研究の結果と大体一致する。従って本研究ではリタートラップで捕捉した雄花落下量(乾重量)に1.0を乗じ花粉重量を計算した。

(2) ヒノキ

ヒノキの雄花1,000個に含まれる花粉重量と花粉率を表4に示した。8個体で調べたが,雄花1,000

表4 ヒノキの雄花1,000個に含まれる花粉重量と花粉率

調 査 木	雄花1,000個乾重量 (g)		花粉乾重量 (a-b) (g)	花 粉 率 (%)		
	開 花 前 (a)	開 花 後 (b)		対 開 花 前 $\frac{(a-b)}{a} \times 100$	対 開 花 後 $\frac{(a-b)}{b} \times 100$	
智 頭 町	No.1	1.568	0.718	0.850	54.2	118.4
	2	2.000	1.004	0.996	49.8	99.4
	3	1.983	0.792	1.191	60.1	150.4
	4	1.693	0.810	0.883	52.2	109.0
	5	1.815	0.790	1.025	56.5	129.7
	6	2.198	0.900	1.298	59.1	144.2
	7	1.888	0.834	1.054	55.8	126.4
	8	1.920	0.990	0.930	48.4	93.9
平 均	1.883	0.855	1.028	54.5	121.4	

個当り花粉乾重量は0.85~1.30g,平均1.03gで,スギに比べて小さな値である。花粉率は,開花前の雄花乾重に対しては平均54.5%,開花後の雄花乾重に対しては平均121.4%であった。斉藤ら⁵⁾の研究によると,ヒノキの雄花1個の平均花粉重量は1.12mg,開花直前の雄花重量に対する花粉率は56.2%,花粉放出後の雄花重量に対する花粉率は128.5%である。しかし,この研究は1個体で調査した値であって,個体数を増やすと値が大分違ってくると思う。本研究では,リタートラップで捕捉した雄花落下量(乾重量)に1.2を乗じて花粉重量を計算した。

表 5 A スギ林における㎡当り雄花落下量

調 査 林 分	林 齢 (年)	乾 重 量 (g)				
		1986	1987	1988	1989	1990
鳥 取 市 鳥 大 樹 木 園 実 生 林	10~ 14	<u>74.58</u> 21.72~147.91	<u>31.90</u> 4.77~73.89	<u>51.02</u> 23.57~68.21	<u>42.19</u> 3.98~159.14	<u>64.36</u> 12.23~182.26
岡 山 県 川 上 村 鳥 大 蒜 山 演 習 林	沖ノ山スギ実生林	<u>12.50</u> 1.14~22.41	<u>14.77</u> 7.50~23.58	<u>36.58</u> 8.74~79.77	<u>1.98</u> 0.20~5.85	<u>19.71</u> 7.92~36.10
	智頭スギさし木林	<u>21.45</u> 15.29~30.06	<u>21.57</u> 10.20~39.89	<u>47.61</u> 30.16~63.09	<u>4.40</u> 2.04~8.13	<u>21.87</u> 10.82~35.10
	新庄スギさし木林	<u>4.61</u> 0.84~7.06	<u>5.05</u> 2.01~9.99	<u>31.67</u> 21.69~52.59	<u>1.74</u> 0.51~3.87	<u>11.16</u> 0.87~22.95
	地スギ実生林	<u>14.81</u> 6.44~22.31	<u>26.69</u> 15.54~34.50	<u>56.22</u> 17.60~84.61	<u>8.83</u> 4.46~16.98	<u>49.04</u> 32.56~69.26
鳥 取 県 智 頭 町	さし木林 約80	***	<u>8.94</u> 1.97~13.50	<u>37.13</u> 20.63~53.66	***	<u>14.75</u> 4.01~23.02
	さし木林 約95	***	<u>5.56</u> 3.80~9.76	<u>37.58</u> 26.39~50.46	***	<u>9.15</u> 2.75~22.86
岡 山 県 新 庄 村	実生林 約50	***	***	<u>66.40</u> 36.93~129.40	<u>0.74</u> 0.19~1.93	<u>21.76</u> 10.45~36.02
	天然林 150以上	***	***	<u>105.35</u> 51.35~207.88	<u>0.70</u> 0.30~1.73	<u>31.74</u> 20.00~42.72
鳥 取 市 樗 谿 神 社 実 生 林	50~ 120	<u>41.50</u> 2.49~81.79	<u>38.29</u> 17.69~66.31	<u>77.67</u> 26.89~166.70	<u>6.57</u> 1.60~10.56	<u>54.20</u> 22.20~149.00

表 5 B スギ林における㎡当り雄花落下量

調 査 林 分	林 齢 (年)	個 数				
		1986	1987	1988	1989	1990
鳥 取 市 鳥 大 樹 木 園 実 生 林	10~ 14	<u>24,910</u> 7,214~50,830	<u>9,920</u> 2,330~21,190	<u>13,868</u> 8,353~17,923	<u>11,524</u> 3,932~36,540	<u>18,849</u> 3,046~53,606
岡 山 県 川 上 村 鳥 大 蒜 山 演 習 林	沖ノ山スギ実生林	<u>2,990</u> 280~4,870	<u>3,260</u> 1,620~6,020	<u>8,632</u> 2,174~22,060	<u>612</u> 81~2,042	<u>6,151</u> 2,220~11,545
	智頭スギさし木林	<u>4,570</u> 3,050~6,450	<u>4,630</u> 2,240~8,160	<u>10,730</u> 6,926~14,392	<u>1,365</u> 657~2,224	<u>6,172</u> 3,046~9,118
	新庄スギさし木林	<u>1,430</u> 320~2,150	<u>1,480</u> 580~2,330	<u>9,063</u> 5,405~11,931	<u>694</u> 190~1,460	<u>3,938</u> 423~8,032
	地スギ実生林	<u>4,150</u> 1,530~6,390	<u>5,420</u> 3,240~7,580	<u>12,777</u> 4,579~18,188	<u>2,340</u> 1,192~4,649	<u>14,260</u> 9,455~20,798
鳥 取 県 智 頭 町	さし木林 約80	***	<u>2,360</u> 450~3,670	<u>9,084</u> 5,712~13,857	***	<u>4,847</u> 1,373~6,923
	さし木林 約95	***	<u>1,350</u> 890~1,770	<u>7,818</u> 5,534~10,182	***	<u>2,472</u> 808~6,351
岡 山 県 新 庄 村	実生林 約50	***	***	<u>17,501</u> 9,046~30,332	<u>264</u> 75~704	<u>6,843</u> 3,482~11,185
	天然林 150以上	***	***	<u>31,049</u> 14,474~61,034	<u>314</u> 144~823	<u>10,717</u> 5,635~14,239
鳥 取 市 樗 谿 神 社 実 生 林	50~ 120	<u>10,810*</u> 930~22,120	<u>9,880</u> 5,580~19,740	<u>15,590</u> 4,503~27,922	<u>1,496</u> 308~2,309	<u>13,257</u> 6,503~32,747

備考：*印の落下量は岡山県真庭郡川上村内の神社林における調査である。***印は未調査。

2. スギ林, ヒノキ林における m^2 当り雄花落下量

(1) スギ林

スギ林で5カ年間調査した。 m^2 当り雄花落下量を表5に示した。 m^2 当り雄花乾重量は、鳥大樹木園の10~14年生実生林では平均31.90~74.58 g, 最大182.26 gであった。鳥大蒜山演習林の30~34年生スギ林の各年度の平均落下量は、沖ノ山スギ実生林で1.98~36.58 g/ m^2 , 智頭スギさし木林で4.40~47.61 g/ m^2 , 新庄スギさし木林で1.74~31.67 g/ m^2 , 地スギ実生林で8.83~56.22 g/ m^2 であった。この四つの林分では地スギ実生林が最も落下量が多く、新庄スギさし木林が最も落下量が少なかった。鳥取県智頭町の80~95年生さし木林では平均5.56~37.58 g/ m^2 落下した。この林分は壮齢林であるが落下量は比較的少なかった。岡山県新庄村の約50年生実生林では平均0.74~66.40 g/ m^2 , 同天然林では0.70~105.35 g/ m^2 落下した。1988年は大豊作で天然林の老木の着花量が著しく多く、最大208 g/ m^2 落下している。しかし、その翌年は凶作で殆ど落下しなかった。神社の老木は孤立木で日当たりがよく、花が多く着生する。樗谿神社のスギでは平均6.57~77.67 g/ m^2 , 最大166.70 g/ m^2 落下した。

雄花落下量を個数で示すと、鳥大樹木園では平均9,920~24,910個/ m^2 , 鳥大蒜山演習林の地スギ実生林では平均2,340~14,260個/ m^2 , 新庄スギさし木林では平均694~9,063個/ m^2 , 智頭町の人工林

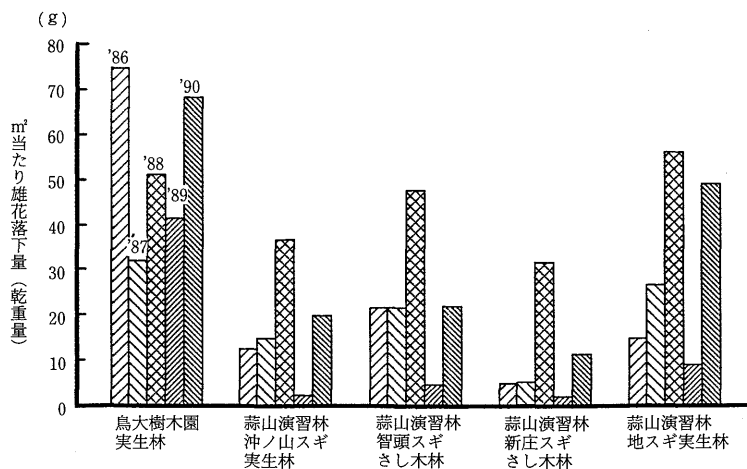


図1 各林分におけるスギ雄花落下量の年変動 (1986~1990年)

では平均1,350~9,084個/ m^2 , 新庄村の人工林では平均264~17,501個/ m^2 , 同天然林では平均314~31,049個/ m^2 , 樗谿神社の壮・老齢木では平均1,496~15,590個/ m^2 落下している。

雄花の落下量は年度, 林分, 個体によって著しく差があった。5年間調査した5林分の年変動を図1に示した。鳥大樹木園では1986年と1990年の落下量が特に多く, 1987年が少ない。鳥大蒜山演習林の沖ノ山スギ, 智頭スギ, 新庄スギの林分では, 1988年が特に多く, 1989年が特に少ない。また地スギ実生林では1988年と1990年が特に多く, 1989年が少ない。蒜山演習林では1988年が豊作, 1989年が凶作である。鳥大樹木園のスギは幼齢林であるにもかかわらず雄花の着生が非常に多く,

毎年多量に着花している。これは大部分が実生スギであること、また低地林（標高20m）で夏の乾燥が激しいこと、更にスギカミキリの被害木が多いことなど、着花を促進する要因が重なって多く花を着生したものと思われる。蒜山演習林のスギ林は標高600mのやや高地にあるが、林分（品種）によって雄花の落下量に差がみられる。新庄スギのさし木林は、隣村の新庄村の天然林からさし穂をとり赤ざし苗を養成して造林した林で、ウラスギの系統であるが4林分の中で最も着花量が少ない。地スギの実生林は、村内の造林地から種子をとり実生苗を養成して造林したもので、品種の来歴は明かでないが着花量が非常に多かった。一般に実生林はさし木林に比べて着花量が多いことが報告されているが²⁾、沖ノ山スギの実生林はそれほど着花量は多くない。スギの着花性は実生、さし木という繁殖様式のほかに品種の遺伝的な性質によるものと思われる。神社の老木は孤立状態で生育しているものが多く、一般の造林地に比べて着花量が多いようである。しかし、個体によって着花量に差があり、直径1m以上の大木でも老衰した勢の弱い木は花の着生が悪いようである。

(2) ヒノキ林

ヒノキ林における m^2 当り雄花落下量を表6に示した。鳥大蒜山演習林の20年生林分では、平均

表6 ヒノキ林における m^2 当り雄花落下量

調査林分	林齢 (年)	乾 重 量 (g)				
		1986	1987	1988	1989	1990
鳥大蒜山演習林	20	***	$\frac{2.79}{0.64\sim 9.20}$	$\frac{13.69}{6.68\sim 27.82}$	$\frac{0.80}{0.20\sim 2.02}$	$\frac{5.78}{2.83\sim 11.93}$
山口奥国有林	約80	$\frac{2.35}{1.12\sim 5.34}$	$\frac{0.21}{0.03\sim 0.60}$	$\frac{7.77}{2.53\sim 10.95}$	$\frac{0.11}{0.05\sim 5.17}$	$\frac{0.27}{0.07\sim 0.47}$
智 頭 町	約60	$\frac{6.65}{3.25\sim 10.39}$	$\frac{9.01}{6.27\sim 14.86}$	$\frac{51.75}{36.39\sim 83.62}$	***	$\frac{6.84}{3.91\sim 11.29}$

調査林分	林齢 (年)	個 数				
		1986	1987	1988	1989	1990
鳥大蒜山演習林	20	***	$\frac{4,706}{1,374\sim 12,433}$	$\frac{17,549}{8,558\sim 35,668}$	$\frac{1,216}{326\sim 3,061}$	$\frac{7,609}{4,366\sim 19,497}$
山口奥国有林	約80	$\frac{2,470}{1,120\sim 5,170}$	$\frac{207}{26\sim 650}$	$\frac{12,843}{4,182\sim 18,066}$	$\frac{120}{52\sim 170}$	$\frac{331}{76\sim 577}$
智 頭 町	約60	$\frac{7,860}{3,340\sim 12,690}$	$\frac{10,546}{8,056\sim 17,899}$	$\frac{60,315}{42,413\sim 97,459}$	***	$\frac{6,488}{3,396\sim 11,747}$

備考：***印は未調査。

0.80~13.69 g/m²、最大27.82 g/m²落下した。山口奥国有林のヒノキは80年生の壮齢林であるが、落下量は蒜山演習林の幼齢林よりも少なく、平均0.11~7.77 g/m²である。智頭町の60年生ヒノキ林は林縁木で着花量が多く、平均6.65~51.75 g/m²、最大83.62 g/m²落下している。雄花の落下数は、鳥大蒜山演習林で平均1,216~17,549個/m²、山口奥国有林で平均120~12,843個/m²、智頭町で平均6,488~60,315個/m²である。林分及び年度によって雄花の落下量に大きな差がみられた。1988年は豊作、1989年は凶作である。

3. スギ林, ヒノキ林の花粉生産量

(1) スギ林

スギ林における花粉生産量を表7に示した。ha 当り花粉生産量は、リタートラップ内に落下した

表7 スギ林におけるha当り花粉生産量

調査林分	林齢 (年)	乾 重 量 (kg)					平 均	
		1986	1987	1988	1989	1990		
鳥大樹木園実生林	10~14	693.4	255.2	459.2	396.6	643.6	489.6	
岡山県 川上郡 鳥大森山 演習林	沖ノ山スギ実生林	30~34	62.5	81.2	252.4	5.9	141.9	108.8
	沖ノ山スギさし木林	〃	5.5	10.1	104.5	2.6	11.3	26.8
	智頭スギさし木林	〃	75.1	122.9	295.2	15.4	96.2	121.0
	新庄スギさし木林	〃	9.2	11.1	186.9	3.5	30.1	48.2
	地スギ実生林	〃	118.5	226.9	562.2	61.8	490.4	292.0
鳥取県 智頭町	さし木林	約80	***	74.2	311.9	***	113.6	166.6
	さし木林	約95	***	29.5	375.8	***	65.9	157.1
岡山県 新生村	実生林	約50	***	***	664.0	7.4	217.6	296.3
	天然林	150以上	***	***	1,053.5	7.0	301.5	454.0
平 均		160.7	101.4	426.6	62.5	211.2	216.0	

調査林分	林齢 (年)	粒 数 (個)					平 均	
		1986	1987	1988	1989	1990		
鳥大樹木園実生林	10~14	91.74×10^{12}	31.43×10^{12}	49.43×10^{12}	42.90×10^{12}	74.64×10^{12}	58.02×10^{12}	
岡山県 川上郡 鳥大森山 演習林	沖ノ山スギ実生林	30~34	5.90×10^{12}	7.10×10^{12}	23.59×10^{12}	0.73×10^{12}	17.54×10^{12}	10.97×10^{12}
	沖ノ山スギさし木林	〃	0.68×10^{12}	1.17×10^{12}	9.77×10^{12}	0.41×10^{12}	1.96×10^{12}	2.80×10^{12}
	智頭スギさし木林	〃	6.33×10^{12}	10.45×10^{12}	26.34×10^{12}	1.89×10^{12}	10.75×10^{12}	11.15×10^{12}
	新庄スギさし木林	〃	1.13×10^{12}	1.29×10^{12}	21.19×10^{12}	0.55×10^{12}	4.21×10^{12}	5.67×10^{12}
	地スギ実生林	〃	13.15×10^{12}	18.24×10^{12}	50.60×10^{12}	6.49×10^{12}	56.47×10^{12}	28.99×10^{12}
鳥取県 智頭町	さし木林	約80	***	7.76×10^{12}	30.22×10^{12}	***	14.78×10^{12}	17.59×10^{12}
	さし木林	約95	***	2.84×10^{12}	30.96×10^{12}	***	7.05×10^{12}	13.62×10^{12}
岡山県 新生村	実生林	約50	***	***	69.31×10^{12}	1.05×10^{12}	27.10×10^{12}	32.49×10^{12}
	天然林	150以上	***	***	122.95×10^{12}	1.24×10^{12}	40.32×10^{12}	54.84×10^{12}
平 均		19.82×10^{12}	10.04×10^{12}	43.44×10^{12}	6.91×10^{12}	25.48×10^{12}	23.61×10^{12}	

備考：***印は未調査

m²当り雄花乾重、個数に花粉率あるいは1雄花当り花粉粒数を乗じ、更に1本の木の平均占有面積及びha当り着花本数を乗じて計算した。林分及び年度によって着花本数率に著しく差がみられたので、このような方法をとった。各林分におけるha当り花粉生産量の各年度の平均値は、鳥大樹木園の10~14年生実生林では255~693kg/ha・yr, $31.43 \times 10^{12} \sim 91.74 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 鳥大蒜山演習林の30~34年生地スギ実生林では62~562kg/ha・yr, $6.49 \times 10^{12} \sim 56.47 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 沖ノ山スギ実生林では6~252kg/ha・yr, $0.73 \times 10^{12} \sim 23.59 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 沖ノ山スギさし木林では2.6~105kg/ha・yr, $0.41 \times 10^{12} \sim 9.77 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 新庄スギさし木林では3.5~187kg/ha・yr, $0.55 \times 10^{12} \sim 21.19 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 智頭町の95年生さし木林では30~376kg/ha・yr, $2.84 \times 10^{12} \sim 30.96 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 新庄村の50年生実生林では7.4~664kg/ha・yr, $1.05 \times 10^{12} \sim 69.31 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 同老齡天然林では7~1,054kg/ha・yr, $1.24 \times 10^{12} \sim 122.95 \times 10^{12}$ 個/ha・yrであった。ha当り花粉生産量は林分, 年度, 樹齡などによって著しく差があり, 豊作年には中・壯齡の実生林で250~660kg/ha・yr, 老齡林で1,050kg/ha・yr生産されることがわかった。

鳥大樹木園のスギ林は幼齡林であるが花粉の生産量が多い。蒜山演習林のスギ林では地スギの実生林が最も花粉生産量が多く, 沖ノ山スギ, 新庄スギのさし木林は花粉生産量が少ない。これは前述のとおりウラスギの系統であるからである。智頭町の人工林は壯齡林であるにもかかわらず花粉生産量が比較的少ない。沖ノ山スギのさし木林といわれており, ウラスギの系統であるためと思われる。しかし, 新庄村の天然林はウラスギの系統であるが1988年には多量に着花し, ha当り推定値は1,054kgという驚くべき数値になった。スギ林の花粉生産量を調べた研究は少ない。斉藤ら^{6,7)}が京大芦生演習林の裏日本系スギの天然林(樹齡100~200年生, 胸高直径40~50cm)及び人工林(50年生)で測定した結果によると, スギ林の花粉生産量は林分及び年度によって著しく差があり, 7年間の測定値は3.4~430kg/ha・yrの範囲にあったという。しかし, 豊作年(1982年)には160~430kg(平均250kg)/ha・yrの花粉を生産している。一方, 表日本系スギの約80年生林分では1984年に約1,300kg/ha・yrの値が観察されたと述べている。本研究においても林分(品種), 樹齡及び年度によってスギ林の花粉生産量に大きな差がみられた。1986年から1990年まで5年間の調査で1988年が豊作であるが, 実生林とさし木林を比較してみると, 実生林がさし木に比べて花粉生産量が多い。蒜山演習林内のスギ林は同じ場所にあり環境条件は同一であるが, 地スギ実生林の花粉生産量562kg/ha・yrに対しウラスギ系の沖ノ山スギさし木林, 新庄スギさし木林のそれは105~187kg/ha・yrで, 実生林はさし木林よりも3~5倍多い。智頭町の人工林と新庄村の人工林は直線距離で約70kmほど離れているが, 標高は前者が400~450m, 後者が700mでいずれもスギの適地である。智頭町の80~95年生さし木林の1988年の花粉生産量は312~376kg/ha・yrであるが, 新庄村の実生林のそれは664kg/ha・yrで, 約2倍多い。新庄村の天然林はウラスギの系統であるが, 胸高直径は59~120cm(平均82cm)で, 大径木の多い老齡林である。この林は1988年には各個体とも樹冠全体に鈴なりに雄花が着生していた。花粉生産量は1,054kg/ha・yrで他の林分に比べてかけ離れて量が多いが, この値は後述べる単木の花粉生産量から判断してもあながちおかしい数値ではないと思う。金指ら⁴⁾が筑波山周辺の14年生から40年生までのスギ林で調査した報告によると, 30年生程度までは林齡とともに花粉生産量は増加するが, 30年生以上では各林分ともほぼ同程度で, およそ 5.0×10^{13} 個の花粉生産量で

あったとしている。この値は、本研究における実生林の豊作年（1988年）における値とほぼ一致する。本研究の結果からみると、中・壮齡林の豊作年における花粉生産量は実生林で250～650kg/ha、ウラスギ系のさし木林で200～400kg/ha程度と推定される。しかし、老齡林では1,000kg/haを越えることがある。大豊作の翌年は凶作で、凶作年の花粉生産量は老齡林でも10kg/ha以下で、林分間の差は小さい。

(2) ヒノキ林

ヒノキ林で4年間調査したha当り花粉生産量を表8に示した。ヒノキ林の花粉生産量は林分及び

表8 ヒノキ林におけるha当り花粉生産量

調査林分	林齡 (年)	乾 重 量 (kg)					平 均
		1986	1987	1988	1989	1990	
鳥大蒜山演習林	20	***	30.13	164.28	9.60	69.36	68.34
山口奥国有林	約80	28.20	2.52	93.24	1.32	3.24	25.70
智頭町	約60	79.80	108.12	621.00	***	82.08	222.75
平 均		54.00	46.92	292.84	5.46	51.56	105.60

調査林分	林齡 (年)	粒 数 (個)					平 均
		1986	1987	1988	1989	1990	
鳥大蒜山演習林	20	***	8.39×10^{12}	34.78×10^{12}	2.41×10^{12}	15.08×10^{12}	15.17×10^{12}
山口奥国有林	約80	4.90×10^{12}	0.41×10^{12}	25.45×10^{12}	0.24×10^{12}	0.66×10^{12}	6.33×10^{12}
智頭町	約60	15.58×10^{12}	20.90×10^{12}	119.54×10^{12}	***	12.86×10^{12}	42.22×10^{12}
平 均		10.24×10^{12}	9.90×10^{12}	59.92×10^{12}	1.33×10^{12}	9.53×10^{12}	21.24×10^{12}

備考：***印は未調査

年度によって著しく差がみられた。鳥大蒜山演習林の20年生の林分では、9.60～164.28kg/ha・yr, 2.41×10^{12} ～ 34.78×10^{12} 個/ha・yr, 山口奥国有林の80年生の林分では1.32～93.24kg/ha・yr, 0.24×10^{12} ～ 25.45×10^{12} 個/ha・yr, 智頭町の林分では79.80～621.00kg/ha・yr, 15.58×10^{12} ～ 119.54×10^{12} 個/ha・yr生産された。蒜山演習林のヒノキ林は幼齡林であるが花粉生産量は比較的多い。山口奥国有林は樹齡が古い花粉の生産量は少ない。智頭町のヒノキ林は特に花粉生産量が多いが、これは林縁部に数列植栽されており日当たりがよいためと思われる。年変動は1988年が豊作、1989年が凶作、1986年と1990年が並作である。豊作年には20年生の幼齡林でも164kg/haの花粉が生産されている。また智頭町のヒノキ林では621kg/haという値になり、スギの実生林に匹敵する生産量であった。しかし、凶作年の生産量は10kg/ha以下で少ない。智頭町のヒノキ林は1989年には全く着花しなかった。

ヒノキ林の花粉生産量を調査した研究は少ない。斉藤ら⁵⁾が比叡山の55年生と60年生ヒノキ林で調査した報告によると、ha当り花粉生産量は14.59～209.9kg/ha・yr, 2.59×10^{12} ～ 3.72×10^{13} 個/ha・yrであった。本研究と比較すると、智頭町の60年生林分よりも少ない。智頭町のヒノキ林の場合は特別であって、一般のヒノキ林の花粉生産量はこれほど多くはないと思う。ヒノキ林の調査例が少ないので確実なことは言えないが、スギ林と比較するとha当り花粉生産量は同齡のスギ実生林よりも

少ない。しかし、ha 当り花粉粒数はスギ実生林に匹敵する数である。

4. スギ単木の花粉生産量

(1) 推定方法

小径木は単木被覆法によって推定した。すなわち、大型のリタートラップで1本の木の樹冠を取り囲み、落下する雄花を全部回収した。しかし、大径木では樹冠全体をリタートラップで取り囲むことが困難であり、帯状リタートラップを母樹の中心から外側へ7~9m設置して、樹冠投影面内と投影面外に落下する雄花の量を測定し、その比率を求めて1本の木の雄花落下量を推定した。

帯状リタートラップ法によって回収した樹冠投影面内と投影面外に落下した雄花乾重量とその割合を表9に示した。供試木は胸高直径35~48cm, 樹高13~23mの孤立木である。表9によると、樹

表9 帯状リタートラップにおける樹冠投影面内と投影面外に落下したスギ雄花の乾重量とその割合

調 査 木	胸高直径 (cm)	樹 高 (m)	樹冠半径 (m)	トラップ の長さ (m)	樹冠投影面内 落 下 量		樹冠投影面外 落 下 量	
					乾重量 (g)	割合 (%)	乾重量 (g)	割合 (%)
鳥大蒜山演習林 No.1	35	14	2	7	6.82	36.8	11.72	63.2
” No.2	36	13	2	9	7.08	29.0	17.30	71.0
樗 谿 神 社 No.6	43	23	3	8	42.47	47.0	47.92	53.0
” No.7	42	18	4	9	33.15	42.2	45.49	57.8
” No.8	48	23	4	8	26.99	59.7	18.21	40.3
平 均	41	18	3	8.2	23.30	42.9	28.13	57.1

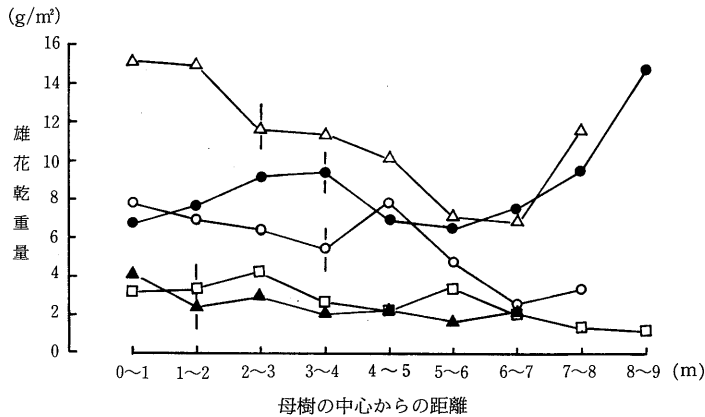


図2 距離別雄花落下量 (乾重量)

▲ 鳥大蒜山演習林 No.1 △ 鳥取市樗谿神社 No.6
 □ ” No.2 ● ” No.7
 ○ ” No.8

図中の | 印は樹冠縁を示す。

冠投影面内落下量は平均43%, 投影面外落下量は平均57%である。しかし、距離別雄花落下量をみると(図2), 蒜山No.1, No.2, 樗谿No.8は母樹の中心から遠ざかるにしたがって雄花の落下量が減

少しているが、樗谿No.6, No.7は7~9 m位置で落下量が再び増加している。樹高, 風, 周囲の障害物などの影響によって個々の木の雄花の飛散の仕方が異なるようである。この実験では母樹の周囲に建物や道路があり, 帯状のトラップを長く延ばすことができなかつたが, 更にトラップを延長すれば樹冠投影面外落下量が増加するはずである。また樹高が高い木では雄花が広く分散して落下する可能性がある。これらのことを考えて, 本研究では孤立木の花粉生産量を推定する場合, 雄花の樹冠投影面内落下量を40%, 投影面外落下量を60%として計算した。すなわち, 樹冠下に設置したリタートラップで回収した m^2 当り雄花量に樹冠投影面積を乗じ, 更に投影面外落下量を加えて1本の木の雄花生産量を推定し, これをもとにして花粉生産量を計算した。

(2) 単木被覆法による花粉生産量の推定

1本当り雄花落下量及び花粉生産量を表10に示した。1986年の調査では, 1本当り雄花落下量は

表10 スギ単木の花粉生産量 (単木被覆法による推定)

調査木	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	樹冠直径 (m)	樹冠面積 (m^2)	1本当り 雄花落下量		1本当り 花粉生産量		備考	
					乾重量 (g)	個数 (個)	乾重量 (g)	粒数 (個)		
鳥大 樹木園	No.1	5.0	3.4	1.6	2.01	59.11	15,930	59.11	0.63×10^{10}	1986年 の調査
	2	12.6	7.0	3.1	7.31	397.36	168,370	397.36	6.67×10^{10}	
	3	16.3	8.1	3.2	8.04	867.37	307,580	867.37	12.18×10^{10}	
	4	19.1	7.4	3.1	7.79	351.70	176,290	351.70	6.98×10^{10}	
鳥大 樹木園	No.2	12.6	7.0	3.1	7.31	120.90	40,210	120.90	1.59×10^{10}	1987年 の調査
	3	16.3	8.1	3.2	8.04	252.87	91,480	252.87	3.62×10^{10}	
	5	15.0	8.4	3.1	7.55	122.08	58,800	122.08	2.33×10^{10}	
	6	16.0	10.2	3.8	11.34	419.46	116,790	419.46	4.62×10^{10}	
	7	18.0	9.3	4.0	12.57	519.58	137,890	519.58	5.46×10^{10}	
8	12.2	6.2	3.1	7.55	162.32	95,370	162.32	3.78×10^{10}		
平均	14.3	7.5	3.1	7.95	327.28	120,871	327.28	4.79×10^{10}		

59~867 g, 15,930~307,580個, 1本当り花粉生産量は59.11~867.37 g, 0.63×10^{10} ~ 12.18×10^{10} 個であった。1987年の調査では, 1本当り雄花落下量は120.90~519.58 g, 40,210~137,890個, 1本当り花粉生産量は120.90~519.58 g, 1.59×10^{10} ~ 5.46×10^{10} 個であった。両年度を平均すると, 1本当り平均花粉生産量は327.28 g, 4.79×10^{10} 個である。この樹木園のha当り植栽本数は2,500本である。従って単純に計算するとha当り花粉生産量は818kgとなる。供試木はいずれも着花度3~4で, 樹冠全体に雄花が密に着生している。従って表7のha当り花粉生産量(1986年693kg, 1987年255kg)に比べると過大な値になっている。しかし, 1本の雄花を全部回収しているので表10の値は正しく, 最大限の着花量とみてよい。胸高直径15cm程度のスギで樹冠全体に密に雄花が着生したものでは, 1本当り120~870 g, 1.6×10^{10} ~ 12.2×10^{10} 個程度花粉が生産されることがわかった。

(3) リタートラップ法による花粉生産量の推定

1×1 mのリタートラップで回収した雄花落下量から求めた豊作年における神社の老大木の1本当り花粉生産量を表11, 図3に示した。雄花の落下量及び花粉生産量は個体によって著しく差があった。 m^2 当り雄花落下量についてみると, 茅部神社では50~82 g, 平均65 g, 樗谿神社では1988年

表11 豊作年における神社のスギ老木（孤立木）の1本当り花粉生産量

(リタートラップ法による推定)

調査年度 場所	母樹 No.	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	樹冠 直径 (m)	樹冠投 影面積 (m ²)	m ² 当り雄花 落下量		1本当り 雄花生産数 (個)	1本当り花粉 生産量	
						乾重量 (g)	個数 (個)		乾重量 (g)	粒数 (個)
1986年 岡山県 川上村 茅部神社	1	74	22	10.0	78.5	63.29	16,407	3,219,874	12.42	12.75×10 ¹¹
	3	69	20	7.4	43.0	81.79	22,117	2,377,578	8.79	9.42×10 ¹¹
	4	66	30	7.2	40.7	50.45	12,583	1,280,320	5.13	5.07×10 ¹¹
	平均	70	24	8.2	54.1	66.18	17,036	2,292,591	8.78	9.08×10 ¹¹
1988年 鳥取市 樗谿神社	1	142	37	12.4	120.7	52.89	11,884	3,585,997	15.96	14.20×10 ¹¹
	4	68	31	8.7	59.4	166.70	27,922	4,146,417	24.75	16.42×10 ¹¹
	5	42	20	8.0	50.2	74.61	15,183	1,905,467	9.36	7.55×10 ¹¹
	6	43	23	4.5	15.9	103.25	24,248	963,858	4.10	3.82×10 ¹¹
	7	42	18	6.5	33.2	26.89	4,503	373,749	2.23	1.48×10 ¹¹
	8	57	20	8.3	54.1	70.57	12,623	1,707,261	9.54	6.76×10 ¹¹
	9	71	28	5.0	19.6	101.28	17,194	842,506	4.96	3.34×10 ¹¹
	10	86	33	9.5	70.8	36.98	7,692	1,361,484	6.55	5.39×10 ¹¹
	11	68	31	6.2	30.2	84.18	17,995	1,358,623	6.36	5.38×10 ¹¹
	12	74	33	6.9	37.4	64.72	14,107	1,319,005	6.05	5.22×10 ¹¹
	13	75	33	7.7	46.5	72.33	19,644	2,283,615	8.41	9.04×10 ¹¹
	平均	70	28	7.6	48.9	77.67	15,727	1,804,362	8.93	7.15×10 ¹¹
	1990年 鳥取市 樗谿神社	4	69	31	8.7	59.4	30.44	6,773	1,005,791	4.25
10		87	33	9.5	70.8	41.34	9,990	1,768,230	7.32	7.00×10 ¹¹
11		69	31	6.2	30.2	32.20	8,010	604,755	2.43	2.39×10 ¹¹
13		76	34	7.7	46.5	30.99	10,694	1,243,178	3.60	4.29×10 ¹¹
20		116	39	11.5	103.8	22.20	6,503	1,687,529	5.76	6.68×10 ¹¹
21		102	32	12.0	113.5	61.24	16,167	4,567,178	17.30	18.09×10 ¹¹
22		72	26	7.5	44.2	98.70	21,992	2,430,116	10.91	9.62×10 ¹¹
23		153	39	13.5	143.1	45.08	13,089	4,682,590	16.13	18.54×10 ¹¹
24		78	30	5.5	23.7	38.82	9,918	587,642	2.30	2.33×10 ¹¹
25		89	36	7.5	44.2	149.00	32,747	3,618,544	16.47	14.33×10 ¹¹
26		62	28	5.3	22.1	46.23	9,946	549,517	2.55	2.18×10 ¹¹
平均	88	33	8.6	63.7	54.20	13,257	2,067,734	8.12	8.13×10 ¹¹	
1990年 鳥取県 三朝町 三徳山	1	154	31	13.5	143.1	116.29	29,145	10,426,623	41.60	4.13×10 ¹²
	3	109	35	11.8	109.3	91.58	26,392	7,211,614	25.02	2.86×10 ¹²
	平均	132	33	12.7	126.2	103.94	27,769	8,819,119	33.31	3.50×10 ¹²

備考：計算は次の方法による。

1本当り雄花落下数 = m²当り雄花落下数 × 樹冠面積 (m²) ÷ 樹冠投影面内落下率 (0.40)1本当り花粉乾重量 = m²当り雄花落下量 (乾重量) × 花粉率 (1.0) × 樹冠面積 (m²) ÷ 樹冠投影面内落下率 (0.40)

1本当り花粉粒数 = 1本当り雄花落下数 × 雄花当り平均花粉粒数 (396,000)

が27~167g, 平均78g, 1990年が22~149g, 平均54g, 三徳山では92~116g, 平均104gであった。1本当り雄花生産量は茅部神社が平均229万個, 樗谿神社が平均180~207万個, 三徳山が平均882万個であった。1本当り花粉生産量は茅部神社が5.1~12.4kg, 平均8.8kg, 9.1×10¹¹個, 樗谿神社が1988年は2.2~24.8kg, 平均8.9kg, 7.2×10¹¹個, 1990年は2.3~17.3kg, 平均8.1kg, 8.1×10¹¹個, 三徳山が25.0~41.6kg, 平均33.3kg, 3.5×10¹²個であった。

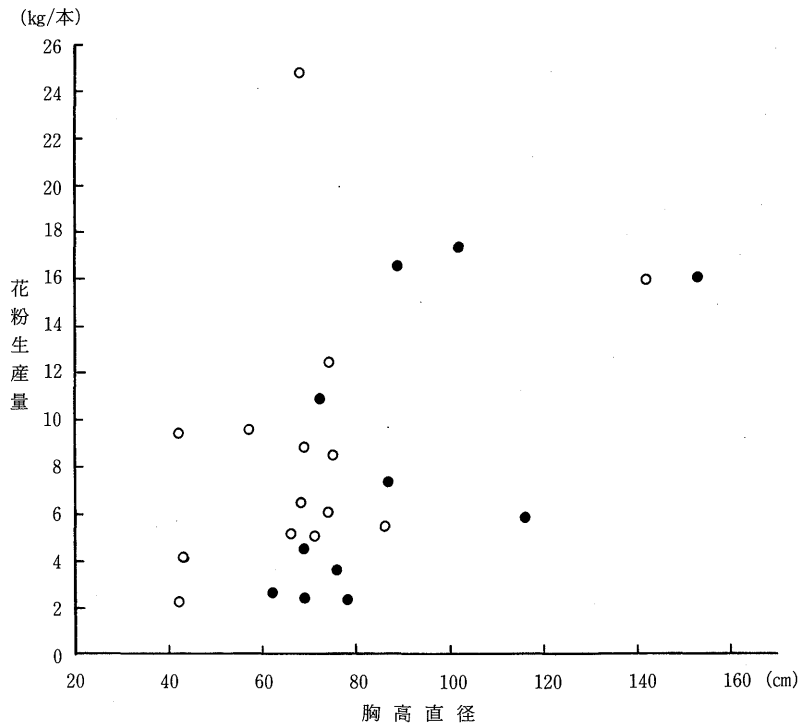


図3 豊作年における神社のスギ老木の1本当たり花粉生産量

○ 1988年の調査 ● 1990年の調査

スギ孤立木の花粉生産量を推定した研究は1例ある。金指・横山^{4,9)}の研究によると、平地に生育する60年生の孤立1本が生産する雄花数は222万個、花粉粒数は 9.1×10^{11} 個である。また15年生の孤立木では雄花数35万個、花粉粒数 1.4×10^{11} 個が生産されると報告している。本研究では、三徳山を除き各神社林の1本当たり雄花生産量は平均180~229万個、1本当たり花粉生産量(粒数)は平均 $7.2 \sim 9.1 \times 10^{11}$ 個であった。金指・横山^{4,9)}の研究と比較して妥当な数値と思われる。ただ三徳山のスギの着花量は飛びぬけて多く、1本当たり雄花数882万個、花粉乾重量33kgという値がでた。特に1号木は胸高直径154cmで、花粉乾重量41.6kgという値になったが、このような数値はいまだ報告されていない。しかし、この木は下枝から梢まで樹冠全体に鈴なりに雄花が着生しており、このような数値がでて不思議ではないと思う。調査木の中で最大の花粉生産量である。

次に胸高直径と花粉生産量との関係を図3に示した。豊作年においても個体差が著しく、胸高直径と単木の花粉生産量との関係について明確な傾向が認められなかった。しかし、単木の最大花粉生産量をみると、胸高直径80cmぐらいまでは直径が増加するに従って最大値が増加し、胸高直径80cm以上になると横ばいになる傾向がみられる。スギ単木の花粉生産能力を知るためには、更に多くの個体について調べる必要がある。

IV 摘 要

スギ林、ヒノキ林で雄花落下量を測定して林分の花粉生産量を推定した。スギ林の花粉生産量は鳥大樹木園ほか10林分で1986年から1990年まで5年間調査した。ヒノキ林の花粉生産量は鳥大蒜山演習林ほか2林分で1986～1990年の5年間調査した。本研究の結果を要約すると次のとおりである。

1. 雄花に含まれる花粉の量

開花直前と花粉放出後の雄花をそれぞれ1,000個採集して乾重量を測定し、それらの乾重量の差を花粉乾重量とみなした。花粉乾重量を雄花乾重量で除して花粉率を求めた。

スギの雄花1,000個当たり花粉乾重量は1.81～8.26 g、平均3.925 gであった。開花前の雄花乾重に対する花粉率は33～61%、平均49.7%、花粉放出後の雄花乾重に対する花粉率は49～162%、平均104.1%であった。

ヒノキの雄花1,000個当たり花粉乾重量は0.85～1.30 g、平均1.028 gであった。開花前の雄花乾重に対する花粉率は、平均54.5%、花粉放出後の雄花乾重に対する花粉率は、平均121.4%であった。スギ、ヒノキとも個体あるいは品種によって花粉含有量及び花粉率に著しく差がみられた。

2. 林分における m^2 当り雄花落下量

(1) スギ林

スギ林における m^2 当り雄花落下量(乾重量)は、鳥大樹木園の10～14年生実生林で平均31.9～74.6 g、最大182.3 gであった。鳥大蒜山演習林の30～34年生林分では、地スギ実生林で平均8.8～56.2 g/ m^2 、新庄スギさし木林で平均1.7～31.7 g/ m^2 、鳥取県智頭町の80～95年生さし木林では平均5.6～37.6 g/ m^2 、岡山県新庄村の約50年生実生林では平均0.7～66.4 g/ m^2 、同天然林では平均0.7～105.4 g/ m^2 落下した。また神社の壮・老齢木では平均6.6～77.7 g/ m^2 、最大166.7 g/ m^2 落下した。

m^2 当り雄花落下数は、鳥大樹木園では平均9,920～24,910個/ m^2 、鳥大蒜山演習林の地スギ実生林では平均2,340～14,260個/ m^2 、新庄スギさし木林では平均694～9,063個/ m^2 、智頭町の人工林では平均1,350～9,084個/ m^2 、新庄村の人工林では平均264～17,501個/ m^2 、同天然林では平均314～31,049個/ m^2 、神社の壮・老齢木では平均1,496～15,590個/ m^2 落下した。

スギ林における雄花落下量は年度、林分、品種及び個体によって著しく差があった。5年間の調査で、鳥大樹木園では1986年と1990年が落下量が特に多く、1989年が少なかった。他の林分では1988年が豊作、1989年が凶作であった。鳥大樹木園のスギは幼齢林であるにもかかわらず毎年多量に着花した。スギカミキリ被害木が多いためと思われる。中・壮齢林では実生林が雄花落下量が多く、さし木林が少ない傾向がみられた。しかし、ウラスギ系統の老齢林(天然林)も豊作年には多量に着花した。また神社の老木は豊作年に多量に着花した。

(2) ヒノキ林

m^2 当り雄花落下量は、鳥大蒜山演習林の20年生林分では平均0.8～13.7 g、最大28.72 g、山口奥国有林の80年生林分では平均0.1～7.8 g、智頭町の60年生林分では平均6.7～51.8 g、最大83.62 g

であった。雄花落下数は、鳥大蒜山演習林で平均1,216~17,549個/m²、山口奥国有林で平均120~12,843個/m²、智頭町で平均6,488~60,315個/m²であった。林分及び年度によって雄花の落下量に大きな差がみられた。1988年は豊作、1989年は凶作であった。

3. 林分における花粉生産量

各林分における ha 当り花粉生産量は、鳥大樹木園の10~14年生実生林では平均255~693kg/ha・yr, $31.43 \times 10^{12} \sim 91.74 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 鳥大蒜山演習林の30~34年生地スギ実生林では平均62~562kg/ha・yr, $6.49 \times 10^{12} \sim 56.47 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 新庄スギさし木林では平均3.5~187kg/ha・yr, $0.55 \times 10^{12} \sim 21.19 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 智頭町の95年生さし木林では平均30~376kg/ha・yr, $2.84 \times 10^{12} \sim 30.96 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 新庄村の50年生実生林では平均7.4~664kg/ha・yr, $1.05 \times 10^{12} \sim 69.31 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 同老齡天然林では平均7~1,054kg/ha・yr, $1.24 \times 10^{12} \sim 122.95 \times 10^{12}$ 個/ha・yr であった。

ha 当り花粉生産量は林分、年度、樹齡などによって著しく差があり、豊作年には中・壯齡の実生林で250~660kg/ha・yr, 老齡林で1,050kg/ha・yr 生産されることがわかった。またウラスギ系のさし木林は実生林に比べて花粉生産量が少ない傾向がみられた。

(2) ヒノキ林

ヒノキ林における ha 当り花粉生産量は、蒜山演習林の20年生の林分では平均9.6~164kg/ha・yr, $2.41 \times 10^{12} \sim 34.78 \times 10^{12}$ 個/ha・yr, 山口奥国有林の80年生林分では平均1.3~93kg/ha・yr, $0.24 \times 10^{12} \sim 25.45 \times 10^{12}$ 個/ha・yr 個, 智頭町の60年生林分では平均80~621kg/ha・yr, $12.86 \times 10^{12} \sim 119.54 \times 10^{12}$ 個/ha・yr と推定された。やはり林分及び年度によって花粉生産量に大きな差がみられた。豊作年には壯齡林で90~620kg/ha・yr の花粉が生産されることがわかった。しかし、凶作年の花粉生産量は10 kg/ha・yr 以下で少なかった。

4. スギ単木の花粉生産量

(1) 単木被覆法による推定

雄花が密に着生した胸高直径5~19cmのスギ小径木について樹冠全体を大型リタートラップで包んで雄花を全部回収し、1本の木の花粉生産量を推定した。1本当り雄花落下量は、平均327.3g, 最大867.4g, 平均120,870個, 最大307,580個であった。1本当り花粉生産量は59~867g, 平均327.3g, $0.63 \times 10^{10} \sim 6.67 \times 10^{10}$ 個, 平均 4.79×10^{10} 個と推定された。

(2) リタートラップ法による推定

神社のスギ老大木(孤立木)について、リタートラップで回収したm²当り雄花落下量から1本の木の花粉生産量を推定した。孤立木における雄花の落下は、樹冠投影面内に全体の40%、投影面外に60%落下すると仮定して、1本の木の雄花及び花粉生産量を計算した。

1本当り雄花生産数は、岡山県川上村の神社林では平均229万個, 鳥取市の神社林では平均180~207万個, 三朝町三徳山の老大木では平均882万個と推定された。1本当り花粉生産量は、川上村の神社林では平均8.78kg, 9.08×10^{11} 個, 鳥取市の神社林では平均8.12~8.93kg, $7.15 \times 10^{11} \sim 8.13 \times 10^{11}$ 個, 三徳山の老大木では平均33.31kg, 3.50×10^{12} 個と推定された。1本当り花粉生産量の最大値は、

胸高直径154cmで41.6kg, 4.13×10^{12} 個であった。

謝 辞

本研究はエッセクス日本株式会社からの援助金（昭和61年～62年）および文部省科学研究費補助金（平成元年～2年）によって行ったものである。これらの研究費の援助に対し深く感謝の意を表す。また本研究の調査・測定に際し当時の造林学研究室大学院生金川 悟君（現在兵庫県教員）、専攻生小西英一君（現在大建工業株式会社）、水谷嘉孝君（現在広島県庁）のご協力を得た。これらの諸君に対し厚くお礼を申し上げる。

文 献

- 1) 橋詰隼人・坂本大輔：スギ林における花粉の生産量について, 日林関西支講, 37 : 142～145 (1986)
- 2) 橋詰隼人：日本列島のスギ林における花粉の生産に関する研究 (I) 各地のスギ林の着花状況, 品種による着花性の差異及び着花に影響する因子について. 鳥大演研報, 19 : 62～122 (1990)
- 3) 幾瀬マサ：葯中の花粉粒並びに大きさについて. 第4紀研究, 4 : 144～149 (1965)
- 4) 金指達郎・横山敏孝：花粉症の原因としてのスギ花粉—空中花粉が増大した要因—, 森林立地, 30 (2) : 11～16 (1988)
- 5) 斉藤秀樹・竹岡政治：壮齡ヒノキ人工林の花粉生産. 日生態会誌, 33 : 365～373 (1983)
- 6) 斉藤秀樹・竹岡政治：裏日本系スギ林の生殖器官生産量及び花粉と種子生産の関係. 日生態会誌, 37 : 183～195 (1987)
- 7) 斉藤秀樹・竹岡政治：スギ雄花を構成する鱗片, 花粉のう及び花粉粒の個数. 日生態会誌, 39 : 121～126 (1989)
- 8) 坂本大輔：我が国の森林における花粉の生産と飛散に関する研究. 昭和62年度鳥取大学大学院農学研究科修士論文, pp. 1～141
- 9) 横山敏孝：スギ林の花粉生産と花粉症. 森林総合研究所報, 8 : 7～8 (1989)