

京都府内全スギ林で生産されたスギ花粉総量はどれほどか — 1997年～2000年までの各年の総数試算 —

齋藤秀樹・糟谷信彦

Total pollen yield of whole Sugi (*Cryptomeria japonica*)

forest stands within Kyoto Prefecture :

an attempt to estimate the sum total for each year between 1997 and 2000

HIDEKI SAITO and NOBUHIKO KASUYA

要旨：京都府相楽郡和束町湯船の約40年生スギ3林分および京都市北部の高齢スギ2林分において、1997年～2000年までの花粉生産量をリタートラップ法で調査した。その結果をもとに、京都府内全スギ林が生産した花粉総量（粒数）を試算した。計算方法は、（年齢別スギ林面積）×（各年齢の平均開花雄花数）×（雄花中の平均花粉数）である。花粉生産量は1997年の平作年から始まり、凶作→平作→凶作と多い少ないを繰り返した。しかし、高齢2林分では2000年の減少は認められなかった。大豊作1995年以降には未開花雄花の落下が増加傾向にある。これは雄花着花の過多が原因となる落花・落蕾、つまり中絶と考えられた。京都府内全スギ林68,666haが生産した花粉総量は $1,250 \times 10^{15}$ 個（1997年・1999年）～ 134×10^{15} （1998年）の範囲と計算された。これらの花粉が土地面積全体460,780haに均一拡散したと仮定すると $27,000/\text{cm}^2 \sim 2,900/\text{cm}^2$ となる。花粉生産量は膨大な数になるので、平作年のスギ花粉（ $250 \times 10^3/\text{cm}^2$ ）が10,000倍の土地に均一拡散したとき $20 \sim 30/\text{cm}^2$ 粒に達する。これは里山の代表種コナラやクリなど、草本のセイタカアワダチソウでも全く同様の結果になる。開花期には、様々な花粉が大量に群落周辺に四散しているのが自然の環境であり、このような環境にヒトは適応し繁栄してきたのである。（2001年9月3日受理）

キーワード：花粉粒，花粉飛散，京都府，生産，スギ

Abstract : Pollen production rates during the period 1997-2000 were measured by the litter trap method in three approximately 40-year-old Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) stands in Wazuka-cho, southern Kyoto Prefecture, and two aged Sugi stands in northern Kyoto City. Based on these materials, we tried to calculate the total amount of Sugi pollen produced by all Sugi forests in Kyoto Prefecture. The calculation was done as: (land area of Sugi forests by stand age classes) × (average number of open male flowers per ha in each class) × (average number of pollen grains per male flower). The pollen crop for stands about 40 yr old began with an average value in 1997, and changed to a bad crop (1998), an average crop (1999), and a bad crop (2000). This year-to-year fluctuation reflected alternating years of pollen abundance and paucity. However, no decrease could be recognized in aged stands in 2000. The falling of immature male flowers in autumn increased after the great crop harvest of 1995. This seemed to be due to blossom fall or abortion of excessively produced flower buds. The total amount of pollen produced by all Sugi forests in Kyoto Prefecture was calculated to range from $1,250 \times 10^{15}$ grains in 1997 and 1999 for an average crop to 134×10^{15} in 1998 for a bad one. If we assume that this

pollen was uniformly spread within the whole 460,780-ha land area of Kyoto Prefecture, the figure would become 27,000-2,900 grains/cm². If 250 × 10³ pollen grains/cm² or 25 × 10¹² / ha for an average crop year were uniformly spread over a land area 10,000 times greater, the distribution would be 20-30 grains/cm². These results are similar to those for other species with large pollen crops, such as Konara oak (*Quercus serrata* Thunb.) and Chestnut (*Castanea crenata* S. et Z.), representative of countryside forests, and Tall Goldenrod (*Solidago altissima* L.), a perennial herb usually observed in suburbs. Enormous numbers of pollen grains are scattered in and around plant communities in the natural environment. Humans have become adapted to such conditions from several thousand years ago when humans appeared.

Key words : *Cryptomeria japonica*, Kyoto Prefecture, Pollen dispersal, Pollen grains, Production

はじめに

京都府花粉情報センターでは京都府とその周辺地域でのスギ花粉飛散量調査を通年実施している（竹中ほか，1995）。この花粉飛散の情報は、花粉症患者が抗原のスギ花粉を回避するのに役立つ。一方、花粉飛散のもとになる森林での花粉生産量については、花粉症の原因となるスギのばあいでも十分な調査は行われておらず（橋詰，1990；橋詰・坂本，1992；金指ほか，1990；横山・金指，1993），調査中の森林は数少ない。その理由として、調査に労力を要することの他に、都市域への花粉飛散と森林での花粉生産との間の量的関係が年によってくずれることがあげられる。花粉飛散は開花時の天候、とくに空気湿度や風向風速に左右されるからである。とはいえ、凶作年に飛散が多くて、豊作に少なくなるといった逆転現象は考えられない。

筆者（齋藤，1995）は京都府花粉情報センターの支援をうけて、スギ林の花粉生産調査を継続して行っている。野外調査を長期間にわたって続けていると、林木の着花や花粉形成に異常な挙動や年次変動のみられることがわかってきた（齋藤，1996）。花粉症患者や医療関係者にとってみると、飛散する前にその量を予知できれば予防と治療などに有益である。そのためには飛散量を決めるスギ林での花粉生産量とその年次変動の正確な把握は重要な調査であり、この解析は基本的な研究課題といえる。

本報告は、1997年～2000年までの期間に実施した、京都府南部の和東町湯船の約40年生スギ3林分および継続調査中の京都市北部の高齢スギ2林分におけるスギ花粉生産調査の結果と、これをもとにして近年のスギ雄花着花数の変動傾向を考察し、さらにこれらの資料から京都府内の全スギ林で生産されたスギ花粉総量を推定し、若干の考察を加えたものである。なお、前半の生産調査結果はすでに報告した（齋藤，2001a, b）。

今回は京都府内の全部のスギ林が生産する花粉総量（粒数）を年ごとに推定計算した。多くの花粉は、生産

されたスギ林内とその周辺部に散布され落下すると思われる、都市域へ飛散する花粉はその一部と思われる。また、花粉放出時の天候、とくに風向風速によって様様な四散の仕方が考えられる。したがって、行政区画内で生産される花粉総数を求めることの意義は薄いかもしれない。しかし、自然界での大気花粉のもとになる生産量についての基礎資料を得ることは、今後のスギ花粉症対策を考える上にも不可欠なことである。すなわち、森林をはじめとした植物群落から生産放出される様様な種の花粉総数はどのくらいなのか概要を知る必要がある。今回は手始めに、最も資料の多いスギの花粉総数の推定を試みた。

前報（齋藤，2001a, b）でも和東町を中心に京都府内花粉総数を概算した。これに対して本報告の改良点は、1）年齢別スギ林面積は市町村別の最新のものをを用い、そこには国有林、官行造林、大学演習林の面積を含め、2）スギ林を、磨き丸太林、ふつうの人工林、および天然生林・天然林に区分し、3）各年の平均開花雄花数についても丸太林、人工林、天然生林にわけ、4）雄花当たり平均花粉数は、天然生林・天然林をウラスギ系として取り扱った。

1. 花粉生産調査

1.1. 調査林分

調査林分の所在地は、京都府南部の和東町および京都市北部の貴船と梅尾とに大別される。各調査林分の概要を表-1にまとめて示した。

1.1.1. 和東町湯船の林分

この調査林分は京都府南部、相楽郡和東町湯船に所在する。和東町は木津川支流の和東川集水域を形成する山村であり、東側は滋賀県信楽町に接している。湯船はその最上流に位置する森林地帯である。

本調査地の湯船は、植生帯では暖温帯常緑広葉樹林帯から暖温帯落葉広葉樹帯へ移行する境にあたる。湯船の北東14kmに位置し、本調査地の標高(250～300m)にちかい滋賀県信楽観測所(標高265m)の準平年値(1979年～1990年)(気象庁, 1996)をみると平均気温11.9℃、

表-1 スギ調査林一覧

場所 所有者	林分	Yy林	Yi林	Yo林	KC林	KT林
		湯船区	相楽郡和束町湯船 射場垣内地区	奥田貞昭	京都市左京区 鞍馬国有林	京都市右京区 梅尾高山寺林
林 齢 (yr)		41	45	45	95	ca.110
標 高 (m)		300	260	250	420	170
方 位		W	S 20° E	S 10° E	W	(S 30° E)
斜面傾斜 (°)		41	40	41	30	平坦・段
斜面上の位置		中部・崩積	下部・歩行	下部・歩行	中部・歩行	谷筋・堆積
地 形		下降凹形	平衡等斉	平衡等斉	平衡等斉	耕作地跡
樹高, 優勢木平均 (m)		28.0	24.3	25.9	30.0	38.3
同, 範囲 (m)		(27~30)	(23.5~26)	(25~27)	(28~31)	(35~41)
DBH, 平均 (cm)		27.1	24.2	24.0	48.4	51.7
同, 最大 (cm)		40.9	39.0	36.7	73.1	72.0
同, 標準偏差 (cm)		6.9	7.3	7.5	9.2	8.8
同, 変動係数 (%)		25	30	31	19	17
断面積合計 (m ² /ha)		85.0	81.0	78.4	43.9	70.1
立木本数 (/ha)		1,384	1,610	1,590	231	325
調査区面積 (m ²)		340	230	283	1,732	800
調査日 (年/月)		2000/3	2000/3	2000/2	1991/12	1995/9

林齢：1999年12月現在。

年降水量1,508.5mm, また暖かさの示数および寒さの示数を求めると92.7°C month, -10.0°C monthとなる。後述する京都市北部の林分とも, 気象条件はほぼ同じである。

湯船の調査林分は林齢41年生 (1999年の生育終了時) のYy林, 林齢45年生 (同) のYi林とYo林である。スギ林における豊作年の花粉生産量は, 林齢が高くなると増大する。しかし, 林齢45~50年生を超えると頭打ちとなり, 林齢とは無関係にほぼ一定となることがわかっている (齋藤, 1995; 内館ら, 1992)。今回の湯船の調査林分は, 林齢からみて花粉生産が頭打ちになりはじめる年齢である。後述するように, 高齢林の開花量と大差がなかった (1.3. 参照)。

湯船の調査3林分は傾斜約40度の急傾斜地にあるが, 斜面中腹の凹地崩積土または斜面下部に成立しているのでスギの成長は良好である。優勢木数本の樹高から判断すると (表-1), Yy林の成長が最もよく, またYi林とYo林とは同程度と判断した (表-1)。

斜面方位はYy林が西向き, YiとYo林は東向きである。

Yo林は枝打ちなど手入れのゆきとどいた美林であるが, 高立木密度で管理されていて, 胸高断面積合計 (78.4m²/ha) は大きい。また, 本調査3林分の胸高断面積合計が他のスギ林の値 (四大学および信大合同調査班, 1966など) に比べて80m²/haと大きい特徴がある。これは今回の調査区面積が比較的小さいこと, 間伐遅れのため高密度であること, および急斜面上の林分であるため林冠表面積が緩斜地のものに比べて大きくなったことに原因があると思われる。このような高立木密度は花粉生産を低下させる要因の1つである (Kira *et al.*, 1953)。

また, 各林分の径級別本数をみると, Yy林には胸高直径36~45cmの個体数が他の2林分に比べて多い。Yi林とYo林のそれは似ていた。さらに優勢木平均樹高にも林分間にちがいがあって, 樹木サイズという時間軸でみた生育段階は, 3調査林分は同一ではない (表-1)。したがって, Y-D効果 (Kira *et al.*, 1953) から考えると, 林分の径級別本数のちがいによって花粉生産量に差が生じると思われる。しかし, 花粉生産に関与する要因は他にも多く (齋藤, 1995), その影響度合いが評価できないので今回は取り扱わない。

1.1.2. 京都市北部の林分

京都市北部で調査中の高齢スギ2林分, KC林とKT林の概要を述べる (表-1)。

(1) 貴船のKC林

京都市左京区貴船の鞍馬山国有林4林班ち。小班に所在する。林齢は95年生 (1999年末時点) である。西向き斜面 (30度) の中腹に成立している。この林分は立木本数が少なく, 林冠は閉鎖しておらず, 疎林にちかい。林内の一部には, 1991年頃, スギやヒノキが植栽され, 現在は樹高数メートルに育っている。

(2) 梅尾のKT林

京都市右京区梅ヶ畑梅尾の高山寺境内林である。林齢は約110年生である。南南東向きの谷筋に作られた耕地 (畑地) 跡に植栽されている。ここは2つの平坦地に分かれていて, 階段状になっている。スギの成長は優れており, なかには樹高40mを越える個体がみられた。林冠は閉鎖している。

1.2. 調査方法

スギ林で生産されるスギ花粉数の推定は、単位土地面積あたりの開花雄花数をリタートラップ法 (Medwecka-Kornas, 1971) で測定し、この値に雄花中の平均花粉数をかける方法 (齋藤, 1997) で行った。雄花中の花粉数は、後述する既往の資料を用いた。

まず、スギ雄花の落下季節を説明して調査方法を理解する一助とする。スギの雄花は、開花してから落下するものと未開花のまま落下するツボミとに大別され、これら2種類の雄花の落下には顕著な季節性がみられる (齋藤, 1995; 齋藤・竹岡, 1987)。本調査地付近での開花は2月下旬～3月中旬まで、開花した雄花は3～5月の期間に集中落下し、7月末には大半の雄花の落下は終了する。後者の未開花雄花 (ツボミ) は、開花前年の8月から落下がみられ、開花期以降は少なくなる。とくに、豊作年の前年の秋期には、新鮮な未開花雄花が大量に落下することが多い (齋藤, 1995, 1996; 齋藤・竹岡, 1987)。

次に、使用したリタートラップは、50cm四方の木枠に寒冷紗 (網目1mm) 製の袋 (深さ約45cm) を取り付けたものである。これを調査区内に10個、6mまたは8m間隔に配置した。受け口は地上高約70cmとして、

水平に設置した。

湯船での測定開始は1997年2月15日から、終了は2000年7月31日である。この間、リターフォールの採集を1～2カ月の間隔で行った。したがって、1997年から2000年まで4カ年分の開花量調査を行ったことになるが、1997年の未開花雄花の測定はされていない。なお、Yy林では、隣接林分が1998年9月に台風第7号の風害をうけ、また、その後の伐採のために調査が中断した。

採集日について、前述した雄花の落下季節性を考慮して、雄花落下の切れ目となる2月末～3月上旬および7月末～8月上旬には毎年必ず採集を行っている。

採集したリターフォールはトラップごとに紙袋に入れて実験室に持ち帰り、乾燥後に雄花を選別し、その個数を測定した。

なお、KC林では1988年の開花量から、KT林では1995年開花のものから継続測定している。

1.3. 開花雄花数と花粉生産

表-2には、本調査期間 (1997年～2000年) について、各林分の開花雄花数および未開花雄花数を開花年別に示す。また、表-3は、この開花雄花数をもとに推定した花粉生産量 (数) を示している。

表-2 京都府内スギ林における開花年別雄花落下量 ($\times 10^4$ 個/ha)

開花年	未開花数	(%)	開花数	合計 (生産量)
Yy林 (相楽郡和東町湯船)				
1997年	—		3,265.0	—
1998年	1.0	0.5	202.0	203.0
1999年	—*		—*	—*
2000年	960.0	60.0	639.0	1,599.0
Yi林 (相楽郡和東町湯船)				
1997年	—		6,181.3	—
1998年	1.3	0.2	753.3	754.6
1999年	90.7	2.5	3,478.7	3,569.4
2000年	798.7	45.4	959.0	1,757.7
Yo林 (相楽郡和東町湯船)				
1997年	—		4,041.3	—
1998年	0.0	0.0	374.7	374.7
1999年	81.3	2.5	3,192.0	3,273.3
2000年	338.7	24.8	1,025.0	1,363.7
KC林 (京都市左京区貴船)				
1997年	176.0	2.6	6,589.2	6,765.2
1998年	12.4	1.5	789.6	802.0
1999年	360.1	4.6	7,470.7	7,830.8
2000年	2,654.8	25.3	7,844.0	10,498.8
KT林 (京都市右京区梅ヶ畑梅尾 (高雄))				
1997年	89.6	2.1	4,261.6	4,351.2
1998年	6.8	3.7	179.2	186.0
1999年	236.4	5.3	4,222.8	4,459.2
2000年	773.3	13.7	4,858.2	5,631.5

— : 測定値なし. —* : 台風被害のため欠測.

表-3 京都府内スギ林におけるスギ花粉生産量の推定 ($\times 10^{12}$ 個/ha)

林分	相楽郡和東町湯船			京都市	
	Yy林	Yi林	Yo林	K C 林	K T 林
1997年	16.3	30.9	20.2	32.9	21.3
1998年	1.01	3.77	1.87	3.95	0.90
1999年	-*	17.4	16.0	37.4	21.1
2000年	3.20	4.80	5.13	39.2	24.3

花粉生産量は、1雄花の花粉数を 5.0×10^5 個(粒)として推定。

-*: 台風被害のため欠測。

湯船の3林分では開花雄花数は $202.0 \sim 6,181.3 \times 10^4$ 個/ha、花粉数で $1.01 \sim 30.9 \times 10^{12}$ 個/haの範囲と推定した。ただし、Yy林の1999年は欠測である。

花粉数は、雄花1個中に平均 5.0×10^5 粒として求めた。スギ雄花の花粉数は開花年次で違ったり、ウラスギとオモテスギの系統でも違いがあるようだ(齋藤, 1989; 齋藤・竹岡, 1987)。また、わかいクローンでは、雄花乾重が大きいほどその花粉数は多い傾向を認めている(近藤ら, 1992)。しかし、高所に着く雄花試料の採取は難しいので試料の抽出法まで考慮されていないのが現状である。オモテスギの高齢林の1984年雄花が 4.32×10^5 粒(齋藤・竹岡, 1987)、翌1985年には 5.84×10^5 粒(齋藤・竹岡, 1989)、京都市北部および和歌山県高野山の4林分の1988年雄花は $5.72 \sim 6.45 \times 10^5$ 粒(筒泉, 1990)、同じ林分の1990年雄花を $3.22 \sim 4.56 \times 10^5$ 粒(内館ら, 1993)などの資料がある。ウラスギ系では少なく、天然老齢木で1983年雄花は 3.85×10^5 粒、1984年には 2.88×10^5 粒(齋藤・竹岡, 1987)である。他に、 3.96×10^5 粒という報告(幾瀬, 1965)があるが、試料と測定法は不明である。

さて、湯船の林分について開花年別にみると(表-2と表-3)、1997年の値が最も多く、翌1998年は減少して前年値の約 $1/10$ であった。1999年は前年(1998年)に比べ多く、この値は1997年の値にちかい。翌2000年には再び減少したが、その値は、少なかった1998年の値に比べて多くなった(1.5~2倍)。

この年次変動および生産量を京都市高齢2林分の値と比較すると、はじめの3年間は同じ傾向を示し、林齢差も明らかではない。しかし、湯船林分で認められた4年目の2000年の落ち込みは、高齢林2林分で全く認められなかった。

一方、筆者(未発表)が今回と同様に調査している三重県の高齢スギ2林分では、同じ4年間の変動幅は小さく、今回の京都府内5林分とは異なる結果を示していた。これについては後述する(1.4.と1.5.参照)。

次に、同一年度内での湯船3林分間の違いを検討すると、Yi林が1997年と1998年はともに最多であった(表-2と表-3)。樹高から判断して最も成長のよいYy林の

値が最少となった。しかし、その違いは小さい。京都市の2林分を含めてみると、最初の3年間については、同一年度における5林分間の差は大きくなかった。

京都府内5林分の1997年、1999年および2000年の開花雄花数 $3,192.0 \sim 7,844.0 \times 10^4$ 個/haを(表-2)、過去の筆者の資料(未発表)と比較すると、豊作年の値(雄花数 $15,000 \sim 30,000 \times 10^4$ 個/ha)の $1/3 \sim 1/5$ に相当した。したがって、これらの林分での花粉生産は、平作年の値といえる。なお、大豊作であった1995年の約 $40,000 \times 10^4$ 個/haは例外的な値だと私は考えている。

1.4. 花粉の豊凶周期

ここで、スギ林の雄花・花粉生産の年次変動周期の概要を、筆者の資料(齋藤, 1995; 未発表)などから要約すると次のとおりである。

スギ林の生産周期には、前年の生産量に比べて多い少ないを交互に繰り返す、すなわち“隔年結実”現象が認められる。豊作は4年に1度の間隔で起こり、この間の3年間間の生産は少なくなる。しかし、この3年間間の中間年には少し生産量が多くなり、介在する残りの2年は凶作となる。一方、雄花芽の分化期に異常な高温日が続くと、これが刺激になって着花が促進した年があった。この刺激が有効な期間は、開花前年の6月中旬~7月上旬が中心になると考えている。これまでの例では、豊作年1988年の2年目に刺激があって、3年目の1991年は豊作となった。つまり、豊作になる予定であった1992年より1年早く豊作年がきたわけである。その後は前述の周期で豊凶が続いた。

このような年次変動を総合判断すると、豊作が4年目にくる花粉生産周期は遺伝的周期で、この基本周期を狂わせるのが温度刺激(少雨を含め)であると思われる。温度刺激が豊作年の何年後にくるかによってこの刺激効果は変わり、花粉とその後の種子の生産量(樹体内資源)の多少が関係して効果が決まるように思われる。さらに、この刺激の大きさ(温度とその継続日数、時期など)も様々であるから、開花前の確実な豊凶予想は今後の継続調査を行ってさらに検討する必要がある。

以上のような豊凶周期を前提にすると、今回の調査期

間では、1995年大豊作の4年後の1999年が豊作年にあたっていた。しかし、前述のように、1999年は前年より多かったが、値としては平年作程度であった。

大豊作の1995年以後の年次変動に注目すると、この豊凶のリズムが狂ってきた林分や地域がみられる。湯船の調査林分では、多い少ないの隔年結実現象は認められるが、豊作年にあたる1999年の生産量は平年作に相当する値であった。また京都市の高齢2林分では、翌2000年も平年作の値を示している。三重県の高齢林分（未発表）では、大豊作の翌年（1996年）にも比較的大きな開花数（313.0~1,076.4×10⁴個/ha）を示し、その後1997年~2000年までの4ヵ年間には変動周期は認められず、平年作にちかい値が続いた。とくに凶作になると予想された1998年の値（2,778.7~3,364.0×10⁴個/ha）は平年作にちかいほど大きくなった。

1.5. 雄花の着花と落花（落蕾）

スギ林分での未開花雄花数と開花雄花数とはほぼ比例していることから、齋藤・竹岡（1989）はこの関係を利用して開花前に春の花粉飛散量を予想する方法を提案した。つまり、雄花の着花が多い年には、未開花で落下するツボミが多くなることを利用したものである。この方法は、1995年以降の資料からみると必ず当てはまるとはいえなくなった。

図-1は、京都府内5林分でこれまでに得た全ての資料（計26）について、未開花-開花の雄花数関係を示したものである。この図には大豊作1995年など過去の豊作年の資料を含んでいる。

図-1での測点のバラツキは大きい。このように明白

な比例関係がみられないのは、1995年以降の未開花雄花落下（落花・落蕾）の増加が主な理由である。例えば、未開花数600個程度で開花数35,000~40,000個の豊作年（1995年）、未開花数800を超えても開花数650~950の凶作（2000年）や4,800の平年作（1991年）があり、未開花数2,200と多い年で開花数22,000（1991年）、逆に2,650で開花数7,800と少ない年（2000年）もみられる。このような傾向から判断すると未開花数だけで開花数を予想することは、大豊作1995年以降は難しくなったといえる。この原因は、次に述べるように雄花着花の過多だと考えられる。

表-4は、花粉大豊作年であった1995年の雄花のうち、開花前に途中落下した未開花雄花（ツボミ）を調べて花粉のうの健全度を取りまとめたものである。ツボミ試料を縦に切断し、その断面に認められる全花粉のうの内、何パーセントの花粉のうが花粉形成しているかを4クラスに分け、各クラスの雄花出現頻度を示している（齋藤、1996から一部改編）。クラス分けは、まず健全（健全花粉のう割合90~100%）と不健全（同0~10%）なものに分け、その中間を2等分してある。例えば、林分K₄₀では、花粉形成期の落下雄花の中で、健全なツボミ数は全体の14%であったことを示す。なお試料は、落下時期のちがいで、花粉形成途中のツボミと形成後に落下したものに分けて示した。

この表-4からは途中落下のツボミには、花粉を形成していない不健全なものが多いことがわかる。とくに高齢の林分、例えばW₆₀₀、W₉₆、K₁₀₅（KTに同じ）、K₅₀などで発育不全のツボミが目立った。このように、未開花雄花の落花は発育不全によるものが多いことから、この

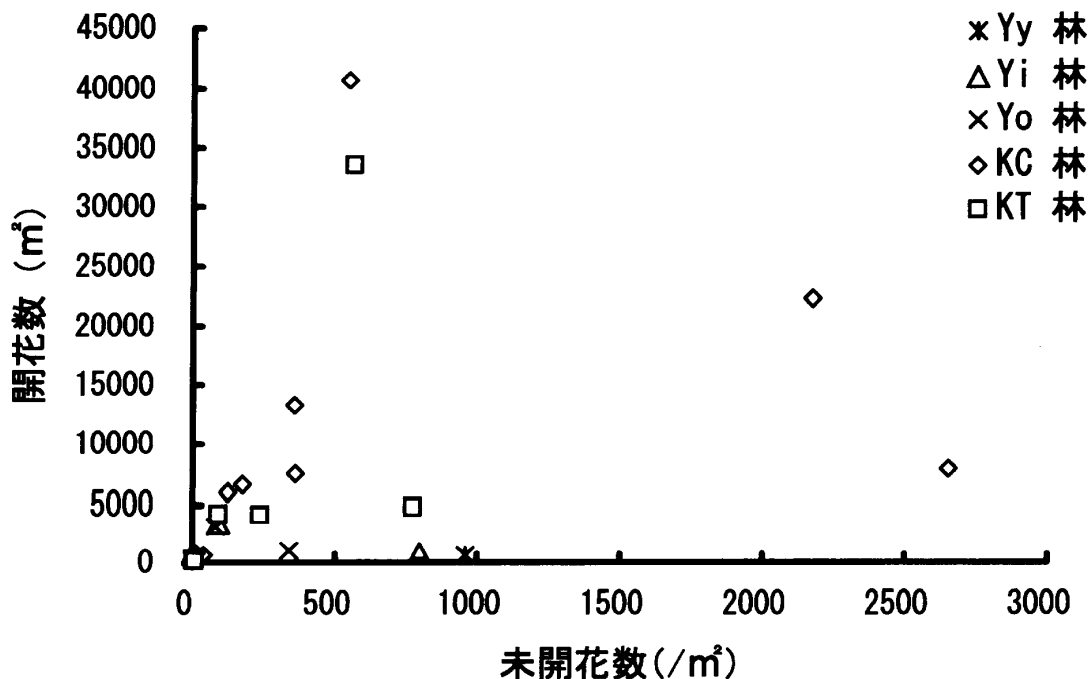


図-1 開花年別にみた開花雄花数と未開花雄花数との関係（京都府内の林分）（齋藤，2001a, b）

表-4 スギ花粉大豊作年（1995年）における花粉のう發育不全雄花の出現頻度（%）

健全花粉のう割合	花粉形成期の落下雄花				花粉形成後の落下雄花			
	0-10% 不健全←	10-50%	50-90%	90-100% →健全	0-10% 不健全←	10-50%	50-90%	90-100% →健全
(1) 京都府内の林分								
K ₁₀	55	21	10	14	28	17	12	43
K ₅₀	84	9	5	2	49	35	10	6
K ₉₂ (=KC)	46	17	11	26	49	15	10	26
K ₁₀₅ (=KT)	61	12	14	13	66	11	7	16
(2) 三重県の林分								
M _{95a}		57		43		27		73
M _{95b}		32		68		19		81
(3) 和歌山県の林分								
W ₉₅	49	35	10	6	52	30	11	8
W ₆₀₀	-			-		93		7

齋藤（1996）から一部改編（詳細は、この文献の図-2参照）。林分名の添字は林齢を示す。

花粉粒形成期の落下雄花：試料は1994年11月に落下した未開花雄花。

花粉粒形成後の落下雄花：試料は1994年12月～1995年3月までの期間に落下した未開花雄花。

健全花粉のう割合：雄花の縦断面に認められる健全な花粉のうの個数割合。

落花・落蕾は資源制限が原因と考えられ、着花（ツボミ）数の過多に伴う中絶と判断した（齋藤，1996）。

以上から、未開花雄花であるツボミ落下が多いと開花数が多く、花粉飛散も多くなる年がある一方で、“隔年結実”周期がはっきりと現れずに連年着花が多いとスギ樹体の体力・資源を消耗し、着花数の多少と無関係に、落花・落蕾、つまり雄花ツボミの中絶がおこると結論づけられる。

2. 全スギ林で生産される花粉総量の推定

2.1. 総量計算に必要な資料

各市町村のスギ林面積に、単位土地面積当たり開花雄花数を掛け、この値にさらに1雄花中の花粉数を掛ける方法で推定計算した。

2.1.1. 林齢による開花雄花数の変化

林齢と開花雄花数との関係を図-2に示した（齋藤，1993，1995）。林齢以外の諸条件が等しいと思われる三重県中部のスギ8林分および京都市貴船と和歌山県高野山計4林分の資料を使った。全ての林分はオモテスギ系で、実生苗植栽林である。

豊作年の1991年について示した図-2Aをみると、若い林分では、林齢の増加につれてS字カーブを描いて開花数が増加する。しかし、林齢50年生以上になるとその増加が認められず、以降600年生までの長年にわたりほぼ一定の開花数を示した。図-2Aの曲線は、各林齢の最大値にちかいところをスムージングしてある。この曲線より下方に位置する2つの林分がみられ、これら2林分は高立木本数と立地（主に日当たり）に原因のあることが推定された。図-2Aのように開花数は林齢50年生

で頭打ちになる。しかし、同一林齢での林分間のバラツキを考慮すると、45年生を超えた林齢の林分では開花数の多少が判断できなくなっている。

翌年の1992年は凶作年であった（図-2B）。林分間のバラツキは大きいというのに、林齢に対する一定の法則はみられず、開花雄花数は林齢に無関係とみなせた。

図-2で示した結果と同じ結果が1988～1990年にも認められている（筒泉，1990；内館ほか，1992）。

このように開花雄花数—林齢関係は豊凶によって異なる。しかし、各年の頭打ちの値を調査しておけば、年齢別開花数の概数を求めることが出来る。

頭打ち開花数は次のようにした。平作年の1997年の頭打ち数には、京都府内5林分の平均開花数（ $4.867.7 \times 10^4$ 個/ha）にちかい 5.000×10^4 個を使った（表-5）。また、林齢30年生時に開花数が半減するとしてS字曲線をえがき、この曲線から各年齢の開花数を読みとった。

1999年については平均開花雄花数（ $4.591.1 \times 10^4$ 個/ha）が1997年の値（ $4.867.7 \times 10^4$ 個/ha）にちかいので、両年の頭打ち数はほぼ等しいと考えた（表-5）。この年はYy林が欠測である。

凶作年の開花雄花数は林齢と無関係である。そこで、1998年の計算には、平均開花数（ 459.8×10^4 個/ha）にちかい 450×10^4 個を使った（表-5）。ただし、林齢20年生までの林分では開花数をゼロとした。

平作年といえる2000年の値も同様にして求めている（表-5）。

以上のようにして求めた年齢別平均開花雄花数を表-6に示した。

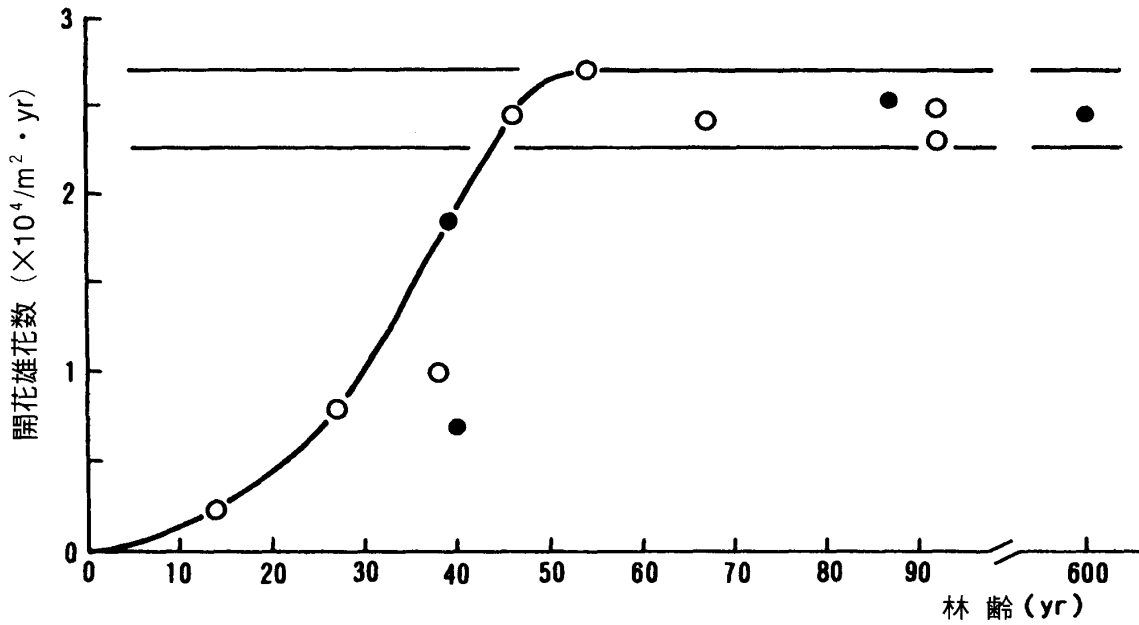


図-2 A スギ林における開花雄花数と林齢の関係(齋藤, 1993, 1995) : 豊作年1991年
○三重県美杉, ●京都市貴船と和歌山県高野山の林分

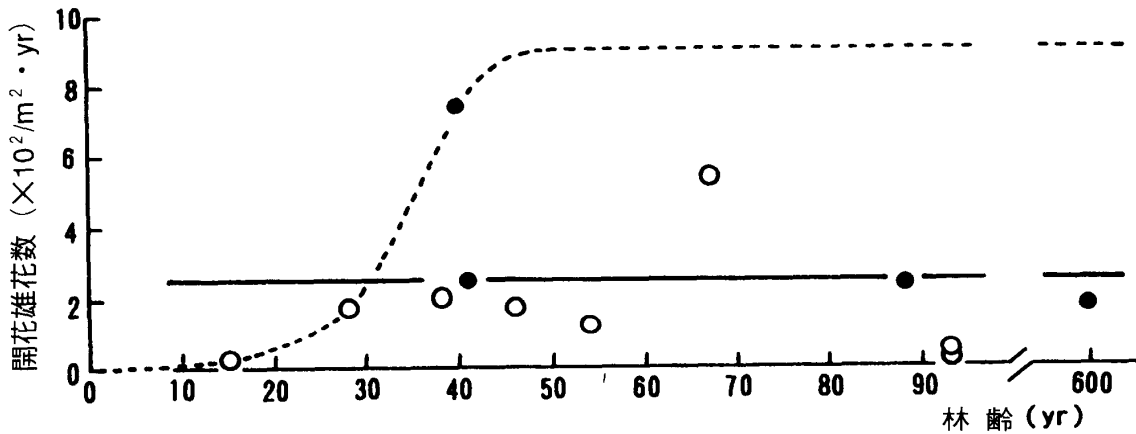


図-2 B (続き) : 凶作年1992年

表-5 京都府下のスギ5林分における4カ年間(1997年~2000年)の開花雄花数の
平均値と極大値, および極大花粉数

開花年	平均値 雄花(×10⁴/ha)	極大値*		備考
		雄花(×10⁴/ha)	花粉(×10³/cm²)	
1997年	4,867.7	5,000	250	
1998年	459.8	450	23	
1999年	4,591.1	5,000	250	Yy 林を除く
2000年	3,065.0	3,000	150	

* : 林齢45~50年生以上の林分で見られる頭打ち数。
表-2を参照。花粉(×10³/cm²)は(×10¹¹/ha)に同じ。

表一 6 開花年別の齢級別平均開花雄花数
(1997~2000年)

齢級	樹齢	平均雄花数 (/m ²)		
		1997・99年	1998年	2000年
1	1~5	100	0	0
2	6~10	250	0	0
3	11~15	500	0	100
4	16~20	800	0	300
5	21~25	1,500	450	700
6	26~30	2,400	450	1,400
7	31~35	3,400	450	2,100
8	36~40	4,200	450	2,600
9	41~45	4,800	450	2,900
10	46~50	5,000	450	3,000
11	51~55	5,000	450	3,000
12	56~60	5,000	450	3,000
13	61~65	5,000	450	3,000
14	66~70	5,000	450	3,000
15	71~75	5,000	450	3,000
16	76~80	5,000	450	3,000
17	81~85	5,000	450	3,000
18	86~90	5,000	450	3,000
19	91~95	5,000	450	3,000
20	96~100	5,000	450	3,000
21<	101~	5,000	450	3,000

2.1.2. スギ林面積資料

前節で述べたように開花雄花数は齢級で変化するため、齢級別スギ林面積が必要となる。この資料は1) 民有林, 2) 国有林・官行造林, 3) 大学演習林から集めた。

(1) 民有林の資料

京都府農林水産部林務課計画係の資料(森林資源構成表, 面積; 2000年6月現在)を用いた。この資料ではスギ林は3つのタイプに分けられており、磨き丸太生産の「丸太林」、一般の用材生産を目的とした「人工林」、および「天然生林」である。天然生林とはスギ天然林を伐採収穫後の天然更新林分をさし、齢級は伐採後の経過年数によって区分される。天然林の大半は日本海気候帯に分布するウラスギ系のもので、「天然生林」の齢級21以上の面積に含めた。

民有林では実測面積のものは少なく、林齢も林相からの推定によるものが多いと私は考えている。京都府では民有林が全森林面積の96.7%と多くを占める(京都府農林水産部, 2000)。したがって、民有林での統計資料の誤差、とくに面積のそれが花粉総量の推定値に大きく影響する。この他、「天然生林」が「人工林」と対等なスギ純林として考えてよいか疑問がある。しかし、天然生林・天然林の面積(1,549.17ha)は民有林全体の2.3%と少ない。

民有林は慣行共有・社寺・会社・公団・公社・私有・森林組合が所有し、地域森林計画の対象となっているものである。「対象外及び適用除外」の民有林は府内に1,557.93ha(全体の0.5%)(京都府農林水産部, 2000)あり、このうち大学演習林は個別に調べた(2.1.2.(3)参照)。

民有林関係資料の詳細は京都府統計資料平成12年版(京都府農林水産部, 2000)を参照されたい。

(2) 国有林と官行造林の資料

いずれの資料も、近畿中国森林管理局京都大阪管理事務所造林台帳から転記した。2001年4月現在に相当する資料である。スギ林の面積は、その造林地面積の%で記載されてはいるものの、造林地面積自体は実測値で信頼度は高い。植栽年も正確である。

国有林には複層林という区分けがあった。今回は上層木の年齢にしたがって「人工林」に含めた。それは開花雄花数が疎林であっても低下しないことが多いためである(Kira *et al.*, 1953; 内館ほか, 1992; 齋藤, 未発表)。

天然生林・天然林の面積は22.61haである。

(3) 大学演習林の資料

京都府立大学農学部附属演習林の資料は、鷹峯演習林が2000年3月31日現在、大枝演習林が1998年4月1日現在の「人工林」である。大野演習林の「人工林」は1996年2月現在の資料(京都府立大学, 1997)で、これは他の資料に比べて1齢級ほど前のものである。大野演習林での15齢級までの林分面積は103.5haなので、この齢級のずれによる誤差は小さい。久多演習林には天然生スギ林が存在するが、疎立度が高いので取り上げなかった。

京都大学では、芦生演習林の資料は2001年3月現在の「人工林」である。この演習林には針葉樹天然林があり、これはスギの天然林と考えられる。この天然林は、スギの混合度から判断してスギ純林面積(990.35ha)に換算してある。また本演習林には齢級別天然生林(計235.83ha)があり、これは前述の民有林のばあいと同じ取り扱いをした。

両大学演習林の人工林の面積は実測による。

以上3つの資料から齢級別スギの丸太林, 人工林, 天然生林・天然林の面積を市町村別に求めた(付表-1~付表-3)。

収集していない資料は、経営形態では大蔵省(299.56ha), 総理府(808.71ha), その他(8.92ha)があり、また都市公園(街区公園, 近隣公園, 地区公園, 総合公園, 運動公園, 風致公園, その他の公園; 計1,184ha)がある。これらに含まれるスギ林は小面積だと思われる。

2.1.3. 林分タイプと開花数

スギ林の面積は3つのタイプに分けられていた(2.1.2.参照)。前節2.1.1.の齢級別平均開花雄花数は、一般の用材林である「人工林」に適用される。一方、磨き丸太川のサシキ品種苗を植栽している「丸太林」の多くでは、開花数は少ないと考えられる。まず、サシキスギ林では実生スギ林の約1/2の開花数である(齋藤, 1993)。さ

らに、丸太林では高密度（10,000/ha前後）の植栽で、しかも収穫まで無間伐施業なので面積当たりの開花数は少なく（Kira *et al.*, 1953）、またクローネの長さが枝打ちの励行によって短く制限されている。そこで平均開花数は「人工林」の1/10の値を使った。この1/10と推定した根拠は上記以外にはない。なお、丸太林での定量的な開花数調査はされていない（橋詰, 1990）。

京都府内の天然生林と天然林の大半は日本海気候の地域に分布し、これらは無性繁殖するウラスギ系である。ウラスギ系の芦生スギ天然林の開花数は、筆者の調査でもオモテスギ系の一般の高齢スギ林に比べて少ない傾向があった（齋藤・竹岡, 1987；齋藤, 1995）。また、前述のようにサシキ苗の植栽林分では開花数は約半分である（齋藤, 1993；橋詰, 1990；橋詰・坂本, 1992）。そこで天然生林・天然林の開花数は実生林の1/2として計算した。

人工林にもサシキ苗の林分が含まれると思われるが、その面積は明らかではない。しかし、その面積はごく少ないと推察される。

2.1.4. 雄花中の花粉数

開花前の雄花に含まれる平均花粉数は、人工林と丸太林に対しては 5.0×10^5 粒を、天然生林・天然林にはウラスギ系の芦生スギ天然木の 3.0×10^5 粒を使った（1.3.参照）。

2.2. 花粉総量（粒数）とその評価

2.2.1. 市町村別花粉総数の計算

表-7では、京都市における1977年・1999年の開花雄花総数の計算を示している。計算の仕方は、例えば齢級6の人工林のばあい、

$$\left(\begin{array}{l} \text{開花総数} \\ 1,813,776 \times 10^4 / \text{ha} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{スギ林面積} \\ 755.74 \text{ha} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{l} \text{平均開花数} \\ 2,400 \times 10^4 / \text{ha} \end{array} \right)$$

となる。同じ齢級の丸太林のばあいは、

$$\left(\begin{array}{l} \text{開花総数} \\ 54,204 \times 10^4 / \text{ha} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{スギ林面積} \\ 225.85 \text{ha} \end{array} \right) \times \left[\left(\begin{array}{l} \text{平均開花数} \\ 2,400 \times 10^4 / \text{ha} \end{array} \right) \div 10 \right]$$

表-7 京都市を例としたスギの総開花雄花数推定（1997年および1999年開花）

齢級	スギ林面積 (ha)			総雄花数 ($\times 10^4$ / ha)			平均開花雄花数 ($\times 10^4$ / ha)
	丸太林	人工林	天然生林	丸太林	人工林	天然生林	
1	113.08	131.49	0	1,131	13,149	0	100
2	193.19	245.14	0.07	4,830	61,285	9	250
3	198.31	311.22	0	9,916	155,610	0	500
4	249.25	547.61	3.62	19,940	438,088	1,448	800
5	176.87	642.59	3.37	26,531	963,885	2,528	1,500
6	225.85	755.74	39.04	54,204	1,813,776	46,848	2,400
7	156.70	1,211.00	66.29	53,278	4,117,400	112,693	3,400
8	108.44	1,422.62	54.16	45,545	5,975,004	113,736	4,200
9	109.43	1,369.43	35.90	52,526	6,573,264	86,160	4,800
10	63.35	1,135.41	48.29	31,675	5,677,050	120,725	5,000
11	9.15	286.22	60.32	4,575	1,431,100	150,800	5,000
12	12.98	309.00	51.29	6,490	1,545,000	128,225	5,000
13	4.67	327.11	64.22	2,335	1,635,550	160,550	5,000
14	1.61	158.65	61.85	805	793,250	154,625	5,000
15	0.25	139.41	67.09	125	697,050	167,725	5,000
16	0	159.70	76.48	0	798,500	191,200	5,000
17	0	155.84	48.94	0	779,200	122,350	5,000
18	0	128.20	56.64	0	641,000	141,600	5,000
19	0	91.02	31.57	0	455,100	78,925	5,000
20	0.05	50.21	40.98	25	251,050	102,450	5,000
21<	0	56.29	59.16	0	281,450	147,900	5,000
計	1,623.18	9,633.90	869.28	313,930	35,096,761	2,030,496	

- (備考) 1) スギ林面積：民有林（11,671.71ha）、国有林（438.31ha）、官行造林地（0ha）、京都府立大学大枝演習林（14.12ha）、同鷹峯演習林（2.23ha）の合計値。齢級21以上の天然生林面積には天然林を含めてある。
 2) 平均開花雄花数は実生スギであるオモテスギ系のもので、図-2、表-6および本文を参照。
 3) 総雄花数の計算で、丸太林は平均開花雄花数の1/10を、天然生林では同1/2とした。

表一 8 市町村別土地面積，森林面積（同割合），およびスギ林面積（同割合）

	森林計画区 (現・旧)	土地面積 (ha)	森林率 (%)	スギ林			花粉総数 (×10 ¹²)		
				面積 (ha)	(%) ^{*1}	(%) ^{*2}	97・99年	98年	00年
京都市	淀・山城北	61,022	67.0	12,126.4	29.7	19.9	183,000	19,700	109,000
向日市	淀・山城北	767	13.4	0.2	0.2	0.0	3.40	0.450	2.10
長岡京市	淀・山城南	1,918	41.8	42.8	5.3	2.2	897	89.6	539
大山崎町	淀・山城北	597	31.7	3.8	2.0	0.6	86.6	8.53	51.9
宇治市	淀・山城南	6,755	50.1	205.5	6.1	3.0	4,390	451	2,650
城陽市	淀・山城南	3,275	31.0	11.2	1.1	0.3	269	24.8	162
久御山町	淀・山城南	1,386	1.7	0.0	0.0	0.0	0	0	0
八幡市	淀・山城南	2,438	7.2	2.3	1.3	0.1	55.2	5.20	33.3
京田辺市	淀・山城南	4,294	30.8	19.7	1.5	0.5	439	41.8	262
井手町	淀・山城南	1,801	60.8	78.7	7.2	4.4	1,630	159	975
宇治田原町	淀・山城南	5,826	76.4	895.4	20.1	15.4	19,400	1,940	11,700
山城町	淀・山城南	2,453	52.5	41.9	3.3	1.7	876	88.0	529
木津町	淀・山城南	2,362	28.8	2.2	0.3	0.1	50.3	5.04	30.2
加茂町	淀・山城南	3,697	43.7	49.8	3.1	1.3	1,080	107	652
笠置町	淀・山城南	2,357	82.1	349.0	18.0	14.8	7,320	762	4,430
和束町	淀・山城南	6,487	76.3	857.5	17.3	13.2	18,500	1,850	11,200
精華町	淀・山城南	2,566	34.1	1.5	0.2	0.1	31.6	2.97	19.0
南山城町	淀・山城南	6,421	72.2	231.3	5.0	3.6	4,870	506	2,940
亀岡市	淀・丹南	22,490	68.3	1,363.3	8.9	6.1	28,800	2,930	17,300
京北町	淀・丹中	21,768	93.0	7,075.3	35.0	32.5	126,000	13,700	75,000
美山町	由・丹中	34,047	94.2	10,222.5	31.9	30.0	174,000	19,100	104,000
園部町	淀・丹南	10,278	78.5	1,103.2	13.7	10.7	21,500	2,270	12,900
八木町	淀・丹南	4,956	66.0	560.0	17.1	11.3	9,700	1,060	5,790
丹波町	由・丹南	7,409	70.4	678.4	13.0	9.2	13,000	1,450	7,820
日吉町	淀・丹南	12,350	86.5	3,096.9	29.0	25.1	55,500	6,080	33,200
瑞穂町	由・丹南	10,973	82.6	1,682.1	18.5	15.3	34,300	3,610	20,700
和知町	由・丹南	11,925	90.7	3,498.2	32.4	29.3	62,800	7,140	37,400
綾部市	由・丹中	34,711	76.8	6,382.0	24.0	18.4	126,000	13,500	76,000
福知山町	由・由良下	26,424	70.0	3,409.9	18.4	12.9	71,800	7,360	43,300
三和町	由・由良下	9,053	83.6	1,282.8	17.0	14.2	26,400	2,770	15,900
夜久野町	由・由良下	10,099	83.7	2,553.7	30.2	25.3	53,900	5,490	32,600
大江町	由・由良下	9,681	79.6	1,250.3	16.2	12.9	25,600	2,730	15,500
舞鶴市	由・由良下	34,197	79.0	3,530.4	13.1	10.3	74,100	7,700	44,900
宮津市	由・丹後	16,931	79.3	1,576.1	11.7	9.3	28,500	3,170	17,000
加悦町	由・丹後	5,905	80.4	558.0	11.8	9.4	10,800	1,120	6,540
岩滝町	由・丹後	1,199	68.8	59.6	7.2	5.0	1,170	119	701
伊根町	由・丹後	6,198	82.1	612.0	12.0	9.9	10,200	1,110	6,020
野田川町	由・丹後	3,590	70.3	170.8	6.8	4.8	3,680	367	2,220
峰山町	由・丹後	6,745	71.7	251.2	5.2	3.7	4,050	461	2,410
大宮町	由・丹後	6,893	76.4	251.7	4.8	3.7	4,140	415	2,460
網野町	由・丹後	7,507	73.0	496.0	9.0	6.6	9,970	1,040	5,990
丹後町	由・丹後	6,496	77.1	509.4	10.2	7.8	9,190	967	5,480
弥栄町	由・丹後	8,038	81.1	647.7	9.9	8.1	11,000	1,320	6,530
久美浜町	由・丹後	14,504	72.5	926.1	8.8	6.4	15,800	1,660	9,370

土地面積および森林率：京都府農林水産部（2000）から。*¹，森林面積に対する％。*²，土地面積に対する％。
 森林計画区：淀，淀川上流地域；由，由良川地域；山城北，旧山城地域の宇治川以北；山城南，旧山城地域の宇治川以南；丹南，旧丹波南部地域；丹中，旧丹波中部地域；由良下，旧由良川下流地域；丹後，旧丹後地域。

天然生林では、スギ林面積39.04haに、 $(2,400 \times 10^4 / \text{ha}) \div 2$ を掛けた。平均開花数を $1/10$ や $1/2$ とした理由は2.1.3.をみられたい。

このようにして求めた年齢別開花雄花総数を合計した京都市全スギ林の値は丸太林 $313,930 \times 10^4$ 、人工林 $35,096,761 \times 10^4$ 、天然生林（天然林を含む） $2,030,496 \times 10^4$ となった（表-7）。

次に、これら開花総数に雄花1個の平均花粉数（2.1.4.参照）を掛けて花粉総数を求めた。

京都市での1997年・1999年の花粉総数は 183×10^{15} 個（粒）となった。同様にして1999年 19.7×10^{15} 個、2000年 109×10^{15} と求められた。

他の市町村でも同様にして花粉総数を計算し、表-8に示した。この表-8には各市町村の土地面積、森林率、スギ林面積、さらに森林面積および土地面積に対するスギ林率を同時に示してある。

まず、各市町村のスギ林面積をみると、大きいのは京都市（12,126.4ha）、美山町（10,222.5ha）、京北町（7,075.3ha）、綾部市（6,382.0ha）の順であり、そのあとは半減して舞鶴市（3,530.4ha）となる。逆にスギ林面積の小さい市町村は、小さい順に久御山町（0.0ha）、向日市（0.2ha）、精華町（1.5ha）、木津町（2.2ha）、八幡市（2.3ha）、大山崎町（3.8ha）、城陽市（11.2ha）、京田辺市（19.7ha）で、次が山城町（41.9ha）、長岡京市（42.8ha）と広がる。

このような各市町村のスギ林面積の多少が主に反映して花粉総数が決まる。花粉総数でみると、広いスギ林のある市町村では平作年の1997年・1999年には17桁に達する一方で、少ないところでは12~14桁の値となった（久御山町はゼロ）。凶作年1998年では前者が16桁、後者が11~13桁の値となった。

行政区画別花粉総数を考察しても大きな意味はない。風媒花粉のスギでは、花粉のうが裂開して放出されると風により林内外へ四散し、その一部は都市域へ飛散してくる。ここで京都盆地の風向をみてみよう。

京都気象観測所（京都市中京区笠殿町）における花粉飛散期3月の風向は、北風の日が多い。1994~1997年までの4ヵ年の風向を、12の方向にわけて平均%と年別平均の範囲で示すと次のようになる（京都气象台、1994~1997）：

風向：	NNW~NNE,	35.0 (30.9~39.1) %
	NW~NE,	52.0 (50.2~56.3) %

これから、花粉飛散最盛期には、京都盆地では、月の半分は北よりの風で、京都市北部のスギ林からの飛散が多いと考えられる。

2.2.2 スギ花粉総数

表-9は、市町村別の花粉総数（表-8）を森林計画区別にとりまとめたものである。

京都府の森林計画区は、現在は淀川上流域と由良川流域とに分けている（図-3）。しかし、森林の類似性を

考えると、平成3年9月まで使っていた旧森林計画区の区分け（京都府農林水産部、1991）は無視できない。旧計画区とは、図-3に示すように、山城、丹波南部、丹波中部、由良川下流、丹後の計5地域である。この旧地域内では、森林の樹種構成が比較的似かよっているようにみえるうえに、地形図と合わせみても理にかなっているように私には思える。また、京都盆地の風向を考慮して山城地域は、宇治川を境に以南と以北の地域に2分してみた。

表-9に示すように、京都府全体の花粉総数は、平作年の1997年・1999年に $1,250 \times 10^{15}$ 個という巨大な数値になった。2000年は 753×10^{15} 、1998年の凶作年ですら 134×10^{15} 個となった。

地域間で比較すると、由良川流域の総数の方が淀川上流域に比べて多い。また、旧計画区で比べると、丹後地域が最小で、丹波中部地域と丹波南部地域とが多い。これらは、各計画区のスギ林面積の多少を反映しており（表-8参照）、地域間に大差が生じた。スギ林面積が少ない宇治川以南の山城地域が最小である。

次に、花粉総数が府内全体に均一に拡散したと仮定してみる。平作年の1997年・1999年にはこの値は $27,000 / \text{cm}^2$ 、2000年 $16,000 / \text{cm}^2$ 、凶作年の1998年 $2,900 / \text{cm}^2$ となる（表-9）。これらは予想外に大きな値である。また、花粉総数は淀川上流域と由良川流域とで差があるが、同地域内に均一拡散するときその花粉数は似かよった値を示した（表-9）。1997年・1999年には $26,000$ と $27,000 / \text{cm}^2$ となっている。これは、表-9からわかるように、両地域のスギ林面積割合が土地全体の14.9%と等しいためである。凶作年も同様であった。旧森林計画区でみれば、各計画区の土地面積へ拡散を考えると、平作年1997年・1999年では $13,000 \sim 47,000$ 、凶作年1998年は $1,400 \sim 5,100$ 個となる。この大小はその地域のスギ林面積率に対応しており、7.2%の丹後が最小、26.2%の丹波中部が最大となった。

花粉総量がすべて森林内だけに均一拡散すると仮定すると、地域間差は小さくなる。この差は、年齢別面積のちがいと林分タイプの構成のちがいでだけ起因することになる。

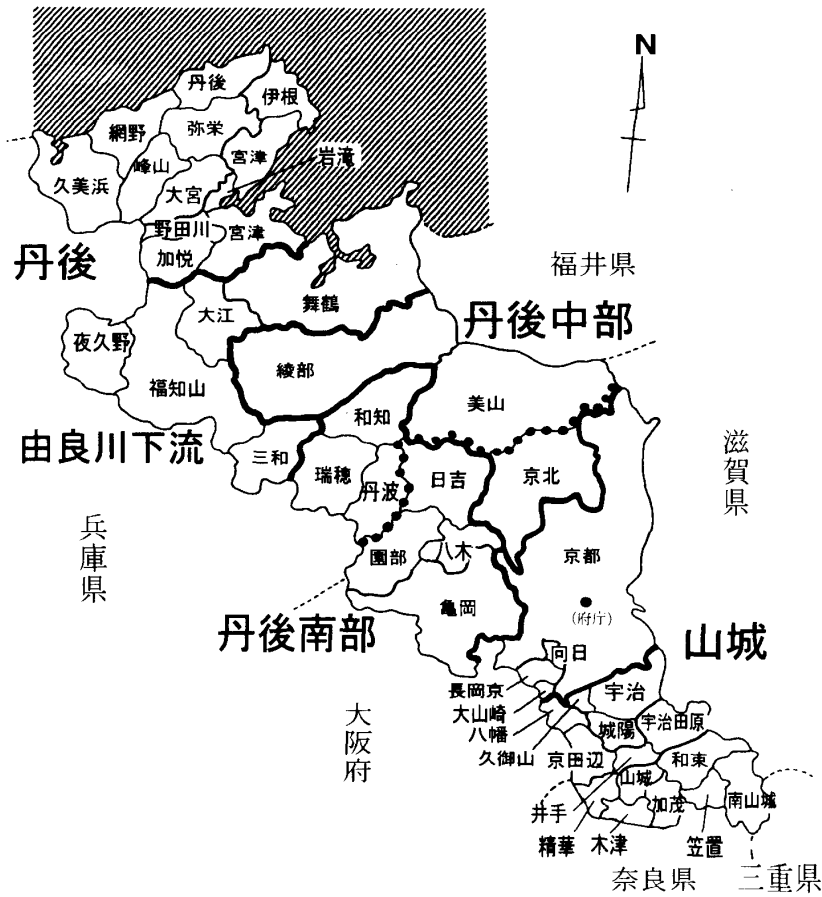
スギ林内だけに拡散するばあいを考えると、地域間差はさらに縮小した。また、その値は予想外に大きく、凶作年でも $17,000 \sim 22,000 / \text{cm}^2$ になった。これは年齢構成と林分タイプが大幅に変わらないから当然の結果でもある。

均一拡散は現実には起こり得ないことで、遺伝子伝搬という花粉飛散の本来の目的から、スギ林とその周辺に花粉は集中散布されると思われる。したがって、今回のこの仮定自身が現実性のないものかもしれない。しかし、考察したいことは、花粉が均一拡散したときの値は想像以上に多いことである。例えば平作年の京都府全体を考えたばあいで $27,000 / \text{cm}^2$ に達している。この値を 1cm^2 当

表一 9 地域別にみた花粉総数、および花粉の均一拡散を仮定したときの単位面積当たり飛散数

地域	面積および同比率						1997・1999年の開花 (平作)			1998年の開花 (凶作)			2000年の開花 (平作)		
	土地 ha	森林 ha (%)	スギ林 ha (%)	花粉総数 $\times 10^{15}$	土地 $\times 10^3/cm^2$	森林 $\times 10^3/cm^2$	花粉総数 $\times 10^{15}$	土地 $\times 10^3/cm^2$	森林 $\times 10^3/cm^2$	花粉総数 $\times 10^{15}$	土地 $\times 10^3/cm^2$	森林 $\times 10^3/cm^2$	花粉総数 $\times 10^{15}$	土地 $\times 10^3/cm^2$	森林 $\times 10^3/cm^2$
京都府・全体	460,780	344,467 (74.8)	68,666 (14.9)	1,250	27	36	180	134	2.9	3.9	20	753	16	22	110
淀川上流域	188,264	127,055 (67.5)	28,117 (14.9)	480	26	38	170	51.8	2.8	4.1	18	289	15	23	100
由良川域	272,516	217,412 (79.8)	40,549 (14.9)	770	28	35	190	82.6	3.0	3.8	20	463	17	21	110
山城	116,422	69,412 (59.6)	14,919 (12.8)	243	21	35	160	25.7	2.2	3.7	17	145	12	21	97
宇治川以南	52,118	27,448 (52.7)	2,746 (5.3)	58.9	11	21	210	5.95	1.1	2.2	22	35.5	6.8	13	130
宇治川以北	64,304	41,964 (65.3)	12,173 (18.9)	184	29	44	150	19.8	3.1	4.7	16	110	17	26	90
丹波南部	144,685	104,445 (72.2)	24,155 (16.7)	410	28	39	170	44.3	3.1	4.2	18	245	17	23	100
丹波中部	90,526	78,958 (87.2)	23,680 (26.2)	425	47	54	180	46.3	5.1	5.9	20	255	28	32	110
由良川下流	89,453	69,241 (77.4)	12,027 (13.4)	252	28	36	210	26.1	2.9	3.8	22	152	17	22	130
丹後	83,998	64,374 (76.6)	6,059 (7.2)	109	13	17	180	11.7	1.4	1.8	19	64.8	7.7	10	110

(備考) 1) 淀川上流域と由良川域とは現在の森林計画区で、山城、丹波南部、丹波中部、由良川下流、丹後の各地域は、平成3年度までの森林計画区をさす。
 2) 淀川上流域とは、旧山城地域に亀岡市、京北町、園部町、八木町、日吉町を加えた8市14町1村；旧由良川域とはそれ以外の丹波町、瑞穂町、和知町、京北町、美山町、綾部市、福知山市、三和町、夜久野町、大江町、舞鶴市、宮津市、加悦町、岩滝町、伊根町、野田川町、峰山町、大宮町、網野町、丹後町、弥栄町、久美浜町の2市13町をさす。
 3) 山城の宇治川以南は宇治市、城陽市、久御山町、八幡市、京田辺市、井手町、宇治田原町、山城町、木津町、加茂町、笠置町、和束町、精華町、南山城村の4市9町1村、同以北は京都市(伏見区を含む)、向日市、長岡京市、大山崎町の3市1町。
 4) 丹波南部は亀岡市、園部町、八木町、丹波町、日吉町、瑞穂町、和知町の1市6町；丹波中部は京北町、美山町、綾部市の1市2町；由良川下流は福知山市、三和町、夜久野町、大江町、舞鶴市の2市3町；丹後は宮津市、加悦町、岩滝町、伊根町、野田川町、峰山町、大宮町、網野町、弥栄町、久美浜町の1市10町。
 5) 土地面積と森林面積は、京都府農林水産部(2000)；京都府統計資料書から引用。
 6) スギ林比率は土地面積に対する値。



図一 3 京都府管内図（京都府農林水産部，2000から一部改編）

(備考)

(旧森林計画区)

山城：（宇治川以北）京都市，向日市，長岡京市，大山崎町；（宇治川以南）宇治市，城陽市，久御山町，八幡市，京田辺市，井手町，宇治田原町，山城町，木津町，加茂町，笠置町，和束町，精華町，南山城町。

丹後南部：亀岡市，園部町，八木町，丹波町，日吉町，瑞穂町，和知町。

丹後中部：京北町，美山町，綾部市。

由良川下流：福知山市，三和町，夜久野町，大江町，舞鶴市。

丹後：宮津市，加悦町，岩滝町，伊根町，野田川町，峰山町，大宮町，網野町，丹後町，弥栄町，久美浜町。

(現森林計画区)

淀川上流域：旧山城計画区に亀岡市，園部町，八木町，日吉町，京北町を加えた7市15町1村。

由良川流域：旧丹後計画区と由良川下流計画区に綾部市，美山町，丹波町，瑞穂町，和知町を加えた4市17町。

たり20~30個の花粉に希釈するには，さらに1,000倍の土地が必要になってくる。

これは，森林の花粉生産自体が膨大な数であることに帰着する問題である。表-5に示した平年作の頭打ちの花粉数を例にとると，1林分で放出される花粉数は $25 \times 10^{12} / \text{ha}$ ($250 \times 10^3 / \text{cm}^2$)である。この花粉が10,000倍の地域に均一に拡散したとき，その個数は $25 / \text{cm}^2$ に達する。実例で示すと，土地面積10,000haにちかい園部町，瑞穂町，夜久野町の中にわずか1haのスギ林分が存在するだけで上記の20~30/cm²のような値になる。

以上のように，地域内への均一拡散時の花粉数を求めたが，遺伝子伝搬という花粉飛散の本来の目的を考えると，生産されたスギ林とその周辺の森林内に大半の花粉は散布されるはずである。少なくとも均一に落下することはあり得ない。それにしても，拡散を仮定するとその量は予想を越える大きな値であったが，それはスギに特有のものではなく植物群落に共通する自然現象であることを次で考察する。

2.2.3. スギの花粉飛散数は多いのか？

表-10は各種森林について花粉生産数の概要をまとめたものである（齋藤，1995，改編）。林分平均値は1つの林分で2年間以上継続測定したときの平均値であり，

複数林分の資料があるときには平均値の幅で示した。年生産量の最小値と最大値も付け加えた。森林での開花量では年次変動が大きい樹種と小さいものがある。そこで年次変動の幅を，年生産量の最大値/最小値比によって3とおりに分けて整理した。スギは年次変動幅の大きい，すなわち豊凶差が最も大きい樹種の一つである。

表-10をみると，スギとヒノキの資料数は比較的多い。これは造林地面積が広いことと花粉症の原因といわれるためである。冷温帯樹種は4種ほどあるが，これらの調査林は暖温帯との境界付近のものであって天然分布中央域のものではない。アカマツ林は，京都府では斜面上部に分布しており，成長のよい適地林分での調査報告がみられない。アカマツの花粉生産は地位のよい林分の方が多くなる（関口ほか，1986）が，これはアカマツに限ったことではないと思われる。本州以南の山地では，土壤条件のよい場所はたいがいスギ造林地で占められている。適地のスギ林では花粉生産が多くなり，土壤条件の悪い樹種に比べて多くなることが考えられる。しかも，森林の純生産量を比較すると，暖温帯林は冷温帯林より明らかに多い（Kira,1977）。したがって，コジイや多くのスギ造林地など暖温帯林の花粉生産量が多くなることも考慮する必要がある。これらの点から，スギはとくに

表-10 各樹種の林分花粉生産数 ($\times 10^{12}$ /ha /yr)

樹種・林分	林分平均値	年間生産数		資料林分と林齢, 調査継続年数など
		最小値	最大値	
(1) 年次変動幅: 2 前後				
アカマツ	6.60 ~ 8.20	4.8	11	35年生と60年生林分
オニグルミ	5.3	2.5	7.1	河畔の若齢1林分, 3年間
オオバヤシャブシ	23.1 ~ 30.3	16.9	47.0	4 ~ 72年生3林分, 2 ~ 7年間
ヒメヤシャブシ	23.9 ~ 40.1	20.7	23.7	3林分, 3 ~ 7年間
ミズナラ	5.20	2.8	7.9	老齢の成熟林1林分, 5年間
コナラ	25.3	20.7	31.2	成熟林1林分, 5年間
クスノキ	1.10	0.535	1.70	植栽林1林分, 5年間
トチノキ	9.13	5.29	12.7	河畔の成熟林1林分, 6年間
(2) 年次変動幅: 5 ~ 7				
イヌシデ	2.4	0.65	4.95	老齢の成熟林1林分, 3年間
ハンノキ	49.2	17.9	93.5	約30年生, 5年間
ク リ	23.6	8.05	37.1	約55年生, 55年間
コジイ	28.5 ~ 49.5	4.41	103	35年生と成熟林3林分, 4 ~ 8年間
(3) 年次変動幅: 50 ~ 500				
ス ギ	5.81 ~ 66.5	0.261	143	30 ~ 600年生, 2 ~ 11年間
ウラスギ系	5.81 ~ 23.1	0.43	49	50年生と成熟林, 3 ~ 6年間
サシキスギ	11.2 ~ 16.9	1.89	31.0	30年生5年間と95年生2年間
ヒノキ	6.33 ~ 52.0	0.149	120	26 ~ 80年生の6林分, 2 ~ 5年間
ブ ナ	1.63	0.001	6.9	冷温帯下部の1林分7年間

齋藤 (1995) から引用 (一部改編)。

年次変動幅は, 同一林分での年生産速度の最小値に対する最大値の比で示す。

生産量が多めに評価されていて不利な樹種である。

少ない資料であっても次のことがいえる。花粉生産の多い樹種はスギ, ヒノキ, ヤシャブシ類, なかでもハンノキが多く, 虫媒花のコジイはスギをしのいでいる。ヤシャブシ類のような陽性樹種は豊凶格差が小さく, しかも凶作年にもスギの平作年に相当する花粉を生産する。また, 一次林構成種のミズナラ, クリやトチノキなどは, スギの平年作にちかい花粉生産を示し, 豊凶格差も小さい。

いま, 京都府のスギ林を全てコナラやクリに置き換えたという仮定をしよう。両樹種とも今回の平作年にちかい花粉生産をもつことから考えると (表-10), 花粉総数が減るのはスギが豊作の年だけで, 凶作年には逆に多くなる。

都市域の荒地に進出しているセイタカアワダチソウ群落について花粉生産量を調べている (杉野・芦田, 1973)。その値は, 標準的な群落で 157×10^7 /m² という。これをヘクタールベースにあわせると 15.7×10^{12} /ha であり, 今回の調査では平作年2000年の極大値にほぼ等しい。セイタカアワダチソウ群落 1 ha で生産される花粉が均一に拡散して10,000倍の土地に希釈されたとき $20 \sim 30$ /cm² となる。これは前に述べたスギ林の平作年のばあいと全く同じである。

土地面積あたりの花粉生産量を調べた森林は表-10の

ように限られるが, 他の草本植物の花粉生産量も膨大な数であることは明白である。このことから開花期には, 森林はもとより草本・シダを問わず, 植物が生育すればその周辺域には様々な種の, 前述したような大量の花粉・胞子が飛散していると考えてよい。これが自然の姿であり, ヒトが現れた数1000年前から今日まで, このような花粉が飛び回る自然環境にヒトは生活し適応してきたのである。

謝 辞

和束町の調査林は, 同町湯船区と射場垣内地区の共有林 (管理者湯船区長前田憲一氏) および奥田貞昭氏から提供を受けた。その選定のさい, 京都府木津地方振興局農林課山里勇二氏にご尽力いただいた。京都市の調査林は近畿中国森林管理局京都大阪森林管理事務所および榎尾山高山寺 (山主小川千恵氏) から提供を受けた。年齢別スギ林面積の資料収集にあたっては, 京都府農林水産部林務課村瀬悟史氏, 近畿中国森林管理局京都大阪森林管理事務所奥田学氏, 京都府立大学演習林野川 覚氏, 京都大学芦生演習林大橋健太氏に多大なご尽力をいただいた。また, 面積の計算整理では, 本学部森林生態学講座研究生勝又昌代氏にご協力いただいた。ここにあわせて深く御礼申し上げます。

引用文献

- 橋詰隼人 (1990) : 日本列島のスギ林における花粉の生産に関する研究 (I). 鳥大演研報 19 : 67-122.
- 橋詰隼人・坂本大輔 (1992) : スギ林・ヒノキ林における花粉生産量に関する研究. 鳥大演研報 21 : 31-50.
- 幾瀬マサ (1965) : 葯中の花粉粒の数並びに大きさについて. 第四紀研究 4 : 144-149.
- 金指達郎・横山敏孝・金川 侃 (1990) : スギ人工林における雄花生産量. 花粉誌 36 : 49-58.
- Kira, T., Ogawa, H. and Sakazaki, N. (1953) : Intraspecific competition among higher plants. 1. Competition-yield-density interrelationship in regularly dispersed populations. Jour. Inst. Polytech. Osaka City Univ. D4, 1-16.
- Kira, T. (1977) : Production rates, net production. 101-108. In "Primary Productivity of Japanese Forests - JIBP Synthesis 16 -", ed. by Shidei, T. and Kira, T., University of Tokyo Press, pp.289"
- 気象庁 (監修) (1996) : 気象庁観測平年値 (CD-ROM), 気象業務支援センター.
- 近藤禎二・千田雅一・田淵和夫 (1992) : スギ雄花中の花粉粒数. 日林論 103 : 329-330.
- 京都気象台 (1994, 1995, 1996, 1997) : 京都気象月報 (3月号, 4月号).
- 京都府農林水産部 (1991) : 京都府林業統計 - 平成3年版 -, pp. 284.
- 京都府農林水産部 (2000) : 京都府林業統計 - 平成12年版 -, pp. 225.
- 京都府立大学 (1997) : 京都府立大学大野演習林50年史, pp. 111.
- Medwecka-Kornas, A. (1971) : Plant litter. 24-33. In "Methods of Study in Quantitative Soil Ecology: population, production and energy flow, ed. by Phillipson, J., Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh."
- 齋藤秀樹 (1989) : 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.
- 齋藤秀樹 (1993) : スギ林花粉生産量の林齢と地位による差異. 科学研究費補助金 (一般研究C) 研究成果報告書, pp.39.
- 齋藤秀樹 (1995) : 林学からみたスギ花粉症 - 森林の花粉生産を中心に -. 耳鼻臨床 補 76 : 6-19.
- 齋藤秀樹 (1996) : スギ雄花の開花前の大量落下 : 1994年生育期の異常な少雨高温の影響. 京都府大学報・農 48 : 39-47.
- 齋藤秀樹 (1997) : スギ花粉の量. 森林科学 19 : 80.
- 齋藤秀樹 (2001a) : 京都府南部のスギ林における1997年~2000年までのスギ花粉生産. 京都府大演習林報 45 : 1-7.
- 齋藤秀樹 (2001b) : 花粉生産調査 (京都府公害対策技術者会議 : 京都府公害対策技術者会議調査研究報告書 - 花粉症・大気部会 -, pp. 56.) (印刷中)
- 齋藤秀樹・竹岡政治 (1987) : 裏日本系スギ林の生殖器官生産量および花粉と種子生産の関係. 日生態会誌 37 : 183-195.
- 齋藤秀樹・竹岡政治 (1989) : スギ林の雄花開花量の予知. 日林論 100 : 453-456.
- 杉野 守・芦田 馨 (1973) : 大気汚染と都市植生 (1) セイタカアワダチソウ群落の花粉生産. 近畿大学公害研究所研究報告 1 : 181-191.
- 関口 一・野川 覚・齋藤秀樹・竹岡政治 (1986) : 壮齢アカマツ林の花粉生産量. 日林誌 68 : 143-149.
- 竹中 洋・高木伸夫・片桐 聡・水越文和・村上 泰・出島健司・齋藤憲治・伊達敬一・水越 肇・福島龍之 (1995) : 京都府における花粉情報について - 花粉情報センターのあらまし -. 耳鼻臨床 補 76 : 1-5.
- 筒泉直樹 (1990) : スギ花粉生産量の林齢の変化に関する研究. 京都府立大学大学院農学研究科修士論文, pp.43.
- 内館光邦・齋藤秀樹・竹岡政治 (1992) : 林齢の増加に伴うスギ林花粉生産量の変化. 日林関西支論 1 : 215-218.
- 横山敏孝・金指達郎 (1993) : スギ人工林における雄花生産量と気象条件との関係. 日林論 104 : 445-446.
- 四大学 (北大, 東大, 京大, 大阪市大) および信大 (特別参加) 合同調査班 (1966) : 森林の生産力に関する研究, 第Ⅲ報スギ人工林の物質生産について, 日本林業技術協会育林技術研究会, pp. 63.

付表－1A 市町村別齢級別スギ林（人工林）面積（ha）（その1）

齢級	樹齢	京都市	向日市	長岡京市	大山崎町	宇治市	城陽市	久御山町	八幡市	京田辺市
1	1～5	131.49	0	0.16	0	0	0	0	0	0
2	6～10	245.14	0	0.79	0	0	0	0	0	0
3	11～15	311.22	0	0.77	0	0.10	0	0	0	0
4	16～20	547.61	0	0.90	0	2.79	0.15	0	0	1.13
5	21～25	642.59	0	0.81	0.33	10.24	0	0	0	0.57
6	26～30	755.74	0	1.59	0	5.18	0.26	0	0	0.80
7	31～35	1,211.00	0.20	5.33	0	20.75	0	0	0.20	0.37
8	36～40	1,422.62	0	4.59	0	39.74	0.22	0	0	1.22
9	41～45	1,369.43	0	9.16	2.34	67.74	2.51	0	0.94	1.88
10	46～50	1,135.41	0	4.40	0.14	34.87	3.34	0	0.38	3.17
11	51～55	286.22	0	4.72	0	10.44	0.73	0	0	1.88
12	56～60	309.00	0	2.87	0	1.40	0.80	0	0	0.25
13	61～65	327.11	0	0.78	0.17	1.38	0.36	0	0	0.91
14	66～70	158.65	0	0.29	0	2.54	0.55	0	0	0.32
15	71～75	139.41	0	0	0	0.56	0.14	0	0	1.82
16	76～80	159.70	0	0.16	0.06	0.30	1.29	0	0	0.94
17	81～85	155.84	0	0.37	0.02	1.41	0	0	0.15	0.59
18	86～90	128.20	0	1.35	0.03	1.14	0.55	0	0.37	2.06
19	91～95	91.02	0	0.26	0.22	0.93	0.02	0	0.27	1.10
20	96～100	50.21	0	0.45	0.20	1.25	0.24	0	0	0.53
21<	101～	56.29	0	2.56	0.28	0.21	0.01	0	0	0.17
計		9,633.90	0.20	42.31	3.79	202.97	11.17	0	2.31	19.71

付表－1B 市町村別齢級別スギ林（人工林）面積（その2）

齢級	井手町	宇治田原町	山城町	木津町	加茂町	笠置町	和束町	精華町	南山城町	亀岡市
1	0	1.08	0	0	0	0.15	1.38	0	1.02	2.50
2	1.79	4.19	2.34	0	0.40	0	3.64	0	0.04	4.90
3	3.36	6.19	0	0	0.11	8.78	12.27	0	0.71	21.53
4	2.73	19.83	0.32	0	1.14	1.06	12.24	0.15	4.53	31.85
5	1.76	15.05	1.01	0.20	0.99	3.74	10.93	0	8.21	42.80
6	1.57	29.04	0.13	0	0.26	30.90	39.27	0	16.33	42.21
7	6.70	111.90	3.80	0.07	4.76	25.23	80.74	0.13	21.65	168.60
8	8.82	163.33	10.84	0.26	13.20	113.83	151.74	0.16	53.69	234.80
9	24.11	134.36	12.52	0.59	7.94	51.32	149.81	0.30	31.87	354.07
10	9.08	121.74	4.66	0	4.13	57.32	111.31	0.04	30.94	180.97
11	2.68	42.99	1.86	0	1.62	9.91	24.79	0.15	2.69	58.55
12	5.30	46.05	2.41	0	1.84	15.02	27.70	0	1.73	51.76
13	3.75	34.57	0.18	0	0.12	2.78	30.59	0	3.97	35.73
14	2.49	30.18	0.20	0	0.53	2.23	25.57	0	2.09	25.64
15	1.21	16.18	0.27	0.01	0.48	1.35	21.63	0	6.65	37.39
16	0.65	29.85	0.22	0	0.99	5.08	25.81	0.12	10.16	18.56
17	0.23	17.79	0.32	0.16	1.56	5.06	19.27	0.12	16.74	12.36
18	0.79	28.67	0.30	0.15	4.12	10.33	20.94	0.06	11.01	14.21
19	0.88	15.71	0.14	0.01	1.74	3.46	39.52	0.09	4.00	13.48
20	0.37	10.32	0	0.34	1.94	0.60	26.12	0.15	0.51	2.80
21<	0.41	14.99	0.22	0.45	1.32	0.66	16.15	0	2.71	5.92
計	78.68	894.01	41.74	2.24	49.19	348.81	851.42	1.47	231.25	1,360.63

付表－1C 市町村別齢級別スギ林（人工林）面積（その3）

齢級	京北町	美山町	園部町	八木町	丹波町	日吉町	瑞穂町	和知町	綾部市	福知山市
1	59.61	24.99	4.39	3.94	2.20	23.33	1.29	14.79	34.58	9.30
2	124.09	53.54	12.25	9.82	2.82	46.21	8.00	36.87	64.82	13.59
3	207.14	103.92	17.93	14.75	10.36	63.69	15.76	98.87	140.64	36.78
4	361.14	207.52	52.83	28.08	15.58	142.22	28.34	159.94	150.35	77.07
5	467.64	541.20	71.17	37.37	47.00	198.29	82.82	370.51	315.58	106.08
6	613.34	749.27	53.17	40.86	62.37	240.64	81.05	273.15	343.95	120.85
7	942.63	1,508.48	148.10	90.38	103.59	488.70	200.22	578.07	817.61	421.40
8	977.14	1,772.10	165.32	69.03	133.61	431.82	352.66	528.07	1,691.15	652.05
9	1,193.19	1,323.76	267.59	78.10	162.38	537.73	470.73	741.57	1,435.37	1,021.91
10	373.31	812.02	151.77	55.23	62.61	274.98	260.91	291.46	564.53	518.54
11	210.38	169.43	33.87	22.71	24.79	93.17	85.66	164.20	158.49	134.93
12	174.96	224.90	33.10	11.35	17.18	96.53	28.63	77.30	146.98	88.38
13	169.22	175.23	33.40	16.85	11.62	100.90	14.79	59.55	115.95	51.68
14	145.86	127.31	13.36	7.35	3.72	53.49	5.08	34.08	85.98	35.70
15	154.21	141.58	9.73	12.29	7.38	54.81	5.91	19.11	133.72	33.66
16	200.12	110.59	10.09	7.55	1.98	43.75	4.31	24.27	50.40	36.29
17	190.42	142.64	9.72	6.94	2.52	40.04	3.34	9.02	52.22	18.65
18	108.16	78.86	5.39	5.74	1.07	22.33	2.45	2.11	38.70	14.89
19	105.06	39.69	1.82	1.83	0.27	6.91	1.91	0	29.94	11.56
20	24.85	20.27	0.40	5.06	0.30	4.38	0.28	0	3.19	3.10
21<	34.75	11.47	1.09	1.90	0.57	4.80	1.31	1.80	3.85	3.12
計	6,837.22	8,338.77	1,096.49	527.13	673.92	2,968.72	1,655.45	3,484.74	6,377.97	3,409.53

付表－1D 市町村別齢級別スギ林（人工林）面積（その4）

齢級	三和町	夜久野町	大江町	舞鶴市	宮津市	加悦町	岩滝町	伊根町	野田川町	峰山町
1	6.71	5.34	0.64	7.80	8.94	2.50	1.40	18.13	0.05	12.18
2	14.51	7.70	5.69	24.29	76.86	13.62	0.20	35.25	3.48	16.69
3	11.22	44.12	13.50	20.97	33.49	11.36	0.63	31.07	1.90	13.18
4	14.41	52.91	16.84	37.62	47.11	31.76	4.20	35.36	2.17	4.29
5	53.49	45.81	32.96	67.95	118.82	10.14	2.80	54.70	4.46	17.69
6	72.83	101.25	76.46	166.82	143.77	11.07	0.05	41.27	1.32	30.35
7	192.98	319.36	190.67	440.55	178.52	108.25	7.49	50.98	11.60	27.49
8	194.76	545.09	361.32	926.48	332.84	114.57	16.43	70.31	48.11	43.50
9	280.06	570.50	292.71	1,108.53	353.45	142.98	4.77	196.27	38.29	46.40
10	216.48	433.58	103.60	322.29	137.65	53.83	6.30	37.91	44.09	19.60
11	73.05	169.54	22.45	57.28	21.25	7.01	3.51	10.39	3.22	5.35
12	73.26	98.46	15.99	48.99	31.41	8.22	1.00	4.14	2.57	0.90
13	25.90	76.83	18.72	39.13	38.97	4.70	3.75	6.97	1.27	0.92
14	19.27	31.12	11.36	30.75	7.89	3.73	0.94	6.98	0.74	1.73
15	5.63	14.37	16.32	29.89	12.12	4.02	1.31	3.44	1.12	1.33
16	7.92	7.54	19.08	45.35	8.88	7.91	0.28	2.95	1.09	2.15
17	1.98	11.33	21.94	44.84	8.14	5.78	0.92	1.54	1.47	3.24
18	5.07	9.95	12.78	35.79	5.52	8.07	0.38	3.74	0.75	1.29
19	6.20	2.12	7.39	23.05	4.18	3.72	1.85	0.32	1.98	1.35
20	0.46	0.58	4.35	6.42	0.56	1.07	0.03	0.15	0.11	0.90
21<	2.17	2.11	4.46	22.07	2.91	3.40	1.24	0.04	0.93	0.70
計	1,278.36	2,549.61	1,249.23	3,506.86	1,573.28	557.71	59.48	611.91	170.72	251.23

付表－1E 市町村別齢級別スギ林(人工林)面積(その5)

齢級	大宮町	網野町	丹後町	弥栄町	久美浜町
1	17.84	1.57	17.71	7.77	13.36
2	25.23	11.50	29.93	14.87	56.35
3	12.40	11.76	16.81	16.86	45.40
4	11.56	10.50	14.87	23.18	75.41
5	4.79	23.41	17.34	89.74	47.32
6	3.43	18.55	37.94	75.62	49.81
7	29.29	66.25	77.12	84.53	99.15
8	50.04	88.57	48.28	105.08	166.62
9	32.14	98.43	101.42	126.29	155.21
10	23.61	62.63	88.21	39.71	98.47
11	5.39	16.78	3.80	8.78	20.90
12	1.50	28.99	4.12	6.50	10.40
13	2.07	15.27	2.35	6.54	9.63
14	3.13	5.54	6.93	4.77	8.48
15	3.80	9.89	7.10	9.81	13.87
16	3.49	9.55	13.42	5.90	10.20
17	4.71	5.41	6.84	11.88	21.59
18	6.16	5.99	10.84	3.05	7.57
19	6.59	2.39	2.02	5.28	9.26
20	2.67	1.82	1.13	0	0.38
21<	1.67	1.16	1.05	1.53	6.70
計	251.51	495.96	509.23	647.69	926.08

付表一 2A 市町村別齢級別スギ林（丸太林）面積（ha）（その1）

（面積がゼロの市町村は省略）

齢級	樹齢	京都市	宇治市	山城町	和束町	亀岡市	京北町	美山町	園部町	八木町
1	1～5	113.08	0	0	0	0	12.96	4.33	0.96	2.19
2	6～10	193.19	0	0	0.11	0	56.58	8.96	2.05	3.80
3	11～15	198.31	0	0	0	0	35.24	2.18	1.08	5.15
4	16～20	249.25	0	0	0.33	1.25	16.15	2.81	0.54	2.71
5	21～25	176.87	0.29	0.11	0.44	0	23.25	3.32	0.33	3.26
6	26～30	225.85	0	0	1.30	0.11	33.29	0.23	0.03	1.79
7	31～35	156.70	0	0	1.42	0	18.36	0.35	0.80	6.13
8	36～40	108.44	0.50	0	0.22	0.58	18.80	0.45	0	5.36
9	41～45	109.43	0.15	0	0	0	17.98	2.25	0.13	1.82
10	46～50	63.35	0	0	0	0	4.56	0	0	0
11	51～55	9.15	0	0	0	0	0	0	0	0
12	56～60	12.98	0	0	0	0	0	0	0	0.04
13	61～65	4.67	0	0	0	0	0.78	0	0	0
14	66～70	1.61	0	0	0	0	0	0	0	0
15	71～75	0.25	0	0	0	0	0.17	0	0	0
16	76～80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	81～85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	86～90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	91～95	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	96～100	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0
21<	101～	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		1,623.18	0.94	0.11	3.82	1.94	238.12	24.88	5.92	32.25

付表一 2B 市町村別齢級別スギ林（丸太林）面積（その2）

齢級	丹波町	日吉町	瑞穂町	和知町	綾部市	三和町	伊根町
1	0.62	8.10	0	1.41	0	0	0
2	0.73	26.55	1.05	2.29	0.10	0	0
3	0.42	23.71	4.08	0.58	0	0	0
4	0.69	16.61	1.63	0.14	0	0.13	0
5	0.15	11.13	15.22	0.81	1.07	3.61	0
6	0.16	14.20	3.20	0.41	0	0	0.02
7	0.41	3.35	0.14	0	0	0	0
8	0.55	4.40	0.03	0.25	0	0	0
9	0.27	1.52	0.06	0	0	0	0
10	0	2.78	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21<	0	0	0	0	0	0	0
計	4.00	112.35	25.41	5.89	1.17	3.74	0.02

付表－3A 市町村別齢級別スギ林（天然生林・天然林）面積（ha）（その1）（面積がゼロの市町村は省略）

齢級	京都市	長岡京市	宇治市	宇治田原町	加茂町	笠置町	和束町	南山城町	亀岡市	美山町
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.38
2	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.37
4	3.62	0	0	0	0	0	0	0	0	11.73
5	3.37	0	0	0	0	0	0	0	0	19.37
6	39.04	0	0	0	0	0	0.50	0	0	41.57
7	66.29	0	0	0	0	0	0.18	0	0	44.38
8	54.16	0	0.80	0.50	0	0	0	0	0	62.50
9	35.90	0	0.05	0.10	0	0	0	0	0	79.65
10	48.29	0	0	0	0	0	0	0	0	78.25
11	60.32	0	0	0	0	0.14	0.87	0	0	37.99
12	51.29	0	0	0	0	0.05	0	0	0.05	54.31
13	64.22	0	0	0	0	0	0	0	0	62.48
14	61.85	0	0.10	0	0	0	0	0	0	62.71
15	67.09	0	0	0.75	0	0.01	0	0	0	67.42
16	76.48	0	0	0	0	0	0	0	0	98.39
17	48.94	0	0.24	0	0	0	0	0	0	30.16
18	56.64	0	0	0	0	0	0.65	0	0.05	12.98
19	31.57	0.45	0.02	0	0.57	0	0	0	0	41.01
20	40.98	0	0.14	0	0	0	0.01	0.04	0.60	40.24
21<	59.16	0	0.20	0	0.01	0	0	0	0	1,007.98
計	869.28	0.45	1.55	1.35	0.58	0.20	2.21	0.04	0.70	1,858.87

付表－3B 市町村別齢級別スギ林（天然生林）面積（その2）

齢級	園部町	八木町	丹波町	日吉町	瑞穂町	和知町	綾部市	福知山市	三和町	夜久野町
1	0	0	0	0	0	0.12	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	5.60	0	0	0	0
4	0	0	0.01	0.90	0	0.07	0	0	0	0
5	0	0	0	0.25	0.06	0.84	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0.19	0	0	0	0.63
7	0	0	0.10	0	0	0	0	0	0	0.75
8	0.20	0.33	0.23	0.10	0.39	0.26	0	0	0.11	0.73
9	0.08	0.03	0.12	5.90	0.24	0	0.06	0	0.02	0.42
10	0.44	0.10	0	0.18	0	0.38	0.26	0.13	0.31	0
11	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.22	1.48
12	0	0	0	0.36	0.40	0	0	0.05	0	0
13	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0.02	0.10	0	0.44	0.19	0.08	2.43	0	0	0
16	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0.31	0	0	0.09	0.13	0	0
18	0	0	0	7.33	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21<	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10
計	0.74	0.61	0.46	15.78	1.28	7.56	2.84	0.32	0.66	4.11

付表－3C 市町村別齢級別スギ林（天然生林）面積（その3）

齢級	大江町	舞鶴市	宮津市	加悦町	岩滝町	伊根町	野田川町	大宮町	丹後町	久美浜町
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0.04	0.05	0	0	0.04	0	0	0	0
6	0	1.96	0.10	0	0	0	0.05	0	0	0
7	0.11	2.69	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	2.71	0.01	0	0	0	0	0	0	0
9	0.40	4.30	0	0	0.06	0	0.01	0	0	0
10	0	2.09	0	0.25	0	0	0.02	0	0	0
11	0	0.17	0	0.06	0	0	0	0.18	0	0
12	0	0.09	1.07	0	0.02	0	0	0	0	0
13	0	0.65	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0.55	0.08	0	0	0	0	0	0.08	0
15	0.55	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0.15	0.12	0	0	0	0	0	0	0.03
17	0.04	0.46	0.97	0	0	0	0	0	0.13	0
18	0	0.36	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0.12	0.39	0	0.01	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21<	0	6.99	0	0	0	0	0	0	0	0
計	1.10	23.54	2.79	0.31	0.09	0.04	0.08	0.18	0.21	0.03