

75年生アカマツ林の花粉生産速度

齋藤秀樹・三嶋陽治*・野川 覚**・竹岡政治

Hideki SAITO, Yōji MISHIMA, Satoru NOGAWA and Masaji TAKEOKA

Pollen production rates in 75-year-old Japanese red pine forest

要旨：京都府京北町の75年生アカマツ林において、1981年および1982年の花粉生産速度を調査した。アセビが優勢な下層木群についても調べた。本調査は、リタートラップ法による花の年落下量の測定 および 開花直前に採集した花試料に含まれる花粉重量と 粒数の測定 の二つから行った。アカマツ花粉の重量生産速度は 87 および 74 kg ha⁻¹y⁻¹、下層アセビ群では 11 kg ha⁻¹y⁻¹ と推定した。開花直前のアカマツ雄花の重量は 134 および 108 kg ha⁻¹y⁻¹ となる。このうちの約67%は花粉である。花粉の粒数生産速度は アカマツが 4.9×10^{12} および 4.1×10^{12} no. ha⁻¹y⁻¹、アセビが 1.3×10^{12} no. ha⁻¹y⁻¹ と求められた。下層のアセビが上層木アカマツの値の32%に達する多量の花粉を生産していた。本調査で使用したトラップは16および24個であるが、花の年落下量のトラップ間での変動係数は大きく、アカマツ雄花が約0.7、アセビ花が1.4であった。そのために測定値の信頼度は低い。

緒 言

花粉は遺伝子を伝達する。この大切なはたらきをする花粉が、1 ha の森林で1年間にどれだけの重量と粒数が生産されているのか、その調査例¹⁾ はほとんどみあたらない。

各樹種の森林の花粉生産速度を明らかにして、この樹種間の相違点を樹木集団の視点から比較検討することができれば樹木個体間の比較からは発見できなかった新知見がえられることが期待できる。この研究結果は、森林生態学をはじめとする、植物を研究対象とする各種分野の研究において興味のある問題になると思う。また花粉分析法を用いた研究における花粉分布図の解析に客観的な検討の基準を与えることができるであろう。

森林の一次生産速度を積上げ法を用いて推定する場合には、花粉の重量生産速度は測定に必要な項目の一つである。花粉のそれは幹枝葉の値に比較して少量で

あると予想できる。しかし将来、推定精度を問題にするときには必ず測定しなければならないはずである。種子の豊凶現象を解明するてがかりとして花粉生産速度の研究は役立つであろう。

以上の理由から、われわれはいろいろな森林の花粉生産速度を調査している。本報告はそのうち壮齡のアカマツ (*Pinus densiflora* S. et Z.) 林について、下層で優勢なアセビ (*Pieris japonica* THUNB.) 群もふくめて、それらの花粉生産速度をとりまとめたものである。アカマツ林を調査した理由は、アカマツが二次林として本州以南に広く分布するためである。また、アカマツは花粉の生産量が多いと考えられている。

本調査林分の設定ならびにリターフォールの調査にあたって、京都府林業試験場の援助を受けた。ここに厚く感謝します。また本研究の費用の一部は文部省科学研究費補助金 (課題番号 58560154) によって行った。

京都府立大学農学部造林学研究室

Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

* 現在, 京都市経済局林業振興課

** 現在, 京都府木津地方振興局農林課

昭和59年7月31日受理

調査林分

調査林分は京都府北桑田郡京北町鳥谷に所在する南向き斜面下部に設定した。この斜面は平均 16° ($13^\circ \sim 20^\circ$) の緩斜面で、標高 320 m にある。本調査林分の周辺は、谷筋や一部の斜面下部を除いてアカマツ二次林が広く分布している。

ここの気象環境を、調査林分から 5 km 南方の周山観測所 (標高 240 m) における 1951 ~ 1978 年の平年値²⁾ からみると、年平均気温は 13.1°C 、年平均降水量は 1,875 mm であった。この月別平年値から WI を計算すると $104.8^\circ\text{C} \cdot \text{month}$ 、CI は $-7.0^\circ\text{C} \cdot \text{month}$ になる。これらの値からみて本調査林分は照葉樹林帯に位置する。

本調査林分はアカマツの上層と広葉樹類の下層をもつ二段林である。上層木はすべてアカマツで、樹齢は平均75年生であった。50 m × 50 m のコドラートでの毎木調査から林木の大きさを表 1 に示した。近畿地方アカマツ林の林分収穫表³⁾ からみると本調査林分の地位は「下」に相当する。

下層木群の毎木調査を行うために、50 m × 50 m のコドラート内に 1 m × 50 m の帯状区を 3 個 (これを P-1 と呼ぶ)、およびアセビが優勢な場所に 20 × 10 m の調査区 (P-2) を設けた⁵⁾。これらの設定場所を図 1 に示す。P-1 は本調査林分を代表する下層とし、P-2 ではアセビが優勢な特殊な下層として調査した。

本調査林分の下層を形成するのは広葉樹類である。そのうち落葉樹が立木本数および胸高断面積のいずれにおいても約60%をしめ、常緑樹よりも多かった (表 1)。落葉広葉樹には15樹種が出現し、樹幹は細いが立木本数がとくに多いコバノミツバツツジと、太いが

本数の少ないコシヤブラ、ヤマウルシ、ネジキが主なものであった。常緑広葉樹にはアセビ、ソヨゴおよびヒサカキの 3 樹種があり、ソヨゴは立木本数は少ないが樹幹は太かった。この下層木群の胸高断面積は上層木アカマツの値の50%、林分全体では35%にあたる。

アセビが優勢な下層では、P-2 における胸高断面積の71%をアセビがしめた (表 1)。ここに出現する樹種はアセビの他に、少数のヒサカキとソヨゴ、および落葉広葉樹の 9 樹種である。P-2 の胸高断面積のうちで落葉広葉樹の値が29%に達した。これはアセビの樹冠層から突出した樹冠をもつコナラ 1 本が P-2 にふくまれたためである。アセビの葉層は連続していた。

調査方法

単位面積あたりの花粉生産速度は次の二つの方法から求めた。(1) 開花後に落下する花をリタートラップ法で測定し、林分 1 ha あたりの花の年生産速度を求める。(2) 開花直前の花の試料にふくまれる花粉重量および粒数を測定する。

林分あたりの花の年落下量

測定に用いたリタートラップは 0.5 m × 0.5 m の木製わくに、化学繊維布ゴースの袋をとりつけたものである。袋の深さは 0.4 m、設置高は地上約 0.7 m とした。

調査林内におけるリタートラップの配置を図 1 に示す。4 個のトラップを 1 グループとして 4 カ所 (合計 16 個) に、1981年 3 月 27 日にリタートラップを設置した。そのうち 2 カ所 (P-A と P-B) は 15m 四方の下層木を伐採した跡地である。この伐採は、下層木群が受ける日射量を測定する目的で、本調査を開始する前の 1979年 9 月 9 日に行った⁵⁾。この 2 カ所にトラップを

表 1 調査林分の概要 (DBH \geq 1 cm)

	樹 齢 [y]	立木本数 [ha ⁻¹]	平均樹高 [m]	平均 DBH [cm]	胸高断面積 [m ² ha ⁻¹]
上層木アカマツ	約 75	529	19 (11—29)	27.0 (14—51)	32.8
下層木広葉樹 ¹⁾		13,530		3.2(18)	17.7
常緑樹	12—53	5,200		3.8(13)	7.6
落葉樹	8—50	8,330		3.0(18)	10.1
下層木広葉樹 ²⁾		8,640		4.4(11)	15.5
アセビ		5,440		4.7(10)	11.0
		3,190株			
他の広葉樹		370		3.9(5)	0.4
落葉樹		2,830		4.0(11)	4.1

¹⁾ : 調査区 P-1 による。²⁾ : 調査区 P-2 による。() は最小値~最大値、または最大値を示す。

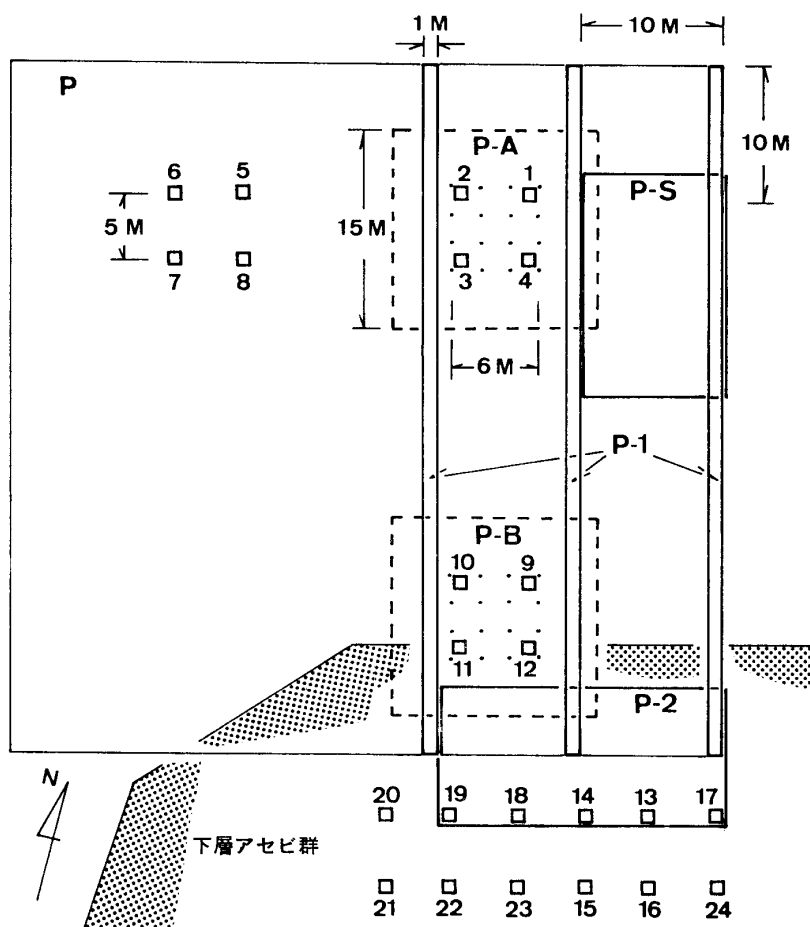


図1 調査区の林内配置

P：50 m×50 m。アカマツ立木（生体および枯死体）の毎木調査区。

P-1：1 m×50 m，3 個。下層木広葉樹群の調査区。

P-2：20 m×10 m。アセビが優勢な下層木群の調査区。

P-A，P-B：15 m×15 m。下層木群がうける日射量の測定区で，小黑点
がその位置を示す。下層木は1979年9月9日に伐採した。

P-S：10 m×20 m。枯死して倒伏した樹幹重の調査区。

小形の正方形はリタートラップの設置場所を，数字（1～24）はその番号を示す。

リターフォール調査期間：トラップ番号1～12は1981年3月27日～1983年4月6日。同13～16は1981年3月27日～1982年11月15日。同17～24は1982年3月10日～同年11月15日。

設置したのはアカマツのリターが下層木群によってしゃ断され，測定値が過小になる割合を調べるためであった。（なお，このリターしゃ断の問題については本報告では取り扱わない）ここに設置したトラップ（No. 1～4 および 9～12）ではアカマツのリターだけを測定した。

下層アセビ群における測定精度を上げるため，トラップ No. 13～16 の周囲にトラップ8個（No. 17～24）を追加設置して合計12個にした。この設置はアセビの花が咲く前の1982年3月10日に行った。

本測定は2年間継続し，トラップ No. 1～12 では

1983年4月6日に終了した。トラップ No. 13～24 は1982年11月15日で測定を中止しなければならなかった。2年目の測定は1年間を通じて行えなかったが，主な花の落下時期（3月～7月）を過ぎていたので花の生産速度の推定にはほとんど支障はない。

リタートラップに入ったリターの採集は1か月に1回，トラップごとに行った。なお降雪期の12月中旬から3月上旬までの期間はまとめて採集した。

採集したリターは，実験室で次の項目に分類した。アカマツのリターは雄花，雌花，球果（翼をふくむ），種子，葉，および枝と樹皮とした。これは全部のト

ラップについて行った。下層木群のリターはトラップ No. 5～8 では、アセビ葉、および枝と樹皮、トラップ No. 13～24 ではこれらの他にアセビ花冠を分けた。細片化したリター、分類の困難なリター、虫ふんおよび上記分類項目にあてはまらないリターはまとめて雑の項目に入れた。

これらの分類したリターは 85°C で24～48時間乾燥して乾重量を測定した。生殖器官は 1mg, その他部分は 0.01g まで測定した。

なお生殖器官については、それらの個数もあわせて測定した。

花が生産する花粉重量

1. アカマツ

花粉重量の測定は間接法と直接法の2方法で行った。

間接法は開花前と後の平均雄花重量の差からもとめるものである。開花後の雄花は温湯(35°～40°C)でよく洗って花粉をなくした試料を用いた。

直接法では、供試雄花を硫酸紙の袋に入れて2日間実験室におき、放出した花粉を集めて重量を測定した。開花した雄花試料は湯で洗って花粉を流した。この花粉入りの湯、および花粉をふくまない供試雄花を乾燥させて秤量し、これらの値から雄花あたりの花粉重量を求めた。

1981年の供試雄花は京都市左京区のかかいアカマツ数本から、開花直前の5月7日に採集した。1982年には本調査地のアカマツ林縁木(50～60年生)の2本から5月13日に開花直前の雄花をとった。なお供試した雄花は200～967個(表2)である。

2. アセビ

アセビでは開花前後の葯重の差から花粉重量を測定した。供試花は1982年3月10日に、本調査林内の2個体から採集したもので、本測定に適した大きさに成長した花を選んで用いた。測定方法はアカマツの場合と同じである。供試した葯の数は116～158である(表3)。

花が生産する花粉粒数

1. アカマツ

アカマツ雄花には、ふつう2個の葯室をつけた鱗片が多数集まっている。そこで1個の鱗片(2葯室)にふくまれる花粉粒数を測定し、雄花を構成する鱗片数とから雄花1個にふくまれる花粉粒数を計算した。この測定の供試雄花は、前述の花粉重量の測定用に採集したものの一部を50%酢酸溶液で固定したものである。

鱗片につく花粉粒数の測定は、花粉をスライドグラ

ス上の水滴中に流し出してこれをグリセリン1:水3の溶液で封入して作ったプレパラートを、十字微動ステージをつけた顕微鏡で100倍にして行った。カバーガラスの全面について花粉粒数を測定するには粒数が多すぎる。そこで供試スライドガラスを花粉が均質に分布するように作り、粒数測定場所を機械的に抽出して全粒数の28～50%を測定した。1981年の試料については、スライドガラス面の1.8mm×18mmの帯状区(1スライドガラスで10個または11個になる)のうち0.5mm×18mmを測定、残りの1.3mm×18mmは測定しなかった。1982年のは2.0mm×18mm(9個または10個)のうち、1.0mm×18mm区を測定し残りの半分では測定しなかった。

供試した鱗片は雄花の基部、中央部および先端部から各1個ずつとした。この雄花は当年生の枝上で、下部、中央部、上部の3カ所からそれぞれ採取したものである。供試鱗片の総数は1981年が108個、1982年は72個とした(表5, 6)。

雄花の鱗片数を測定した。1981年は2本の樹木から3本の当年枝(2本は主軸枝、1本は側枝)につく128個を調べた。1982年には樹木2本から合計37本の当年枝につく雄花を235個調べた(表6)。

2. アセビ

花粉重量を測定するのに採集した花試料の一部を50%酢酸溶液で固定したものをを用いて測定した。

花1個から1個の葯をとり出し、アカマツの場合と同様にしてプレパラートを作成した。2本の樹木から15花(葯)ずつ、合計30について調べた。アセビでは、カバーガラスの全面にわたり花粉粒数を測定した。アセビの花粉は4集粒なので、この花粉塊数を測定し、この値を4倍してアセビの花粉粒数とした。

花の葯数は、樹木2本からそれぞれ50花ずつ、合計100花を無作為に抽出して数えた。

結果および考察

林分あたりの花の年落下量

1. アカマツ

アカマツ雄花の日落下速度の季節変化を図2に示す。1981年と1982年はともに雄花落下に著しい季節性があり、また両年のこの傾向は一致した。5月下旬に採集したリター中に少量だが落下した雄花があった。落下ピークは5月下旬から6月下旬に認められ、この1カ月間に年間落下量の約80%に達する。つぎの1カ月間における落下量は少なく、前月の10～20%まで落ちこんだ。8月から翌年4月までの期間の落下は少なく、とくに10月以降には少なかった。

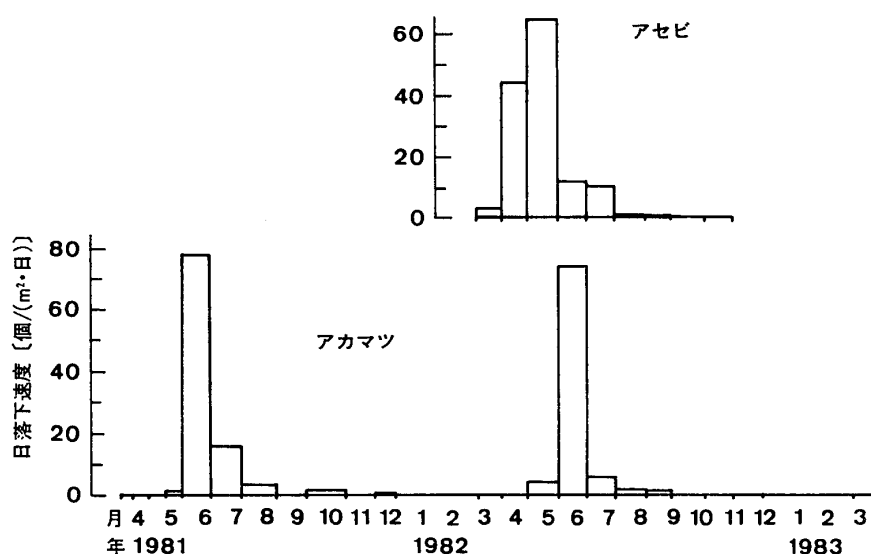


図2 アセビ雄花およびアセビ花（花冠）の日落下速度の季節変化

以上の結果から、本調査林分の雄花(花粉を除く)の生産速度を年落下量から推定することができた。1981年は $46.44 \text{ kg ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ と $2.896 \times 10^7 \text{ no. ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ 、1982年は $33.63 \text{ kg ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ と $2.455 \times 10^7 \text{ no. ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ になった。年落下重量は1981年の方が1982年より38%大きかった。しかし落下個数では18%の小差となった。これは落下した雄花の平均重量が1982年(1.37 mg)は1981年(1.60 mg)より14%小さいからである。

2. アセビ

アセビの花は両性花で、開化した後に花冠が分離脱落する。そこで落下した花冠の個数から開化した花の個数が測定できる。図2は1982年における花冠の日落下速度の季節変化を示す。その落下は4、5月と多く、5月にピークがある。その後6月から7月へと落下は急に低下し、8月以降にはほとんどない。調査を開始した3月10日から4月上旬の期間に花冠の落下がみられる。3月10日は花粉量を調べる花試料を採集した日であるが、この日より前に落下した花冠があってもそれは測定されていない。しかし、その量は無視してよいほど少量だと思う。

以上から、本調査期間の年落下量の $3.841 \times 10^7 \text{ no. ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ は1982年に開化した個数生産速度である。1982年1月中旬から2月上旬に積雪深度40~50 cmの降雪が3回あり⁴⁾、これが原因と思われるアセビの枝折れを多数観察した。したがって、この枝折れがなければアセビの本測定値は今回の値より大きくなったはずである。

花が生産する花粉重量

1. アカマツ

表2はアカマツの雄花1個に含まれる平均花粉重量を求めたものである。花粉重量を直接法で求めた場合は過小評価の危険がある。アカマツの花粉は風媒で、そのうえ気のあるを持つので調査時に空中へ四散する機会が多いと考えられるからである。

表2における花粉を含まない雄花重量の測定値は、前述した花粉重量に比べて信頼性の高い値である。直接法によった1982年のこの値は1981年の値に比べて16%大きい。一方、間接法によった花粉を含まない雄花重量をみると、直接法の結果とは逆に1981年の方が25%大きかった。花粉を含まない雄花重量には、開花後の雄花試料に残留花粉があつて過大となる危険がある。しかし、このことから説明するには前述のちがいは大きすぎる。間接法による花粉を含む雄花重量をみると、1982年の方が1981年より26%大きい。したがって開花前後の雄花重量差から求めた雄花あたりの花粉重量は1982年の方が64%も大きくて、花粉含有率(花粉を含む雄花重量に対する花粉重量の比率)も71%ととくに大きくなった。

アカマツの雄花は当年枝の基部に集合してつく。その大きさは枝の下部で大きく、上部のものほど小さい傾向がある。また成長が悪い貧弱な側枝では小形の雄花が着生する場合が多い。このような雄花の大きさにちがいがあるために、花粉重量の測定時における雄花試料の抽出がむつかしかった。とくに間接法の場合、雄花試料の大きさに注意し、試料数も多くするように努力した。前述した結果が得られたのはこの雄花試料の大きさに起因した誤差だと思う。

アカマツの雄花1個が生産する花粉重量として、2

表2 アカマツの雄花に含まれる平均花粉重量 [mg]

	直接法	間接法	平均
(1) 1981年開花の雄花 ¹⁾			
a 雄花あたり花粉重	2.76(61%) n=200	2.52(55%)	2.64(58%)
b 花粉のない雄花重	1.73(39%) n=200	2.08(45%) n=600	1.90(42%)
c 花粉を含む雄花重	4.49(100%)	4.60(100%) n=600	4.54(100%)
(2) 1982年開花の雄花 ²⁾			
a 雄花あたり花粉重	2.63(57%) n=505	4.14(71%)	3.38(65%)
b 花粉のない雄花重	2.00(43%) n=505	1.66(29%) n=851	1.83(35%)
c 花粉を含む雄花重	4.63(100%)	5.80(100%) n=967	5.22(100%)
(3) 両年の平均			
雄花あたり花粉重	2.70(59%)	3.33(63%)	3.01(61%)
花粉のない雄花重	1.87(41%)	1.87(37%)	1.87(39%)
花粉を含む雄花重	4.56(100%)	5.20(100%)	4.88(100%)

直接法では $a+b=c$, 間接法では $a=c-b$ として測定。n: 供試雄花数。¹⁾: 京都市左京区のみわかいアカマツから採集。²⁾: 本調査地の林縁木(50~60年生)から採集。

方法および両年の値を平均した3.01 mg とした。これは花粉含有率では61%, 花粉を含まない雄花重量に対して, 161%にあたる。

2. アセビ

アセビの葯1個にふくまれる花粉重量を求めたのが表3である。試料木IとIIの葯あたりの花粉重量はほぼ一致(5%差)した。しかし葯の花粉含有率には両者間に10%の差があった。これは花粉をのぞく葯重量が試料木によって異なるからである。

葯あたりの平均花粉重量である0.0283 mg と花につく平均葯数である9.98個をかけて, 花あたりの花粉重量0.282 mg を求めた(表4)。試料木Iからとった50

花を調べた結果, 49花には10個の葯をつけ, 残りの1花は9個の葯であった。試料木IIも同様であった。

花が生産する花粉粒数

1. アカマツ

アカマツの雄花は多数の鱗片が集って芽状の形をしている。これらの鱗片が着生している位置によって, 各鱗片に含まれる花粉粒数が異なると考えられる。また雄花上の同一位置につく鱗片を比較した場合にも, その雄花が当年枝の下部に着生するか上部に着生するかによっても花粉粒数にちがいがあろう。

表5は, 雄花の着生位置および鱗片の着生位置ごとにおいて, 鱗片あたり花粉粒数の平均値を示したもの

表3 アセビの葯に含まれる平均花粉重量 [mg]

試料木	I	II	平均
a 葯あたり花粉重	0.0276(48%)	0.0290(53%)	0.0283(50%)
b 花粉のない葯重	0.0298 n=151	0.0258 n=151	0.0278(50%)
c 花粉を含む葯重	0.0574 n=116	0.0548 n=158	0.0561(100%)

間接法による測定 ($a=c-b$)。n: 供試葯数。調査林分内の2個体から1982年開花の花を採集した。

表4 アセビの花に含まれる花粉重量および花粉粒数の推定

試料木	I	II	平均(全体)
a 花あたりの葯数	9.98 ± 0.14 n=50	9.98 ± 0.14 n=50	9.98 ± 0.14
b 葯あたりの花粉重量 ¹⁾ [mg]	0.0276	0.0290	0.0283
c 葯あたりの花粉粒数 (花粉塊数)	3360 ± 610 (840) n=15	3650 ± 350 (913) n=15	3510 ± 510 (877)
d = a · b 花あたりの花粉重量 [mg]	0.275	0.289	0.282
e = a · c 花あたりの花粉粒数	3.36 × 10 ⁴	3.64 × 10 ⁴	3.50 × 10 ⁴

n: 供試個数。¹⁾: 表3をみよ。

表5 当年枝上におけるアカマツ雄花の着生位置, および雄花における鱗片の着生位置ごとにとめた鱗片(2葯室)あたりの平均花粉粒数

雄花のつく位置 鱗片のつく位置	下 部			中 央 部			上 部		
	基部	中央	先端	基部	中央	先端	基部	中央	先端
(1) 1981年開花の雄花 平均 ¹⁾	5390	4750	3790	3790	4080	3120	2790	3460	2340
	4640			3670			2860		
(2) 1982年開花の雄花 試料木 I 平均 ²⁾	6520	5520	4400	5430	5110	5210	5150	4750	4910
	5480			5250			4940		
試料木 II 平均 ²⁾	4530	4540	3460	4940	4190	3830	4590	4910	3480
	4180			4320			4330		
全平均	5520	5030	3930	5180	4650	4520	4870	4830	4200
	4830			4780			4630		

¹⁾: 供試雄花数は12個(雄花の各位置から1個の鱗片を供試。総雄花数は12×3個)。²⁾: 供試雄花数は4個(総雄花数は4×3個の2試料木)。

である。鱗片のつく位置によるちがいは、雄花基部より先端の方の鱗片で花粉粒数が少ない傾向がある。しかし雄花中央部が最も多い場合もあって、この傾向は顕著なものではなかった。

鱗片の三つの着生位置での花粉粒数を平均し、当年枝上の雄花着生位置の間で比較すると、当年枝の下部につく雄花の値が最も大きくて、中央部、上部へと順に小さくなっている。この傾向は1981年の雄花試料で明白である。しかし、1982年のものではこの位置間の差は小さく、とくに試料木IIでははっきりしない。

鱗片あたり花粉粒数の変動係数(C)を供試した総鱗片についてみると1981年の雄花で26.9%、1982年が19.6%であった。この値のとき、信頼度95%(t=2)で相対誤差(ε)を10%として供試する必要がある鱗

片数(n)を次式から計算した。

$$n = C^2 \cdot t^2 / \epsilon^2 \quad (1)$$

1982年のnは29個、1981年は16個となった。今回の調査で供試した鱗片数はこれらより多い。

雄花あたり平均鱗片数を表6に示した。1981年の供試雄花にみられるように、側枝につく雄花の鱗片は少ない。1981年の場合、試料木による差はほとんどなかった。鱗片数の雄花間における変動係数は最大が19%であった。

鱗片あたり平均花粉粒数と雄花あたり平均鱗片数を乗じて雄花あたり平均花粉粒数を計算した(表6)。1982年の供試雄花の花粉粒数は試料木IとIIとの間に19%の差がみられる。これは鱗片あたりの花粉粒数にちがいがあためである。1981年の値についてみる

表6 アカマツ雄花に含まれる花粉粒数の推定

	雄花につく鱗片数		鱗片あたり花粉粒数 ¹⁾		雄花あたり花粉粒数 ²⁾
	<i>n</i>	平均 ± S.D.	<i>n</i>	平均 ± S.D.	
(1) 1981年開花の雄花					
試料木 A	61(1)	38.0 ± 7.2			
試料木 A	7(1)	26.9 ± 2.6			
試料木 B	60(1)	32.4 ± 6.3			
全体	128	34.8	108	3720 ± 1000	1.29 × 10 ⁵
(2) 1982年開花の雄花					
試料木 I	118(19)	43.1 ± 7.9	36	5220 ± 860	2.25 × 10 ⁵
試料木 II	117(18)	43.6 ± 7.3	36	4270 ± 740	1.86 × 10 ⁵
全体	235	43.4	72	4750 ± 930	2.06 × 10 ⁵
(3) 両年の平均					
		—		—	1.68 × 10 ⁵

S.D. : 標準偏差。 *n* : 供試した雄花または鱗片の数, () 内は供試した当年枝 (雄花群) の数。 ¹⁾ : 表5から。 ²⁾ : (雄花につく平均鱗片数) × (鱗片あたりの平均花粉粒数), で計算。

と、1982年の2試料木の平均値より37%少ない。これは鱗片数も花粉粒数も少ないからである。本調査にあたっては供試した試料木が1981年と1982年が異なること、さらに花粉粒数を測定するための雄花試料をわれわれが満足できるほど無作為にかつ多数を抽出できなかったことから、両年の平均値 (1.68 × 10⁵ 粒) をアカマツ雄花の生産した花粉粒数とした。

2. アセビ

表4には、葯あたりと花あたりとの花粉粒数を示す。2試料木の葯1個あたりの平均花粉粒数はほぼ一致 (8%の差) した。葯あたり花粉粒数についての変動係数は9.6% (試料木I) と18.2% (同II) であるから、今回供試した葯数15で、信頼度95%のとき相対誤差10%以内の測定精度である。

2試料木の花1個あたりの葯数は等しいから、花あたり花粉粒数でも試料木間の差は小さくなる。アセビの花1個あたりの平均花粉粒数は 3.50×10^4 粒となり、四集粒の花粉塊数では 8.75×10^3 粒となった。

花粉塊1個の平均重量は試料木Iが 3.27×10^{-5} mg、試料木IIが 3.17×10^{-5} mg で、試料木間のちがいは3%にすぎず、一致したとみなせる。このことから、アセビの花あたり花粉粒数、および前述した花粉重量はともに測定の精度は高く、信頼できる値であると思う。

花粉の年生産速度

林分1haあたりのアカマツ雄花の年落下個数、つまり年生産個数と雄花1個あたりの花粉重量を乗じてアカマツ花粉の重量生産速度を求めた。花粉重量の代

わりに花粉粒数を用いれば、花粉の粒数生産速度が求められる。また、アセビでは落下単位である花 (花冠) あたりの量を用いた。

表7は花粉生産速度の計算結果をとりまとめたものである。アカマツの雄花あたり花粉重量および粒数はそれぞれの1981年と1982年の平均値を用いた。花粉を含まない雄花重量について、供試雄花の平均値 (1.87 mg) は本調査林分で現実に落下した (花粉を含まない) 雄花の平均重量 (1981年が1.60 mg, 1982年が1.37 mg) より大きい。この点からアカマツの花粉生産速度は過大推定の危険がある。しかし、アカマツ雄花が開花して落下するまでの期間における雄花重の時間的変化や、雄花が落下してから秤量されるまでの期間での重量減少について調査していないので詳しい論議はできない。

アカマツ雄花の年落下個数におけるリタートラップ間の変動係数は1981年が0.68, 1982年が0.74であった。この計算ではトラップの配置を考慮せずに、使用した全トラップ (16個と24個) について行った。前述した式 (1) を用いて信頼度95%のときの相対誤差を求めると34%と30%になる。測定の精度として相対誤差20%をこえたのは残念である。

花粉の重量生産速度に開花後に落下した雄花重量を加えて雄花の生産速度を求めると $134 \text{ kg ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ (1981年) と $108 \text{ kg ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ (1982年) となった。このうち約67%が花粉である。

下層木群アセビの花粉の重量生産速度は $11 \text{ kg ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ である。アセビの場合、花に含まれる花粉重

表7 75年生アカマツ林の花粉生産速度の推定

開花年	1981年		1982年	
	アカマツ ¹⁾	アカマツ ²⁾	下層アセビ群 ³⁾	
(1) アカマツ雄花およびアセビ花(花冠)の, 1 ha あたり年落下量				
<i>a</i>	重量 [kg ha ⁻¹ y ⁻¹]	46.44	33.63	—
<i>b</i>	個数 [no. ha ⁻¹ y ⁻¹]	2.896 × 10 ⁷	2.455 × 10 ⁷	3.841 × 10 ⁷
(2) 供試雄花または花にふくまれる花粉量				
<i>c</i>	重量 [mg]	3.01	3.01	0.282
<i>d</i>	粒数 [no.]	1.68 × 10 ⁵	1.68 × 10 ⁵	3.50 × 10 ⁴
(3) 1 ha あたり花粉の年生産速度				
<i>e</i> = <i>b</i> · <i>c</i>	重量 [kg ha ⁻¹ y ⁻¹]	87	74	11
<i>f</i> = <i>b</i> · <i>d</i>	粒数 [no. ha ⁻¹ y ⁻¹]	4.9 × 10 ¹²	4.1 × 10 ¹²	1.3 × 10 ¹²
(4) 1 ha あたり雄花の年生産速度				
<i>g</i> = <i>a</i> + <i>e</i>	重量 [kg ha ⁻¹ y ⁻¹]	134	108	—

¹⁾：測定期間は1981年3月27日～1982年4月2日。²⁾：1982年4月2日～1983年4月6日。³⁾：1982年3月10日～1982年11月15日。

a, *b*：リタートラップ法による調査。*c*, *d*：アカマツは1981年と1982年の平均値(表2, 6をみよ), アセビは表4をみよ。

量の測定には大きな誤差がふくまれていないと思う。しかし花の年落下個数を測定したときのトラップ間のバラツキがきわめて大きかった。12個のトラップによる変動係数は1.40だった。この原因として、アセビは個体によって開花量に差があるのかもしれない、また下層木群であるから光環境が多様であることが考えられる。この変動係数から計算すると、アセビの花の林分あたり年落下個数は信頼度95%のとき相対誤差は80%にもなる。

アセビの花粉の重量生産速度は上層木アカマツの値の15%に相当し、調査林分全体として1982年の値は85 kg ha⁻¹y⁻¹に達した。

花粉の粒数生産速度についても測定精度に関する論議は、前述の重量単位の場合と同じことがいえる。下層木群であるアセビの値は上層木アカマツの値(1982年)の32%に達した。この下層木群は上層木が受ける日射量の36.8%⁵⁾しか受光していないから、このアセビの値は非常に大きいのではないかと考える。100%の陽光を受けるアセビ群落の花粉生産速度を測定して検討する予定である。

1982年の本調査林分における上層木と下層木をあわせた花粉粒数生産速度は 5.4×10^{12} no. ha⁻¹y⁻¹ となった。

まだ発表していないがわれわれは本調査林分に隣接した、尾根近くにあるわかいアカマツ林で花粉生産速度を調査している。この林分の値と比較して本調査林分の値はほぼ一致する。また、われわれ¹⁾が調査した壮齢ヒノキ人工林の値と比べると、今回調査したアカマツ林の値は花粉重量でヒノキ人工林の平年作の値と、また花粉粒数では凶作年の値にちかいものであった。最大値間で比較すると本調査林分の値は重量で41%、粒数では13%に相当した。今後、土壌条件の良い老齢なアカマツ林で長期間の調査を行う必要がある。

引用文献

- 1) 齋藤秀樹・竹岡政治(1983)：壮齢ヒノキ人工林の花粉生産量, 日生態会誌, **33**, 365-373。
- 2) 気象庁(1982)：全国気温・降水量月別平年値表(1951-1978), 気象庁観測技術資料 第46号, p. 205。
- 3) 本多静六(原著)(1974)：森林家必携, 1974年版, 林野弘済会, p. 814。
- 4) 京都地方気象台(1982)：京都府気象月報, 昭和57年1月, 日本気象協会京都支部, p. 13; 同年2月, 同, p. 11。
- 5) 上家 祐(1980)：アカマツ林下層植生の生産構造, 京都府立大学林学科卒業論文(昭和54年度), p. 56。

Summary

Annual pollen production rates in a 75-year-old forest of *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. (Japanese red pine) at Keihoku-cho, Kyoto Prefecture, were studied in 1981 and 1982. In 1982, those of understory trees of *Pieris japonica* THUNB. were also measured. The measurement of pollen production rates was made of flower-fall rates with 16 to 24 litter traps (0.5 m×0.5 m each) and dry weight or number of pollen grains contained in flowers sampled just before the anthers opened. Dry weights of pollen produced by overstory trees of Japanese red pine in 1981 and 1982 were 87 and 74kg ha⁻¹y⁻¹, respectively. Numbers of pollen grains produced

by them were 4.9×10^{12} and 4.1×10^{12} no. ha⁻¹y⁻¹. The values of understory *Pieris* trees in 1982 were 11 kg ha⁻¹y⁻¹ and 1.3×10^{12} no. ha⁻¹y⁻¹. Production rates of male flowers of Japanese red pine before pollen release were summed up as 134 and 108 kg ha⁻¹y⁻¹, of which about 67% was pollen. Understory *Pieris* trees produced 32% as many pollen grains as overstory Japanese red pine trees. The accuracy of measurement was not satisfactory, because the coefficients of variation among litter traps in annual flower-fall rates were about 0.7 for Japanese red pine and 1.4 for *Pieris*.