

〈論文〉

ブナ採種林における生殖器官の生産と散布 (Ⅱ) 花粉の生産と散布

橋詰隼人^{*}・菅原基晴^{**}

Production and Dispersal of Reproductive Organs in Seed Stands of Bune (*Fagus crenata* BLUME) (Ⅱ) Production and Dispersal of Pollen

Hayato HASHIZUME^{*} and Motoharu SUGAWARA^{**}

Summary

The production and dispersal of pollen in *Fagus crenata* were investigated in seed stands in the Hiruzen forest of the Tottori University in the good mast years of 1982 and 1984.

Although pollen dispersal was observed from mid April to early May, the most dispersed time was in several days of late April. The number of fallen pollen grains per day in the best time was from 280 to 850 grains per cm², and total number of pollen grains fallen in the flowering time was from 1,250 to 3,500 grains per cm² under the crown. The amount of pollen dispersal increased in the time from 8 a. m. to 2 p. m. in parallel with increased air temperature and decreased air humidity.

The number of fallen pollen grains was the most under the crown, decreased with the distance away from crown center. Pollen production on a tree was estimated from the number of fallen male inflorescences which were collected by litter-traps. In good mast years, it was estimated that a tree produced about one hundred and fifty milliard to two hundred milliard pollen grains.

I 緒 言

ブナはわが国の温帯林の代表的樹種で、広葉樹の中で最も蓄積が多く、また材の用途も広く、林業上重要な樹種である。筆者らはブナの人工造林及び天然更新の基礎研究としてブナ林の結実について約10年間研究を行い、天然林の結実、採種林の結実などについて報告した。ブナは結実の豊凶が激しく、結実年齢が高いので種子を短期間に多量に生産するためには、採種林を設けて結実の調節をはか

^{*} 鳥取大学農学部造林学研究室 : *Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Tottori University*
^{**} 林野庁北見営林支局 : *Kitami Regional Forest Office, Forestry Agency*

る必要がある。筆者らは前報¹⁾において、採種林における種子の生産と散布について報告したが、引き続き花粉の生産と散布について研究したので報告する。ブナ林における花粉の生産量、飛散時期、飛散距離などについては研究されていない。花粉の生産量、飛散距離などは交配と関係があり、種子の稔性に影響する。したがって、採種林や天然下種更新における保残母樹の本数や配置を決める際の基礎資料として役立つと思う。

Ⅱ 調査林分の概況と調査方法

1. 調査林分の概況

ブナ採種林は鳥取大学蒜山演習林西ノ谷23林班にあり、標高750m、北東斜面(N40°E)、傾斜30~35°、黒色火山灰土である。面積0.8haで、林内には胸高直径30cm以上、樹齢100~250年の母樹が12本、8mから40mの間隔で主として尾根筋にそって生えている。母樹の周囲は1977年4月に地ごしらえをしてブナの人工造林を行ったので開放地になっている。

2. 花粉の飛散と生産量の調査

本調査は1982年4月に行った。4本の母樹を用いて、母樹から5m及び10m間隔に最大50mまで、岩波式花粉捕集器を設置した(図1)。観測点は全部で24か所である。母樹1号、2号及び11号の観測点は斜面の上方向で、尾根に達し、尾根はコナラ林になっている。母樹5号の観測点は斜面の横方向で、40m先はコナラの天然林である。

花粉の飛散調査：花粉の捕集方法は、スライドガラスに白色ワセリンを塗って捕集器の中に水平にセットし、スライドガラスを交換して観測した。花粉の飛散調査は、1982年4月上旬から5月上旬まで、約1か月間行った。花粉飛散の時期変化の観測は4本の母樹の0mと5m地点で行い、2日おきに夕方5時頃スライドガラスを交換した。花粉飛散の日変化の観測は飛散最盛期の4月23~25日に行い、4本の母樹の0mと5m地点で午前6時から午後6時まで2時間おきにスライドガラスを交換して観測した。花粉の飛散距離の調査は、調査期間中任意に5回全観測点のスライドガラスを回収交換して観測した。回収したスライド

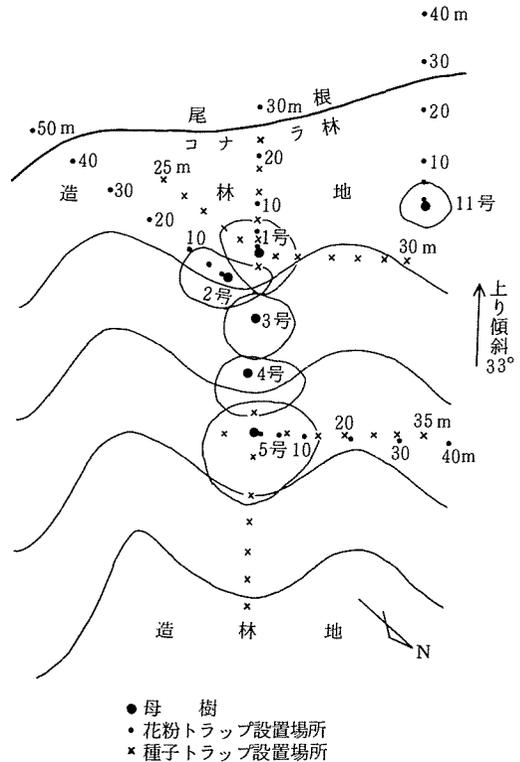


図1 トラップ配置図

ガラスは研究室に持ち帰り、酢酸カーミンを1滴落としてカバーガラスをかけ、顕微鏡で1cm²当たりの花粉粒数を数えた。

花粉の生産量の調査：開花期に各母樹の樹冠の下に1×1mのダイオネット製のリター・トラップを設置して、落下する雄花序を捕集した。これとは別に開花の直前に母樹別に花芽を採集して研究室に持ち帰り、ファーマー氏液で固定して70%アルコール液に貯蔵した。花芽は解剖顕微鏡を使用して解剖し、1花序当たり雄花数及び1雄花当たり雄ずい数を調べ、更に葯を取り出してスライドガラス上におき、酢酸カーミンを1滴落として解剖針で葯を細かく砕き、カバーガラスをかけて顕微鏡で花粉粒数を数えた。1雄ずい当たり花粉粒数から1花序当たり花粉粒数を計算し、これに1m²当たり落下雄花序数を乗じて1m²当たり花粉生産量を計算した。1本の母樹の花粉生産量は、樹冠内に落下した雄花序数に樹冠外に落下した雄花序数を加えて算出した。すなわち、前報¹⁾の種子の生産量の計算の場合と同様に、雄花序は樹冠内に平均65%、樹冠外に平均35%落下すると仮定して、1本の母樹の花粉生産量は「樹冠内の1m²当たり花粉生産量×樹冠面積÷0.65」で計算した。

III 結果と考察

1. 花粉の飛散

ブナは風媒花であるから、天然林においてどのように花粉が飛散して交配しているか興味を持たれる。また花粉の飛散距離は採種林や天然下種更新における母樹の残しかたと関係があり重要な問題である。

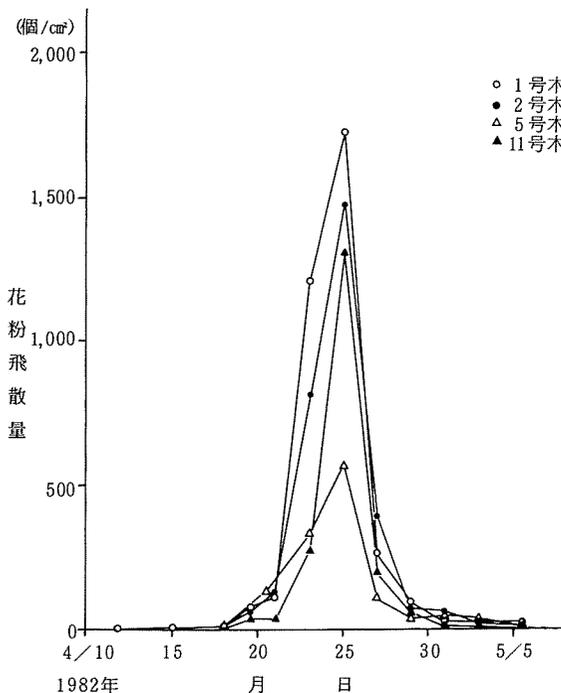


図2 花粉飛散の時期変化

ある。

花粉飛散の時期的変化を図2に示す。花粉の飛散は4月13日より認められたが、最初の1週間は飛散量が少なく、4月20日頃から増加をはじめ、4月25日にピークに達し、4月30日には著しく減少し、5月上旬に停止した。花粉の飛散期間は約20日間であったが、最盛期は5、6日(4月22~27日)で、各個体とも一斉に飛散した。樹冠下における調査によると、最盛期における1日の飛散数(降下数)は280~850個/cm²、期間中の総飛散数は1,250~3,500個/cm²であった(表1)。Nielsenら²⁾によると、ヨーロッパブナの花粉飛散期間は17日間であるが、個体の平均飛散期間は4日間であるという。ブナの開花期間は一般に短いである。

次に飛散最盛期に2時間おきにスライド

表 1 花粉の飛散数*

母樹 番号	開花期間中の合計 飛散数 (4月11日～5月7日) (個/cm ²)	最盛期における 1日の飛散数 (4月24～26日) (個/cm ²)
1	3,505	854
2	2,982	729
5	1,248	280
11	1,907	646
平均	2,411	627

* 1982年の調査。樹冠下における1cm²当たり
降下花粉数。

グラスを交換して、花粉飛散の日変化を調べた(図3)。4月23日は飛散量は少なかったが、10～12時と16～18時にピークがみられた。4月24日は10～14時の間に最も多く飛散した。4月25日は8～12時に多く飛散し、午後は少なかった。全般的にみると、午後よりも午前中の飛散量が多く、また夜間も量は少ないが飛散するようである。

花粉の飛散と気象条件との関係についてみると、飛散最盛期の日中の気温は14～23℃で午後2時に最高になったが、花粉の飛散量は午後よりも午前中に多く、気温の上昇する時刻に飛散量が多いといえる。

湿度との関係については、相対湿度が50%以下で、下降する時刻に多く飛散し、夕方湿度が上昇すると飛散量が減少した。花粉の飛散は風の強さとも関係があるようで、4月24日は快晴で平穏な天候であったが、4月25日は午後風が強く、飛散量が減少した。

次に母樹からの距離と花粉飛散量との関係について調べた(図4)。花粉の飛散量は一般に母樹の中心から10mの範囲内、すなわち樹冠下に多く、母樹から遠ざかるに従って減少した。しかし、減少のしかたは母樹によって差があった。1号木では0～5m地点で飛散量が最も多く、20～30m地点で急激に減少した。2号木では30m地点まではあまり差がなく、40m地点で急激に減少した。この原因については、2号木の30m

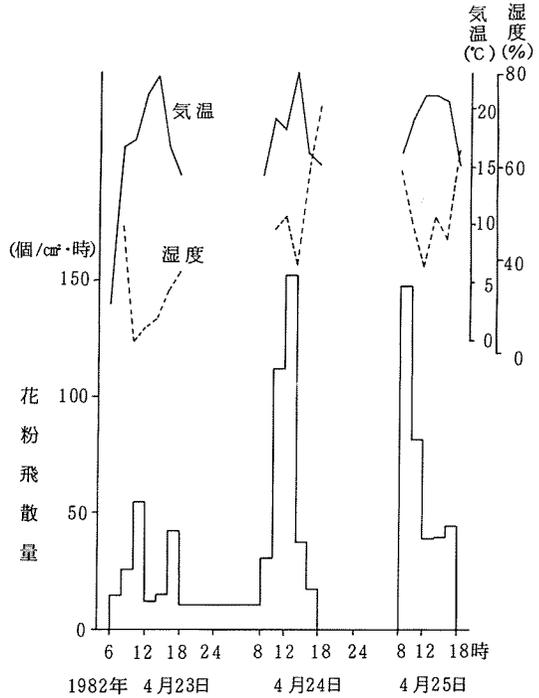


図 3 花粉飛散の日変化

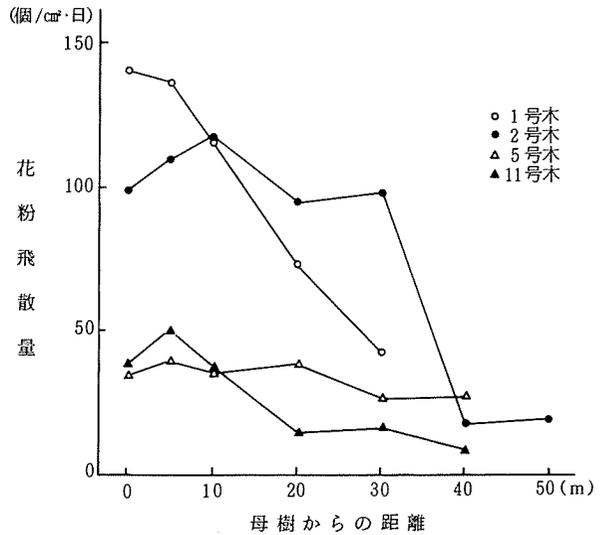


図 4 距離別花粉飛散量

地点に小径の着花木があり、その影響によるものと思われる。5号木では、20 m地点まで飛散量に差がなく、30 m地点で少し減少した。11号木では、20 m地点で急激に減少した。1号木と11号木の観測点は斜面の上方向に、2号木は斜め上方向に、5号木は横方向に設置されている。方向別にみると、横方向よりも上方向の方が飛散量の減少のしかたが急激で、ある地点で急に減少している。これは、1号木は30 m地点で、2号木は40 m地点で、11号木は20 m地点でコナラ林に接しており、その影響によるのかも知れない。横方向は40 m地点まで林がなく開放地である。供試母樹の樹冠半径は5~12 m、平均7 m、樹高は18~28 mであるが、花粉の飛散量は母樹から10 mの範囲内に多く、20~30 m離れると減少している。花粉はそれほど遠くまで飛ばないようである。花粉の飛散距離の調査は母樹の残存本数や配置を決める際に大変参考になる。

2. 花粉の生産量

花粉の生産量を表2に示す。リター・トラップで測定した樹冠下における1 m²当たり雄花序落下数は、1982年が880~5,542個、平均2,972個、1984年は820~3,370個、平均1,542個であった。1花序当たり花粉粒数は22~33万個、平均28万個であった。したがって、1 m²当たり花粉生産量は、1982年が2億5千万~14億5千万個、平均8億3千万個、1984年が1億8千万~10億2千万個、平均4億4千万個である。雄花序は樹冠外にも落下するが、種子の場合と同様に¹⁾、樹冠内に65%、樹冠外に35%落下すると仮定して計算すると、母樹1本当たりの花粉生産量は、1982年の調査では328億~4,072億個、平均1,950億個、1984年の調査では238億~7,275億個、平均1,480億個と計算された。

広葉樹の花粉の飛散や生産量について調べた研究はきわめて少ない。Nielsenら²⁾がヨーロッパブナで開花状況を調査したところによると、花粉の飛散は5月5日から21日まで17日間みられたが、個々の木の飛散期間はきわめて短く、数日(平均4日間)である。Scamoni⁴⁾がEberwaldで調べたところによると、ヨーロッパブナの花粉の飛散期間は4週間で、風の強い日に飛散が最大であった。本研究によると、蒜山のブナの花粉飛散期間は4月中旬から5月上旬まで、約3週間であったが、飛散の最盛期は5、6日で、各個体が一斉に開花した。日本のブナはヨーロッパブナと同様に花粉の飛散期間は短かった。花粉の飛散距離についてはWright⁶⁾の研究がある。それによると、花粉濃度が花粉源濃度の10分の1になる距離はベイマツ、トネリコ、エジュリスマツなどで18 m、欧州トウヒで38 m、レバノンシーダーで44 m、スラッシュマツで69 m、アメリカニレで671 mぐらいという。田中⁵⁾によると、クヌギの花粉飛散距離は母樹から20 mの範囲内で、5 m以内に最も多く散布された(全体の60%)。本研究によると、ブナの花粉の飛散距離は母樹から10 mの範囲内に多く、20~30 m離れると急激に減少した。ブナの花粉は直径が平均47 μ で小さいが、あまり遠くまで飛ばないようである。花粉の生産量については、田中⁵⁾がクヌギ林で、またSaitoら³⁾がヒノキ林で推定している。クヌギでは、母樹の大きさが不明であるが、1本当たり約20億個の花粉が生産されるという。60年生ヒノキ林では、1 ha当たり1年間に 2.59×10^{12} ~ 3.72×10^{13} 個の花粉粒が生産されるという。本研究によると、ブナの1本当たり花粉生産量は200~7,200億個、平均1,500~2,000億個と推定された。花粉トラップによる調査によると、母樹の樹冠下には開花期間中に1 cm²当たり1,250~3,500個の花粉が降下して

いる。ブナ林では、おびただしい数の花粉が生産され散布されることがわかった。

表 2 花粉の生産量と稔性

母樹 番号	胸 高 直 径 (cm)	樹 高 (m)	樹 冠 直 径 (m)	樹 冠 面 積 (m ²)	花芽率 (%)	1 花芽 当 たり 雌 序 数	1 花芽 当 たり 雄 序 数	1 花序 当 たり 雄 花 数 (a)	1 雄 花 当 たり 雄 ずい 数 (b)	1 雄 ずい 当 たり 花 粉 粒 数 (c)	1 花 序 当 たり 花 粉 粒 数 (a×b×c)
1	93	26	16.5	216	94.4	1.0	2.7	16.2	11.6	1,624	305,182
2	88	26	15.5	189	97.7	1.0	3.9	13.2	11.6	1,676	256,629
3	73	26	13.8	152	98.0	1.2	4.0	13.8	10.6	1,814	265,352
5	106	28	24.3	464	98.2	1.2	3.0	16.6	11.4	1,598	302,406
7	51	20	11.0	95	91.7	1.0	2.6	14.8	11.7	1,528	264,588
8	108	26	16.5	205	100.0	1.2	3.8	17.7	10.4	1,726	317,722
10	51	22	12.6	125	97.8	1.0	3.4	16.5	11.9	1,602	314,553
11	38	18	9.4	69	100.0	1.0	4.3	17.8	10.7	1,370	260,930
13	27	18	11.0	86	87.3	1.0	2.4	12.9	10.7	1,588	219,192
206	36	18	9.7	74	96.4	1.0	2.9	20.0	11.1	1,493	331,446
平均	67.1	22.8	14.0	167.5	96.2	1.1	3.3	16.0	11.2	1,602	283,800

母樹 番号	樹冠内の 1 m ² 当 たり 雄 花 序 落 下 数 (d)		1 m ² 当 たり 花 粉 生 産 量 (a×b×c×d) (個)		母樹 1 本 当 たり 花 粉 * 生 産 量 (個)		花 粉 直 径 (μ)	正 常 花 粉 (%)	無 能 花 粉 (%)	巨 大 花 粉 (%)
	1982	1984	1982	1984	1982	1984				
1	4,009	1,519	12.23×10 ⁸	4.64×10 ⁸	40.66×10 ¹⁰	15.40×10 ¹⁰	49.3	96.2	3.3	0.5
2	5,457	2,144	14.00×10 ⁸	5.50×10 ⁸	40.72×10 ¹⁰	16.00×10 ¹⁰	48.2	98.5	1.5	0
3	4,289	1,060	11.38×10 ⁸	2.81×10 ⁸	26.61×10 ¹⁰	6.58×10 ¹⁰	46.5	98.5	1.5	0
5	1,252	3,370	3.79×10 ⁸	10.19×10 ⁸	27.03×10 ¹⁰	72.75×10 ¹⁰	45.2	99.5	0.5	0
7	2,653	1,233	7.02×10 ⁸	3.26×10 ⁸	10.26×10 ¹⁰	4.77×10 ¹⁰	46.9	93.3	6.7	0
8	1,382	1,423	4.39×10 ⁸	4.52×10 ⁸	13.85×10 ¹⁰	14.26×10 ¹⁰	44.2	98.9	1.1	0
10	880	1,207	2.77×10 ⁸	3.80×10 ⁸	5.32×10 ¹⁰	7.30×10 ¹⁰	48.8	97.6	2.0	0.4
11	5,542	1,490	14.46×10 ⁸	3.89×10 ⁸	15.35×10 ¹⁰	4.13×10 ¹⁰	48.1	98.2	1.3	0.5
13	1,132	820	2.48×10 ⁸	1.80×10 ⁸	3.28×10 ¹⁰	2.38×10 ¹⁰	48.9	99.5	0.5	0
206	3,119	1,158	10.34×10 ⁸	3.84×10 ⁸	11.77×10 ¹⁰	4.37×10 ¹⁰	46.8	96.6	2.9	0.5
平均	2,972	1,542	8.29×10 ⁸	4.43×10 ⁸	19.49×10 ¹⁰	14.79×10 ¹⁰	47.3	97.7	2.1	0.2

*母樹 1 本 当 たり 花 粉 生 産 量 は、1 m² 当 たり 花 粉 生 産 量 × 樹 冠 面 積 ÷ 0.65 で 計 算 した。

IV 総 括

鳥取大学蒜山演習林の100～250年生ブナ採種林において、豊作年の1982年と1984年に花粉の飛散と生産量を調査した。花粉の飛散は、花粉トラップを設けて調べた。花粉の生産量は、リター・トラップで採集した雄花序落下数から推定した。本研究の結果は以下のとおりである。

1. 花粉の飛散期間は4月中旬から5月上旬まで約3週間であったが、飛散の最盛期は5、6日間であった。母樹の樹冠下における最盛期の1日の降下花粉数は280～850個/cm²、開花期間中の総降下花粉数は1,250～3,500個/cm²であった。

2. 花粉飛散の日変化については、花粉の飛散量は午前8時から午後2時までの間に多く、気温の上昇及び空中湿度の下降とほぼ平行することが認められた。夜間も飛散するが、飛散量は少なかった。
3. 花粉の飛散距離については、母樹の中心から10 mの範囲内(樹冠下)に多く降下し、20~30 m離れると減少した。
4. リター・トラップで採集した雄花序落下数から花粉生産量を推定した結果、豊作年においては1本の母樹が1,500~2,000億個(1.5×10^{11} ~ 2.0×10^{11} 個)の花粉を生産するという結果がえられた。

文 献

- 1) 橋詰隼人・菅原基晴・長江恭博・樋口雅一：ブナ林における生殖器官の生産と散布(I)。種子の生産と散布。鳥大農研報，**36**，35~42(1984)
- 2) Nielsen, P. C. and Schaffalitzky de Muckadeli : Flower observations and controlled pollinations in *Fagus. Silvae Genet.*, **3**, 6~17(1954)
- 3) Saito, H. and Takeoka, M. : Pollen production in 60-year-old plantations of *Chamaecyparis obtusa*. *Jap. J. Ecol.*, **33**, 365~373, (1983)
- 4) Scamoni, A. : Beobachtungen über den Pollenflug der Waldbäume in Eberwald. *Silvae Genet.*, **4**, 113~122(1955)
- 5) 田中勝美：クヌギの花粉率と花粉散布範囲。日林九支論。**33**，269~270(1980)
- 6) Wright, J. W. : Pollen-dispersion studies. *J. For.*, **51**, 114~118(1953) (佐藤敬二：新造林学。地球出版(1971)p. 262)