

コナラ成熟林における繁殖器官各部の乾物生産と 種子生産における花粉粒及びめ花数の関係

齋藤秀樹・中口 努・久後地平・竹岡政治

HIDEKI SAITO, TSUTOMU NAKAGUCHI, CHIHEI KUGO
and MASAJI TAKEOKA

Dry matter production of each component of reproductive organs
and the relation of the number of pollen grains and female flowers to seed crop
in a Konara oak (*Quercus serrata*) mature stand

要旨：樹齢100～150年生のコナラ成熟林において1982, 83年の繁殖器官各部の生産量を測定し、考察した。この林分斜面は南向きで急傾斜(平均34度)である。花粉以外の各部生産量はリタートラップ法により、花粉は開やく前の雄花序につく花粉量調査を併用し、乾重と個数について推定した。乾物生産量は1982年が300kg/ha・y, 1983年750kg/ha・yで、雄性も雌性の部分も1983年の方が多く、とくに種子の増加が著しかった。豊作年には乾物生産量全体に占める雌性部分の割合が高く(55%), 凶作年には低かった(20%)。1983年の種子豊作は開花したため花数が増加したこと(2.6倍)と結実率が高かったこと(2倍増加)によりおこった。この結実率の増大は花粉粒の生産個数のそれ($1.2 \times 10^{13} \rightarrow 1.6 \times 10^{13}$ no./ha・y)に対応していた。一方、め花数に対する花粉粒数の比には両年度の違いは小さく、これはスギ、ヒノキ、オニグルミの林分で認められている結果と一致した。

はじめに

種子の生産量に関する資料数としては、コナラは豊富な樹種の1つである。MATSUDA¹⁾はめ花の生存曲線を分析、調査して、同化物質の損失を最小にした種子獲得の戦略における虫の攻撃の働きを評価した。小笠原ほか²⁾も着花数を直接測定し、若い3個体についての生存曲線を明らかにしている。コナラの結実の低さに注目した橋詰³⁾、甲斐⁴⁾は、数年間にわたる健全、虫害および発育不全種子数の構成割合の変化から結実について考察した。

以上の研究はめ花～種子散布までの過程を解析したものであるが、この有性繁殖についてみると

き、花粉の生産量が結実に及ぼす影響を考える必要があると思う。この点から、コナラ林の結実周期と雄花落下数には関連がないという橋詰³⁾の指摘には興味がある。White oakの3種を対象に、SHARP & CHISMAN⁵⁾は花粉放出時点における環境の変化とその影響について論じているが、これは定量性に欠けるきらいがあり、またこの後の報告⁶⁾においても種子生産と花粉の関連が明らかにされていない。

コナラ林分1haで形成される花粉の乾重や粒数はどれほどあり、この花粉粒数とめ花の着生数との関係、結実への影響などを明らかにすることができれば種子生産の基礎研究の発達に役立つと考

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.

昭和62年8月11日受理

えられる。そこで筆者らは、開花時に空中に四散する花粉量を、開やく前の雄花序に含まれる花粉量(乾重と粒数)とトラップ法による林分の開花雄花序数とから推定して、これとめ花や種子の生産量との関係を調べた。本報告は老齢のコナラ(*Quercus serrata* THUNB.)成熟林における1982, 83年の結果をとりまとめたものである。

なお、コナラ林の繁殖器官生産量の資料には、上記したものほかに瀬川・加藤⁷⁾が林分の生産力として、古野・齋藤⁸⁾がリターフォールの構成要素としての調査を行っているし、物質循環の研究の一部で測定されたものもみられる(石井ほか⁹⁾など)。また調査年数でも単年度のもの²⁾⁷⁾⁹⁾もあるが、甲斐⁴⁾の10年を頭に5年¹⁾³⁾、3年⁸⁾と継続したものがあつた。ドイツのoak林では20年間にわたる種子生産の周期性が明らかにされている¹⁰⁾。

本調査林分は京都大学農学部芦生演習林の提供をうけ、現地調査にあつては京都大学農学部川那辺三郎教授に多大の便宜をはかっていた。ここに厚く御礼申しあげます。

なお、本研究の一部は文部省科学研究費補助金(課題番号 58560154)によつたものである。

調査林分

調査林分は京都大学芦生演習林(京都府北桑田郡美山町芦生)20林班の地蔵峠近くに所在するコナラ林分である。この林分が成立する斜面はほぼ南向き(S18°E)、急傾斜(平均斜度34°)であるが、斜面のひだ及び傾斜角度の変化が少なくて比較的単純である。

調査林分内に35m×45mのプロット(水平面積1,306m²)を設定して毎木調査(DBH≥4.5cm)を行い、これをTable 1にまとめた。プロットに出現する樹種はコナラをふくめて合計26種、すべてが落葉広葉樹である。高木層の優勢木はコナラと他にクリ3本、ブナ1本で、樹高は約20mであつた。

この林分への人為干渉はなく、生育段階の進んだ成熟林である。樹齢は調査しなかつたが、本演習林の二次林の調査結果(DBH25cmで樹齢約60年生)から100~150年生と推定した。この値は樹形から判断して妥当であると考えられる。

調査林分の標高は685m、冷温帯落葉広葉樹林帯の下部に位置する。WIは84°C・month、CIは-9°C・monthで、この林分に隣接してブナ林が成立

Table 1. Floristic composition of a Konara oak (*Quercus serrata* THUNB.) stand studied. DBH larger than 4.5 cm. Plot area, 35 m × 45 m or 1,306 m² in horizontal.

Species	No. of trees [/Plot]	DBH		Basal area	
		Mean [cm]	Range [cm]	[m ² /Plot]	[%]
<i>Quercus serrata</i> コナラ	12 (92/ha)	47.2	24-61	2.23 (17.1m ² /ha)	56.2
<i>Castanea crenata</i> クリ	3	36.3	32-41	0.318	8.0
<i>Carpinus laxiflora</i> アカシデ	38	9.3	5-23	0.319	8.0
<i>Fagus crenata</i> ブナ	18	12.1	5-37	0.294	7.4
<i>Acer sieboldianum</i> コハウチワカエデ	41	7.8	5-19	0.222	5.6
<i>Q. mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> ミズナラ	4	19.8	17-22	0.123	3.1
<i>Ilex macropoda</i> アオハダ	2	25.0	20, 30	0.100	2.5
<i>Lyonia ovalifolia</i> subsp. <i>neziki</i> ネジキ	5	16.6	5-30	0.054	1.4
<i>Evodiopanax innovans</i> タカノツメ	1	25	-	0.050	1.3
Other trees (17 spp.)*	53	7.5	5-17	0.262	6.6
Total	177 (1,356/ha)	-	-	3.98 (30.5 m ² /ha)	100

* *Sorbus alnifolia* (6 trees per Plot; DBH range 5-15 cm), *Clethra barbinervis* (12; 5-10), *Styrax obassia* (5; 6-11), *Betula grossa* (1; 17), *Carpinus japonica* (3; 7-10), *Sorbus japonica* (1; 14), *Acer Palmatum* subsp. *matsumurae* (3; 5-13), *Acanthopanax sciadophylloides* (5; 5-8), *Prunus grayana* (1; 11), *Fraxinus sieboldiana* (3; 6, 7), *Acer micranthum* (2; 5, 9), *Sorbus americana* subsp. *japonica* (3; 5, 8), *Hamamelis japonica* subsp. *obtusata* (3; 5, 6), *Magnolia salicifolia* (1; 8), *Hydrangea paniculata* (2; 5, 6), *Rhus trichocarpa* (1; 6), *Lindera umbellata* (1; 5).

している。年降水量は3,000mm ちかいが冬期は降雪となる。積雪期間は12月上旬から4月中旬まで、積雪深は1.3~3.4mに達する。地質は秩父古生層に属し、基岩は粘板岩、砂岩、珪岩が多い。

調査方法

コナラの繁殖器官各部の林分1 haあたり生産量はリタートラップ法で測定した。花粉は開花して空中に四散するので、開花前の適期に雄花序試料を採集してその花粉量を測定し、これをもとに生産量を推定した。

リタートラップ法による調査

使用したリタートラップは1辺0.5mの正方形の木わくに、排水性のよい化学繊維ゴース布(網目は0.2mm×0.2mm)を袋状(深さ0.45m)にとりつけたものである。これをプロット内に、受口を水平にして地上高約0.8mで設置した。使用したトラップ数は10個で、ランダムに配した。

トラップに入ったリターは、トラップごとに採集して紙袋に入れて実験室に持帰り、次の繁殖器官各部に選別した。雄花(序)、未熟果実(め花、虫害痕のある不健全な果実、被食種子片を含む)、種子(見かけ上健全な成熟堅果)、及び殻斗(成熟、大形)。そして、これらの乾重(85℃で48時間の乾燥;感度1 mgまで)及び個数について測定した。なお、未熟果実及び殻斗の乾重には柄を含めた。また、1983年には未開花の雄花序、小形(20 mm長以下)の雄花序をさらに分類した。

このリター採集は約1か月の間隔(21~43日間の幅)で行った。

リターフォールの測定期間は開葉前から落葉直後の積雪開始前までとした。本調査林分は多雪地で、しかも急斜面のために冬期調査ができなかった。この冬期間には殻斗がほとんど落下しないことを、筆者ら(未発表資料)はこの近くのコナラ林で確認した。1982年の測定期間は4月16日~11月24日、1983年は4月17日~11月24日である。

花粉の生産量調査

コナラの雄花は尾状花序で、細長い花軸(1982年、開花後に落下したものの長さは20~70mm)のまわりに雄花が20~40個程度ついている。開花後、この雄花序は分解せずに落下するので、開花前の雄花序1個あたり花粉量と林分の開花雄花序数を測定して花粉生産量を推定した。

(林分1 haの花粉生産量) = (林分1 haの開花雄花序数) × (雄花序1個の花粉量)。

“林分1 haの開花雄花序数”は前述のリタートラップ法から、“雄花序1個の花粉量”は、乾重と粒数について、(雄花序1個の総雄ずい数) × (雄ずい1個の花粉量)、から求めた。なお、(雄花序1個の総雄ずい数) = (雄花序1個の雄花数) × (雄花1個の雄ずい数)。

雄ずい1個の花粉重は開やく前(花粉を含む)と後のやく重差から求めた。やく200~600個をまとめ、その乾重を感度0.1mgで測定した。雄ずい1個の花粉粒数はメカニカルステージ付き顕微鏡(100倍)で測定した。

以上の各測定の供試料数はTable 3に示すとおりである。供試料の採取には偏りができないように十分注意した。なお、1983年の雄ずい数は5雄花序につく全ての雄花を測定した。

供試雄花序は1983年5月10日に、プロット周辺のコナラ3本から採集した。1982年には、“雄花序1個の雄花数”調査はトラップに落下した開花雄花序を用い、その他測定は本調査林分西方1.5kmの約65年生コナラ1本から採集した試料にもとづく井坪¹⁾の値を用いた。

結果および考察

花粉をのぞく繁殖器官各部の生産量

Fig. 1に雄花序、未熟果実、殻斗及び種子について、日落下速度(個数による)の季節変化を示す。

雄花序は6月上旬までに集中落下し、夏季以降はほとんど落下が認められない。つまり、5月中旬に開花した雄花序(前章“花粉の生産量調査”参照)の大半は約1か月間で脱落する。未熟果実の落下は雄花序と同時かやや遅れて始まり、6月にピークが認められ、11月下旬まで続く。種子及び殻斗の落下は8~9月の期間に始まり10月末で終了した。殻斗は種子に比べて落下時期がやや遅れる。1983年には殻斗落下が調査終了直前の採集時期にも多く認められたが、この後の落下の心配がないことはすでに述べた。

以上から、本調査期間におけるコナラ繁殖器官の各年度の落下量は生産量(速度)にあたる。

1982年、83年のコナラ繁殖器官各部の落下量を10トラップの平均値に標準偏差をつけてTable 2にまとめた。

1983年には未開花雄花序(つばみ)の落下が多く認められたので測定したところ、全雄花序数(開花と未開のもの合計)の2.3%とわずかであった。なお、1983年のものは大部分が開花していた。

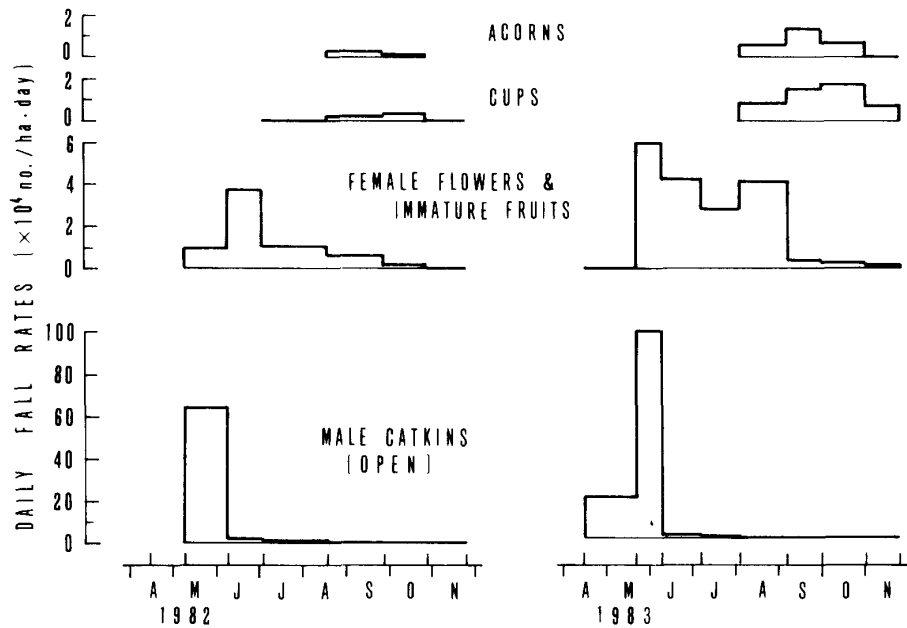


Fig. 1. Daily fall rates of each component of reproductive organs. Short vertical lines on the horizontal line showing a calendar month represent the time of litter collections. See the footnote of Table 2.

Table 2. Annual fall rates of each component of reproductive organs of Konara oak, measured by 10 litter traps (0.5 m × 0.5 m each).

	Dry weight [kg/ha·y]		Number [$\times 10^3$ No./ha·y]	
	1982	1983	1982	1983
Male catkins, open	102.2 ± 27.1	222.2 ± 77.2	20,464	*29,528 ± 9,588
Male catkins, not open	—	3.5 ± 1.7	—	700 ± 325
Femal flowers and immature fruits	19.2 ± 20.7	69.2 ± 76.4	2,116	4,792 ± 3,005
Cups	21.4 ± 15.9	(122)	232	1,320 ± 1,757
		353.1 ± 466.4		
Acorns	20.3 ± 16.9	(231)	156	780 ± 1,171

Immature fruits, including acorns damaged by insects or small mammals. Cups and acorns, both large and mature. * including $4,460 \times 10^3$ (/ha·y) short catkins less than 20 mm in length. The year 1982, measured from 16 April to 24 November; 1983, from 17 April to 24 November.

トラップ間の変動係数(乾重での)は雄花序(開花)では0.3前後であるが、雌性部分のそれは0.7~1.3と大きい。個数での変動係数をみると未熟果実では1個の大きさがさまじまなので乾重のときの約半分であり、種子や殻斗のばあいにはほとんど差がなかった。

ここで、トラップ法による推定誤差について考察する。

母平均値を m 、標本 n 個の平均値を \bar{x} とすると、

$$m = \bar{x} \pm s \cdot t / \sqrt{n} \dots\dots\dots(1)$$

であらわせる。 s は標準偏差、 t は信頼度で t 分布にしたがう。平均値 \bar{x} の相対誤差 e は、

$$e = c^2 \cdot t^2 / n \dots\dots\dots(2)$$

ただし、 $e(\%) = 100 \cdot (m - \bar{x}) / \bar{x}$ 、 c は変動係数(= s/\bar{x})。

今回の生産量調査について、 $t = 2$ (信頼度95%) として e を計算すると雄花序では約20%である。一方、雌性部分のそれは大きく、未熟果実数で40%、1982年の種子及び殻斗重は約50%、その他は

70~95%であった。

穀斗と種子の落下数を比べると両年度は共に穀斗の方が多く、両者の差は35% (1982年) と40% (1983年) であった。これは、主に小動物の種子消費と両者の相対誤差が大きかったことによると思われる。

穀斗と種子数の差についてトラップ (0.9m × 1 m) を52個使用した調査¹⁾では7% (穀斗 > 種子), また1 m²トラップを20と30個用いた測定では動物被食による影響はない⁴⁾としている。故に、今回の調査のばあいは前述2原因のうち、主に後者によると考えた方がよさそうである。

花粉生産量の推定

Table 3はコナラ雄花序に含まれる花粉量 (乾重, 粒数) を求めるために測定した諸値をまとめたものである。

1983年に雄花序試料を採集した3本のコナラについて、雄ずい1個あたりの平均花粉重を比較すると2.7倍 (最大値/最小値の比) の違いがある。この花粉重の大きい採集木では、雄ずい1個あたりの花粉粒数も多い。したがって、花粉1粒の平均重 (雄ずい1個あたりの乾重/同粒数) での違い

は1.8倍にすぎなかった。

次に、1983年の雄花序1個あたりの総雄ずい数を採集木間で比較すると、これも1.4倍の違いがみられ、これは雄花序1個あたり雄花数の違いに起因している。この総雄ずい数と雄ずい1個あたりの花粉量との間には反比例の関係が認められた。つまり、総雄ずい数の少ない雄花序をつけるコナラ個体では、その花粉粒は重く、かつ雄ずい1個に含まれる粒数も多い。したがって、3試料木間における雄花序1個あたりの花粉量の違いは乾重で1.9倍、粒数で1.1倍におさまった。

雄花序1個あたりの平均花粉重について、1982年 (6.92 mg) と1983年 (3.66 mg) を比較すると2倍ちかい違いがある。これは1982年の雄花序の方が総雄ずい数が多い、また花粉粒も重いことが関係している。

花粉粒1個の平均重は、前述したように1982年の方が大きい。これはSHARP & CHISMAN⁵⁾がwhite oakで指摘した開花前の異常な乾燥と高温のために、1983年には未熟雄花序 (十分に伸長していないという意味) が花粉を放出したためではないだろうか。これは1983年に長さ20 mm以下の開花雄

Table 3. Mean dry weight and number of pollen grains bearing on male catkins of Konara oak.

Year of flowering		1982	1983			Mean
			Tree 1	Tree 2	Tree 3	
<i>a</i>	Wt. of anthers incl. pollen [mg]	0.0608* <i>n</i> =250	0.0700 <i>n</i> =200	0.0425 <i>n</i> =200	0.0415 <i>n</i> =200	
<i>b</i>	Wt. of anthers excl. pollen [mg]	0.0183* <i>n</i> =600	0.0245 <i>n</i> =200	0.0220 <i>n</i> =200	0.0245 <i>n</i> =200	
<i>c = a - b</i>	Wt. of pollen per anther [mg]	0.0425*	0.0455	0.0205	0.0170	0.0276
<i>d</i>	No. of pollen grains per anther	3,700 ± 611* <i>n</i> =50	5,220 ± 658 <i>n</i> =25	4,220 ± 640 <i>n</i> =25	3,540 ± 576 <i>n</i> =25	4,260
<i>e = c/d</i>	Mean wt. of pollen grains [mg/grain]	11.5 × 10 ⁻⁶	8.7 × 10 ⁻⁶	5.1 × 10 ⁻⁶	4.8 × 10 ⁻⁶	6.2 × 10 ⁻⁶
<i>f</i>	No. of stamens (anthers) per male flower	5.71 ± 1.43* <i>n</i> =427	4.14 ± 0.21 <i>n</i> =5 cat	4.51 ± 0.46 <i>n</i> =5 cat	4.52 ± 0.13 <i>n</i> =5 cat	4.39
<i>g</i>	No. of m. flowers per catkin	28.5 ± 4.7** <i>n</i> =50	28.2 ± 3.8 <i>n</i> =15	30.5 ± 3.9 <i>n</i> =15	37.3 ± 3.5 <i>n</i> =20	32.0
<i>h = f · g</i>	No. of stamens per catkin	163	117	138	169	141
<i>i = c · h</i>	Wt. of pollen per catkin [mg]	6.92	5.31	2.82	2.87	3.66
<i>j = d · h</i>	No. of pollen grains per catkin	6.03 × 10 ⁵	6.09 × 10 ⁵	5.53 × 10 ⁵	5.97 × 10 ⁵	5.86 × 10 ⁵

n, number sampled. Trees 1 to 3, from which male catkins just before pollen release were collected.

* from a ca. 65-year-old tree at Kami-tani near the study stand (ITSUBO, 1984). ** based on fallen male catkins in the plot. cat, catkins.

花序が多いこと (Table 2) にも対応する。また、1983年の採集木間での平均重の違いは雄花序の伸長差をあらわすと考えられる。

今回の調査でみられた花粉1粒の平均重における最大の違いは、1982年と1983年の採集木3との間で、2.4倍であった。いま、花粉の容積重は一定と仮定してこの違いを花粉粒の直径であらわすと1.34倍に相当する。

林分1 haの花粉生産量を推定した。1983年の開花雄花序のうちで短いもの(20mm以下, Table 2参照)が含む花粉量は Table 3に示した値の1/2として計算した。この方法だと、短い雄花序が伸長途中で花粉を放出したものとすれば1.2%(0.023/2)の過小評価となる。

乾重での花粉生産量は1982年が140kg/ha・y, 1983年100kg/ha・yで、平均120kg/ha・yとなった。粒数では1982, 83年がそれぞれ 1.2×10^{13} , 1.6×10^{13} /ha・y, 平均 1.4×10^{13} /ha・yと求まった。乾重では1982年>1983年, 粒数では1982年<1983年となっているが、これは両年度の花粉粒の重量差に起因する。

コナラ林の花粉生産量を調査した報告はみあたらないが、橋詰³⁾は2林分で雄花序の落下数を測定

している。これらと比較して本調査林分の花序落下数は著しく多く、最大値を比較しても4倍~16倍に達する。この違いは、筆者らの調査(未発表資料)から判断して樹齢に起因すると考えられる。

繁殖器官の生産量(乾重)

花粉を含めた全繁殖器官の、1982年の生産量は300kg/ha・y, 1983年には750kg/ha・yとなった。繁殖器官各部の生産量及びそれらの全体に占める割合は Fig. 2に示す。この図にみられるように1983年の生産量の増加は雄性、雌性のいずれの部分においてもみられ、とくに雌性のそれは7倍に達し、なかでも種子が著しく多くなった(11倍)。割合で見ると、生産量の多い1983年には雌性部分が多く(55%)、このうちの半分以上は種子である。生産量の少ない1982年にはその大部分(80%)が雄花及び花粉によって占められる。

雄性部分の生産量も1983年の方が多い(1.4倍)が、これは開花雄花序(花粉を含まない)の増加によるもので、花粉は逆に減少した。種子生産の多い1983年の方が花粉生産量が少いけれども、受粉、受精に参与する花粉量は乾重ではなく粒数なので、この点については次節で検討する。

今回調査した樹齢100~150年生コナラ林の繁殖

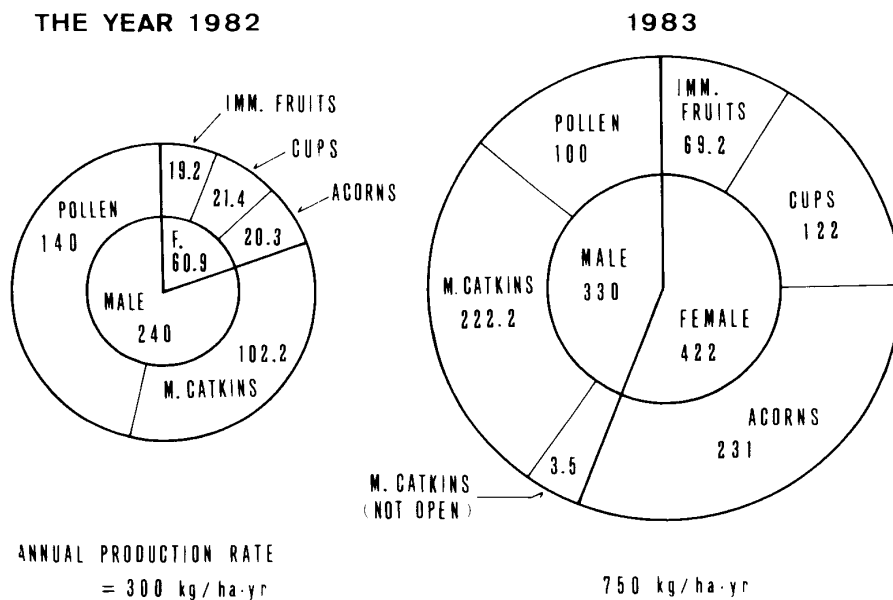


Fig. 2. A comparison of production rates of reproductive organs between the year 1982 and 1983. Figures represent annual production rates in kg(dry weight)/ha·y. Pollen production rates were estimated from annual fallen number of open male catkins(see Table 2)and mean dry weight of pollen contained in male catkins sampled(see Table 3). Pollen dry weight bearing on a short male catkin (less than 20 mm long) in 1983 was regarded as half of a sound or long one.

器官生産量は、他の若い林分の値と比較して少い傾向があった。林分間のこの比較は調査年数の違いがあるので厳密には難しいが、例えば40年生までの林分の最大値は980⁸⁾, 854⁷⁾, 745.7⁹⁾kg/ha・yという(いずれも花粉を含まない)。これらの値は、本調査1983年の花粉をのぞいた値(650 kg/ha・y)より多い。

繁殖器官各部の生産個数, 及び種子豊凶に対するめ花数, 花粉粒数の関係

Fig. 3は繁殖器官各部の林分1 haあたり生産個

数, 及び開花した総め花数を100としたときのこれら各部の相対数を示す。開花め花数は未熟果実と殻斗の個数を合計して求めた。

1983年は1982年に比較して種子が豊作であることはすでに述べた。この1983年には種子(殻斗)のほかに花粉粒, め花の生産個数も多くなっている。両年度の違いは花粉粒が1.3倍, め花が2.6倍, 種子が5倍であり, 花粉粒に比較してめ花の増加が大きく, め花も開花時点よりも成熟した種子段階での違いが著しい。したがって, 結実率をあら

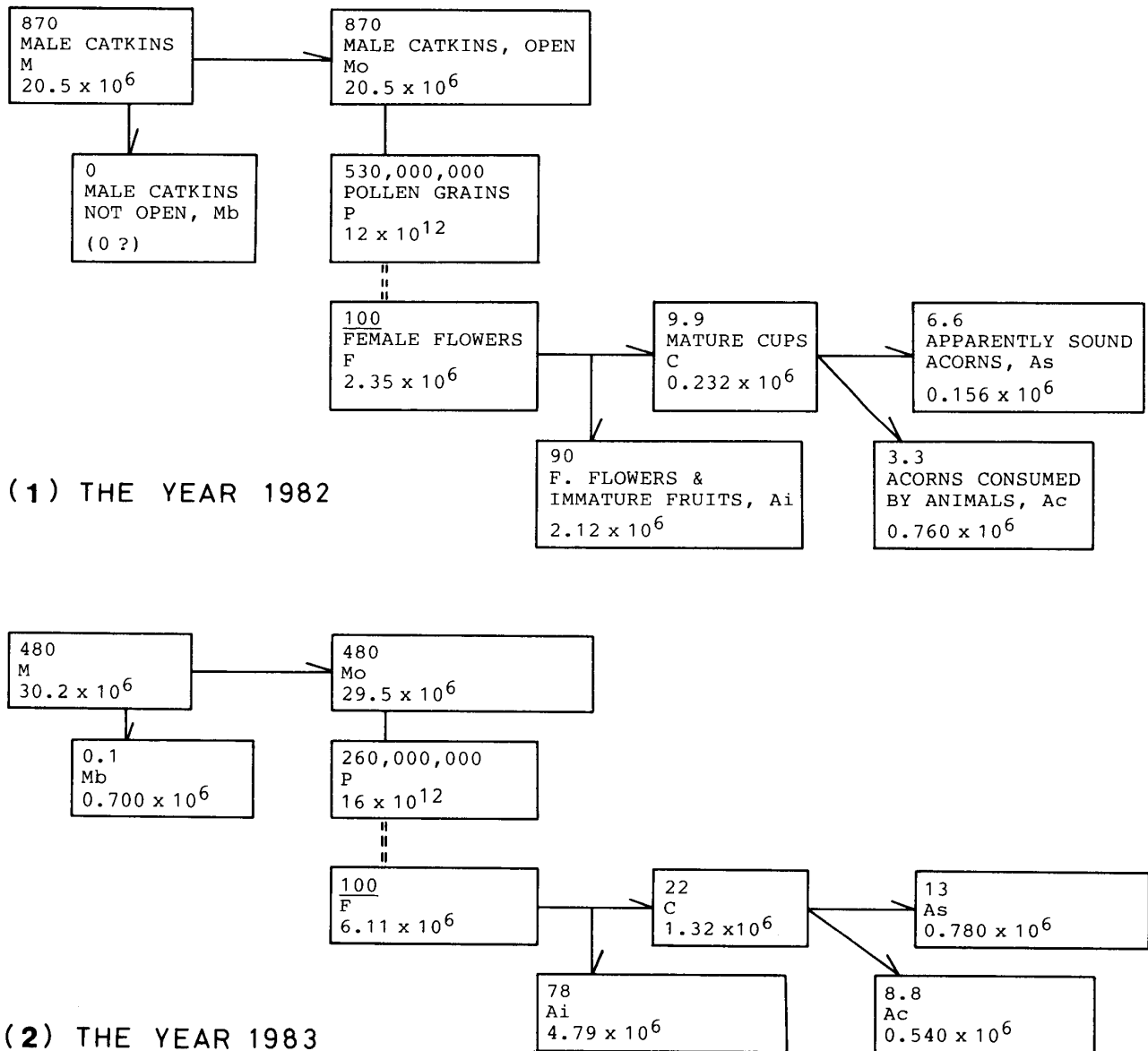


Fig. 3. A comparison of production rates(by number)of each component of reproductive organs between the year 1982 and 1983. Figures in the upper side represent the relative number to the number of female flowers being 100 and in the lower part annual production rates by number(No./ha・y). For the estimation of pollen production, see the footnote of Fig.2.

わす種子の相対数では、1983年の値(13)の方が1982年(6.6)より大きくなる。故に、1983年の種子豊作は、め花数自体が多いうえに結実率が高かったことの二つの原因によるといえる。

結実率の高い1983年には、花粉粒の生産個数が多いから、開花期に林内に飛散する花粉粒の絶対数(生産量)の多少が結実率に影響すると考えられる。

ここで花粉粒の相対数をみると、種子豊作の1983年(2.6×10^8)の方が1982年(5.3×10^8)の半分である。したがって、この花粉粒の相対数からは、1983年の結実率が高い理由を説明できないことになる。しかし、ヒノキ¹²⁾、オニグルミ¹³⁾、スギ(未発表資料)の各林分では、花粉粒の相対数(ヒノキ、スギでは、め花=種子)が、種子豊凶に関係なく一定になるという。これらの報告の花粉粒相対数には2倍程度の違いが許容されており、本調査結果もこの範囲内の違いであった。開花した総め花数にかかわる未熟果実と殻斗の落下数の相対誤差が大きかった(本章“花粉をのぞく繁殖器官各部の生産量”参照)ことから、今回のコナラ林のばあいも前記3樹種と同じ傾向と考えた方がよい。

以上から、今回のコナラ林調査では花粉粒とめ花の個数比率が一定であり、結実率は林分で形成される花粉粒数の多少が関係するといえる。

一方、コナラ林の雄花序落下数と種子生産の関係を調べ、雄花の着生がある一定レベル以上あれば結実に影響しないとした報告³⁾もみられる。

種子の相対数、すなわち結実率は6.6%(1982年)と13%(1983年)であった。(殻斗の相対数からは9.9%と22%)コナラは落果の多い樹種とされ^{1~4)}、結実率0%²⁾から48%³⁾までの範囲で報告されている。小笠原ほか²⁾は6年生3個体のめ花650~1,300個が全て落果したという。コナラは発芽後7年目に初めて結実したという報告⁸⁾からみて、この0%は樹齢の低さに原因があると思う。橋詰³⁾によると2林分合計9か年の結実率は24~48%と高く、一方、MATSUDA¹⁾は単年度だが0.8%と低い値をえている。

ここで、開花した総め花数をみると橋詰の資料³⁾は37.1~149.9個/m²・y、MATSUDA¹⁾のは1,124個/m²・y、本調査は235と611個/m²・y(Table 2, Fig. 3参照)である。これら三つの報告を比較したとき、め花数が多い報告ほど結実率が低い傾向が認められる。

今回の調査は開花後から6月頃までに落下するめ花をリター中から、とくに虫ふんから肉眼で選別するのが難しかったから、め花数の過小評価が心配される。これからみて、MATSUDA¹⁾のように果穂軸の生存率から開花め花数を推定する方法の方がトラップ法より精度が高いばあいもあると思われる。いずれにせよコナラの結実率は種子豊作の年でも低いことは確かのようにである。

引用文献

- 1) MATSUDA, K.(1982): Studies on the early phase of the regeneration of a Konara (*Quercus serrata* THUNB.) secondary forest. I. Development and premature abscissions of Konara oak acorns, *Jap. J. Ecol.*, **32**, 293-302.
- 2) 小笠原健二・川島岩夫・都築誠二郎(1980): コナラおよびミズナラの種子の発育と落下について, 第31回日林関西支部講演集, 155-157.
- 3) 橋詰隼人(1987): コナラ二次林における種子生産, *広葉樹研究*, **4**, 19-27.
- 4) 甲斐重貴(1987): 暖帯性落葉広葉樹林の特性と施業に関する研究(VII)コナラ林の種子生産, 第98回日林会大会(口頭発表).
- 5) SHARP, W. M. and CHISMAN, H. H.(1961): Flowering and fruiting in the white oaks. I. Staminate flowering through pollen dispersal, *Ecol.*, **42**, 365-372.
- 6) ——— and SPRAGUE, V. G.(1967): Flowering and fruiting in the white oaks. Pistillate flowering, acorn development, weather, and yields, *Ecol.*, **48** 243-251.
- 7) 瀬川幸三・加藤亮助(1970): 好摩実験林におけるコナラ萌芽林の成長, *林試東北支場年報*(昭44年), **11**, 188-198.
- 8) 古野東洲・齋藤秀樹(1981): コナラ林におけるリターフォール量の季節変化および食葉性昆虫による被食量, *京都大農演報*, **53**, 52-64.
- 9) 石井 弘・片桐成夫・三宅 登・矢内勝美(1976): 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(II)リターフォール量の斜面位置による違い, *島根大農研報*, **10**, 112-117.
- 10) BAKER, F. S.(1950): Principles of

- silviculture, x ii + 414p. McGraw-Hill, New York.
- 11) 井坪豊明(1984) : 京都周辺のハンノキ, コナラ, シイ, クスノキおよびトチノキ林における花粉生産量の研究, 京都府大大学院農学研究科修士論文, 62p.
- 12) 齋藤秀樹・竹岡政治 (1983) : 壮齡ヒノキ人工林の花粉生産量, 日生態会誌, **33**, 365-373.
- 13) ———(1986) : オニグルミ林分の花粉生産速度, 京都府大学報・農, **38**, 7-16.

Summary

Annual production rates (by dry weight and number) of each component of reproductive organs in a Konara oak (*Quercus serrata* THUNB.) mature stand, which consisted of trees 100-150 years old, were measured in 1982 and 1983 and analyzed. The slope of the studied stand faced south and was steep (mean inclination : 34°). Production rates per 1-ha stand for each component except pollen were determined using ten litter traps (each measuring 0.5 × 0.5m), while for pollen, this was done together with measurement of the amount of pollen contained in catkin samples before anther opening. The dry matter production rate of all reproductive parts including pollen in 1982 and 1983 amounted to 300 and 750 kg/ha·y, respectively; the increase in 1983 was recognized in both male and female parts, especially acorns.

In abundant crops the proportion of female parts to the total production was high (50%), while in poor crops, the proportion was low (20%). The higher production of acorns in 1983 compared with 1982 was caused by an increase in both the potential number of female flowers (2.6 times) and the ratio of fruits which matured (2 times). Changes in the seed-maturing ratio, i.e., the proportion of female flowers developing into mature and sound acorns, was related to the pollen production rate, which varied from 1.2×10^{13} to 1.6×10^{13} grains/ha·y. Little difference between the two years in the ratio of the number of pollen grains to female flowers was found, which agreed with our previous findings for Sugi (*Cryptomeria japonica*), Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) and Siebold walnut (*Juglans ailanthifolia*) stand.