

〈総説〉

## 自然林におけるブナ科植物の生殖器官の生産と散布

橋詰隼人\*

Production and Dispersal of Reproductive Organs of *Fagaceae* Species in Natural Forests

Hayato HASHIZUME\*

## は　じ　め　に

ブナ科植物は日本列島に広く分布し、暖温帯では照葉樹林を、冷温帯では落葉広葉樹林を形成する。我が国の広葉樹のなかで最も蓄積が多く、林業上重要な樹種が多い。また自然保護など公益機能の面から見ても、ブナ科植物は分布区域が広く、重要な樹種である。

林業界においては、針葉樹は優良材であるが、広葉樹は低質材として取り扱われ、昭和30年代から拡大造林によって広葉樹の森林が次々に伐採されて、スギやヒノキの人工林に改植されてきた。しかし、最近では木材需要の低迷、外材の輸入攻勢、自然保護意識の高まりなど、以前と情勢が変化し、広葉樹の重要性が再認識され、広葉樹を大事にしなければならないという気運が高まってきた。特に地場産業と密接な関係があり、木工業の材料とし重要なブナ材やシイタケ原木のクヌギ・コナラ材などが近年不足し、林業においてはこれらの有用広葉樹の育成が今日重要な課題になっている。またブナ原生林は残り少なくなり、学術上貴重な森林が多く、原生林の保護運動も高まっている。広葉樹は次第に復権しつつある。

筆者は広葉樹の重要性を指摘し、10数年前から鳥取大学蒜山演習林（岡山県真庭郡川上村）及びその周辺の森林において、落葉広葉樹林の生態、天然更新、人工造林などの研究に従事してきた。広葉樹林を保続し、かつ健全に育成するためには、先ず種子生産の問題から取り組まなければならない。なぜなら、樹木には寿命があって年をとると老衰しやがて枯死するが、間もなく後継樹が育って森林は更新する。この場合、後継樹の成立には有性繁殖（種子生産）が重要なかわりを持っているからである。林業サイドにおいても、目的の森林を造成するためには、天然更新あるいは人工造林の技術によらなければならないが、更新は世代交代であるから、種子生産の有無は更新の成否を決することになる。

このような意味でブナ科植物、特にブナ、クヌギ、コナラについて開花・結実の問題を研究した。今回はこれらの樹種について、開花・結実の習性、果実の発達・成熟、種子の落下と生産量及び花粉

\*鳥取大学農学部造林学研究室：Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Tottori University

本報告は、第32回日本生態学会種子生態談話会（1985年3月29日、於広島大学総合科学部）において講演したものである。

の飛散と生産量について筆者の研究<sup>2-16)</sup>を中心にして報告する。

この報告は、1985年3月に広島大学で開催された第32回日本生態学会における種子生態談話会で話題提供した内容をまとめたものである。発表の機会をつくっていただき、また種々お世話いただいた広島大学理学部の中越信和氏にお礼申しあげる。

## 1. 開花・結実の習性

### (1) 開花・結実の年齢

樹木は多年生植物で、普通幼年期を経て成年期に達し、開花・結実を開始する。幼年期の長さは、樹種や品種によって異なるばかりでなく、その樹木が生育する環境条件によって影響を受ける。一般に、幼時の成長が早い陽樹（マツ類・カバノキ類など）は早くから花をつけ、幼時の成長の緩やかな陰樹（モミ類・ブナ類など）は開花・結実の開始が遅い傾向がみられる。

ブナ、クヌギ、コナラの3樹種について調査した結果を述べる。ブナでは<sup>9)</sup>、鳥大蒜山演習林において着果木を12本伐倒して年齢を調べた。開花開始年齢は40~50年、最低38年であった。しかし、40~50年生では着果数が少なく、1本当たりせいぜい1,000個以下で、100年生以上にならないと盛果期に入



写真1 ブナの開花と結実の状況



写真2 クヌギの開花と結実の状況

らない。盛果期には1本の木が1万個以上果実をつける。樹木の大きさについては、胸高直径20cm以上で、上層林冠を形成するようになると開花・結実を始めるが、疎開伐（結実促進のための受光伐）を行って日当たりをよくすると、胸高直径14~15cmで開花を始める。デンブンの蓄積が開花の開始に大きく影響するようである。しかし、胸高直径が30cm以上にならないと盛果期に入らない。紙谷<sup>17)</sup>(1985)が新潟県の炭材採取後再生したブナ二次林で調査したところによると、胸高直径が7cmを越えると1本当たり100個程度着果する個体が認められたという。萌芽再生林は実生林に比べて株の年齢が古いため、直径が小さくても早くから開花するものと思われる。なお、高海拔地の高木限界付近のブナは、直径が小さくても、豊作年には密に着果している。開花・結実の開始には、樹齢が大きく影響するようである。

クヌギ、コナラについて苗畑で育苗中の実生苗で着花習性を調べたところ<sup>14)</sup>、クヌギの実生苗は2年生で雌花序を、4年生で雌花序と雄花序の両方を着生した。また切株から発生した萌芽木は1年生で雌花序を着生した。すなわち、雌花の開花開始年齢は雄花のそれよりも低く、クヌギは雌花が雄花よりも早く開花を開始するタイプである。コナラの実生苗は2年生で雌花序と雄花序の両方を着生した。幼齢林では開花しても落果が多く、結実のみられない場合が多い。結実は、クヌギでは5年生で、コナラでは3年生ではじめて認められた。着花性は種子の産地、母樹別家系などによって差があり、また樹木の成長の良否とも関係がみられた。早くから花を多くつける家系となかなか着花しない家系があり、また同じ家系内でも成長の良い優勢木は成長の悪い劣勢木に比べて早くから花をつけ、多産の傾向がみられた。

ブナは陰樹で開花開始年齢が著しく高いが、クヌギ、コナラは陽樹で、種子発芽後数年で開花・結実を開始する。このような開花・結実の開始年齢の違いは植生遷移と関連して大変興味ある問題を提示する。

(2) 結実の周期性

樹木は毎年結実するとは限らず、年によって結実に豊凶がある。これは、結実に影響をおよぼす気象条件が年によって異なることと、結実によって樹体内の栄養を消費し、その回復を待たためであると思われる。

ブナは樹木の中で優も結実周期が長く、5年以上の周期で豊作のあるものに分類されている。筆者が中国山地の大山及び蒜山地区で1973年から1984年まで、12年間結実状況を調査したところ、豊作年は'73年、'76年、'82年、'84年の4回、並作年は'78年の1回で、2、3年ないし6年周期で豊作\*がみられ、その間に並作があり、凶作

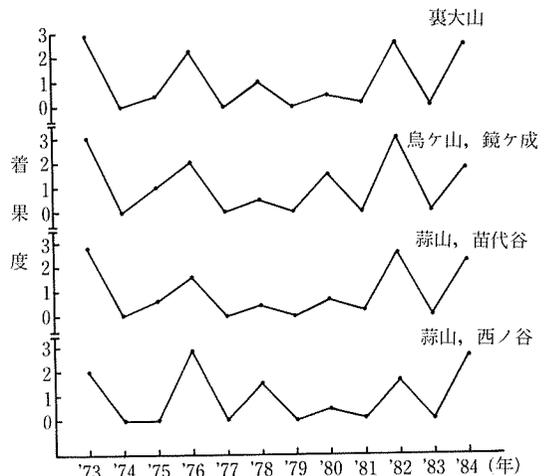


図1 大山・蒜山地区のブナ林の結実周期  
 着果度 0：無着実, 1：まばらに着果, 2：部分的に密に着果, 3：全体に密に着果

\* 豊作の基準：壮齢林の上層木について、着果木の本数割合が80%以上で、密に着果した樹木の割合が50%以上の林分を豊作とした。

は1～3年間続くという結果がえられた(図1)。ブナの結実周期については、前田<sup>20)</sup>(1971)が1915年から1970年まで56年間の調査データについて考察している。それによると、56年間の豊作年の回数は、4年目が1回、5年目及び6年目がそれぞれ2回、7年目が3回で、合計8回あり、豊作年は平均7年目(4～8年)ごとに、並作年は隔年に到来するとしている。このデータと比較すると、最近のブナの結実周期はかなり乱れていて、豊作の回数が多く、結実間断年数も短い傾向がみられる。

結実の豊凶は環境ことに気象条件に影響され、全国的に類似の傾向を示すこともあるが、地域によって差のあることもある。1978年には八甲田山、苗場山、飛騨地方(万波)は豊作であったが、大山は並作以下であった。1982年には九州、中国、北陸の各地方は豊作であったが、東北地方(山形)は

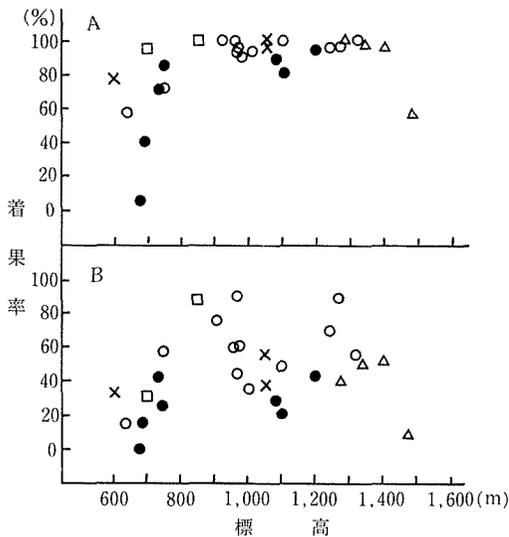


図2 中国地方のブナ林の結実、標高と着果率との関係(1973年の調査)  
A: 全着果率, B: 着果度2と3(密に着果)の着果率  
○大山地区, ●蒜山地区, △氷ノ山地区, ×扇ノ山地区, □その他の地区

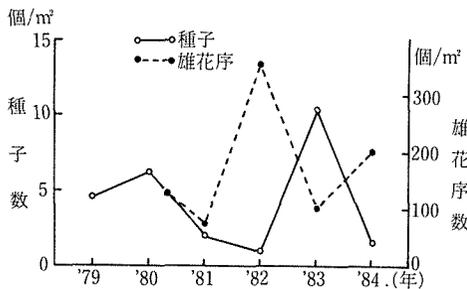


図4 クスギ林における健全種子と雄花序の落下数の年次変動

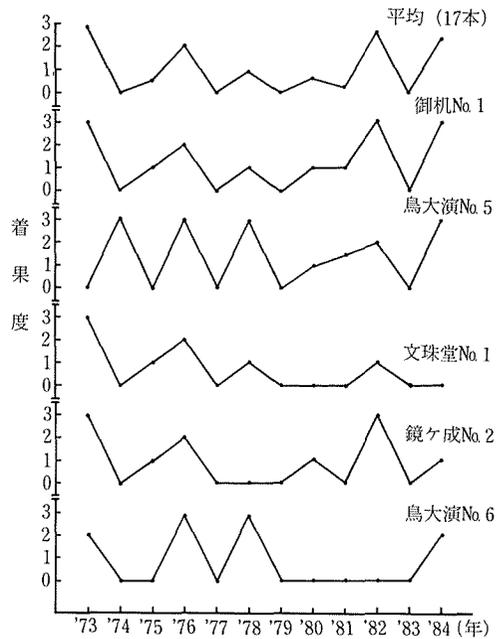


図3 ブナにおける着果習性の個体変異

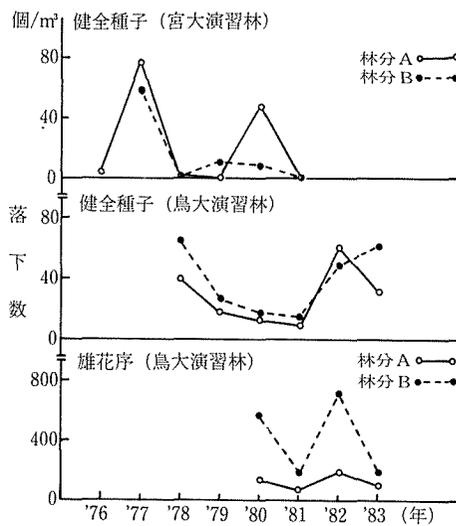


図5 コナラ林における健全種子と雄花序の落下数の年次変動

1981年に豊作が訪れた。一つの地区においても、林分によって着果状況に差がみられることがある。1973年に中国地方のブナ林で結実状況を調査したところ<sup>2)</sup>、地区及び林分によって着果率に差があり、標高900~1,300mの地域で結実がおう盛であった(図2)。結実周期は同じ林分内でも個体によって多少差がみられる(図3)。ブナでは、結実周期が短く、1年おきに大なり小なり結実するもの(御机No.1, 鳥大演No.5)、結実周期が長く、豊作のあと長期間あまり結実しないもの(文珠堂No.1, 鏡ヶ成No.2)など特異な周期性を示すものがあつた。しかし、このような例外的なものは少なく、豊作の年には大多数の樹木が一斉に果実をつける傾向が強い。

クヌギ、コナラの結実周期は、2~3年目に豊作のあるものに分類されている。鳥大蒜山演習林に

おける調査によると、クヌギの結実は1980年と1983年が豊作で、3年目に豊作が到来している(図4)。クヌギの果実は成熟に2年を要するので、雄花序の着花数は豊作の1年前が多い。コナラの結実周期については(図5)、宮崎大演習林での調査では1977年と1980年が豊作で、3年目に豊作が到来している。しかし、鳥大蒜山演習林では1978年と1982年が豊作で、4年目に豊作になっている。豊作年は地方によって異なり、成り年が一致しない。ブナ、クヌギ、コナラの3樹種を比べてみると、1982年は3樹種とも豊作であったが、その外の年は豊作年が一致しない。豊作年は各樹種の間で一致する年と一致しない年とがあり、複雑である。

### (3) 花芽の分化と結実豊凶の予知

樹木の花芽分化は開花の前年の夏から秋にかけて行

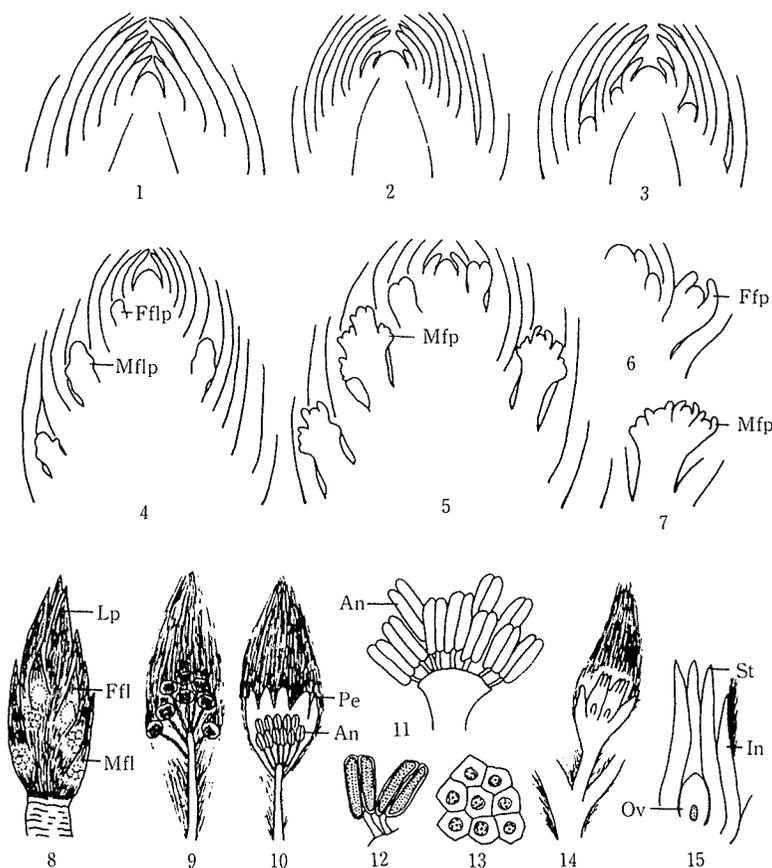


図6 ブナの花芽の発育経過  
 1: 未分化の芽(6月下旬)。2: 7月上旬の芽。3: 花序原基分化期(7月中旬)。芽りんの腋に花序の原基が認められる。4: 雄花原基及び雌花原基分化期(7月下旬)。雄花及び雌花の原基が認められる。5~7: 雄花及び雌花分化期(8月上旬)。8: 9月中, 下旬の花芽(芽りんをとり除いたもの)。花序は毛茸で包まれている。9: 9月下旬の雄花序。10~12: 9月下旬の雄花及び葯。葯の中に胞原組織が形成されている。12: 葯。13: 胞原細胞(9月下旬)。14: 9月下旬の雌花序。15: 9月下旬~10月上旬の雌花。子房, 花柱及び総包が認められる。  
 Ffl: 雌花序, Fflp: 雌花序原基, Ffp: 雌花原基, Lp: 未熟な葉, Mfl: 雄花序, Mflp: 雄花序原基, Mfp: 雄花原基, An: 葯, In: 総包, Ov: 子房, Pe: 花被, St: 花柱。

われるものが多い。ブナの花芽分化期は中国地方では7月上旬～中旬であるが(図6)<sup>19)</sup>、東北地方では6月下旬に分化するという(三上ら<sup>22)</sup>, 1983)。雄花序では、8月上旬に雄花の原基が分化し、9月中、下旬までに雄ずいが形成される。雌花序では、9月中、下旬に雌ずいが形成される。花粉は、中国地方では3月上旬に形成されるが、東北地方では11月中旬に4分子が観察されたという。

ブナの花芽は9月下旬になると著しく肥大して、葉芽よりも大きくなり、紡錘形を呈するので、肉眼で容易に葉芽と区別することができる(写真3)。従って、開花の前年の秋に結実の豊凶を予測することが可能である。

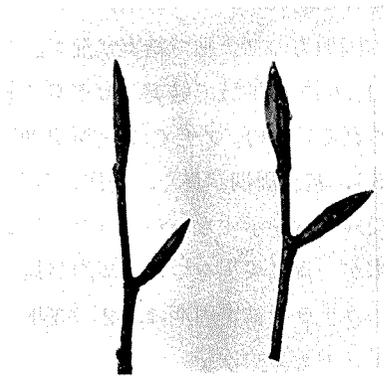


写真3 ブナの葉芽(左)と花芽(右)  
10月の状態、花芽は葉芽に比べて大きく、丸みを帯びているので、肉眼で識別できる。

クヌギ、コナラの花芽分化期は7～8月で、10月には芽の中に花の構造がみられるが、外観的に花芽を識別することはできない。開花期は4～5月で、開花期になって雄花序(尾状花序)の着生の多寡により、結実の豊凶を予測することができる。クヌギは開花から果実の成熟まで2年を要するので、1年前に雄花序のつき具合を見て、次の年の秋の豊凶を判断することができる。

(4) 開花・結実の調節

ブナの結実周期の長いのは、豊作年に多量に結実して樹体内の栄養を消耗し、その回復に長期間を要するためであると考えられる。事実、豊作年に多量に結実した老木は、葉が黄化して養分欠乏の症状を呈し、着果枝の先端部が枯れることがある(枯れ戻り現象)。そこで、施肥すれば栄養状態がよくなり、樹勢を回復して、結実周期が短くなるのではないかと考え、施肥試験を行った。

鳥大蒜山演習林の胸高直径30～110cm、樹齢100～250年のブナ母樹に対し、6年間1本当たり7.5～15kg森林肥料の散布をした。施肥の効果は顕著で、施肥木は1年おきに密に着果し、豊作を示した(隔年結果)(図7)。しかし、まだ毎年結実するまでには至っていない。

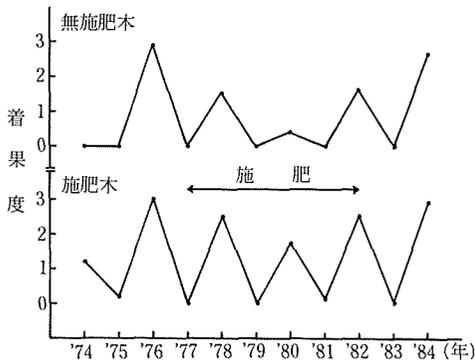


図7 ブナの着果に及ぼす施肥の影響

クヌギについても採種林を設定して、施肥試験を行っている<sup>12)</sup>。約40年生クヌギ林を疎開伐して、4年間1本当たり3～5kg森林肥料を散布した。施肥によって雄花序の着生数、健全種子の結果数及び結実率が増加する傾向がみられたが、特に雄花序の数が増加した(表1)。ジベレリンは樹木の開花を促進する作用があり、スギやヒノキでは実際に採種木に施用して種子の生産調節に利用している。しかし、ブナやナラ類に対しては、ジベレリンは開花促進作用がなく、ホルモン剤による調節は成功していない。

開花・結実の人為的調節は、人工造林及び天然更

表1 約40年生のクヌギ採種林における  
疎開伐、施肥および環状剥皮による開花・結実の状況

処 理 区	雄花序落下数* (個/m <sup>2</sup> )					健全種子の落下数* (個/m <sup>2</sup> )					結実率** (%)			
	1 年 後	2 年 後	3 年 後	4 年 後	5 年 後	処 理 年	1 年 後	2 年 後	3 年 後	4 年 後	1 年 後	2 年 後	3 年 後	4 年 後
無処理(対照)①	131	72	353	108	200	4.6	6.3	2.0	0.9	10.3	12.5	2.7	1.5	10.0
疎 開 剥 皮② + 施 肥 無 剥 皮③	321	66	1,425	1,105	1,390	4.7	13.3	7.8	7.0	16.1	31.3	5.4	5.1	9.8
	280	494	1,123	701	1,034	10.4	15.6	16.2	20.5	27.4	33.9	13.0	12.9	14.9
疎 開 剥 皮④ + 無 施 肥 無 剥 皮⑤	315	245	410	270	148	7.5	16.2	12.3	5.8	19.4	27.2	10.1	9.2	15.9
	205	198	589	335	389	3.6	10.0	5.0	4.5	23.2	28.5	7.2	5.8	17.8
②~⑤の平均	280	251	887	603	740	6.6	13.8	10.3	9.5	21.5	30.2	8.9	8.3	14.6

\* 樹冠下における1 m<sup>2</sup>当たり落下数を示す。 \*\* 2年果の全落下種子数に対する健全種子の割合を示す。  
施肥は処理年から4年間森林肥料(N:P:K=13:17:12%)を1本当たり3~5 kg施す。

新を成功させるために絶対に必要で、森林施業の基本になる仕事である。

## 2. 果実及び種子の発達・成熟

果実の成熟期間は樹種によって異なり、ブナ科では1年で成熟するもの(ブナ属、クリ属、コナラ、シラカシなど)と2年で成熟するもの(クヌギ、アカガシ、シイノキ属、マテバシイ属など)とがある。

### (1) 果実の発達

ブナの果実の発達の様子を図8~10に示した<sup>5)</sup>。殻斗果は開花後急速に成長して、6月上旬に成熟時

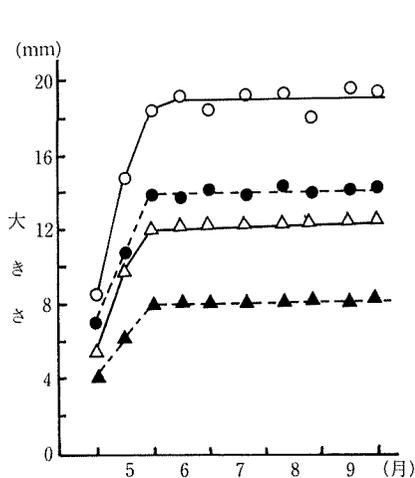


図8 ブナの果実と堅果の成長  
○果実の高さ、●果実の幅  
△堅果の高さ、▲堅果の幅

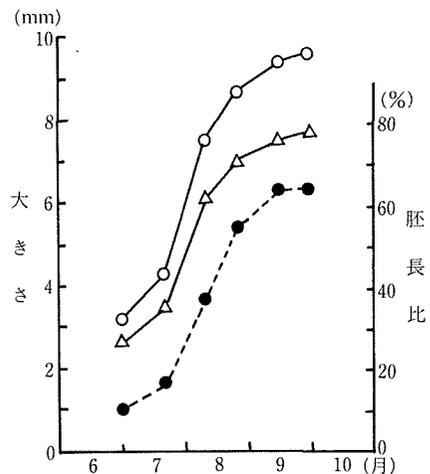


図9 ブナの胚の大きさの変化  
○長さ、●幅、△胚長比

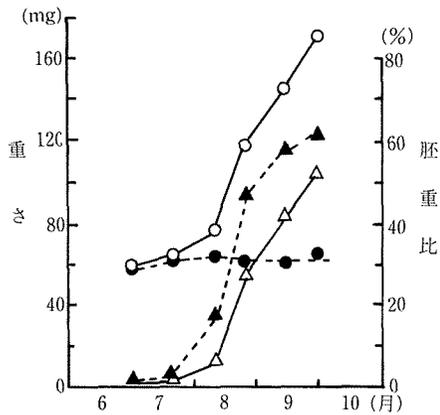


図10 ブナの堅果と胚の乾重の変化  
○堅果, ●果皮, △胚, ▲胚重比

と同じ大きさになる。堅果も5月に急速に成長するが、内部は空虚で胚はまだ形成されていない。果実の乾重量は5月以降漸次増加するが、堅果の乾重量は8月中旬から急速に増加する。胚は6月下旬に発生し、8月中旬頃から急速に発達して、9月下旬に大きさ及び乾重量が最大になる。成熟種子の胚長比（種子の長さに対する胚の長さの割合）は約80%、胚重比（種子の乾重に対する胚の乾重の割合）は約60%である。ブナの堅果は9月中旬頃から落下をはじめめる。

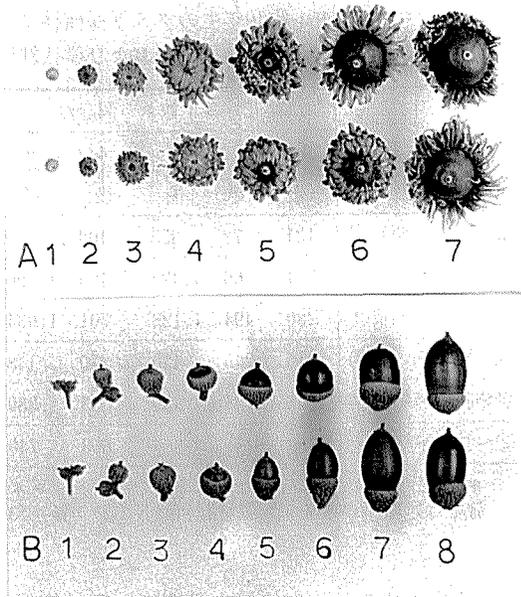


写真4 クヌギ（2年果）とコナラの果実の発達  
A. クヌギ 1：7月2日 2：7月20日  
3：8月10日 4：8月25日  
5：9月10日 6：9月25日  
7：10月10日  
B. コナラ 1：6月15日 2：7月5日  
3：7月26日 4：8月5日  
5：8月25日 6：9月5日  
7：9月25日 8：10月10日

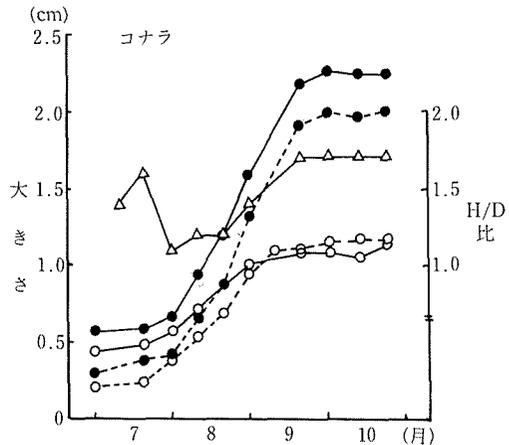
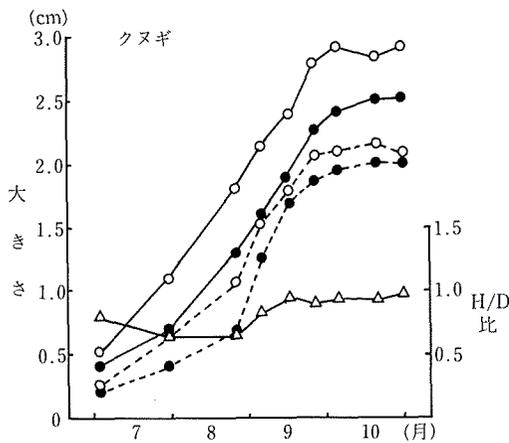


図11 クヌギ、コナラにおける偽果及び堅果の成長  
●—● 偽果の高さ ●—● 堅果の高さ (H)  
○—○ 偽果の直径 ○—○ 堅果の直径 (D)  
△—△ 堅果のH/D比

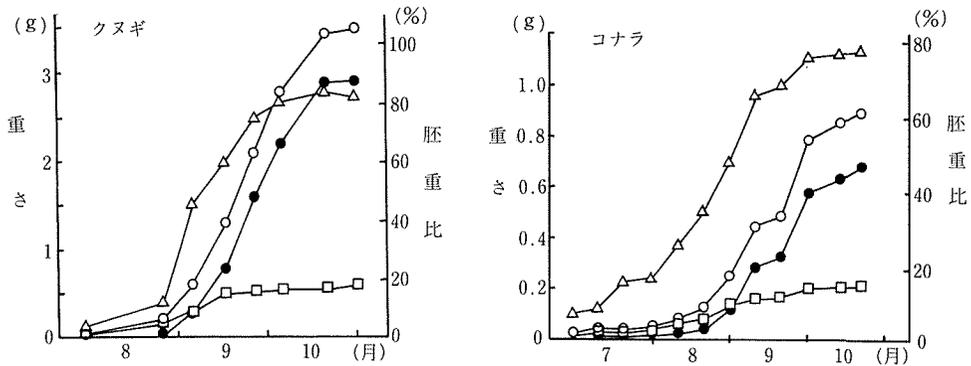


図12 クヌギ、コナラにおける堅果と胚の乾重の変化  
○ 堅果, ● 胚, □ 果皮, △ 胚重比

クヌギの果実は成熟に2年を要する。1年目の果実は開花後休眠して、ほとんど成長しない。受精時期は翌年の5月中、下旬とされているが、胚は7月下旬頃から肉眼で認められるようになる。2年目の果実は8~9月に急速に成長して、10月上、中旬に大きさが最大になる(図11~12, 写真4)<sup>8)</sup>。

コナラの果実は7月まで徐々に、8月中旬以降急速に成長し、10月上旬に最大になる(図11~12)<sup>8)</sup>。胚は6月下旬に発生するが、7月はあまり成長せず、8~9月に急速に成長する。堅果及び胚の乾重量は9月に急速に増加する。成熟種子の胚長比は、クヌギで約90%、コナラで約85%、胚重比は、クヌギで80~85%、コナラで約75%である。

果実及び堅果の発達について上記の3樹種を比較すると、大きな違いがみられる(図13)。ブナの果実及び堅果は5月に急速に成長して、6月に大きさが最大になるが、クヌギ、コナラの果実は7月頃まで緩慢に成長し、8~9月に急速に成長する。ブナ科の樹種の果実の成長様式には5月に急速に成長するタイプと、8~9月に急速に成長するタイプの二つがある。次に胚の発育についてみると、胚の乾重量は、ブナでは8~9月に、クヌギ、コナラでは9月に急速に増加する。すなわち、ブナ科の

樹種では偽果・堅果の伸長成長の時期と重量成長の時期は一致せず、重量成長は伸長成長よりも少し遅れて増加する。特にブナでは、堅果の伸長期は5月であるが、乾重量の増加期は8~9月で、その差が大きい。5月の果実の成長は前年の貯蔵養分によって起こるが、開葉後の成長は当年合成された養分に依存している。ブナとクヌギ・コナラの果実の発育パターンの違いは、生理・生態的にみて大変興味がある。

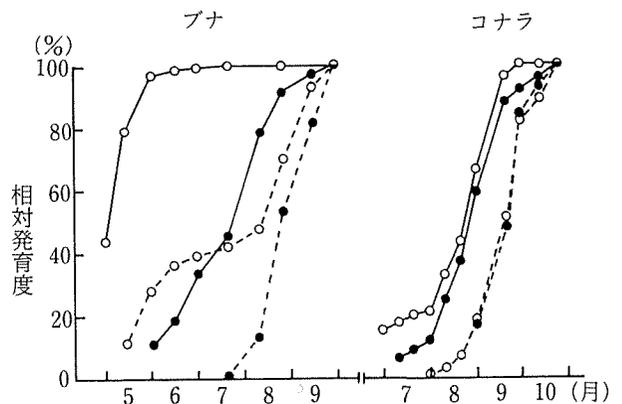


図13 ブナとコナラの堅果の発育の比較  
○—○ 堅果の長さ ●—● 胚の長さ  
○- - ○ 堅果の乾重 ●- - ● 胚の乾重

(2) 果実の成熟—内容成分の変化<sup>10,11)</sup>

果実の成熟にともなって含水率が減少する。落下時期の堅果の含水率は、ブナ、クヌギで約40%、コナラで約35%である。

種子の成熟にともなって、化学成分の変化が起こる。ブナでは(図14)、5月の成長期の果実には糖類、窒素、リン、カリウムが多く含まれているが、全糖、粗デンプンは種子の成熟にともなって減少する。他方、粗脂肪、蛋白態窒素、リン、カルシウム、マグネシウムなどは種子の成熟期に増加するが、特に粗脂肪の増加が顕著である。ブナは脂肪種子で、成熟種子には脂肪分が約28%含まれている。

クヌギ、コナラでは(図15)、堅果の全糖含有率は8~9月の果実の成長期に増加し、10月の成熟期に減少する。粗デンプンは9月以降、果実の発達・成熟にともなって著しく増加する。クヌギ、コナラはデンプン種子で、成熟種子の粗デンプン含有率は約46%である。粗脂肪も果実の発達、成熟にともなって、9月以降に増加する。全窒素、リン、カルシウム、マグネシウムは果実の発達、成熟にともなって減少し、果実の落下時期に最低になる。カリウムの含有率の変動は顕著でない。

果実の成熟にともなう化学成分の変動は、ブナとクヌギ・コナラとで著しく差がある。すなわち、ブナでは成熟期に粗脂肪、窒素、リン、カルシウム、マグネシウムが増加し、粗デンプンが減少する

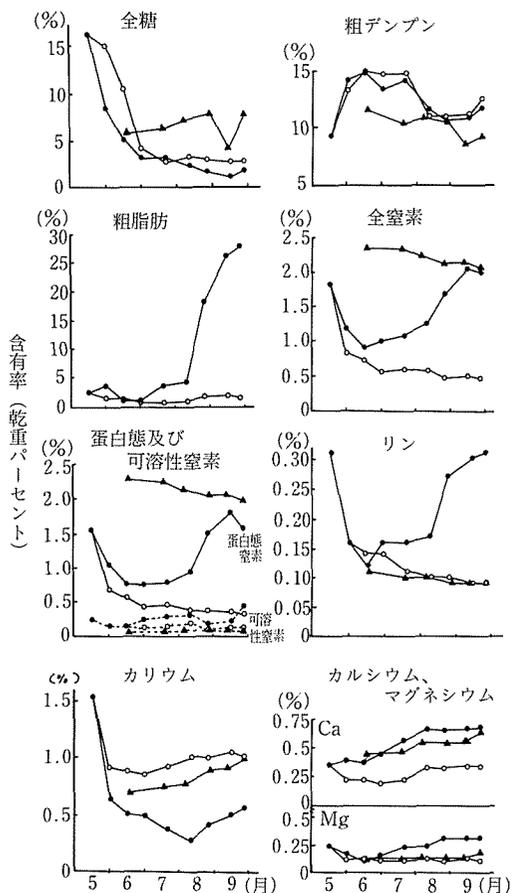


図14 ブナの果実の発育にともなう化学成分の変化  
▲ 葉, ● 堅果, ○ 殻斗

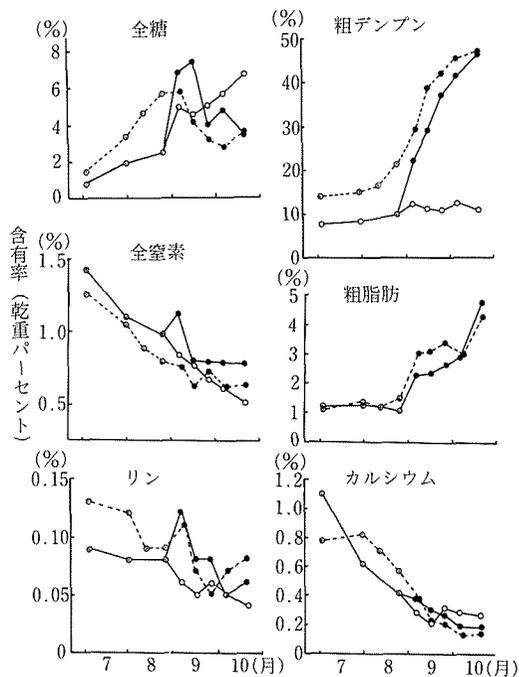


図15 クヌギとコナラの果実の発育にともなう化学成分の変化  
● 堅果, ○ 殻斗, 実線はクヌギ, 点線はコナラ

が、クヌギ、コナラでは粗デンプンが増加し、窒素、リン、カルシウム、マグネシウムが減少し、逆の変化を示した。これは脂肪種子とデンプン種子の違いによるものと思われる。

(3) 発芽力の発生<sup>5,8)</sup>

種子の発芽力がいつ発生するか、またどの程度胚が発育すれば発芽能力を持つようになるかは種子の採取時期を決める上に重要である。

ブナでは6月中旬から9月下旬まで、10日おきに、次の3つの方法により果実を採取して、発芽力の発生時期を調べた。果実の採取と冷処理の方法は、①果実及び葉の着生した枝を切り取ってポリ袋に入れ、5°Cで貯蔵する、②果実をもぎ取ってポリ袋に入れ、5°Cで貯蔵する、③果実を乾かして堅果を取り出し、それを湿った綿で包んでポリ袋に入れ、5°Cで貯蔵する、の3区である。ブナの種子は休眠が長く、翌年の2月頃にならなければ休眠が破れないので、休眠解除後に発芽試験を行った。

ブナ種子の採取時期と発芽率との関係を図16に示した。枝ごと切り取るか、あるいは果実をもぎ取って低温貯蔵した場合は、8月上旬に発芽力が発生した。堅果のみ取り出して低温貯蔵した場合は、8月下旬にならないと発芽力が発生しない。発芽率は採取時期が遅いほど高く、9月中、下旬に最大になった。ブナ種子は胚長比が60%以上、胚重比が20%以上になると発芽能力を獲得する。成熟種子の胚重比は約80%、胚重比は約60%であるから、成熟種子の胚の大きさの約75%、重さで約3分の1程度に胚が発育すれば発芽力を持つことになる。

クヌギ、コナラでは、①果実の着生した枝を切り取ってポリ袋に入れ、5°Cで貯蔵する区と②果実を採取して直ちに発芽試験を行う区とを設けて試験した(図17)。

枝に着生したまま低温処理した種子は、クヌギでは8月下旬に、コナラでは8月上旬に発芽力が発生した。自然成熟の種子は、クヌギでは9月下旬に、コナラでは9月中旬にならないと発芽力が発生しない。発芽率は採取時期が遅いほど高く、10月中旬に最大になった。クヌギ、コナラの種子は胚長比が80%以上、胚重比が50%以上になると発芽能力を持つことがわかった。成熟種子と比較すると、胚長比で90%、胚重比で60~70%程度に発育すれば発芽能力ができる。

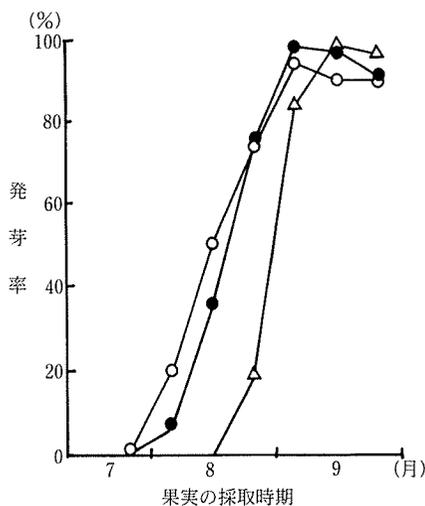


図16 ブナ種子の採取時期と発芽率との関係  
 ○—○ 果実の着生した枝を採取し、5°Cで冷処理  
 ●—● 果実のみ採取し、5°Cで冷処理  
 △—△ 堅果のみ採取し、5°Cで冷処理

比が80%以上、胚重比が50%以上になると発芽能力を持つことがわかった。成熟種子と比較すると、胚長比で90%、胚重比で60~70%程度に発育すれば発芽能力ができる。

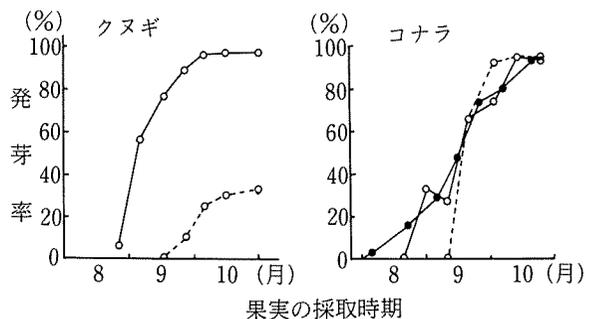


図17 クヌギ、コナラ種子の採取時期と発芽率との関係  
 クヌギ ○—○ 5°Cで翌年の2月18日まで冷処理  
 ○····○ 無処理  
 コナラ ○—○ 5°Cで2か月間冷処理  
 ●—● 5°Cで11月12日まで冷処理  
 ○····○ 無処理

### 3. 種子の落下と生産量

#### (1) 種子の落下

森林における種子の生産量の推定方法として、秋に地上に落下した種子の数を数えて推定した例が多い。しかし、樹木の花は開花後全部が果実に発育するとは限らない。発育の途中に、生理的原因、台風などの機械的傷害あるいは虫害などによって落果することが多い。また動物によって被食されることもある。それ故、着生した花がどの程度結実するか、結実歩合を知っておくことは大変重要である。鳥大蒜山演習林のブナ林、コナラ林及びクヌギ林で調査した例を中心に述べる。調査方法は、母樹の樹冠の下に種子トラップを設置して、落下した種子を調べた。

ブナ林：ブナ母樹12本（胸高直径30～110cm，樹齢100～250年）について、種子トラップを設けて調べた（図18）<sup>15)</sup>。1982年の調査では、果実の落下は5月以降毎月みられたが、6月に最も多く、次いで10月に多く落下した。健全種子は9月から10月に多く落下した。1984年の調査では、8月以前の落下は少なく、9月以降とりわけ10月に多く落下した。年によって落下の様子が少し違っている。

ブナ種子は8月中旬以降に胚が発達するので、8月までに落下したものは未熟種子である。未熟種子の落下は、1984年は12%であったが、1982年は62%で著しく多かった（表2）。未熟種子の落下の原因は、生理的落果、強風による落果、虫害による落果などがあるが、果柄の基部に離層が形成されて落果したものが多く、生理的原因による落果が最も多いようである。特に5～6月の落果は生理的原因によるものが大部分のようである。

コナラ林：壮齢木20本（胸高直径10～40cm，樹齢40～60年）について調査した（図19）。1982年の調査では6月と8～10月に落下が多く、健全種子は10月に最も多く落下した。1983年の調査では、8月以降の落下が多く、健全種子は9～10月に多く落下した。6月に落下したものは果柄に離層が形成されて落下しており、生理的原因による落果が多かった。1982年には5月から7月の間に全体の24～37

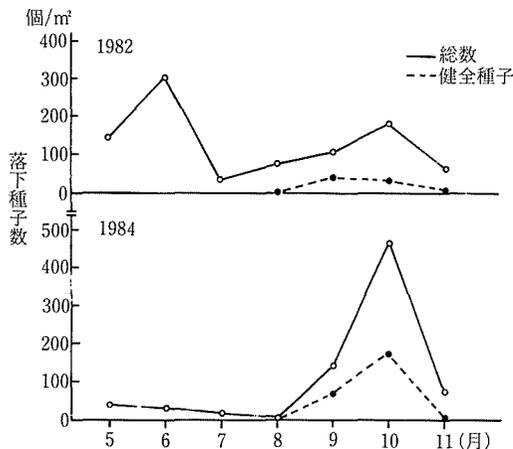


表2 ブナ林における5月～11月落下種子の内容

種子の内容	1 m <sup>2</sup> 当たり 落下数		割合 (%)		
	1982	1984	1982	1984	
成 熟	未 熟	556.3	90.4	61.8	11.8
	健 全	67.3	246.2	7.5	32.1
	発育不全	26.9	24.0	3.0	3.1
	シイナ	67.9	196.0	7.5	25.5
	虫 害	142.9	141.1	15.9	18.4
鳥 獣 害	38.2	70.4	4.2	9.2	
計	899.5	768.1	100	100	

図18 ブナ林における月別落下種子数  
(鳥大蒜山演習林)

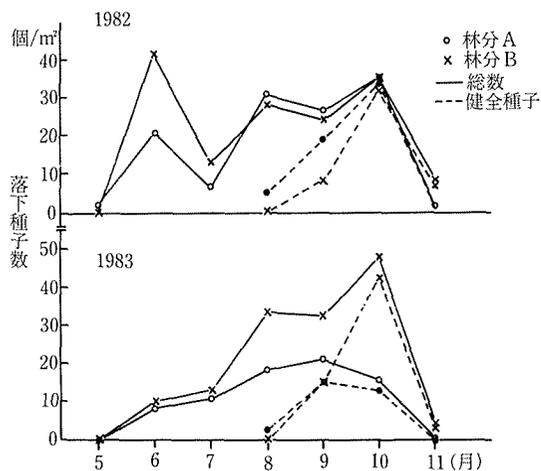


図19 コナラ林における月別落下種子数 (鳥大蒜山演習林)

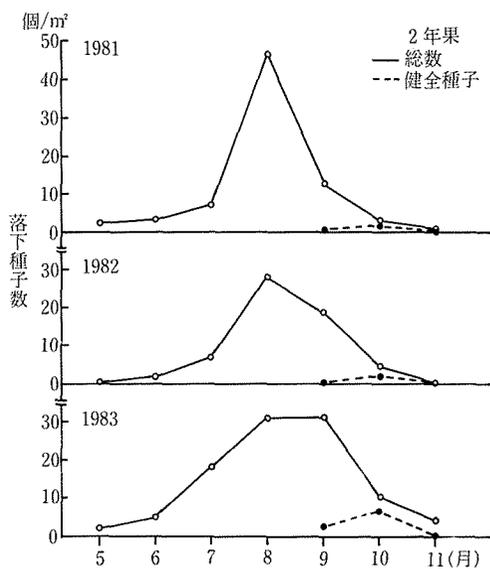


図20 クヌギ林における月別落下種子数 (鳥大蒜山演習林)

%が落下した。8月の落果は台風による枝折れが多かった。

クヌギ林：壮齢木15本（林齢約45年，胸高直径15~25cm）について調べた（図20）。2年果の落下は1981年，1982年は8月に最も多く，1983年は8~9月に多かった。健全種子は10月に多く落下した。未熟果実の落下は，果柄の基部に離層ができて，果実のみ落下したものが多く，大部分は生理的落果と思われる。しかし，虫害や台風による枝折れも多少ある。8~9月に大量に落下するが，これらは胚の発達の不十分な発育不全果である。落果の原因は明らかでないが，受粉と関係があるという説がある。

新谷<sup>25)</sup> (1978) によると，クヌギの採種園では，着生した雌花の90%強が結実までの間に落下した。未熟果実の落下には二つの山がみられた。一つは受粉後の時期で，5月をピークに6，7月と減少しながら落下が続き，開花当年の12月までに未熟果実の約60%が落下した。第2の落果時期は，2年目の7月をピークにして，8月がこれにつぎ，結実までの間に32%が落下したという。

果実（種子）の落下時期について3樹種を比較してみると，未熟果実の落下パターンに大きな違いがみられる。ブナとコナラでは，1982年には6月に未熟果実が多く落下したが，クヌギでは6月の落下は少なく，毎年8月に多く落下している。またブナ，コナラでは6月に落果の少ない年もある。このような落下パターンの違いの原因は明らかでないが，受粉の有無とその年の気候が影響するようと思われる。成熟種子の落下時期はブナが最も早く，9月中旬頃から落下をはじめ。コナラは9月下旬から，クヌギは10月上旬からで，少し遅い。

## (2) 落下種子の内容，結実率

鳥大蒜山演習林のブナ採種林における5~11月の落下種子の総数は，1982年が平均900個/m<sup>2</sup>，1984年が平均770個/m<sup>2</sup>であった（表2）<sup>15)</sup>。この林分は母樹林で，疎開伐と施肥を行っているの

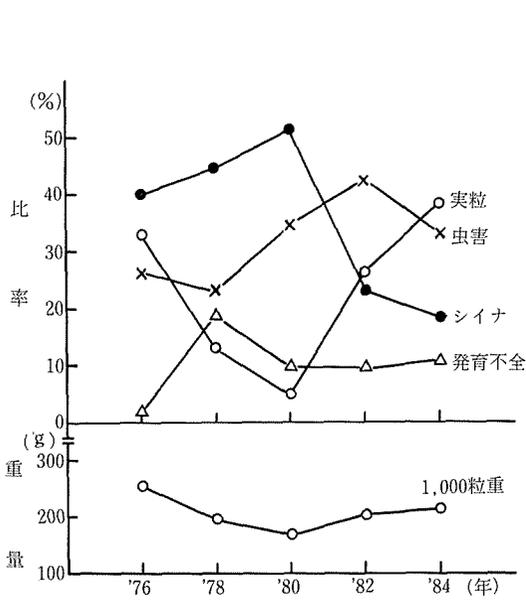


図21 ブナ種子の稔性と実重の年次変動 (鳥大蒜山演習林)

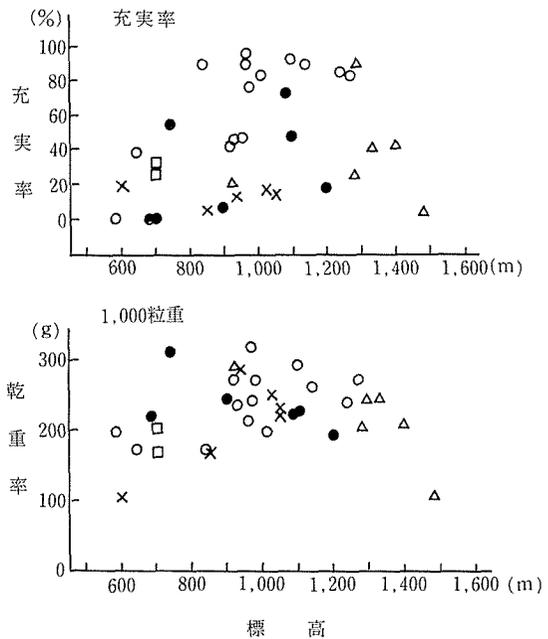


図22 産地及び標高とブナ種子の充実率及び1,000粒重との関係 (1973年の調査)  
○大山地区, ●蒜山地区 △氷ノ山地区, ×扇ノ山地区, □その他の地区

よりも着果数が多いようである。落下種子の内容は、未熟種子が12~62%、健全種子が7.5~32%、発育不全種子（発育の途中で胚が死滅したもの）が3%、シイナが7.5~25.5%、虫害種子が16~18%、鳥獣害種子が4~9%で、結実率は高くなく、せいぜい40%以下である。しかし、9月以降に落下する成熟種子についてみると、健全種子の割合はもう少し高くなる。1973年の調査によると、中国地方産のブナ種子の内容は、平均35%が健全、23%が虫害、42%がシイナであった。箕口ら<sup>23)</sup>(1984)が山形県のブナ林で1981年の豊作年に結実状況を調査したところによると、8月以降に落下した堅果数は739±82個/m<sup>2</sup>であった。健全、シイナ、虫害、鳥獣害堅果の割合は、それぞれ71.8%、13.5%、13.3%、1.4%であったという。

ブナ種子の稔性は、年度、生育場所、林分の疎密度、個体などによって差がある。ブナ採種林の同じ木で年変動を調べた結果を図21に示した。1980年の種子は稔性が著しく低く、実粒率が5%程度である。この年は凶作で、シイナが著しく増加している。交配がうまく行かなかったためであると思われる。凶作の年の種子は小さくて軽く、充実具合が不良である。1973年の調査によると<sup>23)</sup>(図22)、生育場所、海拔高などによってブナ種子の稔性に差がみられ、大山地区の標高900~1,300mの地域の種子は充実率が高く、1,000粒重が重かった。この地域はブナが密生して生育し、大径木が多い。ブナの優占度が高く、密に着果した林分の種子は稔性が高く、かつ種子の発育がよい。ブナの優占度が低く、まばらに成立している林分の種子はシイナや虫害種子が多く、稔性が低い。ブナ種子の稔性は気候とも関係があり、8月が高温で雨の少ない年には、低海拔地のブナは高温障害を受けて胚が死滅するこ

とがあり、稔性が著しく低下する。ブナの分布域を決める一つの因子として注目すべき現象である。

コナラ林における落下種子の内容についてみると(表3), 鳥大蒜山演習林の林分では, 5~11月の間に1㎡当たり37~150個落下した。内容は健全種子が20~48%, 虫害種子が0.1~20%, 発育不全(未熟)種子が51~68%で, 結実率は50%以下であった。しかし, 豊作年には1㎡当たり50個以上, 時には200個以上も健全種子が林床に落下し, 更新に役立っている。Matsuda<sup>21)</sup>(1982)が東京三

表3 コナラ林における落下種子の内容

林分	調査年	1㎡当たりの落下数				割合(%)		
		健全	虫害	発育不全	計	健全	虫害	発育不全
林分A	'80	13.5	9.4	34.7	57.6	23.5	16.3	60.2
	'81	9.2	5.3	22.6	37.1	24.8	14.3	60.9
	'82	60.1	1.4	63.5	125.0	48.1	1.1	50.8
	'83	30.3	3.7	41.2	75.2	40.3	4.9	54.8
林分B	'80	16.9	11.8	30.4	59.1	28.6	20.0	51.4
	'82	48.1	0.2	101.6	149.9	32.1	0.1	67.8
	'83	60.3	5.4	74.3	140.0	43.1	3.9	53.1

鷹市のコナラ二次林で調査したところによると, 開花した雌花のうち個体数でわずか0.8%が成熟果実になった。90.6%は5月から6月の間に大量に落下し, 残った小果実のうち87%は続いておこった虫の攻撃により損傷を受けて落下したという。コナラの結実率は大変低く見積られている。ブナで説明したとおり, コナラの結実も年度, 生育場所, 林分などによって差がある。

クヌギ林の結実率についてみると(表1), 鳥大蒜山演習林の林分では健全種子の割合は1.5~12.5%で著しく低かった。新谷<sup>25)</sup>(1978)がクヌギの採種園で調査したところによると, 着生した雌花の90%強が結実までの間に落下し, 平均結実率は8.8%であった。また小笠原<sup>24)</sup>(1981)の調査によると, クヌギの結実率は0.1~3%, 平均1%であったという。クヌギの結実率はコナラに比べて低いようである。

### (3) 種子の生産量<sup>9,15)</sup>

森林における種子生産量の測定は, 樹木を伐倒してもぎ取る方法と種子トラップを設置して落下種子数から推定する方法とがある。前者の方法は小径木では容易であるが, 大径木では労力を多く要し, 困難である。後者の方法は正確さに欠けるが, 樹木を伐倒せずに長期間測定することができるので, この方法が多く用いられている。種子トラップにはいろいろなタイプがある。普通1㎡のものが用いられているが, ブナ母樹林では樹冠の直下に幅80cmの帯状のトラップを設置して落下種子を捕捉した(写真5)。

伐倒もぎ取り法で調査したところ(図23)<sup>7)</sup>, ブナの自然林では, 豊作年に, 胸高直径30cmのもので平均3千個, 50cmで1万5千個, 75cmで6万個の種子を生産することがわかった。すなわち, 樹木が大きくなるに従って種子生産数は増加した。

伐倒調査法は労力を多く要し, また一度しか調査できないので, 種子トラップで捕捉した落下種子数から推定する方法を試みた<sup>7,15)</sup>。

種子は樹冠投影面内ばかりでなく, 樹冠投影面外にも落下するので, 2本の母樹を用いて, 斜面方向別に母樹から約5m間隔にトラップを設けて落下種子数を調べた。種子の落下数は樹冠の中心部で最も多く, 中心から遠ざかるに従って急激に減少した(図24)。最大飛散距離は, 樹木の大きさによって違うが, 20~30mで, 樹高とほぼ同じ距離である。

種子は樹冠投影面内と樹冠投影面外に落下するので, 両方を合計して生産数を推定しなければなら

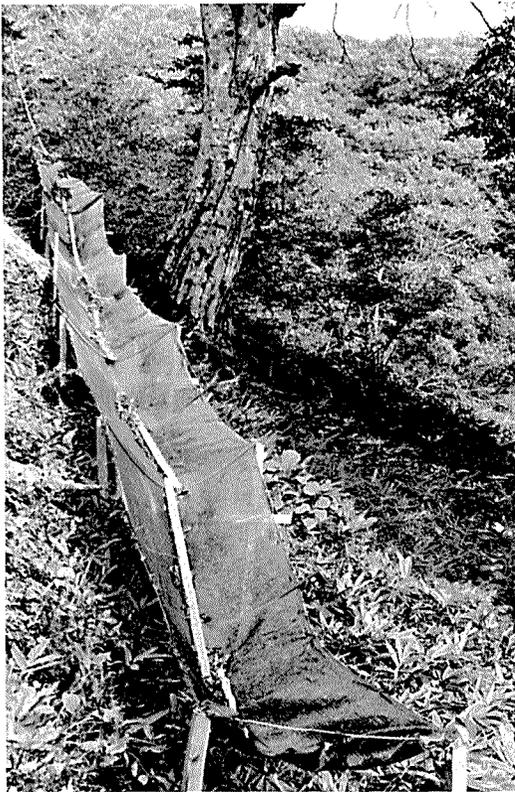


写真5 ブナ採種林における帯状種子トラップの設置状況

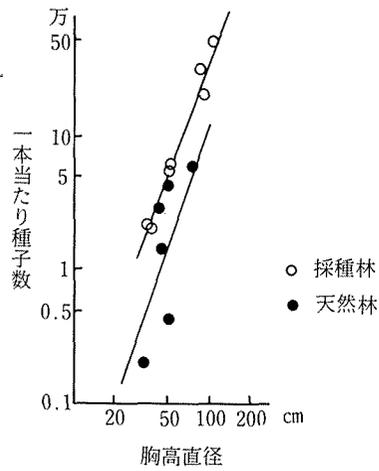


図23 ブナ林における胸高直径と種子生産数との関係

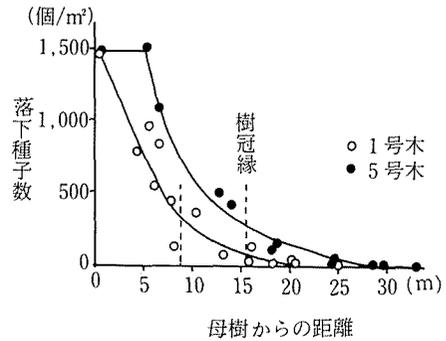


図24 ブナ林における距離別落下種子数

表4 ブナの母樹1本あたり種子生産量の推定

母樹 番号	胸高 直径 (cm)	1978年	1979年	1982年	
		成熟種子数	総種子数	総種子数	成熟種子数
1	93	202,175	575	318,683	183,766
2	88	309,021	157	495,180	223,020
3	73	—	—	322,006	79,274
4	68	—	—	373,538	233,846
5	106	442,393	479	410,462	199,163
7	51	52,545	0	115,462	33,615
8	108	—	—	284,792	118,269
9	70	—	—	50,714	8,705
10	51	57,186	139	96,923	28,076
11	38	21,123	0	172,181	26,538
13	27	—	—	18,126	2,514
206	36	21,549	42	93,809	40,415

備考：総種子数は5～12月の間に、成熟種子数は9～12月の間に落下した1m<sup>2</sup>当たり種子数から推定した。

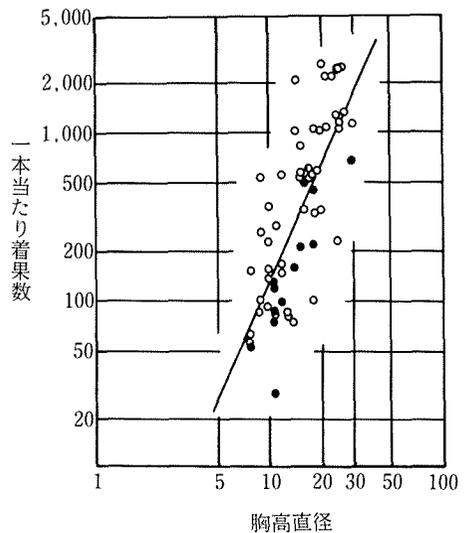


図25 クスギ採種林における胸高直径と着果数との関係

ない。種子の飛散曲線は(図24)、樹冠の中心からある一定の距離までは直線的に、それから外側は双曲線的に変化すると仮定すると、実測値とよく適合した。そこで公式を導き、樹冠投影面内と樹冠投影面外に落下した種子数の割合を計算したところ、樹冠投影面内に平均65%、樹冠投影面外に平均35%落下するという計算になった。1本の母樹の種子生産数は「樹冠投影面内の1m<sup>2</sup>当たり落下種子数×樹冠面積÷0.65」で推定できる。

豊作年における母樹1本当たり種子生産数は、総数で2万~50万個、成熟種子数は胸高直径50cmのもので3~5万個、1mのもの20~30万個と推定された(表4)。この数値は、前述の自然林のもぎ取り調査の結果よりも過大な値になっているが、これは調査木が採種母樹で、疎開伐と施肥によって着果数が増加したためであると思われる。ブナの1本当たり種子生産数は50万個が限度であろう。ha当たり種子生産量は計算していないが、ヨーロッパのブナ林では、普通ha当たり100~278kg(粒数で70~195万個)、豊作年には1,000kg(700万個)の種子を生産するという報告がある(Kaplunovskij, 1972)<sup>19)</sup>。豊作年には蒜山のブナ採種林でha当たり樹冠下で平均800~900万個、東北のブナ林では740万個の種子が落下している。ha当たり種子生産量は林分におけるブナの疎密度によって異なり計算がむずかしいが、柳谷ら<sup>20)</sup>(1978)は母樹間距離が30m以内の場合100~150万個落下するとしている。

次にクヌギ林における種子生産量について述べる。46年生の日当たりの良い採種林で調べたところ(図25)、豊作年における1本当たり成熟種子の着生数は20~2,630個、平均590個であった。着果数は胸高直径と正の相関関係があった。樹木が密生した自然林では着果数が少なく、種子トラップにおける落下数から推定すると、約45年生の林分で健全種子の生産数は1本当たり20~200個であった。

40~60年生のコナラの自然林では、1本当たり健全種子の生産数は平均500~2,000個と推定された。ha当たりの健全種子生産数は、樹冠下で9万~60万個であった(表3)。甲斐<sup>18)</sup>(1984)の調査によると、約60年生の林分で豊作年にha当たり50~80万個、約30年生の林分で最大13~59万個の成熟種子が落下している。

樹木の大きさ(胸高直径)と種子生産数との間には密接な関係がある。Downsら<sup>1)</sup>(1944)によると、カシ類では、①ある大きさで種子生産数が最大になるもの、②ある大きさ以上で生産数が一定になるもの、③大きさと比例して生産数が増加するものの三つのタイプがあるという。我が国産のブナ、コナラ、クヌギなどは第3のタイプに属するようである。

#### 4. 花粉の飛散と生産量<sup>16)</sup>

花粉の生産量及び散布の仕方は受粉の成否と関係があり、種子の稔性に大きく影響する。森林施業においては、天然下種更新や採種林における母樹の残存本数及びその配置を決定する際にこの問題が関係してくる。

##### (1) 花粉の飛散

花粉の飛散調査はブナ採種林とクヌギ採種林で行った。鳥大蒜山演習林内のブナ母樹が群生しているか所で、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、岩波式花粉トラップを設置した。母樹1号と11号のトラップは斜面の上方向へ、母樹2号のそれは斜め上方向へ、母樹5号のトラップは横方向へ設置した。母樹の周囲はブナの造林地で開放地である。尾根はコナラ林である。

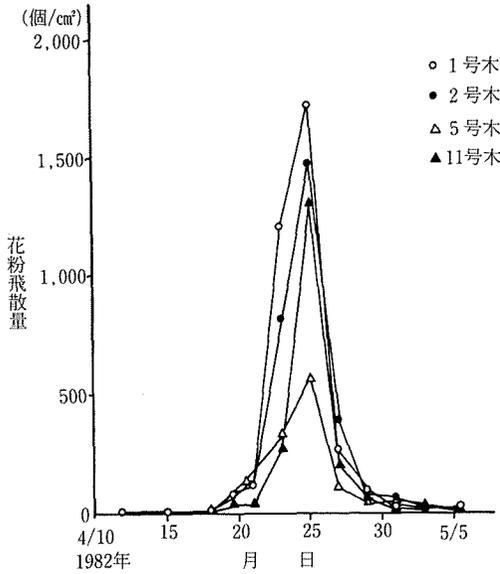


図26 ブナ林における花粉飛散の時期変化

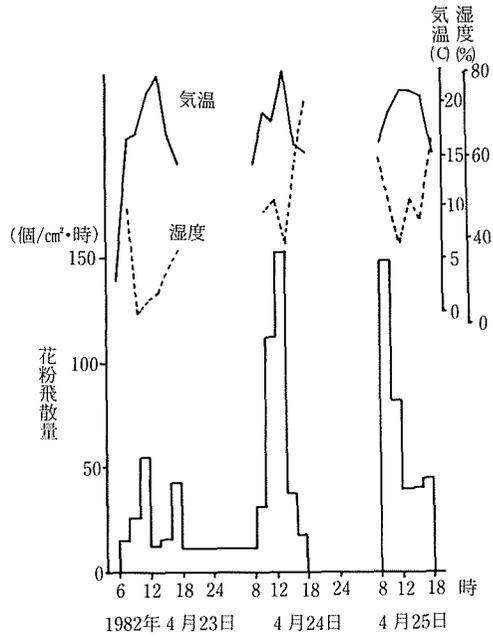


図27 ブナ林における花粉飛散の日変化

傾斜は30~35°の急斜地である。

ブナの花粉の飛散は4月13日から5月6日まで、約3週間みられたが、飛散最盛期は5~6日(4月22~27日)であった(図26)。母樹の樹冠下における開花期間中の総落下花粉数は、1,250~3,500個/cm<sup>2</sup>、平均2,410個/cm<sup>2</sup>であった。また最盛期における1日の落下花粉数は280~850個/cm<sup>2</sup>、平均630個/cm<sup>2</sup>であった。

花粉飛散の日変化は日によって差があったが、8時から14時までが多く、気温の上昇及び空中湿度の下降と平行して増加することが認められた(図27)。夜間も飛散するが量は少ない。花粉の飛散距離は、弧立木でないのではっきりしたことは言えないが、母樹から10mの範囲内(樹冠下)に多く落下し、20~30m離れるとかなり減少した。樹木など障害物があると急激に減少する。

クヌギ採種林では、5月7日から21日まで、15日間花粉の飛散がみられた。しかし、飛散の最盛期は約1週間(5月9~17日)であった。開花期間中の総落下花粉数は2,276個/cm<sup>2</sup>、最盛期における1日の落下数は835個/cm<sup>2</sup>であった。

(2) 花粉の生産量

ブナ林における花粉生産量をリター・トラップで採集した雄花序落下数から推定した(表5)。まず1雄ずい当たり花粉粒数を顕微鏡で数え(平均1,600個)、これに1雄花当たり雄ずい数(平均11.2個)と1花序当たり雄花数(平均16個)を乗じて、1花序当たり花粉粒数を計算した。1花序当たり花粉粒数は平均283,800個であった。樹冠投影面内に落下した1m<sup>2</sup>当たり雄花序落下数は年度及び母樹によって差があるが、平均1,540~2,970個であった。これに1花序当たり花粉粒数を乗じて1m<sup>2</sup>当たり花粉生産量を計算した。雄花序は種子の場合と同様に、樹冠投影面内に全体の65%、樹冠投影面外に35

表5 ブナの母樹1本当たり花粉生産量の推定

母樹 番号	胸 高 直 径 (cm)	1雌ずい 当 たり 花粉粒数	1 花 序 当 たり 花粉粒数	樹冠内の1㎡当 り雄花序落下数		1㎡当 たり 花粉生産量 (個)		母樹1本 当 たり 花粉* 生 産 量 (個)	
				1982	1984	1982	1984	1982	1984
				1	93	1,624	305,182	4,009	1,519
2	88	1,676	256,629	5,457	2,144	$14.00 \times 10^8$	$5.50 \times 10^8$	$40.72 \times 10^{10}$	$16.00 \times 10^{10}$
3	73	1,814	265,352	4,289	1,060	$11.38 \times 10^8$	$2.81 \times 10^8$	$26.61 \times 10^{10}$	$6.58 \times 10^{10}$
5	106	1,598	302,406	1,252	3,370	$3.79 \times 10^8$	$10.19 \times 10^8$	$27.03 \times 10^{10}$	$72.75 \times 10^{10}$
7	51	1,528	264,588	2,653	1,233	$7.02 \times 10^8$	$3.26 \times 10^8$	$10.26 \times 10^{10}$	$4.77 \times 10^{10}$
8	108	1,726	317,722	1,382	1,423	$4.39 \times 10^8$	$4.52 \times 10^8$	$13.85 \times 10^{10}$	$14.26 \times 10^{10}$
10	51	1,602	314,553	880	1,207	$2.77 \times 10^8$	$3.80 \times 10^8$	$5.32 \times 10^{10}$	$7.30 \times 10^{10}$
11	38	1,370	260,930	5,542	1,490	$14.46 \times 10^8$	$3.89 \times 10^{10}$	$15.35 \times 10^{10}$	$4.13 \times 10^{10}$
13	27	1,588	219,192	1,132	820	$2.48 \times 10^8$	$1.80 \times 10^8$	$3.28 \times 10^{10}$	$2.38 \times 10^{10}$
206	36	1,493	331,446	3,119	1,158	$10.34 \times 10^8$	$3.84 \times 10^8$	$11.77 \times 10^{10}$	$4.37 \times 10^{10}$
平均	67.1	1,602	283,800	2,972	1,542	$8.29 \times 10^8$	$4.43 \times 10^8$	$19.49 \times 10^{10}$	$14.79 \times 10^{10}$

\*母樹1本当たり花粉生産量は、1㎡当 たり花粉生産量×樹冠面積÷0.65で計算した。

%落下すると仮定して、1㎡当 たり花粉生産量に樹冠面積を乗じ、更に樹冠外に落下した数(35%)を加えて、母樹1本当たり花粉生産量を計算した。

豊作年におけるブナの母樹1本当たり花粉生産数は、平均 $14.79 \times 10^{10} \sim 19.49 \times 10^{10}$ 個、約1,500~2,000億個、最大4,000億個と推定された。

40~60年生のコナラ自然林における雄花序落下数は1㎡当 たり平均63~710個(最大1,137個)、約45年生のクヌギ自然林では平均72~353個/㎡(最大683個/㎡)であった。花粉の生産量はブナの場合と同様に、1㎡当 りの雄花序落下数に1花序当 たり花粉粒数と樹冠面積を乗じ、更に樹冠外に落下した分量を加えて求めることができる。花粉は小さくて軽く、風によって遠方まで飛散するので、花粉トラップで捕捉した花粉数から生産量を推定することはできない。雄花序落下数から推定する方法が最も正確であると思う。

### お わ り に

本報告においては、ブナ、クヌギ及びコナラ林における開花・結実の習性、果実の発達・成熟、種子及び花粉の生産量などについて述べたが、ブナ科の植物は種類が多く、常緑性のカシ類、シイノキ属、マテバシイ属、また落葉性のクリ属などについては全くふれていない。樹種によって生殖の仕方、習性が著しく異なるので、樹種別にくわしく研究する必要がある。

また森林における生殖器官の生産は、同一樹種でも年度、地域、海拔高、立地条件、個体の年齢・大きさなどによって異なるので、条件の異なる場所で、異なる材料を使って、長期間調査する必要がある。多くのデータの積み重ねによって森林成立のメカニズムを解明することができる。

### 文 献

- 1) Downs, A. A. and McQuilkin, W. E. : Seed production of southern appalachian oaks. *J. For.*

42, 913~920 (1944)

- 2) 橋詰隼人・山本進一：中国地方におけるブナの結実（I）着果調査。日林誌，**56**，165~170 (1974)
- 3) 橋詰隼人・山本進一：同上（II）種子の稔性と形質について。日林誌，**56**，393~398 (1974)
- 4) 橋詰隼人・福富 章：ブナ林の結実におよぼす疎開伐の影響。88回日林論，201~202 (1977)
- 5) 橋詰隼人・福富 章：ブナの果実および種子の発達と成熟。日林誌，**60**，163~168 (1978)
- 6) 橋詰隼人：クヌギの着花促進試験。日林関西支講，**30**，141~142 (1979)
- 7) 橋詰隼人：ブナ採種林の結実。90回日林論，219~221 (1979)
- 8) 橋詰隼人・尾崎栄一：クヌギおよびコナラの果実の発達と成熟。鳥大農研報，**31**，189~195 (1979)
- 9) 橋詰隼人：クヌギの結実とタネの形質について。鳥大農研報，**31**，196~201 (1979)
- 10) 橋詰隼人：ブナ種子の発育にともなう化学成分の変化。日林誌，**61**，342~345 (1979)
- 11) 橋詰隼人：クヌギおよびコナラの果実の発育にともなう化学成分の変化。鳥大農演報，**11**，71~76 (1979)
- 12) 橋詰隼人：クヌギ採種林の結実について。93回日林論，301~302 (1982)
- 13) 橋詰隼人：ブナの花芽分化期及び花芽の発育経過について(予報)。広葉樹研究，**2**，41~47 (1983)
- 14) 橋詰隼人：クヌギ，コナラの幼齢木の着花習性。広葉樹研究，**2**，49~54 (1983)
- 15) 橋詰隼人・菅原基晴・長江恭博・樋口雅一：ブナ採種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)
- 16) 橋詰隼人・菅原基晴：同上（II）花粉の生産と散布。広葉樹研究，**3**，75~81 (1985)
- 17) 紙谷智彦・丸山幸平：豪雪地帯におけるブナ二次林の再生過程に関する研究（II）中，小径木を主体とする林分の主要構成樹種の着果数。96回日本林学大会講演要旨集，p.79 (1985)
- 18) 甲斐重貴：コナラ林の種子生産について。緑化と苗木，**47**，7~9 (1984)
- 19) Kaplunovskij, P. S. : Peculiarities of fruiting in European beech stands. *Lesovedenije*, **6**, 51~56 (1972) (*Silvae Genet.*, **21**, 204 (1972)による)
- 20) 前田禎三・宮川 清：ブナの新しい天然更新技術(柳沢聰雄ほか：新しい天然更新技術。213~218, 創文，東京，1971)
- 21) Matsuda, K. : Studies on the early phase of the regeneration of Konara oak (*Quercus serrata* THUNB.) secondary forest. II. Development and premature abscissions of Konara oak acorns. *Jap. J. Ecol.* **32**, 293~302 (1982)
- 22) 三上 進・北上彌逸：ブナの花芽及び胚の発育過程とその時期。林育研報，**1**，1~14 (1983)
- 23) 箕口秀夫・丸山幸平：ブナ林の生態学的研究 (XXXVI) 豊作年の堅果の発達とその動態。日林誌，**66**，320~327 (1984)
- 24) 小笠原健二・川島岩夫・都築誠二郎・大黒 正：クヌギの果実の発育と落下。日林関西支講，**32**，23~25 (1981)
- 25) 新谷安則：クヌギ採種園の結実率について。日林九支論，**31**，87~88 (1978)
- 26) 柳谷新一・金 豊太郎：ブナ林の上木伐採方法とブナ種子の飛散の関係。日林誌，**57**，231~234 (1975)

## PUBLISHING COMMITTEE

Chairman Prof. K.TANAKA  
Prof. Y.KONDO  
Prof. R.OGASAWARA  
Prof. T.NAKAYAMA  
Prof. K.KANZAKI  
Prof. J.KISHIMOTO  
Prof. T.KURIMURA

---

広葉樹研究 第4号

昭和62年2月28日 印刷  
昭和62年2月28日 発行 (無断転載を禁ず)

編集兼  
発行所 鳥取大学農学部広葉樹開発実験室

室長 田中一夫  
副室長 橋詰隼人

鳥取市湖山町南4丁目101 (〒680)

印刷所 中央印刷株式会社  
鳥取市南栄町3-4 (〒680)

---