

## 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

橋詰隼人\*・菅原基晴\*\*・長江恭博\*\*\*・樋口雅一\*\*\*\*

昭和58年7月30日受付

## Production and Dispersal of Reproductive Organs in Seed Stands of Buna

(*Fagus crenata* BLUME) (I)

### Production and Dispersal of Seeds

Hayato HASHIZUME\*, Motoharu SUGAWARA\*\*, Yasuhiro NAGAE\*\*\*  
and Masaichi HIGUCHI\*\*\*\*

The fall, dispersal and production of seeds in *Fagus crenata* were investigated in seed stands in the Hiruzen forest of the Tottori University in good mast years.

The fall of acorns and nuts was observed from May to July of the following year. The mean total fall for the period was 900 nuts per m<sup>2</sup>. Immature acorns fell in large quantities in June, and mature nuts in September and October. The percentage of immature nuts to total fallen nuts was 64% on an average, and that of sound nuts was about 7%. The mature nuts which fell during and after September were divided into sound, underdeveloped, empty, insect-damaged and bird-damaged nuts, and their percentages were 10~21%, 11~31, 18~27%, 22~41% and 9~10%, respectively.

The fall of nuts was most in the center of the crown, decreasing with the distance away from crown center. The longest distance of nut dispersal was about 30m from mother trees. It was found that 65% of total fallen nuts fell on the inside of the crown, and 35% on the outside. Seed production on a tree was estimated from the number of fallen seeds which were caught by seed-traps. In good mast years, it seemed that a tree bore from 20 thousand to 500 thousand seeds.

- 
- \* 鳥取大学農学部造林学研究室  
*Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University*
  - \*\* 林野庁北見営林支局  
*Kitami Regional Forest Office, Forestry Agency*
  - \*\*\* 林野庁帯広営林支局  
*Obihiro Regional Forest Office, Forestry Agency*
  - \*\*\*\* 株式会社大阪大丸  
*Osaka Daimaru Co., Ltd.*

## 結 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に関心を持ち、その基礎研究としてブナ林の結実について約10年間研究を行ってきた。ブナ林の結実は人工造林を行う際の苗木の生産と関係があり、また天然下種更新における稚樹の発生と密接に関連している。ブナは結実の豊凶が激しく、また結実年齢が高いので、種子採集のためには採種林を設置して積極的に種子の生産をはかる必要がある。天然更新に際しても、結実の促進は重要な課題である。本研究はブナ林採種林における種子生産に関する基礎資料を得るために種子の落下、結実歩合、生産量などについて研究したものである。

### 調査林分の概況と調査方法

#### 1 調査林分の概況

試験地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。1974年にブナ天然林を伐開して、採種林を0.8ha設定した。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(第1表、写真1)。これらの母樹に対して、結実を促進する目的で1977年から1982年まで6年間住友化成森林肥料特2号(N:P:K=13:17:12、

%)を1本当り7.5kg(最初の2年間)~15kg(その後の4年間)施肥した。なお、1977年4月に採種林内の空所を地ごしらえしてブナの人工造林を行った。したがって母樹の周囲は開放地になっている。

#### 2 種子の落下と生産量の調査

種子の落下調査：落下調査は1978年、1979年及び1982年に行った。1978年と1982年は豊作、1979年は凶作であった。1978~1979年の調査は、ダイオネットを用いて、幅80cm、長さ樹冠直径に達する帯状のシード・トラップを作り、これを母樹の中心を通して樹冠直下に張り、15日おきに落下種子を採集した(写真1)。調査母樹は7本である。1982年の調査は、1×1mの正方形シード・トラップ(ダイオネット製)を母樹の樹冠下に数か所設置し、15~30日おきに落下種子を回収した(写真1)。調査母樹は12本である。回収した試料は研究室に持ち帰って種子数を数え、更に種子の内容を調査した。種子数の調査は1×1mのシード・トラップでは全部を数えたが、帯状シード・トラップでは数が多く全部数えることが困難であったので、200~300個を抽出し、その重量を測定して全体の種子数を推定した。

種子の飛散距離の調査：母樹1号と2号の2本について、1978年9月から12月まで調査した。母樹を中心にして1号木では斜面の上と横の3方向に、5号木では下方と横方向にほぼ5m間隔に1×1mの正方形シード・トラップを設置し、距離別に落下種子数を調べた。

種子の生産量の調査：母樹の中心から距離別に種子の飛散量を測定し、樹冠内落下量と樹冠外落下量を計算した。1本の母樹の種子生産量は、シード・トラップで調査した樹冠内落下数(1m<sup>2</sup>当り平均落下数×樹冠面積)に樹冠外落下数を加えて算出した。

種子の内容の調査：8月以前に落下したものを未熟種子、9月以降に落下したものを成熟種子とし、未熟種子は果実数を2倍して求めた。成熟種子については、1回の調査に100粒を抽出し、せん定ばさみで割って内容を調べ、胚が十分に発育して白色を呈するものを健全種子、胚の発育が不十分で変色して枯死したものを発育不全種子、内部が空で未発達胚珠がみられるものをシナ、昆虫の幼虫の侵入あるいは脱出口のみられるものを虫害種子とし、更に鳥あるいはネズミ等に食害されて果皮だけのものを鳥獣害種子とした。鳥獣害種子数の推定は、果皮を集めて重量を測定し、健全種子1個当りの果皮重量と比較して推定した。

第1表 供試母樹の概要

母樹番号	胸高直径(cm)	樹高(m)	樹冠直径(m)	樹冠面積(m <sup>2</sup> )	備考
1	93	26	16.6	216	} 1977年から1982年まで6年間施肥
2	88	26	15.5	189	
3	73	26	13.8	152	
4	68	26	17.0	200	
5	106	28	24.3	464	
7	51	20	11.0	95	
8	108	26	16.5	205	
9	70	22	13.0	123	
10	51	22	12.6	125	
11	38	18	9.4	69	
13	27	18	11.0	86	
206	36	18	9.7	74	

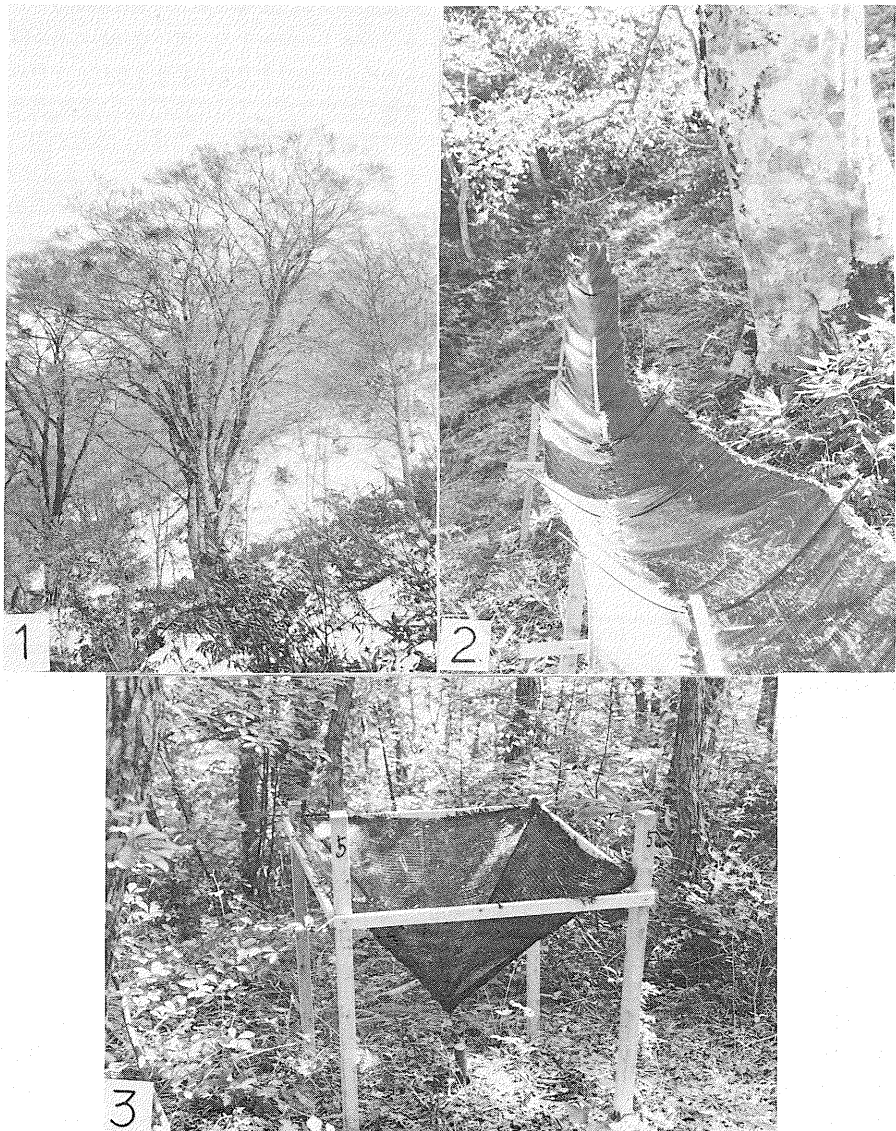


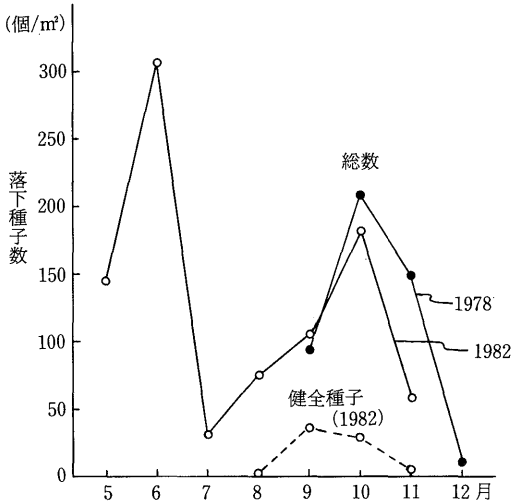
写真1 供試母樹とシード・トラップの設置状況

- 1 : 供試母樹, 2 : 帯状シード・トラップ,
- 3 : 正方形シード・トラップ。

結果と考察

1. 種子の落下と落下種子の内容

種子の月別落下状況を第1図及び第2表に示す。ブナの果実の発育についてみると<sup>3)</sup> 開花後の果実は5月に急



第1図 時期別落下種子数  
実線は総数を、点線は健全種子数を示す。

速に生長して、6月上旬には成熟時とほぼ同じ大きさになる。種子の中の胚は8月に急速に発達し、9月中、下旬に成熟する。果実の落下は5月以降毎月みられたが、6月の落下が最も多く、次いで10月に多く落下した。すなわち、二つの大きな山がみられた。8月以前の果実は未熟で胚は発達していない。5～7月の落果は果柄の基部に離層ができて落下しており、生理的原因による落果と思われる。8月の落果は枝についたままのものが多く、台風の被害によるものが多かった。9月以降の落果は成熟種子の自然落下で、殻斗が裂開して内部の種子が飛散する。成熟種子は9月から12月の期間に大部分が落下したが、1979年の調査では翌年の7月頃まで少しずつ落下が続いた。しかし、健全種子は大部分が9月上旬から11月中旬までの間に落下し、それ以降に落下するものはシイナや虫害種子など不良種子が多い(第3表)。1㎡当りの落下数は、1982年の調査では総数137～1,703個、平均900個であった。8月以前の未熟種子の落下数は平均556個、9月以降の成熟種子の落下数は平均343個で、約6割強が未熟のまま落下した。全落下種子数に対する健全種子数の割合は2.6～15.6%、平均6.9%で、結実率は著しく低かった(第4表)。ブナの結実率については外に調査した例が見当たらない。クヌギで筆者ら<sup>9)</sup>が調査したところによると、5月から11月までの間に落下した2年果の中で健全種子の割合は平均9～30%で、結実率はあまり高

第2表 月別落下種子数と未熟種子、成熟種子の落下数 (個/㎡)

母樹番号	1982年における月別落下種子数 (個/㎡)								1978年			1982年		
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計	成熟種子 (9～12月)		未熟種子 (5～8月) (9～11月)			
1	122	154	8	122	16	343	194	959	591		406 553			
2	280	590	32	34	374	335	58	1,703	758		936 767			
3	326	458	6	248	183	116	40	1,377	—		1,038 339			
4	144	216	12	82	147	426	187	1,214	—		454 760			
5	74	170	22	30	50	155	74	575	588		296 279			
7	98	400	30	32	114	113	3	790	356		560 230			
8	128	324	18	58	83	240	52	903	—		528 375			
9	106	104	4	8	13	28	5	268	—		222 46			
10	120	120	60	58	20	97	29	504	290		358 146			
11	260	822	112	178	182	64	4	1,622	101		1,372 250			
13	24	44	16	34	0	19	0	137	—		118 19			
206	74	256	46	12	81	225	49	743	185		388 355			
平均	146.3	304.8	30.5	74.7	105.3	180.1	57.9	899.6	409.9		556.3 343.3			

第3表 成熟種子の時期別落下数とその内容

落下 時期	1978年						1982年		
	9/1 ~ 9/16	9/17 ~ 9/30	10/1 ~ 10/15	10/16 ~ 10/31	11/1 ~ 11/18	11/19 ~ 12/10	9月	10月	11月
1㎡当り落下種子数	30.1	62.2	95.3	88.1	158.5	23.5	105.3	180.1	57.9
健全種子 (%)	9.3	24.3	10.1	9.6	5.2	2.6	35.5	15.4	6.5
発育不全種子 (%)	18.3	18.0	22.8	26.3	25.5	19.1	2.4	9.3	13.3
シイナ (%)	28.2	14.1	36.6	41.9	37.7	14.5	15.9	21.3	17.7
虫害種子 (%)	33.9	7.6	16.9	12.4	28.1	56.6	30.7	42.4	59.4
鳥獣害種子 (%)	10.3	36.0	13.6	9.8	3.5	7.2	15.5	11.5	3.1

第4表 1982年5月から11月の期間に落下した種子の内容\*

未熟種子 (%)	健全種子 (%)	発育不全種子 (%)	シイナ (%)	虫害種子 (%)	鳥獣害種子 (%)
64.0	6.9	3.5	6.6	15.6	3.5
37.4~86.1	2.6~15.6	0.9~10.6	1.5~15.6	4.4~33.0	0~8.9

\*12本について調査

第5表 9月から12月の間に落下した成熟種子の内容

調査年	健全種子 (%)	発育不全種子 (%)	シイナ (%)	虫害種子 (%)	鳥獣害種子 (%)	備考
1978年	9.8	31.2	26.9	21.9	10.2	9/1~12/10 落下種子
	2.3~20.8	14.1~53.9	10.2~49.3	6.4~38.9	3.6~20.0	
1982年	21.3	10.9	18.1	40.8	8.9	9/1~11/30 落下種子
	4.5~37.0	3.8~31.6	4.0~34.7	17.3~65.9	0~30.4	

\*1978年は7本について、1982年は12本について調査

くなかった。新谷<sup>9)</sup>の調査によると、クヌギでは着生した雌花の90%強が結実までの間に落果し、平均結実率は8.8%であったという。広葉樹では発育途中の落果が意外に多く、結実率は一般に高くないようである。

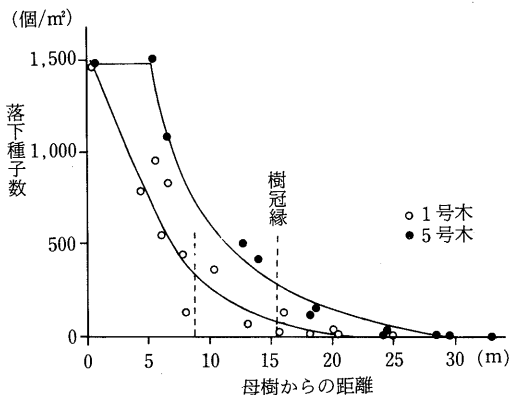
ブナ林における種子の落下については、普通9月以降の成熟種子の落下について調査した例が多い。本採種林における成熟種子の母樹別平均落下数は、1978年の調査では1㎡当り101~758個、平均410個、1982年の調査では19~767個、平均343個であったが(第2表)、1979年は凶作でほとんど落下しなかった。成熟種子の内容についてみると(第5表)本採種林産の種子は健全種子の割合が平均9.8%(1978年)~21.3%(1982年)で、充実率は高

くなかった。特に1978年の種子は充実率が低く、発育不全種子が多かった。これは、この年の8月が高温少雨でかんばつが続き、そのために胚が途中で死滅して発育不全種子が多くできたようである。1982年の種子は1978年産に比べて充実率が高かったが、虫害種子が多かった。種子の内容は年によって、また母樹によってかなり差がある。筆者ら<sup>1)</sup>が1973年に中国地方のブナ林で結実を調査したところによると、種子の平均充実率は35%であったが、林分によって種子の内容にいちじるしく差がみられ、ブナの分布の下限地と上限地の種子は稔性が低く不良であった。蒜山演習林のブナ林は分布の下限地にあり、分布の中心地のブナ林に比べて種子の質が劣るようである。

なお柳谷ら<sup>10)</sup>が東北地方のブナで調査したところによると、9～11月に落下した種子の中で、健全種子の割合は47～62%であったという。

## 2. 種子の飛散と生産量

1本当り種子生産量を推定する目的で、9月～12月に



第2図 距離別落下種子数

母樹の中心から距離別に種子の飛散量を調べた(第2図)。落下種子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。樹冠の中心部では1㎡当り1,500個の種子が落下したが、樹冠縁では300個に減少し、20～30mはなれると0になった。最大飛散距離30mであった。樹高は最高28mであるから、従来いわれているように樹高とほぼ同じ距離まで飛散する<sup>3,7)</sup>前田<sup>8)</sup>によると、天然更新の可能な有効飛散距離は樹冠外5mまでであるという。本調査では、樹冠外5m地点における落下種子数は約140個/㎡であったが、種子の充実率は10～20%であるから発芽可能な種子数は14～28個となる。しかし、ブナ種子は野生動物の食料として重要で、春までの間にほとんどが食いつくされ、蒜山演習林のブナ林では天然更新がほとんどみられない。

1本の母樹の種子生産量は樹冠内に落下した種子数と樹冠外に落下した種子数を合計して推定することができる(しかし、正確には被食量を加えなければならない)。そこで第2図の種子飛散曲線を使用して樹冠内と樹冠外に落下した種子数を計算した。種子飛散曲線は、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、実測値とよく適合する。

1号木については、

$$Y = 1,512 - 142.279X \quad (0 \sim 4.3\text{m})$$

$$Y = -224.240 + \frac{485.088}{X} \quad (4.3\text{m以遠})$$

5号木については、

$$Y = 1,487 \quad (0 \sim 5.2\text{m})$$

$$Y = -317.186 + \frac{9380.476}{X} \quad (5.2\text{m以遠})$$

ただし、Y：落下種子数、X：母樹からの距離が誘導された。

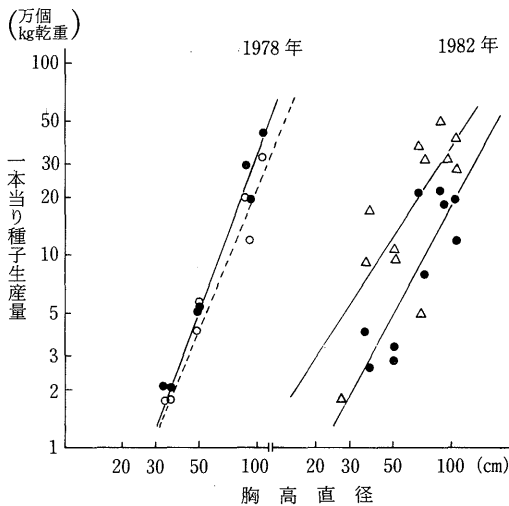
1本当り落下種子数は上式をY軸のまわりに回転させて積分して求めた。樹冠内と樹冠外に落下した種子数の割合は、樹冠内に平均65%、樹冠外に平均35%であった。そこで、シード・トラップで捕そくした「樹冠内における1㎡当り落下種子数×樹冠面積÷0.65」で1本の母樹の種子数を計算し、種子生産量とみなした。その結果を第6表に示す。1978年と1982年は豊作で、1本当り2万

第6表 母樹1本当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1㎡当り種子数から推定した。

～50万個の種子が着生した。胸高直径と1本当り種子生産量との間には正の相関関係がみられ、直径の大きい木ほど多く種子を生産した(第3図)。樫村ら<sup>7)</sup>によると、ブナの1本当り結実量は一般林で3千個、中庸度の疎開林で1万個、強度疎開林で2万～3万個程度と報告している。しかし、筆者ら<sup>9)</sup>のもぎとり調査によると、無疎開の天然林で豊作の年に胸高直径50cmのもので1万5千個、75cmのもので6万個着生しており、樫村らの報告よ



第3図 胸高直径と種子生産量との関係

1978年

- 1本当り成熟種子数：  
 $\log Y = 0.1615 + 2.6886 \log X \quad r = 0.989$
- 1本当り成熟種子乾重量：  
 $\log Y = -3.4470 + 2.4053 \log X \quad r = 0.975$

1982年

- △ 1本当り総種子数：  
 $\log Y = 2.1833 + 1.6914 \log X \quad r = 0.766$
- 1本当り成熟種子数：  
 $\log Y = 1.5484 + 1.8538 \log X \quad r = 0.831$

りも多かった。疎開した採種林では結実が著しく促進され、胸高直径50cmのもので3~5万個、1mのもので20~30万個着生するようである。

ha当りの種子生産量は森林の状態、母樹の本数などによって異なり計算がむずかしいが、柳谷ら<sup>10)</sup>は母樹間距離が30m以内の場合、100~150万粒落下するとしている。ヨーロッパブナは、ha当り100~278kg、豊作年には1,000kg種子を生産するという報告がある<sup>9)</sup>。

摘 要

鳥取大学蒜山演習林のブナ採種林(標高750m)において、1978年、1979年及び1982年に種子の落下、飛散及び生産量を調査した。本研究の結果は次のごとくである。

1. 1982年の調査によると、果実の落下は5月以降毎月みられたが、6月の落下が最も多く、次いで10月に多く落下し、二つのピークがみられた。健全種子は9月か

ら10月に多く落下した。1m<sup>2</sup>当り総落下種子数は137~1,703個、平均900個であった。8月以前の未熟種子の落下は総数の64%に達し、健全種子の割合は2.6~15.6%、平均7%で結実率は著しく低かった。未熟種子の落下の主な原因は生理的落果と思われた。

2. 9月以降の成熟種子の落下数は、1978年は1m<sup>2</sup>当り101~758個、平均410個、1982年は19~767個、平均343個であった。成熟種子は健全種子、発育不全種子、シイナ、虫害種子及び鳥獣害種子に分けられた。健全種子の割合は平均9.8% (1978年) ~21.3% (1982年) で、充実率は高くなかった。1978年産の種子は発育不全種子が多く、また1982年産種子は虫害種子が多かった。

3. 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したがって急激に減少した。樹冠の中心部では1m<sup>2</sup>当り1,500個の種子が落下したが、樹冠縁では300個に減少し、20~30mはなれると0になった。最大飛散距離は30mであった。種子は樹冠内に平均65%、樹冠外に平均35%落下した。

4. シード・トラップで捕そくした樹冠下の1m<sup>2</sup>当り落下種子数から1本当り種子生産数を推定した。豊作年には、1本当り2万~50万個の種子が生産されるようであった。1本当り種子生産量は胸高直径と正の相関関係が認められ、胸高直径50cmのもので3~5万個、1mのもので20~30万個成熟種子が生産されるようであった。

謝 辞

本研究は鳥取大学農学部広葉樹開発実験室の研究課題として行ったもので、蒜山演習林の職員の方々の援助を得たので付記して感謝の意を表する。

文 献

- 1) 橋詰隼人・山本進一：中国地方におけるブナの結実(II)、種子の稔性と形質について。日林誌, 56 393-398 (1974)
- 2) 橋詰隼人・山本進一：ブナ林の成立過程に関する研究(I)、種子の落下、稚樹の発生および消失について。86回日林講, 226-227 (1975)
- 3) 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)
- 4) 橋詰隼人：ブナ採種林の結実。90回日林論, 219-221 (1979)
- 5) 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)
- 6) Kaplunovskij, P. S.: Peculiarities of fruiting in

- European beech stands. *Lesovedenije* 6 51—56 (1972) (*Silvae Genet.*, 21 204 (1972)による)
- 7) 櫻村大助・斉藤久夫・貴田 忍：ブナ林における傘伐作業試験(第II報)種子の落下. 日林誌, 35 282—285 (1953)
- 8) 前田禎三：ブナの天然更新技術. 新しい天然更新技術. 創文, 218—222 (1971)
- 9) 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)
- 10) 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)