

〈論文〉

コナラ二次林における種子生産

橋 詰 隼 人*

Seed Production in the Secondary Stand of Konara

(*Quercus serrata* THUNB.)

Hayato H_{ASHIZUME}*

Summary

The fall and production of seeds in the secondary stand of white oak (*Quercus serrata* THUNB.) were investigated in about 40-year old and 50~60-year old stands in the Hiruzen experimental forest of the Tottori University for eight years.

Although the fall of acorns was observed from May to November, immature acorns fell in large quantities in June and August, and mature acorns, in October. The total fall for one year was 37~150 acorns per m². The percentage of sound acorns was 9.2~60.3%.

As to seed production per hectare, it was recognized that white oak stands produced 400~600 thousands of sound acorns per year in good harvest years and about 100 thousands of sound acorns in bad harvest years. A positive correlation was recognized between seed production per tree and breast height diameter. There was a great difference in seed production in white oak stands according to year and individual trees. A good harvest year was observed at intervals from one year to four years.

I 緒 言

コナラはシイタケ原木として重要な樹種で、最近コナラやクヌギの原木林造成が各地で進められている。コナラの原木林は人工造林また天然更新によって造成するが、人工造林の場合は種子を採集して苗木を養成し、これを造林するという方法をとる。天然更新の場合は普通萌芽更新によって造成するが、老齢林では切株から萌芽が発生せず、枯損株を生ずることが多い。したがって、天然下種更新によらなければならない場合もある。他方、コナラの種子はデンプンを多量に含んでおり、栄養分が多く、野生動物の食料として重要な役割を演じている。これらのことからコナラ林の種子生産量を知ることが重要であると考え、鳥大蒜山演習林のコナラ二次林で数年間調査したので、その結果を報告する。

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

II 調査林分と調査方法

1. 調査林分の概況

鳥大蒜山演習林のコナラ二次林2か所で調査した。林分A(22林班)は標高720m, 南西緩斜面, Bl_B型土壌, 林齢約40年生, 平均胸高直径13.2cm, 平均樹高12m, ha 当たり立木本数1,700本(高木900本)である。林分B(22林班)は標高780m, 南西緩斜面, Bl_B(d)型土壌, 林齢50~60年生, 平均胸高直径23.8cm, 平均樹高14m, ha 当たり立木本数900本(高木550本)である。両林分ともコナラの純林であるが, カシワ, クヌギ, ヤマザクラが少し混交している。

2. 調査方法

各林分から母樹を10本ずつ無作為に選出し, 母樹の樹冠直下に1×1mの寒冷紗のシード・トラップを設置した。トラップは毎年4月に設置し, 5月から11月まで, 月別にリターを回収した。回収したリターは葉, 枝, 果実などに分類し, 果実は健全種子, 虫害種子, 発育不全種子に分類した(コナラの果実は厳密には堅果であるが, ここでは使いなれた種子という用語を用いる)。健全種子は8月以降に落下した成熟種子の中で虫害など受けず, また内部が腐敗していない健全な種子である。虫害種子は, 昆虫の食害痕あるいは幼虫の侵入・脱出孔の見られたもので, 内部が腐敗したものと胚が生存しているものとあったが, 生死に関係なく虫の攻撃を受けたものは虫害種子とした。発育不全種子は, 未熟な果実で堅果に発達せず, 殻斗に覆われた状態のものである。8月以前に落下する果実は全部発育不全種子である。

種子の落下調査は1980年から1985年の期間に行ったが, 途中中止した年もある。

III 結果と考察

1. 種子の落下, 落下種子の内容及び結実率

(1) 種子の落下

コナラの雌花は5月中旬に開花する。幼果実は5~6月にはあまり生長せず, 8月から9月にかけて急速に生長して, 9月下旬から10月上旬に成熟果実(種子)に発達する²⁾。しかし, 果実は成熟してから一度に落下するのではなく, 開花後5月から11月までの間にたえず落下することがわかった。8月以前に落下したものは未熟種子であって, 成熟種子は9月以降に落下する。種子の落下の季節変化を1982年と1983年に調べた(図1)。先ず未熟種

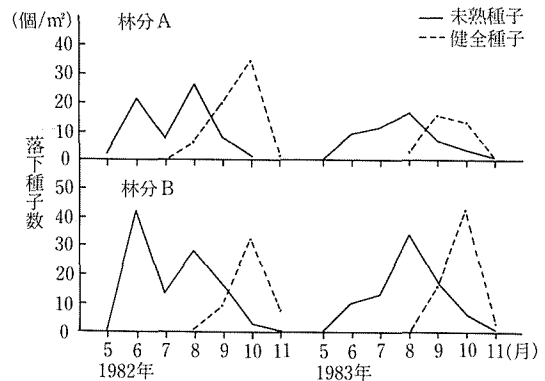


図1 鳥大蒜山演習林のコナラ林における月別落下種子数

子の落下についてみると、5月から11月まで落下がみられたが、1982年の調査では6月と8月の落下が多く、二つの山がみられた。1983年の調査では8月に最も多く落下した。8月までに落下した未熟種子の割合は、1982年には45～56%、1983年には40～47%であった。未熟種子の落果現象はクヌギで調べられているが、新谷¹⁰⁾の研究によると1年果は5月頃に、2年果は7～8月に多く落下したという。筆者の調査⁴⁾によるとクヌギの2年果は8月に多く落下した。成熟種子は8月にはほとんど落下せず、9月中旬頃から落下し、10月に最も多く落下した。種子の落下状況は年度及び林分によって差があった。

未熟種子の落果の原因は生理的落果が最も多く、次いで気象害が多かった。虫害は比較的少ないようであった。生理的落果は果柄の基部に離層ができて未熟な果実が落下している。また小枝が枯れて落果することもある。原因は明らかでない。気象害は台風や低気圧が通過する際に強い風が吹いて枝が折れて落果する。8月の落果は台風による枝折れが多かった。虫害はゾウムシなどの幼虫の攻撃を受けたもので、内部が腐敗したものと、食害されているが、生存しているものがある。

(2) 落下種子の内容、結実率

蒜山演習林のコナラ二次林における種子の落下状況を表1に示した。5～11月の期間における1m²当たり落下種子数は、健全種子が平均9.2～60.3個（最大277個）、虫害種子が0.2～11.8個、発育不全種子が22.6～101.6個で、その割合は健全種子が23.5～47.6%、虫害種子が0.1～20.0%、発育不全種子が47.5～67.8%であった。8月以前の落果は大部分が未熟種子である。成熟種子は9月以降に落下

表1 蒜山演習林のコナラ二次林における生殖器官の総落下数と内容

調査 林分	調査 年	種				子			1 m ² 当たり 雄花序 落下数 (個)	1 ha当たり 健全種 子落下数 (粒)
		1 m ² 当 たり 落 下 数				割 合 (%)				
		健 全	虫 害	発育不全	合 計	健 全	虫 害	発育不全		
A	1980	1313.5	9.4	34.7	57.6	23.5	16.3	60.2	129.2	135,000
		2～63	0～43	0～99	2～205				42～290	
	1981	9.2	5.3	22.6	37.1	24.8	14.3	60.9	62.5	92,000
		2～34	0～24	2～64	10～98				20～135	
	1982	60.1	1.4	63.5	125.0	48.1	1.1	50.8	182.3	601,000
		12～277	0～4	8～162	20～439				80～373	
	1983	30.3	3.7	41.2	75.2	40.3	4.9	54.8	94.6	303,000
		9～76	0～8	12～69	23～141				40～151	
	1985	41.2	8.8	57.6	107.6	38.3	8.2	53.5	121.1	412,000
		16～126	1～14	19～97	36～230				61～273	
B	1980	16.9	11.8	30.4	59.1	28.6	20.0	51.4	566.6	169,000
		2～35	0～25	0～77	2～137				235～1,137	
	1982	48.1	0.2	101.6	149.9	32.1	0.1	67.8	709.6	481,000
		7～88	0～2	18～161	25～251				509～1,023	
	1983	60.3	5.4	74.3	140.0	43.1	3.9	53.1	183.4	603,000
		15～119	1～12	15～136	31～259				35～328	
	1985	43.9	5.0	44.2	93.1	47.2	5.4	47.5	621.6	439,000
		10～83	0～17	4～40	14～127				172～975	

するので、9月から11月の期間に落下した種子の内容についてみると(表2)、健全種子が平均80%、虫害種子が平均7%、発育不全種子が平均14%で、健全種子の割合は高かった。

甲斐^{5,6)}が宮崎大学田野演習林で調査したところによると、8~11月に落下した全果実のうち、39.6~59.3%が未熟果実及び不発育果実で、成熟果実は40.7~60.4%であったという。調査期間が異なるので正確な比較はできないが、

蒜山演習林のコナラ林における健全種子の割合は23.5~47.6%で、宮崎大学演習林の40.7~60.4%よりも低かった。しかし、甲斐の調査^{5,6)}は5~7月の落下数を計算に入れていないので、健全種子の割合はもっと低い値になると思う。

(3) 結実率

蒜山演習林のコナラ林における1m²当たり落下種子の総数は、林分Aで平均37~125個、林分Bで59~150個であった(表1)。健全種子は発芽能力があり更新に役立つので、総落下種子数に対する健全種子の割合を結実率とすることができる。結実率は林分Aでは24~48%、林分Bでは29~47%であった。結実率は年によって差があり、凶作年は低く、豊作年に高い傾向がみられた。Matsuda⁸⁾が東京三鷹市のコナラ二次林で調査したところによると、開花した雌花の大部分は途中で落果し、わずか0.8%が成熟果実になったという。新谷¹⁰⁾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%であった。筆者の調査⁴⁾によると、蒜山演習林のクヌギ二次林の結実率は1.0~10.7%であった。本調査によるとコナラ二次林の結実率は24~48%、平均36%で、クヌギ林よりも高く、またMatsudaの調査に比べて著しく高く、蒜山のコナラ林は結実の良い林分のようなのである。

2. 種子の生産量

(1) ha 当たり種子生産量

ha 当たり種子生産量は、種子トラップ内に落下した種子数から推定することができる。蒜山演習林の40~60年生のコナラ林における健全種子の落下数は1m²当たり9.2~60.3個であるから、単純に計算するとha 当たり9~60万個の種子が落下したことになる。甲斐^{5,6)}が宮崎大学演習林のコナラ林で調査したところによると、豊作年には約60年生の林分でha 当たり50~80万個、約30年生の林分で59万個の成熟種子が落下した。しかし豊凶の差が激しく、不作年には60年生の林分でha 当たり1,000~5,000個しか落下していない。鳥大蒜山演習林の林分では豊凶の差は比較的少なく、5年間の調査では不作で

表2 9月から11月の期間に落下した種子の内容

調査年	林分	1 m ² 当たり落下数				割合(%)		
		健全	虫害	発育不全	計	健全	虫害	発育不全
1982	A	60.1	1.4	7.6	69.1	87.0	2.0	11.0
	B	48.1	0.2	18.4	66.7	72.1	0.3	27.6
1983	A	30.2	2.0	7.1	39.3	76.8	5.1	18.1
	B	60.2	4.3	18.0	82.5	73.0	5.2	21.8
1985	A	41.2	8.8	1.1	51.1	80.6	17.2	2.2
	B	43.9	5.0	0.6	49.5	88.7	10.1	1.2
平均		47.3	3.6	8.8	59.7	79.7	6.7	13.7

まったく種子の落下しない年はなかった。沖津ら⁹⁾は東京都多摩ニュータウン付近の落葉広葉樹二次林でコナラの種子生産量を調査しているが、種子生産量は個体間の差が大きく、少数の種子トラップからの生産量の推定は危険であるとしている。本調査ではトラップを20個設置したが、個体間に差があり十分とはいえない。しかし、甲斐^{5,4)}の結果と比較して大きな差はなく、蒜山演習林のコナラ壮齢林では豊作年には ha 当たり40~60万個、凶作年には10万個前後の健全種子が生産されると考えてよい。林分AとBは林齢、林木の大きさ、成立本数などが異なるが、ha 当たり種子生産量に大きな差はないようである。

表3 コナラ林における1本当たり健全種子生産数

調査林分	個体番号	胸高直径 (cm)	樹冠面積 (m ²)	1 m ² 当たり落下数			1本当たり種子生産数*			
				1982	1983	1985	1982	1983	1985	平均
A	1	13	5.1	36	12	16	184	61	82	109
	2	15	7.8	37	14	36	289	109	281	226
	3	15	8.8	124	64	35	1,091	563	308	654
	4	13	6.4	17	23	36	109	147	230	162
	5	11	9.1	18	28	27	164	255	246	222
	6	21	16.3	277	76	53	4,515	1,239	864	2,206
	7	14	10.3	28	54	37	288	556	381	408
	8	12	9.4	12	9	23	113	85	216	138
	9	13	8.0	17	12	126	136	96	1,008	413
	10	15	13.2	23	11	23	304	145	304	251
	平均	14.2	9.4	58.9	30.3	41.2	719	326	392	479
B	1	40	37.9	16	17	14	606	644	531	594
	2	35	47.2	38	63	22	1,794	2,974	1,038	1,935
	3	34	58.1	38	111	73	2,208	6,449	4,241	4,299
	4	25	27.3	88	61	60	2,402	1,665	1,638	1,902
	5	34	21.2	83	65	43	1,760	1,378	912	1,350
	6	25	26.9	76	54	83	2,044	1,453	2,233	1,910
	7	25	27.8	51	47	23	1,418	1,307	639	1,121
	8	40	56.1	57	119	69	3,198	6,676	3,871	4,582
	9	40	56.1	28	51	42	1,571	2,861	2,356	2,263
	10	19	6.2	7	15	10	43	93	62	66
	平均	32.7	36.5	48.2	60.3	43.9	1,704	2,550	1,752	2,002

* 1本当たり健全種子生産数は、1 m²当たり健全種子落下数×樹冠面積で求めた。

(2) 1本当たり種子生産量

1本当たり種子生産量の推定は、採種園の経営や天然下種更新などの際に目安をつけるのに必要である。調査法は、伐倒して調べる方法が最も正確であるが、この方法は同じ個体で数年間調査することができない。また労力を多く要する。最も簡便な方法は、種子トラップ内に落下した種子数に樹冠

面積を乗じて計算する方法である。しかし、着果数は1本の木の中で方位あるいは枝によって異なるので、小面積のトラップを設置したのでは正確な推定はできない⁹⁾。ナラ類の種子は大粒で大部分は樹冠の下に落下するが、樹冠外(投影面外)に落下するものもある。筆者がブナの母樹に帯状のトラップを設置して調査したところ³⁾、種子は樹冠投影面内に約65%、樹冠投影面外に約35%落下した。したがって、計算の際樹冠投影面外に落下した種子数も勘定に入れる必要がある。本調査では帯状のトラップは使用せず、1m²のトラップを母樹の中心部に設置したので、トラップ内に落下した種子数は1本の木の平均値ではなく、平均値よりも多目の数値ではないかと思われる。そこで、樹冠投影面外に落下した種子数を勘定に入れずに、1m²当たりの健全種子落下数に樹冠面積を乗じて1本当たり健全種子生産数を計算してみた(表3)。1本当たり種子生産数は、林分Aでは各年度の平均値で326~719個、平均479個、林分Bでは1,704~2,550個、平均2,002個という計算になった。上層木のha当たり立木本数は林分Aが900本、林分Bが550本である。1本当たり生産数に本数を乗じてha当たり生産数を計算してみると、林分Aでは平均43万個、林分Bでは110万個という値になった。前述のha当たり種子生産数と比較すると、林分Aではほぼ妥当な数字であるが、林分Bの値は著しく過大である。これは直径が大きくなると樹冠面積が著しく大きくなり、そのために過大な値になったものと思われる。

次に胸高直径と1本当たり健全種子生産数との関係を図2に示した。この図の黒丸は表3の3年間の測定結果を、白丸は別の個体で調べた結果をそれぞれプロットしたものである。個体間のバラツキは大きいけれども、両者の間には有意な相関関係が認められた。この図から1本当たり種子生産数を計算すると、平均胸高直径20cmで600個、30cmで1,500個、50cmで4,500個という値になったが、

推定法に問題があるので一応の目安と考えてもらいたい。沖津ら⁹⁾は東京都多摩ニュータウン付近の落葉広葉樹二次林でコナラを16本伐倒し、着果種子を直接数えて調査した。伐倒木の胸高直径は8cmから37cmで、1本当たり総健全果数は0~878個であった。総健全果数は個体ごとに大きく異なり、また胸高直径、幹長、樹齡、樹冠投影面積とは明瞭な相関関係は認められなかったという。この調査では着果数が0の個体が4本あり、そのために胸高直径と着果数の関係がはっきりしないが、生長の良い

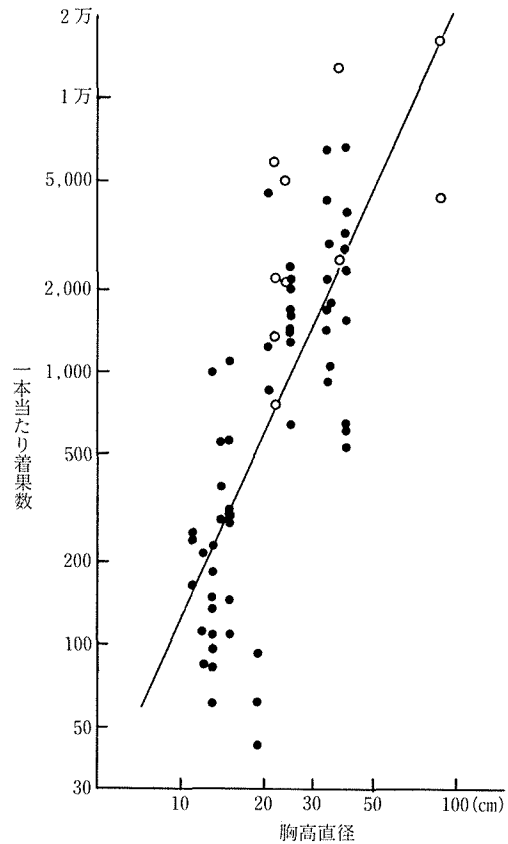


図2 胸高直径と1本当たり健全種子生産数との関係
 $\log y = 2.22414 \log x - 0.114274$ ($r = 0.7617$)

個体ほど着果数が多くなる傾向は認められている。他方 Downs ら¹⁾は北米アパラチア山脈の *Quercus* 属 5 種の個体別種子生産数を推定し、胸高直径が大きくなることにしたがって生産数が増加するもの、ある大きさに生産数が最大になり以後減少するもの、ある大きさ以上で生産数が一定になるものの三つの型を認めている。Kanazawa は⁷⁾ミズナラ林の種子落下量を研究し、胸高直径が大きくなるにしたがって落下種子数が増加することを認めている。個樹における種子生産量の推定は、個体変異や年変動が大きいののでむずかしいが、更に正確に推定する方法について研究する必要があると思っている。

3. 結実の周期性

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。鳥大蒜山演習林のコナラ林における 1978 年から 1985 年まで 8 年間の健全種子と雄花序の落下数の変動を図 3 に示した。健全種子の落下数は、1978 年、1982 年、1983 年、1985 年が多く、豊作である。1980 年、1981 年、1984 年は落下数

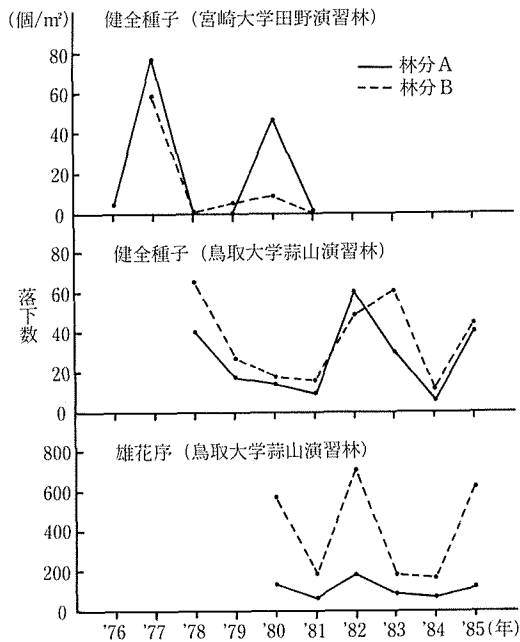


図3 コナラ林における健全種子と雄花序落下数の年次変動 (宮崎大学のデータは甲斐の論文より引用した)

が著しく少なく明らかに凶作である。図3から豊凶の基準として、鳥大蒜山演習林のコナラ林では、1 m²当たり健全種子落下数が40～60個のとき豊作、20～40個のとき並作、20個以下のとき凶作とみる事ができる。豊作の周期は2年連続(林分Bで'82年と'83年)から2年目(林分Bで'83年と2年後の'85年)、3年目(林分Aで'82年と3年後の'85年)、4年目(林分AとBで'78年と4年後の'82年)まであり、一定ではなかった。また林分によって差がみられた。凶作は1年または2年続きで長くは続かなかった。甲斐^{5,9)}が宮崎大学の演習林で調査したところによると(図3)、1977年と1980年が豊作で、3年目に豊作が到来している。豊作年は地方によっても差があり、成り年が一致しない。次に健全種子の落下数と雄花序の落下数との関係についてみると、1981年、1982年、1984年、1985年は両者がよく対応しており、雄花序の落下数の多い年には健全種子が多く、雄花序の落下数の少ない年には健全種子が少なかった。しかし、1980年と1983年は両者が一致せず、1980年には林分Bで雄花が沢山着生したにもかかわらず結実数は少なかった。

また1983年には林分Bで雄花の着生は少なかったが結実数は多かった。雄花の着生はある一定レベル以上あれば結実にはそれほど影響しないようである。結実の豊凶周期は内生的なリズムの外に気象条件に大きく影響されるので、長期間の観察が必要である。

IV 総 括

鳥取大学蒜山演習林の約40年生と50～60年生のコナラ二次林に種子トラップを設置して、8年間種子の落下状況を調査した。

1. 種子の落下は5月から11月までみられた。未熟種子は6月と8月に多く落下した。成熟種子は9月中旬頃から落下し、10月に最も多く落下した。未熟種子の落果の原因は生理的落果が最も多いようであった。

2. 1㎡当たり総落下種子数は37～150個で、内訳は健全種子が9.2～60.3個、虫害種子が0.2～11.8個、発育不全種子が22.6～101.6個であった。それぞれの割合は、健全種子が23.5～47.6%、虫害種子が0.1～20.0%、発育不全種子が47.5～67.8%であった。健全種子の割合を結実率とすると、結実率は24～48%で比較的高いようであった。

3. ha 当たり種子生産量については、豊作年には平均40～60万個、凶作年には10万個前後の健全種子が生産されるようであった。

4. 1本当たり種子生産量は胸高直径と正の相関関係が認められ、平均胸高直径20cmのもので600個、30cmで1,500個、50cmで4,500個程度の種子を生産するものと推定された。

5. 種子の生産量は年度及び個体によって著しく差があった。しかし、林分間には大きな差はないようであった。結実豊凶の周期は1年目～4年目に豊作があり、一定の周期がみられなかった。凶作年は1年または2年連続したが、長くはなかった。

文 献

- 1) Downs, A. A. and McQuilkn, W. E. : Seed production of southern appalachian oaks. *J. For.* **42**, 913～920 (1944)
- 2) 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)
- 3) 橋詰隼人ほか：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 (1985)
- 4) 橋詰隼人：クヌギ採種林における種子生産. 広葉樹研究, **4**, 1～18 (1987)
- 5) 甲斐重貴：暖帯性落葉広葉樹林の特性と施業に関する研究. 宮崎大演報, **10**, 34～41 (1984)
- 6) 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)
- 7) Kanazawa, Y. : Some analyses of the reproduction process of a *Quercus crispula* BLUME population in Nikko. I. A record of acorn dispersal and seedling establishment for several years at three natural stands. *Jap. J. Ecol.* **32**, 325～331 (1982)
- 8) Matsuda, K. : Studies on the early phase of the regeneration of a Konara oak (*Quercus serrata* THUNB.) secondary forest. I. Development and premature abscission of Konara oak acorns. *Jap. J. Ecol.* **32**, 293～302 (1983)
- 9) 沖津進・高橋啓二・池竹則夫：落葉樹二次林におけるコナラの種子生産. 千葉大園学報, **36**, 149～155 (1985)

- 10) 新谷安則：クヌギ採種園の結実について．日林九支研論集，**31**，87～88（1979）