

---

論文

---

前生稚樹によるコナラの天然更新に関する研究

韓 海 栄\*  
橋 詰 隼 人\*\*

**Studies on the Natural Regeneration of Konara Oak  
(*Quercus serrata* THUNB.) by Preregenerated Seedlings**

Kaiei KAN\*  
Hayato HASHIZUME\*\*

**Summary**

The number of preregenerated seedlings, age structure and the method of establishment were investigated in two clear cutting areas of about 40 years old secondary stands of *Quercus serrata*. And artificial methods for enhancing the establishment and growth of preregenerated seedlings were studied for five years. The results obtained in this study are listed as follows:

(1) The preregenerated seedlings of *Q. serrata* were growing abundantly at the lower part of the easy slope, but they were few at the upper part of the steep slope, ridge zones and near the swamp.

(2) Although the age structure of seedlings were found from 2 to 15 years old, the average age was 4.3 years old in the first cutting area and 6.4 years old in the second cutting area. The height of preregenerated seedlings was below 30~40cm.

(3) Two types were observed in the method of seedling establishment ; normal growth and regeneration by sprout. Regeneration by sprout was observed in seedlings over 6 years old, and the percentage of sprouted seedlings was 83% on average in the second cutting area.

(4) In experimental plots in the first cutting area, 46~138 seedlings per m<sup>2</sup> were growing when the experiment was started in 1986. After five years, the number of seedlings decreased to 20~68 seedlings, and the survival rates were 50% at untreated plots, 35% at plots where

---

\* 鳥取大学連合農学研究科

The United Graduate School of Agricultural Science, Tottori University

\*\* 鳥取大学農学部 農林総合科学科 森林生産学講座

Department of Forestry Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

weeding and manuring were applied, and 51~57% at the plots where herbicides were applied.

(5) Preregenerated seedlings grew rapidly after liberation cutting. The average height of dominant seedlings after four years from cutting was 136cm at untreated plots, 238cm at the plots where weeding and manuring were applied, and 127~156cm at the plots where herbicides were applied.

(6) Manuring, weeding and the dispersal of herbicides were effective to enhance the establishment and growth of preregenerated seedlings after liberation cutting.

## I 緒 言

コナラは日本の里山に広く分布している。材は堅くて火持ちのよいことから昭和30年代までは薪炭材として広く利用されてきた。しかし、燃料革命によって薪炭材の需要は激減し、現在はパルプ材やシイタケ原木として利用されている。シイタケ栽培については、コナラはきのこの発生量が多く、良質のきのこが生産できるので、近年原木として多く用いられるようになった。シイタケ原木としては、きのこの発生量や作業の容易さなどの点から比較的小径木(6~14cm)が利用されている。したがって、コナラの原木林を造成する場合には短伐期で更新を繰り返す必要がある。

大阪営林局倉吉営林署では県内の砺波山国有林のコナラ二次林をシイタケ原木として地元に払い下げすることになり、伐採予定地の調査に行ったところ、林床にかなり多くの稚樹の発生がみられた。コナラは結実旺盛で豊作年には多量に結実して稚樹が発生するが、陽樹で耐陰性が弱く、発生した稚樹は短期間に消失してふつつ林内には実生稚樹はあまりみられない<sup>4)</sup>。倉吉営林署ではこの二次林を萌芽更新によって更新する施業をとっているが、コナラの株数が少なく、萌芽更新のみで十分な立木本数を確保することは難しいようである。天然下種によって発生した実生稚樹と切株から発生した萌芽とをうまく組み合わせて成立本数を増やす必要がある。しかし、一般に萌芽の成長は実生稚樹よりも早いので、両方をうまく競合させることは難しい。コナラの萌芽更新に関する研究はかなり多くみられるが<sup>5)</sup>、天然下種更新に関する事例はなく、営林署と共同で試験地を設定して研究を始めた。本研究は試験地設定後5年間の研究結果を取りまとめたもので、実生稚樹の発生数、年齢構成、定着様式、雑草木の刈払い、施肥、除草剤の散布など人工処理による稚樹の定着と成長促進などについて報告する。なお本研究の一部は日本林学会大会において発表したことを付記する<sup>10,12,13)</sup>。

## II 試験地の概況と調査方法

### 1. 試験地の概況

試験地は、倉吉営林署砺波山国有林(鳥取県日野郡日南町砥波尻)1029林班で、標高520m、南~南東斜面、傾斜5~40°、地質花崗岩、土壤型は適潤性褐色森林土(B<sub>D</sub>(d))~受食土(Er)である。斜面下部はB<sub>D</sub>(d)型であるが、斜面中腹の急斜地は受食土で、表土の侵食が激しく、A層はほとんどなく小さな礫が露出している。林齢約40年生の二次林を1986年10月に4.2ha、さらに1988年10月に約4ha地元払い下げにより伐採(皆伐)した。1986年の伐採地を第1試験地、1988年の伐採地を第

2 試験地とした。第1試験地の上木伐採前と上木伐採1年後の状況を写真2, 3に示す。

第1試験地の伐採前の林分構成は、平均胸高直径12~15cm, 樹高6~14m, ha当り立木本数900~2,400本, コナラの本数混交率55~71%で、かなり疎林であった(表1)。林床の状態は、斜面下部から谷筋の緩斜面にチマキザサが繁り、密生地では稈高60~80cm, 生重700~860g/m<sup>2</sup>の繁茂量であった(表1)。林内の相対照度(ササの上)は3.6~23.5%でかなり明るかった。第2試験地の伐採前の林分の状態は未調査であるが、伐採後の調査ではコナラの株数が350~525株/ha, 全体で600~825株/haで、第1試験地と同様にかなり疎林のようであった。林床の状態もやはり第1試験地と同様に斜面下部の緩斜地にはチマキザサが一面に繁っていた。両試験地とも株立ち木が多く、萌芽更新を数回繰り返した萌芽再生林である。

表1 第1試験地における伐採前の林分構成, 林床の状態およびコナラ稚樹の発生状況

試験区	胸高直径 平均 範囲 (cm)	ha当り 立木本数 (本)	コナラ の本数 混交率 (%)	ササの繁茂状況			コナラの 稚樹数 (本/m <sup>2</sup> )	林内の 相対照度 (%)
				生育 状態	稈高 (cm)	生重量 (g/m <sup>2</sup> )		
無処理	14.3(6~29)	1,900	63	疎生	60~70	330	137.6(90~238)	} 3.6~18.7
刈払・無施肥	13.4(10~24)	1,100	55	密生	60~80	700	58.8(54~73)	
刈払・施肥	13.4(10~24)	1,100	55	〃	〃	〃	56.8(29~113)	
デゾレート・無刈払	12.2(5~26)	2,400	71	〃	80	860	46.0(13~88)	
デゾレート・刈払	14.7(8~26)	900	56	〃	〃	〃	62.4(37~83)	

備考：1986年6月調査。

## 2. 固定試験区の設定

第1試験地の前生稚樹が大量に発生している斜面下部に固定試験区を設定した。固定試験区の設定は上木伐採前の1986年6月と上木伐採後2年目の1988年5月に行った。上木の伐採は1986年10月に行った。

1986年設定の固定試験区は、①無処理区、②刈払・無施肥区、③刈払・施肥区、④デゾレート・無刈払区、⑤デゾレート・刈払区の5区を設けた。各試験区の大きさは10×10mで、その中に1×1mの調査プロットを5か所設定した。ササ・雑草木の刈り払いは、試験区設定時とその後2年間、7~8月に行った。稚樹を刈らないように注意しながら下刈鎌で雑草木を刈り取った。施肥は、住友粒状化成肥料(N-P-K=20-10-10%)を用い、m<sup>2</sup>当り試験区設定時に100g, 2年後と3年後の1988年5月と1989年5月に各200g, 計500g/m<sup>2</sup>散布した。除草剤はデゾレートAZ粒剤(塩素酸ナトリウム50%)を使用し、試験区設定時に150kg/ha程度散布した。

1988年設定の固定試験区は、除草剤の散布と施肥によるコナラ稚樹の定着と成長促進を目的にして設定した。除草剤は、フレノック粒剤(テトラピオン10%)とデゾレートAZ粒剤を使用した。試験区として次の区を設けた。

フレノック散布区

デゾレート散布区

① 無処理区

① 無処理区

- |   |  |
|---|--|
| ② 30kg/ha・施肥 (200g/m <sup>2</sup> )・無刈払 | ② 100kg/ha・施肥 (200g/m <sup>2</sup> )・無刈払 |
| ③ 30kg/ha・施肥 (200g/m <sup>2</sup> )・刈払  | ③ 100kg/ha・施肥 (200g/m <sup>2</sup> )・刈払  |
| ④ 50kg/ha・施肥 (200g/m <sup>2</sup> )・無刈払 | ④ 200kg/ha・施肥 (200g/m <sup>2</sup> )・無刈払 |
| ⑤ 50kg/ha・施肥 (200g/m <sup>2</sup> )・刈払  | ⑤ 200kg/ha・施肥 (200g/m <sup>2</sup> )・刈払  |

除草剤は、試験地設定時の1988年5月下旬に1回散布した。除草剤・施肥・刈払区はササ・雑草木を刈り取った後除草剤を散布した。施肥は、住友粒状化成肥料を用い、設定時から3年間毎年5月に散布した。1回の施肥量はm<sup>2</sup>当り200gで、3年間に合計600g施肥した。ササ・雑草木の刈払いは試験地設定時の1988年5月、1989年11月、1990年7月の3回行った。各試験区の面積は1×1m (1m<sup>2</sup>)で、2回繰返し区を設けた。

### 3. 調査方法

#### (1) 前生稚樹の調査

第1試験地と第2試験地で地形によって斜面型を区分し、各斜面の下部、中部、上部及び尾根に5～16m<sup>2</sup>の調査プロットを設けて、稚樹の発生本数、成長、林床植物の繁茂状況などを調査した。斜面の長さは80～100mである。ササの生育地ではササの刈取り調査を行い、ササの繁茂量と稚樹の成立本数、成長との関係を調べた。さらに各試験地で任意に5か所で100本程度稚樹を掘り取り、年齢、樹高、地際直径、各部分の乾重量などを測定した。年齢の測定は切片を作って実体顕微鏡で行い、最大年輪数をその稚樹の年齢とした。

稚樹の定着様式は固定試験区で調査した。第1試験区では伐採から2年後の5月に、第2試験区では伐採の翌年の11月に行った。

#### (2) 固定試験区における調査

1986年設定の試験区では、調査プロット内の稚樹を当年生稚樹と1年生以上の稚樹に分けてビニールテープでマーキングした。そして毎年11月に稚樹数を調査し、さらに各試験区から優勢稚樹50本を選んで樹高と地際直径を測定した。

1989年と1990年には調査プロット内の全稚樹の樹高と地際直径を測定した。

1988年設定の試験区では、毎年秋に各試験区の稚樹数を数え、さらに全稚樹の樹高と地際直径を測定した。

ササ・雑草木の刈取り調査は、1986年設定試験区では設定時と3年後に、1988年設定試験区では1年後と2年後に行い、ササの稈高、生重、木本・草本植物の高さ、生重、侵入植物の被度・群度などを測定した。

## III 結 果

### 1. 前生稚樹の成立本数と成長

コナラの稚樹は伐採地内に一様に発生しているのではなく、場所によって成立本数に大きな差がみられた。地形別、斜面位置別に調査した結果を表2、3に示した。

第1試験地では、稚樹は下降斜面と複合斜面の下部の緩斜地に多くみられ、上昇斜面の急斜地、尾根筋、谷・沢筋のササ密生地などには少なかった。下降斜面、複合斜面では、傾斜角20°以下の所に稚樹が多く、30°以上の急斜地にはほとんど見られなかった。下降および複合斜面の下部では、m<sup>2</sup>当り平均13~79本(最大145本)、斜面中部ではm<sup>2</sup>当り平均5~12本成立していた。斜面上部~尾根筋および上昇斜面の急斜地では成立本数が少なく、m<sup>2</sup>当り2本以下であった。とくにソヨゴやネジキの密生地には稚樹は見られなかった。稚樹高は、斜面下部では平均25~38cm、最大60cm程度であった。斜面上部のものは成長が悪く、20cm以下であった。

第2試験地においても、稚樹は下降斜面の下部、とくに傾斜角10°以下の場所に多く成立していた。また谷・沢筋の緩斜地にも多くみられた。下降斜面の下部にはm<sup>2</sup>当り平均14~26本(最大86本)、谷・沢筋の緩斜地には平均11~13本、上昇斜面の下部~中部には平均6~9本成立していた。しかし、斜面上部や尾根筋には少なく、平均3本以下であった。コナラの稚樹は下降斜面の下部で成長がよく、稚樹高は平均49~61cmであった。谷・沢筋の緩斜地では平均26~40cm、上昇斜面の下部では平均21~27cmであった。斜面上部や尾根筋のものは成長が悪く、平均樹高19cm以下であった。

試験地の土壌は花崗岩の風化した礫質土壌で、急斜地では侵食が激しく、A層は流亡し石礫が露出している。土壌型との関係についてみると、稚樹の発生は、急斜地の受食土の所には少なく、斜面下部のB<sub>0</sub>(d)型土壌で、A層が30cm以上の所に多く発生し、また成長も良かった。

本試験地の林床植生は斜面下部および谷・沢筋にチマキササが分布し、斜面上部や尾根筋にはソヨゴ・ネジキ・アセビなど低木類が多い。林床植生と稚樹の発生との関係についてみると、斜面下部のササの生育地に稚樹が多く、斜面上部から尾根筋のソヨゴ・ネジキ・アセビの密生地には少な

表2 第1試験地における地形、斜面位置、土壌型と前生稚樹の成立本数、成長との関係

斜面型	斜面位置	傾斜度(°)	土壌型	林床植生	ササの被度(%)	稚樹数(本/m <sup>2</sup> )	稚樹高(cm)
下降斜面	下部	4~9	B <sub>0</sub> (d)	ササ	30~60	26.2(14~52)	30.8(20~54)
	下部	7~20	〃	〃	25~50	17.2(10~24)	30.9(16~48)
	中部	20~25	Er	ササ・低木	10以下	5.0(0~16)	15.2(10~23)
	上部	35~37	〃	ソヨゴ・ネジキ	0	0.4(0~2)	11.0(6~19)
複合斜面	下部	5	B <sub>0</sub> (d)	ササ	30~60	20.4(12~29)	37.9(18~59)
	下部	7~10	〃	ササ・低木	5~30	79.3(26~145)	32.5(20~47)
	下部	10~20	Er	〃	10以下	13.0(10~16)	24.9(12~41)
	中部	15~25	〃	〃	〃	12.3(3~27)	14.5(7~23)
	上部	20	〃	ソヨゴ・ネジキ	0	0	—
上昇斜面 (尾根筋)	下部	40	Er	ソヨゴ・ネジキ	0	0.2(0~2)	15.8(10~19)
	中部	20	〃	〃	10以下	0.1(0~1)	13.3(10~16)
	上部	7~10	〃	〃	〃	0.3(0~2)	13.5(10~18)
	上部	25~30	〃	〃	〃	0	—
谷・沢筋	下部	4~10	B <sub>0</sub> (d)	ササ	50~70	17.3(6~41)	34.8(12~55)
	中部	10~12	Im	〃	100	0	—
	上部	10~13	〃	〃	40~60	18.4(4~26)	27.7(12~48)

備考：1988年5月(伐採後2年目の春)の調査。

表3 第2試験地における地形, 斜面位置, 土壌型と前生稚樹の成立本数, 成長との関係

斜面型	斜面位置	傾斜度 (%)	土壌型	林床植生	ササの被度 (%)	稚樹数 (本/m <sup>2</sup> )	稚樹高 (cm)
下降斜面	下部	10	B <sub>D</sub> (d)	ササ	10	25.8	61.0(46~73)
	下部	//	//	//	50	14.1	49.3(35~65)
	下部	//	Er	ササ・スゲ	25	18.9	61.3(35~86)
	中部	5	B <sub>D</sub> (d)	//	25	25.2	56.2(34~85)
	中部	30~40	Er	ソヨゴ・アセビ	0	2.1	15.5(6~21)
	尾根	2~5	B <sub>B</sub>	//	0	0	—
上昇斜面 (尾根筋)	下部	10	B <sub>D</sub> (d)	ササ	50	9.2	21.0(7~51)
	下部	25	//	//	50	5.6	26.7(15~37)
	中部	25~30	B <sub>B</sub>	ササ・低木	15	8.3	31.5(16~52)
	上部	20	//	ソヨゴ・アセビ	1	0.1	18.8(14~22)
谷・沢筋	下部	10	B <sub>D</sub> (d)	ササ	100	12.5	26.0(7~68)
	中部	15	//	//	65	11.1	41.7(31~63)
	中部	10	//	スゲ・草本	65	5.9	39.8(20~76)
	上部	20	B <sub>B</sub>	ササ・低木	20	2.9	17.8(10~25)

備考: 1989年11月(伐採から1年後)の調査。

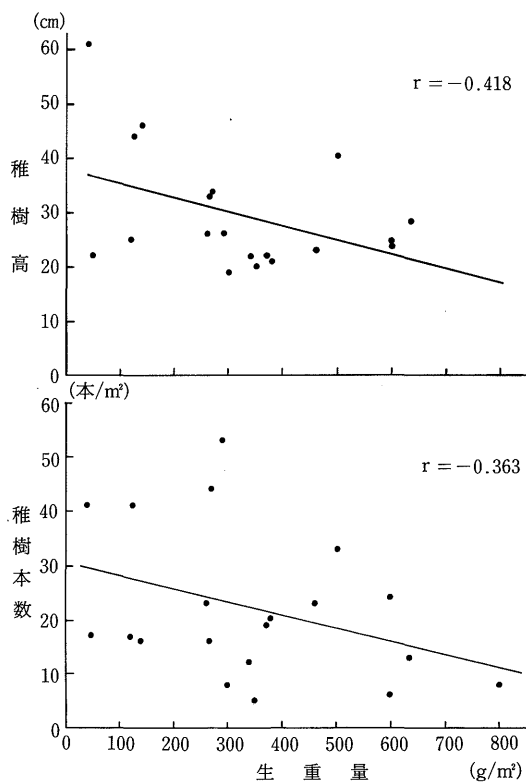


図1 ササの繁茂量(生重量)と稚樹本数, 稚樹高との関係

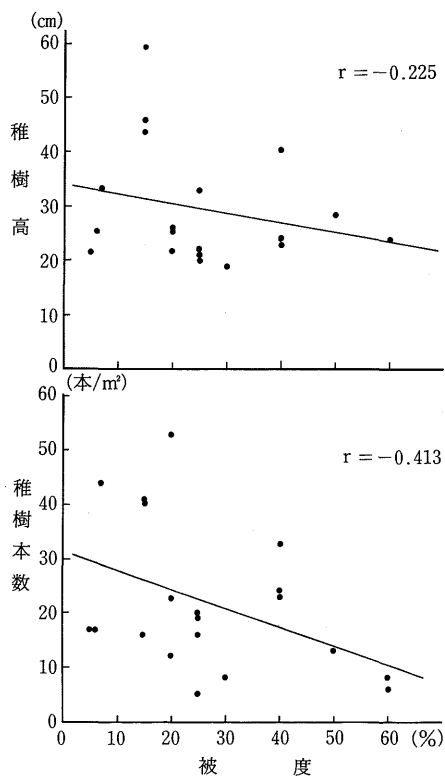


図2 ササの被度と稚樹本数, 稚樹高との関係

かった。ササは天然更新の阻害要因になるので<sup>3,20)</sup>、ササの繁茂量とコナラ稚樹の成立本数、稚樹高との関係を斜面下部のササ生育地で調べた(図1, 2)。ササの繁茂量を生重量(1×1 m区域の地上部生重)と被度で表した。ササは閉鎖した林内には少ないが、上木伐採後日当たりが良くなると急激に繁茂して地面を被覆する。本試験地における上木伐採前のササの繁茂量は密生地で生重量700~800 g/m<sup>2</sup>程度、疎生地で200~300g/m<sup>2</sup>程度であった(表1)。表2, 3および図1, 2の調査は上木伐採から1年後に行ったものであるが、コナラ稚樹はササ生重量400g/m<sup>2</sup>以下、被度40%以下の所に多く、生重量800g/m<sup>2</sup>以上で被度100%の所には少なかった。ササの繁茂量(生重量, 被度)が増加するにしたがって稚樹数、稚樹高は減少する傾向がみられたが、相関係数は0.4以下で低く、統計学的に有為な相関関係は認められなかった。ある程度のササの繁茂はコナラ稚樹の発生に対し大きな阻害要因にはならない。しかし、上木伐採後ササは急激に繁茂するので稚樹の定着はササの繁茂によって大きく影響を受ける。

## 2. 前生稚樹の年齢構成と成長

前生稚樹の年齢構成を図3に示した。第1試験地では、稚樹の年齢は2年生から11年生までみられ、平均4.3年であったが、4年生以下のものが多く(2年生20%, 3年生26%, 4年生17%で計63%)、年齢分布はほぼL型分布を示した。なおこの調査は上木伐採後2年目の調査であり、上木伐採時には2年生(伐採時当年生)稚樹がこれよりもっと多く成立していたはずである(表7)。第2試験地では、2年生から15年生までみられ、平均6.4年であったが、3~7年生が多く(67%)、10年生以上のものは少なかった。第1試験地に比べて高齢の稚樹が多かった。

コナラは陽樹であるから実生稚樹は暗い林内では長期間生存することができない。鳥大蒜山演習林のコナラ林における調査では、林内稚樹は10年生以下のものが多く、林内稚樹の平均年齢は4.3~8.5年であった<sup>4)</sup>。

次に前生稚樹の成長についてみると(図4)、第1試験地の稚樹の平均樹高は2~3年生で20cm前

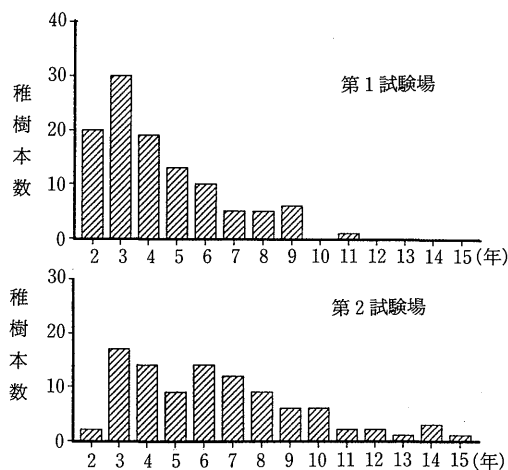


図3 前生稚樹の年齢構成

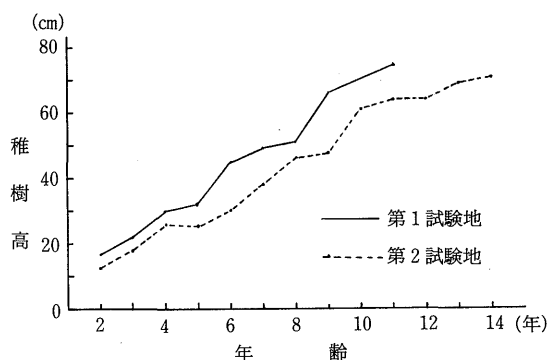


図4 前生稚樹の年齢と樹高との関係

後、7～8年生で50cm前後、10年生で70cm前後であった。地際直径は2～3年生で3mm前後、7～8年生で6.5mm、10年生で8.6mmであった。第2試験地の稚樹は、2～3年生で平均樹高18cm前後、地際直径3mm前後、4～5年生で平均樹高25cm、地際直径4mm、10年生で平均樹高60cm、地際直径10mm程度であった。第1試験地の稚樹に比べてやや成長が悪かった。樹高と地際直径の頻度分布をみると(図5)、樹高は第1試験地では11～30cmのものが、第2試験地では11～40cmのものが多く、左偏型分布を示した。地際直径は2～6mmのものが多く、8mm以上のものは少なかった。

次に前生稚樹の形質についてみると、コナラの林内稚樹は一般に林縁稚樹に比べて葉の発達が悪く、葉量が少ない傾向がみられる<sup>4)</sup>。第1試験地で上木伐採前に林内稚樹を掘り取り、生育状況を調査した(表4)。樹高は当年生で平均17.5cm、6～7年生で30cm、地際直径は当年生で1.0mm、6～7年生で4.1mmで、比較苗高は当年生で175、6～7年生で73である。根長は当年生で11cm、6～7年

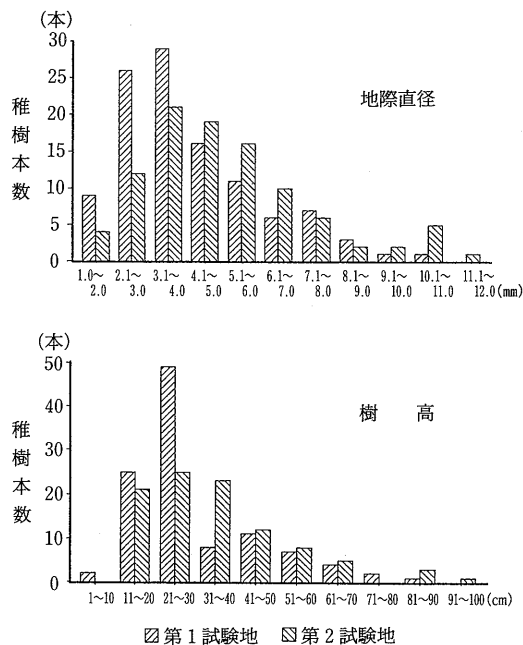


図5 前生稚樹の樹高と地際直径の頻度分布

生では25cm程度に伸長している。葉の枚数は当年生で平均3.4枚、4～5年生で6～7枚程度である。稚樹の乾重量は当年生で0.2g、6～7年生で3.2gである。各部分重の割合は当年生で葉32%、幹枝19%、根49%、3～7年生で葉23～27%、幹枝27～29%、根47～48%である。T/R率は当年生で1.0、3～7年生で1.1程度で、地上部重が平均52%、地下部重が平均48%である。上木伐採1年後の稚樹のD-H関係についてみると(図6)、地際直径が大きくなるにしたがってH/D値が大きくなる傾向がみられた。D-H関係式は、第1試験地では $1/H=0.197/D^2+0.023$  ( $r=0.763$ )、第2試験地では $1/H=0.223/D^2+0.021$  ( $r=0.862$ )であった。

### 3. 前生稚樹の定着様式

前生稚樹は上木の伐採によって受光量が増加すると旺盛に成長を始める。稚樹の成長・定着につ



表4 第1試験地における林内稚樹の生育状況

稚樹の年齢	樹高 (cm)	地際直径 (mm)	比較苗高 (H/D <sub>0</sub> )	根長 (cm)	葉数	乾重量(g/本)				各部分重の割合(%)			T/R率
						葉	幹枝	根	全体	葉	幹枝	根	
当年生	17.5	1.0	175	11.1	3.4	0.066	0.038	0.101	0.205	32	19	49	1.03
3年生	18.2	2.1	87	17.8	3.8	0.169	0.168	0.296	0.633	27	27	47	1.14
4年生	20.4	2.9	70	20.0	6.5	0.302	0.360	0.616	1.278	24	28	48	1.07
5年生	26.8	3.8	71	24.8	6.2	0.407	0.513	0.866	1.786	23	29	48	1.06
6~7年生	30.0	4.1	73	25.4	12.5	0.781	0.929	1.533	3.243	24	29	47	1.12

備考：1986年6月，上木伐採前の調査。

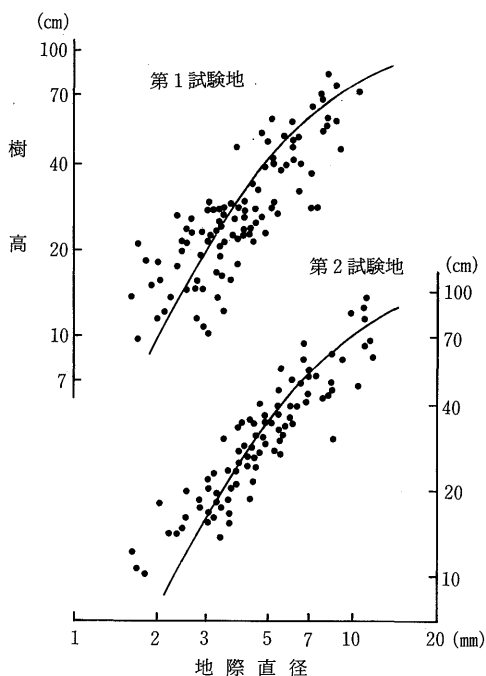


図6 前生稚樹の樹高と地際直径との関係

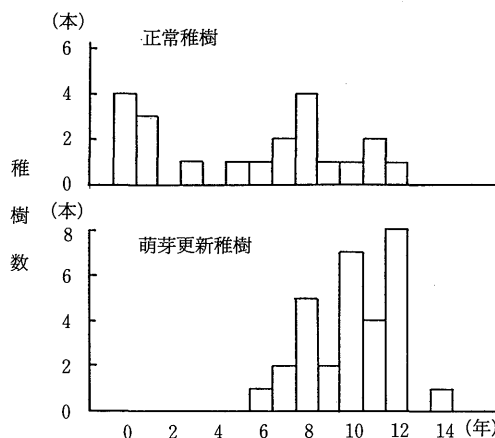


図7 正常稚樹と萌芽更新稚樹の上木伐採時における年齢の比較(第2試験場)

いて二つの様式が認められた。第1は、主軸がそのまま伸長して定着する仕方、第2は主幹が枯死し、萌芽が発生して定着する仕方である(写真1)。萌芽更新による稚樹の定着は、第1試験地では平均14%、第2試験地では平均83%認められた(表5, 6)。萌芽更新稚樹の年齢についてみると(図7)、6年生以上の稚樹で萌芽更新が多く、5年生以下の若い稚樹では主幹が枯れずに正常に伸長するものが多い。第1試験地よりも第2試験地で萌芽更新稚樹の発生率が高かったのは、稚樹の年齢が高いためではないと思われる。

第2試験地で萌芽更新の状況をくわしく調査した結果を表6に示した。萌芽の発生時期は上木伐採後1年目が平均70%、2年目が平均13%で、1年目の発生が多かった。2年間の合計萌芽発生率は無処理区82%、フレノック区97~100%、デゾレート区63~83%、施肥・刈払区48%で、フレノック区が最も高かった。萌芽型は、地際萌芽が平均44%、幹萌芽が平均49%で、この二つのタイプが

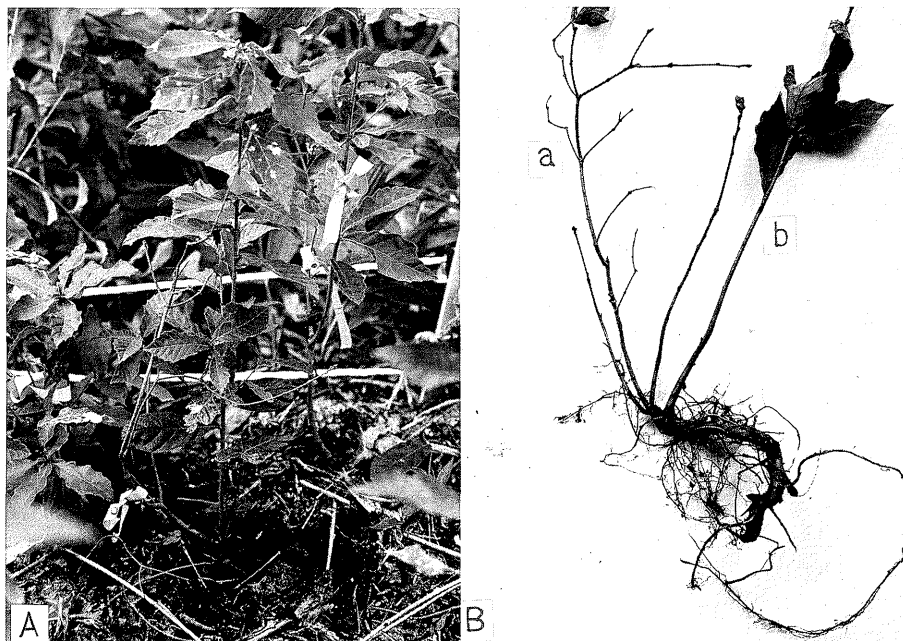


写真1 稚樹の萌芽更新の状況

写真Aの真直ぐに伸びた幹は萌芽によって発生したもので、その左側はもとの幹である。

写真Bのaはもとの幹、bは上木伐採後に発生した萌芽でこれが主幹になる。

表5 第1試験地における萌芽更新稚樹の割合

試 験 区	設定時の 稚樹年齢	稚樹 本数	萌芽更新 稚樹の割 合 (%)
無処理	当年生	130	0
	1年生以上	211	2.4
刈払・無施肥	当年生	55	7.3
	1年生以上	101	26.7
刈払・施肥	当年生	39	0
	1年生以上	60	8.3
デゾレート・無刈払	当年生	41	0
	1年生以上	38	5.3
デゾレート・刈払	当年生	33	3.0
	1年生以上	63	27.0
全体	当年生	298	1.7
	1年生以上	473	11.8

多く、根萌芽はわずかであった。稚樹当り萌芽本数は1～5本、平均1.4本であった。萌芽の発生位置は、地際部または地上10cm以下の幹で、まれに地下数cmの所から発生した(写真1)。萌芽が発生して勢いよく成長すると、元の母幹は枯死することが多かった。上木伐採から2年後の母幹枯死率は平均76%であったが、フレノック区で高く、施肥・刈払区で低かった。

表 6 第 2 試験地における前生稚樹の萌芽更新の状況—上木伐採後 2 年目の調査

試験区	調査 稚樹数 (本)	萌芽発生率(%)			萌芽型別出現率(%)				稚樹 当 り 本 数	萌芽発生位置(cm)			母幹 枯死 率(%)	母幹枯死高(cm)	
		1年目	2年目	合計	地際 萌芽	幹 萌芽	根 萌芽	地際・幹 萌芽		地際 萌芽	幹 萌芽	根 萌芽		地際	幹
無処理	39	59	23	82	8	69	0	5	1.5	地上 0.8	地上 6.3	—	82	0.5	7.7
フレノック50 kg・施肥・刈払	38	71	29	100	74	21	0	5	1.6	0.1	16.3	—	95	0.1	23.6
フレノック100 kg・施肥・刈払	37	89	8	97	49	38	5	5	1.5	0.2	6.7	地下 4.0	92	2.9	6.7
デゾレート150 kg・施肥・刈払	18	83	0	83	33	50	0	0	1.2	0	5.1	—	72	0	5.8
デゾレート300 kg・施肥・刈払	19	63	0	63	26	37	0	0	1.1	0.2	4.2	—	53	0	4.6
施肥・刈払	23	48	0	48	18	26	0	4	1.1	0	7.1	—	30	0	6.4
全体	174	70	13	83	44.4	49.3	1.4	4.9	1.4	0.2	7.4	4.0	75.9	0.9	8.6

備考：除草剤の使用量は ha 当りの散布量を示す。

ササの枯殺効果はフレノックが最も大きく、50~100kg/ha の散布でササはほとんど枯死した。コナラ稚樹の萌芽発生率および母幹枯死率がフレノック散布区で高いことはフレノックの影響が考えられる。しかし、無処理区でも萌芽発生率、母幹枯死率は高く、フレノックの影響のほかに稚樹の年齢の影響も考えられる。

#### 4. 人工処理による前生稚樹の定着と成長促進

##### (1) 固定試験区における稚樹数の経年変化

1986年設定試験区における稚樹数と生存率の経年変化を表 7, 図 8 に示した。試験区設置時の㎡当り稚樹数は、無処理区138本, 刈払・無施肥区59本, 刈払・施肥区57本, デゾレート・無刈払区46本, デゾレート・刈払区62本であった。5年後の1990年11月の稚樹数は、前記の各区でそれぞれ68本, 31本, 20本, 26本, 32本に減少した。稚樹の生存率についてみると、伐採の翌年, 2年目の枯死率が特に高いが、稚樹は毎年枯死し、生存率は漸次減少した。5年後の生存率は無処理区50%, 刈払・無施肥53%, 刈払・施肥区35%, デゾレート・無刈払区57%, デゾレート・刈払区51%であった。刈払・施肥区が最も生存率が低かったが、これは稚樹の成長が良いために劣勢の被圧木が枯死したことによるものである。1年目の生存率はデゾレート区が他の区よりも低い。デゾレートの散布による薬害が多少でているのではないかと思われる。しかし、5年後の生存率は無処理区と差がなく、デゾレートの影響はそれほど大きくないようである。

稚樹の年齢と生存率との関係については、当年生稚樹の生存率が1年生以上の稚樹に比べて低かった。稚樹の大きさが生存に大きく影響するようである。5年後の㎡当り優勢稚樹数(上層木で被圧を受けていない稚樹)は無処理区で20本, 刈払・施肥区で9本, デゾレート区で11~14本であった(表 8)。当年生稚樹で優勢木になったものは少なく(平均20%), 大部分は1年生以上の高齢稚

樹が優勢木に成長している。稚樹の枯死の原因は明かでないが、競争による被圧害、下刈りの誤伐、ネキリムシの害などが見られた。デゾレート区ではササが枯死して林床が明るくなりネキリムシの被害がかなり多く発生した。稚樹の枯死の原因は複雑である。

表7 1986年設定試験区におけるm<sup>2</sup>当り稚樹数と生存率の経年変化

試験区	稚樹の種類	1986年 6月	1986年 11月	1987年 11月	1988年 11月	1989年 11月	1990年 11月
無処理	当年生	71.4(100)	62.6(88)	34.6(48)	33.4(47)	32.8(46)	26.0(36)
	1年生以上	66.2(100)	65.4(99)	54.4(82)	51.4(78)	51.4(78)	42.2(64)
	計	137.6(100)	128.0(93)	89.0(65)	84.8(62)	84.2(61)	68.2(50)
刈払・無施肥	当年生	26.0(100)	22.0(85)	10.0(38)	12.8(49)	10.8(42)	11.0(42)
	1年生以上	32.8(100)	28.8(88)	19.0(58)	23.0(77)	22.8(70)	20.0(61)
	計	58.8(100)	50.8(86)	29.0(49)	35.8(61)	33.6(57)	31.0(53)
刈払・施肥	当年生	28.4(100)	25.2(89)	15.4(54)	13.8(49)	8.6(30)	7.8(27)
	1年生以上	28.4(100)	27.4(96)	20.0(70)	19.4(68)	17.0(60)	12.0(42)
	計	56.8(100)	52.6(93)	35.4(62)	33.2(58)	25.6(45)	19.8(35)
デゾレート・無刈払	当年生	27.3(100)	20.0(73)	11.0(40)	13.3(49)	13.7(50)	13.7(50)
	1年生以上	18.7(100)	17.0(91)	13.3(71)	13.0(70)	13.0(70)	12.7(68)
	計	46.0(100)	37.0(80)	24.3(53)	26.3(57)	26.7(58)	26.4(57)
デゾレート・刈払	当年生	30.7(100)	22.3(73)	13.3(43)	12.3(40)	13.7(45)	11.0(36)
	1年生以上	31.7(100)	31.0(98)	22.0(69)	21.3(67)	24.7(78)	21.0(66)
	計	62.4(100)	53.3(85)	35.3(57)	33.6(54)	38.4(62)	32.0(51)

備考：(1) ( )内は生存率で、試験区設定時（1986年6月）の成立本数に対する比率である。

(2) 稚樹の年齢は試験区設定時（1986年6月）における年齢である。

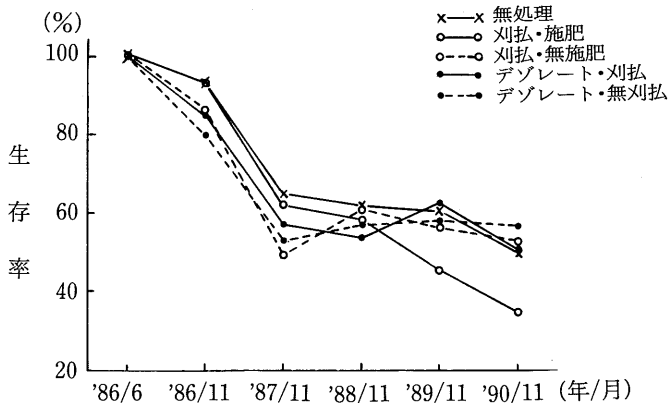


図8 1986年設定試験区における稚樹生存率の経年変化

次に1988年設定試験区における3年間の稚樹数と生存率の経年変化を表9に示した。この試験は除草剤の効果を見るために行ったものである。3年後の稚樹の生存率は、無処理区83%、フレノック30kg区68~73%、フレノック50kg区33~35%、デゾレート100kg区46~52%、デゾレート200kg区48~76%で、フレノックとデゾレートの散布区は無処理区よりも生存率が低下している。特にフレノック50kg区は生存率が低い。フレノックの散布によってササはほぼ全滅し、コナラ稚樹も枝先が一部枯れるものがあった。他方ササが全滅するとクマイチゴ、ゴマナ、ダンドボロギクなどが侵入し、これが繁茂してコナラ稚樹を被圧した。除草剤散布区で生存率が低下したのは薬害の影響ばかり

表 8 1986年設定試験区における設定5年後(1990年11月)の稚樹数と成長

試験区	設定時 稚樹数 (本/m <sup>2</sup> )	5年後 生存率 (%)	5年後稚樹数(本/m <sup>2</sup> )			優勢稚樹数(本/m <sup>2</sup> )			優勢稚樹高(cm)	
			総数	当年生	1年生以上	総数	当年生	1年生以上	当年生	1年生以上
無処理	137.6	50	68.2	26.0	42.2	19.8	1.2	18.6	116	136
刈払・無施肥	58.8	53	31.0	11.0	20.0	16.8	4.2	12.6	85	112
刈払・施肥	56.8	35	19.8	7.8	12.0	9.0	1.4	7.6	216	238
デゾレート・無刈払	46.0	57	26.4	13.7	12.7	11.3	4.3	7.0	105	127
デゾレート・刈払	62.4	51	32.0	11.0	21.0	14.3	2.3	12.0	120	156

備考：(1) 生存率は、試験区設定時(1986年6月)の成立本数に対する比率である。

(2) 稚樹の年齢は、試験区設定時の年齢である。

りでなく、雑草木の繁茂による被圧害も大きいようである。

3年後のm<sup>2</sup>当り稚樹本数は、無処理区12本、フレノック30kg区19~21本、フレノック50kg区6本、デゾレート100kg区14~20本、デゾレート200kg区13本で、優勢稚樹はフレノック50kg区でm<sup>2</sup>当り3~3.5本、他の区では5本以上認められた。ha当りに換算すると3万本以上存在しており、更新に必要な十分な本数である。

表 9 1988年設定試験区における稚樹数と生存率の経年変化

試験区		稚樹数(本/m <sup>2</sup> )					生存率(%)			
		'88年 5月	'88年 11月	'89年 11月	'90年 11月	優勢木 '90年 11月	'88年 5月	'88年 11月	'89年 11月	'90年 11月
無処理		14.5	14.0	11.0	12.0	5.0	100	97	76	83
フレノック	30kg・施肥・無刈払	25.5	22.0	19.5	18.5	5.0	100	86	76	73
	30kg・施肥・刈払	31.0	26.5	24.5	21.0	8.5	100	85	79	68
	50kg・施肥・無刈払	18.0	13.0	11.0	6.0	3.5	100	72	61	33
	50kg・施肥・刈払	15.5	11.0	6.5	5.5	3.0	100	71	42	35
デゾレート	100kg・施肥・無刈払	27.0	26.0	20.5	14.0	6.0	100	96	76	52
	100kg・施肥・刈払	43.5	37.0	27.5	20.0	8.5	100	85	63	46
	200kg・施肥・無刈払	17.0	15.5	15.0	13.0	8.0	100	91	88	76
	200kg・施肥・刈払	27.0	21.0	14.5	13.0	8.5	100	78	54	48
	150kg・施肥・刈払	25.0	24.7	19.7	19.3	11.0	100	99	79	77

備考：除草剤の使用量はha当りの散布量を示す。施肥は1988年から3年間(1回に200g/m<sup>2</sup>)5月に散布する。

(2) 固定試験区における稚樹の成長

1986年設定試験区における稚樹の生育状況を写真4, 6に、また1988年設定試験区における稚樹の生育状況を写真5に示した。

1986年設定試験区における稚樹の樹高成長の経年変化を図9, 表10に示した。試験区設定時の平均稚樹高は無処理区で27cm, 処理区で12~36cmであった。前生稚樹は林内では1年に1.4~6.5cmぐらいいしか伸長していないが、上木伐採後急速に成長が盛んになり、無処理区では1年目(1987年)に平均17cm, 2年目以降は22~36cm伸長した。これに対し、刈払・施肥区では1年目に平均25cm, 2年目以降は52~65cm伸長した。刈払・無施肥区およびデゾレート区の伸長成長は無処理区と大差

がなかった。上木伐採から4年後(1990年11月)の優勢稚樹の平均樹高は、無処理区136cm、刈払・無施肥区112cm、刈払・施肥区238cm、デゾレート・無刈払区127cm、デゾレート・刈払区156cmであった(表8)。刈払・施肥区が最も成長が良く、無処理区に比べて約1.8倍成長している。

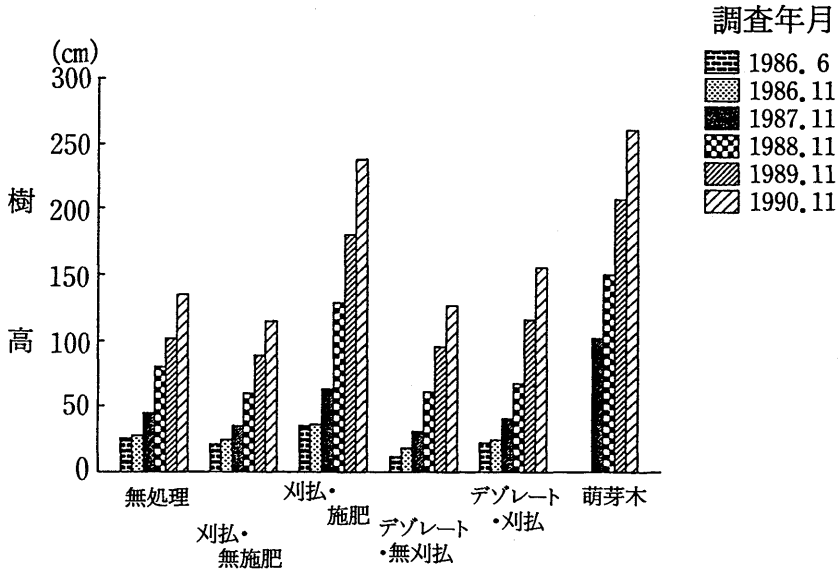


図9 1986年設定試験区における稚樹および萌芽木の成長経過

表10 1986年設定試験区における稚樹の樹高成長経過

試験区	樹高 (cm)						1年間の伸長量 (cm)				
	'86年 6月	'86年 11月	'87年 11月	'88年 11月	'89年 11月	'90年 11月	'86年	'87年	'88年	'89年	'90年
無処理	26.6	28.0	45.1	80.7	102.8	135.5	1.4	17.1	35.6	22.1	32.7
刈払・無施肥	22.2	25.3	36.1	60.0	89.2	112.0	3.1	10.8	23.9	29.2	22.8
刈払・施肥	36.1	39.7	64.2	129.0	180.6	238.3	3.6	24.5	64.8	51.6	57.7
デゾレート・無刈払	12.2	18.7	31.5	61.9	95.5	127.0	6.5	12.8	30.4	33.6	31.5
デゾレート・刈払	23.0	25.3	41.7	68.3	115.8	156.0	2.3	16.4	26.6	47.5	40.2

他方切株から発生した萌芽の成長についてみると(表11)、コナラの優勢萌芽は1年目に平均102cm、2年目以降は48~57cm伸長し、4年生の平均樹高は261cmであった。またクリはコナラよりも萌芽の初期成長が旺盛で、1年目に125cm、2年目以降は50~78cm伸長し、4年生の平均樹高は327cmであった。萌芽は実生稚樹に比べて初期成長が旺盛である。萌芽木と競争させて実生稚樹の定着をはかるためには、施肥や刈払など人工処理が必要である。

表11 萌芽の伸長成長

年齢	コナラ		クリ	
	樹高 (cm)	伸長量 (cm)	樹高 (cm)	伸長量 (cm)
1年生	102	102	125	125
2年生	150	48	203	78
3年生	207	57	277	74
4年生	261	54	327	50

備考：10~20株の優勢萌芽について測定する。

次に1988年設定試験区における稚樹の成長経過を表12に示した。試験区設定時の平均稚樹高は30~38cm程度である。3年後の平均稚樹高は無処理区139cm, フレノック30kg区163~172cm, フレノック50kg区129~148cm, デゾレート100kg区156~191cm, デゾレート200kg区169~176kgである。フレノック50kg・施肥・刈払区を除き処理区は無処理区よりも樹高が高いが、これは各処理区とも施肥を行っているためと思われる。1年間の伸長量についてみると、1年目(1988年)の伸長量は無処理区の37cmに対して、フレノック区は20~30cmで少し成長が悪い。フレノック区は2年目の成長も50kg区で抑制されている。しかし、3年目になると無処理区よりも成長は良くなる。デゾレート

表12 1988年設定試験区における稚樹の成長経過

試験区		樹高 (cm)				1年間の伸長量 (cm)			地際直径 (mm)			
		'88 5月	'88 11月	'89年 11月	'90年 11月	'88年 '89年	'89年 '90年	'90年	'88年 5月	'88年 11月	'89年 11月	'90年 11月
無処理		36.1	73.5	94.5	139.0	37.4	21.0	44.5	4.5	6.4	9.4	13.0
フレノック	30kg・施肥・無刈払	38.0	63.5	111.0	163.0	25.5	47.5	52.0	4.9	6.5	10.8	17.4
	30kg・施肥・刈払	37.6	58.5	110.0	172.0	20.9	51.5	62.0	4.1	6.2	11.7	17.0
	50kg・施肥・無刈払	37.1	67.5	86.0	147.5	30.4	18.5	61.5	4.8	7.4	9.5	17.2
	50kg・施肥・刈払	30.4	50.5	72.5	129.0	20.1	22.0	56.5	3.9	6.8	9.3	14.8
デゾレート	100kg・施肥・無刈払	34.2	73.5	120.5	155.5	39.3	47.0	35.0	5.4	8.6	12.0	15.4
	100kg・施肥・刈払	33.5	73.5	131.0	190.5	40.0	57.5	59.5	3.5	8.3	14.0	21.0
	200kg・施肥・無刈払	30.4	69.5	126.5	169.0	39.1	57.0	42.5	3.2	8.5	13.1	18.0
	200kg・施肥・刈払	29.7	69.5	124.0	175.5	39.8	54.5	51.5	3.6	7.3	18.4	21.2
	150kg・施肥・刈払	34.0	87.7	143.3	195.7	53.7	55.6	52.4	4.4	11.0	15.3	21.0

備考：施肥は住友粒状化成肥料を用い、1988年から3年間5月に散布する。  
除草剤は設定時に1回散布する。

区は1年目、2年目、3年目ともに無処理区と同等か無処理区よりも成長が良く、デゾレートの抑制作用はみられない。

施肥はコナラの前生稚樹の成長促進に有効であるが、どれだけ施肥してよいか施肥の適量が不明であったので試験した。施肥区として100g/m<sup>2</sup>区(N-P-K=20-10-10g), 200g/m<sup>2</sup>区(N-P-K=40-20-20g) および300g/m<sup>2</sup>区(N-P-K=60-30-30g)の3区を設け、2年間毎年5月に粒状化成肥料を地面に散布した。調査結果を表13に示した。試験開始時の平均稚樹高は29~38cmで

表13 前生稚樹の成長に対する施肥の効果

施肥区	稚樹本数/m <sup>2</sup>				樹高 (cm)				1年間の伸長量 (cm)			地際直径 (mm)			
	'88年 5月	'88年 11月	'89年 11月	'90年 11月	'88年 5月	'88年 11月	'89年 11月	'90年 11月	'88年 '89年	'89年 '90年	'90年	'88年 5月	'88年 11月	'89年 11月	'90年 11月
無施肥	83	82	71	68	29	51	72	95	22(100)	21(100)	23(100)	4.0	6.6	8.0	9.0
100g/m <sup>2</sup>	123	105	84	80	33	65	97	109	32(145)	32(152)	12(52)	4.8	7.7	9.3	10.8
200g/m <sup>2</sup>	109	90	76	66	38	75	116	141	37(168)	41(195)	25(109)	4.5	8.5	11.4	14.4
300g/m <sup>2</sup>	133	92	86	60	33	75	118	136	42(191)	43(205)	18(78)	3.8	6.9	8.7	10.6

備考：施肥は住友粒状化成肥料(N-P-K=20-10-10)を用い、1988年5月と1989年5月の2回散布する。1年間の伸長量の( )内の値は無施肥区を100とした相対値である。

あるが、1年目の平均伸長量は無施肥区22cm, 100g区32cm, 200g区37cm, 300g区42cmで、施肥量が多いほど成長が促進された。2年目も同じ傾向がみられる。3年目は各区とも施肥をしなかったが、施肥区の伸長量は無施肥区と大差がないか、あるいは無施肥区以下である。施肥の効果は長続きせず、1年限りのようである。施肥量については、200g区と300g区との間に伸長量に大きな差はなく、1回に㎡当り200g程度の施肥が適量と思われる。

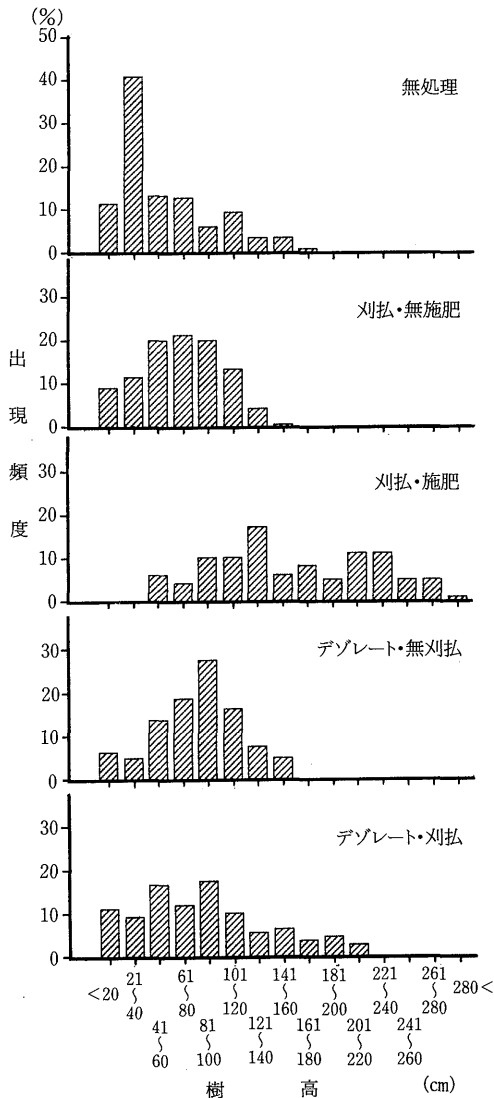


図10 上木伐採から4年後の稚樹の樹高の頻度分布 (1986年設定試験区)

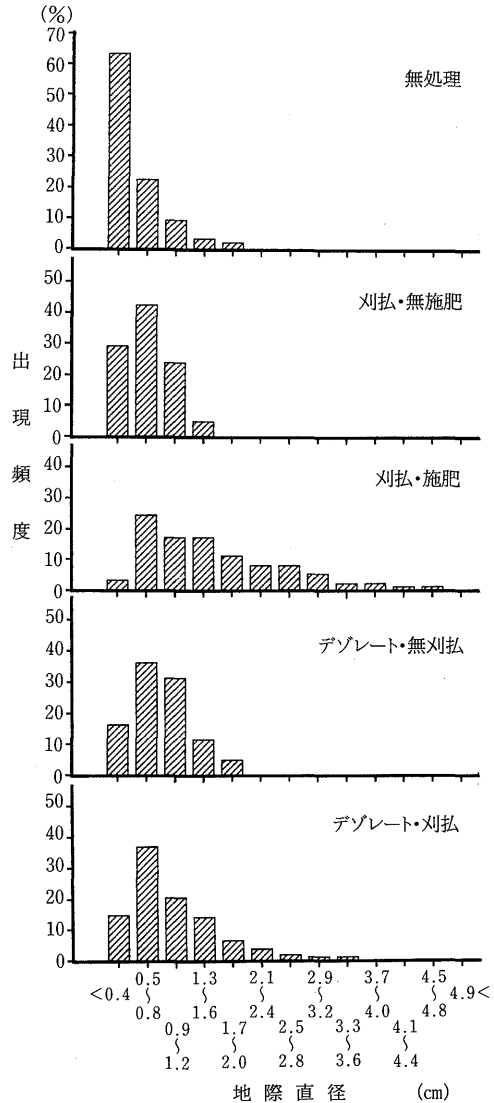


図11 上木伐採から4年後の稚樹の地際直径の頻度分布 (1986年設定試験区)

(3) 上木伐採から4年後の稚樹の形質

各試験区における稚樹の樹高及び地際直径の頻度分布を図10, 11に示した。樹高の分布についてみると、無処理区では樹高20cm以下から180cmまで分布しているが、21~40cmのものが最も多く、左偏型分布である。刈払・無施肥区とデゾレート・無刈払区は樹高41~120cmの中位のものが最も多く、



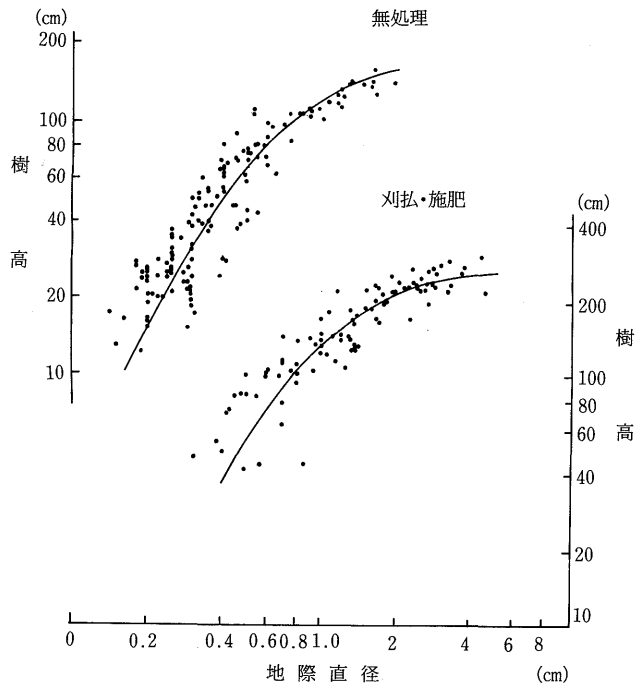


図12 上木伐採から4年後の稚樹の樹高と地際直径との関係

正規分布に近い分布を示した。刈払・施肥区はバラツキが大きく、41cmから280cm以上まで広く分布している。

地際直径については、無処理区では0.4cm以下のものが多く、左偏型分布を示している。刈払・無施肥区とデゾレート・無刈払区は0.5~0.8cmのものが最も多く、正規分布に近い分布である。刈払・施肥区は0.4cmから4.8cmまで広く分布しているが、2cm以下の小径木が多く、やや左偏型分布である。刈払・施肥区は樹高および地際直径の分布の幅が広く、劣勢木と優勢木の分化が進んでいるとみることができる。

D-H関係についてみると、小径の被圧木はH/D値が大きいですが、直径が大きくなるとこの値が小さくなる。刈払・施肥区は無処理区に比べて大径稚樹が多く、D-H関係曲線の勾配は緩やかである(図12)。D-H関係式は、無処理区では $1/H = 0.00141/D^2 + 0.01283$ 、刈払・施肥区では $1/H = 0.00209/D^2 + 0.0052$ である。各試験区における稚樹の形状比の分布をみると(図13)、各試験区とも形状比90~120を中心にして正規分布に近い分布を示している。

### 5. 人工処理によるササ・雑草木の生育抑制

1986年設定試験区における植生の繁茂状況を表14に示した。上木伐採前の林内にはササが疎生あるいは密生していた(写真2)。ササの稈高は60~80cmで、無処理区では $m^2$ 当り生重330g、刈払区では700g、デゾレート区では860g程度繁茂していた。刈払区は上木伐採後2年間上刈りした。デゾレートの散布は上木伐採前(1986年6月)に行ったので上木伐採時にはササは一斉に枯死していた

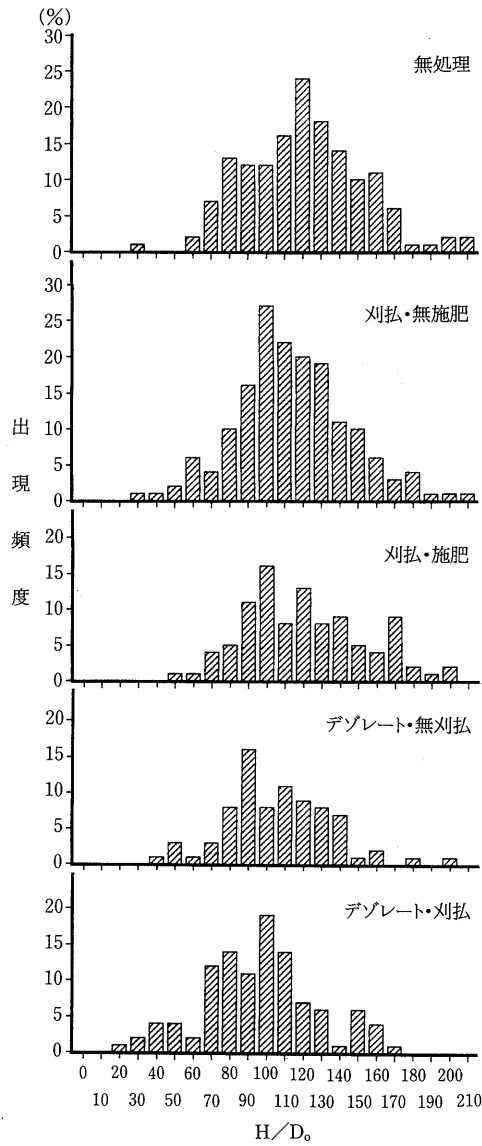


図13 上木伐採から4年後の稚樹の形状比(H/D。)の頻度分布 (1986年設定試験区)

表14 1986年設定試験区におけるササ・雑草木の繁茂状況

試験区	設定時		上木伐採から3年後		
	ササ 稈高 (cm)	ササ 生重 (g/m <sup>2</sup> )	ササ 稈高 (cm)	ササ 生重 (g/m <sup>2</sup> )	木本 生重 (g/m <sup>2</sup> )
無処理	60~70	330	45~70	807	0
刈払・無施肥	60~80	700	30~60	778	0
刈払・施肥	60~80	700	25~110	539	20
デゾレート・無刈払	80	860	15~50	410	200
デゾレート・刈払	80	860	15~50	408	0

表15 1988年設定試験区におけるササ・雑草木の繁茂状況

試験区	1年後(1989年11月)				侵入植物 被度・群度	2年後(1990年7月)				侵入植物	
	ササ 稈高 (cm)	ササ 生重 (g/m <sup>2</sup> )	木本 生重 (g/m <sup>2</sup> )	草木 生重 (g/m <sup>2</sup> )		ササ 稈高 (cm)	ササ 生重 (g/m <sup>2</sup> )	木本 生重 (g/m <sup>2</sup> )	草木 生重 (g/m <sup>2</sup> )		
無処理	50~60	1,080	0	0	チマキザサ(4・4~5・5)リョウブ(+) ツノハシバミ(+)	35~110	1,155	743	55	チマキザサ, クマイチゴ, ナツツバキ, ヤマグワ, ツノハシバミ	
フレノック	30kg・施肥・無刈払	15~60	300	220	120	チマキザサ(-~2・2)イヌツゲ(+) コックバネウツギ(+) グンドボロギク(1・2)	40~110	297	49	520	チマキザサ, コックバネウツギ, ナツツバキ, ウド, ススキ
	30kg・施肥・刈払	15~20	33	145	48	チマキザサ(-~+)イヌツゲ(+) ゴマナ(1・1)	60~85	90	10	69	チマキザサ, コックバネウツギ, ゴマナ, スゲ属
	50kg・施肥・無刈払	15~40	135	133	300	チマキザサ(+~1・1)クマイチゴ(1・1) コマユミ(+) ゴマナ(5・5)	40~110	138	238	683	チマキザサ, クマイチゴ, ナガバモジイチ ゴ, グンドボロギク, ゴマナ, オオアレチノ ギク, オカトラノオ
	50kg・施肥・刈払	10~60	173	320	300	チマキザサ(+~2・2)クマイチゴ(1・2) イヌツゲ(+) ゴマナ(5・5)	40~100	453	16	333	チマキザサ, サワフタギ
デゾレート	100kg・施肥・無刈払	20~100	830	235	200	チマキザサ(2・1~4・4)イヌツゲ(+) ゴマサ(1・1)オカトラノオ(+) ススキ(+)	30~82	130	5	545	チマキザサ, コックバネウツギ, ススキ, オカトラノオ
	100kg・施肥・刈払	25~70	470	43	0	チマキザサ(2・2~4・4)	50~105	675	0	0	チマキザサ
	200kg・施肥・無刈払	15~60	725	0	70	チマキザサ(1・1~4・4) ゴマナ(+)	30~110	138	3	185	チマキザサ, コックバネウツギ, ゴマナ
	200kg・施肥・刈払	10~90	207	10	60	チマキザサ(1・1)ヤマハギ(+) ゴマナ(+)	30~120	323	0	228	チマキザサ, ゴマナ
	150kg・施肥・刈払	20~50	198	0	0	チマキザサ(1・1)	45~110	215	0	97	チマキザサ ススキ

(写真4)。しかし、上木の伐採によって日当たりが良くなると植生は回復した(写真3)。3年後のササの繁茂量は無処理区でm<sup>2</sup>当り870g, 刈払・施肥区で539g, デゾレート区で410g程度であった。一般に施肥はササの生育を促進するが, 刈払・施肥区は稚樹の成長がよく, ササが被圧されたようである。デゾレートの散布によってササの地上部は枯死するが, 地下部は完全に枯死せず, 新しい稈が再生してくる。

1988年設定試験区における植生の回復状況は表15のとおりである。この試験区は上木伐採2年後に設定したので, 試験地には伐採後発生した新生稈が一面に茂っていた。フレノックの散布によって新生稈はほぼ完全に枯れたが, 新生稈に対するデゾレートの効果は劣り, 100kg/ha程度の散布量では完全に枯殺できない。1年後のササの繁茂量は無処理区でm<sup>2</sup>当り生重1,080g, フレノック30kg区で33~300g, 50kg区で135~173g, デゾレート100kg区で470~830g, デゾレート200kg区で207~725gであった。フレノック区で再生量が最も少なかった。デゾレート区も刈り払いして150~200kg/ha散布すると再生量がかなり減少する。ササが枯死して林床が明るくなると雑草木が急速に侵入する。雑草木の侵入はフレノック散布区が多かった。侵入植物で優占度の高かったものはクマイチゴ, ゴマナ, グンドボロギクなどであった。2年目にはオオアレチノギク, ススキ, ウドなどが侵入した。除草剤によってササを枯殺しても下刈りをしなければ雑草木が密生し, コナラの幼稚樹は被圧害を受ける。

#### IV 考 察

コナラ林は昭和30年代までは主として薪炭林として利用し施業されてきた。更新が容易で, 皆伐して放置しておけば萌芽更新によって森林を再生することができる。日本の里山のコナラ林はほと

んどが萌芽更新による再生林である。このようなことからコナラ林の天然下種更新に関する研究はきわめて少なく、薪炭林施業と関連して主に萌芽更新の研究がなされてきた<sup>5)</sup>。しかし、コナラ林をつぶさに観察すると、萌芽由来木ばかりでなく、実生由来木も混生している。西村ら<sup>22)</sup>によると、岡山市近郊の35~40年生のコナラ林では生存個体の75%が萌芽再生個体であるという。鳥取大学蒜山演習林(岡山県真庭郡川上村)のコナラ二次林では萌芽更新で再生したと思われる根元肥大木や複幹木は非常に少なく10%程度で、大部分は実生繁殖によって成立した個体である<sup>11)</sup>。コナラ二次林でも林分によって成立の仕方が違うようである。

ナラ類の天然下種更新に関する研究はかなりあるが、主として生態学の立場から種子生産、稚樹の発生・消失、稚樹の定着などを研究したものが多く<sup>8,9,18,19,21-30,32)</sup>、実際の施業と結び付けて研究し

表16 砺波山試験地における ha 当たり株数と生存率

調査場所	コナラ	全体	コナラの 生存株	コナラ株の 生存率(%)	
第1試験地 No.1	斜面下部	325	600	275	85
	斜面上部	475	800	350	74
第1試験地 No.2	斜面下部	375	425	250	67
	斜面下部	325	450	225	69
	斜面上部	750	850	600	80
第2試験地	斜面下部	525	825	375	71
	斜面下部	500	625	375	75
	斜面中部	400	600	300	75
	谷筋	350	800	250	71
平均	447	664	333	74	

たものは少ない<sup>16)</sup>。

稚樹の発生・消失・定着の状況は立地条件及び林床の状態によって著しく異なる。砺波山の試験地では、コナラの前生稚樹は斜面下部の緩斜地に特に多く、斜面上部の急斜面や尾根筋には少なかった。切株の調査では斜面下部よりも上部の方がコナラの株数が多いので(表16)、稚樹の発生には斜面の傾斜度及び林床の植生状態が大きく影響しているものと思われる。この試験地は斜面の長さが100m以下でそれほど長くない。また斜面の勾配は5~40°で、急斜面では侵食によって表土が流亡し石礫が露出している。広葉樹は光や重力に対する反応が強く、急斜面の樹木は斜幹になり、枝が谷側に伸びることが多い。斜面下部に稚樹が集中的に多く発生するのは、樹冠が谷川へ傾斜して伸長することと、急斜面では落下した種子が降雨や土砂の移動によつて斜面下部へ転送されるためではないかと思われる。今田<sup>15)</sup>らの研究によると、ミズナラ種子は緩斜地では樹冠外に全体の9%が散布されるにすぎないが、急傾斜地では全体の19%が樹冠外に散布されるという。

林床植生との関係については、一般にササや低木類の密生地では稚樹は短期間に消失し、定着しない<sup>3,20)</sup>。人工庇陰試験によると、コナラは全陽光下で最も成長が良く、相対照度の低下にともなって重量成長は減少する<sup>1,17,31)</sup>。高原<sup>31)</sup>の研究によると、純生産量は相対照度70%までは100%と差がない。甲斐<sup>17)</sup>の研究によると、相対照度56%までは樹高、枝張り、根元直径などの成長低下はそれほど

起こらないが、20%になると成長は急速に低下し、成長が0となる相対照度は4.7%であるという。コナラ稚樹の生存率は相対照度15%以下になると急速に低下する。相対照度10%では当年生実生の生存率は10%である<sup>1)</sup>。コナラは陽樹で耐陰性が弱いので、稚樹は閉鎖した林内には長期間生存し得ない。砺波山試験地で斜面上部に稚樹が少ないのは、低木層にソヨゴ・ネジキ・アセビなどが密生し暗いためであると思われる。Matsuda<sup>19)</sup>によると、低木層が未発達なコナラ二次林における閉鎖林冠下でのコナラ実生の定着は十分可能であるが、低木層が発達するとともに実生の更新は妨げられるという。西村ら<sup>23)</sup>の研究によると、下層にヒサカキ等の常緑広葉樹が優占する成熟したコナラ林では発生後3年間ですべての実生が死亡した。鳥取大学蒜山演習林のコナラ林における調査では、林内稚樹は大部分が10年生以下である<sup>4)</sup>。砺波山国有林の場合も場所によって違うが、前生稚樹の平均年齢は4.3~6.4年で10年生以上のものは少ない。

林内の稚樹は上木の皆伐によって日当たりが良くなると旺盛に成長を始める。その成長の仕方には、二つのタイプがみられた。一つは稚樹の主軸の先端の冬芽が開じよして伸長する場合であり、もう一つは地際部あるいは地上数センチメートルの位置から萌芽が発生して主軸になり、これが勢いよく伸びる場合であった。後者の場合は元の幹が枯れることが多い。実生稚樹から萌芽が発生する現象はミズナラでみられ、これを“実生萌芽”と称している<sup>34)</sup>。種子から発芽した稚苗が上木庇陰などのために生育環境が悪い場合には、冬期に地上部の一部あるいは全部が枯死して根系だけは生存し、翌春その生存した実生稚苗の地上部あるいは地際の根系の一部から萌芽が発生する現象である<sup>16)</sup>。コナラの林内稚樹でもこのような現象があるかも知れないが、今回は皆伐後にこの現象がみられた。実生萌芽は1~2年生の若い稚樹には発生せず、6年生以上のやや年をとった稚樹でみられた。高齢の稚樹は光不足の悪条件の林内で営々と生きのびているために、地上部の細胞は老化して再生力が低下しており、地際の活力の高い細胞から不定芽が分化して萌芽に成長するものと思われる。壮齢のコナラ林を皆伐したとき、伐り残した被圧木でこのような地際部から萌芽の発生がよくみられる。

コナラはふつう萌芽更新で更新するが、萌芽更新はそれを繰り返すと枯損株が生じ、いわゆる株減り現象によって株数がだんだんと減少してゆく。今回調査した砺波山試験地は株数が著しく少なく、ha当りの株数はコナラが平均447株、全体でも664株にすぎない(表16)。コナラの切株は今回の伐採によって約25%枯死した。したがって、コナラの生存株は333株/haに減少している。コナラの立木密度を高めるためには実生稚樹をうまく育て、萌芽と競争させる必要がある。しかし、萌芽は実生稚樹よりも初期成長が旺盛であるから、放置しておくとも競争に負けて成木にならない場合が多い。穂積<sup>14)</sup>の調査によると、伐採後相当数あった実生由来の稚樹はその後8年ほどの間に死滅する。一方萌芽由来木は順調に成木となり、コナラ二次林は萌芽由来木で大部分が占められるという。実生稚樹を育てるためには何らかの人工補助作業が必要である。

広葉樹の天然更新における人工補助作業の事例は少ない。ブナやミズナラの更新稚樹の成長促進には雑草木の刈り払いが有効である<sup>2,16,33)</sup>。除草剤の散布はササの枯殺に有効であるが、ブナの林内稚樹は散布によって枯死したことが報告されている<sup>33)</sup>。コナラの場合は除草剤の散布によって稚樹が枯死するようなことはない。しかし、散布量が多いと生育抑制の傾向がみられる。除草剤の散布方

法についてなお研究の余地がある。施肥は稚樹の成長促進には有効である。本研究では施肥によりコナラの樹高成長は無施肥区の1.2~1.8倍促進された。しかし、ササ地に施肥するとササの生育が著しく促進され、逆に稚樹を被圧することがある。施肥は1年では大きな効果は期待できず、2~3年継続して行う必要がある。橋詰<sup>6,7)</sup>がケヤキの天然更新地で行った試験によると、ha 当り1,000kgの施肥で稚樹の成長は促進されたが、雑草木の繁茂も著しく1年で中止している。施肥する場合は早めに雑草木を刈り払う必要がある。年2回、6月と8月に刈払いを行えば施肥の効果が一層顕著に現れると思う。日本の広葉樹林は林内にササが多い。ササ地を皆伐すると2、3年で繁茂し、地表全体を覆うようになる。稚樹がササの中に隠れると枯死するので、稚樹の刈り出しは絶対に必要である。稚樹が樹高1.5m程度になるまで、3~4年刈り出しを行えば天然更新は成功する。

天然下種更新を実施する場合、更新稚樹の発生数はどの程度をめどにすればよいかが問題になる。今田<sup>10)</sup>はミズナラの構造材林造成の場合、更新当初における必要最小限の稚樹発生密度はha 当り10万本、更新完了5年目における必要最小限の稚樹成立密度はha 当り3万本であるとしている。コナラ・クヌギのシイタケ原木林を造成する場合、当初の立木密度はha 当り4,000本程度をめどにしている。したがって、ミズナラの場合と同様に更新完了時に優勢稚樹がha 当り3万本もあれば十分成林すると思われる。砺波山の試験地では上木伐採4年後に樹高1m以上の優勢稚樹は1986年設定試験区でm<sup>2</sup>当り9~20本、1988年設定試験区で3~11本成立しているの、前生稚樹による更新は成功したとみてよい。しかし、前に述べたように稚樹は更新面に一様に発生し定着するものではない。稚樹の発生のない場所には人工造林(植込み)によって本数密度を高める必要がある。この場合は、ササ・雑草木よりも樹高の高い1.5m程度の大苗を造林する必要がある、この方法についても今後研究しなければならない。

## V 摘 要

大阪営林局倉吉営林署砺波山国有林(鳥取県日野郡日南町砥波尻)のコナラ二次林の伐跡地で前生稚樹の発生数、年齢構成、定着様式などを調査し、さらに人工処理によって前生稚樹の定着と成長を促進する方法について5年間研究した。本研究の結果を要約すると次のとおりである。

(1) 試験地は、標高520m、花崗岩の風化したB<sub>D</sub>(d)型~受食土のややせき悪土壌である。林齢約40年生の二次林を1986年と1988年に伐採した。そして伐跡地内に1986年と1988年に固定試験区を設定し、長期的な施業試験を開始した。

(2) コナラの稚樹は斜面下部の緩斜地(傾斜角20°以下)で、ササの密度の低い所に多く成立していた。斜面上部の急斜地、尾根筋の低木類の密生地および谷・沢筋のササの密生地には少なかった。斜面下部の稚樹は成長が良く、斜面上部や尾根筋の稚樹は成長が悪かった。

(3) 稚樹の年齢は、第1試験地では2~11年生までみられたが、4年生以下が多かった。第2試験地では2~15年生までみられたが、3~7年生稚樹が多かった。平均年齢は第1試験地で4.3年、第2試験地で6.4年であった。前生稚樹は樹高30~40cm以下のものが多く、葉の発達が悪くひ弱であった。

(4) 稚樹の定着様式には、主幹がそのまま伸長して定着する仕方と、主幹が枯死し萌芽が発生し

て定着する仕方とが認められた。萌芽更新（実生萌芽）は6年生以上の稚樹でみられ、地際萌芽と幹萌芽が多かった。第2試験地では実生萌芽木が83%も認められた。

(5) 1986年設定の固定試験区には前生稚樹が $\text{m}^2$ 当り46~138本成立していた。試験区設定5年後（上木伐採4年後）の稚樹の生存率は、無処理区で50%、刈払・施肥区で35%、デゾレート区で51~57%であった。5年後の $\text{m}^2$ 当り生存稚樹数は、無処理区で68本、刈払・施肥区で20本、デゾレート区で26~32本であった。この中で優勢稚樹数（上層木で被圧されていないもの）は、無処理区で20本、刈払・施肥区で9本、デゾレート区で11~14本であった。デゾレート散布は稚樹の生存・成長に対し大きな影響を及ぼさなかった。稚樹の年齢の影響については当年生稚樹は1年生以上の稚樹に比べて生存率が低かった。

(6) 前生稚樹は上木伐採後急速に成長した。1986年設定試験区における上木伐採から4年後の優勢稚樹の平均樹高は、無処理区で136cm、刈払・施肥区で238cm、デゾレート区で127~156cmであった。施肥区は無処理区の約1.8倍成長が促進された。

(7) ササの枯殺には除草剤が有効であるが、上木伐採後発生する新生程の枯殺にはデゾレートよりもフレノックが効果があった。フレノック50kg/haの散布によってササはほぼ全滅し、コナラ稚樹も多少被害を受けた。しかし、薬害はそれほどひどくなかった。除草剤の散布と施肥を組み合わせると、3年後に無処理区よりも平均1.2倍伸長成長が促進された。除草剤によってササを枯殺すると、クマイチゴ・ゴマナ・ダンドボロギク・オオアレチノギクなどの雑草木が侵入した。放置するとコナラ稚樹は被圧害を受けるので、これらの刈払いが必要である。

(8) 切株から発生したコナラの萌芽は成長旺盛で、4年生で平均樹高261cmに成長した。実生稚樹の約2倍の樹高である。実生稚樹と萌芽木とをうまく競合させるためには、施肥・刈払いなど人工補助作業を行って実生稚樹の成長を促進する必要がある。

## 謝 辞

本研究は昭和61年に当時倉吉営林署長安藤和哉氏の要請によって試験を始めたものである。研究の機会を与えてくださった倉吉営林署の歴代署長及び経営課長の各位に対し深く感謝の意を表す。また本研究の実施に際して鳥取大学農学部蒜山演習林の技官福富 章、福富正昭、松原研一の各氏および鳥取大学農学部造林学研究室の当時の大学院生金川 悟、黒井 大、専攻生尾崎真也の諸君の協力を得た。これらの諸氏に対して厚くお礼申し上げる。

## 文 献

- 1) 相川敏朗：広葉樹の造林に関する基礎的研究。鳥大大学院修士論文，pp. 1~84 (1977)
- 2) 蜂屋欣二ほか：広葉樹林の育成法。林業科学技術振興所，pp. 32~44 (1986)
- 3) 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 (1975)
- 4) 橋詰隼人・勝又 章：二次林の再生過程に関する研究（I）コナラ二次林における稚樹の成立状態と成長について。広葉樹研究 3，63~74 (1985)

- 5) 橋詰隼人：シイタケ原木林の造成法 六. 萌芽更新法(その1～その5). 菌蕈, 31(5)～31(10) (1985)
- 6) 橋詰隼人：ケヤキの天然更新に関する研究 (I) 福山営林署可部地山国有林における稚樹の発生と生長について. 日林関西支講, 37, 157～160 (1986)
- 7) 橋詰隼人：同上 (II) 日原営林署中内谷国有林における稚樹の発生と生長について. 日林関西支講, 37, 161～164 (1986)
- 8) 橋詰隼人：コナラ二次林における種子生産. 広葉樹研究, 4, 19～27 (1987)
- 9) 橋詰隼人：自然林におけるブナ科植物の生殖器官の生産と散布. 広葉樹研究, 4, 271～290 (1987)
- 10) 橋詰隼人・韓 海栄・金川 悟：コナラの天然下種更新に関する研究 (I) 倉吉営林署砺波山国有林における稚樹の発生, 生長及び施業について. 日林関西支講, 39, 91～94 (1988)
- 11) 橋詰隼人：二次林の再生過程に関する研究 (II) 鳥取大学蒜山演習林の落葉広葉樹二次林の林分構造と樹齡構成について. 広葉樹研究, 6, 17～30 (1991)
- 12) 橋詰隼人・韓 海栄：コナラの天然下種更新に関する研究 (I) 伐採地における前生稚樹の成立状態と定着様式について. 102回日林論, 481～482 (1991)
- 13) 橋詰隼人・韓 海栄：同上 (II) 人工処理による前生稚樹の定着と成長促進について. 102回日林論, 483～484 (1991)
- 14) 飯泉 茂・菊池多賀夫：植物群落とその生活. 東海大学出版会, pp. 167～168 (1980)
- 15) 今田盛生：ミズナラ単木母樹からの種子散布. 日林北海道支講, 17, 61～63 (1968)
- 16) 今田盛生：ミズナラ構造材作業法に関する研究. 九大演報, 45, 81～225 (1972)
- 17) 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. 宮崎大農演報, 10, 1～124 (1984)
- 18) Matsuda, K. : Studies on the early phase of the regeneration of a Konara oak (*Quercus serrata* THUNB.) secondary forest. II. The establishment of current-year seedlings on the forest floor. *Jap. J. Ecol.*, 35, 145～152 (1985)
- 19) Matsuda, K. : Survival and growth of Konara oak (*Quercus serrata* THUNB.) seedlings in an abandoned coppice forest. *Ecol. Res.*, 4, 309-321 (1985)
- 20) 村井 宏ほか：ブナ林の自然環境と保全. ソフトサイエンス社, pp. 61～64 (1991)
- 21) 長池卓男・橋本良二：コナラ林におけるコナラ実生稚樹の発生と消失. 日林東北支誌, 42, 115～117 (1990)
- 22) 西村尚之・山本進一・千葉喬三：都市近郊コナラ林の構造と動態 (I) 林分構造とコナラの個体群特性. 日緑工誌, 16, 8～17 (1990)
- 23) 西村尚之・白石高子・山本進一・千葉喬三：同上 (II) 林内における3年間のコナラ実生動態. 日緑工誌, 16, 31～36 (1991)
- 24) 大住克博・桜井尚武・斉藤勝郎：ミズナラ稚樹の成立過程に関する研究 (VI) 上木伐採後2年間の前生稚樹の生長. 96回日林論, 365～366 (1985)
- 25) Ross, M. S., Sharik, T. L. and Smith, D. W.M. : Oak regeneration after clear felling in southwest Virginia. *Forest Sci.*, 32, 157～169 (1986)



- 26) 桜井尚武・斉藤勝郎：ミズナラ稚樹の成立過程に関する研究（I）落下種子の消失とその要因について。94回日林論，363～364（1983）
- 27) 桜井尚武・斉藤勝郎：同上（II）稚苗の発生消長について。94回日林論，365～366（1983）
- 28) 桜井尚武・斉藤勝郎：同上（IV）落下した種子と成立したメバエ。96回日林論，361～362（1985）
- 29) 桜井尚武・斉藤勝郎・大住克博：同上（V）閉鎖した林内に発生したメバエの4年間の消長。96回日林論，363～364（1985）
- 30) Shaw, M. W. : Factors affecting the natural regeneration of sessile oak (*Quercus petraea*) in north Wales. I. A preliminary study of acorn production, viability and losses. *J. Ecol.*, **56**, 565～583 (1968)
- 31) 高原 光：コナラ属の稚苗の生育におよぼす被陰の影響。日林誌，**68**，289～292（1986）
- 32) Tang, Y., Washitani, I., Tsuchiya, T. and Iwaki, H. : Growth analysis of *Quercus serrata* seedlings within *Miscanthus sinensis* grass canopies differing in light availability *Ecol. Res.*, **5**, 367～376 (1990)
- 33) 柳沢聰雄ほか：新しい天然更新技術。創文，pp. 245～246（1971）
- 34) 矢野虎雄・今田盛生：掌状作業法の研究。九大演報，**40**，1～90（1966）



写真2 1986年設定試験区における上木伐採前の林床状態とコナラ稚樹の生育状況

A：ササの比較的少ないか所。B：ササの比較的多い沢に近いか所。C～D：無処理対照区。E：刈払・施肥区。  
F：ササが少なくコナラ稚樹が密生したか所。(1986年6月27日)



写真3 第1試験地の地形と上木伐採1年後の植生の繁茂状況

A～Bの斜面下部の緩斜地に実生稚樹が多い。C～Dの表土の露出した急斜面には稚樹は少ない。E～Fの谷・沢筋にはササが密生し稚樹がササの中に隠れている。(1988年5～6月)



写真4 1986年設定試験区における林床の状態とコナラ稚樹の生育状況

A～Cは上木伐採直後（1986年12月）の状況。A：無処理対照区。B：刈払・施肥区。C：デゾレート150kg/ha散布区，ササの地上部は大部分枯死している。

D～Eは上木伐採から1年半後（1988年5月）の状況。D：デゾレート散布区，ササが少し再生している。E：刈払・施肥区。

F～Hは上木伐採から1年7ヵ月後（1988年7月）の状況。F：刈払・施肥区，コナラ稚樹はササの上に出ている。G：刈払・無施肥区。H：無処理対照区，コナラ稚樹はササの中に隠れているものが多い。





写真5 1988年設定試験区における設定から1カ月後の状況

A：フレノック30kg/ha・施肥・刈払区。B：フレノック50kg/ha・施肥・刈払区。C：デゾレート100kg/ha・施肥・刈払区。D：デゾレート200kg/ha・施肥・無刈払区。E：施肥・刈払区。F：無処理区。いずれの区においてもコナラ稚樹がかなり多く見られる。(1988年5月20日設定，6月24日写す)



写真6 1986年設定試験区における上木伐採から4年後のコナラ稚樹の生育状況  
 A：施肥・刈払区，コナラの稚樹は2 m以上に成長している。B：デゾレート100kg/ha・施肥区。C：無処理区。D：実生木と萌芽木の成長の比較。ボールの左側は実生木，右側は切株から発生した萌芽で，萌芽木の方が成長がよい。(1990年10月)