

落葉広葉樹二次林の改良施業に関する研究 (I)
ブナ二次林の生長に対する整理伐の効果

橋詰隼人*・小谷二郎*

昭和60年5月31日受付

Studies on the Improvement of the Secondary
Forest of Broad-leaved Trees (I)
The Effect of Improvement Cutting on the
Growth of the Secondary Forest of Buna
(*Fagus crenata* BLUME)

Hayato HASHIZUME* and Jiro KODANI*

The effect of improvement cutting on the growth of the secondary forest was examined in about 30-years old beech forests in the Hiruzen forest of the Tottori University. As the method of improvement cutting, tree species other than beech were mainly cut, and the number of beech trees was controlled to 550~600 trees per ha. After 10 years from improvement cutting, 31 trees were cut and the growth was investigated by the method of tree analysis.

The increments of diameter, height and volume of beech trees were remarkably promoted by improvement cutting. The improvement cutting was more effective in oppressed small trees than in upper story trees.

As a result of improvement cutting, the diameter growth of stem was relatively promoted, and the stem ratio (H/D ratio) decreased. Further, the amount of branch and leaf per tree increased and specific leaf area (A_L/W_L ratio) decreased. However, the die-up of branches was inhibited and the clear length of stem became lower than untreated controls. We hope to continue further investigation for the starting time and degree of improvement cutting of the secondary forest.

緒 言

広葉樹は低質材とさげすまれ拡大造林の対象にされてきたが、建築・家具・合板・特殊用材として有用なもの

も多く、最近家具や内装材に利用する大径材やシイタケ原木などが不足し、有用広葉樹の資源の確保が重要な課題になってきた。加えて広葉樹林は水土保全、自然休養、野生動物保護など公益的機能が大きく、広葉樹林育成の

*鳥取大学農学部林学科造林学研究室

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

本研究は、昭和59年度文部省科学研究費補助金(特定研究No.59127037)による研究である。

重要性が強調されている。

我が国の森林蓄積の約半分は広葉樹であるが、里山地帯は旧薪炭林が多く、利用の道のないまま放置されている場合が多い。低質広葉樹二次林の改善は今日重要な課題である。広葉樹林の改善対策として、一つは針葉樹用材林への転換が考えられ、今日までそのような施策が講じられてきた。しかし、我が国の林業事情は木材価格の低迷、山林労務者の不足、外材の輸入攻勢などによって大変困難な状況下にあり、また前述のように森林の公益的機能の重視の面からも拡大造林は困難な状況にある。低質広葉樹二次林を有効に活用するためには、自然力を最大限に利用して質的改善をはかり、用材林あるいは原木林へ転換して、森林の付加価値を高めることが重要であると考えられる。

広葉樹二次林は一般に低質林と考えられているが、多様な樹種から構成されている場合が多く、これらの中には有用樹種（例えばケヤキ、ブナ、ミズナラ、コナラ、クヌギなど）が混交している場合が多い。用材林として付加価値を高めるためには、これらの有用広葉樹を育成することが重要である。広葉樹二次林の施業法として、除伐、間伐、⁷⁾ 整理伐、林相改良伐あるいは立て木方式による優良大径材の育成法⁸⁾などが試みられているが試験例は少ない。最近大阪営林局では広葉樹の育成を重視し、有用広葉樹は立て木として残す方針をとり⁹⁾、また広葉樹二次林の林相改良施業も実用的規模で試験されている⁹⁾。

筆者らは広葉樹の役割の重要性を指摘し、約10年前から鳥取大学蒜山演習林に広葉樹のいろいろな施業試験地を設けているが、1974年に整理伐したブナの二次林があり、今回その林について生長状況を調査したので報告する。

本研究に際し、当時の造林学研究室専攻生小林 徹、和田弘次、木村英昭、石田幸也、大石政弘の諸君の援助を得たので、付記して感謝の意を表する。

材 料 と 方 法

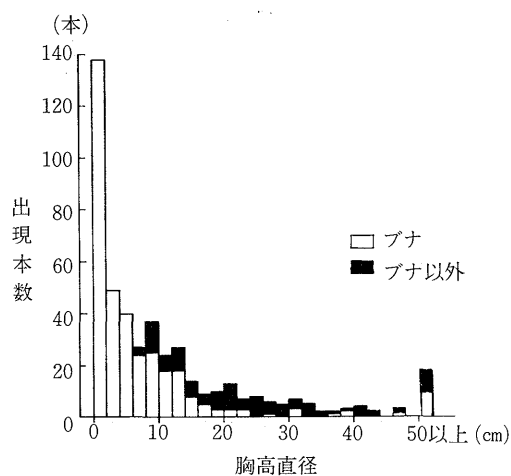
1. 試験林の概況

試験地は鳥取大学蒜山演習林（岡山県真庭郡川上村）西ノ谷第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、面積は約0.8haである。

供試林分は昭和の初期に伐採されて自然成立した二次林で、現在林齢は約40年生である。林相はブナ、コナラ、ミズナラ、イタヤカエデなどの大径木が点在し、その間に広葉樹の小中径木が密生している。林分構成は、高木

～亜高木層はブナが優勢で、次いでコナラとカエデ類が多く、ミズナラ、シデ類、ホオノキ、ハクウンボクなど約15種類が混交している。低木層はクロモジが多く、ミヤマシキミ、ヒメモチ、ハイイヌガヤ、チャボガヤなど日本海要素がみられ、また尾根筋から斜面中腹にはヤネフキザサが、谷筋にはチシマザサが分布している。群落構造はブナクロモジ群集である。

整理伐前の試験地内の林木の胸高直径階別本数分布を第1図に示す。ブナは胸高直径15cm以下の小径木が多く、



第1図 整理伐前の林分における直径階別本数分布

ブナ以外の樹種は高木～亜高木層を占めるものを掲げた。

胸高直径10cm以下のものがブナ全体の約80%を占めていた。ブナ以外の樹種は中径木が多かった。

整理伐は1974年9月に行った。その方法はブナを残して他の樹種を伐採し、なるべくブナの純林に誘導するようにした。伐採率は本数で62%、材積で57%であった。大径木を伐倒したので、林内に大きなギャップが生じた。試験地内にはブナが約350本成立していたが、ブナの疎生地は人工造林（植え込み）が行われ、試験地全体はほぼブナの純林の様相を呈している。

2. 調査方法

整理伐から10年後の1984年8月に、整理伐区の中でha当たり550~600本ブナが成立しているか所を選んで試験区を設け、隣接の天然生林を対照区（ha当たり立木本数は800~1,100本）とし、整理伐区から16本、無整理伐対照区から15本を伐倒した。伐倒木は、両区とも胸高直径5~27cmの小中径木で、なるべく直径階が均等に分布するよ

うにし、幹が通直で、幹分かれないものを選定した。伐倒木は胸高直径、樹高、生枝下高を測定した後、切断して各部分重量を測定し、更に円板を採取して材積生長量及び生長率を求めた。各部分重量は、伐倒木を幹、枝、葉及び果実に区分して、生重量を測定し、更に試料を一部採取して100°Cで乾燥して乾重率を求め、これから乾重量を計算した。材積生長量は、2mおきに幹の円板を採取して、樹幹解析によって求めた。胸高直径、樹高及び材積の生長率は、整理伐後9年間について(10年目は生

長期の途中で伐倒したので除外する) プレスラー式により計算した。更に樹冠の上部と下部から葉を採取し、葉面積と乾重量を測定して、葉面積比を求めた。葉面積の測定は、葉面積計によって行った。

結果と考察

1. 直径、樹高及び材積生長に対する整理伐の効果

供試林分は異齢林で、しかも整理伐時に詳細な調査を行っていなかったため、伐倒調査法により整理伐の効果



写真1 ブナの整理伐林分、10年後の状況

第1表 ブナの供試木

試験区	立木本数	供試本数	胸高直径 (cm)	整理伐時の胸高直径 (cm)	樹高 (m)	生枝下高 (m)	樹齢 (年)	幹材積 (m ³)	幹乾重 (kg)	枝乾重 (kg)	葉乾重 (kg)
対照区	800~1,100	15	10.3	7.0	9.6	4.0	42.9	0.070	37.69	10.87	1.36
			4.0~24.5	1.8~15.4	4.8~15.0	2.2~6.3	28~65	0.005~0.307	2.30~169.42	0.16~64.23	0.06~6.73
整理伐区	550~600	16	12.4	4.8	8.5	2.4	36.6	0.087	38.24	13.46	3.06
			5.1~27.0	0.8~16.5	4.2~17.0	1.2~4.0	23~48	0.005~0.401	3.37~193.97	1.44~68.35	0.34~10.04

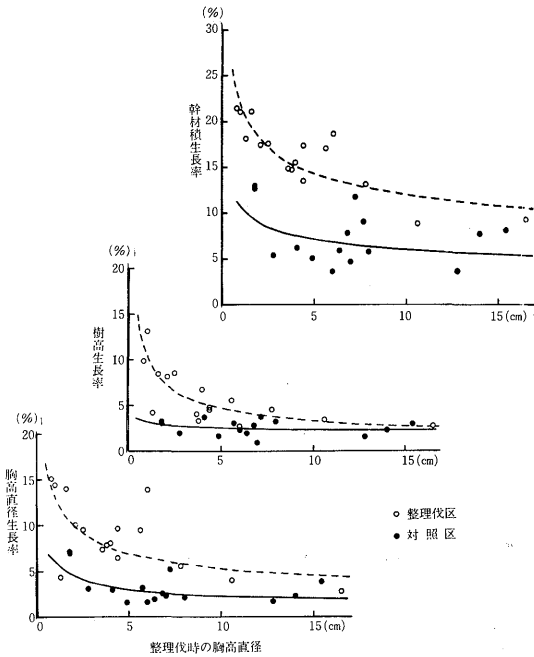
を調べた。

伐倒木の概要を第1表に示す。伐倒木の平均胸高直径は対照区が10.3cm、整理伐区が12.4cm、平均樹高は対照区が9.6m、整理伐区が8.5m、平均樹齢は前者が42.9年、後者が36.6年であった。

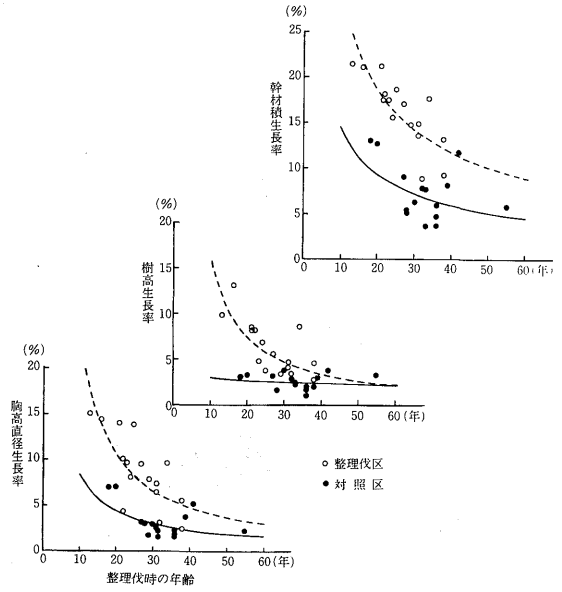
ブナ林の生長に対する整理伐の効果は、整理伐後9年間(10年目は生長期の途中で伐倒したので除く)について胸高直径、樹高及び幹材積生長率を計算し、整理伐時の胸高直径及び樹齢と対比して検討した(第2~3図)。胸高直径、樹高及び幹材積生長率はいずれも対照区に比べて整理伐区で大きな値を示したが、特に胸高直径10cm

以下、樹齢40年以下の小径木で両者の差が大きく、整理伐の効果は小径木に強く現れることがわかった。小径木では、幹材積生長率が著しく増加した。

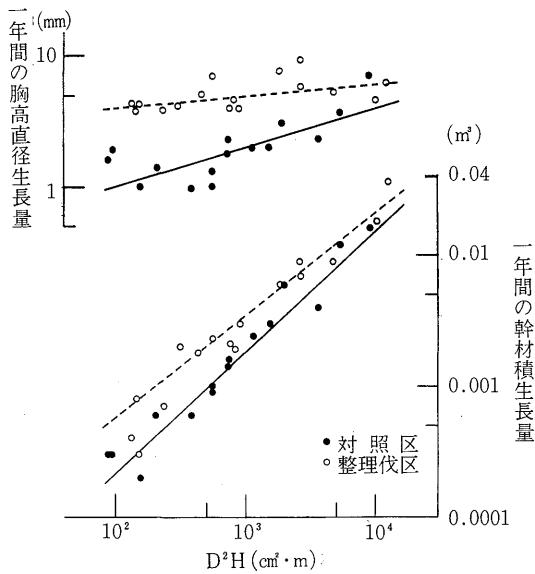
現在の樹木の大きさ、すなわちD²Hと整理伐後の年平均胸高直径生長量及び年平均幹材積生長量との関係についてみると(第4図)、これらの値は対照区よりも整理伐区で大きく、また小径木になるほど両者の差が大きくなり、整理伐の効果はやはり小径木に強く現れることがわかった。鳥大森山演習林のブナ二次林においては、胸高直径10cm以下の樹木は被圧木で低木層~亜高木層を構成しているが、胸高直径が20cm前後になると高木層を構成



第2図 整理伐による生長率の変動—整理伐時の胸高直径との関係



第3図 整理伐による生長率の変動—整理伐時の年齢との関係



第4図 D²Hと胸高直径及び幹材積生長量の関係

D²H—胸高直径生長量関係

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{対照区 } \log y = 0.2869 \log x - 1.5422 \\ \quad (r = 0.5438) \\ \text{整理伐区 } \log y = 0.0948 \log x - 0.5792 \\ \quad (r = 0.7431) \end{array} \right.$$

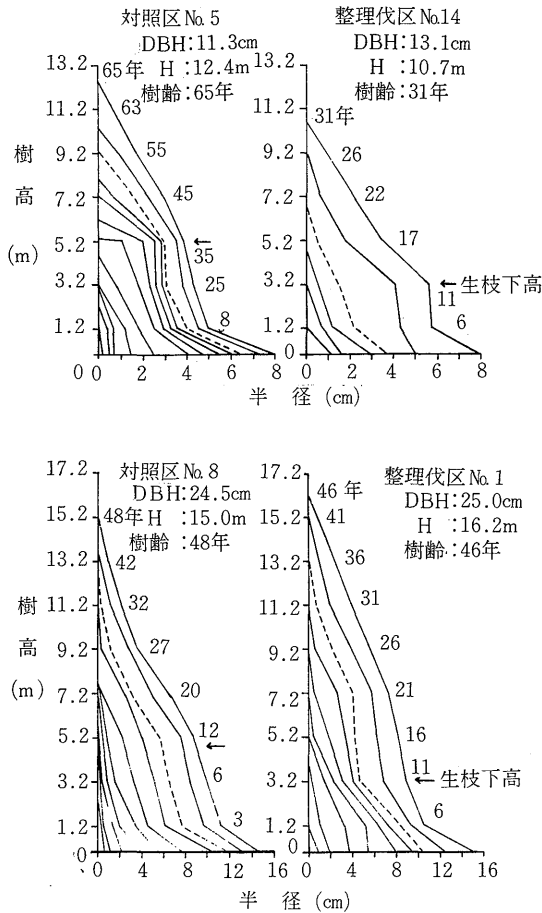
D²H—材積生長量関係

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{対照区 } \log y = 0.9297 \log x - 5.5239 \\ \quad (r = 0.9421) \\ \text{整理伐区 } \log y = 0.7769 \log x - 4.7823 \\ \quad (r = 0.8938) \end{array} \right.$$

するようになり、受光量が増加する。それ故、上層木は整理伐を行ってもその効果が現れにくいのではないかとされる。

次に幹における肥大生長の垂直的配分について樹幹解析図を作製して調べた(第5図)。胸高直径25cm程度の上層木では、幹の肥大生長の配分について対照区(No.8)と整理伐区(No.1)との間に顕著な差はみられなかった。しかし、整理伐区では生枝下高から上の部分、すなわち樹冠部の幹で整理伐後肥大生長が促進される傾向がみら

れた。胸高直径10cm程度の小径木では、対照区 (No.5) と整理伐区 (No.14) との間に著しい肥大生長の違いがみられた。対照区の樹木は被圧状態から脱出して生長がやや上向きの状態にあるが、整理伐区の樹木は整理伐後急激に肥大生長が促進され、年輪幅が著しく増加した。特に生枝下高付近の肥大生長が著しく促進された。

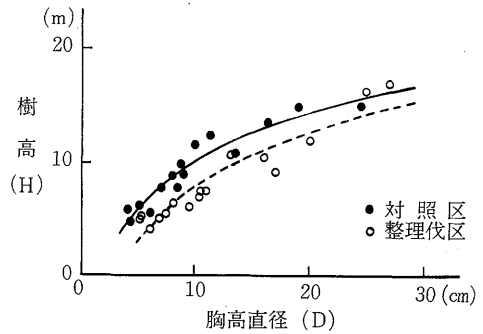


第5図 樹幹解析図

5年間隔で描く、破線は整理伐時を示す。

2. 相対生長及び生産構造に対する効果

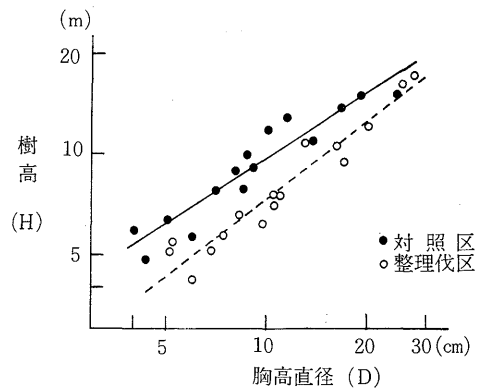
胸高直径と樹高の関係を第6図に示す。D-H関係は、対照区よりも整理伐区でH/Dの値が小さく、整理伐によって直径生長が相対的に促進され、形状比が小さくなった。D-H関係を両対数グラフに描くと第7図のごと



第6図 整理伐によりD-H関係の変動

対照区 $H=0.9699D^{0.6563}$ ($r=0.9439$)

整理伐区 $H=0.8652D^{0.8464}$ ($r=0.9463$)



第7図 整理伐によるD-H関係の変動

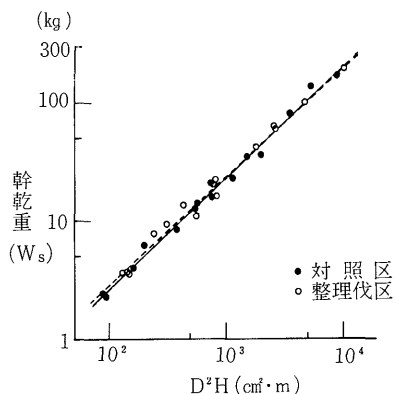
対照区 $\log H=0.6502\log D+0.3349$ ($r=0.9454$)

整理伐区 $\log H=0.7601\log D+0.1034$ ($r=0.9601$)

くである。D-H関係はバラツキが大きいが、回帰直線を入れると勾配は対照区よりも整理伐区の方が急で、小径木ほど対照区と整理伐区の差が大きく、直径が大きくなるに従って両区の差が接近した。データが少ないので結論を出すことはできないが、胸高直径30cmあたりで両区の差はほとんどなくなるようである。以上のように、整理伐によって直径生長は小径木ほど促進され、対照区に比べて形状比が小さくなった。

次に樹木の大きさ (D^2H) と各部分乾重の相対生長関係について調べた(第8~10図)。 D^2H - 幹乾重関係については、対照区と整理伐区との間に大きな差はなかった。しかし、 D^2H が小さくなるほど対照区よりも整理伐区の幹乾重が増加する傾向がみられた。 D^2H - 枝乾重関係及

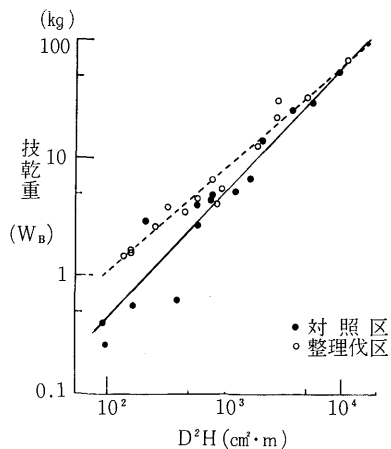
び D^2H —葉乾重関係はバラツキが大きい、回帰直線の勾配は対照区よりも整理伐区の方が緩やかで、 D^2H が小さくなるにつれて両区のひらきが大きくなった。すなわち、整理伐によって小径木では枝や葉の量が増加することがわかった。これは、整理伐によって受光量が増加し、枝葉の発達が促進されたことと、樹冠の下層まで光が入り、枝の枯れ上りが起こりにくくなったことによるものと思われる。両区の生枝下高を比較すると(第1表)、対照区は平均4.0mであるが、整理伐区は平均2.4mで、1.6mも生枝下高が低くなっている。また、樹冠長($H-H_B$)は対照区



第8図 D^2H —幹乾重関係

$$\text{対照区 } \log W_s = 0.9340 \log D^2H - 1.4388 \quad (r=0.9957)$$

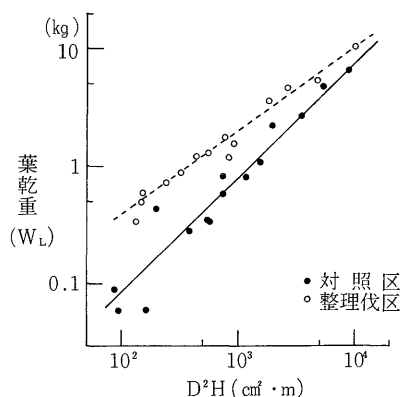
$$\text{整理伐区 } \log W_s = 0.9347 \log D^2H - 1.4274 \quad (r=0.9962)$$



第9図 D^2H —枝乾重関係

$$\text{対照区 } \log W_b = 1.1472 \log D^2H - 2.7407 \quad (r=0.9558)$$

$$\text{整理伐区 } \log W_b = 0.9011 \log D^2H - 1.7899 \quad (r=0.9827)$$



第10図 D^2H —葉乾重関係

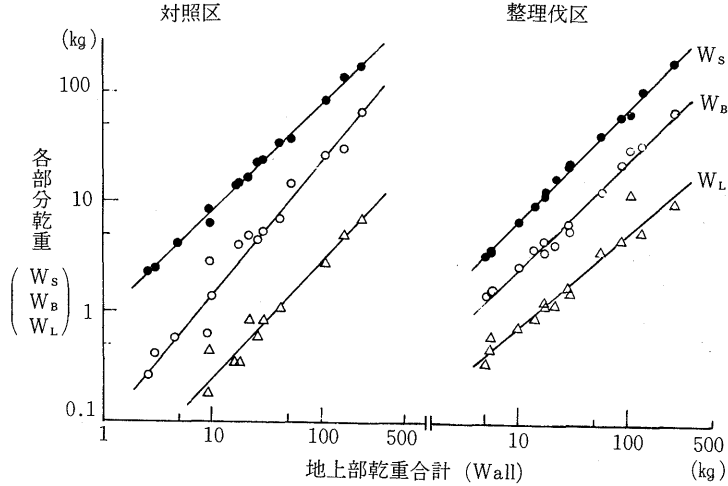
$$\text{対照区 } \log W_L = 1.0095 \log D^2H - 3.1479 \quad (r=0.9604)$$

$$\text{整理伐区 } \log W_L = 0.7792 \log D^2H - 2.0152 \quad (r=0.9547)$$

が平均5.6mであるが、整理伐区は平均6.1mで、整理伐区の樹木は樹冠部分が対照区よりも多くなっている。

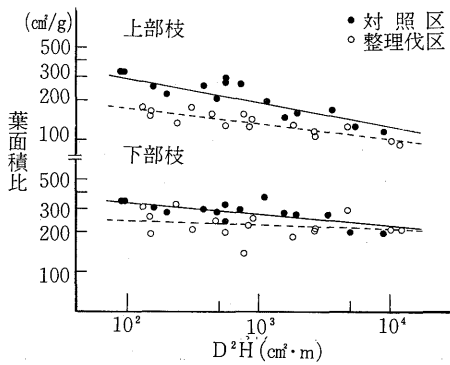
次に地上部の全乾重量に対する各部分乾重量の相対生長関係について調べた(第11図)。地上部乾重合計と各部分乾重との関係はほぼ直線に近似できた。回帰直線をみると、整理伐区は対照区に比べて枝乾重(W_b)及び葉乾重(W_L)の勾配が緩やかで、整理伐区の小径木は対照区の小径木よりも枝及び葉の割合が多いことがわかった。これは、前述の D^2H —枝乾重関係及び D^2H —葉乾重関係と一致する。

樹木の葉は陰葉と陽葉に区別される。日当たりが悪いと葉は薄く陰葉になり、葉面積比(葉乾重1g当たりの葉面積)は大きくなる。日当たりが良いと葉は厚く陽葉になり、葉面積比が小さくなる。伐倒木の上部枝と下部枝の葉で調査した結果を第12図に示す。葉面積比は小径木で大きく、 D^2H が大きくなるに従って減少した。また、上部枝よりも下部枝で値が大きかった。対照区と整理伐区の葉面積比を比較すると、上部枝、下部枝とも対照区よりも整理伐区で葉面積比が小さく、特に小径木では両区の差が大きい傾向がみられた。対照区の葉面積比は上部枝が平均204 cm^2/g 、下部枝が平均265 cm^2/g であったが、整理伐区では上部枝が平均128 cm^2/g 、下部枝が平均214 cm^2/g

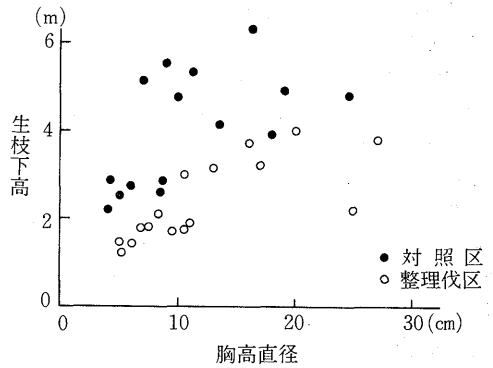


第11図 地上部の全重量に対する各部分重量の関係

Wall- W_s 関係	対照区	$Wall = 0.9623 \log W_s - 0.5019$ ($r = 0.9980$)
	整理伐区	$Wall = 1.0165 \log W_s - 0.1858$ ($r = 0.9986$)
Wall- W_b 関係	対照区	$Wall = 1.2058 \log W_b - 1.0669$ ($r = 0.9773$)
	整理伐区	$Wall = 0.9806 \log W_b - 0.5907$ ($r = 0.9930$)
Wall- W_l 関係	対照区	$Wall = 1.0538 \log W_l - 1.6656$ ($r = 0.9754$)
	整理伐区	$Wall = 0.8628 \log W_l - 1.0508$ ($r = 0.9721$)



第12図 D^2H と葉面積比の関係



第13図 胸高直径と生枝下高の関係

上部枝	対照区	$\log y = -0.1786 \log x + 2.8135$ ($r = -0.7089$)
	整理伐区	$\log y = -0.1174 \log x + 2.4688$ ($r = -0.8795$)
下部枝	対照区	$\log y = -0.0871 \log x + 2.6943$ ($r = -0.6505$)
	整理伐区	$\log y = -0.0386 \log x + 2.4650$ ($r = -0.2604$)

/gであった。葉面積比は $D^2 H$ が大きくなるに従って直線的に減少したが、減少の程度は整理伐区の方が緩やかであった。これらのことから、整理伐によって葉が厚くなり、かつ重くなることがわかった。これは日当たりが良くなるためである。

枝下高は採材率に影響し、良質材生産上重要な因子である。林木は密生させると枝が枯れ上がるが、疎生させるといつまでも下枝が枯死せず、特に広葉樹は太い枝が発達して幹の収量が著しく低下する。それ故、整理伐を実行する場合には、枝下高を一つの目安として伐採の時期を決める必要がある。

本試験地における平均生枝下高は、対照区が4.0m、整理伐区が2.4mであった(第1表)。胸高直径と生枝下高との関係についてみると(第13図)、胸高直径が小さいほど枝下高が低く、直径が大きくなるに従って枝下高が高くなった。対照区では、胸高直径10cm以下では枝下高が4m以下のものが多いが、胸高直径10cm以上ではほとんどが4m以上である。整理伐区では、枝下高4m以上の木は少なく、胸高直径10cm以下のものは大部分が枝下高が2m以下である。これは、強度に整理伐して日当たりを良くしたため枝の枯れ上がりが起こらなかったことによるもので、枝の枯れ上がりの進んでいない枝下高の低い林分は強度の整理伐を行うべきでない。また場合によっては枝打ちを行って枝下高を高くすることも考えなければならぬ。

3. 考察

低質広葉樹二次林の付加価値を高めるためには、林相を改良して、有用広葉樹林へ転換する必要がある。広葉樹二次林は少数の樹種からなる純林に近い森林と、多数の樹種で構成されている混交林とがある。それ故、二次林の改良施策に際しては、先ず経営目標を明確にする必要がある。現在我が国で要望の強いのは、シイタケ原木林と建築・家具・器具などの用材生産を目標にした用材林の造成である。中国地方の落葉広葉樹林についてみると、低地帯は旧薪炭林でコナラ、クヌギが多いが、標高が高くなるに従ってミズナラ・ブナ林に移行している。従って低質広葉樹二次林を有用広葉樹林へ誘導する場合には、低地帯のコナラ、クヌギを主とする森林はシイタケ原木林に、山地帯のミズナラ、ブナを主とする森林は長伐期大径用材林に誘導するのが最も良い方法と思われる。

低質広葉樹林の有用広葉樹林への転換施策については、最近研究者の関心が高く、二、三の報告がある。

小林ら⁸⁾は新潟県魚沼地方の広葉樹二次林の林相改良施策について研究し、通称ボイ山と呼ばれていた旧薪炭林をブナ、ミズナラを主とする用材林に誘導する林相改良伐を提案している。相場ら^{1,2)}は北関東地方における旧薪炭林について斜面形別に樹種組成および林分構造を研究し、低質広葉樹林を用材林に誘導するための指針を提出している。更に相場ら^{1,4)}は幼齡林で実際に整理伐を行って2年間調査し、整理伐によって生長率が著しく増加したことを報告している。

低質広葉樹林は雑多な樹種で構成されている場合が多いので、林相改良施策に際しては樹種の選定が重要である。有用樹種の選定の条件として、先ず利用価値が高く、生産量が多いことがあげられる。シイタケ原木は別として、最近の広葉樹用材の市場価格は、関西地方ではケヤキが最も高価で、次いでクリ、ミズメ、サクラ、カエデ、トチノキ、ナラ、ブナなどが価格が高い。広葉樹は樹種によってそれぞれ特性が違うので、なるべく多くの有用広葉樹の混交した森林をつくるのが大切である。鳥大森山演習林のブナ二次林は遷移途中のブナ林で、ブナ以外に用材価値の高い樹種が少なかったため、ブナの単純林に誘導するよう整理伐を行ったが、やや海拔の高いブナ林ではミズナラ、ミズメなどの有用樹種が混交している場合が多いので、これらの樹種も含めて森林を造成することが必要である。菅野は⁵⁾、用材林施策が見込めるブナ林分についてはできるだけ純林をさけ、他樹種を少なくとも本数比で30%程度混交した林分を造成することが望ましいとしている。

広葉樹の用材は一般に大径材ほど高価である。優良大径材を早く生産するためには、間伐を実施して生長を促進する必要がある。広葉樹の間伐試験は菊沢ら⁷⁾、戸田ら¹⁾、坂本ら¹⁰⁾が実施しており、いずれも間伐によって生長が促進されたことを報告している。広葉樹の間伐に際しては、間伐開始時期及び林分の密度管理(間伐率)が特に重要である。広葉樹は幹が曲がりやすく、また枝が張りやすいので、幼齡時代はなるべく密立させて樹形を真直にし、下枝の枯れ上がりを促して枝下高を高くする。菊沢に⁶⁾よると、保育開始時期は枝下高4m以上、林齢20~30年、樹高8~12mを目安にし、間伐率は林の生長量を下げない程度にし、40%以下の適当な間伐率を選ぶとしている。戸田ら¹¹⁾は、二次林の間伐は林齢が20~30年生で胸高直径5cm以上の成立本数が2,000本前後の林を対象とするのが望ましく、間伐率は本数で75%(間伐後の成立本数は500本/ha)、材積で65%ぐらゐは最低必要としている。広葉樹二次林は地域によって樹種構成や林の生育状態が異なる

ので、いろいろな林分で保育試験をしてみる必要があると思う。

総 括

鳥取大学蒜山演習林内(標高750m)の約30年生のブナを主とする広葉樹二次林をブナを残して整理伐した。整理伐林分におけるブナのha当たり立木本数は550~600本であった。整理伐から10年後に伐倒調査法により整理伐の効果調べた。本研究の結果は次のごとくである。

- 1) ブナ単木の直径生長、樹高生長及び材積生長は整理伐によって著しく促進された。整理伐の効果は、上層木よりも被圧状態にあった小径木に強く現れた。
- 2) 整理伐によって相対的に直径生長が促進され、幹の形状比(H/D)が小さくなった。また対照区に比べて個体当たりの枝・葉の量が増加し、葉は厚く重くなり、葉面積比(A_l/W_l)が小さくなった。しかし、枝の枯れ上がりが阻害され、枝下高が低くなった。整理伐の開始時期及び程度について更に検討する必要がある。

文 献

- 1) 相場芳憲：低広二次林を有用樹林に誘導するための一指針。林業技術, **515** 7-11 (1985)
- 2) 相場芳憲・相沢孝夫・生原喜久雄・新井雅夫：北関東地方における北向き斜面での薪炭林から広葉樹用材林への転換。東農工大演報, **20** 1-15 (1984)
- 3) 藤江 勲・片桐成夫・石井 弘：三瓶演習林における落葉広葉樹林施業法に関する研究 1. 現存林分の構造と問題点。島根大農研報, **18** 67-73 (1984)
- 4) 生原喜久雄：北関東地方における低質広葉樹林の有用広葉樹林への施業転換に関する研究。昭和58年度文部省科研費研究成果報告書, pp. 1-51 (1984)
- 5) 菅野高穂：広葉樹林の施業に関する基礎的研究 - 主として北海道における広葉樹林の分析。北大演報, **41** 1-91 (1984)
- 6) 菊沢喜八郎：北海道の広葉樹林。北海道林業振興協会, 札幌 (1983) pp. 92-109
- 7) 菊沢喜八郎・浅井達弘・北条貞夫：落葉広葉樹林の間伐試験。日林北海道支部講, **25** 51-53 (1975)
- 8) 小林正吾・高田和彦：新潟県魚沼地方における広葉樹二次林の林相改良施業に関する研究 (I) 守門村における旧薪炭林の林分構造と林相改良伐の事例。新大演報, **17** 23-37 (1984)
- 9) 大阪営林局：豪・多雪地帯における森林施業。60大計第116号, pp. 1-26 (1985)
- 10) 坂本 武・佐藤清佐衛門：広葉樹二次林の択伐9年後の結果。北方林業, **34** 18-22 (1982)
- 11) 戸田清佐・山口 清・中谷和司・肥垣津 登：有用広葉樹の育成技術に関する研究 (I)。岐阜県寒冷地林試研報, **5** 1-31 (1982)