

## 短期二段林の上木伐採後における下木の成長

竹内郁雄<sup>(1)</sup>, 落合幸仁<sup>(2)</sup>, 川崎達郎<sup>(3)</sup>, 安藤 貴<sup>(4)</sup>

TAKEUCHI, Ikuo, OCHIAI, Yukihito, KAWASAKI, Tatsuro and ANDO, Takashi :

Growth of Understory after the Harvest of Overstory in Short

Period Two-Storeyed Forests

**要 旨** : 短期二段林の施業方法を解明するため、上木スギ-下木スギ短期二段林と上木スギ-下木ヒノキ短期二段林の2林分で、上木をすべて伐採したあとの下木成長について検討した。下木スギ林分は、下木の下刈りが必要でなくなった8年生で平均樹高が2.2mのときに上木を伐採し、その後特別な保育をしていない。下木ヒノキ林分は、下木に対し継続した枝打ちを行っており、14年生で平均樹高が4.5mのときに上木を伐採している。下木スギの成長量は、伐採後1年目は胸高直径、樹高とも伐採前年より増加したが、増加程度は胸高直径が樹高に比べ大きかった。その後2、3年目と増加し、成長量がほぼ一定になったのは胸高直径が伐採3年目以降、樹高が4年目以降であった。胸高直径成長量は、伐採後3年目から6年間で平均1.1cmと大きく、上木伐採後に保育をしないと年輪幅が狭くてそろった材の生産は難しいといえる。上木伐採後8年経過した16年生の平均樹高は7.7mで、同齢の単純林に比べて低く、上木伐採後に下木期の成長の遅れを回復することはなかった。一方、下木ヒノキの成長量は、上木伐採後1年目は胸高直径、樹高とも伐採前年より増加し、その増加程度は胸高直径が樹高より大きく、スギ下木と同様の傾向がみられた。その後、ヒノキ下木は大きい個体ほど高く打つ枝打ちを上木伐採後3回繰り返しており、伐採後14年間の平均樹高成長量は0.53m、平均胸高直径成長量は5.8mmで、年輪幅からみると良質材であった。短期二段林下木の年輪幅が上木伐採後大きくなり過ぎるのを抑制するには、伐採後2~3年間隔で枝打ちを行うことが効果的であることが示唆された。

## 1 は じ め に

近年、二段林が各地に造成されるようになった。二段林の施業方法は各種考えられるが、一つの方法として下木が下刈り期を脱したあとに上木を収穫し、その後は単純林として保育する短期二段林施業がある。短期二段林施業に関する研究は、上木がすべて伐採されたあとの下木の成長について、広葉樹林下で生育したスギについての事例(早稲田, 1981)がみられるだけで、その施業方法については明らかにされていない。

この報告は、短期二段林の施業方法を解明するため、上木スギ-下木スギ短期二段林で下木が下刈り期を脱したあとに、上木をすべて伐採し特別な保育をしなかった林分、上木スギ-下木ヒノキ短期二段林の下木に継続的な枝打ちを行い、下木が比較的大きくなってから上木をすべて伐採した林分の2事例の上木伐採後の下木の成長について検討した。

1991年6月21日受理

技術-6 Forestry Technology-6

(1) (3) 四国支所

(2) 生産技術部

(4) 岩手大学

## 2 調査林分と調査方法

**P-1:** 高知営林局松山営林署の小田深山国有林にある上木スギ-下木スギの二段林である。海拔高は900 m, 傾斜は37°と急な南向き斜面にあり, 土壌はB<sub>D</sub>型である。下木は上木が74年生の春(1972年)に植栽され, 植栽後に900 m<sup>2</sup>の固定調査区を設定した。上木には下木植栽後手を加えず, 下木の下刈りが必要でなくなった下木が8年生の秋に, 82年生ですべて伐採した。下木植栽後の保育は, 4回の下刈りと上木伐採に伴う被害木や幹曲がりの大きいものを除伐した。

調査に当たっては, 下木が8年生までは毎年樹高を, その後10, 15, 16年生時に胸高直径と樹高を測定した。相対照度は, 下木樹高より高い位置で, 下木が4年生までは固定した100点で東芝SPI-5型照度計を用い, 5年生から8年生までは固定した20点でジアゾ感光紙法によって測定した。このほかに1989年3月の16年生時の調査では, 調査区の周囲から供試木として胸高直径の頻度分布に合わせて10本を伐倒し, 1 mごとに円板を取り樹幹解析を行った。なお, 当林分の下木が8年生までの相対照度や下層植生の変化については, すでに報告(安藤ほか, 1983)している。

**P-2:** 愛媛県上浮穴郡久万町の民有林にある上木スギ-下木ヒノキの二段林である。海拔高は600 m, 傾斜は25°の北西斜面にあり, 土壌はB<sub>D</sub>型である。下木は上木が54年生の春(1960年)に植栽された。上木には下木植栽後手を加えず, 下木が14年生の秋(1973年)に68年生ですべて伐採した。この林分の経営は, 下木の年輪幅が3 mm程度で無節性の高い良質材生産を目標にしており, 下刈りを9回, 枝打ちを7, 12, 15, 17, 20年生のときに合計5回行っている。間伐は, 冠雪被害が生じたときはその都度行い, 16年生時に幹曲がりの大きいものについて行った。この林分の固定調査区の設定は下木林齢が13年生時で, 面積は340 m<sup>2</sup>である。

調査は, 16年生までは毎年, その後21, 28年生時(1987年11月)に行い, 胸高直径, 樹高, 枝下高を毎木調査した。

なお, 二段林で上木を伐採すると単純林となり, それまでの下木は下木でなくなる。しかし, この報告では, 二段林施業を行ったときの上木と下木を区別するため, 下木であったものは上木伐採後も下木と呼ぶこととする。

## 3 結果と考察

### 3.1 上木伐採時の林分概況

下木密度の変化をFig. 1に示した。P-1スギ下木の植栽密度は2700本・ha<sup>-1</sup>であったが, 少しずつ低下し8年生の上木伐採前には2530本であった。10年生時には上木伐採による被害木を間伐したため2020本に, 15年生時には冠雪被害木の間伐で1740本に減少した。P-2ヒノキ下木は, 13年生時には3800本・ha<sup>-1</sup>で, 14年生時の上木伐採による被害木は少なく, 16年生時の間伐によって3070本に減少した。

上木伐採時の林分概況をTable 1に示した。P-1の上木, 下木の林齢はそれぞれ82, 8年生であった。上木は, 密度が189本・ha<sup>-1</sup>, 平均胸高直径が48.7 cm, 平均樹高が31.8 m, 幹材積が436 m<sup>3</sup>・

ha<sup>-1</sup> で、Ry は南近畿・四国地方スギ林分密度管理図で 0.44 であった。

スギ下木 8 年生の平均樹高は 2.2 m で、下刈りする必要がない状態であった。樹高の頻度分布 (Fig. 2) は 1 m 以下から 3.6 m の個体までみられ、個体差が大きかった。この原因について検討してみる。林内の平均相対照度は、下木植栽時の 60% から上木伐採前には 30% に低下し (安藤ほか, 1983), 8 年間の平均相対照度は約 40% であった。また、下木植栽年に瞬間値で測定した相対照度は 20~90% の範囲で、上木伐採年と伐採 1 年前の 7 月に 1 日間測定した相対照度の頻度分布 (Fig. 3) は、およそ 20~50% の範囲であった。これらから、林内の明るい箇所での相対照度は、植栽時 90% 前後から伐採前に 50% 程度に低下し、明るい箇所での 8 年間の平均相対照度は 70% 前後と推定される。一方、林内の暗い箇所での相対照度は、植栽時 30% 前後から伐採前に 20% 程度になり、暗い箇所での 8 年間の平均相対照度は 25% 前後と推定される。

河原 (1983) は、相対照度と下木成長との関係を検討し、単純林での樹高成長に対するスギ下木の樹

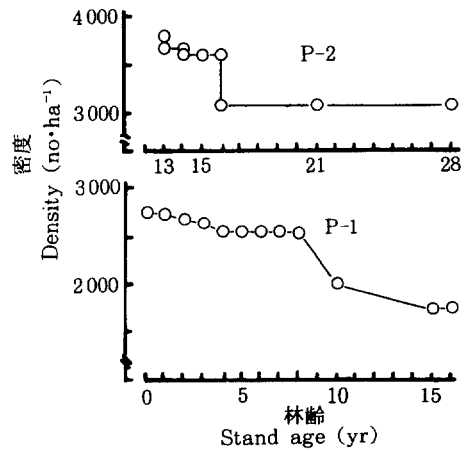


Fig. 1. 下木密度の変化  
Changes in density of understory.  
P-1: スギ-スギ二段林  
Sugi-Sugi two-storied forest  
P-2: スギ-ヒノキ二段林  
Sugi-Hinoki two-storied forest

Table 1. 上木伐採時の林分概況

Descriptions of the experimental stands just before overstory harvest.

	P-1		P-2	
	上木(Sugi*) Overstory	下木(Sugi*) Understory	上木(Sugi*) Overstory	下木(Hinoki**) Understory
林齢 (yr) Stand age	82	8	68	14
本数密度 (no · ha <sup>-1</sup> ) Density	189	2 530	292	3 800
平均胸高直径 (cm) Ave. D.B.H.	48.7	—	34.0	4.4
平均樹高 (m) Ave. height	31.8	2.2	22.1	4.5
平均枝下高 (m) Ave. clear length	16.9	—	12.2	1.5
胸高断面積 (m <sup>2</sup> · ha <sup>-1</sup> ) Basal area	35.9	—	27.0	4.6
材積 (m <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup> ) Stem volume	435.7	—	258.5	15.8

\* : *Cryptomeria japonica* D. Don

\*\* : *Chamaecyparis obtusa* Endl.

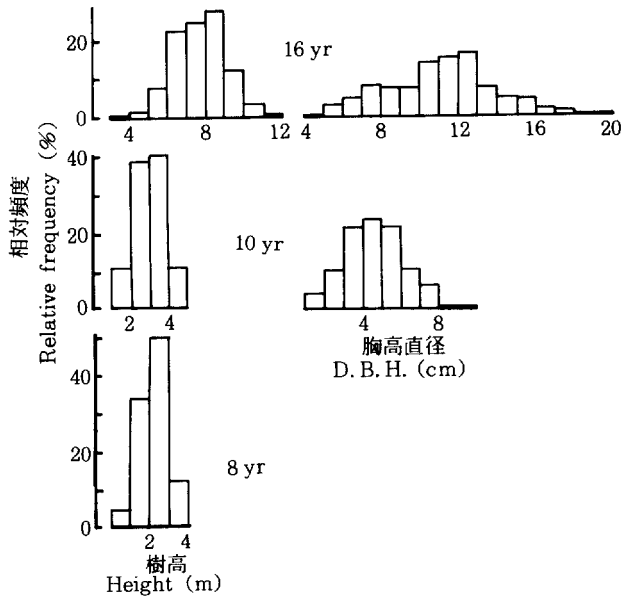


Fig. 2. P-1 下木の胸高直径, 樹高の頻度分布  
Relative frequency of D.B.H. and height in P-1.

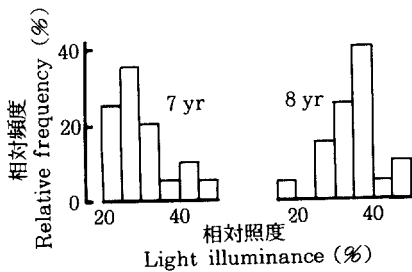


Fig. 3. P-1 の相対照度の頻度分布  
Relative frequency of light illuminance in P-1.

高成長の割合について次式を示した。

$$1/H = 0.169/(I/I_0) + 1/118$$

ここで H は樹高成長の割合 (%),  $I/I_0$  は相対照度を示す。この式から相対照度 70, 40, 25% での樹高成長の割合は, それぞれ 92, 79, 65% となる。

8 年生下木の樹高は, 高い順に 1 割の平均が 3.4 m であった。1 割の個体が林内の明るい場所で生育していたとすると, 樹高成長の割合 92%, 植栽時の平均樹高 0.17 m から, 調査地が単純林であった場合の 8 年間の樹高成長量は, 3.5 m と推定される。

スギ下木全体の 8 年間の平均樹高成長量は, 単純林

での推定値と樹高成長の割合 79% から 2.8 m と推定され, 8 年生樹高はこの値に植栽時樹高を加えた 2.9 m と推定される。また, 同じようにして林内の暗い場所での 8 年生樹高は 2.4 m と推定された。

測定されたスギ下木 8 年生の平均樹高は 2.2 m で, 暗い場所での推定値に近い。このように推定値よりも実測樹高が低くなったのは, 相対照度の影響とともに植栽時の平均樹高が 0.17 m と小さく, 植栽後 3, 4, 5 年目に下刈りを行ったものの, 下木の平均樹高が 1 m 以上になったのが 5 年生であり, 雑草木による成長への影響があったことが考えられる。

P-2 の上木伐採時の林齢は上木、下木それぞれ 68, 14 年生であった。上木は、密度が  $292 \text{本} \cdot \text{ha}^{-1}$ 、平均胸高直径が 34.0 cm、平均樹高が 22.1 m、幹材積が  $259 \text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  で、Ry は南近畿・四国地方スギ林分密度管理図で 0.41 であった。

ヒノキ下木 14 年生の密度は  $3800 \text{本} \cdot \text{ha}^{-1}$ 、平均胸高直径は 4.4 cm、平均樹高は 4.5 m で、胸高直径、樹高の頻度分布 (Fig. 4) は、胸高直径で 1~9 cm、樹高で 2~8 m と個体差がみられた。このような個体差の原因について検討してみる。下木は 7, 12 年生時の 2 回枝打ちされていたが、いずれの枝打ちも例として示した 15 年生時の樹高と枝打ち高の関係 (Fig. 5) と同様に、大きい個体ほど高く打っていたが、枝打ち高率は大きい個体ほどやや低下する傾向であった。この枝打ち法では、藤森 (1975) が示したように枝打ちしない場合や枝打ち高を一定にした方法に比べ個体成長の差を小さくできよう。また、下木植栽後 9 回の下刈りを行っており、下木の成長に雑草による大きな影響は考えにくい。下木の胸高直径や樹高に個体差がみられたのは、相対照度を測定していないためその分布は分からないが、P-1 でみられたような植栽位置による相対照度の違いや、微地形による土壌条件の違いで成長差が生じ、下木間の競争がその差を一層増大させたためと推察される。

### 3.2 上木伐採前後の下木成長

P-1, P-2 下木の胸高直径成長量、樹高成長量を毎木調査の期間ごとに平均を求め Fig. 6 に示した。P-1 下木の平均樹高成長量は、上木伐採前 1 年間で 0.32 m であったが、伐採後 2 年間の平均は 0.39 m で、伐採前年に比較してやや大きかった。伐採後 3 年目に当たる 11 年生から 15 年生にかけての 5 年間

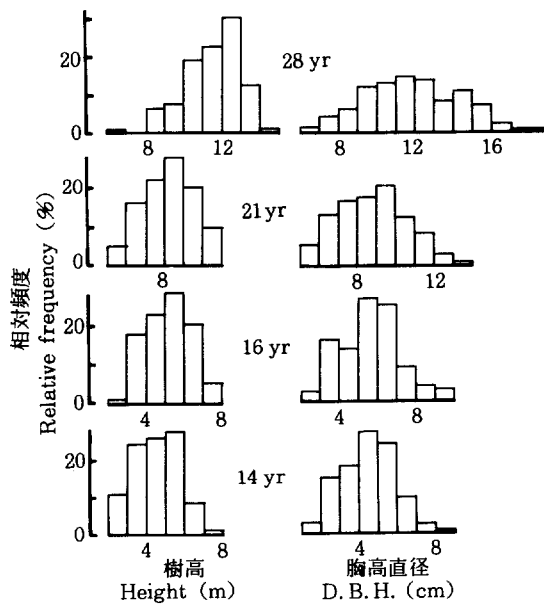


Fig. 4. P-2 下木の胸高直径、樹高の頻度分布  
Relative frequency of D.B.H. and height in P-2.

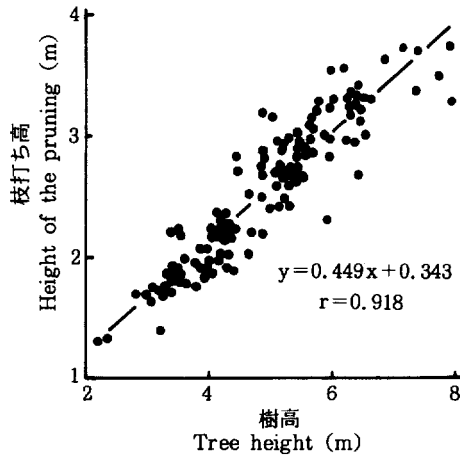


Fig. 5. P-2 下木の 15 年生樹高と枝打ち高の関係  
Relationship between tree height and height of the pruning of 15-year-old in P-2.

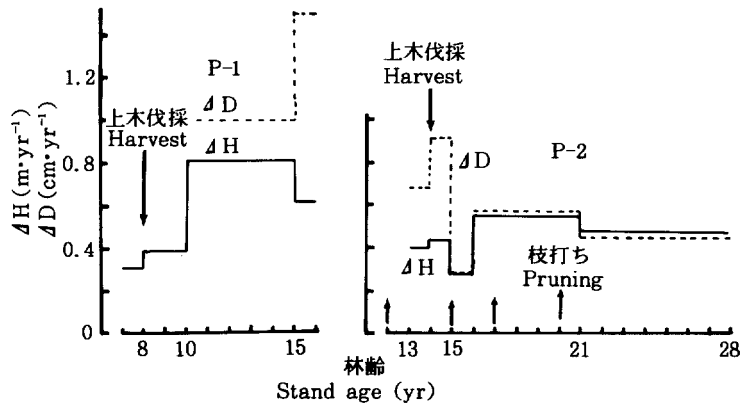


Fig. 6. 下木の胸高直径成長量 ( $\Delta D$ ), 樹高成長量 ( $\Delta H$ ) の変化  
Changes of annual increment of D.B.H. ( $\Delta D$ ) and tree height ( $\Delta H$ ).

は、平均 0.82 m と大きくなったが、16 年生では 0.62 m であった。一方、平均胸高直径成長量は、伐採後 3 年目に当たる 11 年生から 15 年生の 5 年間の平均が 1.0 cm で、16 年生では 1.5 cm であった。毎木調査の間を補足するため、伐倒した 10 本の供試木から求めた平均胸高直径成長量、樹高成長量を Table 2 に示した。樹高成長量は、伐採後 1~2 年間は少し増加する程度であるが、3 年目の 11 年生から急激に増加し、4 年目以降はほぼ一定になる傾向が見られた。胸高直径成長量は、伐採後 1 年目から増加し、3 年目以降はほぼ一定であった。

P-2 下木の 13 年生に当たる上木伐採前 1 年間の平均胸高直径成長量、樹高成長量はそれぞれ 0.68 cm, 0.41 m であった。下木の 12 年生時の枝打ちは、平均枝下高 1.5 m で、13 年生樹高から次年度の成長量を差し引いて推定した 12 年生時の樹高 3.7 m に対して枝打ち高率 40% であった。枝打ち高率 40% で下木密度が比較的高いため、FUJIMORI and WASEDA (1972) が示したように葉量除去率は 20% 以下と推定され、枝打ち 2 年後となる上木伐採前年の成長に、この枝打ちはほとんど影響しなかったと思われる。

伐採後の樹高成長量は、1 年目が 0.44 m で、伐採前年の 0.41 m に比較しわずかに増加した。この時点で平均樹高 5.0 m に対して平均枝打ち高 2.6 m、枝打ち高率 52% と下木であったときよりも強い枝打ちを行い (Fig. 5)、2 年目の樹高成長量は 0.28 m に低下した。胸高直径成長量は、1 年目には伐採前年の値 0.68 cm より増加し 0.92 cm を示したが、2 年目は枝打ちにより 0.29 cm に低下した。その後は 2 回の枝打ちを行っており、樹高成長量は  $0.5 \text{ m} \cdot \text{yr}^{-1}$  前後、胸高直径成長量は  $0.4 \sim 0.6 \text{ cm} \cdot \text{yr}^{-1}$  であった。

このように、スギ、ヒノキ下木の上木伐採後 1 年目の成長量は、胸高直径、樹高とも伐採前年より増加したが、増加程度は胸高直径が樹高に比べ大きく、上木伐採の影響は胸高直径成長に早く現れた。そして、スギ下木で上木伐採後の成長がほぼ一定になるのは、胸高直径が 3 年目以降、樹高が 4 年目以降で、胸高直径が樹高よりもやや早い傾向がうかがわれた。

### 3.3 上木伐採後の下木成長

上木伐採後の成長が、個体の大きさによってどのように異なるかをみるため、P-1 で伐採時の下木樹高を 2 m 未満、2 m 以上から 3 m 未満、3 m 以上の 3 段階に分け、それぞれの樹高成長量、胸高直径成長量の頻度分布と平均値を Fig. 7 に示した。樹高成長量は、伐採後 2 年間に当たる 9, 10 年生では伐採時樹高の大きさによる違いは明らかでなく、2 年間の樹高成長量は 0.78 cm 程度であった。11 年生から 15 年生にかけての 5 年間の樹高成長量は、伐採時樹高の小さい個体の平均で 3.5 m、中間個体の平均で 4.1 m、大きい個体の平均で 4.3 m と、伐採時樹高が大きい個体ほど大きい傾向がうかがわれた。一方、胸高直径成長量は、11 年生から 15 年生にかけての 5 年間の値が、小さい個体の平均で 4.1 cm、中間個体の平均で 4.9 cm、大きい個体の平均で 5.7 cm となり、伐採時樹高の大きい個体ほど大きくなっていった。

P-2 下木を上木伐採時樹高の大きさによって 4 m 未満、4 m 以上から 5.5 m 未満、5.5 m 以上の

Table 2. P-1 の供試木による平均胸高直径成長量 ( $\Delta D$ )、樹高成長量 ( $\Delta H$ ) の変化  
Annual increment of average D.B.H. ( $\Delta D$ ) and average height ( $\Delta H$ ) of sample in P-1.

林齢 Stand age (yr)	$\Delta D$ (cm · yr <sup>-1</sup> )	$\Delta H$ (m · yr <sup>-1</sup> )
7	0.45	0.30
8	0.38	0.25
9	0.58	0.30
10	0.75	0.35
11	1.28	0.70
12	1.15	0.88
13	1.15	0.92
14	1.07	0.96
15	1.25	0.98
16	1.13	1.14

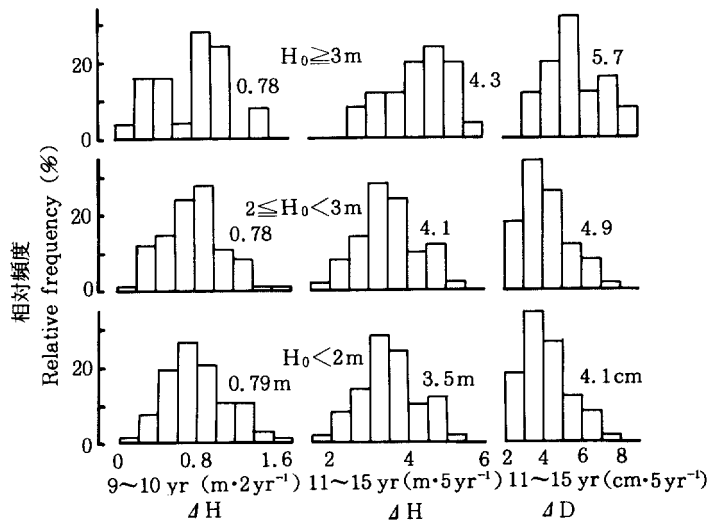


Fig. 7. P-1 下木の胸高直径成長量 ( $\Delta D$ ) と樹高成長量 ( $\Delta H$ )  
 Increment of D.B.H. ( $\Delta D$ ) and height ( $\Delta H$ ) in P-1.  
 $H_0$ : 上木伐採時の下木樹高  
 Height of understorey at the harvest.

3段階に分け、それぞれの樹高成長量、胸高直径成長量の頻度分布と平均値を Fig. 8, Fig. 9 に示した。伐採後1年目の15年生時における樹高成長量は、伐採時の樹高階の高い個体から低い個体にかけての平均がそれぞれ0.46, 0.43, 0.35 mで、樹高階の高いものほど大きい傾向がみられたが、高い個体と低い個体での差は0.11 mと小さかった。伐採後2年目の樹高成長量は、枝打ちによりいずれの樹高階も低下したが、伐採後1年目と同様に伐採時樹高の高いものほど大きい傾向がみられた。伐採後3年目に当たる17年生から21年生までの5年間の成長は、樹高階の高いものほど低下する傾向がみられた。一方、胸高直径成長量は、伐採後1年目では樹高階の高い個体から低い個体にかけての平均がそれぞれ1.15, 0.91, 0.82 cmで、樹高成長と同様に樹高階の高いほど大きい傾向がみられた。伐採後2年目は、枝打ちによりいずれの樹高階も低下したが、伐採時樹高の高い個体ほど大きい傾向がみられた。伐採後3年目に当たる17年生から21年生までの5年間の成長は、樹高階の高いものと低いものに比べ、中間のものはやや悪い傾向がみられたが、その差は小さかった。

このように、上木伐採時の下木個体の大きさの違いによる伐採後の成長についてみると、樹高ではP-1の伐採後2年間は差がなく、また、P-2の伐採後1年目は個体の大きいものほど大きい傾向がみられたものの、その差は小さかった。伐採1年目の胸高直径成長量は、P-2で個体の大きさによる差がみられた。これらから上木伐採後1~2年間の樹高成長は上木伐採時の個体の大きさによりあまり影響されず、影響してもわずかであるといえよう。一方、胸高直径成長は、前述したように伐採翌年の成長増加が大きくなるためか、個体による大きさの影響を受けやすいと思われる。伐採後3年目以降になると、

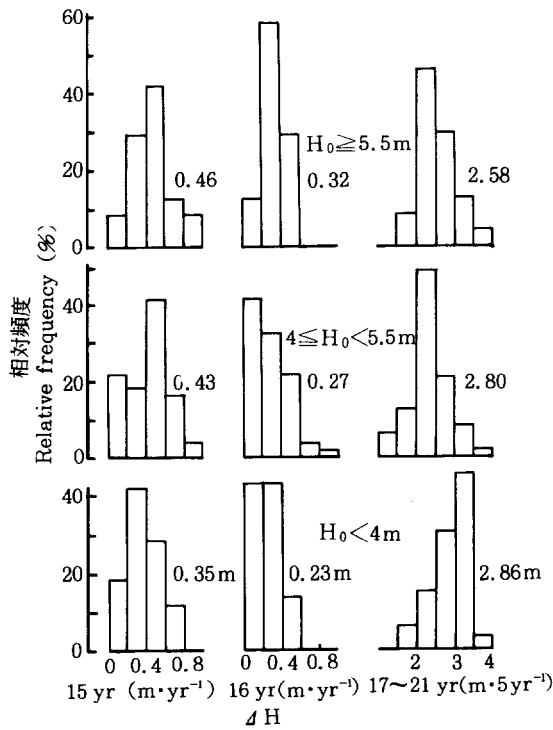


Fig. 8. P-2 下木の樹高成長量 ( $\Delta H$ )  
 Increment of tree height ( $\Delta H$ ) in P-2.  
 $H_0$ : 上木伐採時の下木樹高  
 Height of understory at the harvest.

P-1 のように特別な施業をしなければ樹高成長量、胸高直径成長量とも伐採時に大きかった個体ほど大きくなる。これらのことは、調査林分の中で比較的光環境がよかった大きい個体とそうでない小さい個体で、伐採後1~2年間の樹高成長に大きな差はないが、直径成長には差が生じ、伐採後3年目以降になると樹高成長量、直径成長量ともに光環境がよかった個体ほど大きくなることを示唆している。しかし、P-2 のように先に述べた枝打ち方法で枝打ちを繰り返すと、大きい個体と小さい個体の成長差はそれほど大きくなりえないといえよう。ただ、上木伐採後の成長は、下木の林齢や大きさ等によって異なることが予想されるため、これらの影響については今後資料を集めて検討しなければならない。

### 3.4 下木の成長経過

P-1 スギ下木の成長 (Fig. 10) は、上木伐採後3年目ころからよくなり、16年生時には平均胸高直径が11.0 cm、平均樹高が7.7 mであった。これらの頻度分布 (Fig. 2) をみると、伐採時に比べ16年生時には絶対値の分布範囲が広く、個体による差が大きくなっていった。これは、Fig. 7 に示したように大きい個体ほど成長量が大きくなり、小さい個体との差が大きくなったためである。下木の成長量は、上木伐採から16年生まで8年間の平均樹高成長量が0.69 m、平均胸高直径成長量は測定値のあ

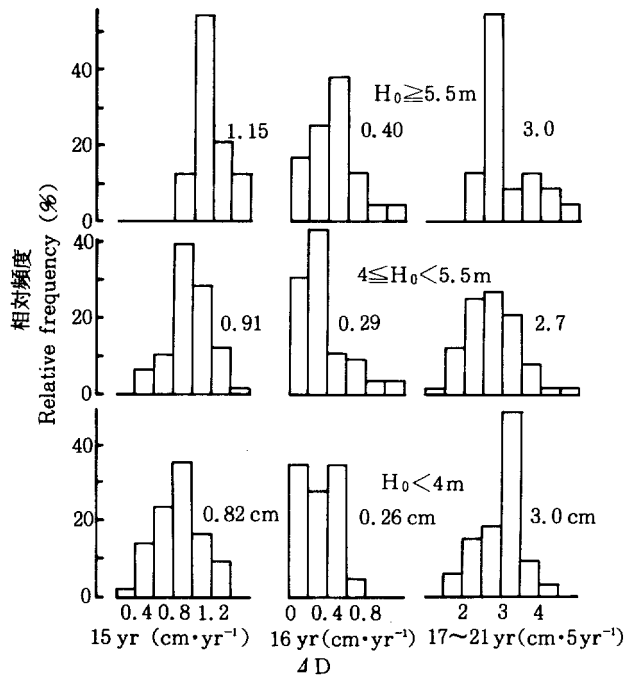


Fig. 9. P-2 下木の胸高直径成長量 ( $\Delta D$ )

Increment of D.B.H. ( $\Delta D$ ) in P-2.

$H_0$ : 上木伐採時の下木樹高

Height of understory at the harvest.

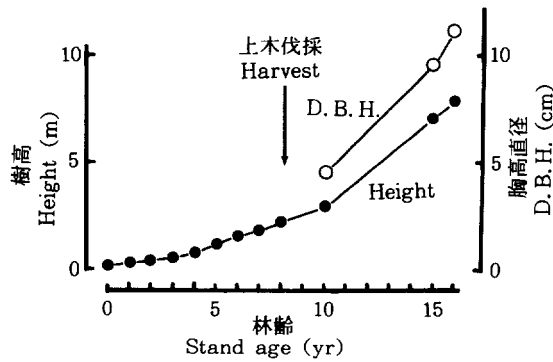


Fig. 10. P-1 下木の成長経過

Changes of average D.B.H. and average tree height in P-1.

る11年生から16年生までの6年間で1.1cmであった。

P-1の地位指数を上木樹高から高知営林局の地位判定基準図(高知営林局, 1970)で求めると24で、

16年生の樹高は12.7mと推定された。この推定樹高と16年生下木の平均樹高とは5mの違いが、また、下木樹高の高いものから本数で1/3までの平均樹高を求めると9.1mで、この値とは3.6mの違いがみられ、上木伐採後8年経過してもその差は大きい。

上木伐採後のスギ下木の成長について早稲田（1981）は、下木が10年生のときに上木の広葉樹を伐採し、伐採後9年間で下木スギの樹高が単純林の樹高に近くなったという結果を得ており、今回の結果と異なる。ただこの調査林分は、単純林と上木伐採林分、それに継続中の二段林の三種類があって、単純林では15年生時に、上木伐採林分と二段林下木では17年生時にいずれも1回枝打ちが行われているが、枝打ち強度は明らかでない。各林分の樹高成長経過をみると、15年生を過ぎるころから上木伐採林分、二段林下木とも単純林の樹高に近づいている。これらのことから、枝打ち強度が単純林に比べ、上木伐採林分、二段林下木とも弱かったことが考えられる。あるいは、枝打ち強度がほぼ同じで、植栽品種が耐陰性の高いヒズモスギであったことから、成長経過に品種の特徴が現れた可能性もある。このように、上木伐採後の下木成長が異なった理由は不明である。下木の上木伐採後の成長については、今後資料を集め解明しなければならないであろう。

スギ下木の胸高直径成長量は、先に供試木10本の樹幹解析結果からTable 2にその平均を示したように、上木伐採後は年とともに成長がよくなり年輪幅が大きくなっていった。供試木の中で、林分の平均木に近い3本についての樹幹解析図をFig. 11に示した。いずれの供試木とも、上木があった8年生までは成長が悪く年輪幅が小さいが、上木伐採後は年とともに成長がよくなり年輪幅が大きくなっていった。日本農林規格によって欠点とされる直径成長量12mm以上の本数割合は、16年生時には76%と高かった。当林分のように、土壌条件が良くて下木密度が高くない条件では、下刈り期が終了して上木を伐採しその後特別な施業をしなければ、下木期の年輪幅の狭い材部はわずかで、上木伐採後の年輪幅

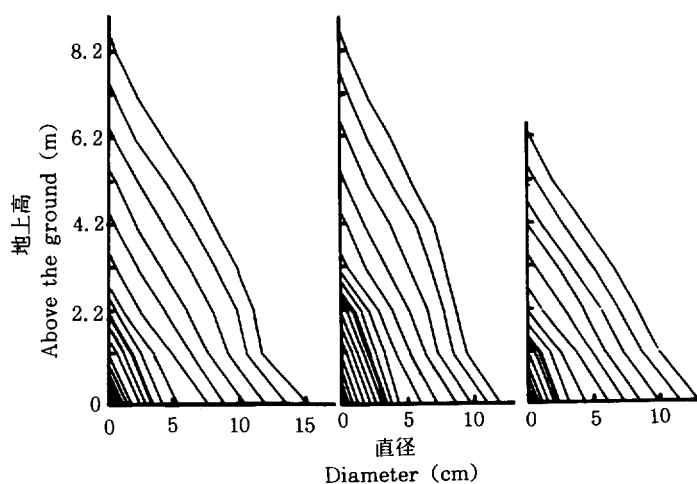


Fig. 11. P-1 下木 16 年生の樹幹解析図  
Annual ring width of 16-year-old in P-1.

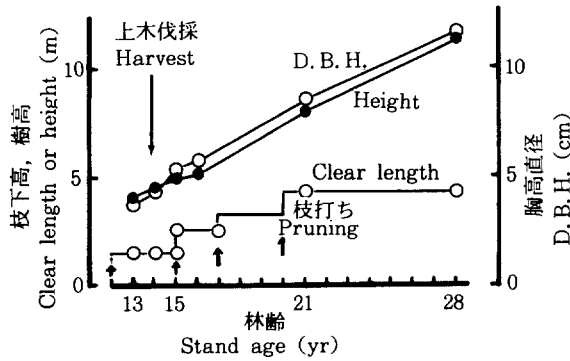


Fig. 12. P-2 下木の成長経過と枝下高の変化  
Changes of average D.B.H., average tree height and average clear length in P-2.

の広い材部が大部分を占めるといえる。この結果、二段林の長所の一つである年輪幅が狭くてそろった良質材の生産は、きわめて難しいといえよう。

P-2 ヒノキ下木の成長経過を Fig. 12 に示した。図には枝打ちの経過と枝下高の変化も合わせて示した。14 年生で上木を伐採したあと、3 回枝打ちを行っており、28 年生の平均胸高直径は 11.8 cm、平均樹高は 11.5 m であった。枝打ちの繰り返されたこの林分では、上木伐採後における個体ごとの胸高直径、樹高の頻度分布 (Fig. 4) は、21 年生までは絶対値の分布範囲が広がっていないが、28 年生の胸高直径ではその範囲が広がっていた。これは、20 年生までの枝打ちによって個体の大きさによる成長差が小さくなった (Fig. 8, Fig. 9) もの、その後ヒノキ下木間での競争により胸高直径が大きい個体ほど成長量が大きくなったためである。上木伐採後の成長量は、枝打ち前後で差があるものの、伐採後 14 年間の平均樹高成長量が 0.53 m、平均胸高直径成長量が 5.8 mm であった。この林分の年輪幅は 3 mm を目標にしていることを述べたが、上木伐採後はほぼ目標値に近い成長であった。

この林分のように数年ごとに枝打ちを繰り返した場合に、どの程度直径や樹高成長を抑制するかは不明である。しかし、前回の枝打ちによる成長への影響がほぼなくなってから次回の枝打ちを行っていると考え、上木伐採後の枝下高率 50% 強の枝打ちでは葉量除去率 30% 前後 (FUJIMORI and WASEDA, 1972) である。樹高が 6 m 前後のヒノキでこの程度の枝打ちを行った場合には、翌年の直径成長量が無枝打ち木の 65% 前後であった (藤森, 1975) ことから、当林分での枝打ちが上木伐採後の直径成長の抑制に効果があったと考えられる。

#### 4 おわりに

下木で生育したスギやヒノキの上木伐採後の成長は、伐採前の光環境による生育条件や下木の林齢、大きさ、立木密度、土壌条件等によって影響されると考えられる。今回調査した 2 事例では、個体ごとの光環境の前歴を測定しておらず、事例が少ないこともあってこれら要因ごとの解析ができなかった。これらについては、今後資料が集まった段階で明らかにしたい。

今回調査した林齢の若いスギ下木は、上木伐採3~4年後には単純林と同じ程度の成長に回復した。しかし、上木伐採時には下木が若くて小さいため、年輪幅の狭い材部はごくわずかで、ほとんどは年輪幅の広い材であった。二段林の長所の一つにあげられる年輪幅が狭くてよくそろった材の生産は、立地条件の良い場所での短期二段林では困難であるといえよう。短期二段林で年輪幅をそろえるには、ヒノキ下木のように上木伐採後に枝打ちを行う必要がある。しかし、その時期や枝打ち方法については、立地条件や立木密度と関連づけて解明しなければならない今後の課題である。

短期二段林施業は、更新時の地ごしらえや苗木植栽、その後の下刈り作業が上木の庇陰下で行えるため、皆伐更新に比べて労働が楽になる。あるいは、下刈りが省力できる可能性もある。皆伐のように裸地化しないため、林地の保護や景観を損なわない環境保全面での長所を持っている。反面、庇陰下であるため下木の成長が遅く、雑草木より大きくなるまでの期間も長くなり、下刈り期間が長くなる。下木は形状比が高く、この間にツル類による幹曲がりが生じやすい。また、上木の伐採、搬出による下木の損傷を避けることができないなどの欠点を持っていると考えられる。年輪幅については、下木時、上木伐採後について先に述べた。これら短期二段林施業の長所、欠点については、事例が少ないため明らかでない点が多い。実際に短期二段林施業を行う場合は、これらの点を考慮し、それぞれの現場をよく観察しながら長所を発揮させ、短所を出さないように行うべきであろう。

この調査を進めるに当たり愛媛県上浮穴郡久万町の故岡 譲氏、そして岡 信一の両氏には調査地を提供していただき、調査に協力いただいた。また、高知営林局技術開発室、松山営林署経営課の皆様には調査に協力していただいた。これらの皆様に厚くお礼申し上げたい。

## 5 摘 要

短期二段林の施業方法を解明するため、上木伐採後保育をしなかった上木スギ-下木スギ短期二段林と、下木に継続して枝打ちを行った上木スギ-下木ヒノキ短期二段林で上木伐採後の成長を検討した。下木スギ林分は、下刈りの必要がなくなった8年生で平均樹高が2.2mのときに上木を伐採し16年生まで調査した。下木ヒノキ林分は、14年生で平均樹高が4.5mのときに上木を伐採し下木時に2回、上木伐採後に3回の枝打ちを行っており、28年生まで調査した。

(1) スギ下木の上木伐採後1年目に当たる9年生時の成長量は、胸高直径、樹高とも伐採前年より増加した。その増加程度は、胸高直径で大きく、樹高はわずかであった。上木伐採後2、3年目にかけてスギ下木の成長量は急激に増加し、成長量がほぼ一定になったのは、胸高直径が伐採3年目以降、樹高が4年目以降で、胸高直径が樹高よりもやや早い傾向がうかがわれた。ほぼ一定になった年間成長量は、胸高直径で1cm、樹高で0.82m前後であった。

(2) 上木伐採から16年生まで8年間の平均樹高成長量は0.69m、平均胸高直径成長量は11年生から16年生までの6年間で1.1cmであった。16年生の平均胸高直径は11.0cm、平均樹高は7.7mであった。

(3) 上木樹高から推定した16年生のスギ単純林樹高は12.7mで、平均樹高と比較して5mの違いが、また、下木樹高の高いものから本数で1/3までの平均樹高を求めると9.1mで、この値とは3.6m

の違いがみられた。下木は、下木期の成長の遅れを上木伐採後に取り返すことができないことを示していた。上木伐採後の下木成長については、上木広葉樹-スギ下木の上木伐採後、下木の成長が単純林の大きさに近くなったという今回の結果と反する報告があり、今後の検討が必要である。

(4) 上木伐採時のスギ下木の樹高の大きさと伐採後 2 年間の樹高成長量の関係は、下木の大きさによる違いが明らかでなかった。その後、11 年生から 16 年生まで 5 年間の樹高成長量と、測定値のある 11 年生から 15 年生までの胸高直径成長量は、伐採時樹高の大きい下木ほど大きくなっていった。下木期に植栽位置等によって光環境がよくなく成長の悪かった個体は、光環境がよく成長のよかった個体に比べ、上木伐採後その差がますます大きくなることを示していた。

(5) スギ下木の年輪幅は、下木期であった 8 年生までは小さいが、上木伐採後 3 年目以降は大きくなった。下木期の年輪幅の狭い材部はわずかで、大部分は年輪幅が大きかった。土壌条件がよく下木密度が高くない短期二段林では、上木伐採後に枝打ち等の施業を行わない限り、年輪幅が狭くてそろった良質材生産は困難であるといえる。

(6) ヒノキ下木の上木伐採後 1 年目の成長量は、胸高直径、樹高とも伐採前年より増加し、その増加程度は、胸高直径が樹高に比較し大きく、スギ下木と同様の傾向がみられた。

(7) ヒノキ下木は、上木伐採後大きい個体ほど高く打つ枝打ちが 2~3 年ごとに 3 回行われ、上木伐採後 14 年間の年平均樹高成長量は 0.53 m、胸高直径成長量は 5.8 mm で、年輪幅の抑制に効果が見られた。平均年輪幅は約 3 mm で、年輪幅からみると良質材の条件を十分に満たしていた。28 年生の平均胸高直径は 11.8 cm、平均樹高は 11.5 m であった。

(8) 短期二段林で上木伐採後に下木成長を抑制し、無節性が高く年輪幅の狭くてよくそろった優良材を生産するための方法として、枝打ちの効果が確かめられた。

## 引用文献

- 安藤 貴, 桜井尚武, 谷本丈夫, 竹内郁雄, 宮本倫仁: 小田深山林内更新試験地における林床植生の再生量, 林試研報, 323, 155~162 (1983)
- FUJIMORI, T. and O. WASEDA: Fundamental studies on pruning II. Effects of pruning on stem growth (1), Bul. Gov't For. Exp. Sta., 244, 1-15 (1972)
- 藤森隆郎: 枝打ちの技術体系に関する研究, 林試研報, 273, 1~74 (1975)
- 河原輝彦: 人工庇陰下の植栽木と樹下植栽木の生長比較, 林試研報, 323, 133~134 (1983)
- 高知宮林局: 地位指数判定基準表作成説明書, 高知宮林局, 71 pp. (1970)
- 早稲田 収: 複層林の仕立て方, 林業改良普及協会, 250 pp. (1981)

## Growth of Understory after the Harvest of Overstory in Short Period Two-Storied Forests

TAKEUCHI, Ikuo<sup>(1)</sup>, OCHIAI, Yukihito<sup>(2)</sup>, KAWASAKI, Tatsuro<sup>(3)</sup>  
and ANDO, Takashi<sup>(4)</sup>

### Summary

The effects of the harvest of overstory on growth of understory in Sugi-Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Sugi-Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) short period two-storied forests were examined in Ehime Prefecture. Overstory in a Sugi-Sugi short period two-storied forest was harvested when the Sugi understory had reached 8-years-old, with a mean tree height of 2.2 meters that was adequate to prevent the need for weeding. Since then, the stand has not been tended. Overstory in a Sugi-Hinoki short period two-storied forest was harvested when the Hinoki understory was 14-years-old, with a mean tree height of 4.5 meters. The Hinoki understory was pruned when it was 7, 12, 15, 17, and 20 years-old.

After comprehensive investigation the following points have become clear. The effect on the growth of height and diameter of Sugi understory are slightly promoted for one growing season after harvest of the overstory, with the rate of diameter increment being greater than that of height. The growth of height and diameter are rapidly promoted after the third year after the overstory was harvested. The annual diameter increases of the understory nearly reach a plateau at the third year, and that of height at the fourth year. The average annual diameter increment during the six growing seasons from the third year after harvest is 1.1 centimeters per year which is larger value. The average tree height at 16-years after eight growing seasons from the harvest of the overstory is 7.7 meters. A figure lower than that of the same age monoculture Sugi stand.

For Hinoki understory the growth of height and diameter are slightly promoted for one growing season after the harvest of the overstory. Further the rate of diameter increment is greater than that for height as with the Sugi understory. The average diameter increment of the Hinoki during the fourteen growing seasons after the harvest of overstory is 5.8 millimeters per year. This narrow ring-width is rated as high-quality in the Japanese market. It is presumed that narrow ring-width of the understory tree is due to proper pruning operations carried out at intervals as short as two or three years after harvest.

After removal of overstory the young understory trees grow first with a ring-width that tends to be too wide. It is therefore necessary that proper tending of understory is undertaken so as to produce high quality timber.

---

Received June 21, 1991

(1) (3) Shikoku Research Center

(2) Forestry Technology Division

(4) Iwate University