

(研 究 資 料)

人工林の複層林施業に関する研究 (V)

複 層 林 の 林 分 構 造 と 生 長

複層林施業研究班

Working Group on Multistoried Forests : Research Materials
on the Treatment of Artificial Multistoried Forests V
Structure and Growth of Multistoried Stands
(Research note)

要 旨：複層林の林分構造と生長の関係を解析した事例はきわめて少なく、複層林の保育技術を確立するためには、なお多くの資料の集積が必要である。その一部として二段林および択伐林の林分生長の解析を行った。上木の間伐強度を3段階に変えた二段林（上木スギ69年生、下木ヒノキ37年生）と、上木の枝打ち強度を4段階に変えた二段林（上木スギ12年生、下木スギ7～8年生）について、それぞれ10年間と3年間の林分生長を検討した。二段林の上木の生長と上木密度との関係は、単層林の場合とおなじく解析できるが、下木の生長は上木の取り扱いによる光環境の変化に応じて変動する。上木の間伐、枝打ち強度が強いほど、下木の生長は増加するが、上木の林分生長量は逆に減少する。林分の経営目標に応じて取り扱い法を変える必要がある。また択伐林については、岐阜県今須およびその隣接地域において経営されてきた2林分を調査し、その林分構造と生長の実態を解析した。

目 次

スギ・ヒノキ二段林上木間伐試験地の林分生長.....	安竹宮 桜	藤内本井	郁倫尚	貴雄仁武	182
スギ二段林上木枝打ち試験地の物質生産.....	安谷宮	藤本本	丈倫	貴夫仁	190
今須択伐林試験地の林分構造と生長.....	藤鈴早内山斎	森木田村本藤	隆健	郎敬収三雄	202
山東択伐試験地の林分構造と生長.....	内鈴山藤	村木本森	悦久勝	三敬雄	207

スギ・ヒノキ二段林上木間伐試験地の林分生長

安 藤 貴⁽¹⁾・竹 内 郁 雄⁽²⁾

宮 本 倫 仁⁽³⁾・桜 井 尚 武⁽⁴⁾

Takashi ANDO, Ikuo TAKEUCHI, Michihito MIYAMOTO and
Shobu SAKURAI: Growth of the Sugi (*Cryptomeria japonica*)

-Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) Two Storied Stands
after Thinning of Overstory Trees

は じ め に

愛媛県上浮穴郡久万町の久万林業地帯では、大正の中期から二段林の造成が始まったとされているが、現存する最も古い二段林は、竹内友長氏所有の上木をスギ、下木をヒノキとする二段林である。この二段林の上木を3段階の間伐強度に間伐した試験地を1968年に設定し、1973年に再度の間伐を実施し、1978年に試験地設定10年後の調査を行ったので、これまでの結果について報告する。

この試験地とした二段林は、1968年設定時に、上木のスギは69年生、下木のヒノキは37年生であった。試験地の設定に先だち、1967年に生産構造や純生産量の調査²⁾を行ったが、この調査の結果から、上木は二段林としては密な状態にあり、下木上部の光環境も相対照度が10%弱とその生育を期待するには不十分であった。また、これまでの生産の主体は主に上木にあったが、上木の林齢が約70年になっており、今後は生産の主体を徐々に下木に移行させてよい段階にあるものと判断された。その方策として、上木を徐々に収穫し、下木の光環境の改善をはかり、その経過を観察することによって、この種の二段林の保育・維持・管理技術を明らかにすることを目的として、この試験に着手した。

報告にあたり、試験地のご提供をいただいた竹内友長氏、試験地設定時にご助力いただいた愛媛県の久保田善信氏に厚くお礼申し上げる。

I 試験地の概況と試験設計

試験地は愛媛県上浮穴郡久万町二名の傾斜のゆるやかな山麓斜面上にある。土壌は緑色片岩を母材とする残積土で、土層は深く、石礫に乏しく、A層は腐植に富み、黒色～暗褐色を呈し、A₀層は10～13cmで団粒構造がよく発達している。土壌型はB₀型である。

樹齢から判断すると、2年生苗木を植栽したものとして、上木のスギは1901年に、下木は1933年に植栽されたものと判断される。上木については地上高11～12mまで枝打ちされているが、試験開始までの保育経過については明らかでない。なお、試験開始時から今日まで、林床は適度に植生でおおわれている。

1968年に、上木の強度間伐区としてKT-1、中庸度間伐区としてKT-2、弱度間伐区としてKT-3の3区を設けた。試験区の面積はいずれも20×30mの600m²で、試験区の周囲約10m幅の範囲を試験

区と同様に取り扱った。1968年の間伐前の上木の密度は333~467本/haの範囲にあったため、強度、中庸度および弱度間伐区の間伐後の残存密度を、それぞれ150, 300, 450本/haを目標に、残存木の立木配置が均等になるよう配慮して選木した。5年後の1973年に、さらに再度の間伐を実施し、残存密度をそれぞれ100, 200, 300本/haとした。1973年上木の間伐後、下木に枝打ちが実施された。

調査は、5年ごとに樹高、胸高直径、枝下高を毎木測定した。また、第1回間伐時に間伐木について、上木15本、試験区の周囲から下木を15本選り樹幹解析を行い、幹材積推定式作製の資料とした。

また、1968年11月間伐終了後、1969年3月に各区の上木3本を選び、地上11.2mの高さで、1本につき8方位、樹幹から2mと3m離れた位置の相対照度を、東芝5号照度計2台を用いて散光条件下で測定した。

II 結果と考察

1. 下木上部の光環境

下木上部の各区の平均相対照度は、前述の1969年3月の散光条件下の調査では、KT-1で42.9%, KT-2で25.6%, KT-3で19.3%を示した。この時以降については、照度の測定がきわめて困難であるため、実施していない。そこで安藤・宮本²⁾が夏至に近い日の全光条件下の相対照度(I/I_0)と上木の平均樹高(H)、平均樹冠長(H_K)および胸高断面積(G)との関係を求めた次式

$$I/I_0 = \frac{G \cdot H_K}{-0.245H + 0.912} + 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

によって、あとに示す林分構成値から、各調査時期の間伐前後の相対照度を求めた。その結果を図1に示す。

1968年間伐後の夏至に近い日の全光条件下の相対照度は、KT-1で42.5%, KT-2で27.5%, KT-3で17.9%と算出され、実測値との差は小さい。実測値と計算値は、入射光の条件や求めた相対照度の季節が違いため、ほぼ近い値が得られたことは、相対照度の季節変化を考慮に入れると、偶然の一致と考えることが妥当であろう。別報⁴⁾で示した散光条件下と全光条件下の季節別経年変化の図をみると、3月の散光条件下の相対照度は、夏至に近い日の全光条件下の相対照度より高い値を示している。

1966年3月の散光条件下の測定が、前述のとおり、幹から2mおよび3m離れたところで測定され、枝張りの範囲内で測定された点数の多いことを考慮に入れると、この時期の下木上部の平均相対照度としては、やや過少な値が得られたものと考えられる。したがって、ここに示した算出値は、ほぼ妥当な値が得られているものと考えてよいであろう。

ただし、1973年のKT-3の間伐前の値が負の値として示された。これは(1)式を導く過程で、樹高階ごとに $G \cdot H_K$ と I/I_0 の関係が、 $G \cdot H_K$ が0のとき、 I/I_0 が100%の点を通る

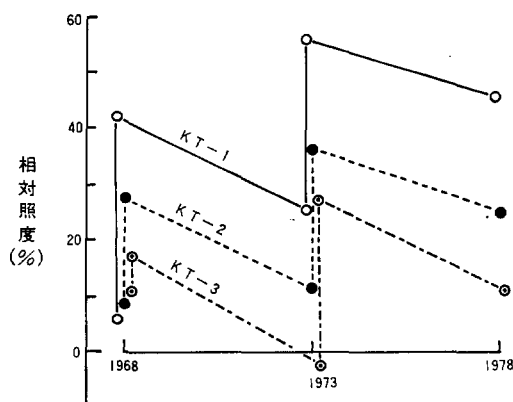


図1. 相対照度推定値の経過

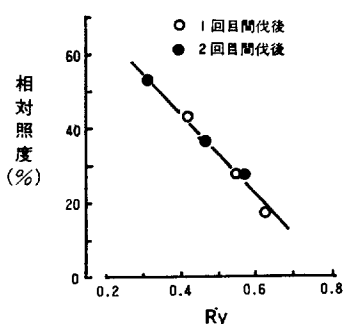


図 2. 間伐後の Ry と相対照度との関係

直線で示されるものとしたため、(1)式を $G \cdot H_K$ が増大するにしたがい、相対照度が 0 に漸近するような曲線によって表現することが必要であることが明らかになった。いずれにしても、1973 年の KT-3 の下木の光環境は、かなり悪化していたことを示すものといえよう。

後述する間伐後の収量比数¹⁾ (Ry) と (1) 式から求めた相対照度 (I/I_0) との関係は図 2 のとおりである。この関係は

$$I/I_0 = -110.12 Ry + 88.23 \dots (2)$$

で示され、相関係数は -0.998 と著しく高かった。図 2 に示

した点を、別報²⁾ のスギ林間伐後の収量比数と相対照度の上限と下限を示した図と比較すると、ほぼ中間ないしやや下方に位置する。これらの試験区が傾斜 5° の北西に面した緩斜面上にあることを考慮に入れると、このことから間伐後の相対照度がほぼ妥当な値を示しているものと考えてよいであろう。

2. 林分構成値と林分生長量

1968 年から 1978 年までの 5 年ごとの林分構成値の経過を表 1 に示す。表 1 に示した幹材積は、予備調査と前述の樹幹解析木から次に示す幹材積の推定式を作り、これによって求めた。

$$\text{上木スギ} \quad \log v = 0.773 \log D^2 H - 3.424 \dots (3)$$

表 1. 林 分 構 成 値 の 経 過

試験区	調査年 (年)	区 分	上木 下木	樹 種	樹 齢 (年)	平 均			ha あ た り			Ry
						樹高 (m)	枝下高 (m)	胸高 直径 (cm)	密 度 (本)	断面積 (m^2)	幹材積 (m^3)	
KT-1	1968	間伐前	上木	スギ	69	25.0	11.7	37.8	333	38,223	421,817	0.60
			下木	ヒノキ	37	9.4	3.5	9.9	883	7,058	31,817	
			計						1,216	45,281	453,634	
		間伐木	上木	スギ	69	24.2	11.5	33.8	167	15,071	171,000	0.42
		間伐後	上木	スギ	69	25.8	11.8	41.9	166	23,152	250,817	
			下木	ヒノキ	37	9.4	3.5	9.9	883	7,058	31,817	
			計						1,049	30,210	282,634	
	1973	間伐前	上木	スギ	74	27.6	11.6	46.0	166	27,847	304,917	0.44
			下木	ヒノキ	42	10.7	3.5	11.7	883	9,812	46,017	
			計						1,049	37,659	350,934	
		間伐木	上木	スギ	74	27.7	11.4	45.2	66	10,712	118,250	
			下木	ヒノキ	42	10.7	7.7	11.7	883	9,812	46,017	
		間伐後 (下木 枝打ち)	計						983	26,948	232,684	0.31
	1978		上木	スギ	79	28.0	11.7	50.5	100	20,245	214,820	0.32
			下木	ヒノキ	47	12.3	7.7	12.7	883	11,631	59,477	
			計						983	31,876	274,297	

表 1. (つづき)

試験区	調査年 (年)	区 分	上木 下木	樹 種	林齡 (年)	平 均			ha あ た り			R ^y
						樹高 (m)	枝下高 (m)	胸高 直径 (cm)	密 度 (本)	断面積 (m ²)	幹材積 (m ³)	
KT-2	1968	間伐前	上木	ス ギ	69	23.6	11.8	36.0	383	39.444	424.516	0.62
			下木	ヒノキ	37	9.6	3.8	10.5	950	8.392	38.034	
			計						1,333	47.836	462.550	
		間伐木	上木	ス ギ	69	23.4	12.0	35.5	83	8.324	89.783	
			下木	ヒノキ	37	7.8	3.3	9.8	83	0.639	2.467	
			計						166	8.963	92.250	
	1973	間伐後	上木	ス ギ	69	23.7	11.8	36.2	300	31.120	334.733	0.55
			下木	ヒノキ	37	9.8	3.8	10.5	867	7.753	35.567	
			計						1,167	38.873	370.300	
		間伐前	上木	ス ギ	74	25.5	11.8	39.3	300	36.641	405.267	0.58
			下木	ヒノキ	42	10.8	3.8	11.6	867	9.562	45.317	
			計						1,167	46.203	450.584	
KT-3	1978	間伐後 (下木 枝打ち)	上木	ス ギ	74	25.9	11.8	40.1	200	25.413	282.083	0.47
			下木	ヒノキ	42	10.8	7.8	11.6	867	9.562	45.317	
			計						1,067	34.975	327.400	
		間伐前	上木	ス ギ	79	27.0	11.8	43.0	200	29.269	324.391	0.49
			下木	ヒノキ	47	11.9	7.8	12.2	867	10.565	53.596	
			計						1,067	39.834	377.987	
	1968	間伐前	上木	ス ギ	69	22.3	10.9	31.7	467	37.314	410.867	0.65
			下木	ヒノキ	37	9.0	3.0	10.2	883	7.795	34.333	
			計						1,350	45.109	445.200	
		間伐木	上木	ス ギ	69	23.2	10.3	31.9	34	2.768	31.134	
			下木	ス ギ	69	22.3	11.0	31.7	433	34.546	379.733	
			計						883	7.795	34.333	
KT-3	1973	間伐後	上木	ス ギ	69	9.0	3.0	10.2	883	7.795	34.333	0.63
			下木	ヒノキ	37				1,316	42.341	414.066	
			計									
		間伐前	上木	ス ギ	74	24.1	11.0	34.5	433	40.999	460.010	0.66
			下木	ヒノキ	42	10.2	3.0	11.3	850	9.572	43.850	
			計						1,283	50.571	503.860	
	1978	間伐木	上木	ス ギ	74	24.0	11.1	33.9	133	12.251	148.813	
			下木	ス ギ	74	24.1	11.0	34.8	300	28.748	311.197	
			計						850	9.572	43.850	
		間伐後 (下木 枝打ち)	上木	ス ギ	74	10.2	7.5	11.3	850	9.572	43.850	0.56
			下木	ヒノキ	42				1,150	38.320	355.047	
			計									
KT-3	1978	間伐前	上木	ス ギ	74	25.5	11.0	37.7	300	33.906	381.946	0.58
			下木	ヒノキ	47	11.6	7.5	12.1	850	10.669	53.549	
			計						1,150	44.575	435.495	

$$\text{下木ヒノキ} \quad \log v = 0.814 \log D^3 H - 3.879 \dots \dots \dots (4)$$

v : 幹材積, D : 胸高直径, H : 樹高

上木スギの平均樹高は KT-1, KT-2, KT-3 の順にやや低いが, いずれも土佐地方スギ林分収穫表 2 等地の範囲内にある。1968 年の間伐前の収量比数を, 安藤¹⁾ のスギ一般林分密度管理図から求めると, 0.6 から 0.65 の範囲にあった。単層林としてみると, やや疎な立木密度といえるが, 図 1 に示したとおり, 間伐前の下木上部の相対照度は 9~13% と推定され, 十分な光環境とはいいいにくい。したがって, ヒノキの立地条件としては 1 等地に相当するものと考えられるが, 下木のヒノキは 3 等地相当程度の樹高成長を示していた。

1968 年の間伐後の収量比数は, KT-1 で 0.42, KT-2 で 0.55, KT-3 で 0.63 となり, 5 年後の 1973 年に再度間伐したあとの収量比数は, KT-1 で 0.31, KT-2 で 0.47, KT-3 で 0.56 となった。

胸高直径と樹高の度数分布の経過を図 3, 4 に示す。いずれも双峰型の分布を示し, 上木と下木の間に明らかに分離が認められる。胸高直径の 5 年ごとの進階は, 上木は密度の影響を, 下木は光環境の影響をうけるため, 上木の密度が低く, 下木の光環境のよい KT-1 で大きい, 上木の密度が高く, 下木の光環境が悪くなるほど小さくなる。上木の樹高生長は密度の影響を受けないため, 上木樹高の進階に区間の違いは認められないが, 下木の樹高は光環境の影響をうけ, 光環境のよい区で進階が多い。

上木と下木の幹材積の 5 年ごとの経過を図 5 に示す。この図の 1978 年の値には, 1968 年と 1973 年の間伐材積も加えて図示した。1968 年試験地設定時の幹材積は, 各区とも上木が 410~420 m³/ha, 下木が 32~38 m³/ha, 両者を合計して約 450 m³/ha 程度で, 区間に大きな差はなかったが, 間伐後の幹材積は間伐が強度であるほど低い。1973 年と 1978 年の間伐前の幹材積は, 図 5 に示すように, 下木の生長量は強度間伐区で大きい, それ以上に上木の生長量が弱度間伐区で大きいため, 間伐が弱度であるほど大き

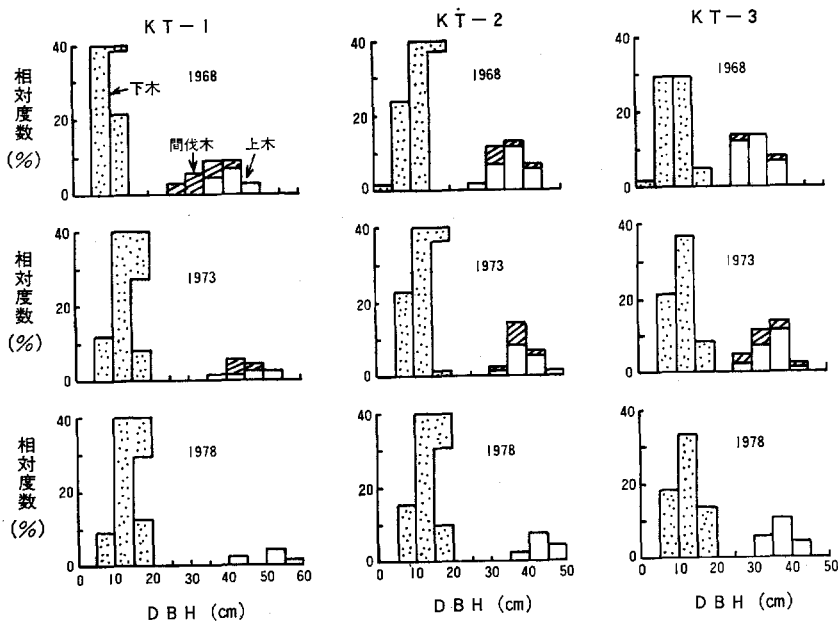


図 3. 胸 高 直 径 の 分 布 の 経 過

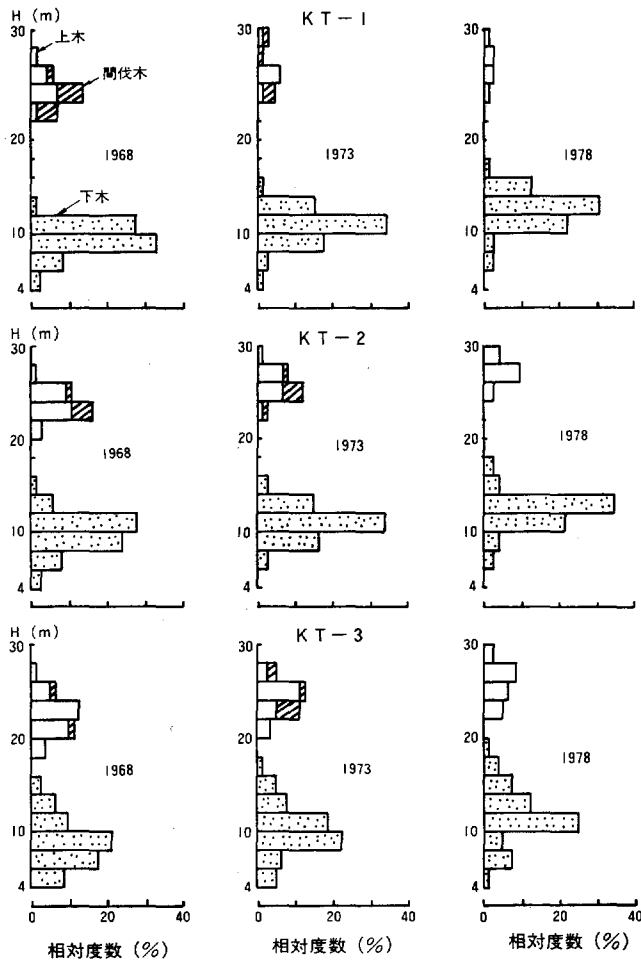


図 4. 樹高の分布の経過

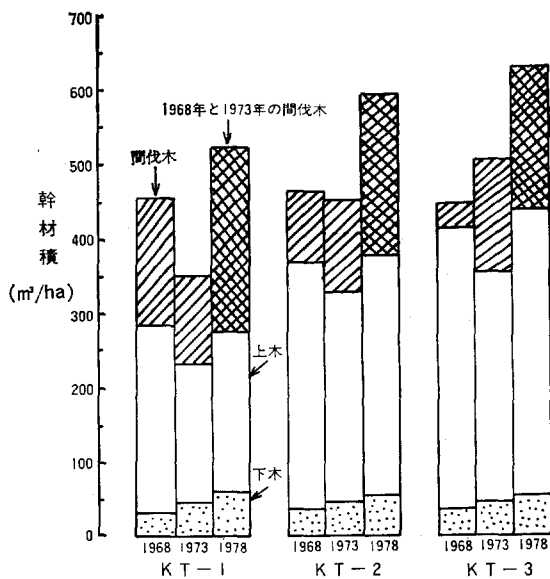


図 5. 幹材積の推移

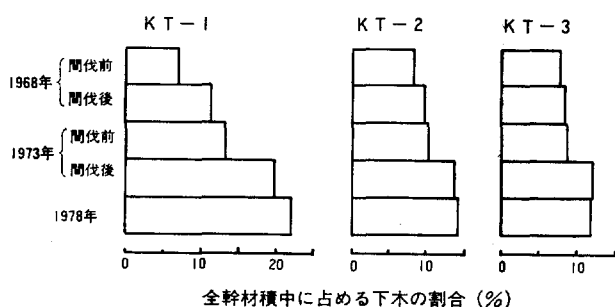


図6. 全幹材積中に占める下木の割合

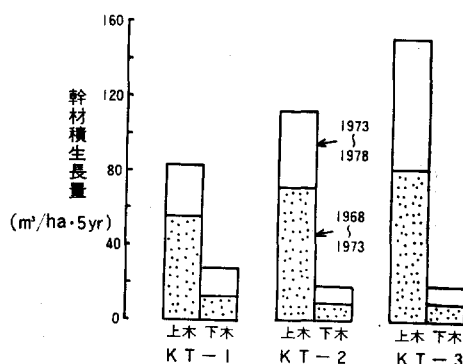


図7. 5年間ごとの幹材積生長量

い。また、間伐材積は間伐が強度であるほど多いが、1978年の現存幹材積に、それまでの間伐幹材積を加えた値は、現存幹材積の多い弱度間伐区ほど大きい。

全幹材積中に占める下木の割合を図6に示す。各区とも時の経過につれて下木の占める割合は増加する。その傾向は、強度間伐区1968年間伐前の7%から1978年には22%へと増加したが、弱度間伐区は同じく8%から12%に増加しただけで、間伐が強度であるほど著しい。

幹材積生長量の経過を図7に示す。上木の幹材積生長量は残存密度の高い区ほど多く、下木の幹材積生長量は上木の残存密度の低い光環境のよい区で多い。しかし、KT-2とKT-3の下木の生長量は、前述のように光環境に違いがあるにもかかわらず

らず、殆んど差がみられない。この理由は、表1に示したように、下木の樹高や胸高直径の平均値は、KT-3よりKT-2でわずかに大きい。図3、4の分布をみると、KT-3の下木は優劣の差が大きく、特に胸高直径階で、KT-2より一階級大きいところまで分布がみられ、このような大きな個体の生長量が大きかったためとも考えられるが、はっきりしたことはわからない。また、各区とも、上木で1968年から1973年までの生長量が、1973年から1978年までの生長量より大きいのは、林齢の影響もあるかもしれないが、密度の影響を大きく受けているものと考えられる。さらに、1973年から1978年までの各区下木の光環境は、1968年から1973年の間よりよくなっているにもかかわらず(図1参照)、両期間の下木の生長量に大きな差が認められないのは、1973年に行われた枝打ちの影響であろう。

1968年から1973年までの間の全幹材積生長量中に占める下木の割合は、KT-1、KT-2、KT-3でそれぞれ20.8、12.1、10.6%、1973年から1978年の間については、同じく32.3、16.4、12.1%を示し、この値は強度間伐区ほど大きく、また、同じ区では、1968年から1973年までより1973年から1978年までの値が大きい。

3. 考 察

この試験の結果から、このような二段林の取り扱いをどのようにすればよいかを考えてみよう。取り扱い方は経営者の意図をはっきりさせておかないと単純には決まらない。また、経営者の意図が決まっても、試験期間が10年であるため、当面の取り扱いが求められるだけで、長期にわたる問題は今後の試験結果に待たなければならない。

まず、5年ごとに上木の間伐を繰り返し、次の間伐期には当初の蓄積 $450 \text{ m}^3/\text{ha}$ （この蓄積の適否は別問題として）にもどそうという場合について考えよう。中庸度間伐区の KT-2 は1回目の間伐後、5年後には再びほぼ前回の間伐前にもどっている。この時の間伐木の幹材積は約 $90 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、5年間の幹材積生長量は $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ を示しているので、この程度か、これよりやや弱度の間伐で、当面は5年ごとに約 $450 \text{ m}^3/\text{ha}$ の蓄積を維持することが可能であろう。

また、10年ごとに間伐を繰り返し、蓄積を間伐前の値にもどすとして。KT-1 の初回の間伐量が約 $170 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、その後の5年間の生長量が $70 \text{ m}^3/\text{ha}$ であるから、この生長速度がその後の5年間も続くものとしても、10年間の生長量は約 $140 \text{ m}^3/\text{ha}$ で、10年後にはまだ初期の蓄積にもどりそうもない。KT-1 と KT-2 の中間の強さに間伐を行うと、単純計算で間伐材積が $130 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、5年間の生長量が $75 \text{ m}^3/\text{ha}$ となり、10年間の生長量は約 $150 \text{ m}^3/\text{ha}$ と見込める。したがって、これよりやや強度、 $140 \text{ m}^3/\text{ha}$ 程度の間伐によって10年後の蓄積を元にもどすことができそうである。

5年ごとに間伐を繰り返すことは経営的に困難な場合も考えられ、また、10年ごとの間伐にすると、途中から下木の光環境が悪化する可能性もあるので、実際問題としては7～8年ごとの間伐が適当かもしれない。この場合の間伐量は $110 \text{ m}^3/\text{ha}$ 前後となろう。

また、この試験地の下木は、1968年の時点で林齢が37年であったが、利用径級にはほど遠い胸高直径を示している。二段林型を保ちつつ、なるべく早く下木を利用径級に達するようにしたいということであれば、上木の大部分はすでに大丸太の採材可能な大きさに達しているので、積極的に収穫をはかり、蓄積の回復はおそくとも、KT-1 のように一時的に蓄積を低下させることが必要であろう。

以上、下木の光環境の改善を間伐のみで行いつつ、この種の複層林を維持管理する方法について述べた。しかし、光環境の調節は枝打ちでも行える。近時、スギの大径木の枝打ちは異常変色のともなう場合が多いため、久万地方では壮齡木の枝打ちを実施しない方向に向っているが、光環境の改善のため、異常変色の発生しない枝打ち方法について検討を加えることも必要であろう。

この試験地の所有者は、現在の上木を今後も可能な限り残存してゆきたいとの意向を持っている。現在の蓄積は、KT-3 を除き、試験地設定時に比しかなり低下している。今後は下木の光環境との関連もあるが、蓄積が初期の値に回復するのを待ちながら、間伐を繰り返す方針で、さらに調査を継続したいと考えている。

引用文献

- 1) 安藤 貴：同齡單純林の密度管理に関する生態学的研究。林試研報，210，1～153，(1968)
- 2) ———・竹内郁雄・斎藤 明・渡辺秀彦：人工二段林における物質生産量の測定例。日林誌，51，102～107，(1969)
- 3) ———・宮本倫仁：二段林下木の光環境 (2) — 相対照度の推定 —。日林関西支講，22，31～33，(1971)
- 4) ———・———・桜井尚武・竹内郁雄・谷本丈夫：二段林の光環境の経年変化。林試研報，323，65～73，(1983)
- 5) ———：スギ林間伐後の林内相対照度。林試研報，323，58～59，(1983)

スギ二段林上木枝打ち試験地の物質生産

安 藤 貴⁽¹⁾・谷 本 丈 夫⁽²⁾・宮 本 倫 仁⁽³⁾

Takashi ANDO, Takeo TANIMOTO and Michihito MIYAMOTO :
Dry-matter Production after Pruning of the Overstory Trees at
Two Storied Stands of Sugi (*Cryptomeria japonica*)

は じ め に

二段林の光環境は枝打ちまたは間伐によって改善される。磨き丸太や 10.5 cm の心持ち 柱材の原木生産を目的とした、上木と下木の林齢差が 4～5 年と著しく接近している やや特殊なスギの二段林において、上木を 4 段階の強度に枝打ちし、その後 3 年間の物質生産量について調査したので、その結果について報告する。

試験地の提供ならびに調査にご協力いただいた愛媛県上浮穴郡久万町の岡 譲・岡 信一の両氏に厚く感謝の意を表します。

I 試験地の経過・試験設計および調査方法

試験地は愛媛県上浮穴郡久万町下畑野川にある岡 譲氏所有の二段林である。この二段林は海拔高約 600 m、北面山腹の平衡斜面にあり、土壌は緑色片岩を母材とする匍行土で、土壌型は B₀ 型である。二段林の上木は 1960 年 4 月に、クヌギ、コナラを主とする広葉樹の伐採跡地に、地スギの実生苗を 4,500 本/ha の密度で植栽され、下木は 1964 年の 4 月と 10 月に、アヤスギ系の挿木苗を同じく 4,500 本/ha で植栽された。このため試験区によって、下木の林齢に生育期で数えると 1 年の違いがある。この二段林に試験地が設けられているが、施業経過がやや複雑であり、またすでにいくつかの報告があるので、試験設計も含めてこれまでの経緯について簡単にふれておく。

試験地の設定に先だち、1967 年 11 月に、生産構造や物質生産について調査を行った¹⁾。1968 年 11 月に、KO-1、KO-2、KO-3 の 3 区を設け、枝下率がそれぞれ 55%、65%、75% になるように枝打ちが行われ、上木の枝打ち強度と下木の光環境ならびに生長を観察するために、試験地が設けられた。その翌年の 1969 年 11 月に、KO-4 が追加設定され、枝下率を 55% に枝打ちし、KO-1 は同じく 70% に再度枝打ちされた。その後 2 年間の経過についてはすでに報告した²⁾³⁾。1971 年 10 月末に、下木の光環境が悪化したので、各区とも若干の除伐を行い、上木の枝下率を KO-1 を 70%、KO-2 を 65%、KO-3 を 75%、KO-4 を 55% に再度枝打ちした。このときの除伐後の上木の密度は、二段林ということを考慮に入れて、久万地方の育林技術体系⁴⁾の樹高と密度との関係より約 10% 低くした。また、このときの除伐では、各区の上木の平均樹高と平均胸高直径がほぼ等しくなるよう配慮して実施した。下木についても、KO-1 では 1968 年と 1970 年に、KO-2 と KO-3 では 1970 年に、KO-4 では 1969 年と 1971 年に、弱度の枝打ち

が行われた。下木の枝打ちは生産目標を達成するためと、下木の下に三段目のスギが1970年に植栽されたが、これらがどの程度の光環境で枯損するかを観察するための光環境の調節を兼ねて行われた。この枯損の発生経過についてもすでに報告した⁵⁾。また、1971年から1974年までの3か年間の上木の生長については、枝打ち試験として報告⁴⁾し、下木の光環境の経年変化については、別途報告⁶⁾される。本報では1971年から1974年までの3生育期間の林分構造の変化と物質生産量について報告する。

枝打ち実施後、樹高・胸高直径および下木の地上高20 cmの直径を生長休止期に、また枝下直径を夏至に近い日と生長休止期に測定した。また、1967年、1968年、1971年、1974年の4回、標本木について、全部で上木48本、下木34本を層別刈り取り法に準じて調査が行われた。これらの資料は現存量を算出するために用いられた。

II 林分構成値

1971年から1974年までの林分構成値は表1に示す経過をたどった。枝打ち後の上木の枝下高と枝下直径の度数分布を図1に示したが、枝打ち強度が強いほど枝下高は高く、枝下直径は小さい。最強度枝打ち区のKO-3枝下高は、5 mから9 mの範囲にあり平均は7.2 mとなったが、最弱度枝打ち区のKO-4は、同じく4 mから6 mの範囲で平均は5.3 mであった。枝下直径はKO-3では、3 cmから7 cmの範囲にあり平均は4.9 cmであったが、KO-4では、同じく5 cm, 11 cm, 7.6 cmとなった。

1971年の上木除伐・枝打ち後と1974年の樹高および胸高直径の度数分布を図2, 3に示す。これらの図から、樹高も胸高直径も双峰形の分布をとり、上木と下木が度数分布の上でも明らかに分離のみられる林分であることがわかる。

III 現 存 量

現存量は層別刈り取り法に準じて調査された標本木から相対生長関係を求めて推定した。

層別刈り取りは層の深さを上木では1 m、下木では50 cmとしたが、葉量と枝量の推定には、層の下部の幹の直径(D_Z)とそれから上に着生している葉重量(w_{LZ})または枝重量(w_{BZ})との相対生長関係を用いた(図4)。また幹重量(w_S)と幹材積(v_S)の推定は、上木には D^3H (D : 胸高直径, H : 樹高), 下木については $D_{0.2}^3H$ ($D_{0.2}$: 地上高20 cmの直径)との相対生長関係を用いた(図5)。これらの関係は、いずれの場合も林齢や処理による分離は認められなかった。得られた関係は次のとおりである。

上 木	$w_{LZ} = 75.170 D_Z^{2.088}$ $w_{BZ} = 3.244 D_Z^{2.972}$ $w_S = 281 \times 10^{-4} (D^2 H)^{0.900}$ $v_S = 532 \times 10^{-7} (D^2 H)^{0.966}$	$w_{LZ}, w_{BZ}, w_S : \text{kg}$ $v_S : \text{m}^3$ $D, D_Z : \text{cm}$ $H : \text{m}$
下 木	$w_{LZ} = 49.889 D_Z^{2.294}$ $w_{BZ} = 3.365 D_Z^{3.305}$ $w_S = 22.388 (D_{0.2}^2 H)^{0.867}$ $v_S = 45.707 (D_{0.2}^2 H)^{0.912}$	$w_{LZ}, w_{BZ}, w_S : \text{g}$ $v_S : \text{cm}^3$ $D_{0.2}, D_Z : \text{cm}$ $H : \text{m}$

なお、葉量と枝量を推定するための D_Z には枝下直径を用いた。

1971年から1974年までの現存量の経過を表2に示す。下木の光環境に強く影響を与え、また上木の生

表 1. 林 分 構 成 値 の 経 過

試 験 区	年度	区分	林 齢 (年)	平 均					ha あ たり		備 考
				樹高 (m)	枝下高 (m)	胸高 直径 (cm)	枝下 直径 (cm)	地際* 直径 (cm)	本 数 (本)	断面積 (m ²)	
KO-1 (70%枝打区)	1971	上木 下木	12 8	9.3 3.5	5.7 1.4	10.3 3.5	6.3 3.2	— 4.3	3,800 4,700	32.580 4.538	枝打・除伐前
	1971	上木 下木	12 8	9.6 3.5	6.7 1.7	11.0 3.5	5.6 2.9	— 4.3	2,500 4,700	24.382 4.538	枝打・除伐後
	1972	上木 下木	13 9	10.4 4.0	6.7 1.7	11.7 3.8	7.0 3.3	— 4.6	2,500 4,700	27.588 5.446	
	1973	上木 下木	14 10	11.2 4.2	6.7 1.7	12.6 4.0	8.1 3.5	— 4.8	2,500 4,700	31.863 5.951	
	1974	上木 下木	15 11	12.2 4.3	6.7 1.7	13.2 4.0	9.0 3.6	— 4.9	2,500 4,700	35.234 6.183	
KO-2 (65%枝打区)	1971	上木 下木	12 7	9.1 2.1	4.8 0.8	10.8 1.5	7.7 3.0	— 3.0	3,470 4,690	32.712 0.886	枝打・除伐前
	1971	上木 下木	12 7	9.5 2.1	6.2 0.8	11.4 1.5	6.5 2.0	— 3.0	2,450 4,690	25.462 0.886	枝打・除伐後
	1972	上木 下木	13 8	10.5 2.5	6.2 0.8	12.1 1.9	7.6 2.2	— 3.3	2,450 4,690	28.798 1.467	
	1973	上木 下木	14 9	11.3 2.8	6.2 0.8	12.9 2.2	8.6 2.7	— 3.6	2,450 4,690	32.909 1.886	
	1974	上木 下木	15 10	12.4 2.8	6.2 0.8	13.4 2.3	9.4 3.1	— 3.6	2,450 4,690	35.771 1.990	
KO-3 (75%枝打区)	1971	上木 下木	12 7	9.3 2.2	5.9 0.8	10.5 1.6	6.3 2.4	— 3.3	3,470 4,690	31.687 1.061	枝打・除伐前
	1971	上木 下木	12 7	9.6 2.2	7.2 0.8	11.0 1.6	4.9 2.4	— 3.3	2,450 4,690	24.128 1.061	枝打・除伐後
	1972	上木 下木	13 8	10.2 2.7	7.2 0.8	11.5 2.2	5.9 3.1	— 3.7	2,450 4,690	26.335 1.964	
	1973	上木 下木	14 9	10.8 3.1	7.2 0.8	12.2 2.6	6.9 3.4	— 4.1	2,450 4,690	29.898 2.600	
	1974	上木 下木	15 10	11.7 3.2	7.2 0.8	12.8 2.8	7.8 3.5	— 4.2	3,450 4,690	32.965 2.929	
KO-4 (55%枝打区)	1971	上木 下木	12 8	9.4 2.5	4.4 0.8	10.6 2.0	8.0 2.5	— 3.1	3,600 4,500	32.236 1.469	枝打・除伐前
	1971	木下 上木	12 8	9.7 2.5	5.3 1.1	11.2 2.0	7.6 2.1	— 3.1	2,500 4,500	24.935 1.469	枝打・除伐後
	1972	上木 下木	13 9	10.6 2.7	5.3 1.1	12.1 2.1	8.8 2.2	— 3.1	2,500 4,500	29.391 1.681	
	1973	上木 下木	14 10	11.5 2.7	5.3 1.1	13.1 2.1	9.9 2.2	— 3.1	2,500 4,500	34.360 1.729	
	1974	上木 下木	15 11	12.6 2.8	5.3 1.1	13.8 2.1	10.7 2.2	— 3.1	2,500 4,500	37.928 1.803	

* 地上高 20 cm の直径

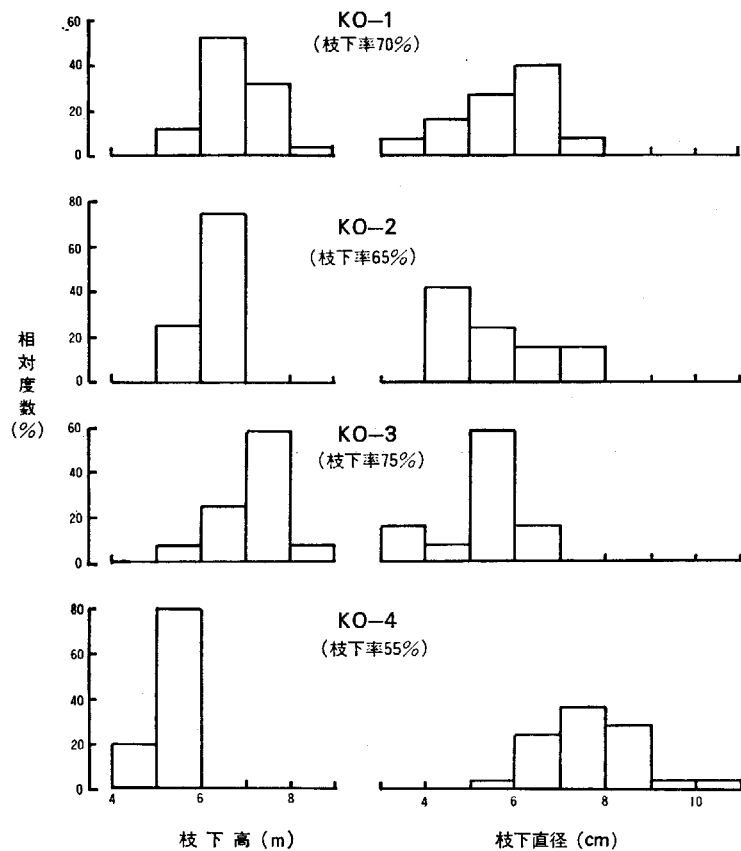


図 1. 上木の枝打ち後の枝下高と枝下直径の度数分布

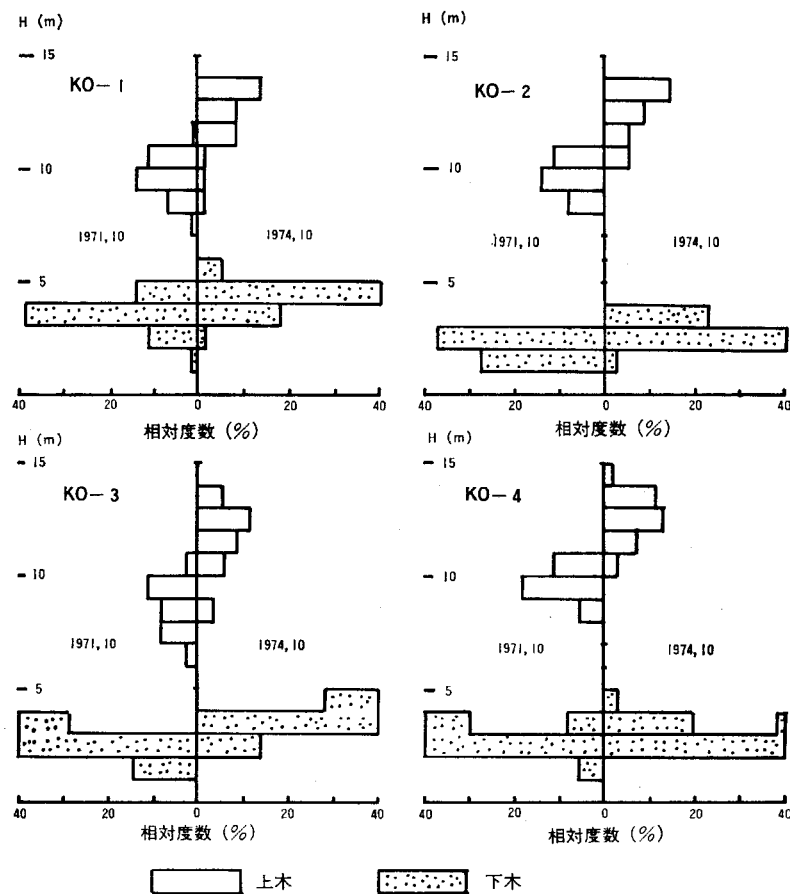


図 2. 1971 年と 1974 年の樹高の度数分布

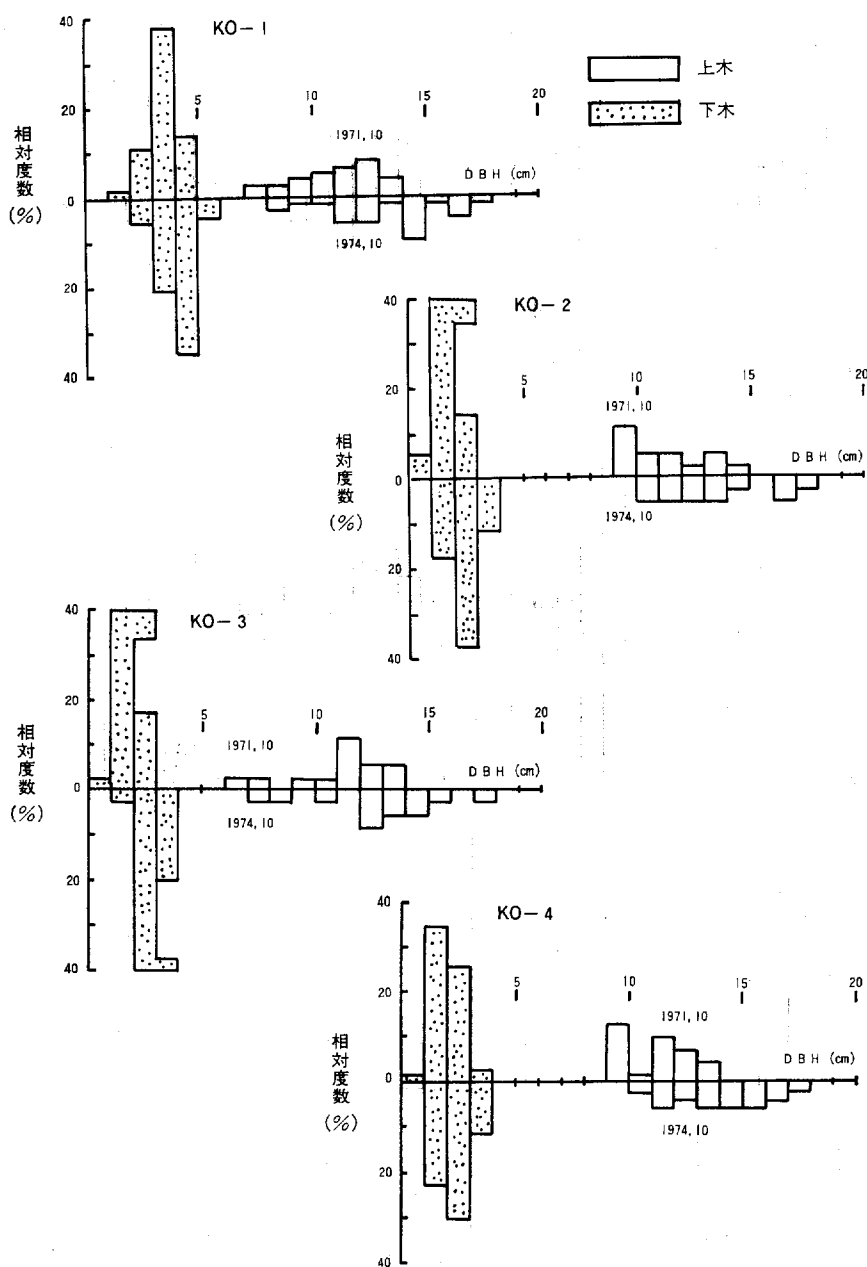


図 3. 1971 年と 1974 年の胸高直径の度数分布

長を支配する上木の葉量は、枝打ちが強度であるほど少ない。枝下率を 55% に枝打ちした KO-4 の枝打ち・除伐前の葉量は 21.2 t/ha であったから、この葉量に対して枝打ち除伐後の葉量は、KO-4 で 63%、KO-2 で 44%、KO-1 で 34%、最も枝打ちが強度な KO-3 は 25% の葉量が残された。また、3 年間の上木の葉量は、KO-3 で 2.7 倍、KO-1 で 2.6 倍、KO-2 で 2.2 倍、KO-4 で 2 倍強となり、枝打ちが強度であるほど、葉量の増加率は大きい。

下木の葉量を、上木の枝打ちが強度で光環境のよい順にみると、3年間に KO-3 で 2.4 倍、KO-1 で 1.5 倍、KO-2 で 2.0 倍、KO-4 で 1.2 倍となり、光環境が悪いほど葉の増加率は低くなる傾向がみられた。ちなみに、下木上部の 1973 年、1973 年、1974 年の夏至の全光条件下における相対照度は別報⁹⁾のとおり、それぞれ KO-3 で 41.3, 31.1, 21.1%, KO-1 で 33.8, 19.0, 12.0%, KO-2 で 26.1, 15.4, 9.9%, KO-4 で 16.4, 8.2, 4.8% であった。

IV 地上部純生産量

地上部各器官の 1 年間の生長量を、それぞれの年間の純生産量とみなし、表 3 に示す。葉の枯損は、枝打ちの最も弱度な KO-4 の 3 年目 (1974 年) で上木、下木ともに認められたが、純生産量では枯損量を見視した。KO-4 の上木は枝打ちが弱度だったため、林冠の閉鎖の回復によって樹冠下部の葉が枯れたものであり、下木は前述のとおり 1974 年の相対照度が 4.8% と低くなったため、一部の立木で葉先きに枯損がみられたが、量的にはそれほど大きなものではなかった。KO-4 でも枝の枯損は認められなかった。他

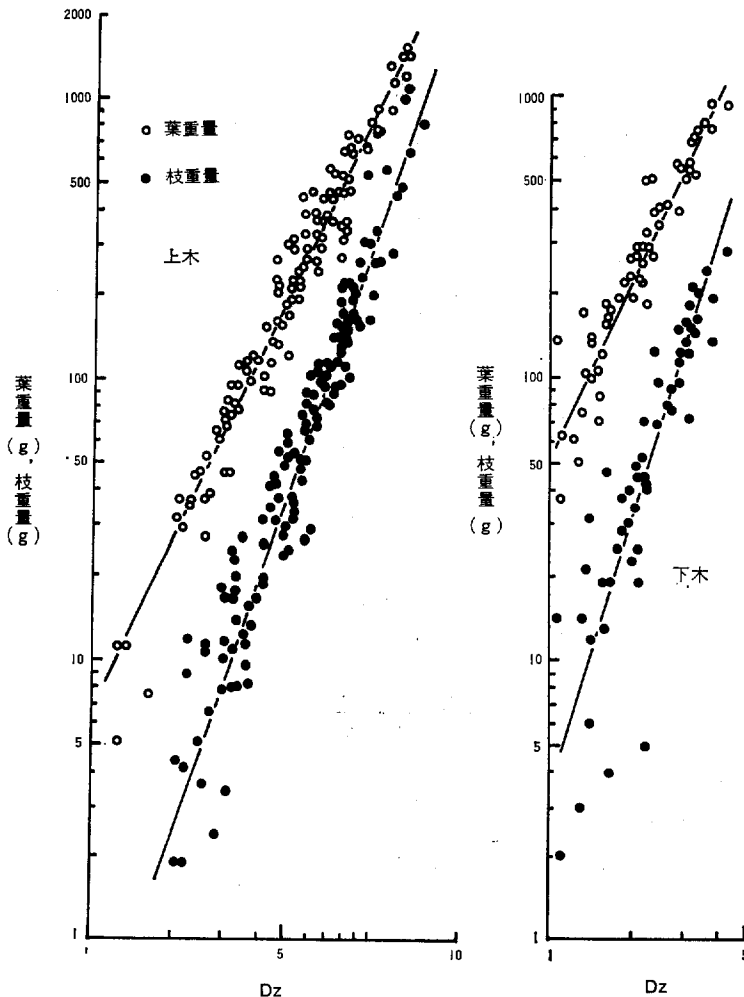


図 4. D_z と葉重量および枝重量の関係

の区では葉の枯損も認められなかった。

3年間の純生産量を枝打ち強度の順にみると、上木の葉は KO-3 で 11.3 t/ha, KO-1 で 13.4 t/ha, KO-2 で 12.9 t/ha, KO-4 で 14.1 t/ha を示し、枝打ち強度が強いほどその生産量は少ない。また、上木の幹は、それぞれ 24.7, 30.7, 31.3, 36.3 t/ha, 枝は、同じく 3.1, 4.6, 4.7, 6.3 t/ha を示し、3年間の地上部純生産量は、36.6, 47.2, 47.3, 56.6 t/ha と、いずれも枝打ち強度が強いほど低い。

一方、下木について3年間の純生産量をみると、葉は、KO-3 で 2.5 t/ha, KO-1 で 1.5 t/ha, KO-2 で 1.6 t/ha, KO-4 で 0.2 t/ha と、上木の枝打ち強度が強く、下木の光環境がよいほど生産量が多く、幹についても、それぞれ 1.9, 1.9, 1.1, 0.2 t/ha, 枝は、0.76, 0.52, 0.40, 0.05 t/ha, 地上部純生産量は、

表2. 地上部現存量の経過

試験区	年度	区分	幹材積 (m ³ /ha)	幹 (t/ha)	枝 (t/ha)	葉 (t/ha)	地上部計 (t/ha)	備考
KO-1 (70%枝打区)	1971	上木	166.980	55.406	3.316	14.088	72.810	枝打・除伐前
		下木	10.210	4.120	0.761	3.396	8.277	
		計	177.190	59.526	4.077	17.484	81.087	
	1971	上木	127.080	41.826	1.527	7.265	50.618	枝打・除伐後
		下木	10.210	4.120	0.603	2.876	7.599	
		計	137.290	45.946	2.130	10.141	58.217	
	1972	上木	155.640	50.504	2.840	11.125	64.559	
		下木	12.944	5.162	0.859	3.671	9.692	
	1972	計	168.584	55.666	3.699	14.886	74.251	
		計	168.584	55.666	3.699	14.886	74.251	
KO-2 (65%枝打区)	1971	上木	191.270	61.177	4.371	15.181	80.729	
		下木	14.712	5.831	1.039	4.193	11.063	
		計	205.982	67.008	5.410	19.374	91.792	
	1974	上木	229.550	72.494	6.137	19.157	97.788	
		下木	15.299	6.051	1.123	4.419	11.593	
		計	244.849	78.545	7.260	23.576	109.381	
	1971	上木	162.755	53.826	5.275	19.065	87.166	枝打・除伐前
		下木	3.340	1.421	0.243	1.535	3.199	
		計	166.095	55.247	5.518	20.600	81.365	
	1971	上木	129.612	42.573	2.198	9.327	54.098	枝打・除伐後
		下木	3.340	1.421	0.243	1.535	3.199	
		計	132.952	43.994	2.441	10.862	57.297	
	1972	上木	160.102	51.833	3.561	13.084	68.478	
		下木	4.646	1.948	0.469	2.399	4.816	
	1972	計	164.748	53.781	4.030	15.483	73.294	
		計	164.748	53.781	4.030	15.483	73.294	
	1973	上木	197.878	63.079	5.212	17.073	85.364	
		下木	5.755	2.389	0.618	2.948	5.955	
	1973	計	203.633	65.468	5.830	20.021	91.319	
		計	203.633	65.468	5.830	20.021	91.319	
	1974	上木	234.449	73.846	6.878	20.712	101.436	
		下木	6.069	2.513	0.663	3.095	6.271	
		計	240.518	76.359	7.541	23.807	107.707	

表 2. (つづき)

試 験 区	年 度	区 分	幹 材 積 (m ³ /ha)	幹 (t/ha)	枝 (t/ha)	葉 (t/ha)	地上部計 (t/ha)	備 考
KO-3 (75%枝打区)	1971	上木	193,959	53,979	3,087	12,860	69,926	枝打・除伐前
		下木	4,053	1,709	0,312	1,822	3,843	
		計	168,012	55,688	3,399	14,682	73,769	
	1971	上木	127,041	41,690	0,991	5,320	48,001	枝打・除伐後
		下木	4,053	1,709	0,312	1,822	3,843	
		計	131,094	43,399	1,303	7,142	51,844	
	1972	上木	147,000	47,741	1,711	7,774	57,226	
		下木	6,000	2,486	0,667	3,103	6,256	
		計	153,000	50,227	2,378	10,877	63,482	
	1973	上木	175,408	56,264	2,829	11,016	70,109	
		下木	7,723	3,177	0,963	4,021	8,161	
		計	181,131	59,441	3,792	15,037	78,270	
KO-4 (55%枝打区)	1971	上木	209,735	66,403	4,076	14,137	84,616	
		下木	8,801	3,580	1,069	4,316	8,965	
		計	218,536	69,983	5,145	18,453	93,581	
	1971	上木	164,760	54,637	5,973	21,203	81,813	枝打・除伐前
		下木	4,032	1,694	0,363	1,947	4,004	
		計	168,792	56,331	6,336	23,150	85,817	
	1971	上木	129,150	42,534	3,594	13,359	59,487	枝打・除伐後
		下木	4,032	1,694	0,197	1,290	3,181	
		計	133,182	44,228	3,791	14,649	62,668	
	1972	上木	166,400	53,839	5,456	17,933	77,228	
		下木	4,235	1,774	0,222	1,406	3,402	
		計	170,635	55,613	5,678	19,339	80,630	
	1973	上木	208,070	66,296	7,811	23,041	97,148	
		下木	4,362	1,825	0,237	1,471	3,533	
		計	212,432	68,121	8,048	24,512	100,681	
	1974	上木	250,840	78,880	9,932	27,230	116,042	
		下木	4,543	1,897	0,245	1,507	3,649	
		計	255,383	80,777	10,177	28,737	119,691	

5.1, 4.0, 3.1, 0.5 t/ha と、いずれも光環境のよい区で多い。

上木と下木を合わせた1年間の地上部純生産量の経年変化を図6に示したが、図から明らかなように、上木の生産量が下木に比しはるかに大きいため、いずれの年も上木の枝打ち強度が強いほど、地上部純生産量は小さいが、年の経過とともに区間の差は小さくなっている。

地上部純生産量中に占める下木の割合を図7に示す。下木の占める割合は、上木の枝打ちが強度であるほど大きいですが、同じ区でも年の経過とともに低くなる。1年目の最強度枝打ち区では、地上部純生産量の27%を下木が占めたが、3年目の最弱度枝打ち区では、1%にも達しなかった。

上木と下木の3年間の幹材積生長量と上木の枝打ち強度との関係は、幹重量と同じ傾向を示す。1年間

表3. 生 長 量 の 経 過

試 験 区	年 度	区 分	幹 材 積 ($\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{yr}$)	幹 重 量 ($\text{t}/\text{ha}\cdot\text{yr}$)	枝 重 量 ($\text{t}/\text{ha}\cdot\text{yr}$)	葉 重 量 ($\text{t}/\text{ha}\cdot\text{yr}$)	地上部重量 ($\text{t}/\text{ha}\cdot\text{yr}$)
KO-1 (70%枝打区)	1972	上 木	28.560	8.678	1.313	3.950	13.941
		下 木	2.734	1.042	0.256	0.795	2.093
		計	31.294	9.720	1.569	4.745	16.034
	1973	上 木	35.630	10.673	1.531	3.966	16.170
		下 木	1.768	0.669	0.180	0.522	1.371
		計	37.398	11.342	1.711	4.488	17.541
	1974	上 木	32.280	11.317	1.766	3.976	17.059
		下 木	0.587	0.220	0.084	0.226	0.530
		計	38.867	11.537	1.850	4.202	17.589
KO-2 (65%枝打区)	1972	上 木	30.490	9.260	1.363	3.757	14.380
		下 木	1.306	0.527	0.226	0.864	1.617
		計	31.796	9.787	1.589	4.621	15.997
	1973	上 木	37.776	11.246	1.651	3.989	16.886
		下 木	1.109	0.441	0.149	0.549	1.139
		計	38.885	11.687	1.800	4.538	18.025
	1974	上 木	36.571	10.767	1.666	3.639	16.072
		下 木	0.314	0.124	0.045	0.147	0.316
		計	36.885	10.891	1.711	3.786	16.388
KO-3 (75%枝打区)	1972	上 木	19.959	6.051	0.720	2.454	9.225
		下 木	1.947	0.777	0.355	1.281	2.413
		計	21.906	6.828	1.075	3.735	11.638
	1973	上 木	28.408	8.523	1.118	3.242	12.883
		下 木	1.723	0.691	0.296	0.918	1.905
		計	30.131	9.214	1.414	4.160	14.788
	1974	上 木	34.327	10.139	1.247	3.121	14.507
		下 木	1.078	0.403	0.106	0.295	0.804
		計	35.405	10.542	1.353	3.416	15.311
KO-4 (55%枝打区)	1972	上 木	37.250	11.305	1.862	4.574	17.741
		下 木	0.203	0.080	0.025	0.116	0.221
		計	37.453	11.385	1.887	4.690	17.962
	1973	上 木	41.670	12.457	2.355	5.108	19.920
		下 木	0.127	0.051	0.015	0.065	0.131
		計	41.797	12.508	2.370	5.173	20.051
	1974	上 木	42.770	12.584	2.121	4.189	18.894
		下 木	0.181	0.072	0.008	0.036	0.116
		計	42.951	12.656	2.129	4.225	19.010

の幹材積生長量の経年変化を図8に示す。傾向的には図5の地上部純生長量と同じである。幹材積生長量のなかで下木の占める割合を図9に示す。この傾向も図7の純生産量中に占める下木の割合と同じであるが、最強度枝打ち区の1年目は9%弱、3年目の最弱度枝打ち区は約0.5%を下木が占め、地上部純生産量中で下木の占める割合より低い値を示した。

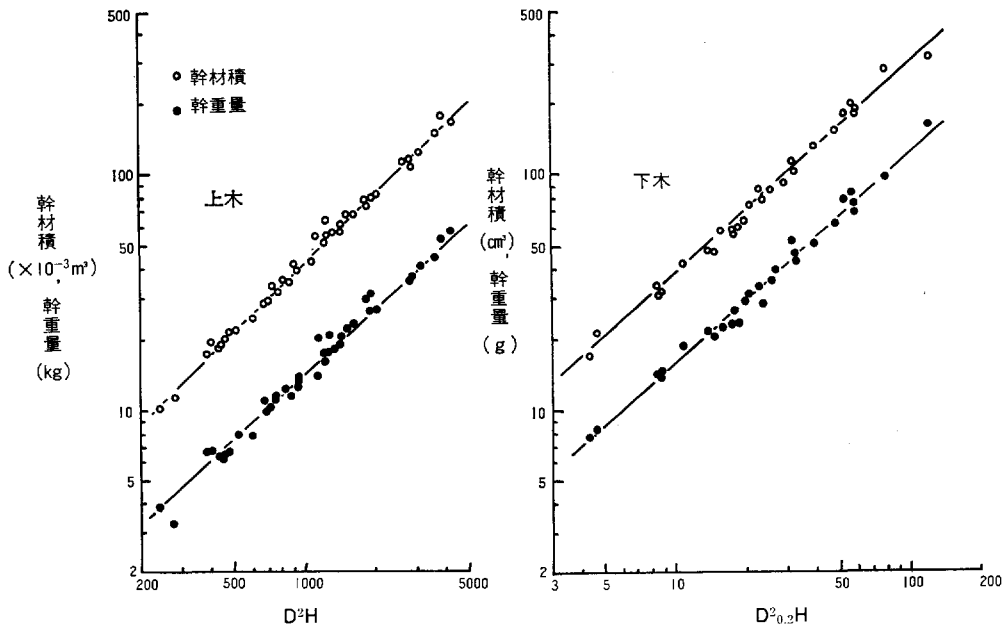


図5. D^2H または $D_{0.2}^2H$ と幹材積および幹重量との関係

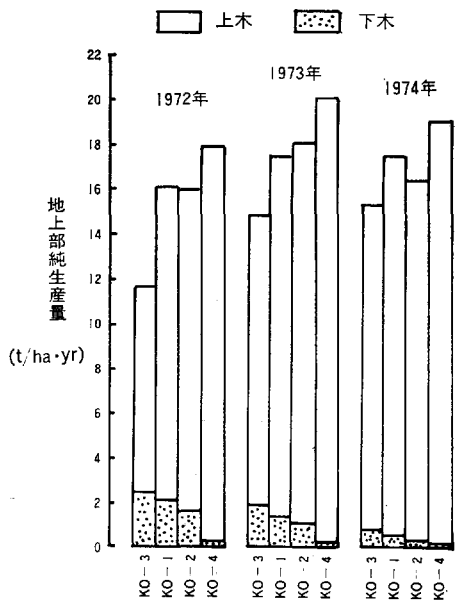


図6. 地上部純生産量の経年変化

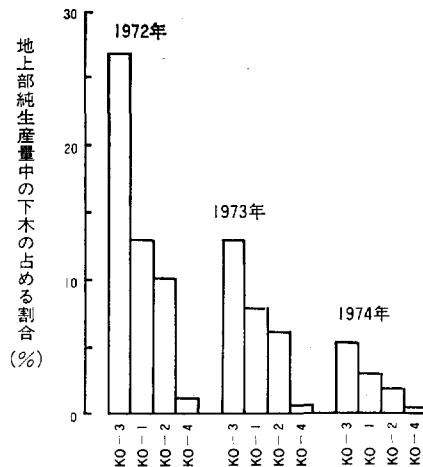


図7. 地上部純生産量中に占める下木の割合の経年変化

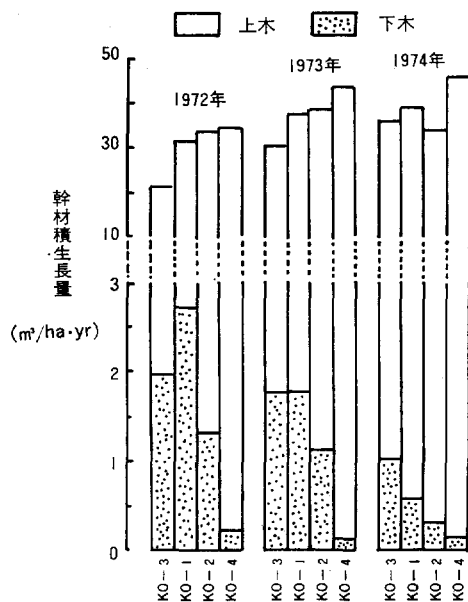


図 8. 幹材積生長量の経年変化

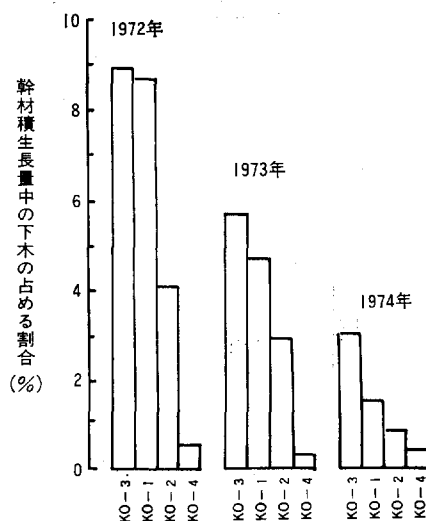


図 9. 幹材積生長量中の下木の占める割合の経年変化

V 考 察

これまで述べたことから、本試験地のような林齢構成で二段林を造成する場合、地上部純生産量や幹材積生長量のみから考えれば、枝打ちは弱度であるほど有利だといえる。しかし、この林分が磨き丸太や無節の 10.5 cm の心持ち柱材の原木の生産を目的としていることを考慮に入れる必要がある。上木の枝打ち直後の平均枝下直径は、KO-4 で 7.6 cm, KO-2 で 6.5 cm, KO-1 で 5.6 cm, KO-3 で 4.9 cm を示している。他方、10.5 cm の無節の柱材を生産するためには、枝打ち技術の巧拙にもよるが、幹の曲りの小さい場合でも、幹の直径が 6.5 cm 以下で枝打ちする必要があるとされている⁹⁾。

これらのことから、純生産量や幹材積生長量が大いからといって、KO-4 や KO-2 の程度の枝打ちでは生産目標に対して不十分な枝打ちといえる。また、KO-4 や KO-2 では下木の生長が著しく不健全で、

表 4. 胸高直径と枝下直径の 1 年ごとの直径生長量

試験区	区分	胸高直径の生長量 (cm/yr)			枝下直径の生長量 (cm/yr)		
		1972	1973	1974	1972	1973	1974
KO-1	上 木	0.7	0.9	0.6	1.4	1.1	0.9
	下 木	0.3	0.2	0.0	0.4	0.2	0.1
KO-2	上 木	0.7	0.8	0.5	1.1	1.0	0.8
	下 木	0.4	0.3	0.1	0.2	0.5	0.4
KO-3	上 木	0.5	0.7	0.6	1.0	1.0	0.9
	下 木	0.6	0.3	0.2	0.7	0.3	0.1
KO-4	上 木	0.9	1.0	0.7	1.2	1.1	0.8
	下 木	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0

二段林を維持するための枝打ちとしても不十分なものである。

表4に胸高直径と枝下直径の1年ごとの直径生長量を示す。柱材生産では年輪幅が2~3mm程度が好ましいとされている。表4は皮つき直径の生長量であるから、この1/2が厳密には年輪幅とはならないが、それにほぼ近いと考え、上木についてみると、KO-3の最強度枝打ち区の胸高年輪幅は平均してこの範囲に入るが、他の区はこの範囲よりひろい。枝下直径はいずれも2~3mmの年輪幅を越えるが、樹体のなかで、この部分の肥大生長が最も大きいことから、やむを得ないことである。それにしても、枝下直径生長もKO-3が最もせまい年輪幅となっている。下木については、胸高も枝下部も、KO-3の1生長期目と2生長期目は満足できる年輪幅としなければならないが、光環境の悪化した3生長期目では、かなり年輪幅はせまくなる。KO-3以外の区の下木の年輪幅は著しくせまい。

これらの結果から、生産目標を考慮に入れると、枝下率を75%にするような枝打ちを2年ごとに繰り返すことが必要となる。しかし、KO-3の平均枝下高はすでに7.2mに達しており、3m材の2玉の採材が可能な状態になっているので、今後は単に枝打ちを繰り返すだけでなく、利用径級に達したもののから逐次収穫することによって、光環境の維持をはかる方向が好ましいと考える。また、これまでの枝打ちの経過をふり返ってみると、枝下率を75%にするとしても、すべての立木を75%の枝下率にするのではなく、優勢木はやや強度に、弱勢木はやや弱度に枝打ちし、平均して75%程度の枝下率にすることが現実の施業としては好ましいであろう。

この試験地は上木と下木の林齢差が4~5年ときわめて接近した特殊な林分であるが、本報で述べた3年間と、それ以前の3年間を含めた6年間の調査観察結果から、このような上木と下木の林齢差の少ない二段林を維持することは、きわめて集約な保育を行っても容易ではない。磨き丸太や10.5cmの心持ち柱材の原木を生産する二段林を早期から造成する場合には、枝打ちと同時に利用可能な径級に達した立木を逐次収穫しつつ林分の維持をはかることが必要で、このためには、少なくとも10年以上の上木と下木の林齢差を持たせることが必要と思われる。

引用文献

- 1) 安藤 貴・竹内郁雄・斎藤 明・渡辺秀彦：人工二段林における物質生産の測定例。日林誌，51，102~107，(1969)
- 2) ———：二段林上木枝打後の下木上部の相対照度の季節変化。昭和44年度天然林の一次生産比較研究班中間報告，47~53，(1970)
- 3) ———・宮本知子・谷本丈夫・久保田善信：二段林下木の光環境 (1) —相対照度の季節変化—。日林関西支講，22，29~31，(1971)
- 4) ———・宮本倫仁・谷本丈夫：スギの枝打強度と物質生産。日林関西支講，26，139~142，(1975)
- 5) ———・———・———：四国支場における研究の概要，非皆伐施業法に関する研究資料“主として林内人工更新に関する中間報告”。林試，37~67，(1975)
- 6) ———・———・桜井尚武・竹内郁雄・谷本丈夫：二段林の光環境の経年変化。林試研報，323，65~73，(1983)
- 7) 上浮穴林業振興協議会：上浮穴地方育林技術とその体系——山村の未来を築くために——。44 pp.，(1969)
- 8) 竹内郁雄：枝打ち跡からみた枝打ち時期の検討。高知林友，625，57~63，(1981)

今須択伐林試験地の林分構造と生長

藤森隆郎⁽¹⁾・鈴木健敬⁽²⁾・早稲田 収⁽³⁾

内村悦三⁽⁴⁾・山本 久仁雄⁽⁵⁾・斎藤勝郎⁽⁶⁾

Takao FUJIMORI, Takeyoshi SUZUKI, Osamu WASEDA, Etsuzo UCHIMURA,
Kunio YAMAMOTO and Katsuro SAITO: Structure and Growth of the
Experimental Stand for Selection Forest in Imasu

はじめに

複層林の中でも典型的な択伐林は少なく、その実態を把握しておくことは、複層林の保育技術の確立のために重要と考え、岐阜県関ヶ原町今須に、できるだけ純粋な択伐林に近い林分を選んで、そこに試験地を設け、調査を行った。

I 調査地と調査法

岐阜県不破郡関ヶ原町大字今須の山田源七氏所有のスギを上木とし、中下層にヒノキの混交する択伐林を試験地に選んだ。地質は秩父古生層に属し、土壌は埴質壤土で B₀ 型の崩積土であり、下層および周辺の植生からみても、地位は高くスギの1等地である。

- スギ
- ヒノキ
- △ スギ(2m未満の稚樹)
- ▲ ヒノキ(//)

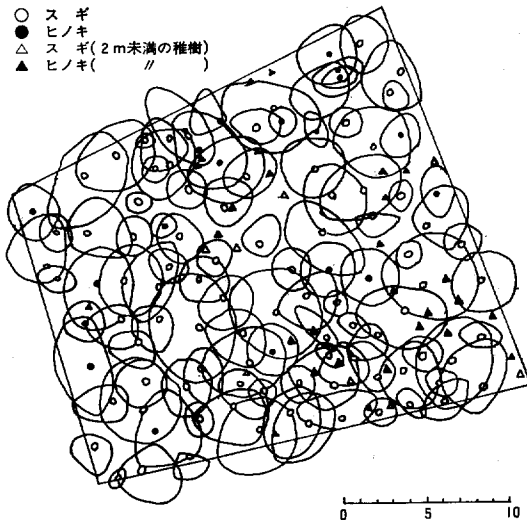


図1. 試験区の樹冠投影

1971年6月に試験区(567.0m²)を設定した。斜面勾配は10°である。試験区設定時と1973年6月、および1976年8月に、試験区内の樹高2m以上の全木の胸高直径と樹高を測定し、樹高2mに満たない木は、試験設定時にのみ、その本数を数えた。1973年6月と1976年8月には、照度計東芝5号を使用して、地上1.5mの高さの相対照度を測定した。そのほか試験区設定時には、全木の位置と樹冠幅を測定し、林木の配置と樹冠投影図を作製し(図1)、上層木の中から標準的なスギ1本を選んで伐倒し、樹幹と節の解析資料に供した。林分幹材積(v)の推定は、上記標本木より得た生育ステージごとの D^2H-v

1982年11月9日受理

造林—98 Silviculture—98

- (1) 造林部(元関西支場)
- (2) (5) 関西支場
- (3) 北海道支場(元関西支場)
- (4) 本場調査部(元関西支場)
- (6) 東北支場(元関西支場)

の関係（図2）から求めた次式に、各回の測定時の毎木の D と H を投入して、求めた。

$$v = 0.9328 \log D^2 H - 4.1397$$

幹材積生長は各測定時の幹材積の差から年平均値を計算して求めた。ヒノキの材積計算も上記の式によった。本試験区のヒノキの本数比は33%であるが、上層（層分けについては後述）にはなく、中層以下、特に最下層（下層Ⅲ，2m未満）に多く、最下層を除いたヒノキの本数比は19%である。

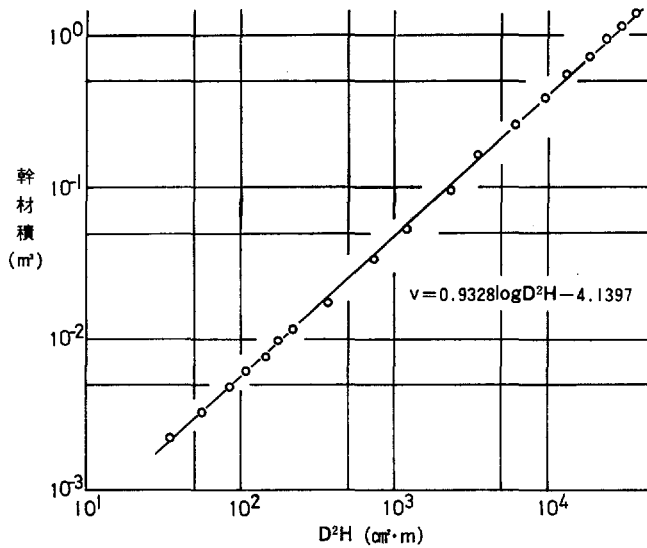


図2. 標本木の生育段階ごとの D^2H と幹材積 (v) との関係

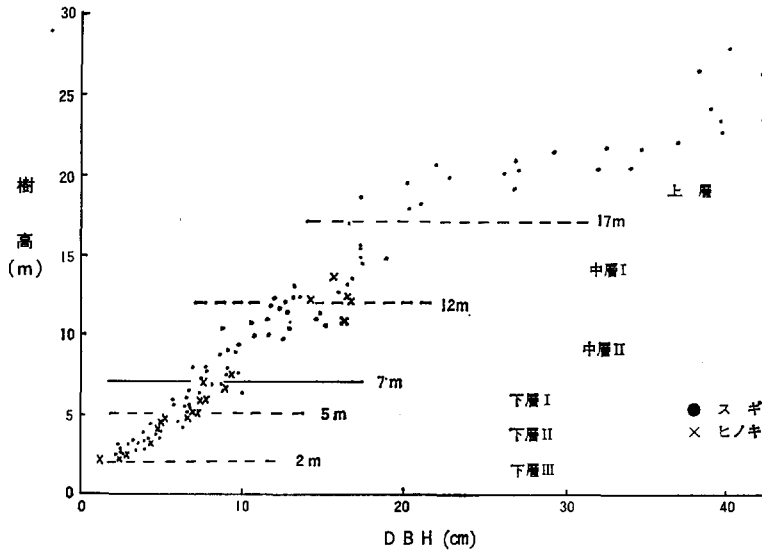


図3. 林分個体の $D-H$ 関係と階層区分

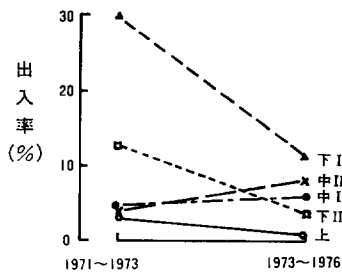


図4. 生長に伴う個体の階層間の年間出入率

注：出入率の計算方法は本文参照

II 結果と考察

林分の階層は試験地設定時の林分の $D-H$ 関係から、上層、中層 I と II、下層 I ~ III の 6 層に区分した (図 3)。中層と下層の区分は、標本木の解析結果による生長の変曲点に重点をおいて、行った。標本木によれば、生長の変曲点は樹高約 7 m、胸高直径約 7 cm、樹齢は 65~70 年であった¹²⁾。樹高は約 70 年を境に、以前は 10 cm/年、以降は 39 cm/年、胸高直径の生長は約 65 年を境に、以前は 1.3 mm/年、以降は 5.4 mm/年 で、いずれも変曲点からあとは生長がよくな

表1. 試験区の層別諸量

調査時	階層区分	樹高階 (推定樹齢)	樹冠投影 面積 (対 試験区面 積率%)	本数/ha		平均樹高 (m)		平均胸高直径 (cm)		胸高断面積 合計 (m ² /ha)		幹材積 (m ³ /ha)	
				スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
第1回 1971	上層	17m以上 (90~100 年以上)	54	335	—	20.7	—	29.9	—	23.45	—	239.5	—
	中層 I	12~16.9m (80年以上)	32	212	71	13.7	12.5	15.8	15.8	4.17	1.39	30.9	9.3
	中層 II	7~11.9m (70年以上)	31	388	53	9.7	8.5	11.0	11.8	3.69	0.57	21.2	3.2
	下層 I	5~6.9m (50年以上)	23	229	88	5.9	5.7	7.3	7.8	0.96	0.42	3.5	1.6
	下層 II	2~4.9m	17	353	141	3.3	3.6	4.1	4.4	0.46	0.22	1.1	0.7
	下層 III	2m未満		(159)	(494)								
	全層		157	1,517 (1,676)	353 (847)					32.73	2.60	296.2	14.8
第2回 1973	上層	17m以上 (90~100 年以上)		317	—	21.3	—	30.7	—	23.49	—	247.1	—
	中層 I	12~16.9m (80年以上)		212	71	13.6	13.3	15.8	16.6	4.17	1.52	30.9	10.6
	中層 II	7~11.9m (70年以上)		300	71	9.8	8.3	11.2	11.6	2.93	0.74	17.1	4.1
	下層 I	5~6.9m (50年以上)		212	106	6.1	5.5	7.5	7.5	0.94	0.47	3.7	1.6
	下層 II	2~4.9m		335	106	3.4	2.9	4.3	4.0	0.49	0.14	1.2	0.4
	全層			1,376	354					32.02	2.87	300.0	16.7
第3回 1976	上層	17m以上 (90~100 年以上)		265	—	23.0	—	33.2	—	22.86	—	252.9	—
	中層 I	12~16.9m (80年以上)		247	71	14.1	14.1	16.3	18.4	5.17	1.87	37.9	13.8
	中層 II	7~11.9m (70年以上)		282	71	9.5	8.6	11.0	12.5	2.68	0.86	15.2	4.6
	下層 I	5~6.9m (50年以上)		194	106	6.1	6.1	7.7	8.6	0.91	0.62	3.5	2.3
	下層 II	2~4.9m		282	106	3.5	3.5	4.5	4.8	0.45	0.19	1.1	0.5
	全層			1,270	354					32.07	3.54	310.6	21.2

り、それが直線的に続くという、皆伐一斉林にはみられない型を示している¹¹⁾。

調査期間が短期間の場合は、試験区設定時における個体の階層所属のまま次回調査を進めても、誤差は少ないと思われるが、調査期間が長くなると、階層区分を明確にし、調査時ごとに個体の階層間移動を把握、それに応じた計測などが必要となる。本試験地における個体生長に伴う階層間の年平均出入率を図4に示した。これは、前後2回の測定の間、上位の階層へ出ていった個体と下位の階層から入ってきた個体の本数を合計し、それを前回の本数で割り、1年単位に換算したものである。これによると、本試験地は下層ほど出入が大きい傾向があるが、下層を除いても1年間の平均出入率は5%前後である。したがって、5年間にわたる本調査では、この数字を無視できないので、本報告では、調査時ごとに個体の大きさにより、その所属階層を決める方法をとった。

調査期間中の5年間に伐採と植栽は一切行われておらず、伐採が行われていれば、上層の出入率はもう少しふえるはずである。なお、調査期間中に強風により何本かの個体が倒伏したが、この数は図4の出入率には含んでいない。

前後2回の調査期間中に階層の移行した個体の材積生長量は、あとの測定時における所属階層、すなわち上位の階層の生長量に属するものとして集計した。

表1に全期間にわたる階層別、樹種別のhaあたり本数、材積、その他を示し、表2に階層別幹材積生長量を示した。また表3には、第1回調査時の上、中、下層別の諸量と5年間の年平均幹材積生長量の合

表2. 層 別 幹 材 積 生 長 量

階層区分	樹 高 階 (推 定 樹 齡)	幹 材 積 生 長 量/ha・yr						全 期 間 の 幹材積生長率	
		1971年～1973年		1973年～1976年		1971年～1976年 (全 期 間)			
		ス ギ	ヒノキ	ス ギ	ヒノキ	ス ギ	ヒノキ	ス ギ	ヒノキ
上 層	17 m 以上 (90～100年以上)	9.52	—	9.16	—	9.31	—	82.2	—
中 I 層	12～16.9m (80 年 以 上)	0.97	0.69	1.64	1.04	1.37	0.90	12.1	66.2
中 II 層	7～11.9m (70 年 以 上)	0.43	0.21	0.38	0.22	0.40	0.22	3.5	16.2
下 I 層	5～6.9m (50 年 以 上)	0.13	0.14	0.20	0.22	0.17	0.19	1.5	14.0
下 II 層	2～4.9m (49 年 未 満)	0.08	0.02	0.08	0.07	0.08	0.05	0.7	3.7
全 層		11.13	1.06	11.46	1.55	11.33	1.36	100	100

表3. 試験区の層別諸量とそれらの全層に対する比率(第1回調査時)

	樹冠投影 面積(対 試験区面 積)(%)	樹冠投影 面積比 (対全層) (%)	本数/ha	同比率 (%)	胸高断面 積合計 (m ³ /ha)	同比率 (%)	幹材積 (m ³ /ha)	同比率 (%)	幹材積 生長量 (m ³ /ha・yr)	同比率 (%)
上 層	54	34.4	335	13.3	23.45	66.4	239.5	77.0	9.31	73.4
中 層	63	40.1	724	28.7	9.82	27.8	64.6	20.8	2.89	22.8
下 層	40	25.5	1,464	58.0	2.06	5.8	6.9	2.2	0.49	3.9
全層合計	157	100	2,523	100	35.33	100	311.0	100	12.69	100

計とそれらの全層に対する比率を示した。表 3 からみて、各階層への本数配分率は択伐林としてはほぼ法正のようであり、この試験区は典型的な択伐林のなかにあるといえよう。

上層木の全層に対する本数比率は 13% であるが、その幹材積および幹材積生長量の比率は、それぞれ 77% と 73% を占めている。また上層と中層を合わせると、全層に対する本数比率は 42% であるのに対し、幹材積および幹材積生長量の比率は、それぞれ 98% と 96% を占めている。幹材積生長量は $12.7 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{yr}$ (スギ 11.3, ヒノキ 1.4) であるが、この数値はかなり高いものといえる。

試験区設定以後 5 年間は、伐倒と植栽、枝打ちは一切行われていない。しかし、強風により、初めの 2 年間 (1 回目の測定と 2 回目の測定の間) 7 本 (上層木 1 本, 中層木 4 本, 下層木 2 本, 試験区設定時、すなわち第 1 回測定時の幹材積の 6%) が倒木枯損し、次の 3 年間 (2 回目の測定と 3 回目の測定の間) に 5 本 (上層木 3 本, 中層木 1 本, 下層木 1 本, 2 回目の測定時の幹材積の 7%) が倒木枯損した。林分の生長計算は、各回の測定間に倒れた木を除外して計算した。これらの枯損は、数量的にみて林分構造にほとんど影響を与えていないとみていいが、これらの倒木により、他の林木の光環境がいくぶんよくなり、そのぶん、他の林木の生長の増加したことは考えられる。

1973 年 6 月 (第 2 回調査) と 1976 年 8 月 (第 3 回調査) の地上 1.5 m の林内相対照度は、いずれも 19% であり、3 年間に照度の変化は認められなかった。この 3 年間に、幹材積にして 7% の倒木枯損がなければ、相対照度はその分だけいくらか低下していたのか、それはほとんど影響なかったかはわからないが、いずれにしても相対照度に大きな変化はなかったとみてよい。

引用文献・資料

- 1) 早稲田 収・市川孝義・山本久仁雄・斎藤勝郎・藤森隆郎：関西支場における研究の概要、非皆伐施業法に関する研究資料、“主として林内人工更新に関する中間報告”。林試, 27~34, (1975)
- 2) 早稲田 収・斎藤勝郎・藤森隆郎：択伐林に関する研究 (I) 今須における 択伐林の実態。日林講, 86, 249~250, (1975)

山東択伐林試験地の林分構造と生長

内村悦三⁽¹⁾・鈴木健敬⁽²⁾山本久仁雄⁽³⁾・藤森隆郎⁽⁴⁾

Etsuzo UCHIMURA, Takeyoshi SUZUKI, Kunio YAMAMOTO and
Takao FUJIMORI: Stand Composition and Its Growth in
the Selection Forest at Santoh-Cho

は　じ　め　に

複層林の構造と生長の態様を究明するため、滋賀県坂田郡山東町におけるスギ、ヒノキ混交択伐施業林分について調査と解析を行った。

I 調査地と方法

調査の対象としたのは、滋賀県坂田郡山東町大字長久寺に位置する民有のスギ、ヒノキ混交択伐施業林である。この林分のある地域は、別報¹⁾の岐阜県今須の択伐林とは国道21号線や東海道線などによって隔てられているが、地理的に隣接し、古くから今須林業の影響を受けて同様な施業を行ってきている。立地条件も今須と似ており、地質は秩父古生層に属し、基岩は硬砂岩、粘板岩よりなり、土壌は植壤土である。年平均気温は14.3°C、年平均降水量2,200mmであり、林木の生育にとって好適の地域といえる。ただ冬期には湿性の降雪がみられ、積雪も年により数十日におよぶため、雪害を生じ、雪起こし作業に毎年多大の労力が払われている。

この調査地は、以前は100年生以上のスギの大径木が中心となって林分が構成されていたが、1959年9月に襲った伊勢湾台風により、大多数の大径木が風倒、割裂した。したがって、現在残存している大径木はきわめてわずかであり、被害木が伐採されたことから、上層木の配置が不均等になり、典型的な択伐林型とはなっていない。

1978年3月15、16日に、20×20mの調査区を設定し、あわせて全立木について、胸高直径と樹高の測定を行った。樹冠の配置状態から、上層木、中層木(I, II)、下層木の4層に分けて、樹種別の本数割合、蓄積量、直径階別本数などを求めて、林分構造を明らかにした。材積の算定には、上述したごとく、当試験地が今須地区と隣接し、地形も類似しているので、今須択伐林試験地の調査結果¹⁾から誘導した D^2H-v の関係式を用いた。

II 結果と考察

試験地の毎木調査結果から、 $D-H$ 関係を図1、樹高階別の本数を図2、表1、樹高階別の平均樹高や平均胸高直径などを表2に、樹高階別の材積を図3、表3に示した。立木の樹高とD.B.H.の間には、かな

1982年11月9日受理

造 林—99 Silviculture—99

(1) 調 査 部 (元関西支場)

(2) (3) 関 西 支 場

(4) 造 林 部 (元関西支場)

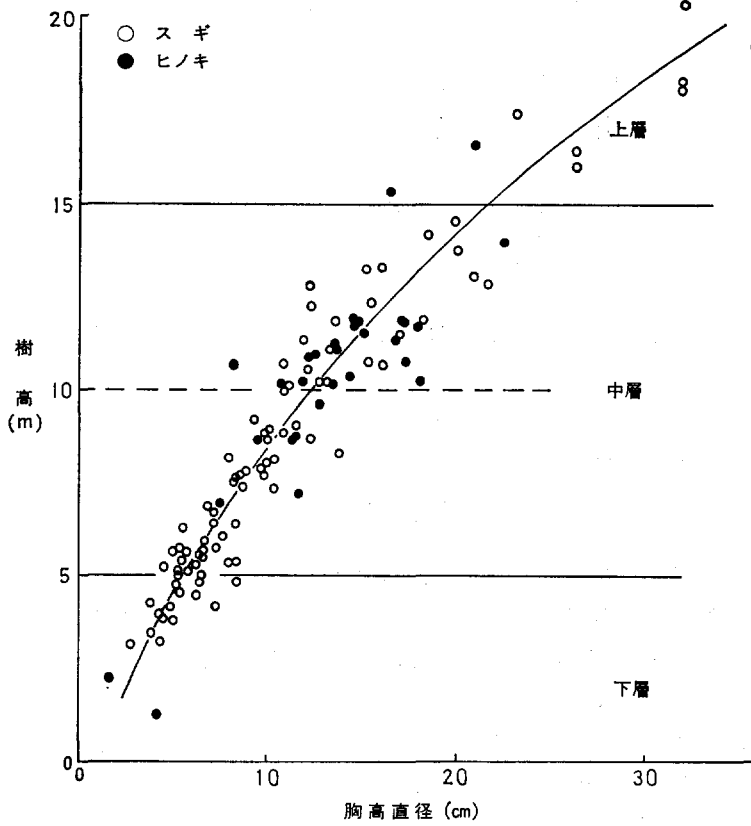


図 1. 胸高直径と樹高の関係

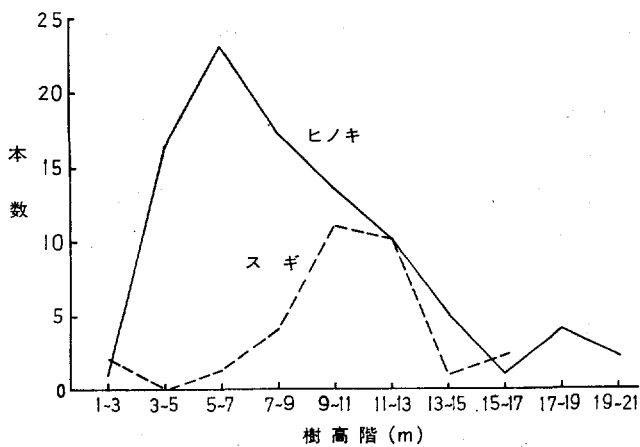


図 2. 樹高階別の本数分配曲線

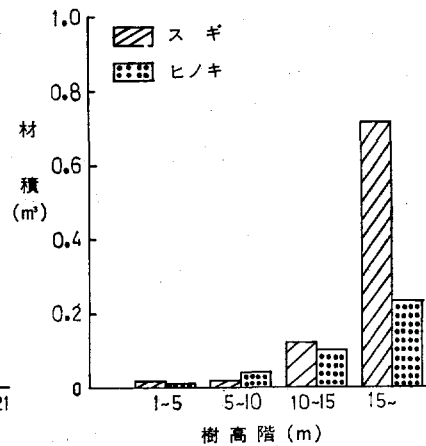


図 3. 樹高階別の単木あたり材積

表1. 層別の立木数と比率

(ha 当)

層	樹高階 (m)	スギ		ヒノキ		合計	
		本数	比	本数	比	本数	比
下層	1 ~ 5	400	17.98	50	6.45	450	15.00
中層	5 ~ 10	1,100	49.44	150	19.36	1,250	41.67
	10 ~ 15	550	24.72	525	67.74	1,075	35.83
上層	15 ~	175	7.86	50	6.45	225	7.50
合計		2,225	100.00	775	100.00	3,000	100.00

表2. スギおよびヒノキ層別形状値

層	樹高階 (m)	スギ			ヒノキ		
		樹高 (m)	枝下高 (m)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	胸高直径 (cm)
下層	1 ~ 5	4.02	1.54	5.04	1.78	0.55	2.80
中層	5 ~ 10	6.85	2.59	7.59	8.25	4.35	10.70
	10 ~ 15	11.94	5.68	12.16	11.12	5.62	14.36
上層	15 ~	18.26	11.26	31.48	15.90	8.00	18.75

表3. 層別の蓄積

(ha 当)

層	樹高階 (m)	スギ (m³)	ヒノキ (m³)	合計 (m³)
下層	1 ~ 5	2.4837	0.0405	2.5242
中層	5 ~ 10	25.0760	6.7440	31.8200
	10 ~ 15	70.3567	53.5257	123.8824
上層	15 ~	122.7577	11.5667	134.3244
合計		220.6741	71.8769	292.5510

りの相関が認められる。樹高による本数分配は、5~7mをピークとし、3~13mの間に全立木の約77%が含まれている。このうち、スギとヒノキの混交比は、スギが全体の74%を占めている。また、ヒノキの多くが中径木で、その樹高は5~15mの範囲にあり、この中層でのスギとヒノキの本数比は、ほぼ等しい。蓄積については、スギは1haあたり220.67m³、ヒノキは71.88m³となっており、1haあたりの総蓄積量は292.55m³となっている。しかし林分全体からみれば、上層を占めているスギの蓄積が極端に多く、全体としてのバランスがないのは、さきに述べたように台風による伐採が原因している。なお、樹高階別による単木あたりの材積でスギとヒノキを比較してみると、小径木の間はスギもヒノキもほぼ同様な材積を示すが、上層木になるとヒノキは樹高の割に直径生長が伴っていないと思われる。ただ、その原因としては、これまで閉鎖されていた林内が急激に疎開され、上長生長が促進されたという点も考慮すべきであろう。

本調査地は所有者の経営方針によって管理されてきたが、1978 年 8 月 22 日（晴れ時々曇り）の 11 時前後に行った地上 30 cm における相対照度の調査結果では、2.8% を示しており、同時点でしらべた今須の試験地の 12.9% に比べて、かなり暗く、後継樹の生育を盛んにさせるためには、伐採を行い、林内照度を増す必要があるといえる。この調査では、現状の把握にとどまったが、今後標本木の解析や数年間の継続調査を通じて、庇陰下にある下層木や中層木の生長量や一次生産量などを明らかにしてゆく予定である。

引用文献

- 1) 鈴木健敬・山本久仁雄・藤森隆郎・市川孝義・斎藤勝郎：関西支場における研究の概要，人工林の非皆伐施業に関する研究，第 1 次経過報告，林試，56～59，(1977)