

複層林の管理技術の開発 (I)

— 今須林業における常時複層林の現状について —

川尻秀樹・中川 一・茂木靖和・中村 基

目 次

はじめに	29	2.2.1.3 試験区4の林分状況	36
1 試験方法	30	2.2.1.4 試験区5の林分状況	39
1.1 試験地の概況	30	2.2.1.5 試験区6の林分状況	39
1.2 今須択伐林での聞き取り調査	30	2.2.1.6 試験区7の林分状況	40
1.3 常時複層林の成長調査	30	2.2.2 試験区の林分構造比較	42
1.4 照度調査	30	2.3 光環境の測定	43
1.5 植生調査	31	2.3.1 試験区の相対照度	43
1.6 択伐林に発生する中下層木の損傷	31	2.3.2 曇天時の相対照度とその経時変化	44
1.7 枝打ちの功程調査	31	2.4 今須択伐林の下層植生調査	46
2 結果と考察	31	2.5 択伐林の枝下高管理と問題点	47
2.1 今須択伐林での聞き取り調査結果	31	2.5.1 樹高成長と枝下高	47
2.1.1 植栽	31	2.5.2 伝統的な枝打ちと自動枝打ち機	49
2.1.2 下刈り	32	による功程調査ら	49
2.1.3 雪起し	33	2.5.3 択伐林に発生する中下層木の損傷	51
2.2 今須択伐林の林分構造	34	2.5.3.1 択伐林に発生する雪害	51
2.2.1 試験区の林分状況	34	2.5.3.2 上木択伐による下層木の損傷	51
2.2.1.1 試験区2の林分状況	34	まとめ	51
2.2.1.2 試験区3の林分状況	36	引用文献	52

はじめに

近年、森林に対する要請は、これまでの木材の供給や国土の保全、水源かん養に加え、緑とのふれあいや、スポーツ・文化・教育の場としての利用等多様化、高度化してきている。このため、森林のもつ多面的機能を一層高める複層林施業に対する期待が高まっている。

複層林には二段林（短期・長期）や三段以上の常時複層林などがあるが、ここで取り上げた常時複層林とは、二段林のように上木伐採による林分の単層期間が無く、常に用材生産を目的とした樹種によって2層以上の階層を構成している林分である。

一般に常時複層林は複層林施業の中でも、すべての森林機能の長所を有すると言われる反面、目標林型に誘導するのに長時間を要し、維持管理にも熟練した技術が要求されると言われている。複層林施業は一部の地域を除いては、まだ歴史が浅く、調査・研究はなお途上にある。

本報告は国庫補助事業である『複層林の造成管理技術の開発（1989～1994年）』の中で、人工造林、単木択伐によって、常に複層林型が保たれている岐阜県関ヶ原町今須地区での調査結果を基に、その維持管理の現状を検討したものである。

なお、この試験にあたりご助言・ご協力頂いた元岐阜大学 大内幸雄教授、元林業センター 野々田三郎場長、林業センター普及課の方々、西南濃県事務所 鈴木 勝林務課長、武儀県事務所 中林 幹夫林務課長、岐阜県指導林家 山本總助氏、西南濃県事務所林務課の方々、ならびに試験地の提供、聞き取り調査にご協力下さった今須地区の方々に、深く感謝の意を表します。

1 試験方法

1.1 試験地の概況

関ヶ原町今須は岐阜県の西南部に位置し、東西約 4Km、南北約 9Km、総面積2,500haの山村である。試験地は今須地内に県が設定している西濃実験林、およびその周辺で、択伐林施業が実施されている林分を所有者毎に試験地区分した。

今須択伐林は所有者毎に林分構成等が異なっているため、試験区を6カ所設けた(図-1)。各試験区の林分概況は表-1に示すように、試験区面積は323㎡~729㎡で、立木密度は1,339~2,355本/ha、林分材積438.9~1,094.1㎡、林分に占めるヒノキの本数割合は22~71%である。林分傾斜は多くが平坦な立地であるが、特に試験区5は傾斜角35~38度と急斜面である。

なお、調査期間は1981年~1993年で、各試験区の立地環境は標高約 300m、年平均気温14.5℃、年平均降水量 2,400mm、最深積雪深 1mである(4)。

1.2 今須択伐林での聞き取り調査

今須地区での造林、保育の現状について、森林技術者や製材業者から聞き取り調査を実施した。聞き取り項目は植栽、下刈り、雪起し、枝打ちの4項目とし、林業従事者の個人的な意見として収集したものを編集した。

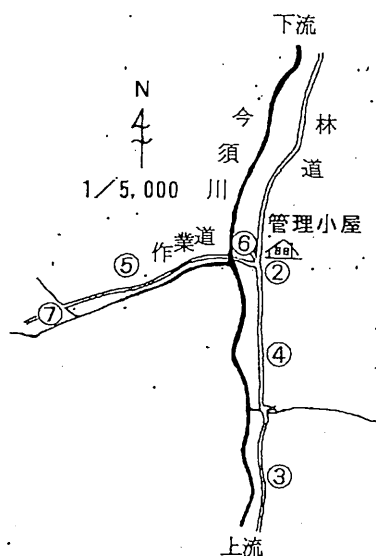


図-1 試験区の配置

1.3 常時複層林の成長調査

調査項目は原則として、樹種、胸高直径(地上1.2mにおける直径)、樹高、枝下高とした。胸高直径は輪尺と直径巻尺により、樹高・枝下高は測高ポールとシュピーゲルレラスコープによって測定した。なお、各試験区とも立木配置図を作成した。

1.4 照度調査

照度はミノルタ製デジタル積算照度計(T-1H型)によって、原則として7~8月の晴天時(裸地照度 8万ルクス以上)の11~13時に林内相対照度を測定した。測定時間は1回約3分とし、毎回林内の同じコースを測定した。林内相対照度は測定高によって常に変化するため、測定高は植栽苗木の高さの直上である地上1.2mで実施した。

但し、試験年度や試験区によっては月別、測定時刻別、裸地照度の明るさ別の相対照度の変化も測定した。

表-1 調査試験区の概況

試験区 番号	面積 (㎡)	立木密度 (本/ha)	林分材積 (㎡/ha)	胸高断面積 (㎡/ha)	傾斜 (度)	ヒノキ 本数率(%)	測定年度 (年)
2	400	1,925	477.6	51.6	0~2	53	1993
3	323	1,796	585.1	62.6	0~4	22	1990
4	359	1,339	438.9	51.1	0~2	71	1990
5	360	2,082	547.2	65.7	35~38	59	1990
6	616	2,076	513.1	59.4	0~5	30	1992
7	729	2,355	1,094.1	105.0	5~17	60	1987

1.5 植生調査

試験区6内に2m×2mの植生調査用サブプロットを5ヶ所設定して、1989～1994年までの5年間継続して生育する植物種、被度を調査した。被度は7～8月にブラウン＝ブランケの方法により実施し、同時にサブプロット内の雑草木を刈り取り、単位面積当たりの地上部生重量を測定した。なお、この試験区6は植生調査後、毎年1回試験区全面を下刈鎌で下刈りした。

1.6 択伐林に発生する中下層木の損傷

今須択伐林に見られる雪害、収穫のための択伐にともなう損傷について調査した。雪害は中下層木の幹折れ、梢曲がり、斜立の3区分とし、梢曲がりとは新梢約1mが冠雪によって90度近く曲げられた個体で、斜立とは冠雪で根が浮いて、鉛直方向から約15度以上傾いたものである。また、1991年には下層木の雪害を観察するため、試験区6にスギ、ヒノキの精英樹3年生苗（樹高62.9±7.0cm）を6,167本/haの密度で植栽し、その被害状況を調査した。

伐倒時の下木の損傷は幹折れ、先折れ（梢の先端1m以内の折れ）、樹皮剥ぎの3区分として測定した。

1.7 枝打ちの工期調査

今須地区で広く実施されているぶり縄と今須鉈による伝統的な枝打ちと、自動枝打ち機による枝打ちの作業工期を比較した。枝打ち技術者は岐阜県指導林家の山本總助氏により、自動枝打ち機は『えだうちやまびこ AB-230型』（セイレイ工業）を用いて、ヒノキの中層木を主体に枝打ちした。

2 結果と考察

2.1 今須択伐林での聞き取り調査結果

聞き取り調査した質問項目と回答のみを整理して、箇条書きに列記すると以下ようになる。

2.1.1 植栽

◎苗の入手方法は？

1. 今須地区の優良なスギを母樹とした実生苗を養成する。
2. 滋賀県山東町長久寺の優良なスギからタネを取り、実生苗を養成して用いる。
3. ヒノキは山引き苗を畑で養成して用いる。
4. 現在、多くの人が森林組合から実生苗を買っている。
5. 県外からの苗は、寒地系の実生苗を用いる（暖地系のものは枝が太いものが多いのに対し、寒地系の苗は枝が細いものが多いように感ずるから）。

◎苗の大きさは？

1. 年齢は4～5年生で高さ1.0～1.2mの大苗である。主に5年生苗を用いる。

◎活着率は？

1. 択伐林での活着率は高く、100%に近い。

◎植栽位置は？

1. 上層木による雪害を避けるため、個々の上層木樹冠内または樹冠端から離れた所に植栽する。

◎植栽方法は？

1. ていねい植えにより、3～4年間はあて木（杖）して縄で固定する。
2. あて木は頑丈な木材ではなく、竹等の軽いものとする。
3. ヒノキでも比較的深植えする。

◎上層木の樹種によって植栽密度は異なるか？

1. 上層木がスギ、ヒノキの場合よりもケヤキ、マツの方が林内の下層に光がよく入るため、林分の立木密度を高くすることができる。しかし、ケヤキを上層木とした場合、ケヤキの枝の間を下層木が伸長してくるため、ケヤキの下層から成長してきた立木の択伐が困難となると言われている。

◎立木密度は目安があるか？

1. 最高1800本/ha程度までが良く、これ以上では下木の生長に影響が出ると言われている。
2. 上木を1本伐倒すると、2～3本の苗木を植栽するが、最終的にはこの内の1～2本は雪害や伐倒により間引きされることによって立木密度が維持される。

◎樹種による耐陰性の違いは？

1. 耐陰性はスギとケヤキではケヤキの方が強いと言われている。

◎立地環境によって植栽樹種を考慮するか？

1. 一般に上層木がマツ林ならば、乾燥地なので下層木にはヒノキを植栽している。

2.1.2 下刈り

◎下刈りの時期は？

1. 他の林地同様に6～7月に実施する。主体は7月である。

◎下刈りの周期は？

1. 毎年～3年に1回と所有者によって、下層木の密度・大きさによって異なる。

◎下刈りの回数は？

1. 一般に年1回～2年に1回であるが、まれに年2回の場合がある。

◎下刈り工期は？

1. 手刈りで行い1日に10a程度である。

◎下刈りする目的は？

1. 下刈りによって下層木の枯損を防ぐ。
2. 苗木の雪起しが楽になる。
3. 下刈りすることによって土地を肥やすメリットがあると言われている。
4. 今須林業では必ず必要な一項目で、自分の所有林分を素材業者に美しく見せる目的がある。

◎択伐林の下刈りと一斉造林地の下刈りを比較すると？

1. 択伐林は庇陰下での下刈りであるため、一般の一斉造林地のように直射による疲労感が無い。
2. 択伐林の雑草木は一斉造林地に比較して、柔らかく刈り取りやすいように感じる。

2.1.3 雪起し

◎雪起しの時期は？

1. 広葉樹の新芽が開序し、樹液の流動が開始し始めた4月に実施している。
2. 今須では3月に雪起しすると、木に弾力が無く目廻りが入り易いが、4月には曲げ易く軽く起すことができると言われている。

◎雪起し実施樹齢は？

1. 苗木の植栽年から実施する。
2. 曲りが出れば30年生の大きな立木でもワイヤーで雪起しするが、アテや目廻りの発生する危険がある。

◎雪起しの人工数は？

1. 所有面積10a当たり毎年 2～5人を要する。

◎雪起しの材料と方法は？

1. 合成繊維の雪起しテープによる場合は図-2.(1)のように、起す方向と180° 反対側の枝にテープをかけて引っ張り、周囲の大径木に一方の端を結びつける。
2. わら縄による場合は、図-2(2)のように、起す方向の270° 廻した側の枝に縄を結び引き起す。
3. 起し方の違いは、わら縄の場合には1年程度で縄が腐り、自然に縄が切れるので図-2(2)の方法で良いが、頑丈な合成繊維のテープを(2)の方式で270° 廻した側の枝に結びつけると、起こした立木の幹にテープが食い込むことが多い。このため、冬期の降雪によって、テープの接する付近から折れ易くなる。

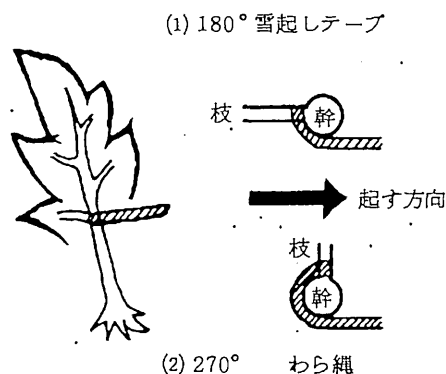


図-2 雪起こしの方法

◎雪起しの時に他に注意することはあるか？

1. 枝張りの片寄ったものは枝の片寄りを無くす目的で、雪起しと同時に枝を2〜3本取り除く。
2. 雪起しテープを結びつける太径木は、3年以上同じ位置にテープをくくりつけない。3年以上放置すると、くくりつけた幹がトックリ状に変形することが多いためである。

◎雪起しテープの固定期間は？

1. 樹高4m以下の立木は雪起しした年内に、雪による曲りや傾斜を取り除くことができる。
2. 樹齢30年程度の大い立木や生長の悪いものは、5年間程継続して雪起しすることがある。

◎樹種による雪起しの難易はあるか？

1. ヒノキはスギよりも雪起しが容易である。

◎地形による雪起しの違いはあるか？

1. 谷間や北向き斜面の立木は生長が良く、雪起しする本数も多くなると感じる。

◎下層木の雪害パターンは？

1. 複層林の立木は平地でも樹冠が偏寄り易いため、そこに雪が付着して下層木に雪害をもたらす。
2. 上層木樹冠端の直下は雪害を受けやすいと言われる。

◎苗による雪害の難易はあるのか？

1. 枝葉への雪の付着は、今須のスギ苗も、移入したスギ苗も、大差は無いように感じる。
2. サシキ苗由来の立木は、胸高直径 6cmくらいで先端折れする傾向があるとされる。
3. 実生の今須スギは根元が良く張っているため、曲るけれど折れ難い傾向があると感じる。

◎上層樹種による雪害の難易はあるのか？

1. 上層木がスギ、ヒノキの場合は樹冠端直下の下層木が冠雪害を受け易い。
2. 上層木がマツ・ケヤキの場合は下層木は冠雪害を受けにくい。

2.1.4 枝打ち

◎枝打ち開始時期は？

1. 樹高約2m、胸高直径 4cmぐらいから枝打ちを開始する。

◎上層木を枝打ちする目安はあるか？

1. 上層木の樹冠が互いに近接し始めた時点
2. 下層木の梢が上層樹冠に到達し始めた時点

◎下層木の枝打ち量の目安はあるか？

1. 下方に垂れ下がった枝は残しても雪害を受けるだけなので取り除く。
2. 枝打ちは一番太い枝（力枝）から下を行う。
3. 樹冠の片寄りは無くすように枝を打つ。

◎上層木の枝打ち量の目安はあるか？

1. 樹冠内で最も太い枝（力枝）までを枝打ちする。
2. 樹冠内に下層木のあるところは2〜3枝余分に枝打ちする。
3. 一般に胸高直径 20cmくらいのスギで一度に約3m枝打ちする。
4. 生長の悪い木や老木は枝打ち跡の巻き込みが悪く、腐り易いため枝打ちの量を制限する。
5. 林内の光環境の面から、枝打ち終了時点で林内に太陽光線がチラチラ散光する程度が良い。
6. 枝を打ち過ぎると生長が衰えるため、肥えた土地と痩せた土地では、1回の枝打ち量や再び枝

を打つまでの枝打ちサイクルを調製する。

◎上層木の力枝はどう判断するのか？

1. 力枝は樹冠内で最も太い枝をさすが、一般に力枝部は樹冠下方から力枝までの幹の細りは少なく（完満）、力枝から上方への幹の細りは多く（梢殺）になっている。

◎枝打ちの周期は決まっているか？

1. 上層木で5～7年周期で行うが、生長の遅いものはこれより長くする。
2. 樹齢 7～15年生では3年毎に実施し、20年生以上の立木は 7年毎に枝打ちする。

◎枝打ちの功程は？

1. 胸高直径 20cm程のスギを3m枝打ちするとして、3本/1時間の功程である。
2. 枝打ち熟練者なら直径15～20cmの立木で、20～30本/1日の功程である。

◎樹種による枝打量・枝打方法の違いはあるのか？

1. 枝打量はスギでは樹冠長の1/2以下、ヒノキでは1/3以下枝打ちする。ヒノキは枝打ちによる生長鈍化が著しいため、スギより少なめに枝打ちと言われる。
2. マツは枝座（枝隆）を残して枝を打てば、枝打面が雑でも樹脂がでるため腐り難く、巻き込み易いと考え。また、上木がマツの場合、下木のスギ・ヒノキの枝がマツの樹冠に入り込み易いたため、早めにマツの枝を打つ必要がある。
3. ケヤキの枝打ちは幹から0.7～2.0mぐらいの枝を残し、枝切りする。ケヤキは枝を残さないと腐りが幹内部にまで侵入してくると、と言われるからである。

2.2 今須沢伐林の林分構造

2.2.1 試験区の林分状況

2.2.1.1 試験区2の林分状況

試験区2の1993年現在の林分概況を表-2に示した。この試験区は面積が400㎡で、西濃実験林管理小屋と林道に面した平坦地である。林分は立木密度1,925本/ha、幹材積477.6m³/ha、胸高断面積51.6㎡/haと蓄積は多少多いものの今須地区の代表的な択伐林分である。

表から林分の内容を検討すると、直径階20cm以下ではヒノキの本数割合が多く、スギの2倍程ある。逆に30cm以上ではヒノキは無く、スギのみが上層林冠を形成している林分であることがわかる。スギ、ヒノキの本数割合は全体で47%：53%とヒノキの方が若干多いが、材積割合はヒノキ15%、スギ85%とスギが非常に多くなっており、これは中層以下にヒノキが多い結果によるものである。胸高直径30cmまでの平均樹高、平均枝下高はスギ、ヒノキともほとんど差が無く、直径20cm未満で樹高約10mまでの枝下高は樹高の約1/2である。また、直径が20cm以上、樹高19m以上の中・上層木の枝下高は樹高の約2/3～4/5となっている。

1981～1993年までの林分全体の林況変化を表-3に、直径階（5cm）毎の本数分布の変化を図-3に示した。表から過去12年間の立木密度は、少しずつ変動しているものの約1,900本/ha程度の密度で維持されている。1988年と1993年を比較すると、この5年間に16本の立木が雪害、枯損、伐倒により消失しており、林分構成が変化しているのは図からも明かである。16本の消失木のうち雪害は直径15cm程度の中下層木に、枯損は植栽後3年以内の造林木に発生した。

図は林分を5cm毎に60cmまで12階に分け、各直径階毎の本数分布を測定年度別に表したものである。各直径階毎の棒グラフは左から1981年、1988年、1993年の測定値で、12年間の変化である。林分全体の変動を見ると直径階5cm未満の下層木の個体数は、1981年に比較して1993年の方が多くなっており、近年でも積極的に造林している林分である。また、直径階5cm未満の樹種構成は12年前にはスギ 1：ヒノキ 1であったものが、1993年にはスギ 1：ヒノキ 2となり、スギの絶対数はあまり変化していない反面、ヒノキは約倍増している。直径階5cm以上では成長に伴う本数の経時変化は見られるが、際立った変動は見られず、直径の本数分布は大隅（9）の指摘するマイヤーの指数分布型を示しながら直径約60cmの大径木まで含んだ林分となっている。

表-2 試験区2の林分概況(1993年現在)

直径階 (cm)	樹種	立木密度 (本/ha)	幹材積 (m ³ /ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)
0 ~ 10	スギ	375	3.4	0.9	4.72	2.00
	ヒノキ	725	3.6	1.2	4.18	2.19
	計	1,100	7.0	2.1		
10 ~ 20	スギ	150	15.4	2.6	10.72	5.52
	ヒノキ	225	19.3	3.3	11.03	5.78
	計	375	34.7	5.9		
20 ~ 30	スギ	100	46.6	5.2	18.75	11.47
	ヒノキ	75	45.3	4.6	19.70	11.69
	計	175	91.9	9.8		
30 ~ 40	スギ	150	127.6	13.0	20.92	16.90
	ヒノキ	—	—	—	—	—
	計	150	127.6	13.0		
40 以上	スギ	125	216.4	20.8	24.36	14.98
	ヒノキ	—	—	—	—	—
	計	125	216.4	20.8		
全体		1,925	477.6	51.6	13.77	6.16

表-3 試験区2の林況の変化(林分全体)

調査年度	立木密度	幹材積	平均胸高直径	平均樹高	平均枝下高	ヒノキ本数割合
1981	1850本/ha	335m ³ /ha	11.9 m	8.1 m	4.7 m	39 %
1984	1800	—	13.4	—	—	41
1988	1925	350	14.2	9.4	6.3	46
1990	2100	—	14.0	9.0	6.5	51
1993	1925	478	14.8	13.8	6.2	53

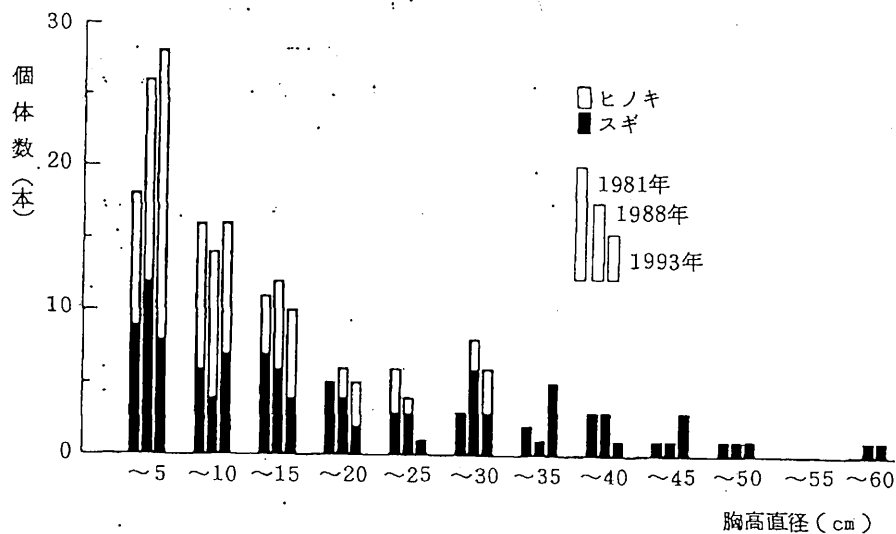


図-3 直径階の本数分布変化 (1981~1993年)

表-3から林分の平均胸高直径、平均樹高とも12年間に各々2.9m、5.7cmと非常に増加しており、幹材積は1981年には335 m^3 であったが、12年後には478 m^3 とha当たり143 m^3 増加している。単純計算すると年間11.9 m^3 /haの材積が増加していることになる。しかし、実際には1991年に雪害と収穫でスギ6本、ヒノキ2本が消失しており、合計材積62.7 m^3 /haが1991年末に減少している。藤森(1)は今須択伐林の調査結果から、年間幹材積成長量12.7 m^3 /haを得、この数値をかなり高い値と指摘しており、試験区2の年間幹材積成長量は1991年の消失分を加えると相当多いことがわかる。

混交割合について見るとヒノキの本数割合は、12年前の1981年にはヒノキ39%であったものが測定年毎に増加し、1993年には53%と半数以上にまで達している。このことと表-2の直径階10cm未満に占めるヒノキの本数から、最近の造林傾向がヒノキを主体としていることがわかる。

2.2.1.2 試験区3の林分状況

試験区3の1990年現在の林分概況を表-4に示した。この試験区は面積が323 m^2 で、林道から東へ10m程山裾に入った所の平坦地である。林分は立木密度1,796本/haと比較的立木密度が低い林分である。しかし、幹材積585.1 m^3 /ha、胸高断面積62.6 m^3 /haと今須地区では立木密度の割に蓄積の多い林分である。これは胸高直径30cm以上の立木が比較的多いため、蓄積が増加していることによる。また、この林分の直径階毎の本数分布は、過去3年間でほとんど変化していないが、この間スギ1本が雪害で幹折れし、スギ・ヒノキ各々1本ずつ択伐され、林分全体で13.65 m^3 /haの幹材積が減少した。

表の内容を5cm毎の直径階別本数分布で見ると、5cm未満の立木は124本/haと少ない。5cm以上の立木の本数分布はマイヤーの指数分布型を示しながら直径約60cmの大径木まで含んだ林分となっている。過去には積極的な択伐林経営が行われていたと思われるが、近年択伐が中断されているため林内照度が低下し、下層木がひ弱になり雪害や枯損によって減少したものと考えられる。

表から林分の内容を検討すると、どの直径階でもヒノキよりスギの本数割合が多く、胸高直径40cm以上のヒノキは無い。林分全体のスギ、ヒノキの本数割合は78% : 22%、材積割合もスギ83% : ヒノキ17%と最下層から上層までスギの割合が多く、将来的にもスギ主体の択伐林であると言える。胸高直径40cmまでの平均樹高、平均枝下高は直径階によってスギ、ヒノキにバラツキが見られる。しかし、樹高と枝下高の関係は直径20cm未満の枝下高は樹高の3/5以下であり、直径が20cm以上の中・上層木の枝下高は樹高の約2/3程度となっている。

2.2.1.3 試験区4の林分状況

試験区4の1990年現在の林分概況を表-5に示した。この試験区は面積が359 m^2 で、試験区2と同じ林道に接した平坦地であるが、試験区内は水が湧きだし小さな流れを作る湿性な林地である。林分は立

表-4 試験区3の林分概況(1990年現在)

直径階 (cm)	樹種	立木密度 (本/ha)	幹材積 (m ³ /ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)
0 ~ 10	スギ	650	11.8	2.9	6.84	3.36
	ヒノキ	155	1.4	0.5	5.31	2.15
	計	805	13.2	3.4		
10 ~ 20	スギ	402	34.1	5.7	10.46	5.84
	ヒノキ	124	16.7	2.4	13.02	7.92
	計	526	50.8	8.1		
20 ~ 30	スギ	93	36.9	4.4	17.57	10.90
	ヒノキ	62	31.1	3.6	17.57	11.66
	計	155	68.0	8.0		
30 ~ 40	スギ	155	180.1	17.4	23.05	15.34
	ヒノキ	62	51.0	5.1	20.80	12.83
	計	217	231.1	22.5		
40 以上	スギ	93	222.0	20.7	26.15	17.01
	ヒノキ	—	—	—	—	—
	計	93	222.0	20.7		
全体		1,796	585.1	62.6	15.50	9.57

表-5 試験区4の林分概況(1990年現在)

直径階 (cm)	樹種	立木密度 (本/ha)	幹材積 (m ³ /ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)
0 ~ 10	スギ	56	0.4	0.1	3.60	2.79
	ヒノキ	334	4.4	1.3	4.84	3.35
	計	390	4.8	1.4		
10 ~ 20	スギ	56	6.9	1.1	12.18	6.26
	ヒノキ	334	33.8	6.0	10.96	5.78
	計	390	40.7	7.1		
20 ~ 30	スギ	195	75.7	9.6	15.76	9.80
	ヒノキ	251	79.8	10.0	15.86	8.95
	計	446	155.5	19.6		
30 以上	スギ	84	213.3	20.3	24.69	17.14
	ヒノキ	28	24.6	2.7	19.53	10.74
	計	112	237.9	23.0		
全体		1,338	438.9	51.1	13.43	8.10

木密度 1,338本/haと試験区の中でも最も立木密度が低く、今須地区でも最も疎な林分である。幹材積は438.9m³/ha、胸高断面積51.1m²/haと立木密度の割に蓄積はあるものの、6ヶ所の試験区中最低の蓄積である。これは立木密度が低いからであるが、特に30cm以上の中・上層木が少ないことが主因である。林分全体では過去5年間に胸高直径27~36cmのヒノキ4本が択伐され、幹材積が72.10m³/ha減少しているが、直径階毎の本数分布はあまり変化していない。

表の内容を5cm毎の直径階別本数分布で見ると、5cm未満の立木は111本/haで、特にスギは少ない。5cm以上の立木では5~10cmと20~25cmに2つのピークを持つ凸型の分布を示し、特に30cm以上では35~40cmと60~65cmの立木が僅かに認められるに過ぎない。下層木の占める割合が少なく、直径階毎の本数分布がマイヤーの指数分布型を示していないことから、今後、択伐と造林によってどのように林分が変化するか興味深い。

表から林分の内容を検討すると、30cm未満の直径階ではどの直径階でもスギよりヒノキの本数割合、材積割合ともが多い。林分全体のスギ、ヒノキの本数割合は29% : 71%で、5年前の1985年に植栽されていた1m以下の苗木本数割合も、スギ1に対しヒノキ3と、ヒノキが多かった。これは今須地区で一般に言われている混交割合（スギ7 : ヒノキ3）と逆転しており、相当以前から所有者がヒノキ中心に考えて施業していると考えられる。材積割合はスギ68% : ヒノキ32%であるが、僅かにみられる60cm以上のスギ立木を除くと、ヒノキ材積が50%以上を占めることとなる。平均樹高と平均枝下高の関係は直径階10cm未満の下層木でも枝下高は樹高の2/3以上と高く、良く枝打ちされている。しかし、直径が20cm以上の中・上層木の枝下高は樹高の1/2~2/3程度と、他の試験区と比較して同等以下と低くなっている。

表-6 試験区5の林分概況（1990年現在）

直径階 (cm)	樹種	立木密度 (本/ha)	幹材積 (m ³ /ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)
0 ~ 10	スギ	250	4.5	1.0	6.99	3.70
	ヒノキ	389	7.0	1.7	6.68	3.48
	計	639	11.5	2.7		
10 ~ 20	スギ	361	28.6	5.5	9.88	6.83
	ヒノキ	583	49.8	8.7	11.33	7.01
	計	944	78.4	14.2		
20 ~ 30	スギ	83	20.0	2.8	14.71	9.98
	ヒノキ	111	58.8	5.9	18.83	12.43
	計	194	78.8	8.7		
30 ~ 40	スギ	83	74.9	7.9	20.79	14.38
	ヒノキ	56	46.4	4.4	21.66	12.79
	計	139	121.3	12.3		
40 以上	スギ	83	159.9	15.3	24.39	14.01
	ヒノキ	83	97.3	12.5	18.90	11.91
	計	166	257.2	27.8		
全体		2,082	547.2	65.7	15.41	10.00

2.2.1.4 試験区5の林分状況

試験区5の1990年現在の林分の概況を表-6に示した。この試験区は面積が360㎡で、西濃実験林管理小屋から西方に延びる作業道の途中から斜距離で50m程入った山腹斜面に位置し、6試験区中、最も急斜面に設定された試験区である。この試験区の斜面傾斜角は35~38度であるが、試験区7を除く他の試験区はほぼ平坦地であり、試験区5の立地特異性がうかがえる。林分は立木密度2,082本/ha、幹材積547.2㎡/ha、胸高断面積65.7㎡/haと蓄積が多い択伐林となっている。また、この林分の直径階毎の本数分布は全体的に大径化しているものの、過去5年間で胸高直径12.1cmスギ1本が枯損し、幹材積が1.49㎡/ha減少した以外に、造林・択伐はされず、林分はほとんど変化していない。

表の内容を5cm毎の直径階別本数分布で見ると、5cm未満の立木は222本/ha、5~10cmの立木は417本/haあり、直径階5cmおよび10cm未満の立木は直径階10~15cmより少ない本数割合となっている。特に5cm未満では胸高直径2.6cm、樹高2.5m以下の立木は無く、近年5年以上造林されていない。林分全体は直径約60cmの大径木まで含んだ択伐林となっているが、近年は択伐収穫していない。

表から林分の内容を検討すると、30cm未満の直径階ではどの直径階でもスギよりヒノキの本数割合、材積割合とも多い。林分全体ではスギ、ヒノキの本数割合は41% : 59%で、5年前の1985年の本数割合よりヒノキが1%増加したのみで、ほとんど変わっていない。また、材積割合はスギ52% : ヒノキ48%とほぼ同じである。平均樹高は直径階10cm~40cm未満で、ヒノキがスギより1.0~4.0m高くなっており、他の試験区よりヒノキの成長が良い試験区である。平均樹高と平均枝下高の関係は直径階10cm未満の下層木で枝下高は樹高の1/2以上となっており、直径10cm以上では枝下高は樹高の2/3程度となっている。

2.2.1.5 試験区6の林分状況

試験区6の1992年現在の林分の概況を表-7に示した。この試験区は面積が616㎡で、林道を挟んで西濃実験林管理小屋の西側に位置し、試験区の三方が林道、作業道、河川に接している。林分は立木密度2,076本/ha、幹材積513.1㎡/ha、胸高断面積59.4㎡/haと今須地区の代表的な択伐林となっている。この試験区は6試験区中、唯一スギ、ヒノキ以外に樹高約24m、胸高直径約47cmのケヤキが林縁部に混交した林分である。但し、表の数値は1991年に6,167本/haの密度で試験植栽したスギ、ヒノキ精英樹3年生を除いた値である。また、1987~1992年の5年間で林分に択伐による変動が見られ、1990年に平均胸高直径25.0cm、平均樹高18.6m、平均幹材積0.46㎡のヒノキ6本を伐採したことにより44.9㎡/haの材積が減少した。また、雪害によりスギ2本、ヒノキ1本の中下層木が幹折れし、これを加えると45.26㎡/haの林分材積が減少している。過去5年間に於ける林分の直径階毎の本数分布は、10cm未満の下層木が減少している反面、上層木が大径化している。

表の内容を5cm毎の直径階別本数分布で見ると、5cm未満の立木は260本/ha、5~10cmの立木で519本/haと、直径階10~15cmより少ない本数割合となっている。特に5cm未満は直径階10~15cmの約半分の立木密度であり、近年造林が減少していることがわかる。1991年に林業センターが試験植栽した苗木以外に、1987~1992年の5年間に造林した苗木は無いが、胸高直径2.5cm以下の立木はスギ7本のみであり、他の試験区とは違ってスギを下層に多く造林している。但し、胸高直径2.5cm以下のスギ7本の樹高成長は5年間で平均24cm、年間約5cmと僅かである。現林分は最下層木が少なく、マイヤーの指数分布型とは言えないが、10cm以上の立木の本数分布を見るとマイヤーの指数分布型を示しながら直径約60cmの大径木まで含んだ林分となっている。

表から林分の内容を検討すると、ほぼ、どの直径階でもスギの本数が多く、スギ、ヒノキ、ケヤキの本数割合は69% : 30% : 1%で、今須地区で一般に言われている混交割合（スギ7 : ヒノキ3）と同じ林分である。ただし、直径階が20~30cmの中層木ではヒノキが本数、材積割合ともスギより僅かに多くなっている。

平均樹高と平均枝下高の関係は直径階30cm未満の中下層木ではスギ、ヒノキとも同じような成長、枝打ちがなされており、各直径階の枝下高は0~10cmでは樹高の2/5、20~30cmでは樹高の3/5と枝下高率が高くなっている。しかし、30cm以上の直径階ではスギが樹高、枝下高ともヒノキより高

く、枝下高は樹高の3/5以上となっている。これは、ヒノキの最終打ち上げ高が平均12m程度であるのに対して、スギは平均15mにまで達していることによる。

2.2.1.6 試験区7の林分状況

試験区7の1987年現在の林分の概況を表-8に示した。この試験区は面積が729㎡で、谷と作業道に挟まれた細長い試験区である。林分は立木密度2,355本/ha、幹材積1,094.1㎡/ha、胸高断面積105.0㎡/haと、今須地区では最も大径木の密度が高い試験区である。この林分は1989年に樹高 1.08 ± 0.2mのヒノキ13本が造林されたが、翌1990年にはその内の6本が先枯れ、3本が植え枯れしていた。2年後の1991年には先枯れ個体も全て枯損し、造林された13本中9本が枯損した。また、これとは別に、1987年以前に既に成長していた中下層木の中にもスギ3本（胸高直径6.5～18.3cm）、ヒノキ7本（樹高0.8～4.9m）の枯損が確認され、4年間で合計19本が枯損した。枯損の原因は1989年植栽の造林木の内、植え枯れした3本は石礫の多いところに植栽したことによっている。他の16本は照度不足が主要因と考えられ、枯損した個体が植栽されていたポイント相対照度は2.0～3.6%と非常に暗かった。

表-7 試験区6の林分概況（1992年現在）

直径階 (cm)	樹種	立木密度 (本/ha)	幹材積 (㎡/ha)	胸高断面積 (㎡/ha)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)
0～10	スギ	633	7.1	2.0	5.18	1.93
	ヒノキ	146	1.5	1.5	5.72	2.22
	計	779	8.6	3.5		
10～20	スギ	471	37.6	6.7	10.34	5.70
	ヒノキ	276	30.6	4.7	11.92	6.80
	計	747	68.2	11.4		
20～30	スギ	130	55.7	6.4	17.96	10.64
	ヒノキ	162	57.7	6.6	17.03	10.32
	計	292	113.4	13.0		
30～40	スギ	146	146.6	14.5	22.29	14.70
	ヒノキ	32	23.3	2.5	19.25	11.38
	計	178	169.9	17.0		
40～50	スギ	32	51.9	5.0	23.93	14.73
	ヒノキ	16	24.0	2.6	21.90	12.08
	ケヤキ	16	27.3	2.9	24.18	8.88
	計	64	103.4	10.5		
50以上	スギ	16	49.6	5.0	25.20	15.16
	ヒノキ	—	—	—	—	—
	計	16	49.6	5.0		
全体		2,076	513.1	59.4	16.32	9.52

注) 全体の平均樹高、平均枝下高はケヤキの数値を除いた、スギとヒノキのものである。
但し、表の値は1991年に6,167本/haの密度で植栽されたスギ・ヒノキ精英樹3年生
苗は含んでいない。

表-8 試験区7の林分概況(1987年現在)

直径階 (cm)	樹種	立木密度 (本/ha)	幹材積 (m ³ /ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)
0 ~ 10	スギ	165	3.2	0.8	6.81	1.80
	ヒノキ	1,001	5.1	1.6	4.16	1.34
	計	1,166	8.3	2.4		
10 ~ 20	スギ	247	25.7	4.3	11.13	6.89
	ヒノキ	302	23.6	4.6	10.01	5.50
	計	549	49.3	8.9		
20 ~ 30	スギ	151	53.9	6.4	17.38	8.40
	ヒノキ	55	19.4	2.4	15.98	7.50
	計	206	73.3	8.8		
30 ~ 40	スギ	82	66.6	6.9	20.88	11.80
	ヒノキ	14	9.9	1.0	19.70	10.60
	計	96	76.5	7.9		
40 ~ 50	スギ	14	20.4	1.9	24.00	15.00
	ヒノキ	—	—	—	—	—
	計	14	20.4	1.9		
50 ~ 60	スギ	146	144.6	13.5	27.48	20.10
	ヒノキ	—	—	—	—	—
	計	146	144.6	13.5		
60 ~ 70	スギ	151	567.1	49.2	29.94	19.15
	ヒノキ	—	—	—	—	—
	計	151	567.1	49.2		
70 以上	スギ	27	154.6	12.7	33.55	15.88
	ヒノキ	—	—	—	—	—
	計	27	154.6	12.7		
全体		2,355	1,094.1	105.0	16.93	9.31

注) 全体の平均樹高、平均枝下高はケヤキの数値を除いた、スギとヒノキのものである。

表の内容を5cm毎の直径階別本数分布で見ると、最下層木から直径45cm未満の立木まではマイヤーの指数分布型を示し、その後直径階50～70cm以上で再び凸型の分布を示している。これは試験区7が他の試験区と異なり大径木が多いため、特にスギの60～65cm階が82本/ha、65～70cm階が69本/haと多いことによる。

表から林分の内容を検討すると、20cm未満ではヒノキの本数割合が多く、特に10cm未満ではスギ165本/haに対してヒノキ1,001本/haと、近年の造林樹種がヒノキ主体になっていることがわかる。林分全体の本数割合はスギ40%：ヒノキ60%で、最下層木に占めるヒノキの本数が全体に影響している。20cm以上の直径階ではスギの本数割合がヒノキより多く、40cm以上のヒノキは存在しない。材積割合で見るとスギ95%：ヒノキ5%とスギの蓄積の多さがわかる。これは胸高直径50cm以上のスギの幹材積が866.3m³/haと、全体の79%を占めていることによる。

平均樹高は直径階40cm未満のどの直径階でも、スギがヒノキより1.0m以上高いが、樹高に対する枝下高の割合は直径階30cm未満の中下層木ではスギ、ヒノキとも樹高の1/4～3/5と、直径階毎に樹種間差が少ない。30cm以上のスギでは70cm以上を除いて枝下高は樹高の約2/3と高く、ヒノキの最終打ち上げ高が平均11m程度であるのに対して、スギは平均20mにまで達している。

2.2.2 試験区の林分構造比較

6カ所の試験区の林分概況を比較すると、立木密度1,338～2,355本/ha、幹材積438.9～1,094.1m³/ha、胸高断面積合計51.1～105.0m²/ha、ヒノキ本数率22～71%と試験区毎のバラツキが大きいことがわかる。このバラツキは立地環境や所有者の管理方法の違いによるが、特に、今須択伐林でも最も大径木密度の高い試験区7が含まれるのも理由の一つである。調査期間中、試験区7以外の試験区は複数回林分を測定したが、試験区5、7以外の4ヶ所は調査中に択伐施業がなされた。択伐されなかった試験区5と7では、下層木に枯損が発生したのみである。

表-9 各林分の年間成長量

試験区	樹種	材積成長量	胸高断面積成長量	測定年	測定間隔中の材積減少
2	スギ	22.7m ³ /ha・年	0.14/ha・年	1988～1993	61.42m ³ /ha
	ヒノキ	2.9	0.26	"	1.24
	合計	25.6	0.40	"	62.66 (12.53m ³ /ha・年)
3	スギ	26.8	1.83	1987～1990	1.98
	ヒノキ	2.4	-0.07	"	11.67
	合計	29.3	1.76	"	13.65 (4.55m ³ /ha・年)
4	スギ	15.5	1.16	1985～1990	0
	ヒノキ	-9.1	-1.16	"	72.10
	合計	6.4	0	"	72.10 (14.42m ³ /ha・年)
5	スギ	9.0	0.76	1985～1990	0
	ヒノキ	2.7	0.66	"	1.49
	合計	11.7	1.42	"	1.49 (0.30m ³ /ha・年)
6	スギ	6.2	0.50	1989～1992	0.41
	ヒノキ	0.3	-0.10	"	44.85
	合計	6.4	0.40	"	45.26 (15.09m ³ /ha・年)

試験区2～6の年間材積成長量、年間胸高断面材積成長量を表-9に示した。なお、測定年・測定間隔は試験区によって異なっており、試験区によっては測定間隔中に択伐されたため、材積成長量、胸高断面材積成長量がマイナス表示のものもある。また、測定間隔中の材積減少とは測定年間に於いて択伐や雪害によって減少した幹材積で、()に年間の減少量を示した。

3～5年の測定間隔で見ると、試験区5でヒノキが1本枯損したのみであるが、他の試験区は択伐収穫・雪害木の伐倒が実施された。択伐収穫された量のみを見ると、試験区2でスギ $61.42\text{ m}^3/\text{ha}$ 、試験区3でヒノキ $11.67\text{ m}^3/\text{ha}$ 、試験区4でヒノキ $72.10\text{ m}^3/\text{ha}$ 、試験区6でヒノキ $44.85\text{ m}^3/\text{ha}$ であった。藤森(2)は主伐木の樹高と胸高直径を約29m、39cmとして、年間収穫材積を10～11 m^3 と計算しており、現時点では試験区2、3、4、6は年間 $4.55\sim 15.09\text{ m}^3/\text{ha}$ 収穫された計算になる。択伐された樹種について見ると、試験区2以外の3ヶ所は胸高直径23～36cm、樹高16～21mのヒノキであった。

各試験区の年間材積成長量は択伐収穫された材積を除いても、試験区2で $25.6\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ 、試験区3で $29.3\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ 、試験区4で $6.4\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ 、試験区5で $11.7\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ 、試験区6で $6.4\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ となっている。試験区4と5が低い数値に感じられるが、試験区4、5とも測定間隔中の年間材積減少量が約 $15\text{ m}^3/\text{ha}$ で、これを単純に加算すると $20\text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ 以上となる。この数値は藤森(2)の年間収穫材積を10～11 m^3 を越えた数値であるが、各試験区とも林分全体が大径木化している結果と考えられる。

各試験区の胸高断面材積は試験区2で $51.6\text{ m}^3/\text{ha}$ 、試験区3で $62.6\text{ m}^3/\text{ha}$ 、試験区4で $51.1\text{ m}^3/\text{ha}$ 、試験区5で $65.7\text{ m}^3/\text{ha}$ 、試験区6で $59.4\text{ m}^3/\text{ha}$ 、試験区7で $105.0\text{ m}^3/\text{ha}$ と非常に大きな値を示している。中村(7)は今須択伐林の胸高断面材積合計と下層木の健全度の関係を調査し、択伐林内の下層木の形態は胸高断面材積合計が $40\text{ m}^3/\text{ha}$ 以上になると、樹冠が傘型となる不健全木の出現が高いと指摘している。しかし、調査区中では最も立木密度と幹材積の小さい試験区4でさえ、胸高断面材積合計が $51.1\text{ m}^3/\text{ha}$ と $40\text{ m}^3/\text{ha}$ を越えている。このため全試験区とも、樹高が5m以下の下層木の約40%が傘型の樹冠となり、択伐林分の健全度が低下している。

中下層木の枯損状況について見ると、試験区2で全枯れ3本、先枯れ1本であった。全枯れ個体は1990年度植栽によるヒノキの植え枯れであり、先枯れ個体は1988年度植栽のヒノキである。試験区7では4年間で造林されたヒノキ13本中9本が枯損し、1987年以前に既に成長していたスギ3本、ヒノキ7本の中下層木を加えると合計19本が枯損した。試験区7は今須択伐林地域でも最も大径木密度が高いと考えられ、幹材積が $1,094\text{ m}^3/\text{ha}$ と多い。このため、近年相対照度が低くなり、ポイント的には3%程度(晴天時測定)であった。試験区7で近年5年間に植栽された苗は、すべて樹高約1mのヒノキ苗であったが、9割は3年以内枯損し、その本数は219本/haとなる。枯損の原因は、2割程度は明らかに土壌の少ない石礫地に植栽したためと考えられるが、他の8割は光不足が主要因となって枯損したものと考える。

各試験区の樹種構成は試験区により大きく異なり、表-1からスギ：ヒノキの割合について見ると約8：2の林分から、約3：7の林分まで変化に富んでいる。また、試験区6では樹高24mのケヤキも混交しており、立地環境も影響していると考えられるが、林分の樹種構成は所有者によって様々であることがわかる。

以上のように、今須択伐林の中でも所有者や立地環境によって、樹種構成、立木密度、林分材積、植栽動向に違いが認められた。

2.3 光環境の測定

2.3.1 試験区の相対照度

各試験区の相対照度を、晴天時のほぼ同一条件で測定し、表-10に示した。各試験区を同一レベルで比較するには、太陽高度と測定時の裸地照度を近似させる必要があるため、1989年～1991年の3年間に測定した相対照度のうち、測定日、測定時間の近い値を示した。また、試験区毎の林内相対照度と下層木の成長を比較する目的で、胸高直径10cm未満のスギ、ヒノキの年間樹高成長量を示した。なお、試験区7は1回しか林分調査をしていないため、年間樹高成長量は算出できなかった。

表から測定月日は7月28日～8月1日の5日間で、測定時刻は12:00～12:40分の40分間である。測定時

表-10 各試験区の晴天時の相対照度と下層木の年平均樹高成長量

試験区 番号	測 定 年 月 日	測定時刻 (分)	裸地照度の範囲	相対照度 (%)	年平均樹高成長量(cm)	
			最低～最高(Lux)		スギ	ヒノキ
試験区 2	1989年7月28日	12:10	88,000～ 93,500	11.0	10.9	15.4
試験区 3	1990年7月29日	12:00	87,000～ 90,000	7.9	13.2	17.7
試験区 4	1989年8月 1日	12:20	86,500～ 97,500	14.5	3.0	9.7
試験区 5	1991年8月 1日	12:40	91,000～ 94,500	7.2	13.0	5.3
試験区 6	1989年7月28日	12:00	87,500～ 98,500	7.0	13.9	14.3
試験区 7	1990年7月29日	12:20	93,000～108,000	6.4	—	—

注) スギ・ヒノキの年平均樹高成長量は胸高直径10cm未満の下層木の値である。

の裸地照度は87,000～108,000Luxで、平均90,000Lux以上となっている。試験区毎の相対照度は6.4～14.5%と、試験区によって約2倍の差があるが、林分全体では概ね10%前後に管理されている。最も相対照度の高いのは立木密度1,339本/ha、胸高断面積合計51.1m²/haの試験区4であり、最も相対照度が低いのは立木密度2,355本/ha、胸高断面積合計105.0m²/haの試験区7である。資料数が少ないが、相対照度と立木密度、胸高断面積合計の相関係数を求めると、各々0.78、0.44となり、胸高断面積合計より立木密度の方が相関が高い結果となった。

下層木の成長について見ると、スギでは試験区4を除くと年間樹高成長量が10cm以上あり、ヒノキでも試験区5を除くと年間樹高成長量が10cm以上ある。他の試験区と比較して、スギは試験区4で、ヒノキは試験区5で成長量が低いが、その原因は判然としない。しかし、両試験区とも下層木の本数が少なく、特に試験区4はスギの本数が極端に少なく、胸高直径10cm以下の立木は2本であるため、サンプル誤差も影響していると考えられる。樹種による成長差は相対照度が低いためか、試験区5以外はスギよりヒノキの方が樹高成長が良くなっている。藤森(1)は今須沢伐林のスギ標本木の解析結果から、樹齢70年生までは年間樹高成長量10cmであったと記しており、樹高成長量の面からは各試験区の下層木は成長が遅いとは言えない。

埤田(11)は植栽された下木が順調に生育する光環境を相対照度20～30%以上としており、藤森(3)も下木の成長に必要な明るさを相対照度20%以上とし、早稲田(12)は相対照度が15～20%以下の明るさでは、光が成長の制限因子となると述べている。相対照度と下木の樹高成長に関して藤森(3)は択伐林型に近づくと相対照度20%程度に安定し、年間の樹高成長量はスギで25cm、ヒノキで20cmくらいであると述べている。6ヶ所の試験区の相対照度はすべて20%以下であり、林分平均で考えると最下層の植栽苗木や雑草木には暗い林分となっている。また、5ヶ所の試験区の年間樹高成長量から考えても、光環境によって下層木の成長が制限されていると思われる。

今後、藤森が述べているような下層木の成長量を確保するには、各試験区とも相対照度を現状の2～3倍以上にするための択伐・枝打ちによる林分管理を推進する必要がある。

2.3.2 曇天時の相対照度とその経時変化

太陽高度は測定月日、測定時刻、照度の積算時間で異なり、照度は測定時の天候により大きく変化し、相対照度を変化させる。また、曇天でも雲の厚い曇天から雲の薄い曇天まであり、大きな照度差が認められる。そこで、試験区6において1989年に調査した曇天時の測定月日別、測定時刻別の相対照度を図-4に示した。なお、1989年7月の晴天時における12～13時の相対照度は、6～7%であった。また、測定時における裸地照度の変動範囲は、11,900～34,100ルクスであった。

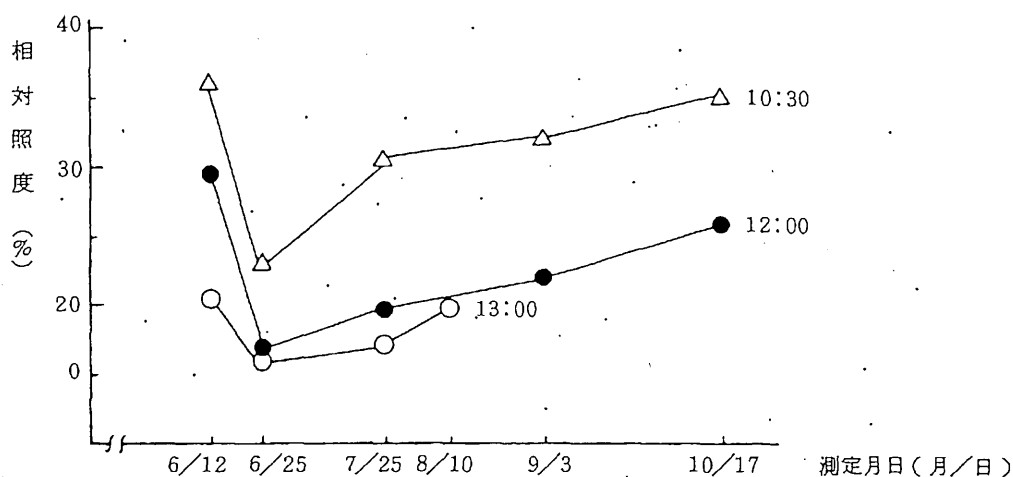


図-4 曇天時の相対照度の変化 (月別、時刻別)

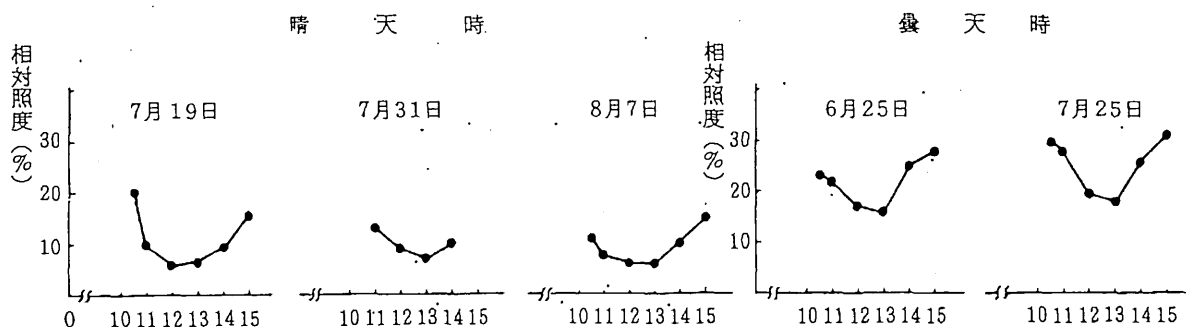


図-5 晴天時と曇天時における相対照度の経時変化

月日別に相対照度を見ると、10時30分では6月12日に36.4%であったものが、6月25日には23%と低下し、その後は7月25日、9月3日、10月17日と徐々に高くなった。12時、13時でも数値の変動はあるものの、同様の傾向が見られる。相対照度は晴天時より曇天時の方が高くなるが、曇天時でも測定時刻に関係なく、夏至の頃が最も低い相対照度を得られた。

13時の相対照度を見ると6月12日に20.5%、6月25日に16%、7月25日に17.2%、8月10日に19.8%と、多少増減はあるものの平均約18%の値を示した。このことから、6～8月の約2ヶ月間では裸地照度20,000ルクス前後の曇天時の13時に測定すれば、測定月日による相対照度の変化が少なくできる。また、晴天時の正午に測定した相対照度が、6～7%程度であったことから見ても、曇天時には3倍程度の相対照度になることがわかる。

1989年、1992年に試験区6で、相対照度の経時変化と晴天と曇天による違いを調査した結果を図-5に示した。晴天時は裸地照度が80,000～110,000ルクスの場合、曇天時は10,000～30,000ルクスの場合に測定した値である。なお、測定は7月19日、31日、8月7日は1989年に、6月25日、7月25日は1992年に、測定時刻は10時30分、11時、12時、13時、14時、15時とした。

晴天時の7月19日、31日、8月7日を見ると、測定日によって時刻毎の変動が異なるが、最低の相対照度は6～9%に落ちついている。また、10時30分、11時、15時の相対照度は、12時や13時の値の2～3

倍と、測定時刻による変動が大きい。

曇天時の6月25日、7月25日を見ると、測定日によって時刻毎の変動が異なるが、10時30分、11時、12時、13時、15時の相対照度は、晴天時のような大きな変動は無く、最大でも13時と15時の差が2倍以内である。このため、相対照度を継続して測定する場合には、裸地照度が20,000ルクス程度の曇天時限定すると、測定時刻による誤差が少なく、比較的安定した相対照度が得られる。

測定時刻と相対照度の変動は晴天時、曇天時ともに12時～13時に最低の値を示し、その前後は高くなる凹型の軌道を描くことがわかる。

以上のことから、択伐林内の相対照度測定には測定月日、測定時刻を近似させることが必要で、かつ、測定時の裸地照度の範囲指定をしなければ同一レベルでの比較が困難であると考ええる。また、曇天時に相対照度を測定すると、晴天時に比較して約3倍高い値となるが、裸地照度20,000ルクス程度の曇天時の方が、測定時刻による変動が少なく安定した値が得られる。

2.4 今須択伐林の下層植生調査

試験区6で下層植生を調査した結果を表-11に示した。この試験区は2～3年に1度下刈りを実施してきた林分で、1987年6月に下刈りした以後は、試験開始の1989年まで下刈りは実施されていない林分である。試験区はスギ、ヒノキによる択伐林で、ケヤキが林縁に1本混交している。調査期間中、立木密度は2,000本/ha前後で変動し、材積も450～515m³/haと、測定年によって増減変動している。また、地上1.2m高における晴天時の相対照度は、上層木の変動にともない6～15%の間で変動している。なお、表の主要種とは優占種の次に被度が高く、試験区内で主要な植物種を上位5種を記したものである。

表から試験区の出現植物種は測定年度、サブプロットの場合により変化し、10～27種であった。1989年の優占種はシャガで、主要種はアカソ、クラマゴケ、ハグロソウ、フユイチゴ、イノコヅチであった。特にシャガはどのサブプロットでも、常に被度3と高い値を示し、その平均高は46cmであった。1m²当たりの雑草木生重量は385g/m²で、その主体はシャガである。

表-11 下層植生の優占種と雑草木生重量の年度変化

調査年度	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年
出現種数	20	21	18	20	17
(Min~Max)	(13~26)	(14~25)	(14~24)	(12~27)	(10~23)
優占種 (被度)	シャガ (3)	シャガ (3)	シャガ (2)	クラマゴケ (3)	クラマゴケ (3)
主要種	アカソ クラマゴケ ハグロソウ フユイチゴ イノコヅチ	アカソ クラマゴケ フユイチゴ イノコヅチ アキチョウジ	クラマゴケ フユイチゴ アカソ イノコヅチ アキチョウジ	シャガ フユイチゴ アカソ メシダ イノコヅチ	シャガ フユイチゴ アカソ メシダ ノアザミ
m ² 当たり 生重量	385 g/m ²	246 g/m ²	186 g/m ²	301 g/m ²	280 g/m ²

注) 出現種数は5ヶ所のサブプロット平均値と、最小～最大種数を示した。相対照度 6～15%。

1990年当初にはヒノキ6本、合計材積44.9m³/haが択伐収穫されたため、各サブプロットとも伐採による林床攪乱が起り、1~6種の消失植物が確認された。しかし、サブプロットによってはスポット光が入り、13種の侵入植物が確認され、出現植物種数は平均21種と増加している。1m²当たりの雑草木生重量は246g/m²と、対前年36%の減少を示した。この原因は1989年度の刈り取りと、林床の相対照度が低いことため2年目には木本植物の何種かが消失し、下層植物全体も刈り取り後の再生が充分でないことによると考えられる。優占種のシャガは被度3と前年と同じであるが、他の植物種の被度は全体的に前年度より低い値を示し、主要種は前年度のハグロソウが減少し、アキチョウジが主要種となった。

調査3年目の1991年は、出現種が18種、1m²当たりの雑草木生重量が186g/m²と前年より減少し、シャガの被度も前年まで被度3であったものが、被度2に減少した。

1992年には植物種数が20種、1m²当たりの雑草木生重量が301g/m²と増加し、優占種もシャガからクラマゴケに変わった。植物種が増え、1m²当たりの雑草木生重量が対前年62%増加した原因は、1990年度末に試験区内の上層木が枝打ちされ、また、隣接林分の上層木が数本伐採されたため、試験区内にスポット光が多く入ったためと考えられる。

5年目の1993年は植物種数が再び減少し、1m²当たりの雑草木生重量も280g/m²と減少を示した。優占種と主要種はクラマゴケ、シャガ、フユイチゴ、アカソ、メシダ、ノアザミであった。

埤田(11)は、複層林施業で下層木が順調に生育する最適光環境を相対照度20~30%とし、ススキ、チガヤ、ダンドボロギク、オカトラノオ、ワラビ、ヨモギなど日なたを好む植物の点在する状態が、相対照度約30%に相当すると述べている。林分調査した択伐林は6ヶ所とも相対照度が15%以下であったため、どの試験区でもこれらの指標植物はほとんど認められなかった。試験区6の植生調査ではシャガ、クラマゴケ、アカソ、ハグロソウ、フユイチゴ、イノコツチ等が代表的な植物であったが、林床が暗くなっているため、これらの植物が優占しているのは明かである。また、埤田(10)は林床の相対照度と植生の関係の中で、ジャノヒゲは相対照度2~6%で優占すると指摘しているが、試験区6でもジャノヒゲが林内に多く点在生育していた。今回の調査では林床に生育する植物と光環境の関係は判然としなかったが、今須択伐林の主要な林床植物種、下刈りによる植物種及び単位面積当たりの雑草木量の変動を把握することができた。

なお、大隅(9)は今須択伐林の調査から、斜面下部~中部にかけてシャガ、ハグロソウ、オカトラノオ、コアカソ、ミゾソバ等の湿地肥沃性を好む植物が出現すると指摘している。今須地区の林道が谷沿いに通っており、これに沿った林地はどこでもシャガが生育していることから考えて、試験区はかなり湿潤な立地環境であることがわかる。

2.5. 択伐林の枝下管理と問題点

2.5.1 樹高成長と枝下高

今須択伐林では林内の光環境を択伐による立木密度調整と、中上層木の枝打ち管理によってコントロールし、下層木の成長を促している。今回は択伐林の維持管理に必要な、枝打ちによる光環境コントロールの現状を把握することを目的として、各試験区の全データを用いて、胸高直径、樹高、枝下高の関係を検討した。

スギ、ヒノキ別に胸高直径、樹高、枝下高を集計したデータを表-12に示した。スギは313本の毎木調査の結果、胸高直径18.2±14.9cm、樹高12.1±7.3m、枝下高7.0±5.3mであった。ヒノキは244本の毎木調査の結果、胸高直径12.9±9.5cm、樹高9.6±5.8m、枝下高5.7±3.8mであった。生産目標がスギは板材として利用できる大径材に主眼を置いているのに対し、ヒノキは柱材を想定して管理されているため、樹種による数値的な差が発生している。

スギについて見ると、胸高直径と樹高は図-6のような散布図が描け、その相関係数は0.98であった。この散布図に平均的な曲線を入れ、胸高直径から択伐林の平均的な樹高を推定すると、胸高直径10cmでは樹高8m、20cmでは14.2m、30cmでは19.4m、40cmでは23.4m、50cmでは26.0m、60cmでは28.3m、70cmでは30mとなる。

表-12 今須地域のスギ、ヒノキの基礎データ

	スギ				ヒノキ			
	胸高直径	樹高	枝下高	枝下高率	胸高直径	樹高	枝下高	枝下高率
個体数	313本	313本	313本	313本	244本	244本	244本	244本
平均値	18.2cm	12.1m	7.0m	52.3%	12.9cm	9.6m	5.7m	51.3%
最小値	0.7cm	1.4m	0.4m	21.6%	0.1cm	1.2m	0.5m	15.3%
最大値	83.0cm	33.9m	22.2m	81.2%	46.8cm	27.4m	17.6m	83.8%
標準偏差	14.9cm	7.3m	5.3m	13.3%	9.5cm	5.8m	3.8m	12.9%

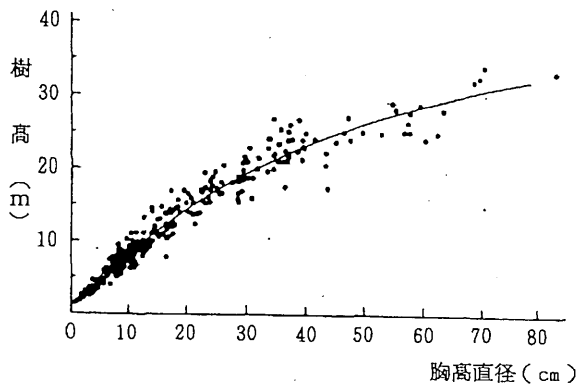


図-6 スギの胸高直径と樹高による散布図

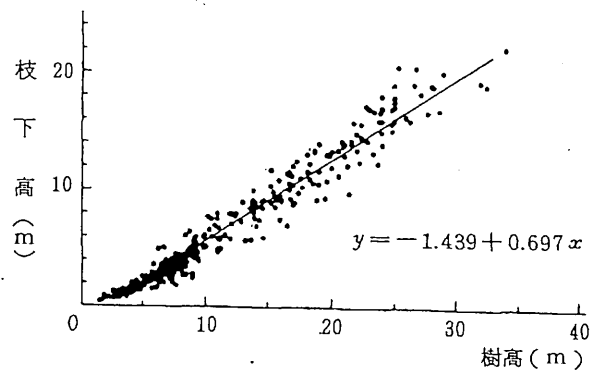


図-7 スギの樹高と枝下高による散布図

樹高と枝下高については図-7のような散布図が描け、その相関係数は0.98であった。この散布図に回帰直線をあてはめると $y = -1.439 + 0.697x$ が得られた。この回帰直線を基に択伐林の平均的な枝下高・枝下高率（枝下高／樹高）を求めると、樹高 5mでは枝下高 2.05m（枝下高率 41%）、10mでは5.53m（55%）、15mでは9.02（60%）、20mでは12.50m（63%）、25mでは15.99m（64%）、30mでは19.47m（64%）となった。また、今回の調査結果からは、林分の最上層木の樹高が約30mであり、この場合の枝打ち管理上の最終打ち上げ高は20m程度であった。

以上のように、枝下高率は樹高が高くなるに連れて高くなり、中・上層木では枝下高率が60%を越え、最終打ち上げ高は約20mとなっていることがわかった。

同様にヒノキについて見ると、胸高直径と樹高は図-8のような散布図が描け、その相関係数は0.97であった。この散布図に平均的な曲線を入れ、胸高直径から択伐林の平均的な樹高を推定すると、胸高直径 10cmでは樹高 8m、20cmでは14.3m、30cmでは19.3m、40cmでは21.5mとなり、胸高直径30cmまでの推定樹高はスギとほとんど同じ結果となった。樹高成長は胸高直径30cm付近から減退し、樹高は約25m以内となっている。

樹高と枝下高については図-9のような散布図が描け、その相関係数は0.97であった。この散布図に回帰直線をあてはめると $y = -1.129 + 0.666x$ が得られた。この回帰直線を基に択伐林の平均的な枝下高・枝下高率（枝下高／樹高）を求めると、樹高 5mでは枝下高 2.20m（枝下高率 44%）、

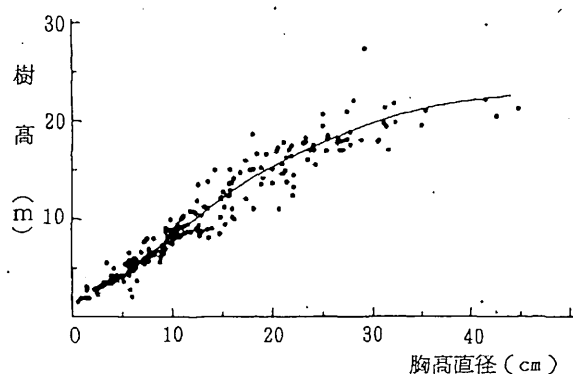


図-8 ヒノキの胸高直径と樹高による散布図

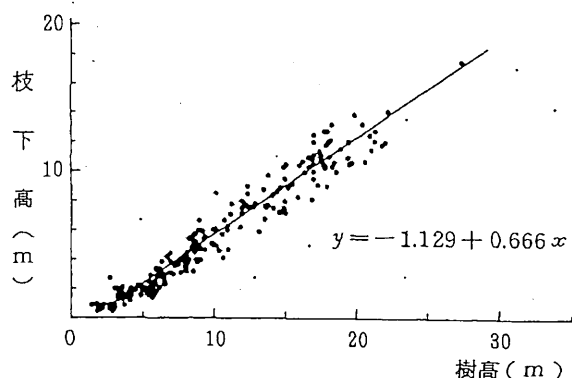


図-9 樹高と枝下高による散布図

10mでは5.53m (55%)、15mでは8.86 (59%)、20mでは12.19m (61%)となった。通常、今須択伐林のヒノキは、樹高約20mで伐倒されるものが多く、最終打ち上げ高は12~13m程度である。これは6m材1玉と3m材2玉、もしくは4m材3玉を想定して枝打ち管理された結果と考える。

枝打ちは中・上層木の材質管理上、また、林内下層への光管理上重要な項目である。枝打ち量を枝下高と枝下高率から考えると、スギとヒノキによる枝打ち量の差は見られず、中・上層木では枝下高が樹高の2/3程度になるように管理しており、藤森(2)の今須択伐林におけるスギ大径材生産のための枝打ち管理図と、ほぼ一致する。また、スギでは最終打ち上げ高が20m程度であることも確認された。

2.5.2 伝統的な枝打ちと自動枝打ち機による工期調査

これまで今須択伐林は、ぶり縄と今須鉈を利用した熟練林業従事者によって枝打ち管理されてきた。しかし、近年林業従事者は年々減少傾向にあり、枝打ち管理に十分な労働力を得るのは困難となってきた。藤森(2)は今須択伐林の枝打ち管理の中で、地上9mまでを良質材生産の対象部分とし、ここまでは幹に傷をつけない丁寧な枝打ちが必要であると述べている。仮に、聞き取り調査のように、胸高直径20cmの立木を3m枝打ちするとしても、1日に20本程度しか枝打ちできない。

今後は、藤森の指摘にあるように、枝打ち管理が困難になると考えられるため、伝統的な枝打ちと自動枝打ち機による枝打ちの工期を比較し、機械化の導入による管理を検討した。工期比較はヒノキ中層木で実施し、ぶり縄による枝打ち工期の一部を表-13に示した。なお、枝打ち作業時間とは、初めの1本目から最後の枝を打ち終わるまでの所要時間で、1本当たり全所要時間とは、木に登り始めてから枝打ち終了後、地上に到達するまでの所要時間である。

表の胸高直径~1本当たり全所要時間までの15項目の相関行列を計算した結果、枝打前枝下高と枝打後枝下高が0.990、枝打前枝下高とぶり縄セット回数が0.995、枝打後枝下高とぶり縄セット回数が0.999、樹高と1本当たり全所要時間が0.995、枝打ち作業時間と打ち枝の断面積合計が0.992と高い相関係数を示した。伝統的な枝打ちでは、1本の立木の枝打ちに要する全所要時間(y)と樹高(x)は、 $y = -143.1 + 37.27x$ と、ある程度、樹高から1本の立木の枝打ちに要する全所要時間を予測することが可能である。枝打ち作業時間(α)と打ち枝の断面積合計(β)は $\alpha = 47.5 + 1.23\beta$ と、打ち枝の大きさが枝打ち作業時間に反映されることがわかる。

自動枝打ち機による枝打ち工期の一部を表-14に示した。これから、ぶり縄方式と自動枝打ち機を比較すると、単木の比較ではぶり縄は立木1本当たり4~7分を要し、自動枝打ち機は5~6分を要する。1日1人当たりの作業量としては、ぶり縄、自動枝打ち機とも約30本(自動枝打ち機は2人で60本)で

表-13 ぶり縄による枝打ち工程（山本總助氏）

供試木 番号	胸高 直径	樹 高	枝打前 枝下高	枝打後 枝下高	枝打ち の長さ	打ち枝 本数	打ち枝 平均径	打ち枝の 断面積合計	ぶり縄セ ット回数	ぶり縄1 回の間隔
1	10cm	7.2m	2.4m	3.7m	1.3m	11本	2.2cm	47.5cm ²	1回	2.4m
2	14	10.3	3.6	5.8	2.2	20	2.2	78.7	2	1.8
3	20	14.1	4.7	7.4	3.0	35	2.5	186.0	3	1.6
4	28	17.0	10.0	12.4	2.4	18	3.2	164.9	6	1.7

地上から枝下 までの到達時間	枝下から枝打ち高 までの到達時間	枝打ち 作業時間	完了から地上 までの到達時間	1本当たり 全所要時間
15秒	3秒	97秒	13秒	128秒
33	10	157	27	227
66	22	280	37	405
177	13	241	48	479

表-14 自動枝打ち機による枝打ち工程（えだうちやまびこ）

供試木 番号	胸高 直径	樹 高	枝打前 枝下高	枝打後 枝下高	枝打ち の長さ	地上から枝下 までの到達時間	枝打ち 作業時間	1本当たり 全所要時間
1	12cm	11.4m	3.1m	7.8m	4.7m	60秒	137秒	257秒
2	13	12.5	4.8	7.9	3.1	69	143	269
3	14	13.8	5.4	8.7	3.3	96	97	255
4	15	13.8	5.4	8.5	3.1	79	115	258
5	15	13.9	4.2	10.6	6.4	51	175	295
6	17	14.1	6.1	8.8	2.7	89	122	278
7	17	13.8	3.8	7.6	3.8	77	182	329

差はないが、自動枝打ち機は技術差がなく広範囲に導入が可能である。但し、自動枝打ち機の導入は立木直径の関係から25cm以内の中層木に限られ、曲がり木等では幹がソーチェーンによって削られる危険がある。また、測定中にも20%程度の確立でエンジンストップや、枝のくい込みによるトラブルが発生した。

一般に、枝打ちでは枝打ち数年後に発生する後生芽が問題になる。今須地区では今須鉈の先端にあるチボで打撃処理することによって、後生芽の伸長を防いできた。後生芽の発生防止処理について中川（6）は、道具別、処理別の試験を実施し、チボによる打撃処理によって後生芽の発生が抑制され、かつ、発生した後生芽の伸長も短くなることを確認している。現実に調査試験区では、後生芽はほとんど認められなかったが、後生芽はスギで問題になることから、自動枝打ち機の導入はスギには適当でないと考えられる。

今後は、藤森（2）の提唱するように、地上9mまでを伝統的な枝打ちによって、それ以上を自動枝打ち機で枝打ちすることも検討すべきである。また、自動枝打ち機も、現在ほど幹に平滑に枝打ちするもの以外に、残枝長を高くして曲がり木でも幹に傷をつけること無く、林内を明るくするための枝

打ちができる機械等の検討が必要と考える。

2.5.3 択伐林に発生する中下層木の損傷

2.5.3.1. 択伐林に発生する雪害

試験区2、4、6の3ヶ所において、雪害（幹折れ、梢曲がり、斜立）の状況を調査した。試験区2では85本中 3本に、試験区4では49本中 3本に梢曲がりが発生し、幹折れは発生しなかった。試験区6では136本中 4本に幹折れ、10本に梢曲がり、4本に斜立が発生し、試験区6内の立木の13%が雪害を受けた。雪害を受けた個体は、そのほとんどが樹高3m以下の下層木であるが、中には樹高8m以上の個体も見られた。雪害のうち幹折れの発生した個体は、胸高直径30cm以上の上層木樹冠内の傘下に位置していた。また、梢曲がりの個体は1年後にはすべて正常に伸長した。

試験区6に、約1m間隔で交互植栽されたスギ、ヒノキの一成長期後の活着率は96%であった。1993、1994年には、1回に積雪20cm程度の降雪があり、1993年には8%、1994年には10%の植栽木に新梢折れ、枝抜けが観察された。樹種別にはスギはヒノキより枝抜けし易い傾向が見られ、ヒノキは雪によって新梢が曲げられるか、もしくは新梢折れする傾向が認められた。しかし、雪害を受けた個体は、秋にはすべて正常に生育しており、消失したものは無かった。上層樹冠との関係は上層木の大きさに関係無く、20cm程度の降雪で樹冠端直下の下木に新梢折れ、枝抜け等の雪害を与えることがわかった。

今須地区では、苗木を造林する際に上層木からの雪害を避けるために、上層木樹冠内もしくは樹冠端から離れた所に植栽すると言われている。複層林での下層木の雪害調査では、松田（5）は樹冠内下木は樹冠外下木よりも雪害が少ないと記しており、小野瀬（8）は樹冠内下木と樹冠外下木の雪害の程度には差がないと記している。今回、試験植栽した苗木については、上層木樹冠端直下の下木に雪害が発生したが、中下層木の幹折れは胸高直径30cm以上の上層木樹冠内の傘下の個体に発生し、樹冠内傘下でも雪害の危険が大きいことがわかった。

2.5.3.2 上木択伐による下層木の損傷

1990年に試験区6で直径23~27cm、樹高17.38~20.62mのヒノキ6本が単木択伐され、林分材積はha当たり44.9 m^3 減少した。上層木の択伐による下層木の損傷を調査した結果、樹高0.9~4.1mの個体3本が幹折れし、再生不可能となった。また、このほか樹皮剥ぎが1本、先折れが3本発生し、合計7本の下層木が択伐の影響を受けた。伐採される上層木の樹種等によっても違うであろうが、古くからの択伐施業地で、かつ、極度に枝打ちされた上層木の伐採でさえ、伐採本数を上回る本数の損傷木が発生した。

今須地区では予め、雪害・伐採に伴う苗木や下層木の損傷を計算して、1本択伐したら3本植える習慣があると言われることから、今回の下木損傷割合は問題がないと考えられる。

ま と め

1. 今須択伐林は立木密度1,338~2,355本/ha、幹材積438.9~1,094.1 m^3 /ha、胸高断面積合計51.1~105.0 m^2 /haと、立地環境や所有者によるバラツキが大きい。
2. 近年はヒノキ主体で択伐されている。
3. 択伐林のスギ：ヒノキの本数割合は8：2~3：7と森林所有者によって非常に異なる。
4. 近年の造林樹種はヒノキが多い。
5. 林分の年間材積成長量は約20 m^3 /ha程度はある。
6. 各試験区とも林分が大径木化し、胸高断面積合計が50 m^2 /haを越えているため、林内光環境が低下し、下層木の健全度が低下している。
7. 試験区毎の相対照度は6.4~14.5%と、試験区によって約2倍の差があるが、林分全体では概ね10%前後に管理されている。
8. 胸高直径10cm未満の下層木の年間樹高成長量は、スギ、ヒノキとも10cm以上ある。
10. 相対照度は曇天時でも測定時刻に関係なく、夏至の頃に最も低くなる。

11. 裸地照度20,000ルクス程度の曇天時の13時に相対照度を測定すると、変動が少ない再現性の高い値が得られる。
12. 曇天時には晴天時の3倍程度の相対照度を示す。
13. 相対照度は測定時刻による変動が大きく、12～13時を最低として凹型の軌道を描く。
14. 今須の代表的な林床植物はシャガ、アカソ、クラマゴケ、ハグロソウ、イノコヅチ、フユイチゴ、ジャノヒゲ等であったが、相対照度との関係は判然としなかった。
15. 今須択伐林のスギの成長は、胸高直径10cmで樹高8.0m、20cmで14.2m、30cmで19.4m、40cmで23.4m、50cmで26.0m、60cmで28.3m、70cmで30mとなる。
16. 今須択伐林のヒノキの成長は、胸高直径10cmで樹高8.0m、20cmで14.3m、30cmで19.3m、40cmで21.5mとなり、胸高直径30cm付近から樹高成長は減退する。
17. スギの平均的な枝下高・枝下高率（枝下高／樹高）は、樹高 5mでは枝下高 2.05m（枝下高率 41%）、10mでは5.53m（55%）、15mでは9.02（60%）、20mでは12.50m（63%）、25mでは15.99m（64%）、30mでは19.47m（64%）である。
18. 現行のスギの最終打ち上げ高は20m程度である。
19. ヒノキの平均的な枝下高・枝下高率（枝下高／樹高）は、樹高 5mでは枝下高 2.20m（枝下高率 44%）、10mでは5.53m（55%）、15mでは8.86（59%）、20mでは12.19m（61%）である。
20. ヒノキは樹高約20mで伐倒されるものが多く、枝打ちの最終打ち上げ高は12～13m程度である。
21. スギとヒノキによる枝打ち量の差は見られない。
22. 伝統的な枝打ちでは、1本の立木の枝打ちに要する全所要時間を、樹高からある程度予測することが可能である。
23. 伝統的な枝打ちでは、枝打ち作業時間は打ち枝の断面積合計に影響される。
24. 伝統的な枝打ちと自動枝打ち機を比較すると、単木の比較ではぶり縄は立木1本当たり4～7分を要し、自動枝打ち機は5～6分を要する。
25. 1日1人当たりの作業量としては、ぶり縄、自動枝打ち機とも約30本で差はない。
26. 雪害は樹高3m以下の下層木に多く発生し、約20cmの降雪で林分の10%前後が雪害を被る。
27. 雪害は上層木樹冠端直下の下木に限らず、胸高直径30cm以上の上層木樹冠内の傘下でも危険が大きい。

引 用 文 献

- (1) 藤森隆郎ほか（1983）今須択伐林試験地の林分構造と生長. 林試研報 323 : 202～206
- (2) 藤森隆郎（1985）枝打ちと育林技術. 224 pp, 日本林業調査会, 東京 : 147～149
- (3) 藤森隆郎（1992）複層林の施業方法. 複層林マニュアル. 119 pp, 全国林業改良普及協会, 東京 : 45～61
- (4) 岐阜県林政部（1991）今須林業 : 1～37
- (5) 松田正宏（1991）スギ二段林内の積雪状態と下層木の雪害. 雪氷 53 : 291～295
- (6) 中川 一・川尻秀樹（1988）枝打ち効率の向上について. 岐阜県林セ研報 16 : 23～36.
- (7) 中村 基・後藤康次（1976）複層林内における下層木の生長. 岐阜県林セ研報 4 : 1～12.
- (8) 小野瀬浩司（1994）複層林内の積雪と下木の動態. 雪と造林 10 : 13～16
- (9) 大隅眞一（1977）今須林業の経営環境と択伐林分構造に関する調査報告. 京都府立大学術報告・農学 29 : 58～84
- (10) 埴田 宏（1981）林内の相対積分照度と林床植生の関係. 日林九支研論集 34 : 161～162
- (11) 埴田 宏（1992）複層林施業の基礎条件. 複層林マニュアル. 119 pp, 全国林業改良普及協会, 東京 : 32～40
- (12) 早稲田収（1983）林内光環境とスギ稚樹の生長. 林試研報 323 : 105～107