

# 複層林下における下木の生長

中村 基 後藤 康次

## ま え が き

最近、森林のもつ多面的な機能の要請が高まるにつれて非皆伐施業といわれる複層林型がみなおされるようになった。

複層林型の維持、管理上とくに重要なことは、稚樹の更新、その後の生長などにみあった林内の明るさを調整することであるが、そのためには林内の光環境の把握、庇陰下における稚樹の生長特性などを明らかにする必要がある。

このような目的で現在研究が進められているが、複層林の林型や施業方法が複雑であるため、技術的な裏付けが決して十分とはいえない段階である。

この試験は、このような視点にたつて林内の照度管理を目的としたもので、とくに明るさの違いと林木の生長についてしらべたものである。しかし、試験の日が浅く途中の段階であるため十分な成果が得られなかったが一応とりまとめた。

なお、報告の一部は第24回日本林学会中部支部大会で発表した。

この試験を進めるにあたって試験地を提供された石原林材株式会社(明方村)、野村産業株式会社(下呂町)、関ヶ原町今須地区に謝意を表します。

## 1 試 験 方 法

### 1.1 試験の種類

#### 1.1.1 庇陰処理によるモデル試験

林業センター苗畑において市販の寒冷沙を組み合わせ、相対照度が60%、27%、10%、3%の庇陰をつくり、1972年4月に山引ヒノキ苗をそれぞれ60本ずつ植栽した。

庇陰の上限を60%とした理由はヒノキ苗の最適照度がこの附近であるということをややすにしたものであり、下限を3%にしたのは枯死の限界がこの附近であるということにもとづいた。

3生長期間を経過した1974年10月に掘りとり苗木体各部の形状をしらべた。各部の重量は風乾状態で測定した。また、1年間の葉の生長量は、春に白ペンキで印をつけておき、旧葉と新葉にわけて重量を測定した。

このほかに実生の2回床替3年生スギ、ヒノキ苗を用いて、相対照度がほぼ30%、20%、10%となる庇陰をつくり、1973年春各処理区に約30本植栽し試験をおこなった。植栽後毎月の樹高生長を測定するようにし、秋に半分の15本ずつを掘りおこして各部の形状を測定した。

#### 1.1.2 複層林分における下木調査

複層林型をしている現実林分内で下層木の樹高生長を主としてしらべた。

調査林分は次の4林分である。

##### 1.1.2.1 広葉樹スギ二段林

場所：鄂上郡明方村小川、石原林材山林

この林分は1955年にコナラを主とする広葉樹林内に直ザシした二段林である。この林内に約

600 m<sup>2</sup>の試験地を1973年に設定し、70本の供試木を選定した。試験地設定後は毎年の樹高生長量を測定したが、設定前の樹高生長量は樹幹に残っている上長生長の跡で測定した。

#### 1.1.2.2 ヒノキ、スギ二段林

場所：郡上郡明方村小川 石原林材山林

(1.1.2.1)の広葉樹、スギ二段林に隣接したヒノキ53年生林分内にスギを直ザシ(1964年)したものである。この林分の間伐は第1回目に1,200本/haから700本/haに、2回目は1975年に立木密度を400本/haになるように実施した。

1973年に下木のスギについて供試木を選定し樹高生長を測定したが、それ以前の樹高は(1.1.2.1)と同様の方法で推定した。

#### 1.1.2.3 スギ複層林

場所：益田郡下呂町大洞、野村山林

この林分は、強度な枝打ちと7年間にわたる連続施肥をおこなった31年生のスギ林である。下木のスギは約13年生ぐらいのものであるが、植栽が一斉におこなわれなかったため樹合はさまざまである。

1975年に上層木の立木密度1033本/ha区、820本/ha区の2カ所に調査区をえらび、区域内のスギ下層木について樹高生長をしらべた。なお、樹高生長は樹幹に残っている上長生長の跡で測定した。

#### 1.1.2.4 スギ択伐林

調査林分は関ヶ原町今須地方のスギ、ヒノキ混交の択伐林である。この択伐林内にあるスギ下層木について調査をおこなった。

択伐林分内の下層木は二段林などと違い上層木の林分構成は場所によって著しく異なっている。そのために同じような樹高の木でも、樹合では数十年の違いがある。また下層木の形態も場所によって著しく異なっている。したがって、林内環境の良否を、樹高生長であらわすよりも、下層木の形態で推定する方がよいと思われた。そこで上層木のかみ具合と下層木の形態をしらべるために、次の形態区分をおこなった。

Aタイプ：現在新梢が良く生育しており、鋭突な形状のもの

Bタイプ：現在新梢の生育がわずかなため、樹冠上部が円形状のもの

Cタイプ：現在新梢の生育が悪い。全体に葉量が少なく将来上層木になる可能性がないもの  
以上の区分にしたがって、スギ下層木を分類し、その木を中心とする半径5mの円内にある上層木の胸高断面積合計を求めた。このようにして上層木の密度と下層木の形態を検討した。

### 1.2 測定方法

#### 1.2.1 相対照度

林内の明るさを相対照度であらわしたが、その方法としては、東芝SPI-I型照度計を用いて、林内と裸地を同時に多数測定し裸地に対する相対値であらわした。

また、(1.1.2.1)の広葉樹林内では、このほかに<sup>(1)</sup>小島が報告したセレン光電池をもちいた積算照度計を作り、積算量を測定し相対値であらわした。

#### 1.2.2 クロロフィルの定量

(1.1.1)で庇陰試験をおこなった2回床替3年生スギ、ヒノキについて、クロロフィルの含有量を測定した。

測定法は生葉0.5g<sup>(2)</sup>を80%アセトン液で抽出し、回折格子形光電比色計の663nmと645nmの吸光度を測定し、次式(ARNON)で求めた。

$$C a = 12.7 A_{663} - 2.69 A_{645}$$

$$C b = 22.2 A_{645} - 4.68 A_{663}$$

## 2 試験の結果

### 2.1 ヒノキ天然稚樹の生長

試験の結果を表-1にしめた。

樹高生長は、相対照度が60%、27%、10%の間では顕著な差は認められないが、3%になると明らかに生育が悪く約30%減退している。これに対して根元直径は相対照度が10%以下になると生長量は著しく減少している。

また、重量生長では根量と葉量を測定したが、照度の低下にともなう生長減退はきわめて大きい。旧葉重量に対する新葉重量の割合は、相対照度60%、27%、10%の間では大きな違いは認められないが、相対照度3%では新葉の割合が明らかに低下している。

この庇陰試験では、ヒノキの最適照度から生死の限界照度までの範囲としたが、照度3%の稚樹は調査時に大半が枯死してしまった。

高照度の稚樹は葉の量も多く、したがって同化生産物が多いため根系の発達が良い。しかし、生死の限界照度になると葉の着生率、根系の発達が経年的に悪く、したがって樹体の維持ができずに枯死することがわかる。

この試験結果から、一応更新のめやすとして10%以上の照度であれば、樹体にみあった葉の生産があるので、枯死することはないと考えられる。

表-1 照度の違いと形状(ヒノキ)

照度 %	形状	樹高 cm	根元径 cm	根重 g	葉量			新葉の生産率
					新葉g	旧葉g	総量g	
60		69.7	0.94	26.3	44.9		112.6	66
		(100)	(100)	(100)	(100)	67.7	(100)	
27		73.2	0.89	11.4	27.2		71.0	62
		(105)	(95)	(43)	(61)	43.8	(63)	
10		61.6	0.58	4.5	8.9		23.3	62
		(88)	(62)	(17)	(20)	14.4	(21)	
3		46.3	0.47	2.2	0.9		4.7	24
		(66)	(50)	(8)	(2)	3.8	(4)	

( ) 数字は60%区を100とした指数

### 2.2 スギ、ヒノキ実生苗の生長

試験の結果を表-2にしめた。

スギ、ヒノキともに低照度となるにしたがって各部の生長が悪くなっている。とくに根元直径とか樹高にくらべて、葉量とか根量は低照度の影響が強くあらわれている。

また、スギとヒノキでは照度の低下にともなう生長減退が異なる。ヒノキでは照度20%付近まで各部の生長は緩慢に低下するが、照度10%になると生長はきわめて悪くなる。スギは低照度となるにしたがって各部の生長量は大きく減少しており、照度が20%以下になると生長差はほとんどなくなるので、この附近の照度がスギの生長からして限界照度でないかと思う。

以上のことからして、ヒノキの場合は相対照度約20%、スギの場合は約30%附近に生長量の変異点があるように感ずる。

次に1生長期間の樹高生長経過を図-1にしめた。

スギの年間樹高生長量は相対照度100%区25cm、30%区14cm、20%区9cm、10%区7

表-2 照度の違いと苗木の形状 (1973. 5~1974. 1)

樹種	照度%	形状	樹高 cm	根元径 cm	根重 g	地上部重 g	T/R率	弱さ度	比較苗高
ヒ	100	(100)	42.5	0.68	10.5	31.4	2.99	0.74	6.25
			(100)	(100)	(109)	(100)			
ノ	30	(95)	40.3	0.65	9.0	30.8	3.42	0.76	6.20
			(95)	(96)	(86)	(98)			
キ	20	(91)	38.6	0.55	6.0	27.9	4.65	0.72	7.02
			(91)	(81)	(57)	(89)			
	10	(85)	36.2	0.52	2.3	15.8	6.87	0.44	6.96
			(85)	(77)	(22)	(50)			
ス	100	(100)	57.0	1.11	24.8	105.8	4.27	1.86	5.13
			(100)	(100)	(100)	(100)			
ギ	30	(73)	41.8	0.84	12.6	58.5	4.64	1.40	4.98
			(73)	(76)	(51)	(55)			
	20	(68)	38.7	0.66	7.5	37.4	4.99	0.97	5.86
			(68)	(60)	(30)	(35)			
	10	(61)	34.8	0.63	7.4	26.9	3.63	0.77	5.52
			(61)	(57)	(30)	(25)			

cmと低照度になるにしたがって生長量がわるく、図でもわかるように8月頃から生長差がでてくる。これに対してヒノキの年間樹高生長量は、相対照度100%区12cm、30%区12cm、20%区10cm、10%区7cmとなる。相対照度10%区は低照度の影響を受けているが、高照度区<sup>(3)</sup>では生長差はみられない。岩井はサンブスギとヒノキを用いて庇陰の度合による三年間の上生長経過を報告している。一年目の生長経過は報告と同じ傾向である。また、この報告によると庇陰の度合によって今後樹高生長の差はさらに大きくなる。

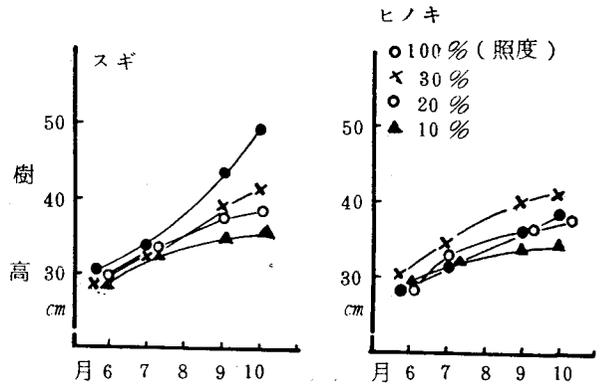


図-1 照度別の樹高生長

### 2.3 クロロフィル含量

庇陰の度合が強くなると各部の生長量が減少してくるが、これは低照度のため光合成機能が低下するためであるといわれている。そこで(2・2)の試料を用いてクロロフィル含有量を測定した。その様子を図-2にしめた。スギ、ヒノキともに相対照度20%附近を変異点として、これより低照度では含有量が多くなる傾向があった。

尾方<sup>(4)</sup>はヒノキの庇陰試験で相対照度20~30%附近にクロロフィル含有量の変曲点がありそうだと報告している。

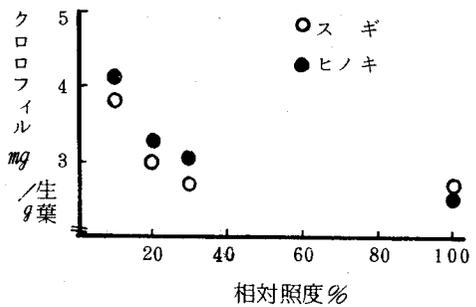


図-2 クロロフィル含量

2・4 広葉樹林下のスギ

2・4・1 林内照度

上層木の林況を表一3にしめた。この林分はコナラを主とする広葉樹林である。

林床植生はササ(高さ140cm、優占度5)が主で、その他にシロモジ、ノリウツギ、ワラビなどであったが、1974年に下刈をした。

この林分の林内照度は、1973年8月では約20%、1974年8月には、樹冠のヘイサが進んで約12%に低下した。この測定は林内の任意な地点を多数測定したものであるが、1974年の測定値をみても相対照度は3~6.8%と上木の樹冠に大きく影響されている。上木の樹冠配置を3タイプに分けて、相対照度を測定した様子を図一3にしめた。この図からも林内の照度は測定地点、地上高などで違うことがわかる。

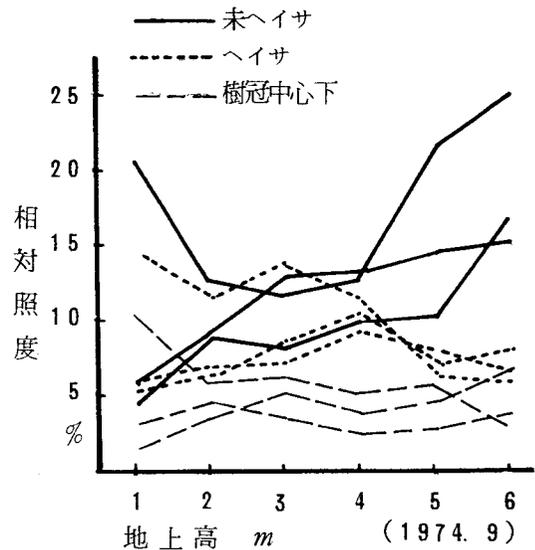
この林分調査地全体の相対照度の分布を附図一1にしめたが、上木の樹冠の粗密に影響されていることがわかる。しかしこれらの相対照度は、ある時間の林内照度を表示したものであるが、これを一定期間積算した照度で表示できれば理想的である。

そこで、林内の特徴のある樹冠配置の下で積算照度を測定してみた。その様子を図一4にしめた。これは午前10時測定した照度と積算照度の値を比較したものであるが、図のように積算照度で測定した値は大きくなる。

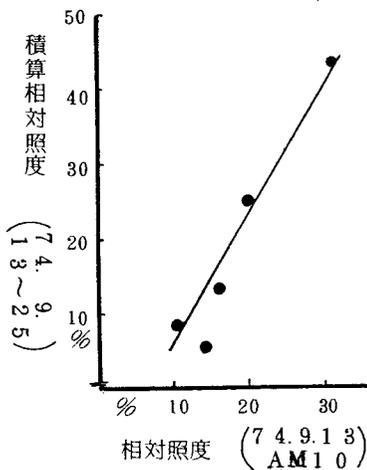
表一3 調査地の林況

ha当り

立木本数	胸高直径 cm	胸高断面積合計 m <sup>2</sup>	備考
941	16.7 6.9~42.0	26.4	コナラ 496株 743本 ミズナラ 50株 99本 ク リ 33本 その他 66本



図一3 林内照度の垂直分布



図一4 相対照度と積算照度の関係

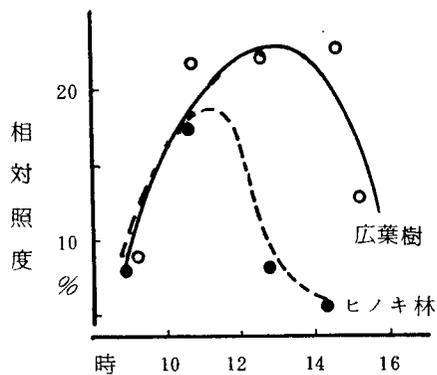


図5 林内照度の日変化(1973.5.22)

これについては、サンスポットの影響が加わるためであると思う。

次に1日の相対照度の推移を図-5にしめた。午前10時頃から午後2時頃にかけて高照度の時間帯があった。これは隣接するヒノキ林内にくらべて高照度の時間帯が長い。

### 2・4・2 下木の成長

下層木のスギは「スギ山地直ザシ試験」として1955年6月10日に林内直ザシをおこなったもので、現在の立木本数は約3200本/haである。

試験地の樹高ヒストグラムを図-6にしめたが、バラツキはきわめて大きい。また附図-2にしめすように上層木の樹冠投影図とくらべると、樹冠の粗な部分の樹高が高く、樹冠の密な部分の樹高が小さい傾向がある。これは先にのべた林内照度の分布に照合してみても、高照度→樹冠粗→高樹高階の傾向がうかがえる。しかし、上層木がなくて裸地状態のところでは、下層植生が繁茂したため、スギが被圧されて必ずしも高樹高となっていない。

次に最近の樹高生長経過を図-7にしめた。これによると、最近5年間の樹高生長量は86cm(237~323cm)、年生長率の経過は9.1%(1971年)、8.9%(1972)、9.8%(1973)、1.4%(1974)、5.0%(1975)となっている。この図でもわかるように1976年に樹高生長量が著しく低下したのは、1973年秋季に平均枝下高率(枝下高/樹高)0.48、すなわち樹高の48%にあたる枝打ちがおこなわれたための生長阻害である。

1975年最終調査時の形状比は96となり、樹高生長に対して肥大生長が悪い。

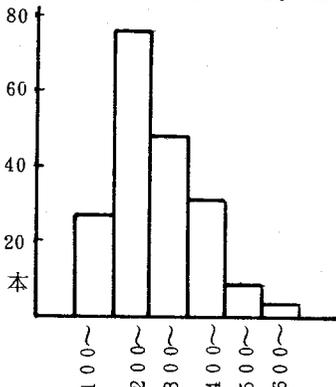


図-6 下層木の樹高とヒストグラム

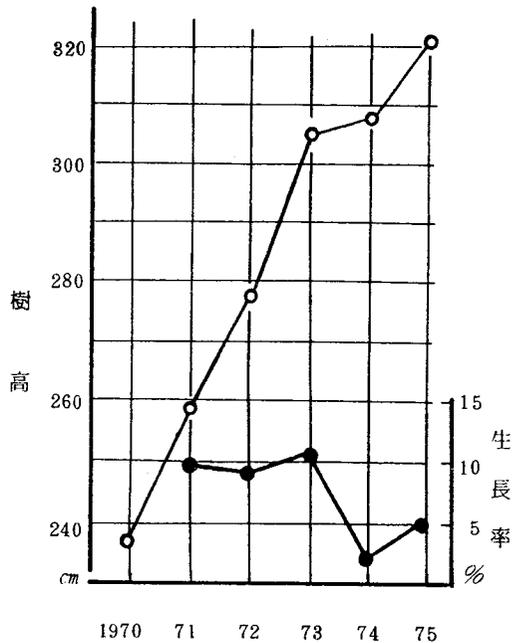


図-7 樹高生長(広葉樹林)

### 2・5 ヒノキ林下のスギ

#### 2・5・1 林内照度と下木の樹高生長

調査時の林況を表-4に示した。

1974年8月の林内照度は、本数密度の小さいプロットが11%、本数密度の高いプロットは16%であった。1日の相対照度の変化は図-5にしめすように(2・4)の広葉樹林にくらべて、高照度の時間が短い。

表-4 調査地の林況

ha当り

立木本数	平均樹高 (m)	胸高直径 (cm)	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> )	幹材積 (m <sup>3</sup> )
800	16.8	24.5	42.1	321

この林内にあるスギの樹高生長経過を図-8に示した。

1971年から1974年の4年間の樹高生長をみると、相対照度11%林内は年平均生長量15cm、16%林内は10cmとなる。特に相対照度11%の林内は樹高生長曲線が年々低下しているが、さきにものべたように1975年に強度の間伐がおこなわれたために年生長量は13cmに上昇している。

### 2.5.2 下木の生産構造

相対照度11%の林内で、スギ下層木をえらび生産構造をしらべた。皆伐造林地のスギと対比すると図-9のように、低照度林分は下枝の枯上りが大きく、梢端は卵型となっている。

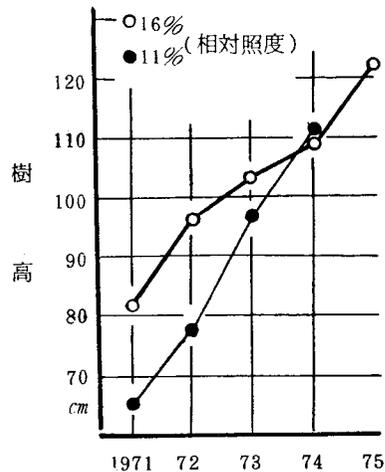


図-8 樹高生長(ヒノキ林)

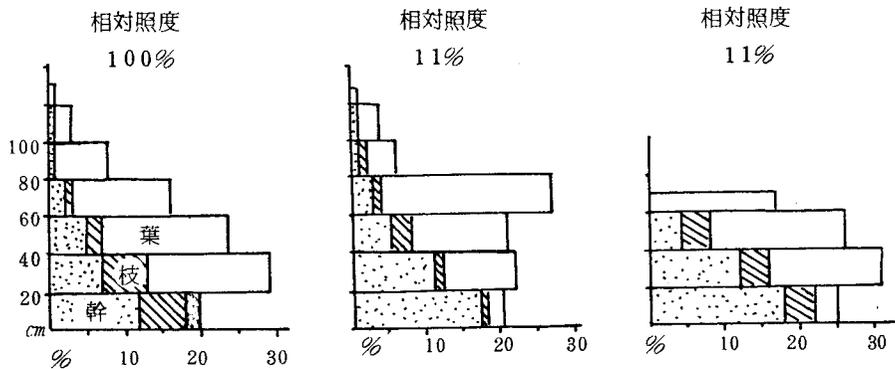


図-9 スギの生産構造

### 2.6 スギ林下のスギ

#### 2.6.1 林内照度と下木の樹高生長

調査地は表-5に示すように立木本数820本/haと1033本/haの2カ所をえらんだ。

両林分内の相対照度は15%

(820本/ha)と10%(1033本/ha)

である。下層木は植栽年度がずれているため多段林の林相をしている。

相対照度15%林分の下層木は、立木本数1600本/ha平均樹高442cmである。これにくらべて相対照度10%の林分は、下層木がきわめて少ない。

この両林分の中で、平均樹高に近いものをそれぞれ15本えらび過去の樹高生長経過を追跡した。その結果を図-12に示した。

相対照度15%林分：4年間の樹高生長量は101cm(72H333cm-75H434cm)、年生長量34cm

表-5 調査地の林況

立木本数	平均樹高 m	枝下高 m	胸高直径 cm	胸高断面面積計 m <sup>2</sup>	相対照度 %
820	18	12	22.1	33.3	15
1033	21	15	26.7	59.0	10

※ 1975.8.29

である。生長率であらわすと1973年は15.7%、74年7.5%、75年は4.6%である。

相対照度10%林分：4年間の樹高生長量は48cm(72H285cm-75H353cm)、年生長量23cmである。生長率であらわすと1973年12.3%、74年6.1%、75年4.1%である。

このように両林分とも最近の樹高生長は低下している。また、相対照度10%と15%の両樹高生長曲線を見ると、生長差は経年的に大きくなる傾向がある。

## 2.7 択伐林内のスギ

### 2.7.1 上層木の林況

関ヶ原町今須地方は古くから択伐林施業をおこなってきたところである。この地方ではその時々需要によって単木伐りするために林分構成は表-6のように種々である。

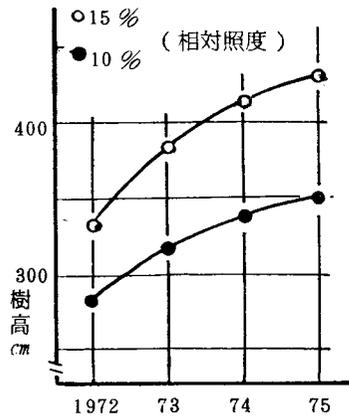


図-10 樹高生長(スギ林)

表-6 胸高直径階別の立木本数

(ha)

調査地 樹種 直径階	No-1		No-2		No-3		No-4		No-5	
	スギ	ヒノキ								
10cm未満	964	346	1,220	167	1002	669	666	353	402	1072
20 "	214	320	84	100	134	268	399	264	67	134
30 "	107	187	84	201		67			67	
30cm以上	54	54	66	67	67	67			201	
計	2,132		2,089		2,274		1,682		1,943	

そこで表-6のうち同一林内にあるNo-1、No-2の林分について下層木の生長状況をしらべた。両林内の相対照度は約15%(1975.9)であった。

調査方法は1・1・2・4でのべたように、新梢の生長状況を外観的に形態区分し、まわりの密度(胸高断面積合計)と対比した。その結果を図-13にしめたが、胸高断面積合計の大きい林分ほど新梢の生育不良なものが多い。また、胸高断面積合計の少ない林分ほど新梢の生育良好なものが多くあらわれる傾向がある。

尾方<sup>(5)</sup>は、植栽木の樹冠型について、受光量が少なくなるにつれて、円錐型、卵型、傘型となり、さらに着葉量が極めて少ない頻死型になり同化非同化器管の量的バランスが

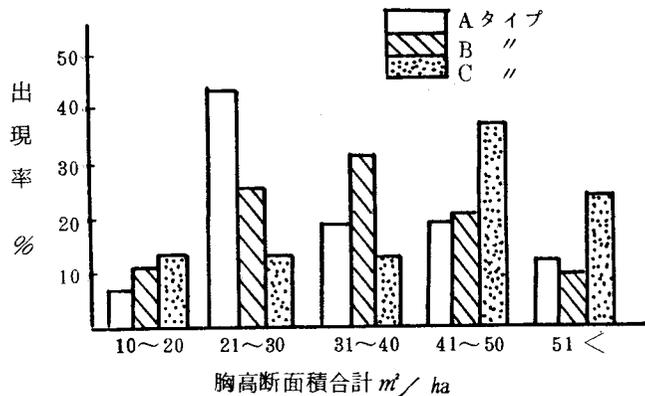


図-11 胸高断面積合計の違いによる下木の形態別出現率

くずれて枯死するとのべている。したがって、下木の樹冠型を観察することによって、林内照度のめやすがたてられる。

以上の結果からおまかにみて、現在の施業方法を前提として、保続的な択伐林を管理してゆくためには胸高断面積合計が  $40 \text{ m}^3/\text{ha}$  位が上限でないかと推察する。

### 3 考 察

複層林の造成、あるいは林分管理の場合、常に下層木の順調な更新を考えなければならない。そのためには、明るさの違いが生長にどのように影響しているかを解明するとともに、下層木の大きさ、あるいは生長量などをめやすにして林内の照度管理をする必要がある。

この試験は、林内の照度管理を目的として照度の違いと林木の生長について、苗畑モデル実験と、現実林分についてしらべたものである。

苗畑の実験では稚樹が生長を維持するための最低照度を推定するためにスギ、ヒノキを供試材料とした庇陰実験をおこなった。その結果、スギ、ヒノキ共に低照度になるにしたがい、苗木各部の生長が減少するが、とくに根系、葉量にその影響が強くあらわれた。一応、生長減少量が最大となる明るさを稚樹の最低照度とすればスギでは照度が約 30%、ヒノキでは 20% 附近であった。また、稚樹の生死の限界照度は、ヒノキ稚樹の場合では約 3% 附近であった。

これらの実験結果は、寒冷沙を用いて明るさの違いを設定したため、林内のようにサンスポットが生じない。そのために後述する林内の結果よりも高照度となっている。

次に現実林分で下層木の生長状況を調査した。調査林分の上層木は広葉樹、ヒノキ、スギ林で、これらの林分の相対照度は現在約 10% から 16% の間であった。下層木のスギについて年樹高生長量、平均年生長率であらわすと広葉樹林内  $17 \text{ cm}-7\%$ 、ヒノキ林内 (照度 11%)  $10 \text{ cm}-11\%$ 、ヒノキ林内 (照度 15%)  $15 \text{ cm}-19\%$ 、スギ林内 (照度 10%)  $23 \text{ cm}-9\%$ 、スギ林内 (照度 15%)  $34 \text{ cm}-8\%$  であった。

これらの林分は、供試木の大きさ、土壌条件が違うので比較することは無理があるが、最近の樹高生長量が減少している林分は、ヒノキ (照度 11%) 林分、スギ (照度 10%、15%) 林分で、広葉樹林分、ヒノキ (照度 16%) 林分はほぼ同程度の生長量を維持している。このように現在同程度の照度でありながら上層木の林相によって生長経過の違いがあるのは、上層木の葉量増加率、枝葉の形態の違いによる光の吸収、入射などの違いによるものであろう。

一応これらの結果から林内更新の明るさは約 15% 以上であろうと考えている。

林内更新の明るさについて早稲田<sup>(6)</sup>は人工壮令林の場合 5~25% (相対照度) とし、さらに林内照度の調整はスギ稚樹の場合年平均伸長量を  $4\sim 5 \text{ cm}$  になった時期を目安にするようにのべている。安藤<sup>(7)</sup>はヤナセ系のスギについては、相対照度 10% 以下で更新をおこなうべきではないとのべている。

しかし、施業上は常時明るさを調整することは困難であるため、年々どのくらい林内照度が低下するかを目安として照度管理をしなければならない。安藤<sup>(7)</sup>の調査例によれば、スギ 8 年生の二段林の場合 1 年間に 2~4% ずつ低下しており、さらにスギにくらべてヒノキは低下の割合が低いとのべている。

先にのべた筆者の調査例でもスギ林内の下層木の樹高生長が、ほかの林分よりも減少が大きいのは同様と考えている。

次に択伐林内の下層木について生長状況をしらべた。

その結果われわれの調査林分については、上層木の胸高断面積合計の多少が、下層木の形状に影響していた。一応今後の生長が期待できる胸高断面積合計は約  $40 \text{ m}^3/\text{ha}$  以下としたが、伐倒木の年輪からして、被圧木がその後大径材となる割合はきわめて低く、雪害などにより自然淘汰される割合が高い。したがってモメ木の発生が多くなるので高密度、低照度にならないように充分な管理が必要で

ある。このような林分の例として、択伐林でおこなった調査では雪損木 25%、幹曲り 30%、モメ木 10%の被害率があった。

このように庇陰下の造林木は形状比が高くなること、上木の樹冠から落雪をうけやすいことなどによって雪害が多くなり、材質が低下することがある。したがって湿雪地帯では危険性が大きい。

次に今後の課題として下木スギの場合は、品種系統別の耐陰性についても検討する必要がある。

試験の 1 例としてアシクラスギ(大野郡白川村)と市販のスギを林内照度 6%の林内に植栽して年樹高生長率を比較したところ、アシクラスギは 22%、市販スギは 7%と生長率の違いがあった。

#### 4 ま と め

林内更新をおこなう場合に問題となる明き別の稚樹の生長について検討した。

1 苗畑の庇陰実験では、稚樹が生育できる最低照度について検討した。

その結果、スギでは約 30%、ヒノキでは約 20%であった。

2 また、ヒノキ稚樹は照度 3%で育てた場合に、新葉量が少なくなりほとんど枯死した。したがってこの附近の照度が生死の限界と考えた。

3 上層木の林相がことなる複層林内で下木スギの生長について検討した。樹高生長の経過から検討すると、林内更新のための明きは相対照度 15%以上であろうと思われる。

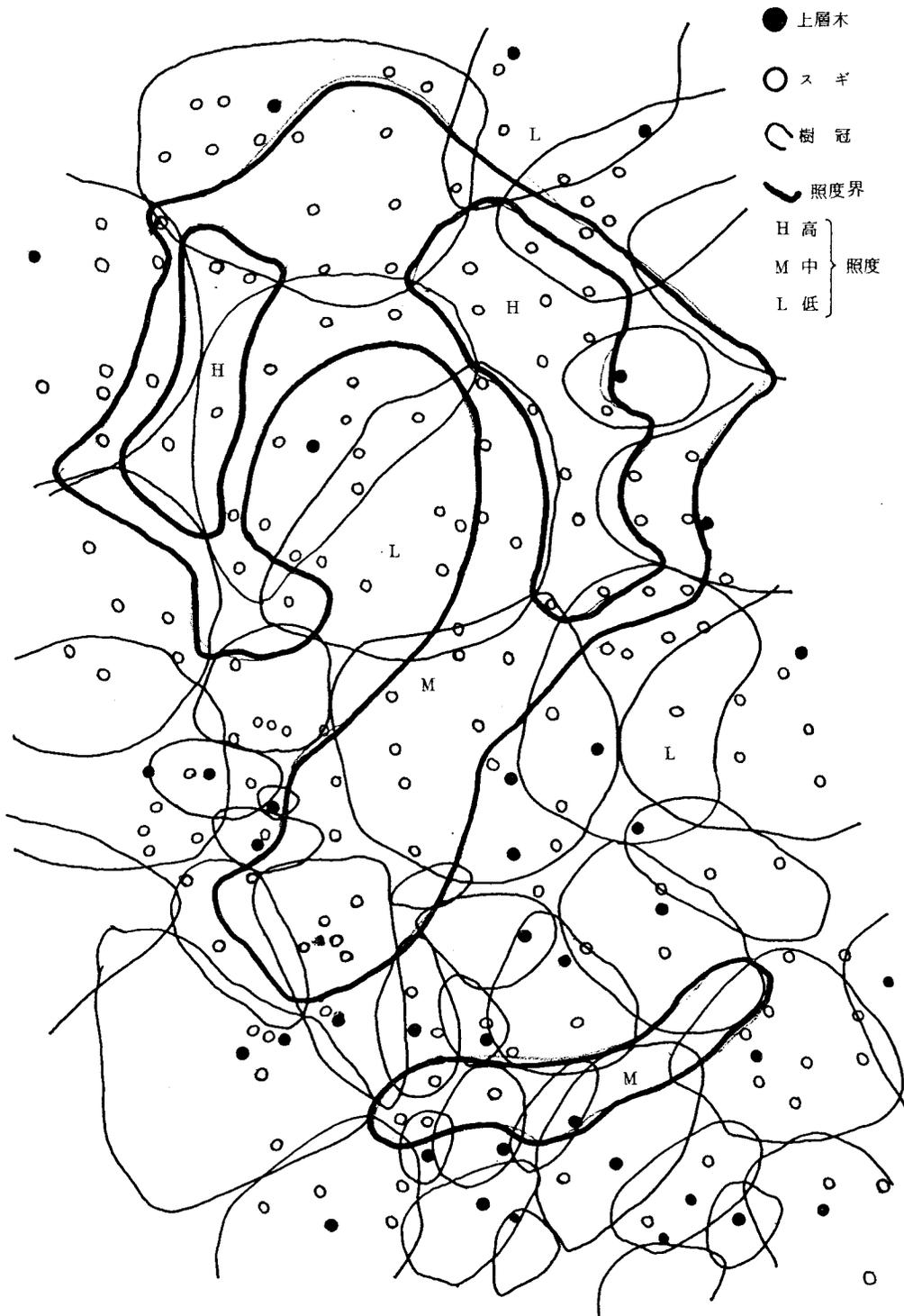
4 しかし、現在同程度の照度であっても、上層木の林相によって樹高生長の低下率がことなる。すなわち、広葉樹林内、ヒノキ林内にくらべてスギ林は年々の樹高生長低下が大きい。

5 択伐林内の下層木について、下層木の形態と胸高断面積合計の関係を検討した。その結果、胸高断面積合計が  $40 m^2/ha$ 以上になると、きわめて形態の不良なものゝ出現率が高かった。

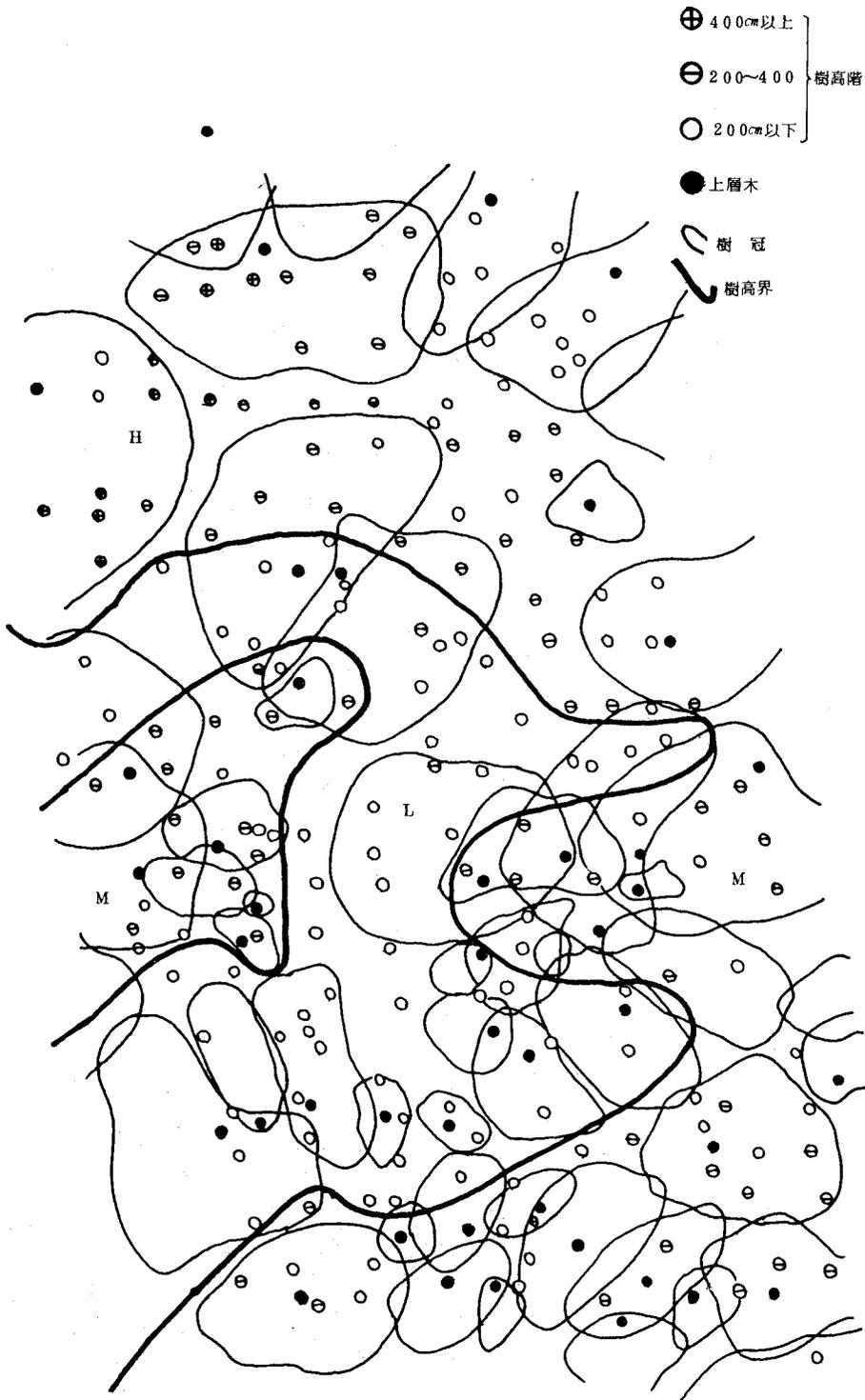
6 また、形状比が高くなるため、雪害木が多くなるので湿雪地帯の林内更新は危険性が大きい。

#### 文 献

- |             |  |                  |
|-------------|--|------------------|
| (1) 小島忠三郎   | 銅電量計を応用した気象要素の積算計の試作                   | 日林試 44. 10. 1962 |
| (2) 生物化学実験法 |  | 生物化学実験研究会編 1972  |
| (3) 岩井 宏寿   | 造林木の耐陰性と広葉樹下植栽                         | 千葉林試報 1973       |
| (4) 尾方信夫外   | ちがった相対照度下で3年経過したヒノキ<br>稚樹の日補償点とクロロフィル量 | 林試九州年報 1971      |
| (5) 尾方信夫外   | 非皆伐施業法に関する研究資料                         | 農林省林業試験場 1975. 1 |
| (6) 早稻田収外   | //                                     | //               |
| (7) 安藤 貴外   | //                                     | //               |



附図-1 試験地の相対照度(1974.9)



附図-2 試験地の樹高階分布(1973)