

(研究資料)

人工林の複層林施業に関する研究 (Ⅲ)

庇陰下における樹品種の生態的特性 (3)

人工庇陰下における生長

複層林施業研究班

Working Group on Multistoried Forests : Research Materials
 on the Treatment of Artificial Multistoried Forests III
 Ecological Characteristics of Tree Species and
 Varieties under Shading (3)
 Effect of Artificial Shading on the Growth
 (Research note)

要旨：庇陰下における林木の生長特性の解析には、ネットなどによる人工庇陰装置が広く用いられる。人工庇陰と林内の庇陰のちがいが生長に与える影響を、相対照度と樹高、直径生長の関係でみると、生長の傾向はおなじでも、反応量に大きい差がみられた。庇陰による光質および温度、湿度などのちがいが反映していると考えられ、人工庇陰試験結果を林内に適用する場合には十分配慮する必要がある。

人工庇陰下（相対照度3~10%）で育成したスギ、ヒノキポット苗を全光下に移した場合、重量生長率では暗い条件で育成したものほど大きい、葉の能率ではスギでは差がなく、ヒノキでは暗い条件で育成したものほど大きい傾向を示し、反応も早かった。スギ、ヒノキの生存限界の明るさは3か年の人工庇陰試験結果では、相対照度でヒズモスギ2.3~1%、サンプスギ2.5~2.0%、ヒノキ3.0%であり、ヒノキは7%で一部枯損がはじまるなど、スギ2品種より耐陰性が若干低い傾向を示した。

2生長期を4段階の人工庇陰下で育成したクロマツ、モミ、スギ、ヒノキの苗木について、樹高、直径、各部分重、葉面積など14項目を測定し、全光区に対する弱光区の値の比率を尺度として、樹種の耐陰性を量的に表示した。またスギの耐陰性のちがう7クローンについて、同化、呼吸量を測定しCO₂収支を求めた。8月の5%相対照度の下でのCO₂収支は耐陰性の高いクローンではプラス、低いクローンでは大きいマイナスの値を示し、耐陰性試験の枯損率と対応する傾向がみられた。庇陰条件をちがえて育成したスギクローン苗木の養分含有率をみると、K、Ca、Mgとも裸地の個体に比し、庇陰下の個体の含有率が高い傾向を示したが、耐陰性との関係は明かではなかった。

目次

人工庇陰下の植栽木と樹下植栽木の生長比較.....	河原輝彦.....	133
人工庇陰がスギ、ヒノキの生長に及ぼす影響.....	河原輝彦 鈴木健敬 斎藤勝郎	135

人工庇陰下における最小要光量.....	大 場 貞 男 浅 沼 辰 吾 早 稲 田 収	139
人工庇陰下における 4 樹種の耐陰性.....	尾 方 信 夫 竹 下 慶 子 上 中 作 次 郎	143
スギ精英樹クローンの耐陰性とその同化・呼吸.....	桜 井 尚 武 安 藤 貴	147
苗木の養分含有率におよぼす庇陰の影響.....	市 川 孝 義 河 原 輝 彦	150

人工庇陰下の植栽木と樹下植栽木の生長比較

河原 輝彦⁽¹⁾

Teruhiko KAWAHARA : Comparison between the Growth of
Seedlings under the Artificial Shading and That
of Seedlings Underplanted in the Forest

I 目的と方法

庇陰下における林木の生長特性を明らかにするために、一般にサランネットなどで照度を変えた人工庇陰試験が多くおこなわれている。この方法は各種の庇陰条件を簡易に作り出すことができるという点で、集約な研究を行うには便利な手段の一つであるが、反面、このような人工で作られた庇陰環境は林内のそれと多少とも異なり、その中に植栽されている林木の生長に違った影響を与えているものと思われる。この相異性を検討するため、これまでに報告されているいくつかの成果^{(1)(2)(4)~(9)}をまとめて考察した。

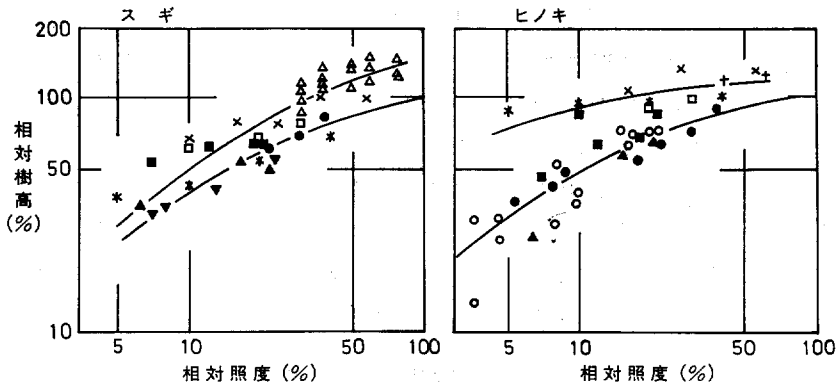


図1. 相対照度と相対樹高の関係

* , × , □ , △ , + : 人工庇陰
● , ○ , ▲ , ⊙ , ■ , ▼ : 林内

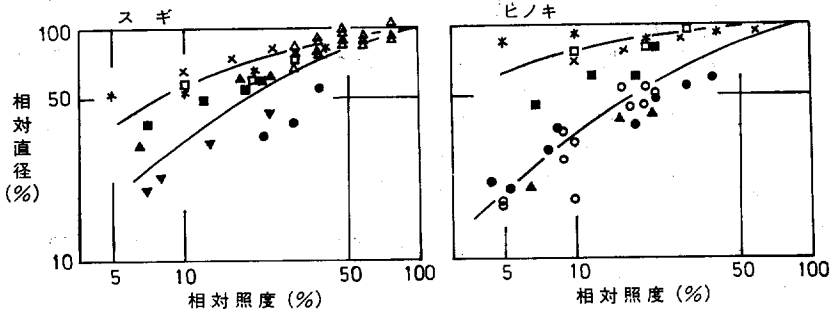


図2. 相対照度と相対直径の関係

II 結果と考察

人工庇陰下の植栽木と樹下植栽木の生長量を相対照度との関係でプロットした結果、図1, 2に示されるような傾向がみられた。ただし、ここに掲げている樹高や直径は、林齢や密度、立地条件の相異による絶対値の違いをなくすため、いずれも、相対照度が100%の場合の数値を100とした比数で表現している。スギ、ヒノキとも林内においても樹下においても、相対照度と相対直径や相対樹高との間には、下記のような逆数式の関係がみられた。

	(人工庇陰下)		(林内庇陰下)	
	相対樹高	相対直径	相対樹高	相対直径
スギ	$\frac{1}{H} = \frac{0.115}{I/I_0} + \frac{1}{182}$	$\frac{1}{D} = \frac{0.086}{I/I_0} + \frac{1}{106}$	$\frac{1}{H} = \frac{0.169}{I/I_0} + \frac{1}{118}$	$\frac{1}{D} = \frac{0.278}{I/I_0} + \frac{1}{108}$
ヒノキ	$\frac{1}{H} = \frac{0.025}{I/I_0} + \frac{1}{108}$	$\frac{1}{D} = \frac{0.027}{I/I_0} + \frac{1}{92}$	$\frac{1}{H} = \frac{0.123}{I/I_0} + \frac{1}{114}$	$\frac{1}{D} = \frac{1.148}{I/I_0} + \frac{1}{54}$

上述の図や逆数式から、ある庇陰条件下に生育しているスギやヒノキの稚樹は、地位や品種、年齢などとはあまり関係なく、その相対照度に対応した相対生長を示すことがわかる。しかし、反面、上記のように、相対照度と樹下植栽木の生長との関係式、および同じく人工庇陰下にある稚樹の生長との関係式の間には明らかに分離があるため、人工庇陰試験の結果から直接に、現実の林分内に植栽した稚樹の生長特性を推察するのは困難であり、妥当性を欠く場合もありうると考えられる。たとえば、人工庇陰試験では相対照度50~70%で樹高生長が相対照度100%のそれよりも大きくなることがあるが、実際に樹下植栽された苗木ではこのような現象はみられない。また、明るさに対する反応をヒノキとスギとで比較すると、人工庇陰試験下では樹高、直径ともヒノキよりスギのほうが大きく反応しているが、樹下植栽木ではこのような傾向ははっきりせず、両者は同じような反応を示している。人工庇陰下と林内とで植栽木の生長にこのような違いがみられたのは、両者の条件たとえば温度、湿度、光の成分などが大きく違うためであろうと思われる。この点、今後このような人工庇陰施設の改善が求められる。

引用文献・資料

- 1) 安藤 貴・宮本知子：スギ苗の生長に及ぼす光の強さと植栽密度の影響，日林誌，54，47~55，(1972)
- 2) 藤原俊広・板垣靖彦：落葉広葉樹林内に樹下植栽したスギ・ヒノキの生長について，日林関西支講，28，157~160，(1977)
- 3) 河原輝彦：非皆伐施業に関する研究（I），相対照度と植栽木の生長，日林関西支講，29，120~122，(1978)
- 4) 川那辺三郎・四手井綱英：陽光量と樹木の生育に関する研究（III），針葉樹苗木の生育におよぼす被陰の影響，京大演報，40，111~121，(1968)
- 5) 川那辺三郎・四手井綱英：落葉広葉樹林に樹下植栽したスギの生長について，京大演報，42，117~127，(1971)
- 6) 川那辺三郎・玉井重信・堤 利夫：ヒノキ人工林の間伐前後の現存量と林内の光環境について，京大演報，47，26~33，(1975)
- 7) 中村 基・後藤康次：複層林内における下層木の生長，岐阜林業センター研報 1，1~12，(1976)
- 8) 林野庁業務課：非皆伐施業法，林内人工更新シリーズ No. 3，238 pp.，(1977)
- 9) 林業試験場：人工林の非皆伐施業に関する研究，推進会議資料，74 pp.，(1977)
- 10) 植木秀志・勝毛忠男・森川秀次郎：樹下植栽木の生長比較試験，日林九支論集 30，137~138，(1977)

人工庇陰がスギ、ヒノキの生長に及ぼす影響

河原輝彦⁽¹⁾・鈴木健敬⁽²⁾・斎藤勝郎⁽³⁾

Teruhiko KAWAHARA, Takeyoshi SUZUKI and Katsuo SAITO :
Effect of Artificial Shading on the Growth of Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) Seedlings

はじめに

スギ、ヒノキ稚樹の耐陰限界や、ある段階で光環境を変えた場合の反応をみるため、各種の人工庇陰条件下におけるスギ、ヒノキの生長量をしらべた¹⁾。

I 材料と方法

1974年3月にスギ(ミョウケンスギ)、ヒノキ苗を購入し、相対照度が2.7, 3.7, 6.1, 9.9%のサラノネットによる人工庇陰下、および対照の開放した圃場に植栽した。1975年度には、移動による根傷みをさけるため、これらをポット9号に移し変えた。1977年10月、人工庇陰下の全ポットを外に出して全光下におき、光環境の変化による反応をみた。1978年10月には全試料をポットよりとり出し、各部分の大きさや重量を測定した。

II 結果と考察

この試験では、スギ、ヒノキ稚樹を5生長期間もポット内で育成しているため、かなり限定された条件

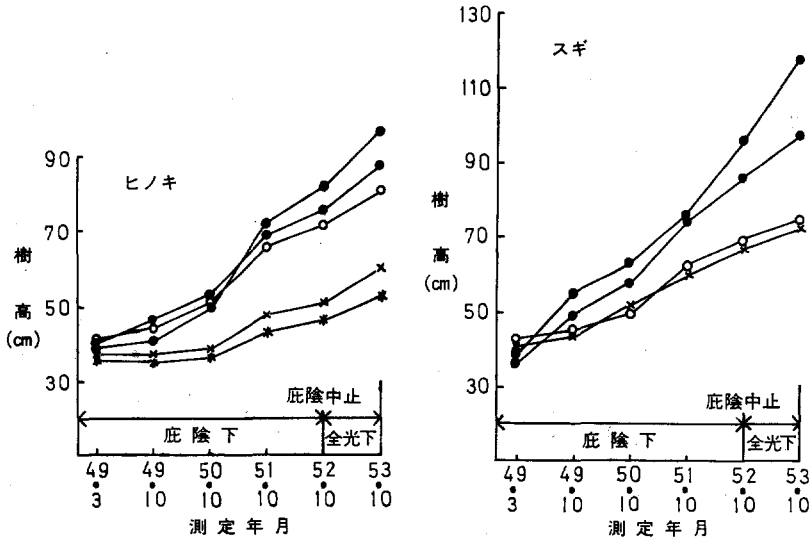


図1. 人工庇陰下におけるスギ、ヒノキ稚樹の樹高生長
相対照度 ○: 100.0%, ●: 9.9%, ○: 6.1%, ×: 3.7%, *: 2.7%

1982年11月9日受理

造林—87 Silviculture—87

(1) (2) 関西支場

(3) 東北支場 (元関西支場)

下における結果であるが、各種の庇陰条件が供試苗の生長経過や生産構造などに及ぼした影響について考察する。

(1) 生存本数

1978年4月の調査時点において、相対照度が6.1%、9.9%の処理区では、スギ、ヒノキともほぼ同じく50~60%が生存していたが、2.7%の区ではヒノキが供試した30本中7本生存していたのに対して、スギは1本がかろうじて生きており、他はすべて完全に枯死していた。相対照度で3%内外がスギの生存限界とみることができよう。

(2) 樹高と地際直径の生長経過

1974~1978年の樹高生長経過は図1のとおりである。スギ、ヒノキとも強い庇陰下では生長が減退しており、これは庇陰を中止した後も、1年間ではあまり回復していないようである。1978年10月の樹高で処理区間を比較すると、図2のようになり、苗高と相対照度との間には逆数式的の関係がみられた。地際直径の生長経過は図3のとおりである。一部を除き、スギ、ヒノキとも庇陰期間中はほぼ同様な生長経過

を示したが、庇陰を中止した後は、樹高生長の場合とは多少異なり、スギ、ヒノキとも生長率がいくらか大きくなっている。また直径と相対照度との間にも、樹高と同様に逆数式的の関係が得られた。庇陰下の稚樹に比べて、対照区のその生長量があまり大きくなっていないのはポット内育成のためと思われる。

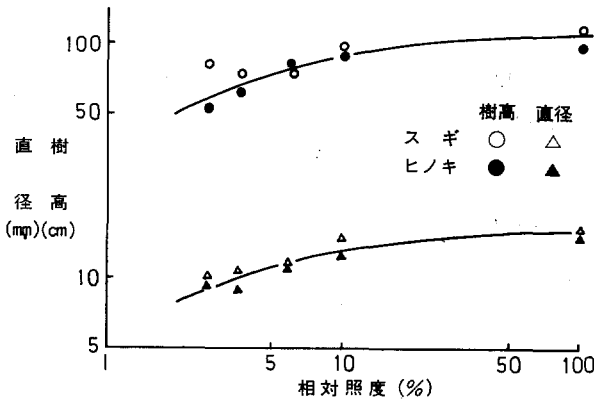


図2. 相対照度と樹高および地際直径の関係

(3) 現存量と生長量

1978年10月における1本あたりの

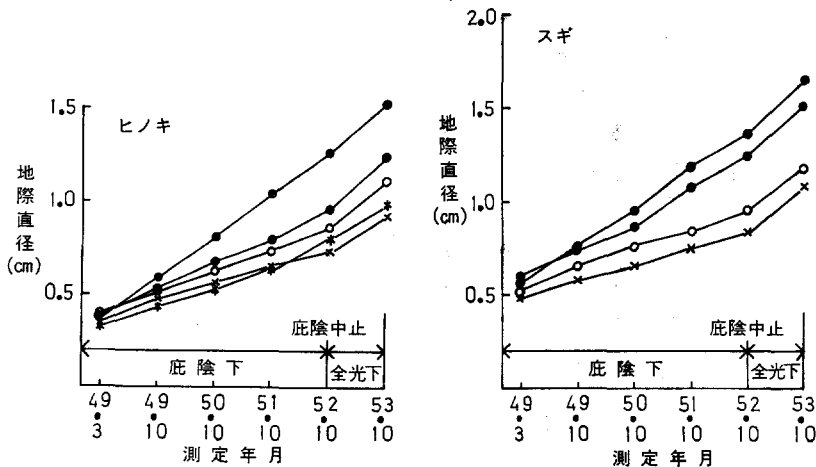


図3. 人工庇陰下におけるスギ、ヒノキ稚樹の直径生長

※ 付号は図1参照

平均各部分量と相対照度との関係を図4に示している。スギ、ヒノキとも、両者の間には一定の関係がみられるが、100%区の根量だけは上の曲線からはずれた。これは容積の制限されたポットの中で生育していたことが主因と思われる。各処理区での樹体に占める葉の比率をみると、明るさの違いによる大きな変化はなく、スギでは2.7%区を除いて42~49%、ヒノキでは29~39%であった。幹の比率も同様であり、スギが22~28%、ヒノキでは16~22%を占めた。庇陰中の幹重量変化は測定していないので、最終時の D^2H と幹量との関係を用いて各時点の幹量を推定した。ただし、期間中の $D-H$ 関係が変化しないものと仮定した。推定された生長経過は図5のとおりである。スギ、ヒノキとも庇陰中の幹量は年とともにほぼ指数関数的に増加しているが、その増加速度は明るいところほど大きい。庇陰を中止し、全光にさらしたときの幹の増加量は、スギ、ヒノキの

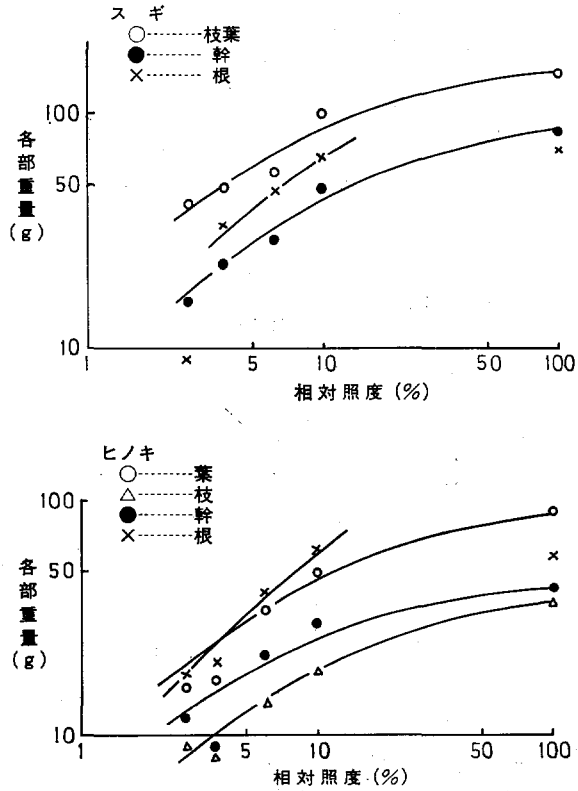


図4. 相対照度とスギ、ヒノキ稚樹の各部重量

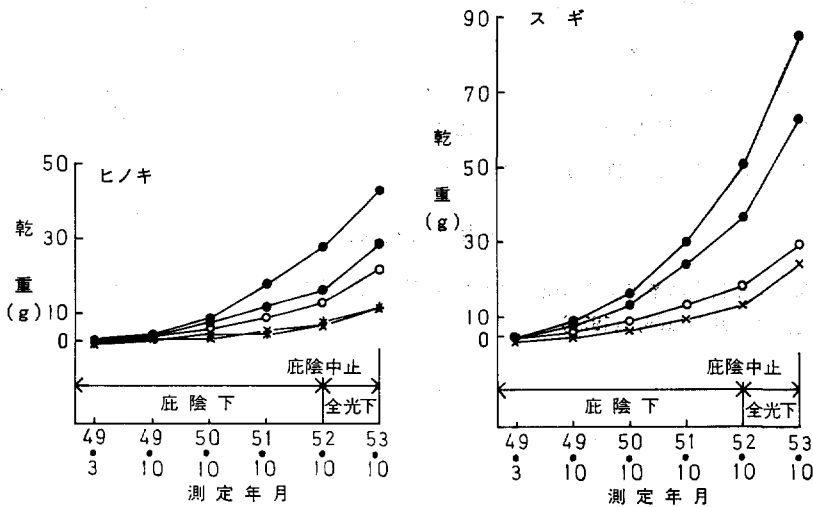


図5. 人工庇陰下におけるスギ、ヒノキ稚樹の重量生長

※ 付号は図1参照

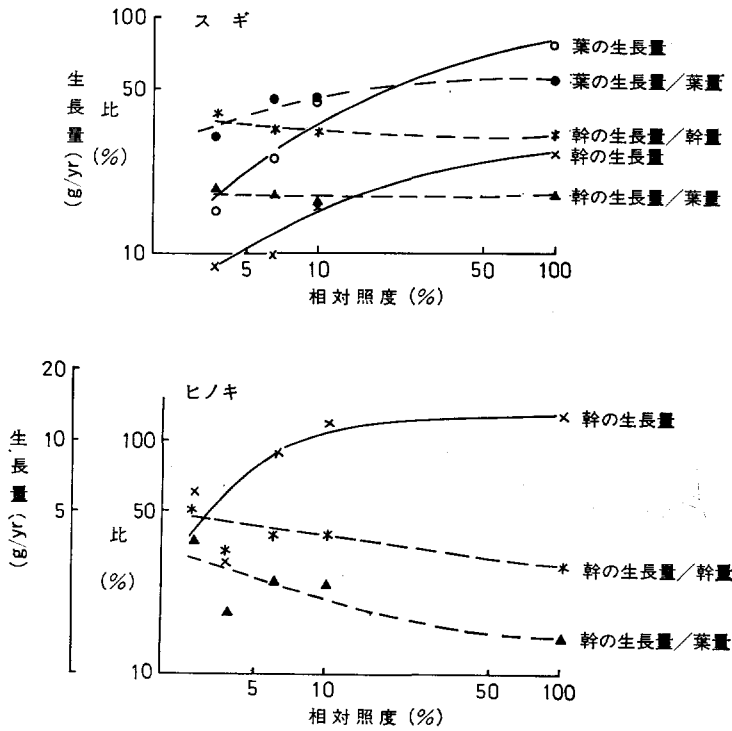


図 6. 庇陰を中止した後年間の生長量と生長率

各処理区とも庇陰下のそれよりも多少多くなっている。人工庇陰されていた時期の相対照度と全光にさらした後の幹や葉の生長量との関係を図 6 に示す。スギ、ヒノキとも増加の絶対量では明るいうちにあった区ほど大きいですが、現存量との比（生長率）でみると、反対に暗いところにあったものの方が大きくなっている。また、葉量との比率（同化能率）でみると、スギではほとんど差がないが、ヒノキでは暗いところほど大きくなっている。すなわち、長い間庇陰されていた苗木を急に全光にさらした場合、スギよりもヒノキのほうがより早く順応し、同化能率が大きくなる傾向が認められる。庇陰をやめた後の、スギの新葉の生長量をみると、相対照度の大きいところにあったものほど多い。しかし、葉全体重の比（新葉率）でみると、その差は小さく、処理による影響は少ない。

引用文献・資料

1) 河原輝彦：非皆伐施業に関する研究（Ⅱ）—庇陰とりやめ1年後のスギとヒノキ苗の生長—，日林関西支講，30，107～109，（1979）

人工庇陰下における最小要光量

大場貞男⁽¹⁾・浅沼晟吾⁽²⁾・早稲田 収⁽³⁾

Sadao OBA, Seigo ASANUMA and Osamu WASEDA : Minimum
Light Requirement in Artificial Shady Conditions

はじめに

耐陰性について樹種・品種あるいは系統によって差のあることは、すでにいくつかの試験により確かめられているが、これらの違いがどの程度かについて精細に検討した試験は少ない。

たとえば、相対照度 2.4% という条件下で、72 系統のスギの耐陰性を比較した試験例では、枯死本数率で 100% から 0% までに分かれたが⁽¹⁾ このような試験結果からは、各系統の耐陰性の差がどの程度かについて知ることはできない。

これまでのいくつかの試験、調査からは、スギの系統別の耐陰性の幅は意外に狭いと考えられ、相対照度 (現地における盛夏の測定値) 2% 未満での生存例、あるいは、5% 以上での枯死例を得ていない。

もし、スギ各系統間の耐陰性の差がさらに小さく、事業的に問題にするに足らない程度のものであるならば、複層林施業の推進のためには、スギの耐陰性の検討はそれほど重要ではなくなる。

これらのことも加味し、本試験では入口から奥に向けて、明るさが連続的に変化するような、トンネル状の庇陰構造物を作り、ここに列状に直ざしをしたスギの穂木を主な対象として、それらの耐陰性の違いを比較するとともに生存限界の明るさを明らかにするため、林業試験場千代田試験地において、1977 年から現在までの 3 年間くり返し実験した。

I 材料および方法

材料は一般に極めて耐陰性が強いといわれているヒズモスギとサンプスギおよびヒノキを用いた。また、試験は簡便化のため、袋ざし法で行った。

1. 庇陰室と構造

'77 年と '78 年に使用した庇陰室は幅 2 m、長さ 8.5 m、中央の高さ 2 m。'79 年は、幅 5.6 m、長さ 16 m、中央の高さ 3 m、それぞれダイオシートでかまぼこ型に地表面まで被い、明るさが連続的に変化するように重ね合せの枚数で調節した。

'77 年、'78 年の庇陰室は東西の方向 (入口が西) に設置し、'79 年のものは南北の方向 (入口が北) に設置した。

2. 供試材料とその取扱い

材料は、表 1 に示すところからそれぞれ採取し、採取した穂木は浸水後さし穂に作って、林業試験場構内苗畑の C 層土を不織布の袋 (直径約 3 cm × 長さ 20 cm) に約 70 g (風乾) を詰めたものに挿付けた

(袋ざし法)。これを土壤改良剤 EB-a 300 倍液に約 1 昼夜浸漬してのち植付けた。

3. 明るさの測定時期と方法

明るさの測定は東芝照度計 SPI-71 型を使用し、'77年と'78年に使用した庇陰構造物については、'78年の6月と12月に、また'79年に使用した庇陰構造物については、'79年の6月と8月にそれぞれ行った。

表1. 供試材料とその取扱い

	52 年 度			53 年 度			54 年 度	
	ヒズモギ	サンブギ	ヒノキ	ヒズモギ	サンブギ	ヒノキ	ヒズモギ	サンブギ
採 穂 場 所	岐阜県 明方村	千葉県 林試構内	目黒苗畑	岐阜県 明方村	千葉県 林試構内	目黒苗畑	岐阜県 明方村	千葉県 林試構内
" 月 日	6.8	7.7	7.8	4.7	4.1	9.9	5.28	6.1
供 試 本 数	50	50	50	50	50	50	48	31
挿 付 け 月 日	6.18	7.9	7.9	4.11	4.11	9.12	6.5	6.5
挿 穂 苗 重 量 (1 本 当 り)	46	—	—	118	53	39	—	—
挿 穂 の 大 き さ								
{ 太 さ mm	—	—	—	10	6	5	—	—
{ 長 さ cm	—	—	—	54	48	48	—	—

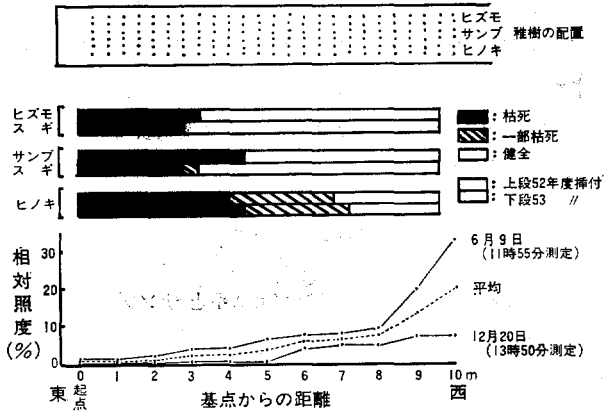


図1. 相対照度と枯損状況 ('77, '78年)

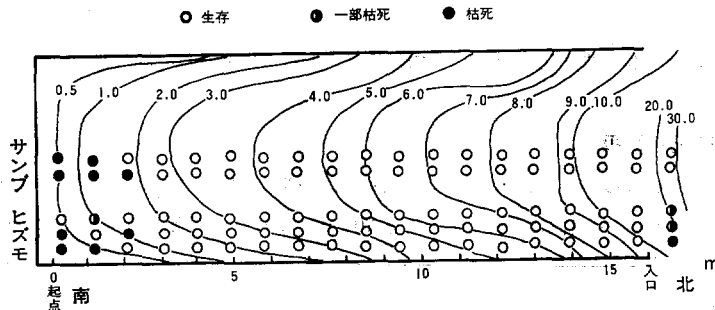


図2. 相対照度の分布 ('79年)

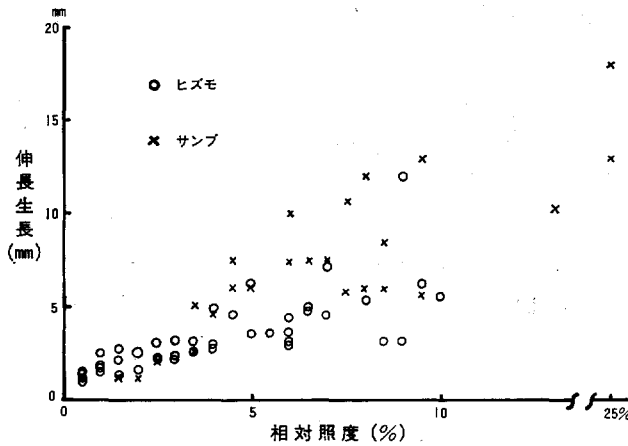


図3. 相対照度と伸長生長 ('79年)

相対照度は庇陰室奥の植栽第1列目の位置を起点として入口に向かって1m間隔で求め、その結果を図1および図2に示した。図1については季節による差が大きく、位置ごとの値を特定できないが、年間を通じて奥から入口に向けて暗→明の傾斜が保たれている。

4. 生育状況の調査

稚樹の生育、枯損の状況を把握するため、'77年については3時期、'78年については、4時期にそれぞれ生育の状況を調査した。そのうち、'77年実施分は11月、'78年実施分は9月（ヒノキについては'79年6月）の結果を図1に示した。'79年については'80年5月に調査をし結果を図2と3に示した。

II 結果と考察

1. 明るさと枯損の関係

図1により'77年、'78年の結果をくらべると、ヒズモスギおよびヒノキの枯死の始まりの位置は、1列の差があるだけでよく一致した。一方、サンブスギについては、'77年には11列目、'78年の結果では7列目からであり、両年の結果に差があったが、この両地点の明るさの違いは、6月の相対照度測定値で約2%、12月はほとんど無く、あまり大きなものではない。

各位置の相対照度は図1のように、このような庇陰構造物の中でも季節による変動がみられる。したがって、各位置における相対照度を特定するわけにはいかないが、以下便宜的に6月（最も明るい時期）と12月（最も暗い時期）の平均値をもって、枯死限界の明るさを示せば次のとおりである。

ヒズモスギの生死を分ける限界の明るさは2.3%で、ヒノキは一部枯死をも含めば7.0%となる。

また、'79年実施分については、各測定地点での季節（6月と8月）による値の違いは小さかったので、室内の明るさの平均値の分布を図2に示した。

これによると、枯死限界の明るさは'77年～'78年の結果よりも値が小さく、ヒズモスギで約1%、サンブスギで約2%となっている。なお、庇陰室入口付近でのヒズモスギの枯死、または一部枯死は入口が開放されているために付近が著しく乾燥したことによるものと思われる。

以上枯損の生ずる限界の明るさをくらべると、サンブスギはヒズモスギに比べ、やや耐陰性が低い傾向

にある。しかし、事業的観点からは問題にするほどの違いではない。ヒノキは、スギに比べ耐陰性がやや低く、また、スギでは生死が特定の明るさである程度明確に分かれるようだが、ヒノキでは相対照度 7.0 %からすでに部分的に枯れがはじまっており、そのことから、スギにくらべて耐陰性が低いといえる。

この試験は袋ざし法によって比較したものであり、これらの結果が通常の苗木によるものと同様か否かについては、全く疑問が無いわけではない。しかし、限界以上の明るさではすべて生存していることは、この枯死原因が明るさにあることを示し、また、枯死限界の明るさの値が他の試験結果と大差がないことから、挿木による検定も簡便法として充分意味があると思われる。今後さらに、耐陰性について特色をもつと思われる系統を供試して、スギ系統間全体のという意味での耐陰性の範囲を明らかにしたい。

2. スギの伸長成長について

'79年実施分について、年伸長量と平均の明るさとの対比を図 3 に示す。さしつけ当年であるため、明るさが生長にあたえる影響について論ずることはできないが、相対照度 5 %をこえてより明るい方では、個体間の伸長量のバラツキが大きくなっていくようである。

引用文献

- 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，3～34，(1975)
- 2) 早稲田 収：本場における研究の概要、非皆伐施業に関する研究，第 1 次経過報告，60～68，(1977)
- 3) ————・大場貞男：本場における研究の概要、非皆伐施業に関する研究，第 1 次経過報告，81～89，(1979)
- 4) ————・—————：本場における研究の概要、非皆伐施業に関する研究，第 3 次経過報告，63～76，(1980)
- 5) 斎藤勝郎・早稲田 収：庇陰条件とスギ稚樹の反応，日林関西支講，26，127～130，(1975)
- 6) ————・—————：庇陰条件とヒノキ稚樹の反応，日林関西支講，26，123～126，(1975)

人工庇陰下における4樹種の耐陰性

尾方信夫⁽¹⁾・竹下慶子⁽²⁾・上中 作次郎⁽³⁾

Nobuo OGATA, Keiko TAKESHITA and Sakujiro KAMINAKA :
Growth of Four Tree Species in Artificial Shady Conditions

はじめに

耐陰性は最小受光量(最小要光量)が小さいほど、光合成の光補償点の低いものほど、葉の寿命の長い植物ほど強いとされている。

本報では陽樹、陰樹、半陰樹といわれているクロマツ、モミ、ヒノキ、スギ稚苗の人工庇陰下における各種の生育反応から、耐陰性の量的表示と測定項目について若干の解析をおこなった。

I 実験材料と調査方法

1975年3月九州支場苗畑に播種した当年苗を、1976年6月に人工庇陰区に床替して、1978年1月に掘り取り調査をおこなった。相対照度(I/I_0)は100%、70%、38%、7%の4区とした。掘り取り調査は4樹種、4庇陰区で各10本ずつ、計160本について、樹高(H :cm)、根元直径(D_0 :cm)、全乾重(w :g)、根乾重(w_R :g)、幹乾重(w_S :g)、枝乾重(w_B :g)、葉乾重(w_L :g)、葉重比(u : cm^2/g)、クロロフィル a/b 比($C a/b$)の測定と計算をおこなった。

なお、葉面積は自動面積計(林電工)により、クロロフィル定量はアセトン抽出による小川¹⁾の方法に準じ、日立139型分光光度計の吸光度から、MACLAELAN and ZALIK (1963)式により葉生重0.5gあたりのクロロフィル $a \cdot b$ 量を求めた。

II 結果と考察

変動係数：表1に処理区ごと、各測定項目ごとの変動係数を示した。樹種、庇陰度による一定の傾向は認めがたく、測定項目によるちがいが認められ、その最小-最大幅は、 H :0.08~0.25、 D_0 :0.10~0.27、 w_T :0.20~0.58、 w_R :0.22~0.78、 w_T/w_R :0.09~0.28、 u/g :0.07~0.19、 w/W :0.02~0.17で、最小-最大幅の大きいのは w_T 、 w_R 、小さいのは u/g 、 w/W で、耐陰性表示に w_T 、 w_R をつかう場合は推定精度の点からサンプル数を多くする必要がある。

$I/I_0 \sim H$ ：2生長期を経過した時点での苗高を図1に示した。最適相対照度がみられるクロマツ、ヒノキ、スギ型と、生長がおそくて最適相対照度が判然としないモミ型に整理される。

$I/I_0 \sim u/g$ ：陰葉化するほど u/g が大きくなることは一般的に知られている。図2では I/I_0 が38%以下になると u/g が急増するモミ、ヒノキ型と、漸増するクロマツ、スギ型に整理される。

$I/I_0 \sim C a/b$ ：図3では明るい庇陰区ほど樹種間のバラツキが大きく、7%区ではバラツキが小さく、

表1. 各測定項目ごとの変動係数

樹種	項目	H	D ₀	w _T	w _R	w _T /w _R	u/g	w/W
	I/I ₀							
クロマツ	100%区	0.22	0.18	0.36	0.45	0.24	0.07	0.03
	70 "	0.23	0.27	0.58	0.78	0.28	0.10	0.02
	38 "	0.15	0.18	0.45	0.59	0.27	0.19	0.03
	7 "	0.23	0.12	0.35	0.30	0.26	0.15	0.04
モミ	100%区	0.19	0.12	0.28	0.35	0.17	0.13	0.17
	70 "	0.16	0.19	0.33	0.36	0.16	0.10	0.03
	38 "	0.11	0.17	0.37	0.32	0.27	0.07	0.02
	7 "	0.08	0.12	0.20	0.22	0.24	0.07	0.05
ヒノキ	100%区	0.23	0.12	0.27	0.35	0.25	0.07	0.05
	70 "	0.15	0.15	0.28	0.27	0.18	0.15	0.03
	38 "	0.19	0.12	0.38	0.40	0.25	0.17	0.03
	7 "	0.15	0.10	0.38	0.28	0.20	0.10	0.04
スギ	100%区	0.25	0.24	0.44	0.43	0.14	0.08	0.04
	70 "	0.16	0.20	0.48	0.50	0.09	0.09	0.04
	38 "	0.22	0.14	0.29	0.33	0.20	0.17	0.03
	7 "	0.17	0.18	0.31	0.51	0.26	0.11	0.05

注：測定数各区10本

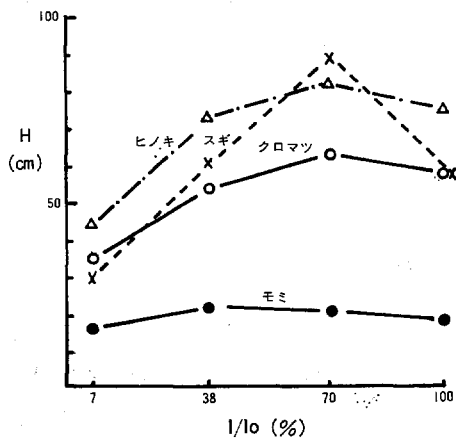


図1. 相対照度と樹高生長量

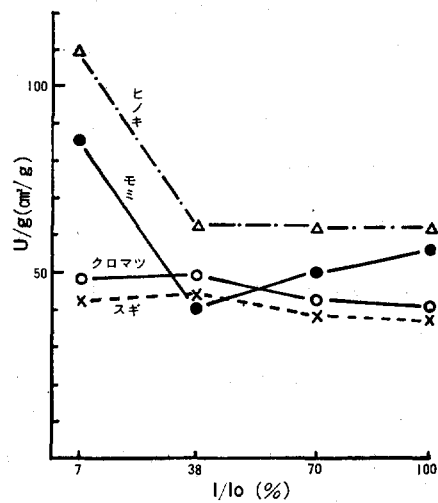


図2. 相対照度と葉重比

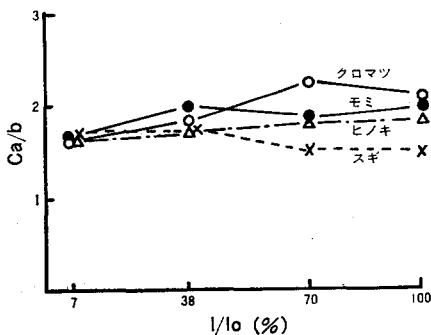


図3. 相対照度とクロロフィル a/b 比

表2. 各部分の分配率

処 理 区		w_R (%)	w_S (%)	w_B (%)	w_L (%)
樹 種	相対照度				
ク ロ マ ツ	100%区	23.9	21.9	11.8	42.5
	70 "	25.1	23.8	10.0	41.1
	38 "	23.8	25.6	6.3	44.2
	7 "	28.5	29.5	2.6	39.5
モ ミ	100%区	41.5	19.2	10.1	29.1
	70 "	42.7	18.3	11.5	27.4
	38 "	46.6	15.8	11.0	26.6
	7 "	35.7	23.2	5.8	35.3
ヒ ノ キ	100%区	23.0	16.0	4.3	56.7
	70 "	21.9	17.4	5.7	56.0
	38 "	24.9	15.7	4.9	54.5
	7 "	21.5	18.7	1.5	58.4
ス ギ	100%区	21.3	20.5	0	58.2
	70 "	18.9	25.0	0	56.0
	38 "	26.2	18.7	0	55.1
	7 "	20.4	23.2	0	56.4

表3. 相対照度 100% 区と 7% 区の各測定値の比率

測定項目	H	D_0	w	w_T	w_R	w_T/w_R	w_T/w	w_R/w	w_S/w	w_B/w	w_L/w	u/g	w/W	$C a/b$
樹種														
ク ロ マ ツ	0.64	0.32	0.04	0.04	0.05	0.80	0.94	1.19	1.34	0.22	0.93	1.20	0.86	0.75
モ ミ	0.93	0.60	0.26	0.29	0.22	1.31	1.10	0.86	1.21	0.57	1.21	1.60	0.82	0.84
ヒ ノ キ	0.61	0.44	0.11	0.11	0.10	1.07	1.02	0.93	1.17	0.35	1.03	1.80	0.89	0.91
ス ギ	0.58	0.44	0.09	0.09	0.09	1.07	1.01	0.96	1.13	0	0.97	1.10	0.94	1.14

しかも他の3区よりも a/b 比がやや低く、分散分析で各水準の母平均の差の検定結果では、 I/I_0 、7%区と他3区間に有意差がみられ、またクロマツ-ヒノキ、スギ、モミ-ヒノキ、スギ、ヒノキ-スギの間に有意差がみられたが、陰樹としてのモミについて特長づけることはできなかった。

各部分の分配率：個体重あたりの各部分の分配率を求め庇陰区ごとの平均値を表2に示した。樹種の特長についてみると、 w_R ではモミ>クロマツ&ヒノキ&スギ、 w_S ではモミ&クロマツ&ヒノキ&スギ、 w_L ではモミ<クロマツ<ヒノキ&スギの傾向がみられるが、これらは庇陰度によるちがいはない。庇陰度との関係で樹種間の特長づけが可能とみられるのは w_B で、相対照度7%区は100%区にくらべて分配率の低下が著しく、その低下の程度でモミはクロマツ、ヒノキよりもやや大きい分配率がみられる。スギは緑軸を w_L としたので0%となった。

弱光条件における生育の量的反応：耐陰性の量的表示法の一つとして、弱光に耐えてどれだけ生育するか、その程度について相対照度100%区の測定値に対する7%区の測定値の比率 (R) を求め表3に示した。 $R < 1$ は弱光による生育低下、 $R = 1$ は弱光による生育の変化なし、 $R > 1$ は弱光による生育促進(非

健全も含む)としてみると, $R < 1$ の測定項目は $H, D_0, w, w_T, w_R, w_B/w$ で, モミは他の樹種にくらべて弱光による低下の程度が小さいことが特長的である。 $R \approx 1$ は $w_T/w_R, w_T/w, w_R/w, w_L/w, w/W, C a/b$ で樹種間の特長は認めがたい。 $R > 1$ は $w_s/w, u/g$ であり, 特長なことは u/g でモミ, ヒノキが他2樹種より著しく大きい, すなわち弱光による陰葉化が明らかである。

III ま と め

耐陰性の量的表示法の一つの考えかたとして, 弱光に耐えてどれだけ生育するか, その程度を量的に求めた結果は表3に示したとおりで, 陰樹といわれているモミは $H, D_0, w, w_T, w_R, w_B/w$ が他の樹種よりも弱光による低下の程度が小さいこと, また u/g についてみるとモミ, ヒノキは弱光による陰葉化が明らかである。

引用文献

- 1) 小川保喜: 日補償点測定による林木の耐陰性に関する研究, 九大演報, 43, 213~277, (1968)

スギ精英樹クローンの耐陰性とその同化・呼吸

桜井尚武⁽¹⁾・安藤貴⁽²⁾Shobu SAKURAI and Takashi ANDO : Tolerance among
the Clones of Elite of Sugi (*Cryptomeria japonica*)
and Their Photosynthesis and Respiration

はじめに

1977年から実施した四国産スギ精英樹クローンの耐陰性試験⁽¹⁾の結果、クローン間に耐陰性の高いものと低いものあることが認められた。この試験に供試されたクローンの中から、耐陰性が高いと判断されたクローンと、低いとみられるクローンをいくつか選びだし、そのCO₂同化量の測定を実施したので、その結果について報告する。

クローン苗の提供にご助力をいただいた関西林木育種場四国支場の小松伸哉技官に謝意を表する。

1. 供試材料と測定方法

供試材料としたスギ精英樹クローンの耐陰性の高いグループは北宇和6号、幡多2号、中村3号であり、低いグループは仲多度2号、奈半利2号、高岡6号、三好4号である。

耐陰性試験⁽¹⁾の最終結果をみると、耐陰性の高いグループの枯損率はいずれも0%であったが、耐陰性の低いグループの枯損率は仲多度2号が100%、奈半利2号が97%、高岡6号と三好4号はいずれも85%であった。

これらのクローン苗は1978年6月中旬、梅雨に入った時期に鉢に植えて林業試験場四国支場の苗畑で育て、同年12月以降は相対照度14.1%の人工庇陰格子内で育てた。

CO₂同化量の測定は1979年の生育期の8月13日～24日にかけてと生育終期の10月31日～11月15日にかけて行った。供試材料は、各クローンの梢端周辺の当年葉を切り枝として用いた。同化箱内の切り枝の葉温を20°Cに保つように、同化箱の周囲を冷水や温水を流すことで調節したが、16～23°Cの範囲で変化がみられた。この程度の変化ではCO₂同化に対する影響は少ないものと考えられる⁽²⁾。光源は東芝陽光ランプDR-4001 TL型を用い、カンレイシャ製のフィルターを用いて数段階の照度を設定し、照度と光合成の関係を測定した。呼吸量は同化箱を暗幕でおおって測定した。同化量と呼吸量の測定には日立掘場の赤外線CO₂ガス分析計を用いた。

2. 結果と考察

測定値のバラツキが大きいので、測定結果を耐陰性の高いクローンと低いクローンの各グループの平均を照度ごとに求めて作製した光同化曲線を図1に示す。図中の曲線はフリーハンドで画いたが、生育期、

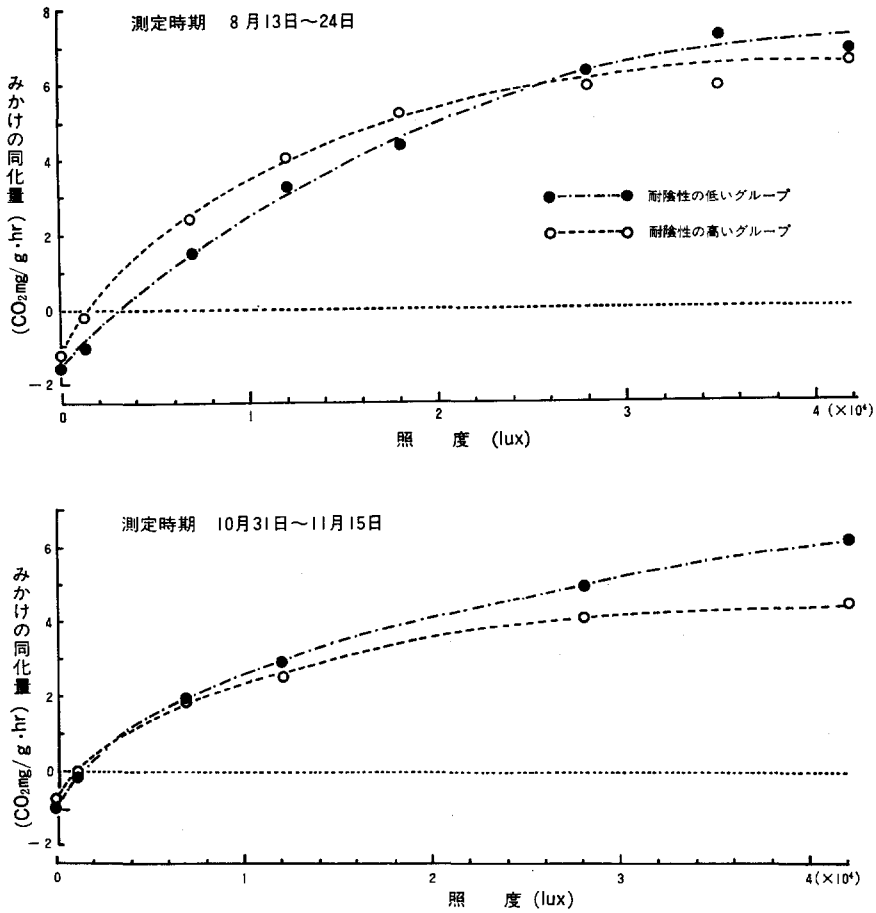


図1. 耐陰性の高いグループと低いグループのスギの光同化曲線

生育終期ともに、耐陰性の低いクローン・グループは耐陰性の高いクローン・グループと比べ、高照度ではみかけの同化量が高いが、照度が低くなると、耐陰性の低いグループが耐陰性の高いグループより低い値を示し、光同化曲線は8月の測定では 2.6×10^4 lux 付近で、11月の測定では 0.4×10^4 lux 付近で交差する。また呼吸量は耐陰性の低いグループが高いグループより大きな値を示した。図1は、計算違いを訂正したためさきに中間報告¹⁾したものと少し異なっている。中間報告¹⁾は本報のとおり訂正する。

さきに述べたように、個々の測定値のバラツキは相当大きく、耐陰性の高いグループと低いグループはかなりの部分で重なっていたから、図1の結果は単に一つの傾向を示しているだけかも知れない。

しかし、細かい温度補正はおこなわなかったが、図1の8月の光同化曲線をもとに、8月1か月の CO₂ 収支を計算したところ、耐陰性の高いグループは $6.8 \text{ CO}_2 \text{ mg/g} \cdot \text{month}$ 、耐陰性の低いグループは $-454.3 \text{ CO}_2 \text{ mg/g} \cdot \text{month}$ と得られた。この計算は相対照度を5%とし、入射光を晴れ日が 10×10^4 lux、曇り日が 4×10^4 lux、曇り日数に耐陰性試験を実施した高知営林局奈半利営林署管内国有林に近い室戸測候所の1977年8月の雲量7.5以上の日数17日を用い、14日を晴れ日日数とした。また、昼間13時間、夜間を11時間とし、みかけの同化量と呼吸量は図から読みとった。

この結果は8月の当年葉の単位重量あたり CO_2 の収支を きわめて大まかに求めたに過ぎないが、耐陰性の高いグループと低いグループの CO_2 収支の差は意外に大きく、耐陰性の低いグループは大きな負の値となった。このような CO_2 収支の大きな差が、それぞれのグループの生死に大きく関与したものと考えてよいであろう。

また、11月の図を見ると、8月の図に比べて低照度域で耐陰性の低いクローン・グループと高いクローン・グループの光同化曲線がきわめて接近しており、呼吸量も低い。このことは、耐陰性試験の経過で、枯損の発生は生育期に激しく、生長休止期にほとんどみられないことをうらがきしているのかもしれない。

引用文献

- 1) 安藤 貴・桜井尚武・竹内郁雄・宮本倫仁：人工林の非皆伐施業に関する研究，第3次経過報告，林試，30～31，(1980)
- 2) ———・竹内郁雄・桜井尚武・宮本倫仁：四国産スギ精英樹クローンの耐陰性，林試研報（投稿中）
- 3) 根岸賢一郎・佐藤大七郎：温度とアカマツ・スギ・ヒノキのナエの同化と呼吸，日林誌，43，336～343，(1961)

苗木の養分含有率におよぼす庇陰の影響

市川孝義⁽¹⁾・河原輝彦⁽²⁾

Takayoshi ICHIKAWA and Teruhiko KAWAHARA : Effect of
Shading on Nutrient Concentrations of Seedlings

はじめに

スギやヒノキの苗木を樹下あるいは人工庇陰下に植栽した場合、一般には裸地に植栽された苗木にくらべて生長量は多少とも減少し、また、葉の性質も陽葉から陰葉へと変わる。このように庇陰された苗木と裸地の苗木とでは生長量や葉の形態が異なると同時に、葉の養分含有率にも違いが生じることも考えられるので、人工庇陰したスギ苗木についてこの関係を調べた結果、若干の知見を得たので報告する。

I 調査方法と分析方法

林業試験場関西支場構内；供試木としてイボスギとイケダスギを用い、1971年3月に植木鉢に各12本ずつ植えつけ、1973年11月末まで全光区と庇陰区で育てた。庇陰の強さは相対照度で40%であった。なお、庇陰には寒冷紗を用いた。分析試料としては、1973年11月に当年葉および旧葉の一部を採取したものをを用いた。

関西林木育種場構内；相対照度2.4%の人工庇陰下で19クローンの耐陰試験（関西林木育種場と林業試験場関西支場の共同試験）がおこなわれていた材料の一部を分析試料とした。なお、この庇陰試験は1972年3月から始められ、分析試料は1974年2月に各クローンから当年葉のみを採取した。

分析方法；関西支場内試料は、N, P, K, Ca, Mg, クロロフィル (*a*, *b*) について、また、関西育種場で採取したものについては、K, Ca, Mg の分析をおこなった。N はケルダール法、P はバナドモリブデン酸法、K, Ca, Mg は硝酸と過塩素酸とによって分解後、日立518型原子吸光光度計で標準添加法、クロロフィルは80%アセトン抽出によるMACKINNEY法により測定した。

II 結果と考察

林業試験場関西支場構内試料；3年間の生長をイボスギでみると、苗高では相対照度100%区で230mm、40%区で175mm、また、直径ではそれぞれの区で23mm、20mmで、苗高生長のほうに庇陰の影響が大きくあらわれた。イケダスギにおいても同様の傾向がみられた。葉中の各養分含有率を表1に示した。N含有率はイボスギ、イケダスギとも相対照度に関係なく新葉のほうが大きかったが、同一品種で新旧別々に相対照度によるN含有率の違いをみると、両者で大差なかった。PとKでは、100%区より40%区のほうが小さな含有率を示したが、新旧葉で比較すると、Pではイボスギ、イケダスギとも旧葉のほうが大ききな含有率であった。しかし、Kではその差はほとんどなかった。CaとMgでは両品種と

表1. スギ葉中の養分含有率 (%)

	新葉	旧葉	相対照度 (%)	乾物率	N	P	K	Ca	Mg	クロロフィル	
										(a)	(b)
イボスギ	100	33.1 (100)	1.38 (100)	0.23 (100)	1.09 (100)	0.71 (100)	0.21 (100)	4.56 (100)	1.68 (100)		
	40	34.5 (104)	1.59 (115)	0.20 (87)	0.93 (85)	1.08 (152)	0.21 (100)	9.28 (204)	3.67 (218)		
	100	37.9 (100)	1.07 (100)	0.30 (100)	1.03 (100)	1.19 (100)	0.12 (100)	9.34 (100)	3.83 (100)		
	40	39.7 (101)	1.12 (105)	0.30 (100)	0.74 (72)	1.44 (121)	0.15 (125)	10.12 (108)	4.48 (82)		
イケダスギ	100	35.7 (100)	1.56 (100)	0.23 (100)	1.24 (100)	0.47 (100)	0.16 (100)	5.15 (100)	1.82 (100)		
	40	37.1 (101)	1.66 (106)	0.15 (65)	1.05 (85)	0.82 (174)	0.16 (100)	12.28 (190)	3.56 (196)		
	100	39.4 (100)	1.37 (100)	0.41 (100)	1.23 (100)	1.06 (100)	0.11 (100)	12.01 (100)	5.18 (100)		
	40	39.8 (101)	1.26 (92)	0.28 (68)	0.94 (76)	1.45 (137)	0.16 (145)	9.78 (81)	4.23 (82)		

() : 相対照度 100% 区の含有率を 100 にした場合の 40% 区の含有率比率

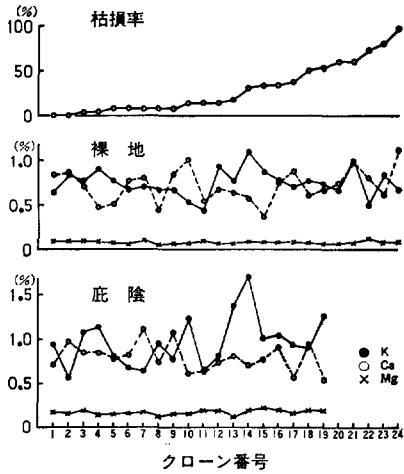


図1. クロウンの耐陰性と光環境別の葉内養分含有率

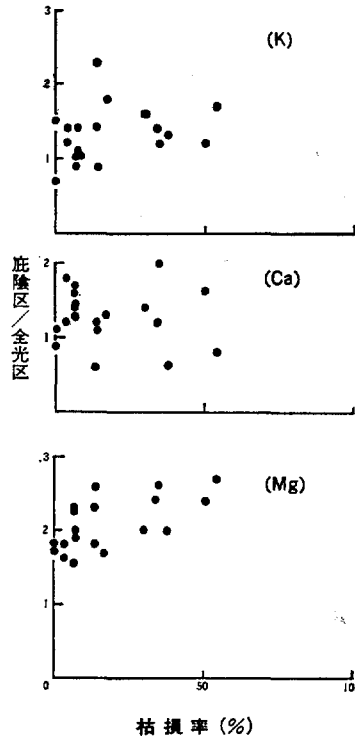


図2. 庇陰区の養分含有率/全光区の養分含有率と枯損率との関係

も庇陰下にあるもののほうが含有率が高く、また、旧葉は新葉よりも高い含有率であった。クロロフィル含有率は a 、 b とも、また、両品種、両相対照度とも、新葉よりも旧葉のほうが大きく、相対照度による違いは旧葉より新葉のほうに大きくあらわれていた。

関西林木育種場構内試料；図 1 に示したようにクローンによって耐陰性は非常に異なり、もっとも耐陰性の小さい品種（東牟婁 3 号）では 97% が枯損していたのに対して、もっとも耐陰性の大きい品種（高野 1 号，山県 3 号）では枯損は 0 であった。これら各クローンの全光区と庇陰区に植えられた苗木の K，Ca，Mg 含有率についてみると，Mg は裸地および庇陰区ともクローン間の違いは小さかった。しかし，K と Ca ではクローン間の違いは大きかった。同一クローンの 3 養分含有率を全光区と庇陰区とで比較すると，3 養分とも全光区よりも庇陰区のものの方が大きな含有率を示し，とくに Mg ではその差は大きく，庇陰下の含有率は全光区のおよそ 1.5 倍であった。林業試験場関西支場構内試料で得た結果と比較すると，K では両者は逆の結果であったが，Ca では同じ傾向を示した。

耐陰性と，全光区あるいは庇陰区に植えられた各クローンの養分含有率との間には一定の関係がみられなかったので，全光区での養分含有率に対する庇陰区のそれとの比と枯損率との関係を図 2 に示す。K と Ca でははっきりした関係はみられなかったが，Mg ではバラツキはあるが枯損率の大きいクローンでは庇陰区の養分含有率/全光区の養分含有率の比が大きいようである。以上の結果から，林木では，農業関係で知られている結果，すなわち，相対照度の小さいところに生育している植物ほど養分含有率が小さくなるという傾向とはいくらか異なっているようであり，今後さらに検討したい。

引用文献

- 1) 市川孝義・河原輝彦：非皆伐施業に関する研究（Ⅲ）—庇陰下の苗木の養分含有率—，日林関西支講，30，110～112，（1979）