

複層林の造成技術に関する試験 (IV)

— 林内光環境と下層木の動態 —

乾 雅晴・矢野進治・山瀬敬太郎

Masaharu INUI, Shinji YANO and Keitaro YAMASE

Studies on conducting system to multi-storied forest (IV)

— Light environment in the forest and dynamics of understory tree —

要旨：乾 雅晴・矢野進治・山瀬敬太郎：複層林の造成技術に関する試験 (IV) — 林内光環境と下層木の動態 — 兵庫森林技研報第43号：10～14, 1995 複層林の林内相対照度と下層木の成長の関係を調査するとともに、上層木を指標として林内相対照度を推定する方法を検討した。その結果、下層のスギ、ヒノキの樹高成長と林内相対照度の関係を近似式で示すことができた。また下層のスギおよびヒノキは、林内相対照度が10%以下の林分では、照度が低い林分ほど健全度が小さい個体が多いことがわかった。さらに、下層がスギのとき相対照度が約15%以下の林分、下層がヒノキのとき相対照度が約10%以下の林分では、照度が低い林分ほど多く幹曲がりを起こしていることがわかった。

上層木の胸高断面積合計、収量比数、樹冠の開空度を変数とするそれぞれの近似式で、林内相対照度の推定を行った。

I はじめに

複層林施業は、林地を裸地化することがなく、高い公益的機能が期待されることや、下刈りの省力化などの長所がある反面、下層木が順調に生育するための光環境の管理がむずかしい等の短所がある。しかし、複層林施業を適正に行うには、下層木のための光環境の管理は重要な問題である。そこで、林内相対照度（以下、相対照度）と下層木の成長の関係を明らかにするとともに、受光伐による林内光環境の管理の目安を得るため、上層木を指標として林内の照度を推定する方法を検討した。

なお、この試験は、国庫助成の大型プロジェクト研究「複層林の造成管理技術の開発」の一環として実施したものである。

II 調査方法

1. 調査期間

平成元年4月～5年3月

2. 調査場所および調査方法

1) 下層木の成長

調査場所およびその概況は表-1のとおりである。この調査地に20m×20mの方形調査区を設け調査を実施した。

調査区内の下層木について調査期間中毎年1回毎木調査を実施した。調査項目は、樹高、健全度、幹曲がり度

とした。健全度は、健全を3、不健全を1、その中間を2とし、表-2を判断基準とした。幹曲がりも健全度の指標のひとつであるが、独立して示すこととし、通直を3、大きな曲がりを1、その中間を2とした。

2) 相対照度の測定

ミノルタのデジタル照度計(T-1H)2台を用いて、林内と林外の積算照度を同時に測定し、林外の積算照度に対する林内の積算照度の百分率をその林分の相対照度とした。ただし林内の積算照度は下層木の梢端の高さで測定した。なお、照度の測定は、条件を統一するため6～8月の10～14時の曇りの日に行った。

3) 上層木の調査

上木指標のひとつとして、胸高断面積に注目した。間伐(受光伐)直後の相対照度の推定を前提にしているため、調査場所は間伐直後の林分から選定した。また、林内相対照度と胸高断面積合計とは、幹の量と枝葉の量が比例関係にあれば相関関係を示す¹⁾と考えられるため、調査対象林分を選定するに当たり、間伐が遅れたため枝葉がきわめて少ないといった極端な樹冠構造を持つ林分は除外した。このように選定した林分で、相対照度と胸高断面積合計との関係を調べた。

調査場所およびその概況は表-3のとおりである。調査区は、下層木の調査区と同様に20m×20mの方形区とした。

次に、相対照度と収量比数の関係について調査した。

表-1 下層木調査地の概況

場 所	方位	傾斜角 (度)	母 材	土壌型	造成年	林 型		上層木の 林齢	立木密度 (本/ha)	下層木の 植栽本数 (本/ha)
						上 木	下 木			
上月町皆田	北東	25	緑色凝灰岩	B _E	S 58	スギ	スギ	76	175	1,090
山崎町葛根	南西	30~35	古 生 層	B _D	H 元	"	"	42	675	1,500
神崎町杉(1)	西	20	"	B _D	S 58	"	"	37	625	1,000
安富町末広	南西	20~35	"	B _E	S 58	"	ヒノキ	57	150	1,190
神崎町杉(2)	北	40	緑色凝灰岩	B _{D(d)}	H 元	"	"	32	1,300	2,160
市川町塩谷	南西	25~35	"	B _{D(d)}	H 元	ヒノキ	"	42	1,675	2,000
山南町応地	北	15	"	B _{D(d)}	S 59	"	"	27	800	2,100
八千代町大和	北	25	古 生 層	B _D	S 59	"	スギ	72	475	1,250
加美町清水(1)	東	15	緑色凝灰岩	B _E	S 60	スギ・ヒノキ	"	102	350	725
神崎町猪篠(1)	南南東	10	"	B _D	S 61	"	ヒノキ	52	650	1,650
神崎町猪篠(2)	"	10	"	B _E	S 61	"	スギ	52	550	1,650
神崎町作畑	北西	20	"	B _D	H 2	スギ	"	102	1,075	2,750

注：上層木の林齢は平成4年現在

表-2 健全度の基準

健全度	スギ	ヒノキ
3	幹、枝の梢端に枯れがほとんどみられない。樹冠の形状が傘型でない。	極端な落葉がみられない。樹冠の形状が傘型でない。
2	健全度3と1の中間	健全度3と1の中間
1	幹、枝の梢端に枯れがみられる。樹高成長が極めて悪いため、樹冠が傘型の形状を示す。	葉が梢端部のみを残して落葉している。樹高成長が極めて悪いため、樹冠が傘型の形状を示す。

表-3 上層木調査地の概況(1)

場 所	斜面 方位	傾斜角 (度)	上木 樹種	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	立木 密度 (本/ha)
神崎町作畑	北西	25	スギ	31	25.0	1,075
神崎町杉(2)	北	40	"	17	12.5	1,300
市川町笠形	南西	30	"	27	19.5	875
波賀町戸倉(1)	北西	20	"	38	23.0	175
波賀町戸倉(2)	北西	20	"	44	29.5	175
一宮町西公文	北西	25	"	42	31.0	500
南光町船越(1)	南	15	"	24	19.5	1,000
南光町船越(2)	南西	10	"	21	16.5	1,075
一宮町福知	北東	40	"	29	21.5	500
相生市榊(1)	南	30	"	24	19.0	750
安富町関(2)	北西	25	"	18	16.0	1,850
市川町塩谷	南西	35	ヒノキ	18	17.5	1,675
一宮町倉床	南西	25	"	25	19.0	850
一宮町百千家満	北東	35	"	24	19.0	525
一宮町潤賀	北西	25	"	23	20.0	650
相生市榊(2)	南	30	"	15	13.5	1,450
安富町関(1)	北東	30	"	15	12.0	1,820
安富町関(3)	西	20	"	20	13.0	930

収量比数の場合も、施業履歴によって林冠構造が異なるため、胸高断面積合計を調査した林分を対象とした。

また、全天空写真の開空度から相対照度の推定を試みた。全天空写真の撮影は、魚眼レンズ(Nikon Fisheye-Nikkor 16mm f/2.8)を使用し、地上1.5mの高さで、鉛直上向きに、各調査区5カ所ずつ実施した。その写真をイメージスキャナでパソコンに取り込み、自作のプログラムで空の部分とそれ以外の部分に二値化し、面積をカウントした。そして、全天空写真の面積全体に対する空の部分の面積の百分率を開空度とし、相対照度との関係を調べた。

調査場所およびその概況は表-4のとおりで、調査区は他と同様20m×20mの方形区とした。

III 結果と考察

1. 下層木の成長

下層木の1カ年の上長成長と相対照度の関係は図-1のとおりであった。スギ、ヒノキとも相対照度が増加すれば、上長成長量も増加する傾向が認められ、次式で表せた。

$$\text{スギ} \quad H = 1,592 \times \text{RI}^{1.033} \quad (R^2 = 0.8667)$$

$$\text{ヒノキ} \quad H = 2,349 \times \text{RI}^{0.9266} \quad (R^2 = 0.8748)$$

$$H: 1カ年の上長成長量 (cm)$$

$$\text{RI}: \text{林内相対照度} (\%)$$

$$R^2: \text{決定係数}$$

図-1に示したように、約40%以下の相対照度の場合、同一照度ではヒノキの方がスギよりも若干よい成長を示した。

図-2は、健全度の平均値と相対照度の関係で、大まかに見て下層のスギ、ヒノキとも相対照度が約10%より小さい場合において、相対照度が低い林分ほど健全度が小さい個体が多かった。

図-3は、幹曲がり度の平均値と相対照度の関係である。大まかに見て下層がスギのとき、相対照度が約15%以下、下層がヒノキのとき相対照度が約10%以下の場合において、相対照度が低い林分ほど多くの個体が幹曲がりを起こしていた。

2. 相対照度の推定

1) 胸高断面積合計

相対照度と胸高断面積合計の関係は図-4のとおりで、スギ、ヒノキいずれの林分においても、胸高断面積合計が大きくなるほど相対照度は小さくなる傾向がみられ、次式で表せた。

スギ林分

$$RI = 2170 \times G^{-1.320} \quad (R^2 = 0.6960)$$

ヒノキ林分

$$RI = 13060 \times G^{-1.918} \quad (R^2 = 0.6422)$$

G: 胸高断面積合計 (m²/ha)

上記の近似式は、通常の管理がなされた間伐直後の林分を対象としたものであり、それ以外の林分では適応が悪くなる可能性がある。この点を注意して用いれば、複層林の受光伐後の相対照度を推定できるため、受光伐の目安を得ることができる。

2) 収量比数

相対照度と収量比数の関係は図-5のとおりで、収量比数が小さい林分ほど相対照度は大きい傾向がみられ、この点において安藤⁴⁾上中⁵⁾らの報告と一致する。しかし、収量比数に対する相対照度のばらつきは、同報告の中で指摘されているほど顕著ではない。調査林分を斜面方位別に区別しなかったにもかかわらず、ばらつきが比較的少なかった理由としては、照度を瞬間値ではなく積算値で測定したことや、測定時期や時刻、天候を統一したことが考えられる。また、同一収量比数に対する相対照度の値は、同報告の最小値に近いところに分布しており、この点ではむしろ松尾⁶⁾らが報告した値に近いが、その原因について明らかにすることはできなかった。

相対照度と収量比数の関係は次式のとおりである。

スギ林分

$$RI = 6.298 \times Ry^{-1.666} \quad (R^2 = 0.8356)$$

ヒノキ林分

$$RI = 6.556 \times Ry^{-2.551} \quad (R^2 = 0.6464)$$

Ry: 収量比数

この近似式の場合も、胸高断面積の場合と同様の注意が必要である。

3) 開空度

相対照度と開空度の関係は図-6のとおりで、開空度が大きいほど相対照度もおおくなる傾向がみられ、次式で表せた。

スギ林分

表-4 上層木調査地の概況(2)

場所	斜面方位	傾斜角(度)	上木樹種	胸高直径(cm)	樹高(m)	立木密度(本/ha)
神崎町杉(1)	西	20	スギ	29	18.5	625
神崎町杉(2)	北	40	"	17	12.5	1,300
一宮町西公文	北西	25	"	42	31.0	500
南光町船越(1)	南	15	"	24	19.5	1,000
南光町船越(2)	南西	10	"	21	16.5	1,075
一宮町福知	北東	40	"	29	21.5	500
安富町関(2)	北西	25	"	18	16.0	1,850
上月町皆田	北東	20	"	62	38.5	175
山崎町葛根	南西	30	"	25	17.0	675
加美町清水(2)	北東	25	"	47	26.5	275
生野町円山	南東	40	"	19	19.0	775
生野町上生野	南東	30	"	36	24.0	325
市川町塩谷	南西	35	ヒノキ	18	17.5	1,675
安富町関(1)	北東	30	"	15	12.0	1,820
安富町関(3)	西	20	"	20	13.0	930
山南町応地	北	15	"	21	16.0	800
山南町大谷	北東	10	"	16	12.0	1,200
八千代町大和	北	25	"	31	18.5	475

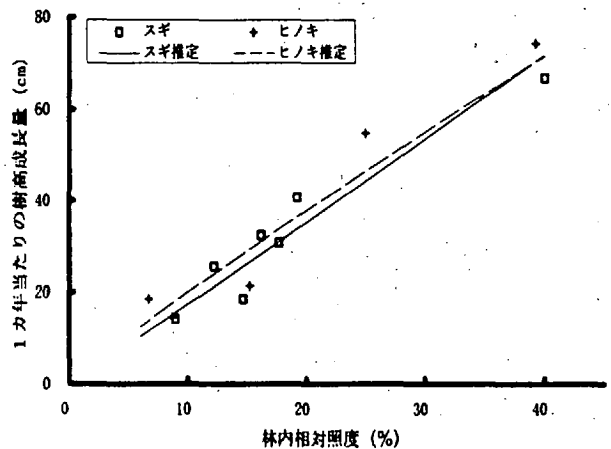


図-1 1カ年当たりの樹高成長と林内相対照度の関係

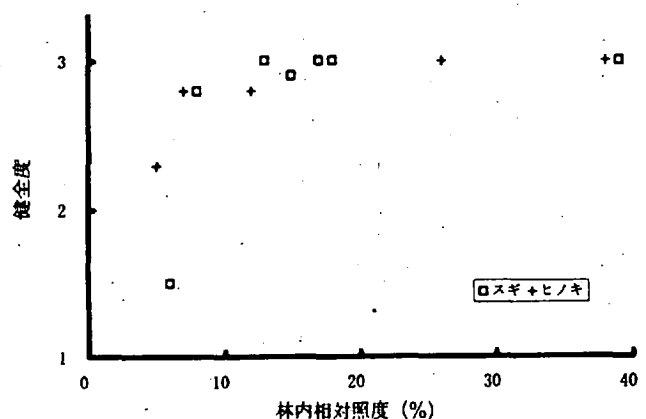


図-2 健全度と林内相対照度の関係

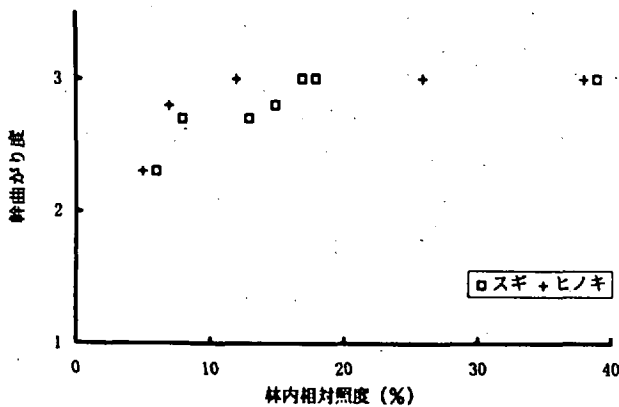


図-3 幹曲がり度と林内相対照度の関係

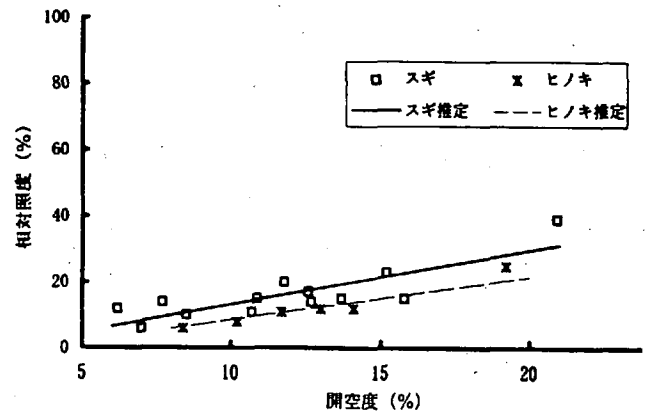


図-6 林内相対照度と開空度の関係

$$RI = 1.658 \times S - 3.377 \quad (R^2 = 0.7016)$$

ヒノキ林分

$$RI = 1.292 \times S - 4.324 \quad (R^2 = 0.9830)$$

S : 開空度 (%)

これまでは画像の解析に専用の機器^{2,3)}が必要であったが、近年のパソコンの発達により、比較的簡単に画像が扱えるようになったので、この手法の実用性が増したと言える。しかし、あまり一般的でない魚眼レンズで全天空写真を撮影しているため、今後は一般的な広角レンズによる方法も検討する必要がある。

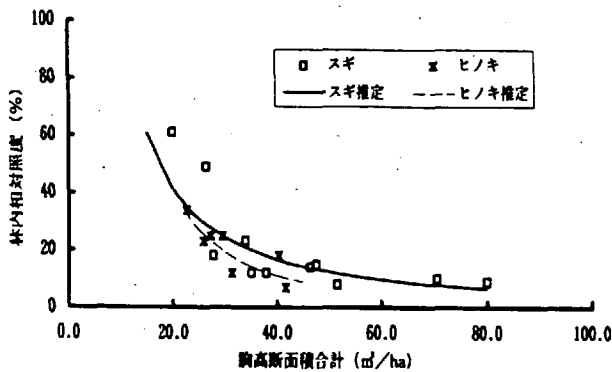


図-4 林内相対照度と胸高断面積合計との関係

IV まとめ

複層林の林内相対照度と下層木の成長について調査するとともに、上層木を指標として林内相対照度を推定する方法を検討した。その結果、

1. 下層のスギ、ヒノキの成長と相対照度の関係を推定式で示した。
2. 大まかに見て相対照度が10%より小さい場合、相対照度が低い林分ほど下層のスギ、ヒノキは健全度が小さい個体が多いことがわかった。
3. 下層のスギは相対照度が15%以下の場合、ヒノキは10%以下の場合、照度が低い林分ほど多くの個体が幹曲がりを起こしていることがわかった。
4. 上層木の胸高断面積合計、収量比数、樹冠の開空度を変数とするそれぞれの近似式で相対照度の推定を行った。

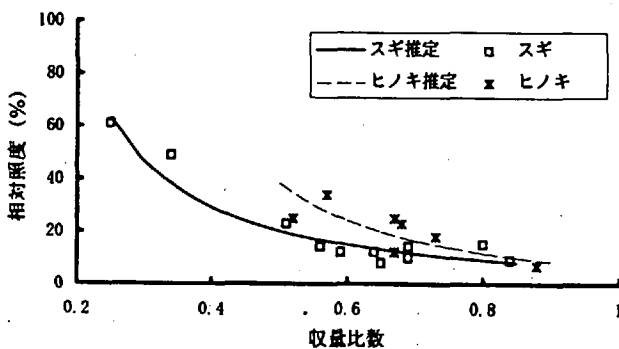


図-5 林内相対照度と収量比数の関係

引用文献

- 1) 藤森隆郎：複層林の生態と取り扱い，財団法人 林業科学技術振興会，96 pp，1989

- 2) 安藤 貴：全天写真による林冠の開空度の測定，
林試研報，323，4～8，1983
- 3) 早稲田 収：開空度の測定とその光環境としての
応用，林試研報，323，9～13，1983
- 4) 安藤 貴：スギ林間伐後の林内の相対照度，林試
研報，323，58～59，1983
- 5) 上中作次郎・尾方信夫・安藤 貴：ヒノキ林間伐
後の林内の相対照度，林試研報，323，55～57，
1983
- 6) 松尾正史・丸本順次・内田 建：複層林の造成技
術に関する研究 (I)，山口林業指導センター研報，9，
25～45，1995

(平成7年8月31日受理)