

陽光量と樹木の生育に関する研究 (II)

カンレンボク (*Camptotheca acuminata* Decne) の 庇陰効果におよぼす密度の影響

川 那 辺 三 郎 ・ 四 手 井 綱 英

Ecological Studies on the Influence of Light Intensity upon the Growth and Development of Forest Trees II

Effects of Shading on the Growth of the Deciduous Tree Seedling (*Camptotheca acuminata* Decne) Growing in Various Spacings

Saburo KAWANABE and Tsunahide SHIDEI

目 次

要 旨.....	68	(2) 生長量について	
ま え が き.....	69	(3) 葉面積について	
1 実験方法.....	69	(4) NAR, LAR, RGR について	
2 測定方法.....	69	あとがき.....	74
3 結果および考察.....	70	引用文献.....	74
(1) 樹形について		Résumé.....	74

要 旨

庇陰効果をくわしくしらべるために、林分の密度が、その効果にどのような影響をあたえるかをしらべた。カンレンボク (*Camptotheca acuminata* Decne 中国原産) の種子を3種類の密度(49, 100, 400本/m²)に播種した試験区を5区つくり、4種類の異なった減光の度合(相対照度10, 24, 37, 57%)をもったサランネットの庇陰格子によって庇陰処理を行なった。

処理は発芽がそろった6月下旬からはじめて10月上旬まで106日間つづけた。処理中の純生産量は密度の違いにかかわらず57%区が最大で、それより庇陰の強い区では庇陰が強くなるにしたがい減少する。

単位葉重量あたりの葉面積は庇陰が強くなるにしたがい増加する。また本実験では密度の高い区ほど葉面積指数が高く葉はうすくなる傾向がみられた。

処理中の純生産物の各部分への配分の割合は、幹枝、葉については密度の違いによって異なるが、庇陰の強さと各部分への配分の割合の変化の傾向には密度の影響はあまりみられなかった。

イギリス系の生長解析による耐陰性の解析によってもとめたNARは庇陰が強くなるにしたがい減少する。また密度が高いほどその値は低い。LARは庇陰が強くなるにしたがい増加するが、密度と

は関係がみられない。RGR は57%区が最大値をとり、それより庇陰が強くなるにしたがい減少する。対照区(100%区)をもとにした RGR の比較値の庇陰の強さに対する変化には密度の違いによる差がみとめられなかった。

まえがき

光因子と植物群落の生長との関係を調べようとする研究は、草本植物について多く行われている。¹⁾⁴⁾⁸⁾
また植物の生長の解析方法も種々検討されている。²⁾⁵⁾⁸⁾⁹⁾

ここでは、樹木の苗木の林分を減光したもて育てた場合、その密度の違いが生産量や生態的な変化にどのような影響をあたえるかをしらべることを目的とした。結果は主にイギリス系の生長解析によってしらべた。²⁾⁸⁾

1 実験方法

本実験は京都大学農学部附属演習林本部試験地で1965年にカンレンボク (*Camptotheca acuminata* Decne 中国原産の落葉広葉樹)をつかって行なった。

巾1m, 長さ4m の苗床を1試験区とし、その1試験区内に49本/m², 100本/m², 400本/m² の3種類の密度に播種した。播種は4月中旬に行なった。5月下旬から発芽がみられ、6月中旬にほぼ全部が発芽した。

庇陰処理は、緑色サランネットを1, 2, 3, 5重にそれぞれ重ねてつくった。1試験区を完全に被う大きさ(巾×長さ×高さ1.2m×4m×1m)の庇陰格子を用いて6月26日に処理を行なった。試験区はこの4種類の庇陰格子によって庇陰した4区に対照区(100%区)を加えて合計5区とした。

庇陰格子内の相対照度は、裸地の照度を100として、裸地と同時に測定した格子内の照度を%で示した。

試験区の密度、供試木の木数および格子内の相対照度は表-1, 2に示す通りである。

表-1 各区の密度と供試木本数
Table 1 Stand density and no. of experimental trees of blocks

Block	No. of trees per square meter	No. of experimental trees in a block
1	49	98
2	100	140
3	400	190

2 測定方法

庇陰処理の開始時に、試験区外に播種したのから20本を掘取って、各個体の地際直径、苗高および根、幹枝、葉の生重量を測定した。

さらに葉は、紙にその形を写しとり、プラニメーターによって面積を測定した。生重量を測定した各部分の資料を乾燥器によって絶乾状態にしてその含水量をしらべ、各部分の量を乾物重量に換算した。(以下の解析には、全て乾物重量を用いた)上記の通りにして求めた各値を、処理開始時の現存量の推定に用いた。

処理開始(6月26日)から約1ヵ月ごとに中間掘取測定を行なった。中間掘取測定は各庇陰区の各密度区より14~20本を掘取って、各個体の地際

表-2 庇陰格子内の相対照度
Table 2 Relative light intensity of each experimental plot (daylight=100)

Plot	Relative light intensity
0	100 (cont.)
1	57
2	37
3	24
4	10

表-3 各区の現存量 (10月10日)
Table 3 Standing crop (10 October)

Plot	No. of trees/m ²	Mean diameter mm	Mean height cm	Dry weight (g) per square meter				Leaf area index m ² /m ²
				Root	Stem, blanch	Leaf	Total	
0	49	6.4	35	84.2	77.2	155.5	316.9	4.29
	100	5.1	46	93.4	141.6	203.8	438.8	6.88
	400	3.3	38	141.8	209.0	249.0	599.8	8.98
1	49	5.9	44	68.2	97.9	152.9	319.0	4.69
	100	5.1	51	88.1	157.5	205.6	451.2	7.16
	400	3.2	43	145.6	226.0	264.0	635.6	10.40
2	49	5.1	40	55.0	86.8	114.3	256.1	4.39
	100	4.5	47	65.0	142.5	135.6	343.1	6.02
	400	3.0	39	132.0	210.0	198.4	540.4	8.60
3	49	5.0	48	47.2	79.7	88.2	215.1	3.90
	100	3.7	36	44.8	75.6	91.3	211.7	4.56
	400	2.6	36	65.6	152.8	158.4	376.8	8.32
4	49	3.6	28	12.7	24.6	42.2	79.5	2.08
	100	3.5	30	25.1	48.6	70.2	143.7	3.51
	400	2.6	26	40.8	90.8	111.6	243.2	6.24

直径、苗高、各部分の生重量および葉面積を測定した。

10月10日に残った苗木を掘取って最終測定を行なった。最終測定は、上記と同じ測定のほか、地上部分を高さ10cmごとの層別に分けて葉と幹枝の重量を測定した。最終測定の結果は表-3に示す通りである。

3 結果および考察

(1) 樹形について

平均苗高は各密度区とも庇陰区に最大値をもつが、平均直径は各密度区とも対照区(100%区)が最大で庇陰が強くなるにしたがい減少する。平均苗高は24%区を除いた区では100本/m²区が49本/m²区、400本/m²区にくらべてやや大である。平均直径は各庇陰区とも密度が高いほど小さい(表-3)。

比較苗高は24~37%区に最大値をもつ。他の落葉広葉樹や常緑広葉樹の同様な実験でしらべた結果も、同様に比較苗高は庇

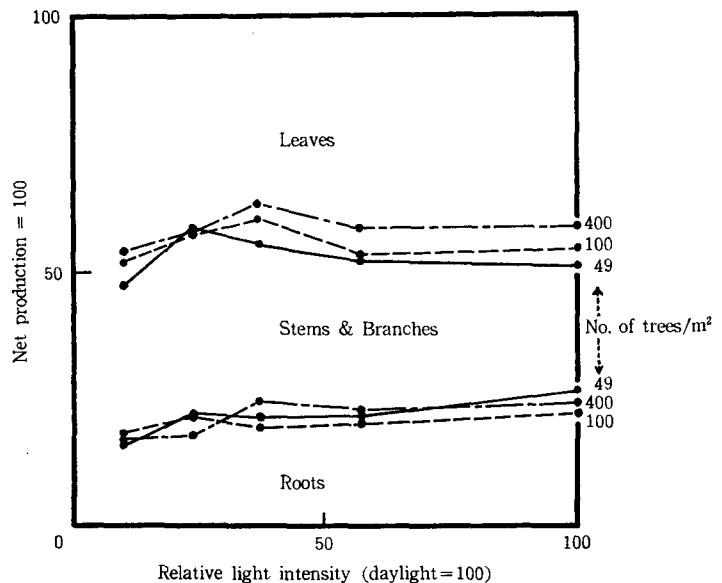


図-1 純生産物の樹体各部分への配分の割合と相対照度の関係
Fig. 1 Relationship of proportion of distribution of net production into roots, stems, branches and leaves to relative light intensity

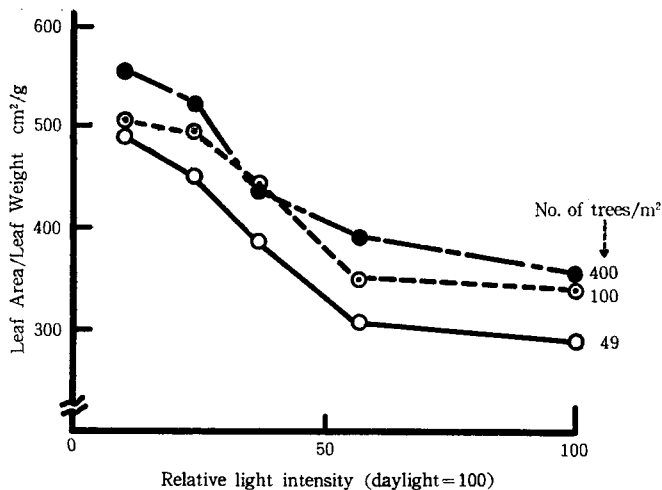


図-2 単位葉重量あたりの葉面積と相対照度の関係
 Fig. 2 Relationship between ratio of leaf area to leaf weight and relative light intensity

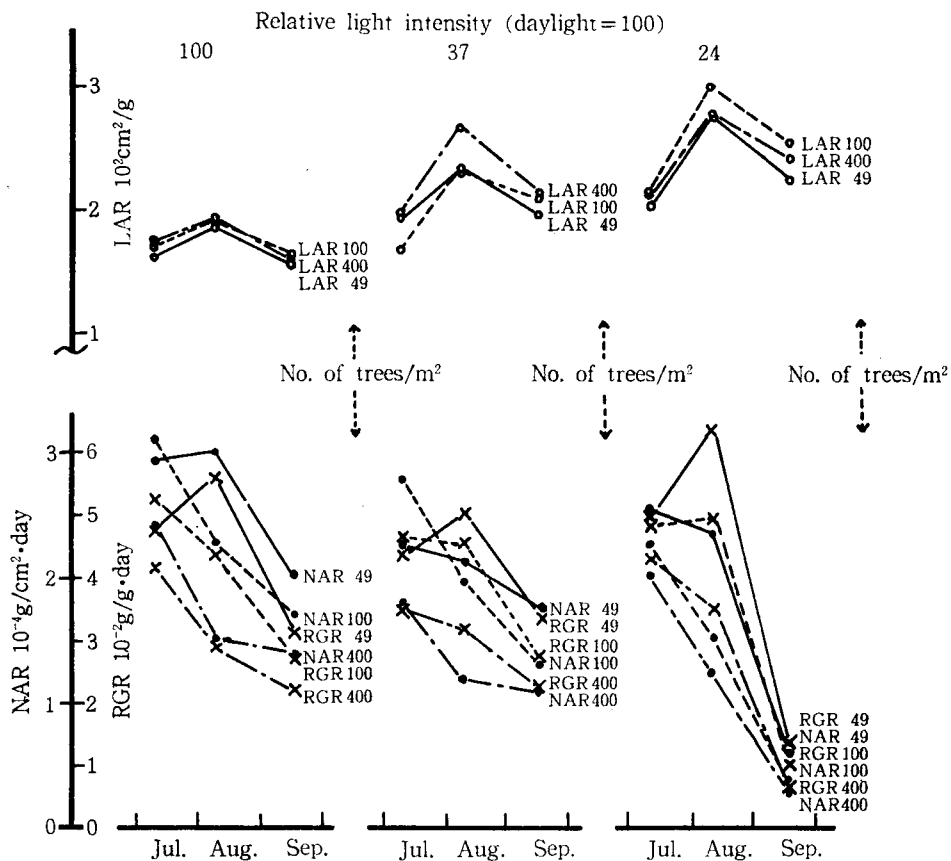


図-3 NAR, LAR, RGR の時期変化の一例
 Fig. 3 Seasonal variation of NAR, LAR and RGR under various light intensity

陰区に最大値をもつ傾向がみられた。比較苗高は各区とも密度が高いほど大である。

T/R 率は庇陰が強くなるにしたがい各密度区とも増加する傾向がみられるが、その差は小さい。密度と T/R 率には関係がみられなかった。

(2) 生長量について

対照区 (100%区) の各密度区を比較すると個体の大きさには密度の効果があらわれて、400本/m²区は 49本/m²区にくらべて個体の重さは約1/4である。しかし面積あたりの現存量は、400本/m²区が 49本/m²区の約 2 倍である (表-3)。一般に初期植栽密度に差があっても、十分な時間が経過すればほぼ一定の現存量に達するとされている。したがって、本実験ではまだ現存量一定の状態に達していなかったものと判定される。

各密度区とも57%区の現存量は、対照区よりやや大であるが、それより庇陰の強い区では庇陰が強くなるにしたがい現存量は減少する。これと同様に、庇陰区に現存量の最大値が存在する傾向は、トチウヤトウネズミモチによる同様な実験でみとめられた。

処理期間中の純生産物の各部分への重量配分の割合は 図-1 に示す通りである。対照区 (100%区) では、密度が高いほど幹枝の割合が多く葉の割合が少ない。

この傾向は24%区を除いた他の庇陰区でもみられた。根の割合は庇陰が強くなるにしたがい減少する傾向がみられるが、密度との関係はみられなかった。

非同化部分 (幹枝根) の割合は24~37%区で最も大きい値をしめしている。

減光による葉、幹枝、根への純生産物の配分割合の変化は樹種ごとに異なった傾向を持っている。

(3) 葉面積について

最終測定 (10月10日) でしらべた単位葉重量あたりの葉面積と庇陰の関係は 図-2 に示す通りである。単位葉重量あたりの葉面積は庇陰が強くなるにしたがって増加する。また密度の高い区の単位葉重量あたりの葉面積が大であった。

単位葉重量あたりの葉面積は、同じ樹種でも樹冠の上部と下部ではかなりの差がみとめられるが、ここでは各層を平均してもとめたものである。

葉面積指数は対照区 (100%区) で4.3~9.0で密度の高い区が大きい値を示した (表-3)。

各密度区とも57%区が最大の葉面積指数をもつ。それより庇陰の強い区では庇陰が強くなるにしたがって減少する。

最も庇陰の強い10%区の葉面積

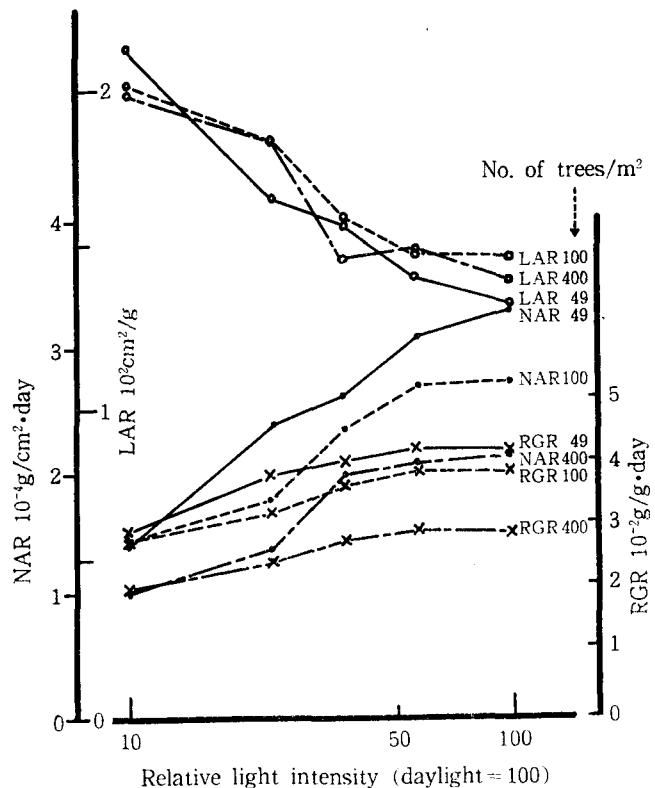


図-4 NAR, LAR, RGR と相対照度の関係
Fig. 4 Effect of shading on NAR, LAR and LAR of each block

指数は2.1~6.2で、草本の同様な実験結果⁴⁾にくらべてかなり高い値をしめしている。

(4) NAR, LAR, RGR についてイギリス系の生長解析による生長率 (RGR) を純同化率 (NAR) と葉面積比 (LAR) に分解して、この3つの値と環境要因との関係をもとにして、耐陰性³⁾や林分の密度効果^{10),12)}、林分生育の過程等¹¹⁾をしらべることが広く行われている。

各値の時期変化の一例を図-3に示す。LAR は生育中期に最も高い値を示している。LAR の時期変化には密度によるちがいがみとめられない。RGR は生育初期、中期に高い値を示し、後期は前2者にくらべて低い値を示している。この値の時期変化は樹種や環境によってかなり異なるようである。

全処理期間の生長をもとにして求めた各値と相対照度の対数値との関係は図-4に示す通りである。

NAR は光の減少にともなって減少する。また同じ庇陰区では密度の高い区の値が低い傾向がみられる。LAR は庇陰が強くなるにしたがい増加する。NAR, LAR と相対照度との関係は、ここでは直線で近似することができないため、RGR と相対照度の対数値との関係から最適照度を計算^{3),8)}によってもとめることは困難である。

RGR と相対照度の関係は、密度の違いにかかわらず57%区に最大値をもつ曲線で示される(図-4)。

NAR, LAR, RGR と密度の対数値との関係は図-5の通りである。NAR は密度の高い区の値が低い値をしめす。LAR は光が減少するにしたがい増加するが、密度とは特に関係がみられない。シマト

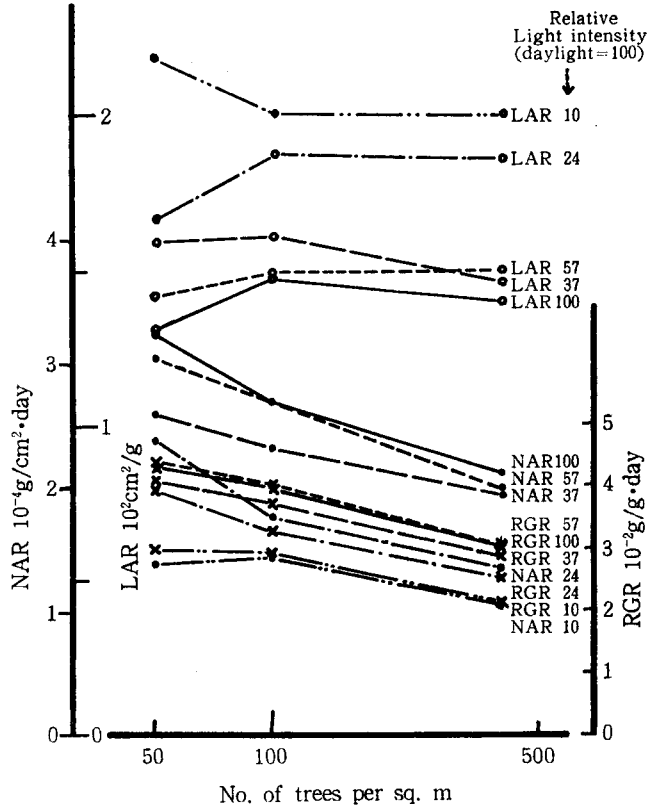


図-5 NAR, LAR, RGR と密度の関係
Fig. 5 Relationship of NAR, LAR and RGR to stand density

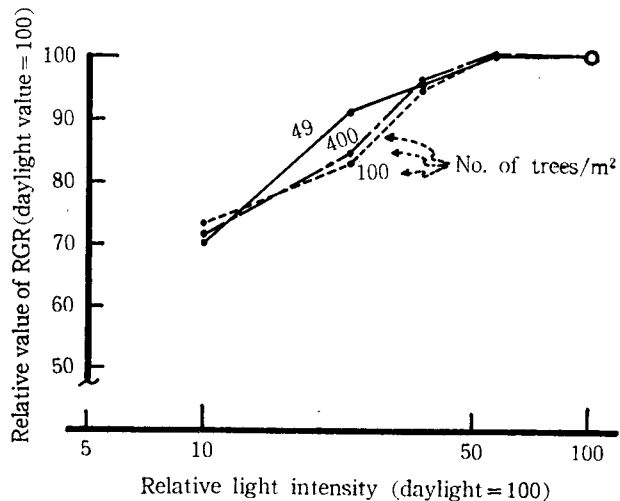


図-6 RGR の比較値(100%区の各密度区の RGR を100とした)と相対照度の関係
Fig. 6 Relationship of relative value of RGR (relative growth ratio of daylight plot=100) to relative light intensity

ネリコで調べられた結果も同様な傾向がみられる。¹⁰⁾

RGR と密度との関係は、NAR と密度との関係の影響をつよく受けて、密度の高い区の値が低くなる傾向をしめしている (図-5)。

対照区 (100%区) 内の各密度区の RGR の値をもとにした各庇陰区内の各密度区の RGR の相対値と相対照度の関係は、この実験の密度の範囲内ではほとんど密度の違いによる差がみとめられなかった (図-6)。したがって、RGR と相対照度の関係から推定される最適照度や個体の補償点は、3種類の密度区ともほぼ同じ値を示すものと考えられる。

あ と が き

ここでは、主に庇陰の強さの違いによる生長量の変化や、各部分の割合の変化等が密度のちがいによってどのような影響をうけるかをしらべた。

実験設定上、密度要因についての資料が少なかったため、密度の違いによる変化の傾向を明らかにすることは出来なかった。しかし庇陰による生長率 (RGR) の変化を比較する場合に、対照区 (100%区) をもとにした相対値で比較すれば、ここで実験を行なった密度範囲 (49~400本/m²) では、ほとんど密度の違いによる差がみとめられなかった。

引 用 文 献

- 1) Bean, E.W.: Ann. Bot. n.s. 28, 427~443 1964
- 2) Blackman, V.H.: Ann. Bot. 33, 353~360 1919
- 3) Blackman, G.E. & J.N. Black: Ann. Bot. n.s. 23 51~63 1959
- 4) 広井敏男・門司正三: 植生理講(5), 49~50, 1964
- 5) 岩城英夫: 生物科学, 16(1), 29~38, 1964
- 6) 川那辺三郎・四手井綱英: 日林誌, 47(1), 9~16, 1965
- 7) 川那辺三郎・四手井綱英: 日林講, 76, 167~168, 1965
- 8) 吉良竜夫(編): 植物生態学(2), 東京古今書院, 1960
- 9) 佐但敏郎: Bot. Mag. (Tokyo) 78 111~119 1965
- 10) 四手井綱英(編): アカマツ林の造成, 地球出版, 1963
- 11) 只木良也・四手井綱英: 日林誌, 42(12), 427~434, 1960
- 12) Watson, D.J.: Ann. Bot. n.s. 22 37~54 1958

Résumé

A forest tree seedlings (*Camptotheca acuminata* Decne) were grown under five different light intensities varied by mean of saran screens. The light intensity in plot decreased to 10, 24, 37 and 57 percent of full daylight.

Either shaded or full daylight plot consisted of three different spacing blocks i. e. 49 100 and 400 seedlings per square meter (Table 1, 2). Seedlings were shaded from late June to early October (106 days).

The results were as follows.

1. The maximum value of net production is observed in 57 percent (R.L.I.) plot irrespective of density. (Table 3)
2. The maximum value of leaf area index is observed in 57 percent plot irrespective of density (Table 3)

3. The net assimilation ratio rises as the relative light intensity increases, and the net assimilation of higher density block is lower than that of lower density block. (Fig. 4, 5)
4. The leaf area ratio decreases as the light intensity increases. It seems that the leaf area ratio have no correlation to the stand density under various light intensity (Fig. 4,5)
5. The relation of relative RGR (relative values of RGR of shaded plots to full daylight plot) of each block to the relative light intensity was observed almost the same inclination. (Fig. 6)