

半乾燥地における林内の照度と植栽木の生長について

高橋光夫^{*1}・M. ガトゥラ^{*2}・酒井 彰^{*3}

1. はじめに

植物の生長と生存にとって、葉における受光量は重要な因子であることが知られている。林業においても植えられた樹木の生長が阻害されないように光をあてるため、下刈等の保育作業が行われている。

ケニア社会林業訓練計画は半乾燥地における社会林業を推進するための中堅林業技術者及び地域の指導者の技量向上のための訓練及び普及技術の改良等に関し技術移転を行うこととし、1986年から事業が開始された。併せてナイロビから約150 km 東のイースタン州キトゥイ県クワヴォンザ村の半乾燥地における造林技術の開発と展示を目的とするパイロットフォレストの造林が始まり、1991年末にはその累計造林面積は340 ha を越えている。パイロットフォレストエリアは過去の過剰な燃料材採取及び放牧等によって燃料適材が少ない等林分内容が低質化していること、下層植生が貧弱であったことなどから、土壤浸食を極力抑制し、環境保全に配慮するため、可能な限り既存の樹木を残し、ラインプランティングによって、エンリッチメントを指向することとし、試植林造成を行ってきた。

しかし、造林地の保全を図る観点から、家畜の放牧を抑制したあと、予想を上回る灌木等の繁茂によって植栽された樹木が覆われ、受光量の不足による生長の抑制が観察される。一方、被蔭の下でも旺盛な生長を示している樹種も観察された。そこで、半乾燥地における樹種の生長と林内照度との関係及び樹種の照度特性を明らかにしておくことは今後の半乾燥地における造林技術の開発

TAKAHASHI, Mitsuo, GATHURA, M. & SAKAI, Akira : Growth of Seedlings Planted and Light Environment: An Example in the Semi-arid Land

^{*1}日ヶ谷社会林業訓練プロジェクト（現在、林野庁指導部治山課）、^{*2}同プロジェクト、

^{*3}同プロジェクト

及び改良にとって有意義であるものと考え調査を行った。

2. 調査方法及び調査地

(1) 使用機材 照度計 (Minolta T-1)

(2) パイロットフォレト周辺の自然条件

気温：年間平均気温 23°C；年間最高平均気温 29°C；年間最低平均気温 17°C

降水量：年間降水量 約 950 mm (雨季は年 2 回 大雨季 10~11 月, 小雨季 4~5 月) (Tiva 苗畑, 1989 年~1991 年 4 か年間)

特に降水量については変動が大きくケニア測量局刊資料等によると 750~1,000 mm の地帯にある。なお、年間蒸発量は 2,000~2,200 mm と言われている。

標高 約 1,000 m

土壤 詳細は不明であるが, Red Soil が広く分布している。

(3) 調査地の植生と調査樹種及び調査方法

植栽はこの地方の大雨季である 11 月に行ってきており、これまで試植を行ってきたなかで、比較的安定した成績を示しているものを対象とし、生育において光の影響が強くあらわれていると考えられる箇所を選んだ。各樹種 50 本について、できるだけ樹冠の上(頂)部の相対照度 (Relative Light Intensity), 樹高及び地際直径を測定した。

植生については、*Aspilia mossambicensis*, *Solanus incanum* 等灌木や Gramineae 等の草本が占めている。特に、*A. mossambicensis* 等の灌木は乾季には落葉するものが多く、雨季になると急速に葉を茂らせ、生長を開始し、造林地の残し筋では 2~3 m の高さに達している。

上層には *Acacia* spp., *Balanites aegyptiaca*, *Terminalia brownii*, *Commiphora* spp. 等 (樹高 4~10 m) が点在している。

調査を行った樹種及び調査地の概要を表-1 に示す。

3. 結 果

林内は前述のように上木が点在しているとともに、灌木類も必ずしも一様に分布していないので、各々の植栽木は異なった照度の下で生育しているものと推察されることから、調査結果を樹種ごとにそれぞれの調査木の樹高 (H), 地際直径 (D) 及び H/D を林内相対照度ごとにプロットし、相対照度とそれ

表-1 調査地の概要

樹種	区画	植栽年	地捲方	生存率				平均樹高 '90.10
				'89.2	'89.7	'90.10	'91.10	
<i>Acacia gerrardii</i>	I-H	1988	1m 筋刈	99%	87%	72%	68%	81.2cm
<i>Acacia polyacantha</i>	3	1987	全刈	57	55	24	24	164.2
<i>Cassia siamea</i>	2-H-5	1988	1m 筋刈	97	83	76	74	128.6
<i>Cassia spectabilis</i>	I-N	1988	1m 筋刈	98	86	70	65	119.1
<i>Croton megalocarpus</i>	II-B	1988	1m 筋刈	99	92	91	91	155.6
<i>Grevillea robusta</i>	II-F-2	1988	1m 筋刈	100	83	72	60	94.6
<i>Prosopis juliflora</i>	II-E-2	1988	1m 筋刈	95	90	68		92
<i>Tamarindus indica</i>	II-H-4	1988	1m 筋刈	98	95	84		23

P. juliflora, *T. indica* の樹高は 1991 年 6 月調査

ぞれの数値の相関について検討することとした。

(1) *Acacia gerrardii*

調査木は相対照度 5%~99% の範囲にあり、平均の相対照度は 41% であった。樹高は 15 cm~290 cm であり、植えられてからほとんど生長していないものもある。樹高及び地際直徑は相対照度に対し、正の相関関係が認められた。これらを図-1, 2 に示す。

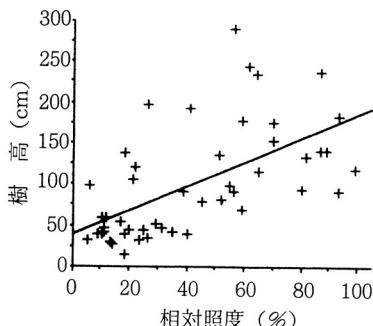


図-1 *A. gerrardii* における樹高と相対照度の関係

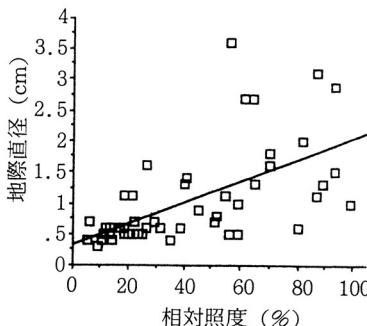


図-2 *A. gerrardii* における地際直徑と相対照度の関係

(2) *Acacia polyacantha*

この林分全体の生存率は 24% と低いが、調査にあたって一部の比較的生存状況の良好な部分を調査対象にしたことをお断りしておく。さらに当該林分は直径 5 cm 以上の前生樹を残し、全刈り地こしらえを行った箇所であり、他の

調査箇所と異なり、被蔭の原因はほとんど上層木によるものと考えられる。

調査木は相対照度 7%～100% の範囲にあり、平均の相対照度は 47% となっている。調査木の樹高は 160 cm～636 cm の範囲にあり、平均樹高は 386 cm であった。樹高及び地際直径において正の相関が認められ、H/D においては表-2 に示しているように負の相関が認められた。直径については他の樹種と比較して、高い相関が認められる。樹高と地際直径について図-3、4 に示す。

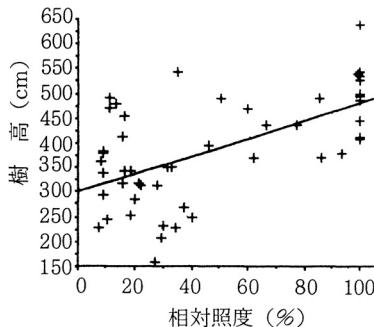


図-3 *A. polyacantha* における樹高と相対照度の関係

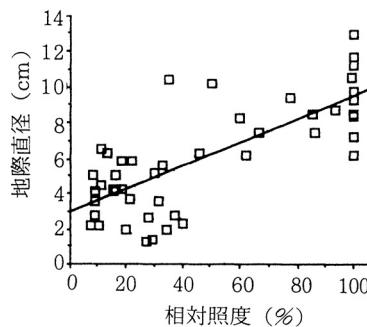


図-4 *A. polyacantha* における地際直径と相対照度の関係

(3) *Cassia siamea*

調査木は相対照度 7%～100% の範囲にあり、平均の相対照度は 49% となっている。調査木の樹高は 43 cm～387 cm の範囲にあり、平均樹高は 166 cm であった。樹高及び直径においてやや正の傾きが見られるものの相関関係は小さく、光より他の因子の影響が大きいようである。これらを図-5、6 に示す。

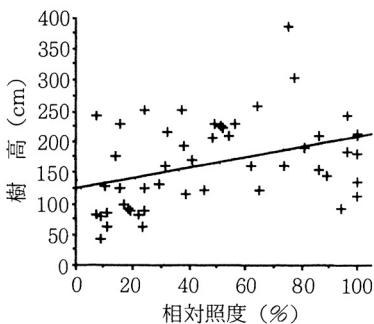


図-5 *C. siamea* における樹高と相対照度の関係

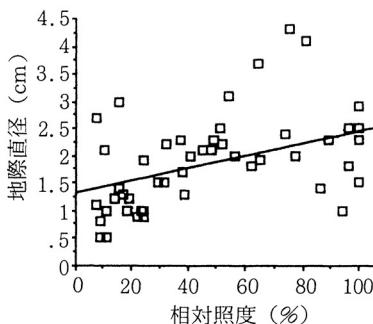


図-6 *C. siamea* における地際直径と相対照度の関係

(4) *Cassia spectabilis*

調査木は相対照度 6%～100% の範囲にあり、平均の相対照度は 35% であった。又、調査木の樹高は 66 cm～378 cm の範囲にあり、平均樹高は 218 cm であった。この樹種については、それぞれの数値が一様に分散しどんどん相関が見られなかった。この傾向はこの林分に限らず 1991 年 6 月他の林分において予備調査（未公表）を行った際にも同様の傾向が認められた。

(5) *Croton megalocarpus*

調査木は相対照度 3%～100% の範囲にあり、平均の相対照度は 35% であった。調査木の樹高は 84 cm～316 cm の範囲にあり、平均樹高は 193 cm であった。樹高及び直径について見ると、*A. gerrardii*, *A. polyacantha*, *G. robusta* 等の樹種と異なり、比較的明瞭な負の相関関係が認められる（図-7, 8）。1991 年 6 月の他の林分における予備調査（未公表）において同様の傾向が認められている。この樹種は耐陰性があると言われていることを裏付けている。

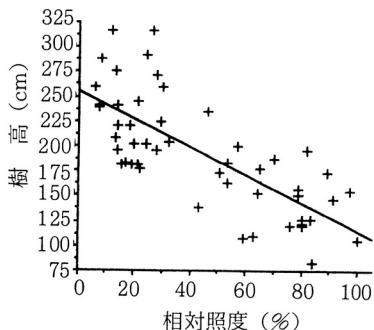


図-7 *C. megalocarpus* における樹高と相対照度の関係

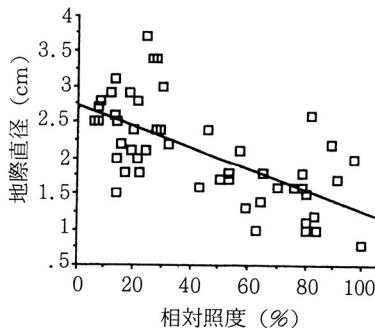


図-8 *C. megalocarpus* における地際直径と相対照度の関係

(6) *Grevillea robusta*

調査木は相対照度 3%～100% の範囲にあり、平均の相対照度は 39% であった。調査木の樹高は 20 cm～307 cm の範囲にあり、平均樹高は 150 cm であった。樹高及び直径について見ると明瞭な正の相関関係が認められた。これらを図-9, 10 に示す。

(7) *Prosopis juliflora*

この樹種については 1991 年 6 月予備調査において収集した資料に基づいたものであり、1 台の照度計で測定せざるを得なかったことから、必ずしも正確な資料とは言えないことをお断りしたうえで紹介する。調査木は相対照度 26

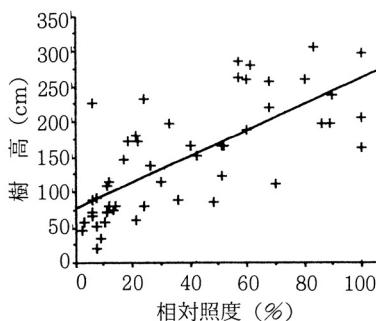


図-9 *G. robusta* における樹高と相対照度の関係

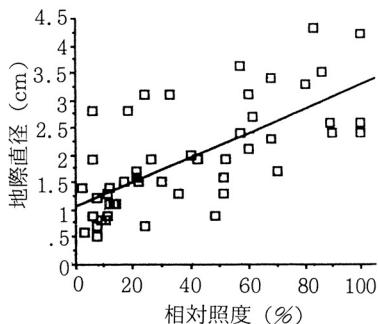


図-10 *G. robusta* における地際直径と相対照度の関係

%～94% の範囲にあり、平均の相対照度は 59% であった。調査木の樹高は 26 cm～317 cm の範囲にあり、平均樹高は 151 cm であった。前述の林分と比較して明るい林内であるが、6月は乾季になっており、とくに 1991 年 4 月の雨季が短く灌木類の落葉が早く灌木及び上層木の葉量が少なかったためと考えている。

樹高及び直径について見ると正の相関関係が認められた。しかし、H/D については他の樹種と比較して、ばらつきが大きい傾向にある。これは主幹がはっきりしない樹形に原因があるようである。これらについて図-11, 12 に示す。

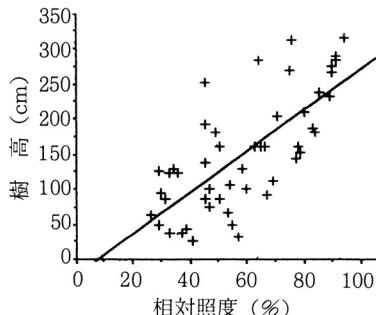


図-11 *P. juliflora* における樹高と相対照度の関係

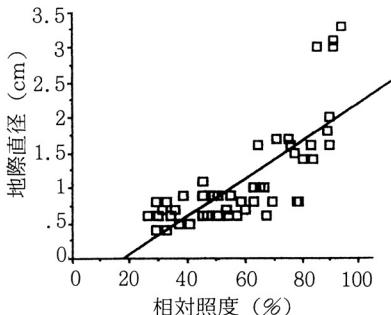


図-12 *P. juliflora* における地際直径と相対照度の関係

(8) *Tamarindus indica*

この樹種についても 1991 年 6 月の予備調査のものである。調査木は相対照度 34%～83% の範囲にあり、平均の相対照度は 56% であった。この樹種は初期生長が遅いことで知られている。樹高については 11 cm～48 cm の範囲に

あり、平均樹高は 26 cm となっており、調査 4 年目となってもほとんど生長していないようである。

このことから、樹高及び直径について相対照度との相関関係は現時点ではほとんど認められない。これらについて図-13, 14 に示す。

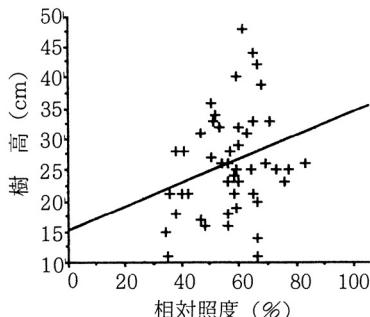


図-13 *T. indica* における樹高と相対照度の関係

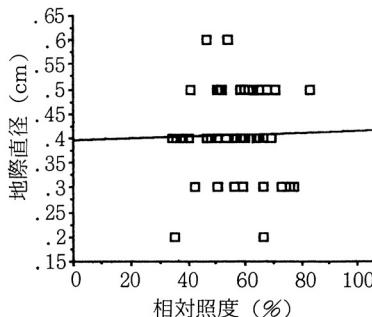


図-14 *T. indica* における地際直径と相対照度の関係

以上調査した各樹種の樹高、地際直径及び H/D について一次回帰直線式及び相関係数を取りまとめ、表-2 に示す。

4. 考 察

調査の結果から、*A. gerrardii*, *A. polyacantha*, *G. robusta* については樹高生長は相対照度に対し、明瞭な正の相関関係が認められる。又、予備調査の結果であるが、*P. juliflora* についても同様であった。肥大生長についても同

表-2 各樹種における回

樹 種	樹 高 回 帰 式	r
<i>Acacia gerrardii</i>	$y = 1.454x + 38.214$	0.608
<i>Acacia polyacantha</i>	$y = 1.796x + 302.635$	0.594
<i>Cassia siamea</i>	$y = 0.847x + 124.525$	0.381
<i>Cassia spectabilis</i>	$y = -0.113x + 221.845$	0.046
<i>Croton megalocarpus</i>	$y = -1.410x + 254.869$	0.736
<i>Grevillea robusta</i>	$y = 1.859x + 78.715$	0.718
<i>Prosopis juliflora</i>	$y = 2.934x + 22.104$	0.726
<i>Tamarindus indica</i>	$y = 0.195x + 15.119$	0.270

様の傾向が認められる。従って、これらの4樹種については明るさを好む樹種と考えて大きな間違いはないと考える。又、H/Dについては日が当ると肥大生長が促され、H/Dが小さくなるものと予想していたが、*A. polyacantha*以外では明瞭な傾向は示されなかった。その原因については今なお資料が不足しているため、言及を避けることとする。今後の資料収集を待つこととした。*C. megalocarpus*はこれまでの経験から比較的耐陰性があると言われてきたが、今回の調査で裏付けられたものと考える。しかし、後述するように野外で既に植えられたものを調査したので最小必要な照度については明確にならなかった。検討に当たって一次回帰直線をあてはめたが、実際は上に凸の二次曲線のような照度特性である可能性がある。*T. indica*については、極めて初期生長の遅い樹種であるので、明瞭な傾向が表れるにはまだ時間が必要と考えられる。

*C. siamea*については一応、正の傾きを示しており、一方 *C. spectabilis*については負の傾きをしている。しかしながら、相関係数が小さいこと、又、これらの2樹種は近縁種であることから、これらの樹種が光に対し異なった性質をもつことは考えにくいくことであり、光以外の因子の影響が強く働いているものと考えられる。

全体的に言えることであるが、それぞれの相関係数はあまり高くない。その理由は、それぞれの樹木付近の照度は太陽の高度によって上層木の影が移動するなど今回の測定がそれぞれの植栽木の光環境を必ずしも十分に表わしていないかも知れないこと、又、これまで植栽されてきたほとんどの樹種がそうであるように、種子の採取源が特定されていないなど、同一樹種であっても形質の個体差が大きいなど樹木自体の形質による因子が大きく効いていることも考え

帰式及び相関係数(r)

地 隆 直 径		H/D	
回 帰 式	r	回 帰 式	r
$y = 0.017x + 0.339$	0.610	$y = 0.138x + 94.027$	0.103
$y = 0.066x + 2.953$	0.772	$y = -0.488x + 98.663$	0.604
$y = 0.011x + 1.321$	0.426	$y = 0.847x + 124.525$	0.381
$y = -0.0002x + 2.033$	0.009	$y = -0.02x + 109.180$	0.026
$y = -0.015x + 2.739$	0.646	$y = -1.410x + 254.869$	0.736
$y = 0.022x + 1.068$	0.698	$y = 0.104x + 74.520$	0.159
$y = 0.027x - 0.468$	0.762	$y = -0.108x + 147.624$	0.045
$y = 0.0002x + 0.395$	0.003	$y = 0.442x + 40.079$	0.308

られる。とくに *C. siamea* や *C. spectabilis* については、個体差等光以外の因子が強く働いているように思われる。

今回の調査によって、半乾燥地においても植栽木の生長には林分内の陽光量の制御が重要であることが裏付けられた。半乾燥地とはいえる、家畜の放牧がコントロールされ、雨季にある程度の降水があれば、灌木や草本類が急速に繁茂し、1991年6月の予備調査の際、乾季で葉量が少なくなりつつある時期でも、造林地の残し筋内の地表付近では相対照度が5~20%となっているのが観察されているように林床が暗くなると樹木の生長が抑制されることが判った。樹種の光に対する特性については数少ない事例ではあるが、*Acacia* 属、*Grevillea* 属及び *Prosopis* 属は光に対する要求が高く、*Croton* 属は比較的耐陰性があると考えられるなど属や種によって異なるようである。これらの事実は、半乾燥地の林分改良における樹種選択や植栽技術の改良の必要性とともに、地ごしらえ方法、下刈及び筋潰し等の保育による光環境のコントロール等の技術体系の確立が必要なことを示唆している。

最後になるが、今回の調査に当って終始、技術的助言及び機材の手配を行って頂いた玉川大学教授浅川氏、ともすれば日常生活に埋没しそうな私達をはげまして頂いたプロジェクト・チーフアドバイザーの岡部氏、調査を手伝って頂いた KEFRI（ケニア国立林業試験場）のスタッフの皆さんに謝意を表すとともに、読者諸氏の御批判、御指導を願います。
