

## 4. 複層林の造成管理技術の開発

### (1) 上木の施業体系の検討

松尾健次

#### 〔目的〕

複層林の造成を推進していくためには、三多摩地域に適した複層林の施業体系を確立していく必要があり、このためには、複層林の林分構成や立地環境、上木の林分構成の推移と、下木の生長を左右する林内相対照度(RI)の変動等についての長期にわたる継続調査が求められる。ここでは、上木の樹冠についてモデル的な成長予測を作成しRIとの関係について解析する。

#### 〔方法〕

樹冠形を示す放物線式をもちいて、枝張りや樹冠長の成長に伴う増加傾向を試算した。さらに、これらから算出されるha当たりの諸数値とこれにともなうRIの変化を、現在までに実施した林分調査の結果をもとに検討した。

#### 〔結果〕

上木の成育状況とRIとの関係は、過去の現地調査の結果から次式で示された。

$$\begin{aligned} RI &= \exp(-0.00008x + 4.18417) \quad r^2 = 0.888 \quad x: \text{樹冠長} \times \text{枝張長} \times \text{本数} \\ RI &= \exp(-0.00017x + 4.89596) \quad r^2 = 0.856 \quad x: \text{枝張長からの面積} \times \text{本数} \end{aligned}$$

(平成5年度年報)

これらは、枝張りや樹冠長及び本数が関係しているが、複層林造成後RIの減少に伴う次の受光伐の時期までは、本数の変化を考慮する必要がないことから、樹冠形の変化を把握できればRIとの関連が示されることになる。ここで使用した調査結果及び樹冠形の諸数式は表-1のとおりである。これらの数式のうち①、③の各式は、林冠が閉鎖した林分での生葉樹冠について解析され導きだされており、④式は高木林になるにしたがい空隙が増加していくとの前提で、最大で1.0を示し以降樹高成長とともに漸減する形になっている。これに対して調査林分『奥多摩』は、複層林造成のため収量比数0.93の過密な林分を強度に間伐し、かつ枝打ちを実施しているため、平均樹冠長や平均枝張長が数式からの各推定値よりも小さくなっている。

上木の成長とRIの関係は年次的に予測するには、関係する各構成要素の傾向を求める必要がある。ここでは20年間についての推定をおこなった。RIに関係する上木の成長を予測するためには、樹冠長や枝張長の増加量を求める必要がある。まず、林冠が閉鎖するまで枝下高は変化しないと仮定して、東京都林務課作成の『林分密度管理図及び収穫予想表の利用の手引き』の樹高曲線式から、樹高成長と樹冠長の増加量を求めた。

$$\text{スギ} : H = (-3.00839 \times T + 34.0948) - (-2.3059 \times T + 26.1334) \times 0.8479^{(A/5-2)}$$

注: A: 林令 T: 地位級 (調査林分『奥多摩』は0.83)

本数は次の間伐(受光伐)まで減少しないこととした。枝張長の増加量については、調査林分『奥多摩』の $\alpha$ を、実測値から①式を変形した次式で算出し、枝張長と $\alpha$ の相関式を求めた。その結果が図-1である。

$$\alpha = y / x^{0.5}$$

x: 生葉樹冠長      y: 生葉樹冠の枝張長       $\alpha$ : 樹冠拡張係数

表-1 現地調査の測定結果及び数式からの推定一覧

「奥多摩」40年生

	測定結果及び数式からの樹冠拡張係数						数式からの推定値			
	上層高	本数	樹冠長	枝張長	Ry	RI	α	樹冠長	枝張長	α
	m	本	m	m		%		m	m	
間伐前	22.62	1585	8.79	1.73	0.93	5.3	0.4654	5.11	1.38	0.6103
間伐後	22.62	436	8.79	2.09	0.60	46.5	0.7061	10.91	2.63	0.7964

諸数式（竹下敬司ら：樹冠形のモデル化によるスギ林の構造解析：95回日林論より）

- ①  $C r = \alpha \times C l^{0.5}$        $C r$  : 生葉樹冠の枝張  $C l$  : 生葉樹冠長       $\alpha$  : 樹冠拡張係数
- ②  $S r = 10^2 / \sqrt{N} \times H^2$        $S r$  : 相対幹距       $N$  : 本/ha       $H$  : 樹高
- ③  $C l = (2.125 - 3 \times S r) \left\{ (H + 1)^{\frac{S r}{0.315}} - 1 \right\}$       ( $S r$  が 0 以上 0.375 未満)
- ④  $C c = \sqrt{1 - (H - 12.5) \times 10^{-2}}$       ( $H = 12.5m$  以上の場合)       $C c$  : 林冠被覆面積率
- ⑤  $\alpha = \sqrt{(C c \times 10^2) / (N \times \pi \times C l)}$

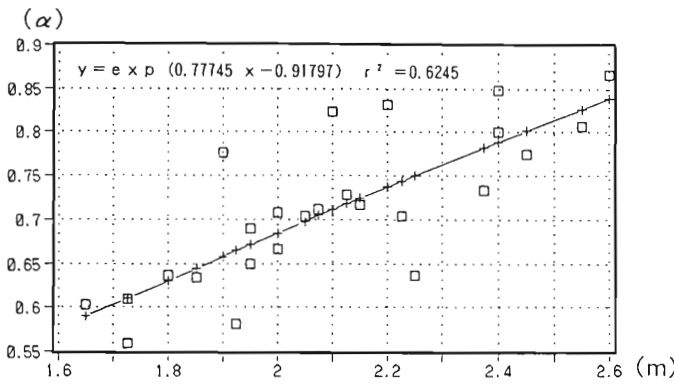


図-1 枝張長と樹冠拡張係数 (α) 【調査地：奥多摩】

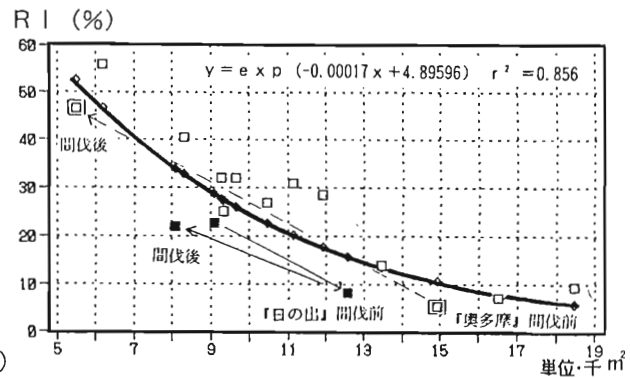


図-2 枝張長からのha当たりの面積と林内相対照度

表-2 諸数式からの算出結果一覧

(40年生の構成数値による当初計算結果)

$C r$	$S r$	$C l$	$C c$	$\alpha$	$R I$
2.63083	0.21167	10.91172	0.94802	0.7964	26.69

( $C c = 1.439$  として60年生までの5年間隔の計算結果)

林令	$C r$	$S r$	$C l$	$C c$	$\alpha$	$R I$
40	3.241	0.21167	10.91172	1.439	0.9812	11.58
45	3.241	0.19958	10.56751	1.439	0.9971	11.58
50	3.241	0.19037	10.28663	1.439	1.0106	11.58
55	3.241	0.18319	10.05710	1.439	1.0221	11.58
60	3.241	0.17752	9.86887	1.439	1.0318	11.58

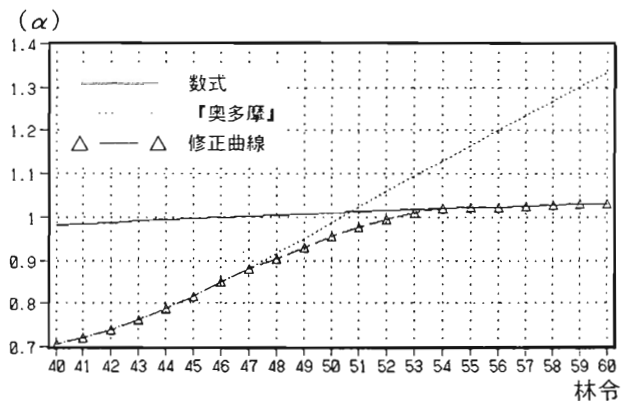


図-3 樹冠拡張係数 (α) の傾向

将来の $\alpha$ については、得られた相関式を用いて前年の枝張長から $\alpha$ を求め、得られた $\alpha$ と当年の樹冠長から①式により当年の枝張長を算出する方法で、順次翌年の $\alpha$ を求めた。

数式からの $\alpha$ の算出にあたっては、②、③、④式から各因子を求めて⑤式により得られることとなる。しかし、①、②、③式が閉鎖林分での平均木の樹冠長や枝張長であるのに対して④式は最大で1.0、言い換えるならha当たりの樹冠底部面積が10,000 $\text{m}^2$ 以下になるため、これが閉鎖林分の状態を示すとは考え難い。樹冠底部面積は、『奥多摩』の間伐前では14,390 $\text{m}^2$ （以下樹冠占有率1.439）間伐後が0.598であり、また福岡県林試の平成元年度業務報告にも、1.029～1.699の林分調査結果がある。さらに、過去の測定結果からRIとの相関をみたのが図-2であるが、関係式からは1.0ではRIが（枝張長からの面積×本数）の関係式で24.4%となり閉鎖林分の林内の明るさとしては過大な値を示していると考ええる。これは、現実の林分では樹冠の配置が均一に配置されるのではなく、立木の配置によっては重なりあう部分も生じるため、閉鎖状態になった時点での単木からの樹冠占有率は、重なりあう部分も加わって1.0以上になるためである。このことから、ここでは『奥多摩』の間伐前の樹冠占有率1.439を60年生まで不変と仮定し④式における林冠被覆率（Cc）として計算した。この結果が表-2であり、本数が減少しない前提であるため⑤式と①式から算出される生葉樹冠の枝張長（Cr）も一定になっている。これは、前記のRIは11.58%で不変ということになる。閉鎖した林分の推移を、本数、樹冠占有率、枝張長を一定として推定することになり、多分にモデル的となっているが『奥多摩』の各因子を決定するための目安として利用できると考えた。

図-3は、『奥多摩』の $\alpha$ と数式からの $\alpha$ の傾向であり、『奥多摩』の $\alpha$ は増加率が大きく、11年後に交差した後は数式からの $\alpha$ との差が拡大している。数式からの $\alpha$ は閉鎖林分の場合であることから、ここでは図のようにフリーハンドで修正曲線を当てはめた。

生葉樹冠長の傾向は図-4であり、数式からのC1は年々僅かずつ減少する結果となっており、枝下高を不変とした『奥多摩』とは大きく異なっている。なお、図-5の過去の測定結果は、本数（密度）が関係していないため十分とは言えないが、これから求めた数式からの結果では『奥多摩』ほどではないが増加傾向を示している。数式からの結果は減少傾向を示しているが、このことは樹高から生葉樹冠長を差し引いた枝下高の増加量、いかえるなら枯れ上がりの速度は、閉鎖状態の林分では樹高成長量よりも大きいということになり、さらに前記のRIと（樹冠長×枝張長×本数）の関係式からは、RIが増加することとなる。このため、なお資料を収集して検討する必要があるが、ここでは $\alpha$ と同様にフリーハンドで修正曲線を当てはめるとともに、51年以降は同じ樹冠長とした。

枝張長は、修正曲線を当てはめて求めた各林令の樹冠拡張係数と生葉樹冠長から算出した。その結果が図-6で、これから60年生での樹冠占有率を試算すると1.488となった。

これらをもとに、RIとの関係式から60年生までのRIの変化を算出したのが図-7である。RI(1)は（枝張長からの面積×本数）からであり、下木の成長に影響が生じ始めるとされる20%以下になるのが48年生からと算出された。試みに100年生まで同一本数で計算すると8.7%となった。なお（樹冠長×枝張長×本数）からのRI(2)は100年生でも19%と試算されこのままでの使用には適さないと判断された。これは、数式からの算出の際に樹冠占有率を一定としたこと、閉鎖状態での樹冠長の推移の把握不足等によると考える。次年度は、これらも含めて検討を加え上木の施業モデルを作成する予定である。

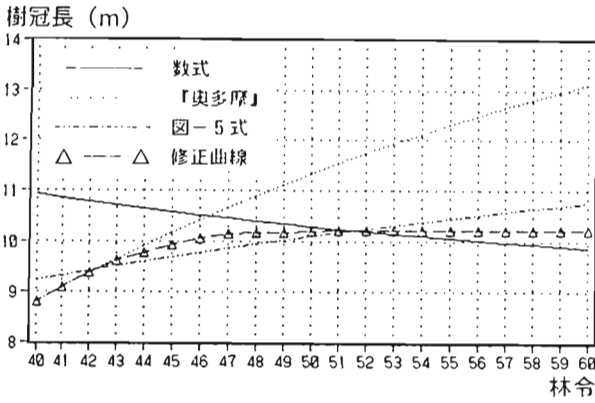


図-4 樹冠長の傾向

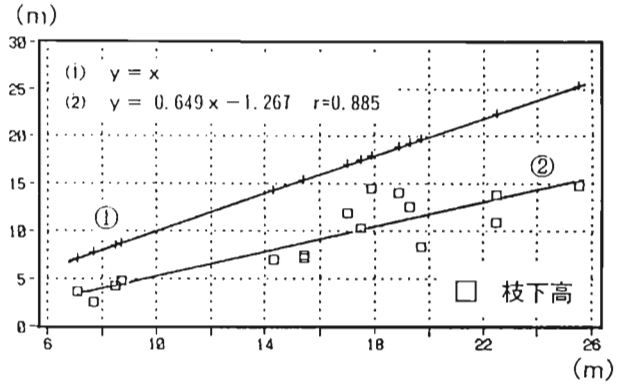


図-5 樹高と枝下高

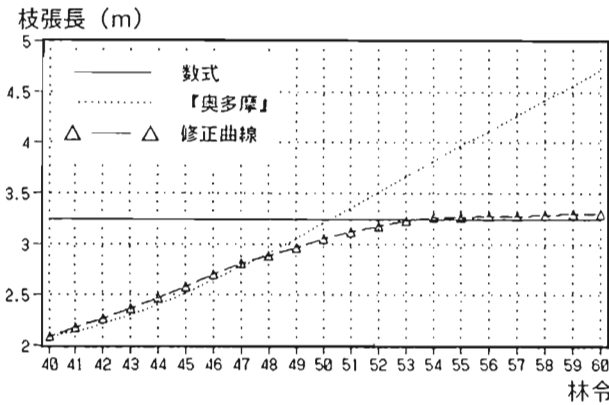


図-6 枝張長の傾向

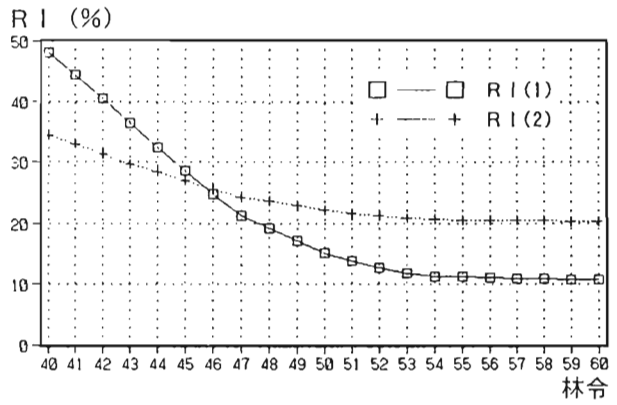


図-7 林内相対照度 (RI) の予測

表-3 修正した諸数値による生長予測一覧

林令	樹高	本数	樹冠長	枝張り	$\alpha$	占有率	RI (1)	RI (2)
40	22.62	436	8.79	2.0934	0.7061	0.6002	48.206	34.547
41	22.91	436	9.0883	2.1734	0.7209	0.6470	44.521	32.956
42	23.20	436	9.3712	2.2621	0.7389	0.7009	40.624	31.335
43	23.47	436	9.62	2.3626	0.7617	0.7646	36.456	29.707
44	23.73	436	9.77	2.4637	0.7882	0.8314	32.543	28.348
45	23.99	436	9.9278	2.5757	0.8174	0.9087	28.533	26.902
46	24.24	436	10.07	2.6938	0.8489	0.9939	24.684	25.482
47	24.48	436	10.154	2.8104	0.8819	1.0818	21.259	24.258
48	24.71	436	10.167	2.8856	0.905	1.1405	19.239	23.589
49	24.94	436	10.175	2.9665	0.93	1.2054	17.232	22.904
50	25.15	436	10.191	3.0552	0.957	1.2785	15.217	22.154
51	25.36	436	10.204	3.1209	0.977	1.3341	13.845	21.615
52	25.57	436	10.204	3.1784	0.995	1.3837	12.725	21.177
53	25.76	436	10.204	3.2263	1.01	1.4257	11.848	20.819
54	25.95	436	10.204	3.2582	1.02	1.4541	11.290	20.583
55	26.14	436	10.204	3.2648	1.0220	1.4600	11.177	20.535
56	26.32	436	10.204	3.2714	1.0241	1.4659	11.065	20.487
57	26.49	436	10.204	3.2778	1.0261	1.4716	10.958	20.440
58	26.65	436	10.204	3.2840	1.0280	1.4772	10.854	20.395
59	26.82	436	10.204	3.2900	1.0299	1.4826	10.755	20.352
60	26.97	436	10.204	3.2958	1.0317	1.4878	10.660	20.310

注: RI (1) =  $\exp(-0.00017x + 4.89596)$  x: 枝張長からの面積×本数

RI (2) =  $\exp(-0.00008x + 4.18417)$  x: 樹冠長×枝張長×本数