

# トドマツ人工林の施業法に関する研究 ( )

疎開木の相対生長

阿部 信行\*

Studies on the management of Todo-fir (*Abies sachalinensis*)  
planted forest ( )

Allometric growth of open-grown planted stand

Nobuyuki ABE\*

## はじめに

北海道における森林は、開拓使時代には無価値であったばかりでなく、むしろ開拓の邪魔物あつかいをされてきた。しかし、1886年、北海道庁が設立された頃になると、原始蓄積を終えた本州資本が北海道に進出し、木材市場が形成され、産業資本は採取林業に進出したとされている(小関 1962)。当時、無尽蔵にあると思われた森林も、採取が進むと、たちまち商品としての木材が欠乏し、価格が高騰するようになった。そこで、明治末期頃より国有林、民有林とも伐採跡地、山火跡地などに造林が実行され始めた。造林当初は二ホンカラマツの養苗が成功したことと、生長が速いことから二ホンカラマツが国有林、民有林とも造林された(松井 1965)。大正末期から昭和初期にかけて、国有林、道有林を中心に郷土樹種の見なおしが指摘され、当時やっと養苗法が確立されたトドマツが順次造林されるようになった(松井 1965)。昭和年代になると、国有林、道有林ともトドマツが最主要造林樹種となり、カラマツを大きくしのいだ。この傾向は、昭和 30 年に国有林で経営合理化方針が打ち出され、33 年に実行された頃からより顕著である。

一方、民有林においても、カラマツ材の需要構造が最近になって大きく変化し、従来の短伐期による小径木の利用が減少してきた。また、昭和 35 年頃から、先枯病の蔓延、野鼠害の増加などがあり、造林傾向も変化をきたし、昭和 49 年度の造林面積では、トドマツがカラマツを抜いて首位に立っている(北海道林業統計 1974)。このように、トドマツは郷土樹種ということで、国、道有林では最主要造林樹種として取り扱われ、民有林でもトドマツ造林の比率は年々高まっている。

以上のように、トドマツはカラマツとともに本道を代表する造林樹種である。しかしながら、第 2 次大戦前に造林されたトドマツは戦時中の人手不足のため、不成績造林に終るものも多く、年齢構成では昭和 33 年の経営合理化が実行された以降に造林された 5 年齢以下の若い林分が圧倒的に多い(阿部 1976)。一斉拡大造林の種々の弊害が指摘されているが、現状は問伐適期に入った林分が多く、今後どう取り扱っていくのか大きな問題をかかえている。

---

\* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido, 079-01.

本研究は、以上述べたように、若い林分が非常に多いトドマツ人工林に対し、その立地条件をあきらかにし、それに適合した施業体系を確立することを目的として着手したものである。林業経営において経営に相当するものは作業法とされている。作業法の分類は必ずしも明確ではないが、井上（1974）によれば、作業法を大別する要素は 林木の更新的性質 生産目的とされており、これを細分する要素として 伐採方法 更新方法があげられる。また作業法を説明するものとしては 樹種 伐期齢 林分構成などがある。作業法を分類するためには、経営目的に応じた森林の育て方および更新法を含めた取り扱い方が必要なわけである。そこで、経営計画を立てる上で不可欠な将来の材積の予測、つまり、作業法別の生長予測を立地区分に応じて行なうことにより、各地域に立脚した施業計画が立てられることになる。本研究の発展としては、このように作業法別生長予測の値を基に、自然的立地条件に応じた地域別の施業法の探究を目指すものである。第1報として、トドマツ人工林の生長予測を行なう時の基礎事項となる疎開木の相対生長関係について調べたので報告する。

カラマツの生長予測は、当場の小林経営科長が現在取りまとめ中であり、トドマツの生長予測に関しても、理論的根拠は同科長の指導によるものである。また、GOMPertz 曲線の計算はプログラム・ライブラリー（北海道，1972）に登録されている同科長のものを利用して頂いた。記して感謝する次第である。調査に御協力を頂いた道有林第二課試験係および北見，雄武，池田各林務署の各位に深く感謝の意を表す。

### 調査方法および調査資料

疎開木の定義は小林（1975）によれば以下の通りである。

- (1) 十分な占有面積を有し、隣接木と樹冠を交叉することなく太陽光を十分に受けている立木
- (2) 幹の下部まで生枝が着生し、樹冠が正常な型（円錐形）を呈している立木
- (3) 風衝による樹冠の偏奇やその他の被害の跡の認められない立木

以上の条件に適合する疎開木を、北海道有林雄武，池田両経営区および空知管内の民有林から、生育段階の異なる 31 本の疎開木を選定し、樹高，胸高直径，枝下高，樹冠幅を測定した。この中から雄武経営区峠団地より 2 本，池田経営区久保団地より 2 本および比較対象のため，昭和 4 年植栽無間伐林分，現在 ha あたり 2,300 本の久保団地から 2 本計 6 本について樹幹解析を実行した。樹幹解析による材積測定のほか，節間生長をはかり毎年の樹高生長量を測定した。また，各試料木とも力枝を持ちかえり，枝の節間生長を測定し，力枝の毎年の伸長量を算出した。

樹冠の形成過程を復元するために雄武 No. 1 の資料木を対象に以下の方法によった。輪生している分枝の内 1 本ずつを各輪生部から切り取り，図 - 1 に示すように，各年枝別にわけてその伸長量，枝数，年枝別の生重量を測定した。各年枝の枝数は，規則正しく分枝したとすれば枝齢により算出できるはずだが，現実には，気象害や虫害および上部の枝の被庄などのために各分枝数は不規則になる。各枝の年枝間の伸長量を測定した後，年枝別に切りわけて輪生している枝数を乗じて総重量とした。樹幹解析木一覧表を表 - 1 に示す。

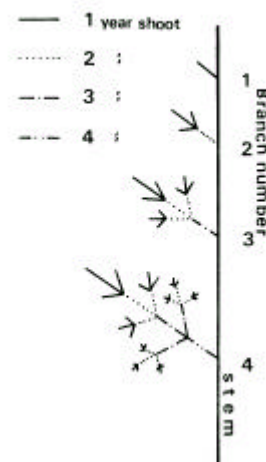


図 - 1 枝区分

**Fig.1.** Scheme illustrating annual shoot in the tree canopy.

All annual shoots were cut off separately according to their age.

表 - 1 樹幹解析木一覧表

Table 1. Sample trees of stem analysis

疎開木	資料木 Sample tree	林齢 Age (年)	樹高 Height (m)	胸高直径 D.B.H. (cm)	樹冠直径 Crown diameter (m)	樹冠長 Crown length (m)
Open-grown tree	Ikeda No.1	42	19.7	46.0	8.8	17.6
	Ikeda No.2	43	12.4	27.3	5.2	10.9
	Oumu No.1	18	6.61	12.6	3.4	5.3
	Oumu No.2	29	12.22	27.2	3.9	9.8
過密林分 Excessively high stand density	Ikeda No.3	42	21.1	27.5	3.25	7.7
	Ikeda No.4	41	18.1	14.4	2.25	7.4

\* 林齢は断面高 0.3m の年輪数とした。

Tree age was determined by annual ring numbers at 0.3 m height.

### 測定結果と考察

密度の影響を受けない疎開木は太陽光を十分にうけて、枝葉を自由に伸長させることができる。幹の増加に対して、同化器管である葉の量が大きく関係していることはすでに四手井ら(1963)によって確かめられている。したがって、最大の葉量を持つ疎開木は、幹の増加量も最大となるはずである。地位の影響を除くため、樹高を基準として各器管との生長関係を調べることにより、立木密度の影響を受けない場合の各器管の最大量およびトドマツ固有の樹形形成過程を生育段階別に調べることができる。疎開木の生長を基準にすることにより、閉鎖林分内の枝の枯れあがりによる幹の増加量の低下を測定することが可能である。

相対生長は、1932年にHUXLEYによって見いだされたものだが、林学では森林の生産力解析の1方法として吉良ら(1960)がその有効性を指摘し、四大学合同調査班の報告(1960)以降広く利用されてきた。相対生長式は任意の部分の大きさ(x)と個体の大きさ(w)との間を

$$x = Aw^h \quad (1)$$

とあらわすものである。これまでの研究では、xやwの変動をおこす要因として多く生長時間(t)が考えられた。(1)式を

$$\frac{1}{x} \frac{dx}{dt} = h \frac{1}{w} \frac{dw}{dt} \quad (2)$$

と変形して、両者の生長率の比例関係が(1)式の関係の基礎をなすものと解釈されてきた。相対生長係数hの値は生長するにつれて変化する場合も多い。吉良(1963)はこれを「時間方向の相対生長」とよんでいる。また(2)式を地位要因Sで微分すれば、「地位方向の相対生長」について分析できる。林木の場合、生育期間が長く、生育する場所も広範囲にわたるのでこの2方向によるhの変動を調べなければならない。時間方向は過去の生長にさかのぼって両者の関係を調べることにより、また、地位方向はいろいろな地位のものをサンプリングするという手段により調べることができる。

つぎに、幹の増加量とそれを支えている樹冠伸長量との時間方向の相対生長関係について分析した。

### 樹冠と幹生長との相対生長関係

雄武 No. 1 の資料を用い、時間方向の相対生長を調べるため、樹冠の形成過程を復元した。疎開木の幹より出ている枝を 1 次枝とし、1 次枝の各年枝の伸長量を基に樹冠の形成過程を復元してみると図 - 2 に示すとおりである。着枝の角度は、伐倒した際に測定した。図 - 1 に示すとおり、枝番号は枝齢に一致するが、枝番号 9 と 11 は出生が 1 年遅い枝より伸長量がないことから、気象害（霜など）、また、上部の枝の被圧などにより伸びが悪くなっている。また、11 年生の枝以前のもは、上部の枝の数圧により消滅してしまっている。

図 - 2 から得られる測定値と幹の増加量とをつぎのように対応させて、両者の相対生長関係を分析した。厳密には、樹冠体積および樹冠表面積は相対生長としてとりあつかわないが、ここでは、時間とともに増加する意味から便宜上、他の因子と同様の分析を試みた。

樹冠伸長量	幹の増加量
長さ（枝長 $L$ ）	胸高の半径生長量 $DH$
重さ（枝生重 $L_w$ ）	材積 $V$
広がり（〔イ〕樹冠体積 $C_v$ ）	材積 $V$
（〔ロ〕樹冠表面積 $S$ ）	胸高断面積 $G$

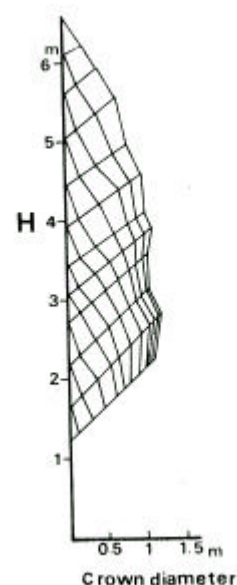


図 - 2 樹冠形成の復元図

Fig.2. A reconstruction of the crown analysis (Oumu No.1).

Crown analysis was made by measuring of annual shoot.

枝長は力枝の毎年の伸長量、枝生重は各年枝別（葉を含む）の生重量、樹冠体積および樹冠表面積は各林齢別に求めた。これに対応させるべく毎年の胸高の半径生長量、各林齢別の材積および胸高断面積を求めた。最小 2 乗法は DEMIG（1968）の方法による重みづけを用いた（以下、本論文の回帰はこの方法によった）。回帰式の適合度を標準誤差（ $S$ ）と誤差率（ $E = \frac{S}{x} \times 100$ ）とで示す。

	Standard error $S$	Percentage of error $E$	
$G = 1.619 \times 10^{-5} S^{1.2422}$	0.0001666	3.76%	(3)
$DH = 5.702 \times 10^{-4} L^{1.3436}$	0.12018	3.54%	(4)
$V = 2.458 \times 10^{-4} C_v^{0.9194}$	0.001677	11.3%	(5)
$V = 7.337 \times 10^{-9} L_w^{1.2576}$	0.00371	25%	(6)

以上の結果から、各因子間に相対生長は時間方向に成立していることを示している。(6) 式の場合、やや精度が落ちるが、枝生重を絶乾重としなかったためと思われる。相対生長係数の値から、断面積と半径生長は樹冠部の増加を表面積と力枝長として表示した場合は、優生長（positive allometry）を示し、材積は樹冠体積に対しては劣生長（negative allometry）を示し、逆に、枝生重に対しては優生長をなす。トドマツの着葉年数を各年枝別に観察したところ、一番古い葉で 8 年生がわずかに着生しており、量的には 5 年生以降から急に少なくなる。これらの結果は、中須賀ら（1972）のトドマツの葉は古いもので 8~9 年生、大体は 5 年生を限

度としているとの観察事実にはほぼ一致している。以上の事実を枝数の面から、図-3に示す。各年枝の枝数と枝齢は3本の直線で近似でき、西田ら(1972)によると、この直線の勾配の落ちこみは、樹種あるいは樹木の着葉年数などに関係があるのではないかと指摘している。図-3に示すように5年、および9年で勾配が変わり枝数が大きく落ちこんでおり、上述の着葉年数をうらづけている。

### 樹高と枝長との相対生長関係

以上の結果から、幹の増加は樹冠の伸長量と相対生長関係にあることが指摘できた。そこで、樹高生長が樹冠量を表示する大きな要因である力枝の生長量とどのように対応しているかを調べた。これは各生育段階における樹形を決める因子の分析とともに、樹高生長にともなう樹冠量の増加を分析することを意味する。そこで、池田 No. 2, 雄武 No. 1 および比較のため、過密林分池田 No. 4 の3本について、力枝の毎年の伸長量と力枝より上部の樹高の総生長量との相対生長を調べた。力枝の基部から  $t$  年の時の枝長を  $L_t$  cm, 力枝より上部の樹高の総生長量を  $H_t$  cm として両者の相対生長を求めるとつぎのとおりである。

		$S$	$E$	
Oumu 1	$L_t = 1.0815 H_t^{0.8367}$	9.19	8.56%	(7)
Ikeda 2	$L_t = 1.3905 H_t^{0.7889}$	4.96	3.19%	(8)
Ikeda 4	$L_t = 1.3303 H_t^{0.8334}$	4.81	2.52%	(9)

力枝下高は、雄武 No. 1 が 1.6m, 池田 No. 2 が 2.8m, 過密林分池田 No. 4 が 14m である。相対生長係数  $h$  はいずれも 1 以下であり、総高生長に比べ、枝生長は劣生長であることを示している。したがって、樹高生長とともに、樹冠の頂角がせばまった円錐型に近づいてくる。池田 No. 2 の場合は、上部の枝の被圧により、力枝の生長が衰えたものと思われる。一方、過密林分池田 No. 4 にみられるように、生枝とそれより上部の樹高生長の間には、疎開木とほぼ同様の関係が成立している。

このように、樹高が伸長すれば、相対生長係数が 1 以下で枝が伸長し、それにより幹が増加するという一連の関係が相対生長法則にのることが確かめられた。また、過密林分でも、生枝がついている部分は樹高の毎年の伸長量と力枝の伸長量はやはり相対生長式が成立し、その力枝の葉が光合成を行なっているかぎりには枝の根元の直径との間に相対生長式が成立する。過

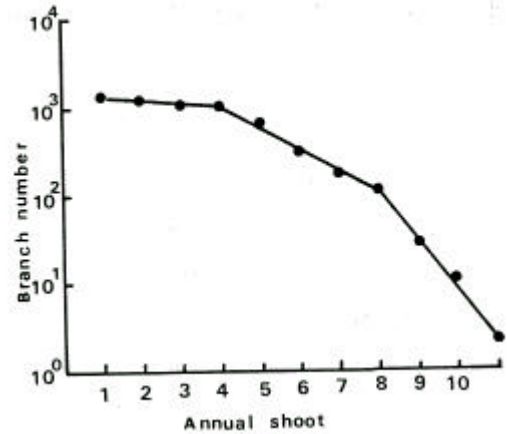


図-3 各年枝の枝数

Fig.3. Relation between logarithm of branch number of respective ages and age.

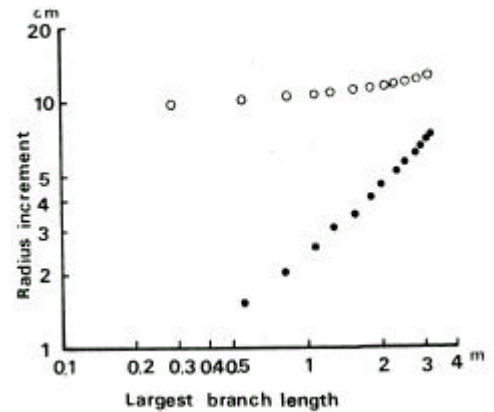


図-4 枝長と半径生長の相対生長

Fig.4. Allometric relationship between radius increment and largest branch length in the excessively high stand density (Ikeda No.3). Radius increment at 14 m height  
Radius increment at breast height



密林分池田 No.3 の半径生長と枝長の相対生長を図 - 4 に示した。枝が枯れ上がっている胸高とはまったく対応しないが、生枝下の半径生長とはよく対応していることを示している。

密度の影響を受けない樹高を基準に、各器管との相対生長係数をおさえることにより、各生育段階の各器管の大きさが推定できることになる。今まで分析したような単木の樹冠形成過程の復元図の測定数を多くすることは現状では困難である。そこで、疎開木のサンプリング調査により地位方向の相対生長を調べ、これと時間方向の相対生長との変動を調べた。変動がなければ、サンプリング調査により資料数を多くすることが可能である。そこで樹高を基準とした場合の各器管との相対生長係数を「地位方向」、「時間方向」両方向について求めた。両方向の変動に注意するため、サンプリング調査の結果上に、今までの樹幹解析および樹冠形成過程の復元図の測定値をプロットした。

#### 胸高樹高と胸高直径との相対生長

疎開木の樹高を  $H_T$  とすれば胸高樹高  $H_{OB}$  は次式により定義される。

$$H_{OB} = H_T - 1.3 \quad (10)$$

胸高樹高と胸高直径との関係を時間方向および地位方向について分析するための樹幹解析の資料およびサンプリングの資料により示すと図 - 5 のとおりである。図 - 5 の + 印が示すように、樹幹解析の丸印とほぼ一致する傾向を示した。この関係式を最小 2 乗法で求めるとつぎのとおりである。

樹幹解析の結果	$D = 2.0491H_{OB}^{1.0569}$	<b>S</b>	<b>E</b>	
		0.8229	4.71%	(11)

サンプリングの結果	$D = 2.1365H_{OB}^{1.0482}$			
		1.15602	6.04%	(12)

となりほぼ一致した結果が得られた。つまり、時間方向と地位方向に相対生長関係が成立することを示すものである。そして、相対生長係数は  $h = 1$  の場合に相当し、胸高と直径が等生長 (isometry) をとげることがわかった。トドマツ人工林の疎開木の胸高樹高と胸高直径の相対生長式を測定精度の良い樹幹解析の結果を用いて

$$D = 2.0941H_{OB} \quad (13)$$

と定めた。今回、測定した範囲内の生育段階では  $\frac{D}{H_{OB}} = 2.0941$  の一定比を保ち、変化しない。小林 (1975)

の示したカラマツ疎開木の結果と比較すると、始原生長指数はほぼ等しく、樹種間による大きな幹形の差は疎開木においてはみられなかった。

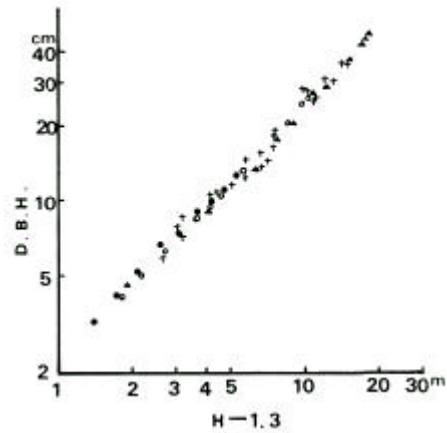


図 - 5 直径 (D.B.H.) と胸高樹高 (H - 1.3) の相対生長関係

Fig.5. Allometric relationship between D.B.H. and  $H_{OB}$  (H - 1.3), expressed by the linearity between the logarithms of the two amounts.

No significant differences are found between sampling and stem analysis data with respect to the D.B.H. ~  $H_{OB}$  regression.

Oumu No.1 Ikeda No.1

Oumu No.2 Ikeda No.2

+ Sampling data

## 樹高，樹冠間の相対生長

樹冠復元図および力枝の伸長量の値から，樹高と樹冠の間に相対生長関係は成立するが，力枝の伸長量は枝を切らなければ測定できない。そこで簡易的な方法として，力枝の実長をクローネの投影長として近似させた。これを樹冠 ( $W$ ) とし，また，樹冠の形状を決めるため，樹冠幅と樹冠長 ( $L$ ) との間の相対生長関係についても調べた。結果を図 - 6, 7 に示した。時間方向の相対生長間を調べるため，雄武 No. 1 の樹冠復元図より，実枝長を投影長に変換して図上にプロットした。両図とも，サンプリングの値がややバラつくが，樹幹解析の値はほぼ点の中心に位置し，勾配も変わらないので時間方向および地位方向に相対生長関係が成立していると判断される。相対生長係数を最小 2 乗法で求めると

$$W = 0.6454H_T^{0.8807} \quad S \quad E \quad (14)$$

$$W = 0.7423L^{0.8807} \quad S \quad E \quad (15)$$

となる。

以上の結果から，トドマツ人工林の疎開木は，直径，樹高，および樹冠部の間に一定の相対生長関係を保っていることがあきらかである。

### 疎開木の生長式

基準となる疎開木の樹高生長および直径生長について分析を試みた。トドマツ人工林の樹高生長式は，小林 (1967) によって GOMPERTZ 式がよく適合することがすでに発表されている。それらはいずれも，閉鎖林分内の単木について分析しており，疎開木のあてはめにより密度の影響を分析できることになる。樹幹解析した資料に GOMPERTZ 曲線をあてはめた。GOMPERTZ 曲線は

$$\frac{dY}{Dt} = B(K - Y)Y \quad (16)$$

の解として得られるもので，Logistic 曲線の一種である。(16) 式の解は

$$Y_t = Ka^{bt} \quad (17)$$

として表され， $t$  は年齢， $Y$  は  $t$  年における樹高および胸高直径を表わす。また，(17) 式の変曲点は，

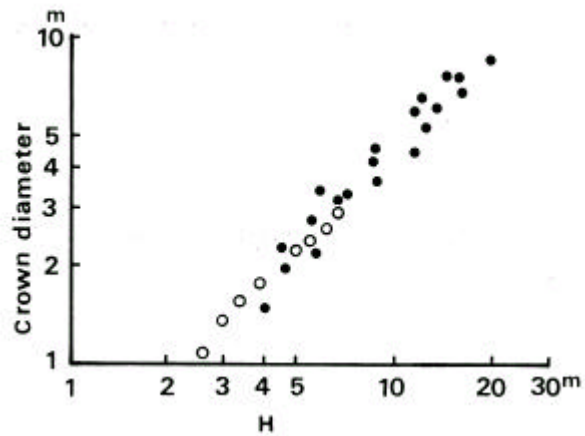


図 - 6 樹高と樹冠幅との相対生長関係

Fig.6. Allometric relationship between height ( $H$ ) and crown diameter ( $W$ ).

No significant differences are found between sampling and crown analysis data.

Sampling data

Crown analysis (Oumu No.1)

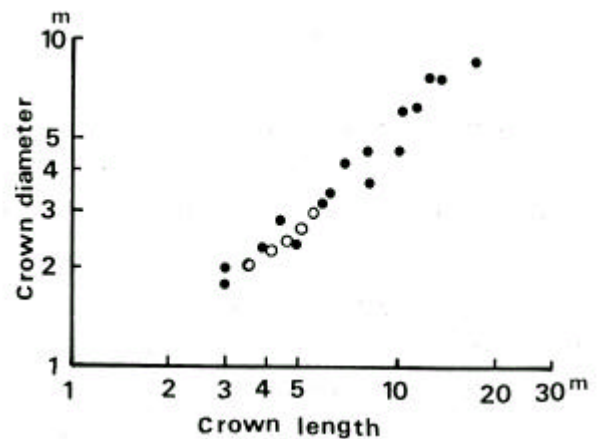


図 - 7 樹冠長と樹冠幅との相対生長関係

Fig.7. Allometric relationship between crown diameter ( $W$ ) and crown length ( $L$ ).

No significant differences are found between sampling and crown analysis data.

Sampling data

Crown analysis (Oumu No.1)

$$y_1 = \frac{K}{e} \quad (18)$$

$$t_1 = -\frac{\log(-\log a)}{\log b} \quad (19)$$

で与えられる。 $y_1$ は変曲点の樹高および胸高直径， $t_1$ は変曲点の年齢を表す。常数（最小2乗法による）および変曲点を求めると，

			<b>S</b>	<b>E</b>	$t_1$	$y_1$	
Ikeda No.1	H	$Y_t = 32.79(0.0614)^{0.9534t}$	0.1923	1.85	21.51	12.07	(20)
	D.B.H.	$Y_t = 80.74(0.0487)^{0.9504t}$	0.4998	2.24	21.73	29.71	(21)
Oumu No.1	H	$Y_t = 11.40(0.0818)^{0.8817t}$	0.1015	2.83	7.29	4.2	(22)
	D.B.H.	$Y_t = 23.14(0.1674)^{0.8650t}$	0.1911	2.42	4.0	8.51	(23)
Oumu No.2	H	$Y_t = 17.90(0.0702)^{0.9227t}$	0.3397	5.43	12.15	6.59	(24)
	D.B.H.	$Y_t = 85.55(0.0539)^{0.9477t}$	0.2442	1.71	19.97	31.47	(25)
Ikeda No.3	H	$Y_t = 31.97(0.0880)^{0.9522t}$	0.2217	1.88	18.14	11.76	(26)
	D.B.H.	$Y_t = 30.60(0.1259)^{0.9301t}$	0.2862	1.80	10.06	11.26	(27)
Ikeda No.4	H	$Y_t = 28.59(0.0841)^{0.9535t}$	0.1821	1.84	19.04	10.52	(28)
	D.B.H.	$Y_t = 14.81(0.2751)^{0.9212t}$	0.1291	1.31	3.11	5.45	(29)

ここで，植栽後5年間の樹高生長は，樹幹解析法によっても正確な測定が難しいのでこれを除いた。また，胸高直径についても，雄武No.1だけ3年を，残りは5年を除いた。すなわち樹高の場合 $t=0, 1, 2$ は林齢6, 7, 8年を意味し，胸高直径は，胸高に達する年齢が資料木により異なる。 $t=0$ のときの林齢を記すと池田No.1が10年，雄武No.1が11年，雄武No.2が11年，池田No.3が8年，池田No.4が9年である。

以上の結果を考察すると，樹高生長にはGOMPertz曲線が非常によく適合することが確かめられた。これは，密度の影響を受ける過密林分の樹高生長にもよく適合し，例えば，樹高のほぼ等しい池田1と池田3は，限界値 $K$ も等しく，1年当り生長増加分の減少率 $b$ もほぼ等しい。しかし，直径生長の場合，立木密度の影響を受けて初期生長からおさえられるため，限界値が疎開木に比べて小さくなっている。そして，変曲点 $t_1$ の値も，疎開木に比べて小さく，早期に生長が衰えることを示している。直径生長に対するGOMPertz曲線自体のあてはめは，疎開木および過密林分木によく適合する。

今後は資料数をふやしてあてはめの精度をたかめて，生長モデルへの適応をはたすつもりである。

## 摘 要

トマツ人工林の疎開木を対象に相対生長関係について分析した。疎開木と比較するため過密林分から2本の資料木を求め同様の分析を試みた。樹冠伸長量を枝長，枝生重，樹冠体積，樹冠表面積で表示し，幹の増加量を半径生長量，材積，胸高断面積で表示した場合，両者には時間方向に相対生長関係が成立し，枝の伸長量が幹増加の基礎となっている。

樹高生長と力枝の伸長量との間に相対生長関係が成立し，また，胸高直径は，胸高以上の樹高との間に相対生長係数1が成立して，樹高との間に一定の比を保って生長していることがわかった。樹冠の測定を容易にするため，樹冠の投影長を測定したところ，これとの間にも相対生長関係が成立した。



以上から，疎開木は各部分間に相対生長式が成立することが確かめられ，各生育段階で固有の樹形となる。また，各生育段階の基礎となる疎開木の樹高生長は，従来，閉鎖林分内の樹高生長に適合するといわれていた GOMPertz 式がよくあてはまった。この式は胸高直径生長に関して疎開木，無間伐過密林分木いずれにもよくあてはまることが確かめられた。

## 文 献

- 阿部信行 1976 トドマツ人工林の資源構成． 光珠内季報 27 : 6 - 10
- DEMING, W. E. (森口繁一訳) 1968 推計学によるデータのまとめ方．198p 岩波書店
- 井上由扶 1974 森林経理学．298p 地球社
- 吉良竜夫 1963 高等植物の相対生長．1. 時間以外の生長要因と相対生長． 成長 2 : 1 - 9
- 吉良竜夫(編) 1960 植物生態学(Ⅱ)上．402p 古今書院
- 小林正吾 1967 トドマツ人工林の樹高生長型と林分樹高生長の解析について．北林試報 5 : 1 - 16
- 小林正吾 1975 占有面積の推移によるカラマツ人工林の林分生長モデル( )．86 回日林講集 68 - 69
- 松井善喜 1965 北海道の森林の取扱いに関する研究 I．林試研報 175 : 1 - 143
- 中須賀常雄・春木雅寛・中尾考一・松田 彊 1972 トドマツ単木の枝葉量について．日林北支講集 21 : 61 - 65
- 西田 仁・四手井綱英 1972 樹冠の年齢構成に関する研究( )．京大演報 43 : 140 - 151

## Summary

The allometric growth was measured for open-grown trees in several planted forests of Todo-fir (*Abies sachalinensis*). Thirty one samples consisting of 27 sampling data and 4 stem analysis data from various open-grown trees were taken at Oumu and Ikeda in Hokkaido to investigate their allometric growth. In order to compare with the open-grown trees, two trees from the excessively high stand density were cut down at Kubo, Ikeda (Table 1). The branches of crown in Oumu 1 were cut off separately according to their age (Fig. 1). There were measured the length and weight of the branches by their respective ages.

The increment of crown was indicated branch length ( $L$ ), branch weight ( $L_w$ ), crown volume ( $C_v$ ) and crown surface area ( $S$ ) and the increment of stem was indicated radius increment of D.B.H. ( $D_h$ ), volume ( $V$ ) and basal area ( $G$ ).

The increment of crown could be proved in the allometric relation of the increment of stem by grown functions as shown in equation 3 - 6 (in the case of Oumu 1).

On the basis mentioned above, the following analyses were tried to use the sampling and stem analysis data :

The relations of the largest branch length ( $L$ ) to height above the largest branch ( $H_t$ ) are expressed by the allometric relationship, so that open-grown trees have an intrinsic tree form. Diameter of breast height (D.B.H.) and height above D.B.H. (HOB) can also be expressed by the linearity between the logarithms of the two amounts (Fig. 4). In this case, the allometric growth between D.B.H. and HOB was isometry because the relative growth coefficient value was equal to 1.

The increment between the largest branch length and the branch base radius in the excessively high stand density can be expressed by the linearity between the logarithms of the two amounts. However the

relationship between D.B.H. and branch length can be expressed by the non-linearity ( Fig.3 ). The allometric relationship between crown diameter(  $W$  )and total height (  $H$  )was also shown ( Fig.5 ). The increment of the crown diameter was negative growth in comparison with height growth.

GOMPERTZ curve equation,  $y_t = Ka^{bt}$ , was used to fit height-age and D.B.H.-age curves of individual stem analysis data for describing numerical shapes of their growth curve ( equation 20 - 29 ). GOMPERTZ curve was fitted well to predict height from age in both excessively high stand density and open-grown one. Prediction of D.B.H. from age in open-grown stand was also fitted well by GOMPERTZ curve, in the excessively high stand density, fitted well both dominant and suppressed trees.