

# 東信地方信州カラマツ林の林分構成と林分生長

菅 原 聰

信州大学農学部 森林経理学研究室

## はじめに

信州カラマツ人工林といっても、おのおのの林分はその林齢や地力や気象やその他いろいろの条件によってその構成状態を異にしており、きわめて多様な様相を示している。そしてまた、ひとつの林分内においてもおのおのの林木のさまざまな大きさ、たとえば胸高直径や樹高などは林木ごとに異なっている。

このように一見して多様な林分構成や生長過程も、全体としてみるときは、一定の法則、いわゆる集団的法則、統計的法則にしたがっているものであり、統計的な方法によってうまく説明することができると思われる。

そのような視点に立って信州カラマツ人工林の林分構成と生長過程との集団的法則性について、すなわち統計的法則性についての解明を試みたのが、本報告であり、したがって本報告の構成は第1章東信地方の概況、第2章東信地方における信州カラマツ林の林分構成、第3章東信地方における信州カラマツ林の生長となっている。

本報告のための基礎資料はおもに1967年に長野県上田市・小諸市・佐久市・北佐久郡・南佐久郡・小県郡の地域、いわゆる東信地方で収集したものであり、収集にあたっては当研究室の高橋祐吉助手をはじめ当時の専攻生の都築仁志君・上村忠君・岡本永治君・小林允君・牧晃一君の御協力を得たし、また本報告の作成にあたっては当研究室の林妙嬢の御助力を得た。以上の各位に対して心からお礼を申し上げる次第である。

## I 東信地方の概況

東信地方というのは、千曲川上流地域に位置する長野県上田市・小諸市・佐久市・南佐久郡・北佐久郡・小県郡の3市3郡を包括する地方であり、森林計画においては千曲川上流地域森林計画区として一括されている。東信地方は通常南佐久・北佐久・上小の3地域に区分されるが、南佐久地域は南佐久郡で臼田営林署管内に、北佐久地域は小諸市・佐久市・北佐久郡で岩村田営林署管内に、上小地域は上田市・小県郡で上田営林署管内に相応している。

### § 1 自然的条件

#### 1 地 勢

東信地方は千曲川の流れ出す北西部を除いては、2,000m級の山々によってとり囲まれて

おり、中央部はなだらかな地形をなして佐久平と称せられる盆地を形成している。

この地域をとりまく山系としては北東部から東部には浅間山(2,542m)を主峯とする志賀火山などの新旧の火山群と荒船山(1,423m)・三国山(1,828m)・甲武信ヶ岳(2,460m)を連ねる関東山地、南部には金峰山(2,595m)を主峯とする秩父山地、南西部から西部には横岳(2,830m)・縞枯山(2,305m)・蓼科山(2,530m)などからなる八ヶ岳連峰と美ヶ原高原(2,034m)を中心とする筑摩山地、北部には太郎山(1,164m)・鏡台山(1,269m)・保基谷岳(1,529m)・根子岳(2,128m)・四阿山(2,333m)と連なる山地が存している。

四囲の山々から流れ出て佐久平をうるおしている水系は千曲川であり、四阿山・菅平を源とする神川、浅間山からの湯川、佐久山地からの内山川・抜井川・相木川、八ヶ岳からの湯川・大石川・大岳川・鹿曲川、筑摩山地からの依田川・浦野川などの各支流を集めて、この地域の北西部から日本海へと流れ下っている。また広川原地区は利根川水系に、また平沢地区は富士川水系に属しており、千曲川水系に属していない地区も一部に存するのである。

## 2 地質および土壌

東信地方の地質はフォッサ・マグナ地帯と中央構造線とが諏訪湖付近で交わっている関係もあって、多種多様で複雑をきわめている。北部の四阿山から浅間山にかけては浅間山火山群による火山灰・火山砕屑物・集塊岩・熔岩・安山岩類を主とした新生界の火成岩を、八ヶ岳・美ヶ原の一带は八ヶ岳火山群による集塊岩・熔岩・火山灰および火山砕屑物・安山岩類を基岩としており、甲武信ヶ岳一帯の関東山地は中・古生層の粘板岩・砂岩・チャートなどの堆積岩を基岩としており、これらで鉄状にはさまれた地域の山地では石英閃緑岩・花崗閃緑岩などの火成岩や中・古生層の粘板岩・砂岩・チャートなどの堆積岩を、平野部では別所累層・小諸累層・青木累層などの新生界の堆積岩を基岩としている。

これら基岩の風化生成地である土壌としては褐色森林土のほか、火山灰よりなる黒色土のいわゆる“黒ボク”が広く分布しており、気象・その他の因子などと関連して植栽可能な樹種は限定されるものの、深さは中以上のところが多く、一般に疎鬆で乾燥しやすいが、理学的性質は林木の生育に適しており、地味は中庸と考えてよい。

## 3 気象

東信地方の気象は南部と北部、平地と山地とではかなり異なるが、一般に海拔高度が高く、太平洋ならびに日本海からの影響を受けることが少なく、比較的乾燥しているので、気温が低くなるとともに日較差が大きくなり、いわゆる内陸性の気候を呈する。春と秋に移動性高気圧が本州中部を通過するころは夜間の気温がいちじるしく低下し、時季はずれの霜がおりることが多く、初霜は10月上旬、終霜は5月下旬というように無霜期間はわずか4カ月にすぎない。初雪は11月下旬、終雪は4月上旬で冬季は長く寒気も厳しいが、積雪量は少ない。また夏の雷雨は烈しく降雹をともなうこともしばしばであり、農作物に害をあたえることも多い。また年間降水量は800mm~1,300mmで一般に少なく、冷涼乾燥型の気候といえるようである。

東信地方のクリモグラフをみても明らかなように、12月~3月の冬季4カ月の気温はきわめて低く、またその降水量もきわめて少ない。そしてまた、降水量は6月・7月の梅雨季と9月の秋季に集中している。

また温量指数を月ごとの平均日最高ならびに平均日最低気温の平均値から計算し、図2に

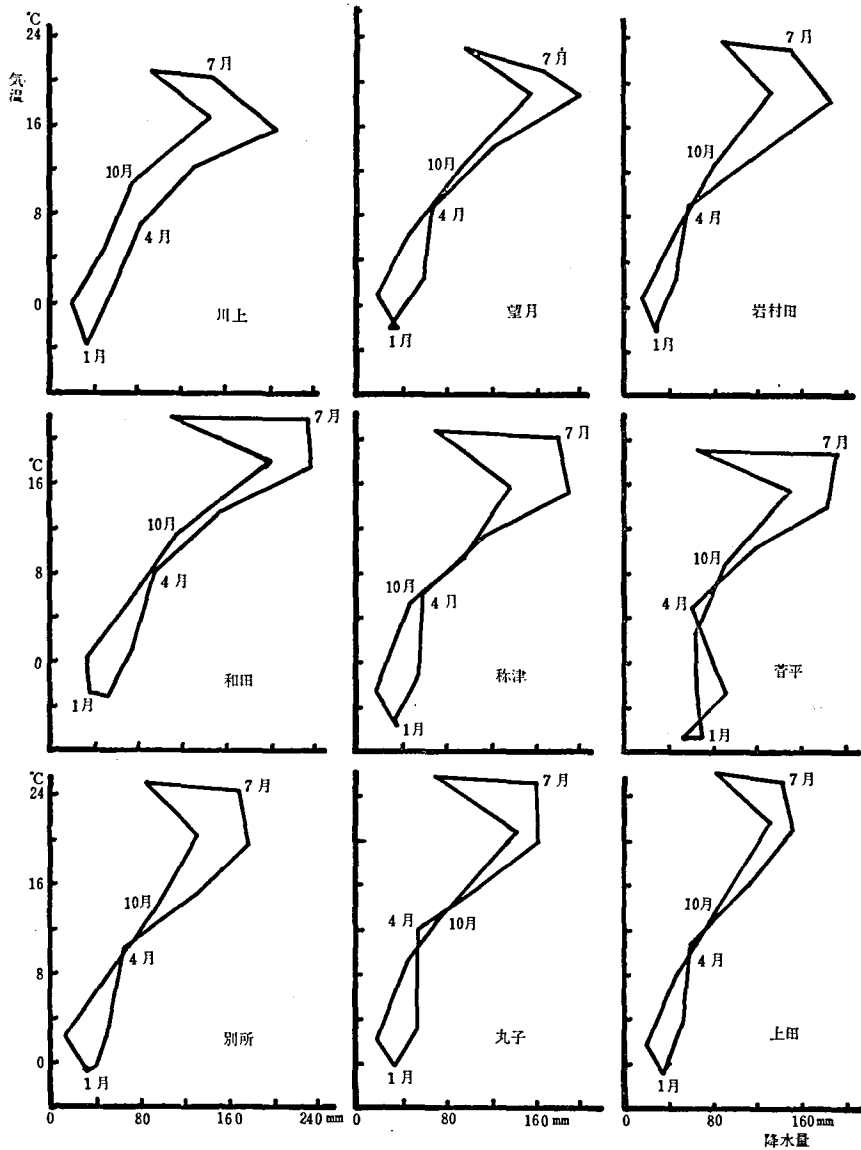


図1 東信地方のクリモグラフ

示した。これは真の平均気温に基づいて計算した指数よりも若干高い値を示し、吉良・吉野<sup>1)</sup>によると平均して5°C monthぐら大きくないとされている。このようにして求めた温量指数では50°C month~100°C monthの範囲で東信地方はカバーされるのである。吉良・吉野によると中部地方における信州カラマツの天然林の分布範囲は10°C month~80°C

month であり、これとの比較においても信州カラマツ生育に適した気温状態であることが知られるのである。

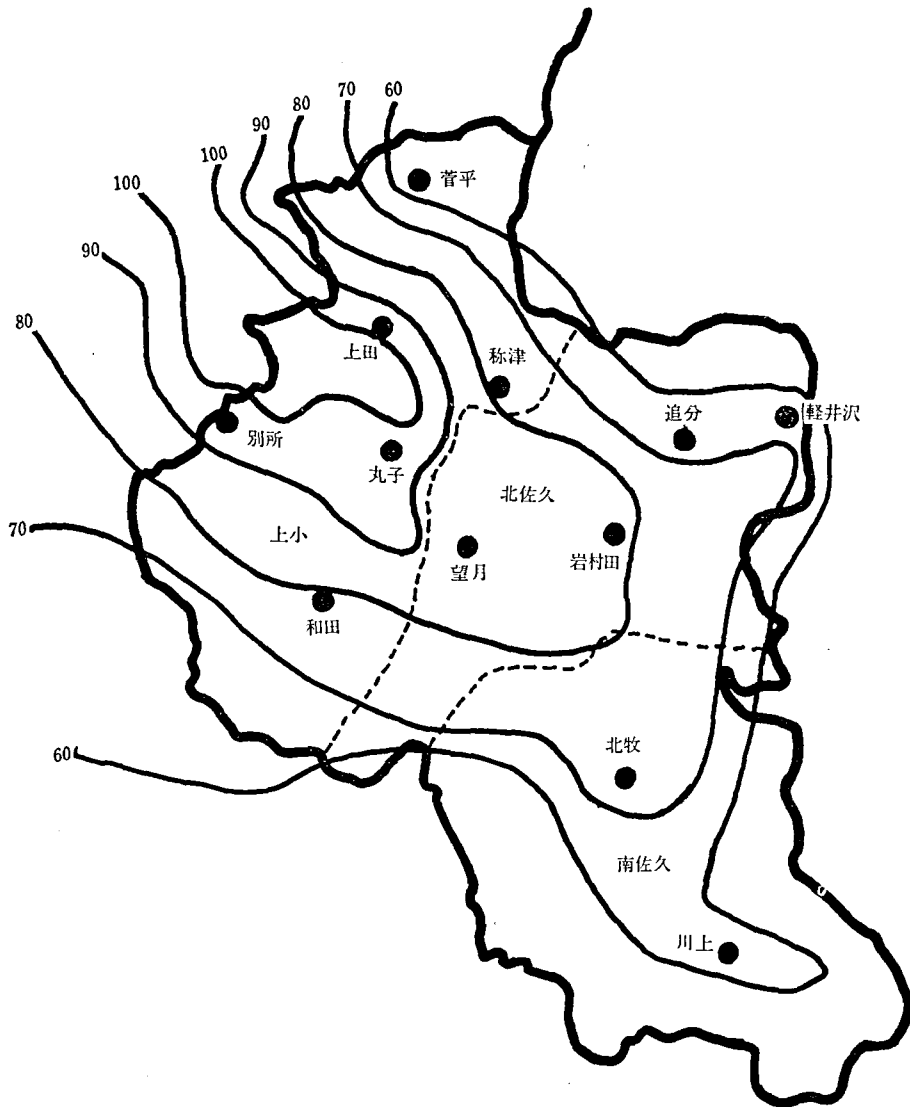


図2 東信地方における温量指数

### § 2 森林の現状

長野県は総面積 136万ha のうち 106万ha が、すなわち全県の78%におよぶ面積が、森林として林業のための土地として提供されており、全国平均森林率67%に比べても森林県である

表1 森林面積および蓄積

	総面積 (ha)	森林面積 (ha)					森林率 計 (%)	森林蓄積(1000m <sup>3</sup> )		
		国有林	民有林			計		国有林	民有林	計
			公有	私有	小計					
長野県	1,356,765	392,469	180,479	485,024	665,503	1,057,972	78.0	52,553	30,902	83,455
東信地方	247,631	61,665	42,199	75,119	117,318	178,983	72.3	5,959	6,410	12,369
南佐久	85,038	20,223	18,994	31,717	50,711	70,934	83.4	2,800	2,594	5,394
北佐久	74,004	15,097	9,739	18,574	28,313	43,410	58.7	1,216	1,652	2,868
上小	88,589	26,345	13,466	24,828	38,294	64,639	73.0	1,943	2,164	4,107

(資料) 長野県：長野県民有林の現況 昭和44年4月1日

表2 民有林における樹種別森林面積および蓄積

	森林面積 (ha)					森林蓄積 (1000m <sup>3</sup> )				
	長野県	東信地方	南佐久	北佐久	上小	長野県	東信地方	南佐久	北佐久	上小
スギ	38,904	1,943	276	130	1,537	3,385	224	19	26	179
針	19,978	701	98	138	465	1,863	131	20	25	86
葉	1,144	193	30	99	64	148	28	7	10	11
アカマツ	78,552	13,023	2,181	3,139	7,703	5,752	976	194	239	543
樹	157,608	53,952	28,244	13,061	12,647	6,620	3,443	1,663	915	865
その他	13,949	1,515	909	431	175	1,715	275	170	79	26
小計	310,135	71,327	31,738	16,998	22,591	19,483	5,077	2,073	1,294	1,710
広葉樹	318,179	42,879	17,166	10,914	14,799	11,418	1,333	521	358	454
竹林	1,823	174	11	29	132					
無立木地	35,366	2,940	1,796	372	772					
合計	665,503	117,318	50,711	28,313	38,294	30,901	6,410	2,594	1,652	2,164

(資料) 長野県：長野県民有林の現況 昭和44年4月1日

表3 国有林における樹種別森林蓄積 (単位：1000m<sup>3</sup>)

	針葉樹								広葉樹	合計	
	スギ	ヒノキ	アカマツ	カラマツ	モミ類	ツガ	サワラ	その他			
長野県	261	9,003	824	3,250	1,228	9,222	3,561	10,161	37,510	15,227	52,737
東信地方	10	118	613	1,767	146	1,608	32	832	5,126	1,565	6,691
南佐久	0	6	15	567	110	1,270	11	754	2,733	622	3,355
北佐久	0	24	323	421	2	34	1	43	848	268	1,116
上小	10	88	275	779	34	304	20	35	1,545	675	2,220

(資料) 長野営林局：昭和43年長野営林局事業統計書

(注) 上表で南佐久は白田営林署管内、北佐久は岩村田営林署管内、上小は上田営林署管内の数値である。

ことが理解されるが、東信地方は森林率72.3%と長野県内では低い森林率を示している。

東信地方の森林の樹種別構成状態をみるのに、民有林の場合には信州カラマツ林面積の針葉樹林面積のうちでの占める割合は、上小で56.0%、北佐久で76.8%、南佐久で89.0%、東信地方全体で75.6%となっており、長野県全体での50.8%に比べてかなりの高率で信州カラマツ林が東信地方を占有していることが知られるし、また蓄積からみても、針葉樹蓄積に対する信州カラマツ蓄積の割合は上小で50.6%、北佐久で70.7%、南佐久で80.2%、東信地方全体で67.8%となっていて、長野県全体での34.0%に比べると、東信地方での信州カラマツの林業における重要性が理解できるのである。

国有林の場合には、東信地方では奥地天然林地域を占めていることもあって信州カラマツの地位は比較的低く、針葉樹蓄積に対する信州カラマツ蓄積の割合は、南佐久(白田営林署管内)で20.8%、北佐久(岩村田営林署管内)で49.7%、上小(上田営林署管内)で50.4%、東信地方全体で34.5%と民有林に比べて低率であるが、長野県全体で8.7%という国有林の状態からみれば、まさに信州カラマツ地帯と呼ぶにふさわしいのである。

## II 東信地方における信州カラマツ林の林分構成

### § 3 林木の胸高直径分布

#### 1 胸高直径分布解析の基礎概念

林木の胸高直径分布とはある林分において林木が各直径階に対してどのような度数で現われてくるかを示すものであり、林分の構成状態を示すもっとも有力な指標である。

一般に林分での胸高直径分布はある法則性をもっていることが確かめられている。すなわち同齡單純林における胸高直径分布の基本型は正規分布であり、林齡が高くなるにつれて、しだいに左偏りの分布を示すようになってくる。そして正規分布からやや左に偏った分布としては Charlier-A型分布があり、さらに左偏りの分布としては Pearson I型分布があつて、同齡單純林の本数分布はこれら3つの型によって表わされ得るとされている。

東信地方における信州カラマツ人工林の胸高直径分布の実例を、林齡ならびに地位の異なる4つの林分での調査結果から図3として示しておいた。これらの4例とも比較的正規分布からは偏った分布型を示しているが、 $\chi^2$ 検定を行なった結果によると、第2プロットでは  $\chi^2_0=3,000 < \chi^2_{(6,0.05)}$ 、第29プロットでは  $\chi^2_0=2,867 < \chi^2_{(10,0.05)}$ 、第77プロットでは  $\chi^2_0=4,013 < \chi^2_{(6,0.05)}$ 、第95プロットでは  $\chi^2_0=10,214 < \chi^2_{(9,0.05)}$  となつて、いずれの場合にも正規分布とみなしてもかまわないような判断に導かれた。そこで、ここでは東信地方の信州カラマツ人工林での胸高直径分布が正規分布的であるとみなして胸高直径分布解析を行なうことにした。

調査した104プロットについての林分平均胸高直径と標準偏差とは付表として示してある。

#### 2 胸高直径分布の標準偏差の解析

信州カラマツ林の胸高直径分布の標準偏差について表4のように林分平均胸高直径の直径階別ならびに地位別にまとめてみると、直径階間でも地位間でも差異があるようなので、二

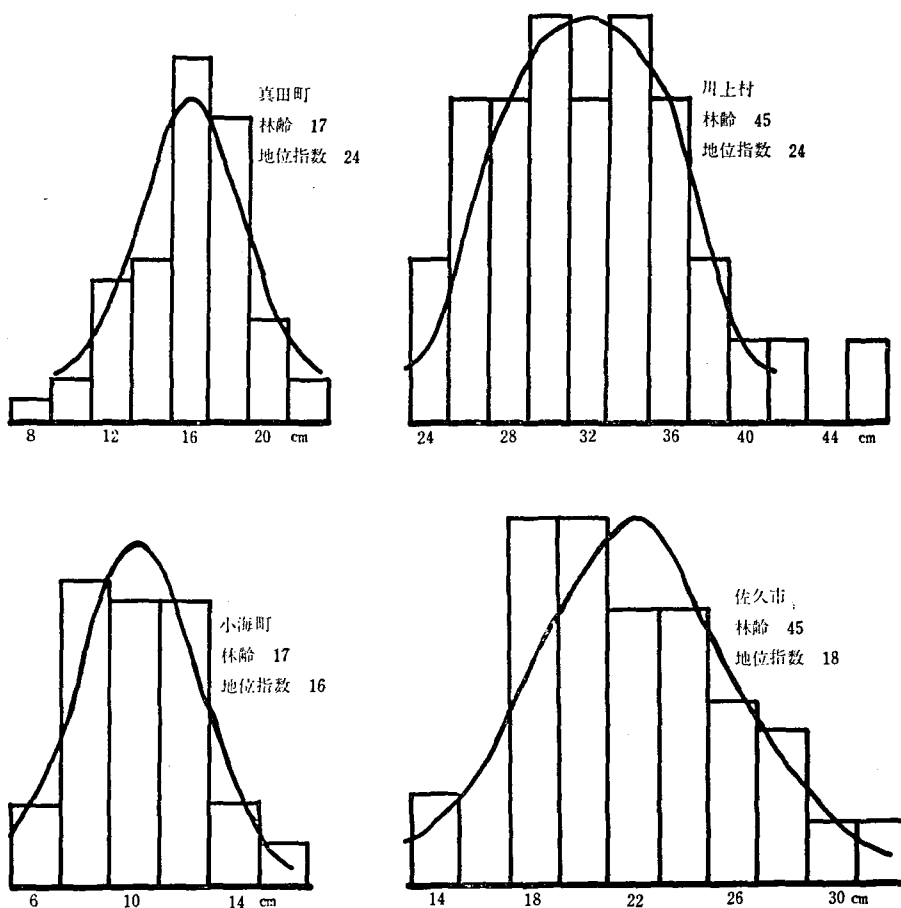


図3 東信地方信州カラマツ林における胸高直径分布

表4 東信地方信州カラマツ林における胸高直径分布の標準偏差(地位別・直径階別)

直径階 (cm)	地位 I		地位 II		地位 III		合計					
	プロット数	標準偏差(cm)	プロット数	標準偏差(cm)	プロット数	標準偏差(cm)	プロット数	標準偏差(cm)				
	合計	平均	合計	平均	合計	平均	合計	平均				
5					2	4.98	2.490	2	4.98	2.490		
10	1	2.70	2.700	4	8.45	2.113	7	17.55	2.507	12	28.70	2.392
15	8	19.97	2.496	4	16.45	4.112	9	42.28	4.698	21	78.70	3.478
20	6	24.83	4.138	25	105.10	4.204	8	37.38	4.673	39	167.31	4.290
25	12	51.01	4.251	6	27.47	4.578	2	14.86	7.430	20	93.34	4.667
30	2	9.74	4.870	2	13.90	6.950				4	23.64	5.910
35	1	5.95	5.950							1	5.95	5.950
合計	30	114.20	3.807	41	171.37	4.180	28	117.05	4.180	99	402.62	4.067

表5 東信地方信州カラマツ林における胸高直径分布の標準偏差の分散分析表

要因	平方和	自由度	不偏分散	Fo
直径階間変動	44.5561	3	14.8520	19.6741**
地位間変動	5.8958	2	2.9479	3.9050*
交互作用変動	34.6767	6	5.7795	7.6560**
残差変動	65.6797	87	0.7549	
総変動	150.8083	98		

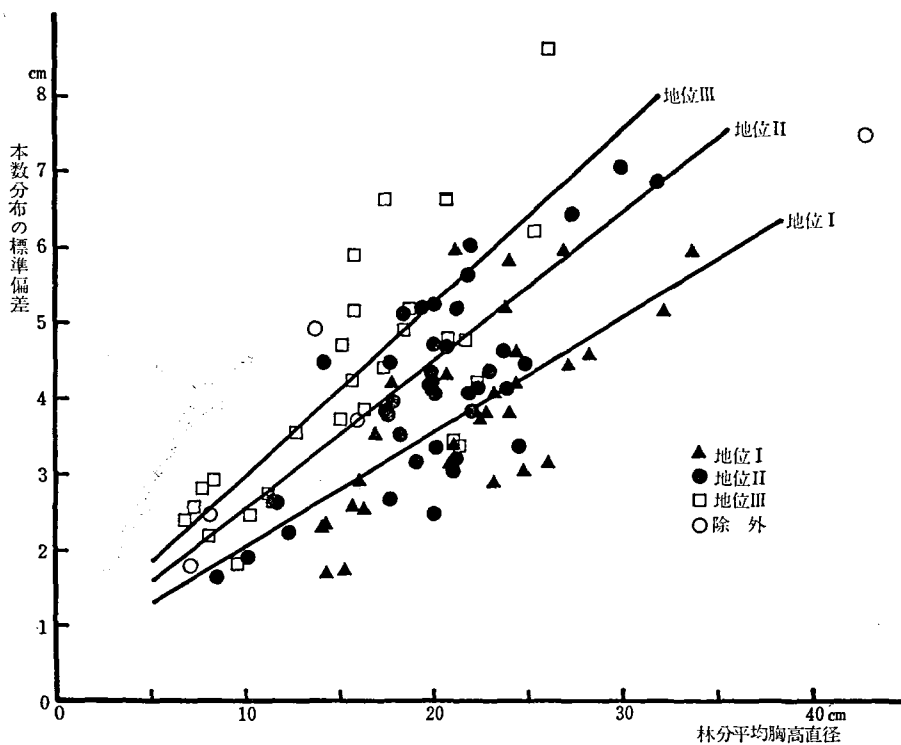


図4 東信地方信州カラマツ林における林分平均胸高直径と本数分布の標準偏差

元配置による分散分析を行なって有意差の検定を行なうことにした。この場合地位Iでは5cm直径階に属するものが、地位IIでは5cm直径階および35cm直径階に属するものが、地位IIIでは30cm直径階および35cm直径階に属するものが存しなかったため、10cm直径階から25cm直径階までの4つの直径階についてのみを対象とすることにした。その結果は表5のようになり、地位間においては5%以下の危険率で、直径階間ならびに交互作用においては1%以下の危険率で有意の差異が認められた。

林分平均胸高直径 ( $d$  cm) と標準偏差 ( $Sd$  cm) との関係は図4のようであり、平均直径が大きくなるにつれて標準偏差も大きくなる傾向がうかがわれ、両者の回帰直線式を計算すると次のようになる。



$$\text{地位 I の場合 } Sd=0.582+0.150d \quad (r=0.70) \quad (1)$$

$$\text{地位 II の場合 } Sd=0.636+0.179d \quad (r=0.67) \quad (2)$$

$$\text{地位 III の場合 } Sd=0.699+0.229d \quad (r=0.76) \quad (3)$$

(1)式から(3)式までの定数をいくらか修正することによって地位が異なる場合の3つの式の間がスムーズにつながるので、その修正した式を示すと次のようである。

$$\text{地位 I の場合 } \hat{S}d=0.580+0.150d \quad (4)$$

$$\text{地位 II の場合 } \hat{S}d=0.640+0.190d \quad (5)$$

$$\text{地位 III の場合 } \hat{S}d=0.700+0.230d \quad (6)$$

(4)式から(6)式を用いて各林分平均胸高直径値に対応する標準的な標準偏差値を計算したものを示すと表6のようである。

表6 東信地方信州カラマツ林における胸高直径分布の標準偏差推定値

林分平均胸高直径 (cm)	5	10	15	20	25	30	35
地位 I	1.33	2.08	2.83	3.58	4.33	5.08	5.83
地位 II	1.59	2.54	3.49	4.44	5.39	6.34	7.29
地位 III	1.85	3.00	4.15	5.30	6.45	7.60	8.75

## § 4 樹高曲線

### 1 樹高曲線式

胸高直径に対する樹高の平均的な大きさを示す樹高曲線は林分構成を示す指標として重要な意味がある。

樹高曲線は一般に上方にやや凸の滑らかな曲線を示すので樹高曲線式として、

$$\text{NASLVND式} \quad h = \frac{d^2}{(a+bd)^2} \quad (7)$$

$$\text{GEHRHARDT式} \quad h = a + b \frac{1}{d^2} \quad (8)$$

$$\text{STOFFELS式} \quad h = ad^b \quad (9)$$

$$\text{HENRICKSEN式} \quad h = a + b \log d \quad (10)$$

$$\text{2次曲線式} \quad h = a + bd + cd^2 \quad (11)$$

などが経験的に適合するものとして与えられているが、どの式が合理的であるかということではできない現状である。本報告では STOFFELS による(9)式と HENRICKSEN による(10)式と次に示す直線式の(12)式とを比較してみた。推定した回帰式ならびに推定の標準誤差率をまとめて表7に示してある。

$$\text{直線式} \quad h = a + bd \quad (12)$$

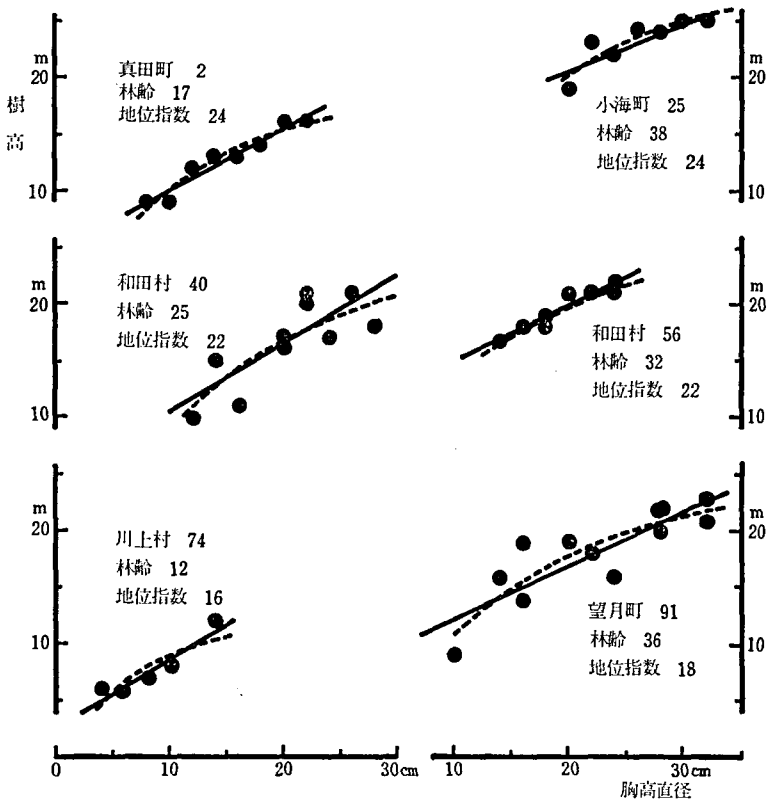


図5 東信地方信州カラマツ林における樹高曲線

表7 東信地方信州カラマツ林における樹高曲線式の比較

プロット号	直線式		STOFFELS式		HENRICKSEN式	
	回帰式	標準誤差率 (%)	回帰式	標準誤差率 (%)	回帰式	標準誤差率 (%)
2	$h = 4.715 + 0.536d$	5.3	$\log h = 0.3803 + 0.6204 \log d$	8.6	$h = -7.1799 + 17.2718 \log d$	5.6
25	$h = 12.001 + 0.429d$	4.1	$\log h = 0.6546 + 0.5024 \log d$	4.5	$h = -13.2661 + 25.8254 \log d$	4.6
40	$h = 4.655 + 0.586d$	14.6	$\log h = 0.2085 + 0.7715 \log d$	7.3	$h = -17.3972 + 26.2344 \log d$	14.1
56	$h = 10.396 + 0.473d$	4.0	$\log h = 0.6937 + 0.4656 \log d$	5.3	$h = -6.9164 + 20.6854 \log d$	3.5
74	$h = 2.635 + 0.615d$	11.4	$\log h = 0.3967 + 0.5419 \log d$	15.3	$h = -1.4459 + 10.4367 \log d$	18.1
91	$h = 7.835 + 0.463d$	12.0	$\log h = 0.4339 + 0.6142 \log d$	6.5	$h = -10.9413 + 21.9897 \log d$	11.1
		8.56		7.92		9.50

表7からも明らかなように、精度的には STOFFELS式・HENRICKSEN式・直線式のいずれを用いても差がないので、用いやすい点と比較しやすい点とを評価して、樹高曲線式として直線式を本報告では用いることにした。調査した104プロットに対して、(12)式の定数aお

よび  $b$  を最小自乗法を用いて計算した結果については付表に示しておいた。

## 2 樹高曲線式の定数の解析

信州カラマツ林の樹高曲線式を直線式で表わしたが、その定数  $a$  ならびに  $b$  についての解析は胸高直径と樹高との相関係数 0.6 以上のものに対してのみ行なうことにした。

信州カラマツ林の樹高曲線式の定数  $a$  ならびに  $b$  について表 8 のように林分平均胸高直径の直径階別ならびに地位別にまとめて、二元配置による分散分析を行なって有意差の検定を行なうことにしたが、資料の関係から 15cm 直径階から 25cm 直径階までの 3 つの直径階のみを対象とした。その結果は表 9 のようになり、定数  $a$  の直径階間のみ 1% 以下の危険率で有意の差異が認められた。

表 8 東信地方信州カラマツ林における樹高曲線式の定数 (地位別・直径階別)

直径階 (cm)	地位 I			地位 II			地位 III			合計		
	プロット数	定数		プロット数	定数		プロット数	定数		プロット数	定数	
		合計	平均		合計	平均		合計	平均		合計	平均
5	—	—	—	—	—	—	2	5.31	2.655	2	5.31	2.655
10	1	9.40	9.400	4	16.71	4.178	7	30.51	4.359	12	56.62	4.718
15	7	48.71	6.959	4	28.51	7.128	9	56.42	6.269	20	133.64	6.682
20	5	55.96	11.192	23	187.03	8.132	8	69.48	8.685	36	312.47	8.680
25	11	125.57	11.415	6	71.40	11.900	2	18.74	9.370	19	215.71	11.353
a 30	1	4.87	4.870	1	18.92	18.920	—	—	—	2	23.79	11.895
35	1	16.53	16.530	—	—	—	—	—	—	1	16.53	16.530
合計	26	261.04	10.040	38	322.57	8.489	28	180.46	6.445	92	764.07	8.305
5	—	—	—	—	—	—	2	1.28	0.640	2	1.28	0.640
10	1	0.25	0.250	4	2.52	0.630	7	3.59	0.513	12	6.36	0.530
15	7	3.62	0.517	4	1.94	0.485	9	4.41	0.490	20	9.97	0.499
20	5	2.63	0.526	23	10.35	0.450	8	3.36	0.420	36	16.34	0.454
25	11	4.96	0.451	6	2.39	0.398	2	0.64	0.320	19	7.99	0.421
b 30	1	0.62	0.620	1	0.30	0.300	—	—	—	2	0.92	0.460
35	1	0.34	0.340	—	—	—	—	—	—	1	0.34	0.340
合計	26	12.42	0.478	38	17.50	0.461	28	13.28	0.474	92	43.20	0.470

表 9 東信地方信州カラマツ林における樹高曲線式の定数の分散分析表

要因	定数 a				定数 b			
	平方和	自由度	不偏分散	Fo	平方和	自由度	不偏分散	Fo
直径階間変動	214.0488	2	107.0244	9.3233**	0.0605	2	0.03025	1.4614
地位間変動	60.8041	2	30.4021	2.6484	0.0305	2	0.01525	0.7367
残差変動	803.5479	70	11.4793	—	1.4467	70	0.0207	—
総変動	1078.4008	74	—	—	1.5377	74	—	—

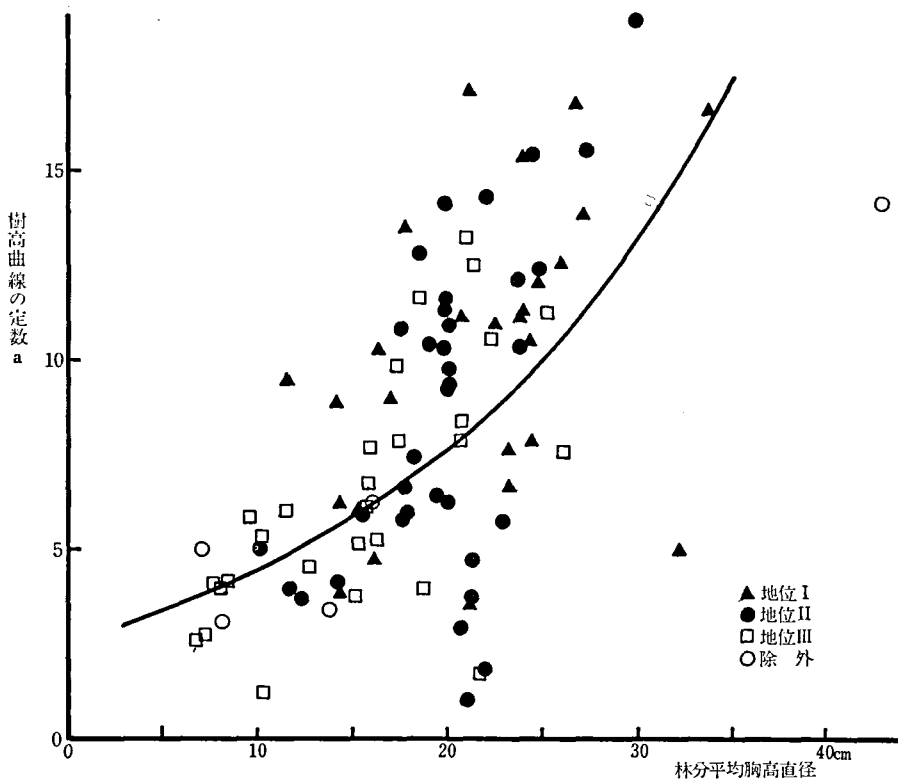


図6 東信地方信州カラマツ林における林分平均胸高直径と樹高曲線の定数  $a$

林分平均胸高直径 ( $d$  cm) と定数  $a$  との関係は図6のようで、平均直径が大きくなるにつれて定数  $a$  も大きくなる傾向がうかがわれ、両者の回帰式を計算すると次式のようなのである。

$$\log a = 0.024d + 0.400 \quad (r = 0.52) \quad (13)$$

また林分平均胸高直径 ( $d$  cm) と定数  $b$  との関係は図7のようであり、平均直径が大きくなると定数  $b$  は小さくなる傾向がうかがわれ、両者の回帰直線式を計算すると次のようになる。

$$\text{地位 I の場合} \quad b = 0.433 - 0.002d \quad (r = -0.08) \quad (14)$$

$$\text{地位 II の場合} \quad b = 0.793 - 0.017d \quad (r = -0.49) \quad (15)$$

$$\text{地位 III の場合} \quad b = 0.661 - 0.012d \quad (r = -0.41) \quad (16)$$

また、地位間での差異が認められないので、全体に対しての回帰直線式を計算してみると、次のようになる。

$$b = 0.628 - 0.008d \quad (r = -0.40) \quad (17)$$

(13)式ならびに(17)式を用いて、各林分平均胸高直径値に対応する標準的な樹高曲線の定数値を計算したものは表10のようである。

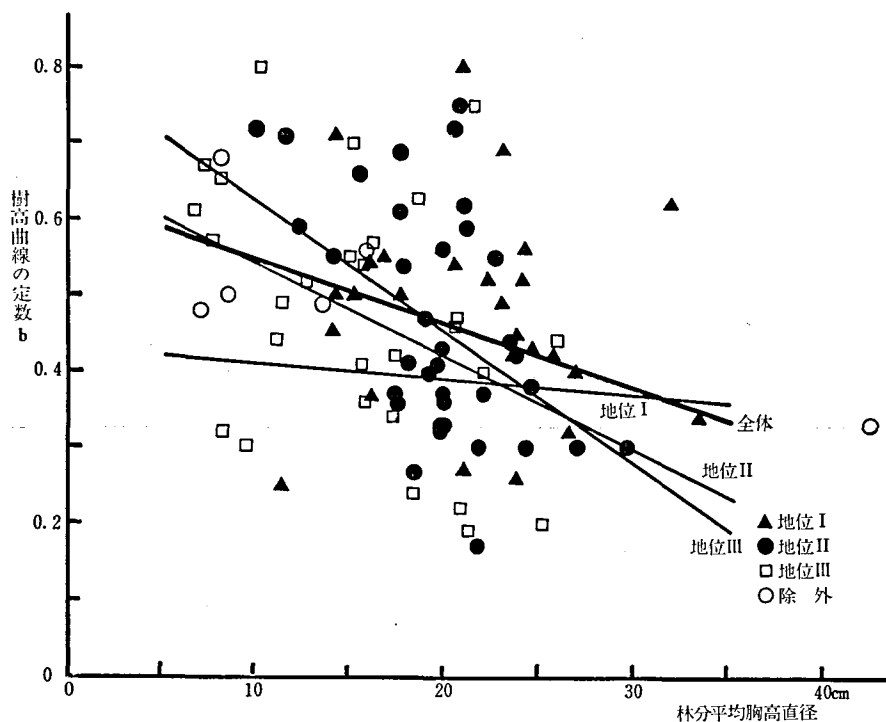


図7 東信地方信州カラマツ林における林分平均胸高直径と樹高曲線の定数 b

表10 東信地方信州カラマツ林における樹高曲線式の定数推定値

林分平均胸高直径値 (cm)	5	10	15	20	25	30	35
定数 a	3.31	4.37	5.76	7.59	10.00	13.19	17.38
定数 b	0.588	0.548	0.508	0.468	0.428	0.388	0.348

### Ⅲ 東信地方における信州カラマツ林の生長

#### § 5 林分平均樹高の生長

林分平均樹高の生長は地位ごとに異なるが、地位ごとの生長過程を把握する前提として東信地方における信州カラマツ林の平均的な生長過程を示す中心線を一種のロジスティック曲線によって表わすことにした。用いた曲線は次のようである。

$$H_t = K - ab^t \quad (18)$$

(18)式は線形に変形しにくいから、最小自乗法を用いずに、系列中の適当な時点の $H_t$ を選

表11 東信地方信州カラマツ林の林分平均樹高の平均的生長

林齢階 (年)	t	プロット 数	林分平均樹高(m)		残差の標準偏差(m)	
			計算値	推定値	計算値	修正値
10	0	6	7.828	7.863	1.25	1.15
15	1	8	11.479	10.848	1.67	1.73
20	2	13	12.885	13.481	2.00	2.23
25	3	11	15.225	15.785	3.03	2.63
30	4	25	18.367	17.830	2.54	3.07
35	5	15	19.657	19.634	2.96	3.43
40	6	9	21.418	21.223	2.63	3.68
45	7	10	22.476	22.627	3.09	3.90
50	8	4	23.823	23.867	4.28	4.07

び、その値を(18)式に代入することによって連立方程式を作り、それを解くことによって定数である $K$ 、 $a$ ならびに $b$ の値を決定した。そのとき有意的な選択を避けるために系列の項数を3の倍数に整理し、系列を3等分して各部分系列の和を求めて定数を決定した。計算に用いたのは調査した104プロットのうちから林齢がとび離れて大きかった第71プロット、第99プロットならびに第104プロットの3プロットを除外した残りの101プロットについてである。林齢階ごとの林分平均樹高を示すと表11のようになる。

表11から各部分系列を林齢階で(10, 15, 20), (25, 30, 35), (40, 45, 50)というように3等分して定数計算すると

$$b = 0.8824$$

$$a = 25.3056$$

$$K = 33.1686$$

が得られ、求める中心線式は

$$H_t = 33.1686 - 25.3056(0.8824)^t \quad (19)$$

となり、各林齢に対応する値は表11に示してあるようである。

さてこの中心線をもとにして、各地位ごとの林分平均樹高生長曲線を求めるために、各林齢階( $t$ )ごとに中心線のまわりの残差の標準偏差( $\sigma_t$ , m)を計算した。 $t$ が大きくなるにつれて $\sigma_t$ も大きくなる傾向があるが、各林齢階内にふくまれるプロット数が少ないこともあって、 $t$ に対する $\sigma_t$ の値が滑らかな曲線になっていなので、これをフリーハンドで修正して滑らかな曲線にし、 $\sigma_t$ の値を図上から読みとった。その値は表11に示してある。

次に中心線による林齢階に対応する林分平均樹高の推定値 $\hat{H}_t$ と残差の標準偏差修正値 $\hat{\sigma}_t$ とを用いて各地位指数に応じた林齢階ごとの樹高を算出した。ここで地位指数としては40年生での林分平均樹高を2m間隔で表わしたものをういたが、任意の地位指数 $H$ で、 $H$ と40年生での中心線による林分平均樹高 $\hat{H}_{40}$ との隔たりと、林齢階 $t$ における地位指数 $H$ の場合の林分平均樹高 $h_t$ と $\hat{H}_t$ との隔たりとが、 $\hat{\sigma}_{40}$ と $\hat{\sigma}_t$ に比例すると仮定として地位指数 $H$ の場

表12 東信地方信州カラマツ林における林分平均樹高の生長（地位指数別）

林齢 (年)	地 位 指 数 別 樹 高 (m)										
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
10	3.73	4.36	4.98	5.61	6.23	6.86	7.48	8.11	8.73	9.36	9.98
15	4.62	5.56	6.50	7.44	8.38	9.32	10.26	11.20	12.14	13.09	14.03
20	5.45	6.66	7.88	9.09	10.30	11.51	12.72	13.94	15.15	16.36	17.57
25	6.33	7.76	9.19	10.62	12.05	13.48	14.91	16.34	17.77	19.20	20.63
30	6.80	8.46	10.13	11.80	13.47	15.14	16.81	18.48	20.14	21.81	23.48
35	7.31	9.17	11.03	12.90	14.76	16.63	18.49	20.36	22.22	24.08	25.95
40	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00
45	8.62	10.73	12.85	14.97	17.09	19.21	21.33	23.45	25.57	27.69	29.81
50	9.24	11.45	13.67	15.88	18.09	20.30	22.51	24.73	26.94	29.15	31.36

表13 東信地方信州カラマツ林における林分平均樹高の生長（地位別）（単位：m）

林齢(年)	10	20	30	40	50
地 位 I	9.1	15.7	21.1	25.0	28.0
地 位 II	7.6	13.2	17.6	21.2	23.6
地 位 III	6.6	10.9	14.3	17.1	19.1

合の各林齢階における林分平均樹高値を算出したが、その値は表12として示した。この表12から地位ごとの林分平均樹高の生長が十分に類推されるであろう。

現実的に地位区分して考察を行なっていく場合、現在のところ一般的に3区分程度で充分なのであるが、その場合、地位指数26と24を地位I、地位指数22と20を地位II、地位指数18と16とを地位指数IIIと考えてよい。そこで地位ごとの林分平均樹高生長曲線は図8に示しておいたし、また表13にその値を示しておいた。

### § 6 林分平均胸高直径の生長

林分平均胸高直径の生長を地位ごとに推定するために、まず林分平均樹高 ( $h$  m) と林分平均胸高直径 ( $d$  m) との関係を直線式として最小自乗法で求めると

$$d = 1.097 + 1.0268 h \quad (S = 2.86) \quad (20)$$

となり、これを考慮して各林齢における林分平均胸高直径値を決定し、林分平均胸高直径の生長推定を行なった。その結果は表14および図9に示してある。

### § 7 林木の胸高直径分布の生長

林木の胸高直径分布状態は林齢とともに変化するものであり、それは林木間の競争によってもたらされる。すなわち林木の生長にとまってお互いの占有面積が拡大し、その結果競争を起すが、たまたま優位を占めていた樹木もその後もより優位な位置を保つため、個体間の較差がより大きくなっていくのである。前章で林分平均胸高直径の函数として胸高直径分

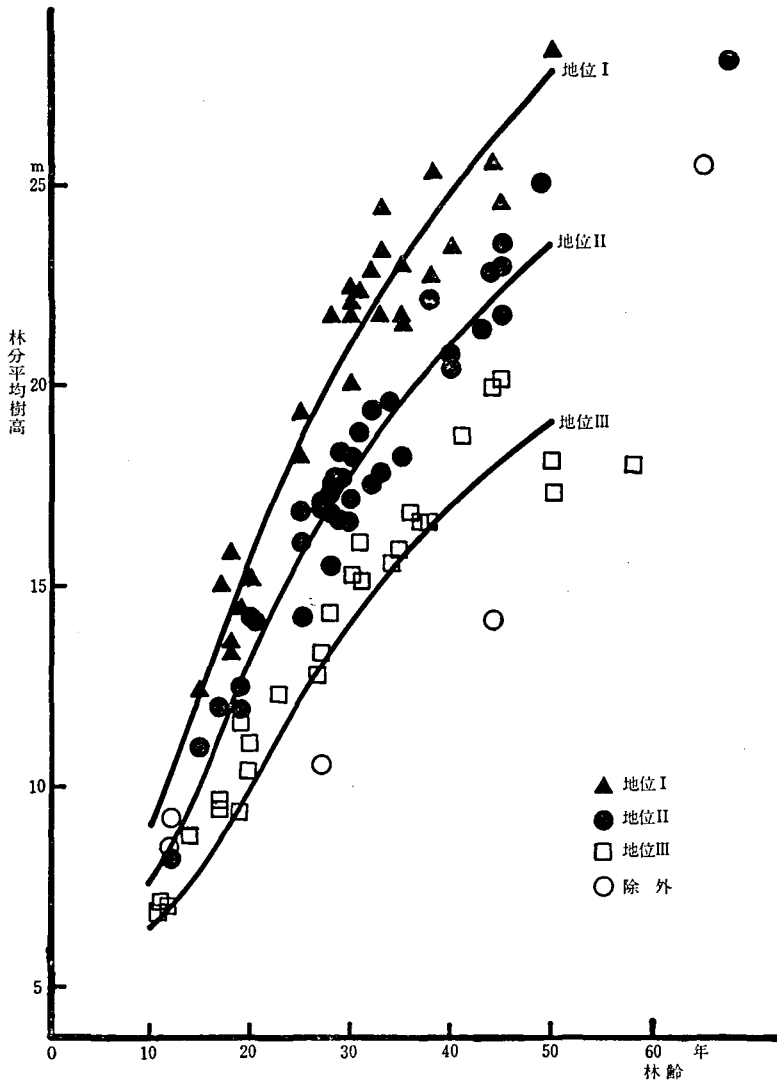


図8 東信地方信州カラマツ林における林分平均樹高の生長

表14 東信地方信州カラマツ林における林分平均胸高直径の生長 (単位: cm)

林齢 (年)	地位 I		地位 II		地位 III	
	平均値	推定値	平均値	推定値	平均値	推定値
10		10.4	8.4	8.8	7.4	7.9
20	15.1	17.2	14.9	14.8	10.7	12.3
30	21.4	22.8	19.6	19.5	16.9	15.9
40	24.5	26.7	22.1	23.0	23.0	18.7
50	33.6	29.9	31.9	25.3	21.1	20.7



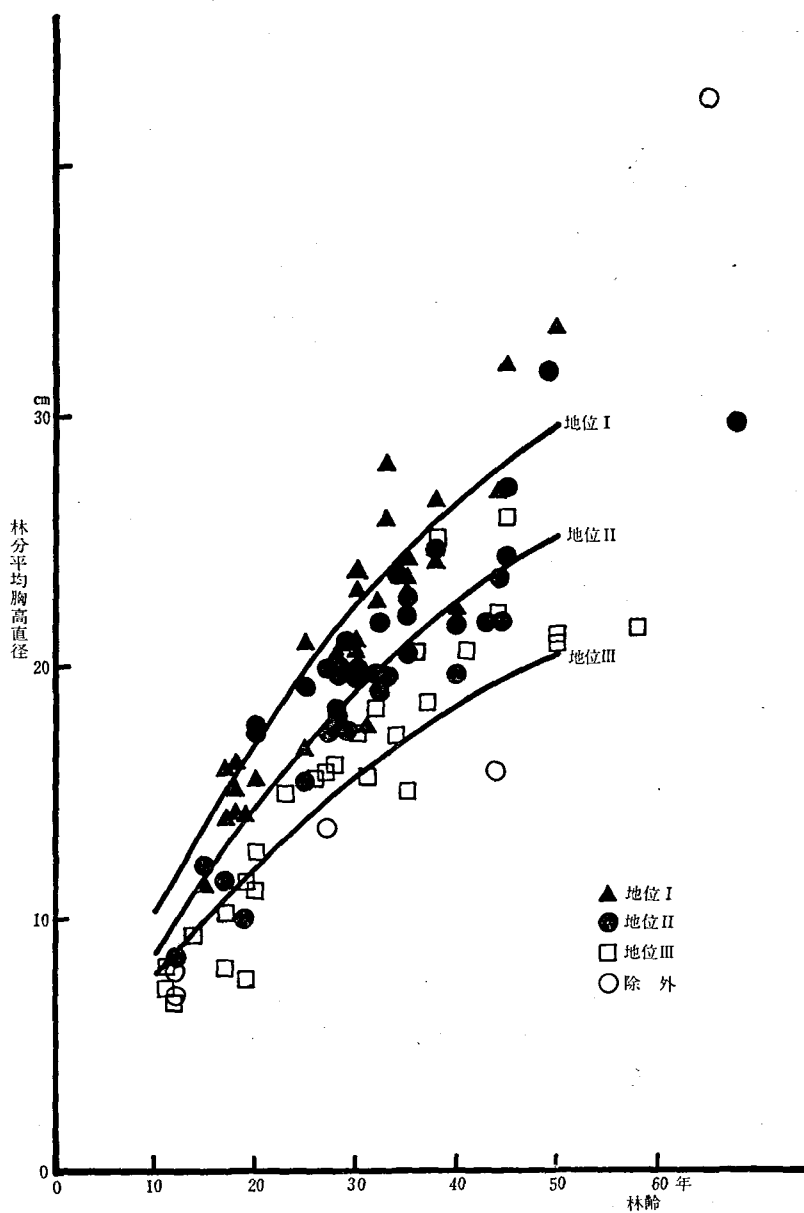


図9 東信地方信州カラマツ林における林分平均胸高直径の生長

布の標準偏差を扱えたが、それと前節の林分平均胸高直径の生長とをかみ合わせて胸高直径分布の標準偏差の生長を整理した。その結果は表15に示してある。

また直径分布範囲の下限値ならびに上限値についてであるが、林分平均胸高直径の函数としてまとめると次式のようなになる。

表15 東信地方信州カラマツ林における胸高直径分布の標準偏差などの生長(単位: cm)

林齢 (年)	地 位 I				地 位 II				地 位 III			
	平均 直径	標準 偏差	下限値	上限値	平均 直径	標準 偏差	下限値	上限値	平均 直径	標準 偏差	下限値	上限値
10	10.4	2.14	6.24	18.02	8.8	2.31	4.75	15.94	7.9	2.52	3.79	14.77
20	17.2	3.16	10.32	26.86	14.8	3.45	7.99	23.74	12.3	3.53	5.90	20.49
30	22.8	4.00	13.68	34.14	19.5	4.35	10.53	29.85	15.9	4.36	7.63	25.17
40	26.7	4.58	16.02	39.21	23.0	5.01	12.42	34.40	18.7	5.00	8.98	28.81
50	29.9	5.06	17.94	43.37	25.3	5.45	13.66	37.39	20.7	5.46	9.94	31.41

胸高直径分布範囲の下限値 ( $d_{\min}$ )

$$\text{地位 I の場合} \quad d_{\min} = 0.60d \quad (21)$$

$$\text{地位 II の場合} \quad d_{\min} = 0.54d \quad (22)$$

$$\text{地位 III の場合} \quad d_{\min} = 0.48d \quad (23)$$

胸高直径分布範囲の上限値 ( $d_{\max}$ )

$$d_{\max} = 4.50 + 1.30d \quad (24)$$

これを用いて胸高直径分布範囲の下限値ならびに上限値の生長を推定したものを表示すると表15のようである。

## § 8 樹高曲線の生長

林分における胸高直径と樹高との関係を示す樹高曲線は、人工一斉林の場合、一般に高齢になるにつれて右上方へシフトすることが知られている。

信州カラマツ林の樹高曲線においても、その例外ではなく、その傾向がうかがえるのであり、§ 4 の(13)式、(17)式による林分平均胸高直径と樹高曲線の定数との関係、§ 6 の表14ならびに図9による林分平均胸高直径の生長状態、ならびに§ 7 の(21)式~(24)式による林分平均胸高直径の函数としての胸高直径分布範囲から樹高曲線の生長に関する諸量推定値を計算したものを表示すれば表16のようであり、樹高曲線の右上方へとシフトする生長状態を図示すれば図10のようである。

表16 東信地方信州カラマツ林における樹高曲線の定数の生長

林齢 (年)	地 位 I			地 位 II			地 位 III		
	平均直径 (cm)	a	b	平均直径 (cm)	a	b	平均直径 (cm)	a	b
10	10.4	4.47	0.545	8.8	4.08	0.558	7.9	3.89	0.565
20	17.2	6.50	0.490	14.8	5.69	0.510	12.3	4.96	0.530
30	22.8	8.86	0.446	19.5	7.38	0.472	15.9	6.05	0.501
40	26.7	10.98	0.414	23.0	8.95	0.444	18.7	7.06	0.478
50	29.9	13.11	0.389	25.3	10.17	0.426	20.7	7.88	0.462

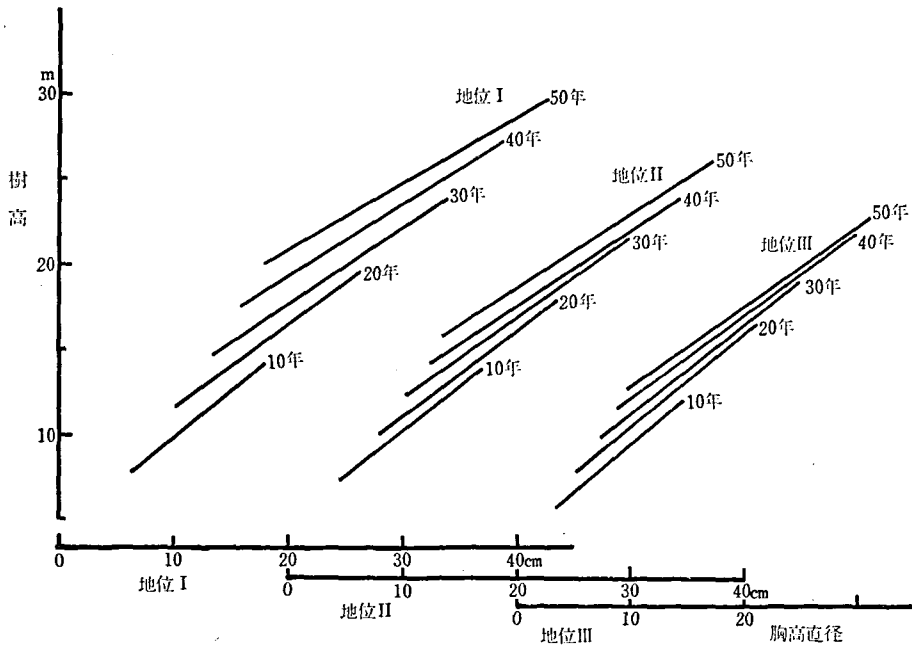


図10 東信地方信州カラマツ林における樹高曲線の生長

### § 9 林分材積の生長

自然によって、または人間によって林分はいろいろの干渉を受けながら生長を続けていく。その結果としての林分材積の生長過程は幼少時に急速に生長し、次第にその勢いを減じていくのが普通である。連年生長量についていうならば林齢の増加につれて次第に増大するが、ある時期に最大に達し、以後下降過程を辿るのであり、総平均生長量も連年生長量とほぼ同

表17 信州カラマツ林における連年生長量・総平均生長量最大の時期

収穫表 調製者 (地域)	調製 年度	連年生長量最大の時期						総平均生長量最大の時期					
		地位上		地位中		地位下		地位上		地位中		地位下	
		林齢 (年)	生長量 ( $m^3$ )	林齢 (年)	生長量 ( $m^3$ )	林齢 (年)	生長量 ( $m^3$ )	林齢 (年)	生長量 ( $m^3$ )	林齢 (年)	生長量 ( $m^3$ )	林齢 (年)	生長量 ( $m^3$ )
寺崎 (信州)	1907	15	18.65	25	15.22	25	12.90	30	13.28	40	10.97	50	8.88
猿谷 (別子)	1926	20~25	17.80	20~25	14.30	25~30	10.90	35	12.03	45	9.56	50	7.60
杉浦・斉藤 (諏訪)	1927	20~25	17.69	25~30	14.33	25~30	10.79	35	11.92	45	9.47	50	7.53
中島・斉藤 (桂川)	1930	20	15.84	20~25	14.06	20~25	12.08	—	—	—	—	—	—
藤原 (北海道)	1942	10~15	11.40	10~15	7.80	10~15	3.60	25~30	7.92	25~30	5.40	25~30	2.52
吉成 (長野県)	1944	15~20	8.80	15~20	6.60	15~20	5.40	20	8.25	20	6.35	20	4.95
嶺 (信州)	1955	10~15	12.74	10~15	10.44	15~20	8.10	20	7.69	25	6.07	25	4.80

様の経過を辿るが、その最大の時期において連年生長量と一致する。

信州カラマツ林分材積の連年生長量最大の時期ならびに総平均生長量最大の時期について既往の収穫表の数値をまとめてみると表17のようになる。愛知・岐阜地方スギ林（1959年調整，林野庁）では地位上で35年，地位中で35年，地位下で40年，長野・新潟県地方アカマツ林（1949年調整，林野庁）では地位のすべてで35年が総平均生長量最大の時期となっており，

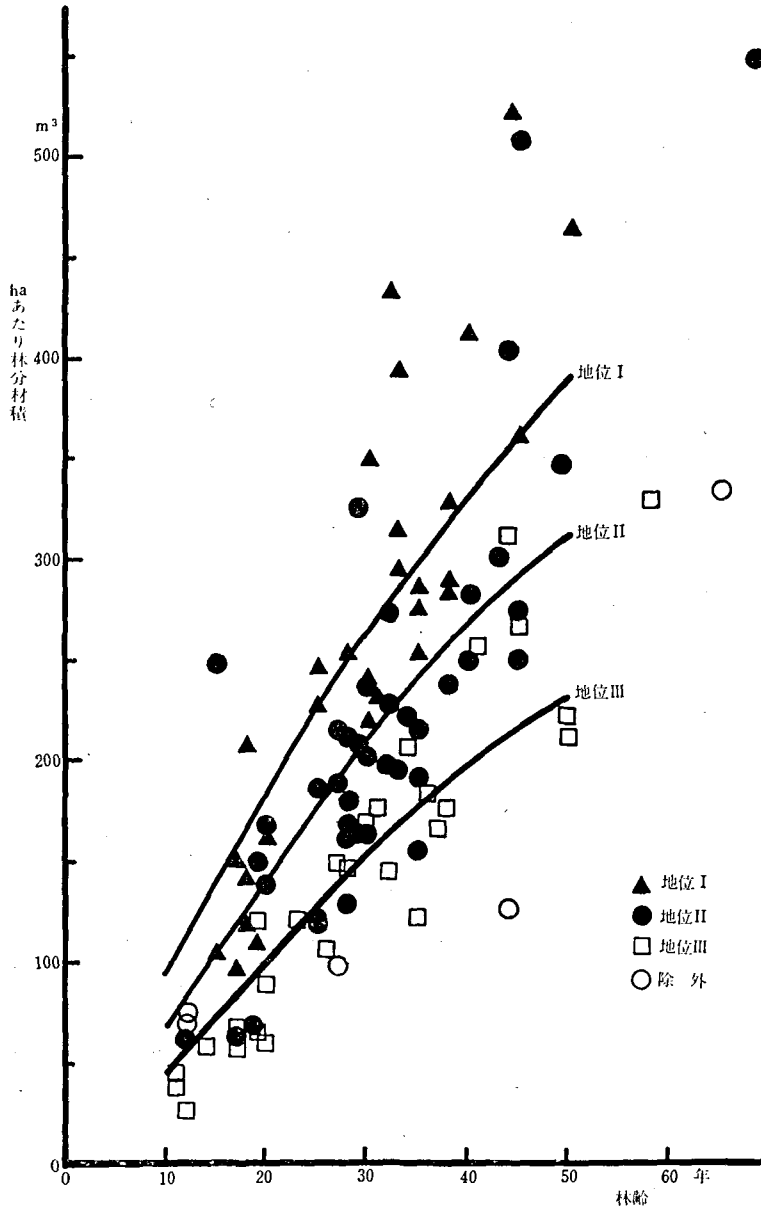


図11 東信地方信州カラマツ林におけるhaあたり林分材積の生長

これらと比較しても信州カラマツ林では総平均生長量最大の時期が早く来ることが知られるのである。

東信地方での信州カラマツ林について収集した資料を用いて ha あたり林分材積の生長を推定するための手がかりとして、林分平均樹高 ( $h$  m) と ha あたり林分材積 ( $V$  m<sup>3</sup>) との関係を見るに

$$\log V = 0.20123 + 1.68993 \log h \quad (S = 0.111) \quad (25)$$

また ha あたり林分胸高断面積 ( $G$  m<sup>2</sup>) と ha あたり林分材積 ( $V$  m<sup>3</sup>) との関係は

$$\log V = 0.06481 + 1.69135 \log G \quad (S = 0.040) \quad (26)$$

となり、各林齢に対応した林分平均樹高ならびに ha あたり林分胸高断面積の推定値を(25)式ならびに(26)式に代入して ha あたり林分材積を算定した値を表18に示しておくが、これらの値を考慮して最終的に推定した値についても表18に示してある。またそれを図に示したものが図11である。

表18 東信地方信州カラマツ林におけるhaあたり林分材積の生長 (単位: m<sup>3</sup>)

林齢 (年)	地 位 I				地 位 II				地 位 III			
	平均値	計算値 (27)式	計算値 (28)式	推定値	平均値	計算値 (27)式	計算値 (28)式	推定値	平均値	計算値 (27)式	計算値 (28)式	推定値
10	—	66.4	93.6	93	60.5	49.0	77.6	69	35.0	38.6	60.9	46
20	147.6	166.8	182.7	186	131.2	124.4	148.4	143	83.4	90.0	108.2	101
30	275.7	274.9	265.0	267	203.7	202.3	214.7	211	158.4	142.4	157.1	156
40	328.1	366.1	335.3	336	257.1	277.1	268.6	268	216.6	192.7	200.0	199
50	465.1	443.5	392.8	393	347.5	332.1	309.9	313	217.1	232.3	233.3	233

## お わ り に

信州カラマツ林は一見したところ斉一な感じを受ける。「良く揃った感じ」を受けるのである。すなわち直径のバラツキが小さく直径の構成が揃っているように感じられるのである。信州カラマツはきわめて陽性の樹種であるために被圧木となった林木は早期に枯死してしまい、人為的な本数コントロールが不十分な状態においても、バラツキが小さくなるように作用していると考えられる。

林分平均胸高直径 ( $d$  cm) と本数分布の分散 ( $S$  cm<sup>2</sup>) との関係は、林分平均胸高直径が10cm 以上のときには、

東信地方信州カラマツ林の場合

$$S = -5.25 + 1.26d \quad (r = 0.58) \quad (27)$$

中南信地方アカマツ林の場合

$$S = -4.18 + 1.58d \quad (r = 0.63) \quad (28)$$

北信地方スギ林の場合

$$S = -15.13 + 2.56d \quad (r = 0.45) \quad (29)$$

となり、信州カラマツ林が、アカマツ林やスギ林に比べるとバラツキが少ない構成を示すことが知られるのである。

信州カラマツは「良好な生長を示す樹種である」といわれており、それが信州カラマツが早期育成樹種としてとりあげられた理由のひとつにもなっているが、わが国での代表的な有用樹種でもあるスギ・ヒノキ・アカマツと地位優良な林分での林分平均樹高の生長を比較してみると図12のようになり、通説の正しいことが認められた。

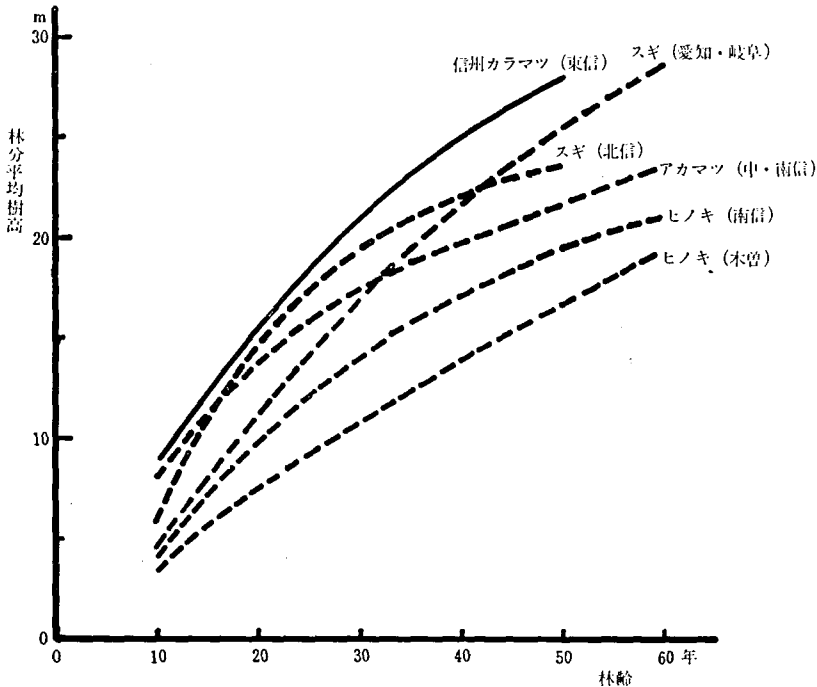


図12 有用樹種の林分平均樹高生長の比較

信州カラマツは信州カラマツとして特徴的な林分構成を示し、また特有の生長を示すものであり、信州カラマツ生産にあたってはこの法則性を十分に理解し、これを十分に利用することを心がける必要がある。このような方法は単なる自然主義ではなく、より進んだ近代的・科学的な技術開発への発展にほかならないことを銘記すべきである。

## 要 約

信州カラマツ林はそれに特有な林分構成をもち、また特徴的な生長過程を示す。東信地方で収集した資料を用いて信州カラマツ林の林分構成ならびに生長について解析し

た結果は次のように要約されよう。

- 1 信州カラマツ林の胸高直径のバラツキはアカマツやスギに比べて小さい。(式(29)～(31))
- 2 信州カラマツ林の胸高直径のバラツキは林分平均胸高直径の増加とともに増大する。そしてバラツキは地位が良好なほど小さい傾向を示す。(式(4), (5), (6)および表6)
- 3 信州カラマツ林の樹高曲線式は直線式で充分に表わされ得(表7), その定数 $a$ は林分平均胸高直径が大きくなるにつれて増大し, 定数 $b$ は反対に減少する傾向を示す。(式(13), (17)および表10)
- 4 信州カラマツ林の林分平均樹高は他の有用樹種アカマツやスギに比べると早期に良好な生長を示す。(図12)
- 5 信州カラマツ林の胸高直径分布の標準偏差は地位が悪いほど年齢の増加とともに増大する傾向を示す。(表15)
- 6 信州カラマツ林の樹高曲線は年齢の増加とともに右上方にシフトするが, その程度は地位が良好なほど大きい。そしてまた樹高曲線の勾配は若齢であるほどまた地位が良好なほど急である。(図10)

## 参 考 文 献

1. 吉良竜夫・吉野みどり：日本産針葉樹の温度分布——中部地方以西について——自然生態学的研究 1967
2. 大隅真一：林木の直径分布について 京府大演報(5) 1961
3. 嶺一三：収穫表に関する基礎的研究と信州地方カラマツ林収穫表の調製 林野庁・林業試験場収穫表調製業務研究資料(2) 1955
4. 信州大学農学部林学教室編：カラマツ林業 1962

## Der Bestandaufbau und der Zuwachsverlauf in der Shinshulärchenbestände in der Gegend um Ueda

Satoshi SUGAHARA

Seminar der Forsteinrichtung, Fakultät der Ackerbauwissenschaft,  
Universität zu Shinshu

### Zusammenfassung

Der Bestandaufbau und der Verlauf des Zuwachses in dem Bestande variiert von Holzart zu Holzart und ist u. a. weitgehend abhängig vom Standort.

Über den Bestandaufbau und den Verlauf des Zuwachses in der Shinshulärchenbestände in der Gegend um Ueda erklärte es sich wie folgt:

- 1 Die Variation der Brusthöhendurchmesser in der Shinshulärchenbestände ist kleiner als in der Kiefern- oder japanische Sichel-tannenbestände.
- 2 Die Standardabweichung der Brusthöhendurchmesser steigt mit zunehmendem Mittelwerte der Brusthöhendurchmesser in einem Bestande. Je günstiger die Bonität des Bestandes wird, desto kleiner wird die Standardabweichung der Brusthöhendurchmesser.
- 3 Die Bestandeshöhenkurve lassen sich durch eine Gerade darstellen. Der Koeffizient  $a$  der Bestandeshöhenkurve steigt mit zunehmendem Mittelwerte der Brusthöhendurchmesser, und der Koeffizient  $b$  der Bestandeshöhenkurve ändert sich mit zunehmendem Mittelwerte der Brusthöhendurchmesser nur sehr langsam.
- 4 Der Höhenzuwachs in der Shinshulärchenbestände ist besser als in der Kiefern- oder japanische Sichel-tannenbestände.
- 5 Die Standardabweichung der Brusthöhendurchmesser steigt mit zunehmendem Bestandesalter und nimmt mit der Bonität ab.
- 6 Die Bestandeshöhenkurve jünger Shinshulärchenbestände auf guten Bonitäten ist i. a. ziemlich steil. Bei höherem Bestandesalter und schlechteren Bonitäten ist sie flacher. Die Bestandeshöhenkurve verlagert sich mit dem Alter nach oben.



付表 調査プロット一覧表

プロット 番 号	林 齢	平均胸高 直 (cm)	平均樹高 (m)	標準偏差 (cm)	樹高曲線の定数	
					a	b
1	15	11.4	12.38	2.70	9.40	0.25
2	17	16.0	13.66	2.91	4.71	0.54
3	17	14.0	14.97	2.34	8.90	0.45
4	18	14.2	13.44	1.73	6.17	0.50
5	18	15.2	13.59	1.74	6.00	0.50
6	18	16.2	15.81	2.54	10.23	0.37
7	19	14.2	14.42	2.35	3.77	0.71
8	20	15.6	15.19	2.58	12.48*	0.16*
9	25	16.8	18.17	3.78	8.93	0.55
10	25	21.0	19.25	3.41	3.53	0.80
11	28	20.6	21.66	4.33	11.07	0.54
12	30	23.9	21.73	5.83	11.15	0.45
13	30	23.1	19.98	4.08	7.56	0.49
14	30	20.7	22.04	3.14	19.23*	0.15*
15	30	21.1	22.44	5.98	17.08	0.27
16	31	17.7	22.32	4.23	13.40	0.50
17	32	22.7	22.81	3.81	15.69*	0.34*
18	33	25.9	23.30	3.15	12.54	0.42
19	33	23.9	21.73	3.81	15.29	0.26
20	33	28.1	24.37	4.60	22.49*	0.14*
21	35	23.1	22.98	2.90	6.55	0.69
22	35	23.7	21.69	5.21	11.03	0.42
23	35	24.3	21.48	4.61	7.57	0.56
24	38	24.2	22.72	4.19	10.43	0.52
25	38	24.7	22.71	3.04	12.00	0.43
26	38	26.7	25.25	5.94	17.69	0.32
27	40	22.4	23.36	3.74	10.88	0.52
28	44	27.0	25.51	4.44	13.76	0.40
29	45	32.1	24.61	5.14	4.87	0.62
30	50	33.6	28.31	5.95	16.53	0.34
31	12	8.4	8.20	1.66	4.20	0.50
32	15	12.2	11.00	2.24	3.70	0.59
33	17	11.6	12.03	2.64	3.86	0.71
34	19	10.0	12.47	1.91	4.95	0.72
35	19	14.1	11.86	4.50	4.11	0.55
36	20	17.8	14.14	3.97	5.85	0.54
37	20	17.5	14.21	3.80	7.67	0.36
38	25	19.3	14.23	5.23	6.35	0.40
39	25	15.4	16.10	4.31	5.92	0.66
40	25	21.2	16.89	5.23	4.65	0.59
41	27	17.4	17.13	3.84	10.81	0.37
42	27	20.0	16.89	5.26	10.92	0.37

プロット 番 号	林 齢	平均胸高 直 径 (cm)	平均樹高 (m)	標準偏差 (cm)	樹高曲線の定数	
					a	b
43	28	20.0	16.76	4.09	9.71	0.36
44	28	17.6	17.35	2.68	6.55	0.61
45	28	18.1	15.45	3.51	7.44	0.41
46	28	18.4	17.77	5.14	12.75	0.27
47	28	19.8	17.63	4.16	11.60	0.33
48	29	21.1	16.58	3.26	3.66	0.62
49	29	19.9	17.72	4.73	6.20	0.56
50	29	17.6	18.34	4.48	5.81	0.69
51	30	20.9	17.15	3.05	1.00	0.75
52	30	20.0	16.54	3.36	9.27	0.33
53	30	19.7	18.24	4.18	10.33	0.41
54	32	19.9	17.64	2.50	9.23	0.43
55	32	21.9	18.89	6.03	15.92*	0.15*
56	32	19.0	19.38	3.19	10.40	0.47
57	33	19.8	17.81	4.26	11.28	0.37
58	34	23.8	19.60	4.15	10.33	0.42
59	35	22.8	19.50	4.38	5.66	0.55
60	35	20.6	18.19	4.71	2.91	0.72
61	35	22.2	19.48	4.14	10.86	0.37
62	38	24.7	22.24	4.47	12.41	0.38
63	40	19.8	20.75	4.37	14.22	0.33
64	40	21.7	20.41	5.64	15.33*	0.26*
65	43	21.9	21.31	3.83	14.27	0.30
66	44	23.6	22.79	4.65	12.12	0.44
67	45	24.4	22.90	3.38	15.40	0.30
68	45	21.8	21.66	4.10	1.77	0.17
69	45	27.2	23.48	6.44	15.48	0.30
70	49	31.9	25.03	6.86	—	—
71	68	29.8	28.13	7.04	18.92	0.30
72	11	8.2	6.85	2.93	4.08	0.34
73	11	7.2	7.13	2.57	2.67	0.67
74	12	6.7	7.09	2.41	2.64	0.61
75	14	9.5	8.75	1.81	5.80	0.30
76	17	8.0	9.61	2.17	4.00	0.65
77	17	10.2	9.43	2.43	1.20	0.80
78	19	7.6	9.28	2.81	4.14	0.57
79	19	11.4	11.56	2.65	5.99	0.49
80	20	11.1	10.41	2.75	5.30	0.44
81	20	12.6	11.12	3.55	4.50	0.52
82	23	15.0	12.33	3.73	3.71	0.55
83	26	15.6	12.60	4.29	6.14	0.41
84	27	15.8	13.29	5.18	7.55	0.36

プロット 番 号	林 齢	平均胸高 直 径 (cm)	平均樹高 (m)	標準偏差 (cm)	樹高曲線の定数	
					a	b
85	28	16.2	14.33	3.86	5.18	0.57
86	30	17.4	15.24	6.65	7.84	0.42
87	31	15.7	15.12	5.91	6.65	0.54
88	32	18.4	16.07	4.92	11.62	0.24
89	34	17.3	15.45	4.41	9.76	0.34
90	35	15.1	15.93	4.70	5.09	0.70
91	36	20.6	16.78	6.63	7.84	0.46
92	37	18.6	16.59	5.20	3.92	0.63
93	38	25.2	16.63	6.23	11.21	0.20
94	41	20.7	18.69	4.80	8.31	0.47
95	44	22.2	19.92	4.22	10.53	0.40
96	45	26.0	20.07	8.63	7.53	0.44
97	50	21.3	17.27	3.38	12.39	0.19
98	50	20.9	18.13	3.46	13.15	0.22
99	58	21.6	18.03	4.77	1.72	0.75
100	12	7.0	9.21	1.81	5.00	0.48
101	12	8.0	8.49	2.50	3.07	0.68
102	27	13.6	10.64	4.93	3.41	0.49
103	44	15.9	14.21	3.72	6.20	0.56
104	65	42.7	25.37	7.46	14.22	0.33