

## 林分構造と地形との関係解析に関する研究

(小班内の林分構造について)

吉田 茂二郎

(森林経営学教室)

### Studies on the Relation between Stand-structure and Topography

(Stand-structure in the Sub-compartment)

Shigejiro YOSHIDA

(Laboratory of Forest Management)

#### 1 はじめに

前回の報告<sup>1)</sup>で林班を単位としたとき、隣接する林班の中の林地生産力の分布は一様ではなく、またその分布構造にもかなり相違が認められることを報告した。今回は、林業経営の最小単位である小班内の林地生産力の分布を明らかにするために、生長という点からみて均質とみなせる集団を対象を区分し、かつそれらの中での林分構造について分析を行ったのでこれを報告する。

今回の研究で次のことが明らかになった。

- (1) 単位立地区が林木の生長に関して、ほぼ均質と考えられる最小単位である。
- (2) 単位立地区は、その単位立地区のぞくする単位斜面の中では系統的に配列している。
- (3) 単位立地区の樹高の分布は、その領域の生育密度により決定され、その分布は常に正規分布であるとはかぎらない。
- (4) 単位立地区の地位には多少の幅があり、それはその単位立地区の堆積様式により決定されている。
- (5) 各単位立地区の直径の変動係数の樹高のそれに対する割合は、どの堆積様式においてもほぼ一定である。
- (6) 樹高の変動係数は、各堆積様式でかなりのばらつきが認められるが、平均的には同じような値を示す。

#### 2 研究の方法

##### 2-1 対象地域の概況

対象は、鹿児島大学農学部高隈演習林（鹿児島県垂水市海瀉）の17林班ぬ小班である。錦江湾に注ぐ仏石川の上流域にぞくし、その分水嶺に近い山頂付近の北西斜面に位置する。

対象地のぞくする高隈演習林は、大きく3つの地層群にわけることができる。1つは、四万十層群、2つめは始良火山大隈軽石・降下軽石層群、最後は、古期花こう岩質の地層群である。対象地域はこれの中でも最初の四万十層群にぞくしている<sup>2)</sup>。また、対象地域を含めて桜島火山放出物（軽石）が広く堆積しており、一部には非常に厚く堆積している。地形的には、高隈演習林そのものが始良カルデラの東方の内壁およびそれに連続する山頂緩斜面からなる。したがって、カルデラ内壁にあたる高隈演習林西部は非常に地形が急峻であるが、一方、同演習林東部から南東部は前出の山頂緩斜面からな

る地形であり、対象的な地形を呈している。

## 2-2 調査地の地形・地質および林況

調査地は、前述のように山頂緩斜面が残り、中央部に凹型の谷型斜面を有する面積約 3 ha、標高 550 m-620 m の区域である。したがって調査地の斜面は、山頂緩斜面が開析されてできたものであり現在でも進行しており、新しい斜面崩壊が数ヵ所に見られる。

調査地の林分は、調査当時（1981年）林齢55年のスギ人工林であり、ha あたりの材積は約 380 m<sup>3</sup>であった。林木の生育状況は、尾根筋付近はほとんど植栽した当時の立木本数を保っているのに較べて、谷・押し出し部では樹高が 30 m にも達し、同一林分内でも顕著な相違が見られた。全体的に下層木として広葉樹が侵入しており、すべての場所で完全にうっぺいしているとは言えないが全体的には、中庸の密度を持つ林分であった。

## 2-3 調査地の林分調査

林分調査は、まず対象林分を 10 m × 10 m のプロットにすべて区分した。次に、各プロットごとの直径と樹高の毎木調査を行い、同時に立木位置の測定も行った。なお、直径は胸高を直径テープで 0.1 cm 括約で測定した。樹高については、10 m および 15 m の測棒を用いて、0.5 m 括約で実測を行った。ただし、測棒で実測出来ない樹高については、測棒を伸長して比較目測を行うか、またはブルーメライス測高器を用いて、前述同様 0.5 m 括約で測定した。

## 2-4 調査地の地形図作成

地形図は、前述の林分調査で設定した 10 m × 10 m のプロットの 4 隅の杭の相対高をコンパスで求め、それらを地図の骨格標高とし、次にそれらをもとに斜面垂直縦断方向の詳細現地調査により補間を行い、縮尺 1/300 の地形図を作成した。それを縮小したものが、Fig. 1 である。今後の解析には、原則としてこの地形図を用いることにする。

## 2-5 調査地の傾斜角分布

前出の Fig. 1 を用いて斜面の傾斜角 ( $\sigma$ ) を求めた。すなわち、傾斜角  $\alpha$  は、その斜面の等高線から読みとれる高底差 ( $h$ ) と等高線間の水平距離 ( $l$ ) から

$$\alpha = \tan^{-1}(h/l)$$

で求められる<sup>3)</sup>。この方法で求められた傾斜角の等しいところを結んで斜面の傾斜角の分布状態を表わしたものが Fig. 2 の等傾斜線図である。

Fig. 2 から明らかなように、調査地は、最低 5 度、最高 50 度とかなり大きな変化を示している。その中で比較的緩い傾斜角は、まだ開析の進んでいない北部の斜面 および 土砂の堆積で形成された谷部に分布し、一方急な斜面は、比較的新しい開析斜面にその分布が認められる。その変化の様式は、必ずしも傾斜方向に対して一定でなく複雑であるが、その複雑な中にも周期的な変化が認められる。

## 2-6 斜面垂直方向における凹凸の分布および傾斜変換線の分布

斜面が複合的な場合、その斜面の縦断面に垂直的な凹凸が見られる。その凹凸の程度を竹下ら<sup>3)</sup> は曲率半径を指標にしてあらわしている。すなわち、一本の流線上で隣接する地点 A, B を考えた時、A, B における傾斜角をそれぞれ  $\alpha$ ,  $\beta$ , AB 間の距離を  $l$ , AB 周辺の曲率半径を  $R$  とした時 (A を下点, B を上点)

$$l = 2 \times R \times \sin((\sigma - \beta)/2)$$

したがって、 $l$  の水平的な投影距離  $l_0$  は近似的に

$$l_0 = 2 \times R \times \sin((\alpha - \beta)/2) \times \cos((\alpha + \beta)/2)$$

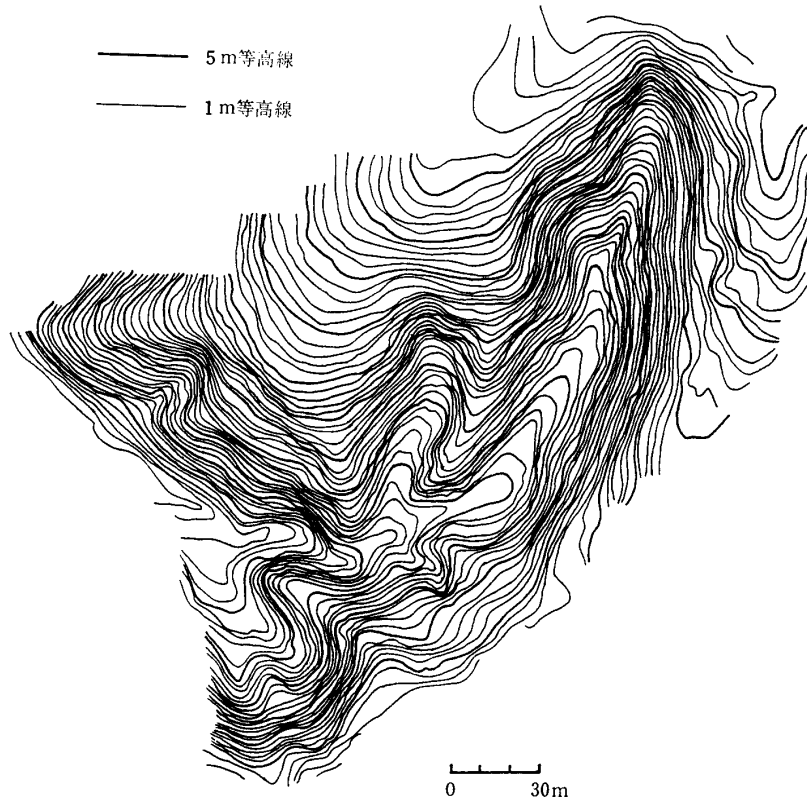


Fig. 1. 調査地の地形図

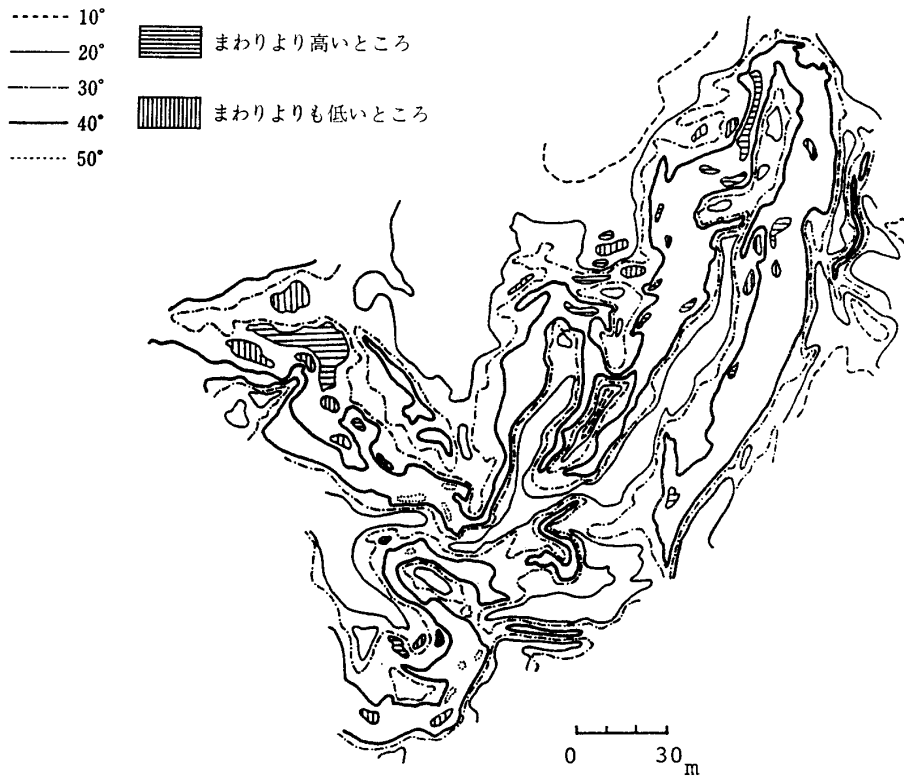


Fig. 2. 調査地の等傾斜線図

という関係式が求められるとしている。さらにこれから、曲率半径を以下の5段階に区分し、垂直縦断面方向の凹凸型斜面の分布状態を明らかにしている。

- (1) 25 m～100 m の正の曲率半径を有する凸型斜面……凸型斜面
- (2) 25 m 以下の正の曲率半径を有する著しい凸型斜面……著しい凸型斜面
- (3) 25 m～100 m の負の曲率半径を有する凹型斜面……凹型斜面
- (4) 100 m 以上の負の曲率半径を有する著しい凹型斜面……著しい凹型斜面
- (5) 100 m 以上の曲率半径を有する直線的な斜面……直線斜面

著者もこれにより調査地の垂直縦断面方向の凹凸の分布図を作成した。その垂直縦断面方向における凹凸の分布図を Fig. 3 に示す。凸型斜面は、開析の進んでいない北部の尾根付近に多く分布している。凹型斜面は、谷の中央部でなく匍行斜面上および同下部に多く分布している。直線斜面は、谷の中央部をはじめ、匍行斜面上および尾根部に多く分布している。ちなみに、調査地の垂直方向の凹型斜面の分布の割合は15%、凸型は30%、直線型は55%であり、全般的には直線斜面的傾向が強い。この斜面の垂直方向の凹凸状態は、斜面型に関連しており、特に曲率半径が正で 25 m 以下の著しい凸型斜面は、生成時代または方向が異なる斜面が接するとき生ずるものとされ凸型変換線(帯)と呼ばれている。また、曲率半径が 25 m 以下の著しい凹型斜面も同様に凹型変換線(帯)と考えられ、斜面区分の目安となる。その傾斜変換線図を Fig. 4 に示す。Fig. 3 から明らかなように、各斜面形とも等高線にはほぼ平行な形で表われている。特に幅の狭い著しい凸型斜面が谷部を取り囲むような形で表われており、この調査地を含む斜面が開析によって作られたことを示している。

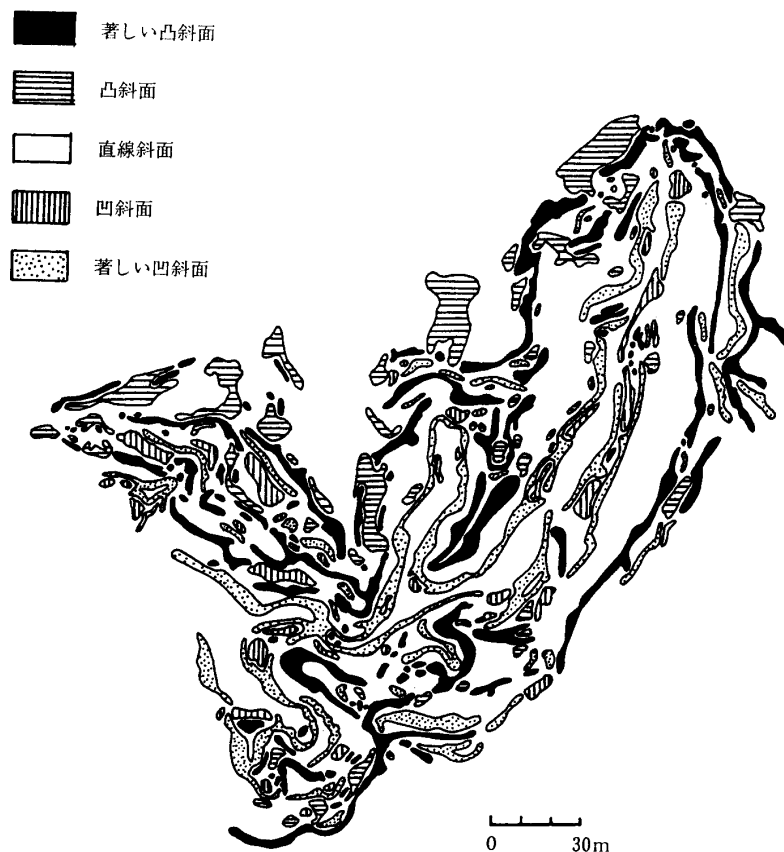


Fig. 3. 斜面垂直縦断面方向における凹凸の分布図

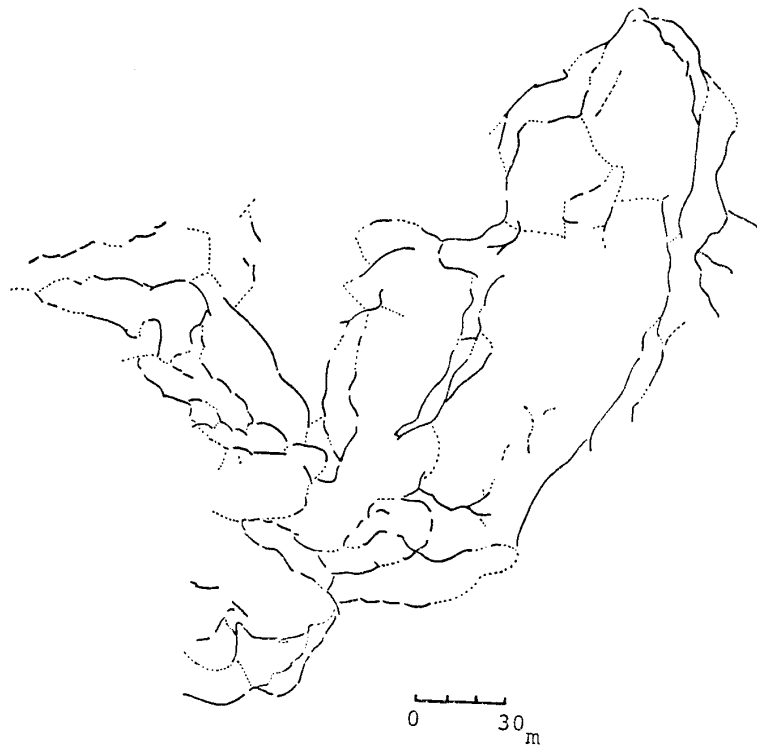


Fig. 4. 傾斜変換線図

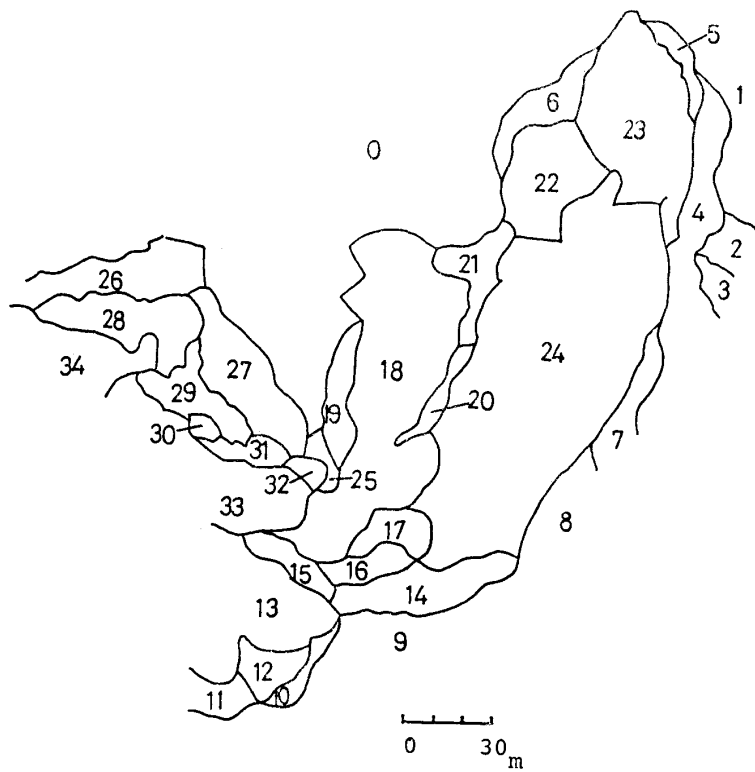


Fig. 5. 単位斜面区分図

### 2-7 単位斜面の区分

Fig. 4 の傾斜変換線図を参考に、再度現地調査を行い調査地の単位斜面の区分を実施した。Fig. 5 が、その単位斜面区分図である。前述の垂直縦断面方向における凹凸の分布図 (Fig. 3) から予想されたように、西部および南部の斜面は数回にわたる開析により形成されているので、調査地は35の単位斜面に区分することが出来た。ただし、林分の生長パターンを把握するという点から考える時、単位面積あたりの立木本数が小さい場合は、この区分の結果、1単位斜面内の範囲に生育する林木の本数が非常に少なくなり生長パターンの把握が困難になる可能性があるため、この点問題として残る。

### 2-8 調査地の堆積様式の分布

これまでの段階で、調査地の単位斜面の分布構造が明らかになった。各単位斜面内では、それにぞくする斜面の成立時期が同じであると考えられるが、その内部構造は、決して一様ではない。むしろ変化があることが前提であるとされている。

この変化は、単位斜面内の土壌堆積様式の違いにより発生している。したがって、単位斜面内の堆積様式区分を行うために、まず調査地内の堆積様式区分を行った。それには再度現地調査を行い、林木調査時に得られたプロット・立木位置図上に直接、土壌堆積様式の堆積境を記入し堆積様式区分図を作成した。Fig. 6 がその堆積様式区分図である。この土壌堆積様式区分の際に出現した堆積様式

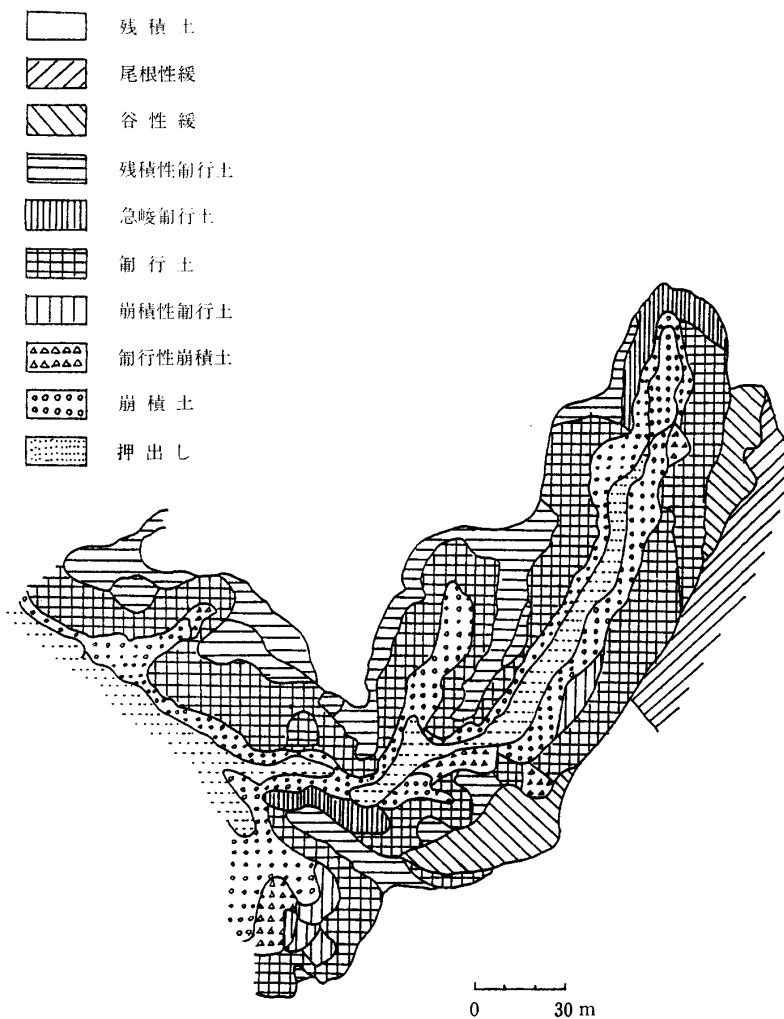


Fig. 6. 堆積様式区分図

は、以下の堆積様式であった。

(1) 残積土：土壌が移動堆積したものでなく、元の母材の位置において土壌生成が行われ、そこにとどまって堆積しているもの

(2) 尾根性緩：過去は堆積斜面であったが、現在はその斜面下部に開析が加わり、残積土の様相を呈している傾斜角が25°以下の緩斜面

(3) 谷性緩：過去は、押し出しであったと想像される場所であるが、その後斜面下部に開析が起り、押し出し的要素が減少しているもの

(4) 残積性匍行土：土壌物質の他からの供給が期待される残積性の強い匍行土、傾斜変換線の下部に多く分布する

(5) 急峻匍行土：土壌物質の供給と流出がほぼ平衡状態にあるもの。ただし、その傾斜角が40度以上と急峻である

(6) 匍行土：物質の供給と流出が平衡状態にあるもの

(7) 崩積性匍行土：本来、崩積土であるが、それが匍行土化しているもので、匍行土的要素の強いもの

(8) 匍行性崩積土：本来、崩積土であり、現在は匍行土化しているが、依然として崩積土的要素の強いもの

(9) 崩積土：上部からの土壌の供給により出来た堆積土

(10) 押し出し：水等の媒体により運ばれ、再堆積した堆積土

Fig. 6 から明らかなように、全体として斜面の上部から下部への堆積様式は、残積土→匍行土→崩積土の順で変化しているが、詳細に検討を行うと、原則的にはそのパターンを示すが、不完全なパ

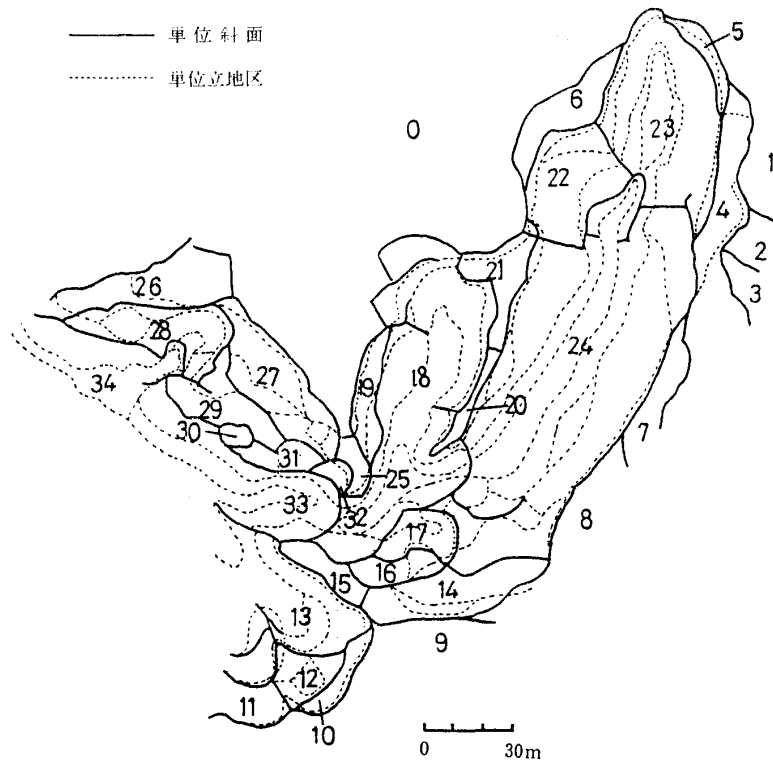


Fig. 7. 単位立地区区分図

Table 1. 単位立地区の要素一覧表

単位斜面	単位立地区	堆積様式	傾斜角	上層木平均樹高(m)	面積(m <sup>2</sup> )
0	82	残	17	12.0	—
	53	"	18	11.0	—
1	98	尾緩	13	15.5	—
2	99	"	11	15.5	—
3	100	"	9	16.5	—
4	101	"	8	17.0	—
	102	谷緩	18	16.8	500
	103	残	24	13.5	81
5	107	急削	43	15.0	99
	104	残	15	14.0	80
6	90	"	27	12.0	474
7	109	尾緩	27	15.5	—
8	110	残	11	14.0	—
9	1	"	18	15.0	—
10	6	削	38	17.0	128
	5	残	27	13.0	40
11	4	削	38	22.0	—
	3	"	40	17.0	7
	2	残	24	13.0	8
12	9	崩削	39	—	77
	10	"	22	25.0	67
	11	"	21	23.0	39
	8	削	40	21.0	118
	7	残削	38	14.5	10
	20	押出	8	26.0	—
13	12	崩削	34	27.0	—
	14	"	34	24.5	62
	17	"	34	25.5	163
	18	"	34	—	25
	19	"	40	—	23
	16	削	39	23.5	433
	15	残削	34	19.5	52
14	80	谷緩	15	20.0	342
	81	削	34	19.0	97
	79	残削	30	17.5	137
15	72	"	22	21.0	246
16	77	削	40	19.5	138
	76	残削	28	21.5	73
17	73	崩	18	22.0	56
	74	削	34	22.5	255
	75	残削	29	16.0	20
18	67	押出	11	23.3	294
	69	崩	28	23.5	94
	66	"	17	19.5	761
	68	削崩	34	22.5	120
	70	急削	43	22.5	173
	65	削	40	18.0	156
	64	"	38	17.2	558
	59	"	42	15.5	427



Table 1 のつづき

単位斜面	単位立地区	堆積様式	傾斜角	上層木平均樹高(m)	面積(m <sup>2</sup> )	
18	86	残匍	34	16.0	10	
	62	"	34	11.5	148	
	63	"	34	11.5	85	
	61	"	24	10.0	90	
	60	残	24	10.5	216	
19	58	匍	34	13.0	82	
	57	残匍	34	11.0	226	
	56	残	28	9.5	43	
20	85	残匍	15	15.0	173	
21	84	"	24	11.5	411	
	83	残	27	11.0	55	
22	94	崩	24	17.5	174	
	93-1	匍	45	16.0	544	
	92	残匍	38	13.5	123	
	91	残	34	10.5	130	
23	125	崩	23	20.0	294	
	121	"	40	18.0	60	
	119	"	43	17.3	290	
	120	匍崩	43	18.0	85	
	118	匍	40	19.2	525	
	126	"	45	17.5	201	
	108	谷緩	34	16.0	69	
	127	急匍	48	14.0	186	
	105	残匍	34	12.5	81	
	106	"	37	11.5	107	
	24	97	押出	8	22.1	839
		123	崩	34	21.8	799
		96	"	34	20.0	373
95		"	34	19.3	150	
124		匍崩	24	22.0	167	
122		崩匍	34	21.0	171	
115		匍崩	34	17.0	85	
114		残匍	21	19.0	112	
113		谷緩	21	17.5	404	
116		匍	45	17.2	1313	
117		"	43	15.3	423	
93		"	43	16.0	707	
88		"	34	15.0	113	
87		残匍	34	14.0	33	
25	111	残	34	—	17	
	112	"	34	13.5	52	
	89	"	37	12.0	77	
	55	匍	34	16.0	41	
	54	残匍	27	13.5	99	
	26	36	匍	37	14.5	—
		37	残匍	29	16.0	268
38		残	22	14.5	—	
27	48	匍	34	12.5	146	
	47	残匍	34	14.5	189	

Table 1 のつづき

単位斜面	単位立地区	堆積様式	傾斜角	上層木平均樹高(m)	面積(m <sup>2</sup> )
27	51	残崩	34	12.3	348
	49	"	34	11.5	50
	50	"	38	11.5	32
	52	残	39	12.0	156
28	32	崩崩	39	16.5	49
	34	崩	42	17.5	24
	29	"	39	17.5	101
	31	"	40	16.5	158
	33	"	48	16.0	159
	39	残崩	34	15.0	118
	30	"	34	14.0	146
	35	"	42	13.5	79
29	41	崩	39	15.5	346
	40	残崩	31	14.0	123
30	42	崩	38	16.0	66
31	43	"	39	18.0	97
	44	"	38	17.0	83
32	45	"	45	15.0	81
	46	残崩	34	14.5	17
33	21-1	押出	8	25.5	—
	23	崩	34	21.8	605
	28	崩	41	19.8	370
	24	"	48	17.5	70
	71	急崩	48	17.5	93
34	22	崩	24	21.6	475
	26	崩崩	34	17.0	17
	25	崩	41	19.3	376
	27	"	41	16.5	26

ターンの繰返しが見られる斜面も存在する。さらに、各堆積様式はほぼ等高線に平行に分布しているが、著しい凸型斜面等の存在する付近では、その傾向が乱れている。

### 2-9 調査地の単位立地区の分布

Fig. 5 の単位斜面の分布と Fig. 6 の堆積様式の分布は、前述したように決して独立しているものではなく、単位斜面内で堆積様式が系統的に表われるのが普通である。したがって、Fig. 5 の単位斜面区分図と Fig. 6 の堆積様式分布図をもとに、さらに現地調査を行い、立地区区分図を作成した。その単位立地区の区分図を Fig. 7 に示す。

Fig. 6 と Fig. 7 から明らかなように、堆積様式分布図で不自然だった部分は、すべて著しい凸型斜面の傾斜変換線の位置に相当しており、また単位斜面の中では、堆積様式の分布が前述のように系統的であるのがわかる。以上の立地区分で、調査地は 126 個の単位立地区に区分することができた。その各単位立地区の詳細を Table 1 に示す。

## 3 結 果

### 3-1 調査地全体の林分構造

調査地全体の林分構造を Table 2 に示す。また、その直径階別本数と樹高階別本数をそれぞれ Fig. 8 と Fig. 9 に示す。直径階別本数分布は極大値が一つの正規分布よりとがったピークを持つ分布を

示しているが、一方樹高階別本数分布は、二つの極大値を持つ分布である。樹高が持つ密度の影響をあまり受けずに、その林木の位置する立地条件に対応して生育する性質から見て、調査地は少なくとも2種以上の異なる立地条件の領域により構成されていると考えられる。

Table 2. 調査地全体の林分構造

平均直径 (範囲)	平均樹高 (範囲)	立木本数	林積
25.7cm (13.0~68.3)	14.0m (7.0~29.0)	2,536本	1,028m <sup>3</sup>

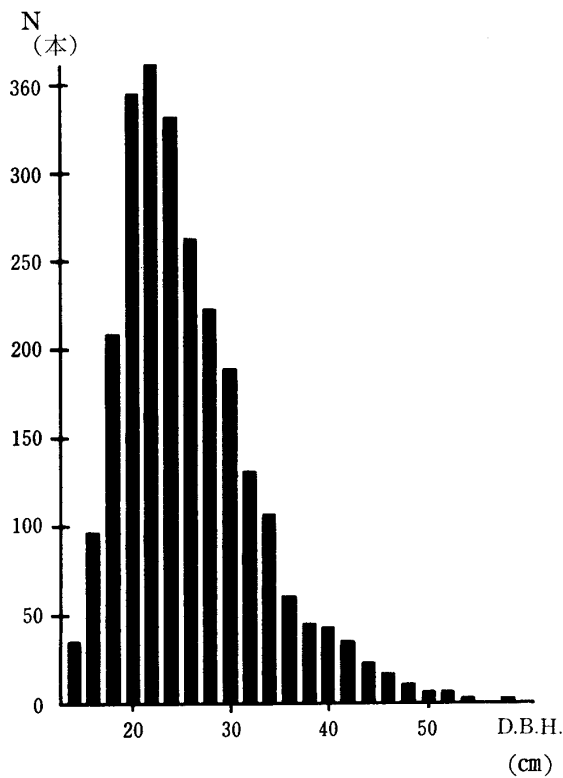


Fig. 8. 直径階別本数

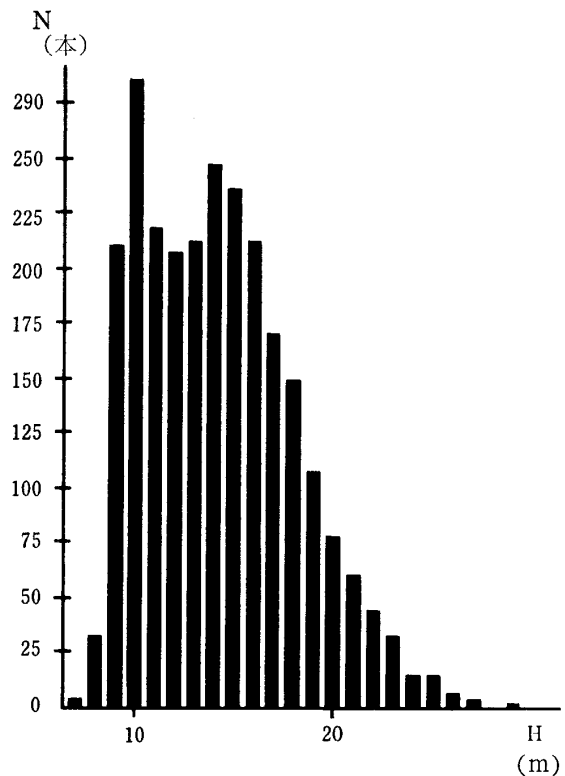


Fig. 9. 樹高階別本数

### 3-2 単位斜面内の林分構造

調査地の斜面は、前述 (Fig. 5) のように、その斜面の生成過程から 35 の単位斜面に区分することが出来た。竹下<sup>4)</sup> は、この単位斜面、正確には傾斜変換線(帯)が立地に非常に大きな影響があることを指摘している。したがって、ここでも傾斜変換線により樹高の変化については林分構造の変化が起っていると考えられる。そこで、調査地内で傾斜変換線を含む4ブロックを設定し、その樹高変化を見ることにする。各ブロックの要素を Table 3 に示す。また、各ブロックの直径と樹高の分布を Fig. 10 に示す。各ブロックとも、傾斜変換線を境に、一部重複しているものの、全体的には変換線を境に異なった性質を持つ集団であることが読みとれ、その影響が各立地区の林木の形体に非常に強く表われている。さらに、Fig. 10 から、傾斜変換線の存在とともに、堆積様式の違いにより、各立地区内の林木の間に明らかな差異が認められる。これらのことから、斜面に生育する林木は、第一に傾斜変換線を境にその形体を異にし、第二に単位斜面内では堆積様式によってその形体を異にしていると

Table 3. 単位斜面・単位立地区別の林分要素

ブロック	単位立地区No.	単位斜面No.	堆積様式	D/H	樹高分布のとり
(1)	53	1	残 積 土	2.22	3.09
	54	25	残積性崩行土	1.92	2.17
(2)	57	19	残積性崩行土	2.08	2.19
	59	18	崩 行 土	1.80	2.20
	66	18	崩 積 土	1.60	2.29
	67	18	押 出 し	1.75	1.60
(3)	1	9	残 積 土	2.16	2.09
	79	14	残積性崩行土	1.89	3.08
	72	15	"	1.49	1.86
(4)	82	1	残 積 土	2.25	3.53
	84	21	残積性崩行土	2.04	3.24
	93	24	崩 行 土	1.66	2.10
	96	24	崩 積 土	1.57	2.69
	97	24	押 出 し	1.80	3.77

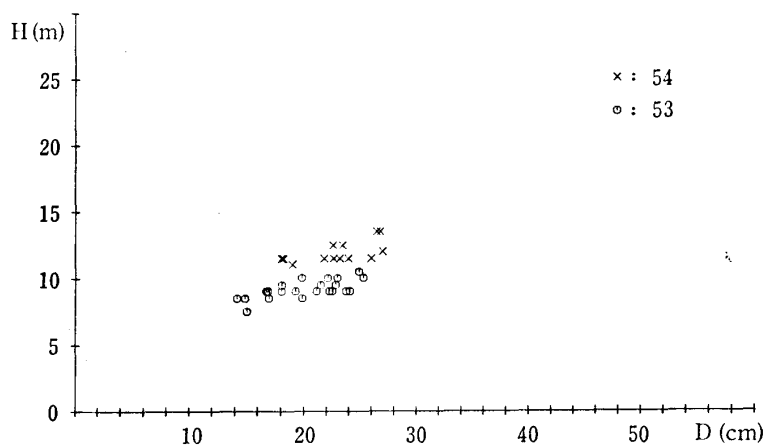


Fig. 10. (1) 直径と樹高の関係

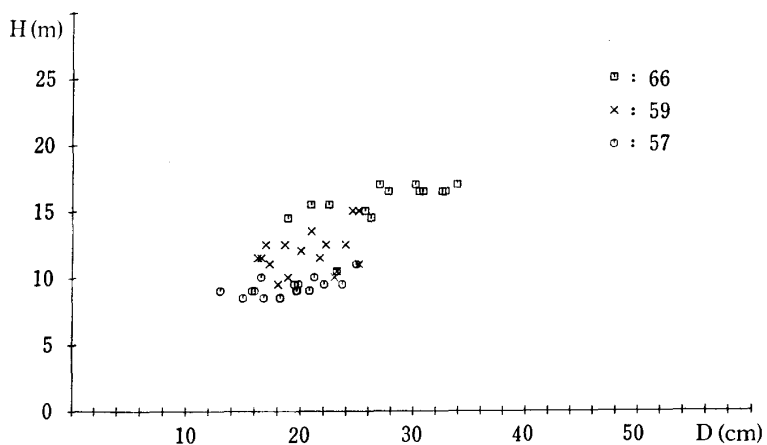


Fig. 10. (2) 直径と樹高の関係

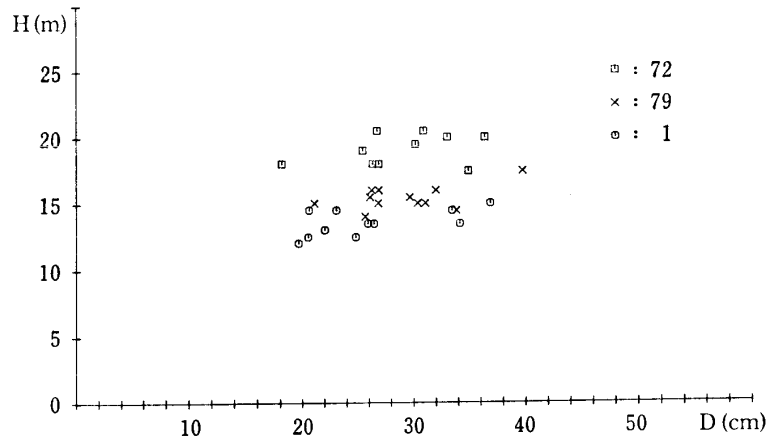


Fig. 10. (3) 直径と樹高の関係

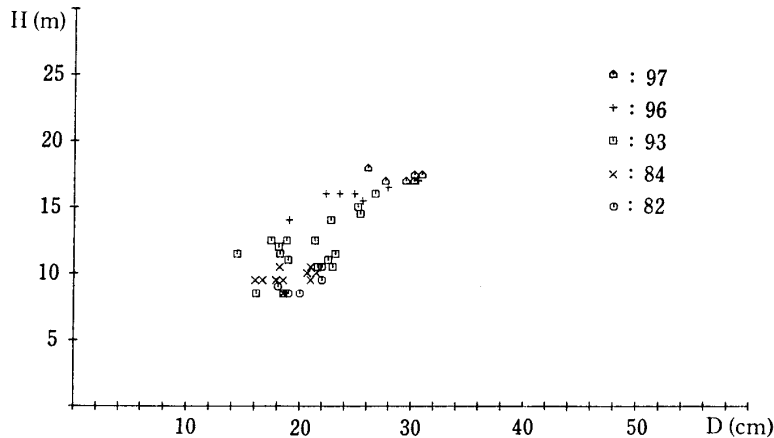


Fig. 10. (4) 直径と樹高の関係

いえる。よって、林木の生長面で立地条件が同一と見なせるのは1単位斜面でなく、それを構成する堆積様式で区分される区域（単位立地区）である。

このように林木の生長の面からみた斜面の構造は、サンプリングにあてはめると、単位斜面がブロックにあたり、単位立地区がブロック内の層にあたりと考えられる。Table 4 に単位斜面ごとの林分構造を示す。

### 3-3 単位立地区の林分構造

林木の生長に関して、単位立地区が均質と考える最小単位であることが明らかになった。ところで、環境条件が一定の場合、その中で競争を行い生育すれば、その分布は正規分布になるということが知られている。したがって、地位が均質と考えられる単位立地区の中の樹高の分布は、正規分布であると想像される。これを確かめるため、各単位立地区内の樹高の分布に対して分布の形を表わす統計量で、とがりの測度であるとがり  $a_4$ (curtosis) を尺度として分析してみた。ちなみに、 $a_4$  は、正規分布では3、とがったピークが高く、両側に長くすそを引く分布ほど  $a_4 > 3$  となり、中央が扁平で両側のすその短い分布は  $a_4 < 3$  となる。各単位立地区の  $a_4$  の計算結果を、Table 5 に示す。表から明らかのように、 $a_4$  の値は、一部に3あるいは、それ以上のものも存在するが、全体としては、かなりのものが3より小さく、平均では2.6となった。つまり、単位立地区の樹高の分布型は正規分

Table 4. 単位斜面ごとの林分構造

単位斜面	単位立地区分	平均直径(範囲)cm	平均樹高(範囲)m	直径の変動係数	樹高の変動係数
0	53	20.2(28.5-14.0)	9.1(11.0- 7.0)	.1541	.0830
	82	21.4(31.0-12.1)	9.5(12.0- 8.0)	.1641	.0778
1	98	25.8(36.8-17.4)	13.4(15.5-11.5)	.2016	.0895
2	99	29.3(48.7-21.8)	13.8(15.5-12.0)	.2076	.0723
3	100	28.3(40.4-15.5)	14.3(16.5-12.5)	.2243	.0837
4	103	24.3(30.5-17.0)	12.9(13.5-12.0)	.2189	.0488
	101	27.4(41.8-17.4)	13.6(17.0-11.0)	.2079	.1068
	102	26.5(39.4-16.1)	14.8(18.0-12.0)	.2198	.0912
5	104	23.9(29.2-18.3)	11.8(14.0-10.5)	.1681	.1023
	107	23.6(36.2-17.3)	12.0(15.0-10.5)	.2313	.1136
6	90	20.6(27.2-14.3)	9.0(12.0- 7.0)	.1435	.1083
7	109	26.6(33.4-20.8)	13.4(15.5-11.5)	.1686	.0906
8	110	28.5(38.1-18.0)	11.4(14.0-10.0)	.2042	.0832
9	1	27.9(44.1-14.7)	12.9(15.0-10.0)	.2365	.1052
10	5	23.6(27.8-19.3)	12.4(13.0-12.0)	.1527	.0387
	6	28.8(37.8-23.0)	15.1(17.0-13.5)	.1716	.0678
11	2	24.8(28.8-20.9)	12.5(13.0-12.0)	.2248	.0566
	3	23.5(25.6-20.3)	15.7(17.0-14.5)	.1192	.0803
	4	28.8(36.7-16.9)	18.3(22.0-14.5)	.1703	.1324
12	7	24.3(30.7-19.1)	13.2(14.5-11.5)	.2425	.1160
	8	33.6(55.5-23.3)	18.6(21.0-16.5)	.3165	.0899
	11	38.3(46.3-31.9)	22.9(23.0-22.5)	.1742	.0109
	10	41.9(51.0-30.1)	23.2(25.0-21.5)	.2557	.0758
13	20	40.3(61.6-31.8)	23.6(26.0-21.5)	.2087	.0563
	12	42.4(50.2-27.2)	24.9(27.0-22.0)	.1616	.0649
	14	38.6(45.8-25.0)	23.3(24.5-22.0)	.2277	.0494
	17	34.9(48.5-25.8)	23.1(26.0-21.0)	.1947	.0716
	16	32.3(49.2-19.9)	20.9(24.0-18.0)	.2263	.0905
	15	28.3(34.3-21.8)	17.7(19.5-16.0)	.1193	.0696
14	80	35.5(49.7-24.0)	17.8(20.0-16.0)	.1905	.0782
	81	36.4(45.2-25.3)	18.0(19.0-16.5)	.1791	.0532
	79	29.1(39.8-21.1)	15.4(17.5-14.0)	.1655	.0584
15	72	28.1(36.4-18.1)	18.9(21.0-17.0)	.1618	.0620
16	77	29.1(40.6-21.8)	18.3(19.5-16.0)	.1750	.0535
	76	29.3(38.0-22.7)	19.7(21.5-18.0)	.1501	.0636
17	73	32.5(38.9-27.8)	21.5(22.0-21.0)	.1760	.0233
	74	31.5(51.4-22.0)	20.4(22.5-17.5)	.2333	.0820
	75	22.6(26.0-19.2)	15.5(16.0-15.0)	.2128	.0456
18	67	37.0(42.0-26.3)	21.1(23.5-18.5)	.1339	.0769
	69	34.5(48.8-26.7)	21.9(23.5-20.0)	.2298	.0580
	66	27.0(37.6-17.5)	16.8(20.0-14.0)	.1682	.0843
	68	32.1(42.0-25.5)	19.0(22.5-17.5)	.1974	.1053
	70	31.1(36.0-26.2)	21.4(22.5-20.0)	.1288	.0519
	65	25.3(34.8-16.3)	15.7(18.0-14.0)	.2014	.0753
	64	22.5(26.5-19.0)	14.2(15.5-13.5)	.1409	.0589
	59	22.3(34.0-16.3)	12.4(15.5- 9.5)	.1723	.1327
	86	29.0(31.0-26.6)	15.5(16.0-15.0)	.0766	.0323
	62	21.1(25.6-17.5)	10.5(11.5- 9.0)	.1094	.0735
	63	20.4(26.0-16.9)	10.5(11.5- 9.5)	.1446	.0738

Table 4 のつづき

単位斜面	単位立地区分	平均直径(範囲)cm	平均樹高(範囲)m	直径の変動係数	樹高の変動係数
18	61	17.9(25.2-14.2)	9.0(10.0- 8.0)	.1684	.0837
	60	22.1(28.6-18.0)	9.6(10.5- 9.0)	.1314	.0579
19	58	21.8(26.9-17.8)	11.4(13.0- 9.0)	.1444	.1230
	57	19.1(25.0-13.0)	9.2(11.0- 8.0)	.1613	.0907
	56	19.4(23.6-15.5)	9.0( 9.5- 8.5)	.1620	.0393
20	85	22.5(28.5-17.5)	13.5(14.5-12.5)	.1277	.0534
21	84	21.0(26.4-15.0)	10.3(11.5- 8.5)	.1245	.0611
	83	19.6(22.5-16.8)	9.4(11.0- 8.5)	.0878	.0897
22	94	30.8(37.6-24.4)	15.8(18.0-14.5)	.1274	.0686
	93-1	23.0(35.6-16.1)	12.3(16.0- 9.5)	.1545	.1562
	92	22.1(27.2-18.2)	10.9(13.5- 9.0)	.1096	.1478
	91	21.3(23.8-17.7)	9.6(10.5- 9.0)	.1120	.0610
23	125	29.9(51.2-16.5)	17.6(20.0-15.0)	.2282	.0825
	121	21.3(28.4-16.3)	16.8(18.0-15.5)	.2246	.0614
	119	25.9(31.5-20.2)	15.6(17.5-13.5)	.1482	.0744
	120	27.5(33.9-18.3)	16.9(18.0-16.0)	.1763	.0479
	118	27.3(41.4-16.2)	15.7(20.0-12.0)	.2191	.1243
	126	24.3(33.4-16.9)	13.4(18.0-10.5)	.1922	.1243
	108	26.7(37.5-19.2)	14.6(16.0-13.0)	.2337	.0873
	127	25.8(32.0-21.5)	12.3(14.0-11.0)	.1294	.0819
	105	19.6(24.2-14.4)	10.0(12.5- 8.0)	.1788	.1346
	106	21.5(28.1-16.3)	16.8(18.0-15.5)	.2246	.0614
	24	97	34.7(48.1-22.6)	19.3(24.5-17.0)	.2034
123		37.0(52.2-22.4)	19.4(25.5-16.0)	.2467	.1371
95		28.3(36.7-20.1)	16.8(20.0-15.0)	.1728	.1038
96		25.1(36.5-17.2)	16.0(20.0-13.0)	.1797	.0976
124		36.3(48.0-28.3)	20.9(22.0-20.0)	.2636	.0409
122		43.1(46.0-41.0)	20.0(22.0-18.5)	.0602	.0901
115		37.7(40.8-34.6)	15.8(17.0-14.5)	.1163	.1122
114		30.5(36.8-23.6)	17.8(19.0-17.0)	.1500	.0388
113		31.2(53.7-18.5)	14.4(18.0-10.5)	.2790	.1559
116		32.3(45.4-20.5)	15.5(21.0-12.5)	.2458	.1403
117		22.9(33.9-14.8)	12.5(16.0-10.5)	.1994	.1125
93		21.4(30.6-13.5)	12.9(16.0- 8.5)	.1646	.1415
88		20.6(24.2-16.1)	12.3(14.5-10.0)	.1204	.0861
87		21.8(26.6-18.5)	13.2(14.0-12.5)	.1951	.0580
112		29.6(33.8-22.6)	12.5(13.5-11.5)	.1738	.0653
89	19.8(27.1-16.5)	10.0(12.0- 8.5)	.1539	.1090	
25	55	27.3(33.1-20.5)	15.0(16.0-13.5)	.1793	.0577
	54	23.0(27.1-18.0)	12.0(13.5-11.0)	.1371	.0671
26	38	25.7(33.8-18.5)	12.7(15.0-11.0)	.1578	.0822
	37	26.7(37.0-17.0)	14.8(16.5-13.5)	.2100	.0718
	36	19.4(20.9-16.7)	13.9(14.5-13.5)	.0995	.0345
27	48	20.5(28.7-13.3)	11.0(12.5- 9.0)	.2385	.1088
	47	21.7(27.8-15.4)	11.2(14.5- 8.0)	.1712	.1724
	51	20.1(30.0-13.6)	10.2(12.5- 8.5)	.1933	.1071
	49	20.7(25.6-16.0)	10.7(11.5-10.0)	.1902	.0455
	50	26.0(27.8-13.3)	11.0(12.5- 9.0)	.0945	.0259
	52	21.5(34.0-14.2)	9.7(12.0- 8.5)	.2696	.1176

Table 4 のつづき

単位斜面	単位立地区分	平均直径(範囲)cm	平均樹高(範囲)m	直径の変動係数	樹高の変動係数
28	32	26.1(30.2-22.8)	14.8(16.5-13.5)	.1448	.1030
	34	27.3(35.5-21.2)	16.1(17.5-15.5)	.2187	.0587
	29	30.0(39.6-21.5)	15.1(17.5-14.0)	.1739	.0725
	31	26.2(34.2-22.0)	14.7(16.5-13.0)	.1279	.0622
	33	24.0(31.4-20.0)	13.6(16.0-12.0)	.1719	.1113
	39	24.8(34.0-20.3)	13.3(15.0-12.0)	.1737	.0568
	30	24.4(28.7-18.2)	13.3(14.0-12.5)	.1511	.0426
	35	22.7(29.2-18.4)	12.2(13.5-11.0)	.1634	.0779
29	41	23.7(33.3-15.1)	13.4(15.5-10.0)	.1999	.1050
	40	23.1(27.7-18.8)	12.6(14.0-11.0)	.1364	.0840
30	42	25.4(30.3-17.0)	15.4(16.0-14.5)	.1962	.0423
31	43	28.3(37.5-21.2)	16.1(18.0-14.5)	.2201	.0773
	44	31.8(38.2-27.0)	15.1(17.0-13.5)	.1332	.0970
32	46	27.3(28.6-26.0)	13.8(14.5-13.0)	.0673	.0771
	45	20.7(26.1-16.2)	13.4(15.0-11.5)	.1947	.1166
33	21-1	41.7(53.8-29.5)	21.5(25.5-18.5)	.1777	.0810
	23	36.4(49.9-20.5)	19.5(23.0-16.5)	.1853	.0850
	28	28.4(42.0-20.2)	17.1(20.5-14.5)	.1743	.0845
	24	25.8(33.3-15.3)	16.3(17.5-15.0)	.2839	.0739
	71	32.1(38.5-27.9)	17.3(17.5-17.0)	.1747	.0167
34	22	30.7(49.8-20.9)	18.8(22.0-16.5)	.1981	.0710
	27	34.8(37.6-32.0)	16.5(16.5-16.5)	.1138	.0000
	25	27.9(39.9-17.7)	17.2(20.0-15.0)	.1715	.0666
	26	29.3(38.2-24.4)	16.3(17.0-15.5)	.2647	.0468

布ではなく、中央が扁平で両側のすその短い分布をしているものが多いといえ、このことは前に述べたことに反する。したがって、これが林木の密度が低いためか、または、本来正規分布になりえないのかを明らかにするために、他のデータを追加し検討した。追加したデータは、すべて、うっぺいと過うっぺい林分のものを用いた。そのデータを Table 6 に示す。

生育過程が過うっぺい状態の林分では、 $a_4$  は3より大きい傾向が見られ、普通のうっぺい状態（うっぺい率80%以上）では3かまたはそれより小さい傾向が見られる。

つまり、単位立地区内の樹高分布は、正規分布に限るものではなく、むしろその生育過程の密度により、変化するものと考えられる。したがって、調査地の各単位立地区内の樹高分布が正規分布を示さなかったのは、生育密度が低かったためだと考えられる。逆に、密度の低い林分の樹高分布が、中央が扁平で裾の短い分布を示すということから、単位立地区内の地位は、完全に均質なものではなく、数mの幅を持つものと考えられる。その幅は、樹高の性質からして、単位立地区そのものが持つものと考えられ、それは堆積様式により決まるのではないかと考えられる。つまり、上流からの供給がなく、母材が直接土壌化する残積系の所と、上流からの供給と下流への流亡との関係により形成されるその他の堆積様式とでは、前者の堆積様式のほうがより安定しており、そのため前者の単位立地区内の分散が小さいのではないかとと思われる。Table 7 に、堆積様式別の樹高の分布幅と樹高の変動係数を示す。表から明らかなように、樹高の分布幅は残積系の堆積様式ほど小さいが、変動係数はどの堆積様式も多少のばらつきがあるが、平均的にはほぼ同じ値を示している。



Table 5. 単位立地区内の樹高分布のとがり (a<sub>4</sub>) の値 (一部)

単位斜面No.	単位立地区No.	a <sub>4</sub>	単位斜面No.	単位立地区No.	a <sub>4</sub>
0	53	3.09	21	84	3.24
	82	3.53	22	94	1.95
	60	1.77		93-1	1.80
1	98	2.03		92	1.44
2	99	2.18	23	125	1.73
3	100	2.01		119	1.89
4	101	2.10		118	2.11
	102	2.52		126	3.62
5	107	2.60		127	1.72
6	90	3.66	24	97	3.77
7	109	1.83		96	2.69
8	110	4.16		114	1.84
9	1	2.09		113	1.84
10	6	2.08		117	3.36
11	4	1.95		93	2.10
	15	1.39		88	2.78
13	16	1.78		89	1.70
	80	1.75	25	54	2.17
14	79	3.08	26	37	1.43
	72	1.86	27	48	1.44
15	77	2.76		47	1.65
16	74	1.75		51	2.39
17	67	1.60		52	2.10
	66	2.29	28	31	2.69
18	59	2.20		39	2.97
	64	1.96	29	41	2.63
19	65	2.01	30	42	2.35
	63	1.36	31	43	1.30
20	62	1.88	33	21-1	3.41
	61	1.46		23	2.04
19	58	1.43		28	2.31
	57	2.19	34	22	2.82
20	85	1.55		25	2.62

Table 6. 追加データの林分要素

No.	平均直径(cm)	平均樹高(m)	直径の 変動係数	樹高の 変動係数	樹高分布 のとり
1	14.4	15.4	0.1540	0.0658	1.8
2	9.7	10.0	0.2330	0.1455	5.6
3	12.9	16.6	0.1819	0.1035	4.3
4	10.9	10.9	0.1593	0.1167	4.3
5	13.3	16.2	0.1987	0.0922	1.7
6	12.4	13.3	0.1651	0.1214	2.3
7	12.8	13.6	0.1874	0.0986	3.6
8	12.4	12.3	0.2282	0.1721	4.4
9	12.9	11.7	0.2549	0.1503	5.4
10	13.2	14.6	0.2043	0.0942	4.0
11	19.5	15.7	0.2075	0.0990	5.3
12	35.3	29.1	0.2639	0.1085	2.8
13	25.0	23.3	0.1633	0.0896	2.6
14	32.3	26.0	0.1948	0.1130	5.4
15	21.8	15.4	0.1705	0.0572	3.2
16	33.7	25.0	0.0939	0.0502	2.6
17	29.9	20.7	0.1536	0.1081	3.5
18	23.6	15.9	0.2982	0.1164	2.7
19	29.6	21.5	0.1512	0.0857	1.8
20	22.7	16.8	0.1831	0.1103	3.2
21	24.5	15.9	0.1663	0.1017	1.8
22	25.8	25.3	0.0500	0.0323	4.9
23	48.1	33.3	0.2703	0.1336	1.6
24	35.3	26.6	0.0813	0.0433	1.7
25	27.7	29.6	0.1167	0.0543	8.2
26	26.8	22.1	0.1285	0.0629	2.3
27	25.3	24.1	0.1392	0.0420	6.1
28	24.1	17.0	0.1473	0.0746	2.3
29	16.3	9.1	0.2023	0.1396	2.0
30	14.9	11.4	0.2378	0.1563	2.1
31	12.2	9.9	0.3463	0.2269	2.0
32	19.2	16.8	0.1120	0.0424	3.1

1～10; 矢部試験林データ 11～32; 小国・武雄データ

このように、樹高の変動係数は各堆積様式とも同じような値を示しており、変動係数等で表わされる相対的な林分構造には差がないように思われる。そこで、各单位立地区ごとの相対的な林分構造を調べてみた。堆積様式ごとの、樹高の変動係数と直径の変動係数の関係を Fig. 11 に示す。Fig. 11

Table 7. 堆積様式別の樹高分布の幅と変動係数 (CV(h))

堆積様式	単位立地区No.	分布幅		CV(h)	堆積様式	単位立地区No.	分布幅		CV(h)
残 I	90	7~11m	4 m	.1083	谷緩 II	80	15~20m	5 m	.0782
	82	8~12	4	.0778		III	102	11~18	7
	60	9~10	—	.0579	崩匍 III	17	21~26	5	.0716
	53	7~11	4	.0830	匍行 II	16	18~24	6	.0905
	52	8~12	4	.1176	III	74	17~22	5	.0820
II	110	10~14	4	.0832	IV	116	12~21	9	.1403
	1	10~15	5	.1052	V	117	10~16	6	.1125
残匍 II	72	17~21	4	.0620	VI	93-1	9~16	7	.1415
V	51	8~12	4	.1077	93	8~16	8	.1562	
VI	47	8~13	5	.1724	64	10~17	7	.1406	
VII	92	9~13	4	.1478	59	9~15	6	.1327	
	84	8~11	3	.0611	41	10~15	5	.1050	
	85	12~14	2	.0534	28	14~20	6	.0845	
VIII	57	8~11	3	.0907	25	15~20	5	.0666	
	37	13~16	3	.0718	118	12~20	8	.1371	
急匍 III	127	11~14	3	.1136	崩 II	23	16~23	7	.0850
尾緩	126	10~15	5	.1243	22	16~22	6	.0710	
	98	12~15	3	.0895	66	14~20	6	.0843	
	99	12~15	3	.0723	96	13~20	7	.0976	
	100	12~16	4	.0837	III	125	15~20	5	.0825
	101	12~17	5	.1068	押出	21-1	18~25	7	.0810
					97	17~24	7	.0965	

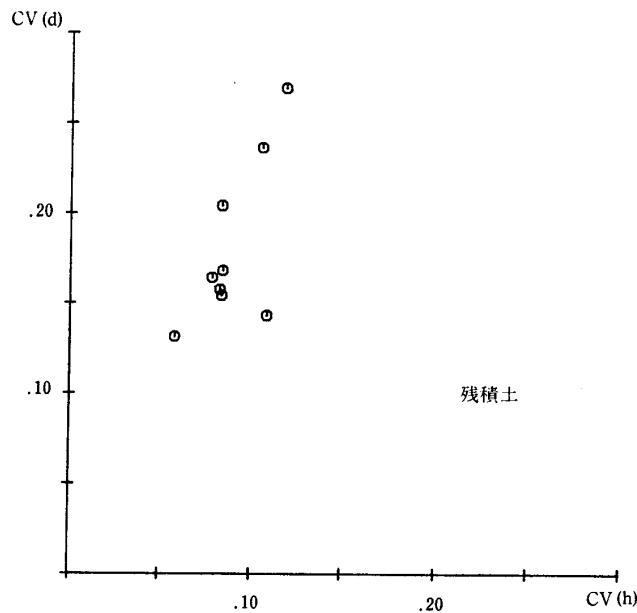


Fig. 11. (1) 堆積様式別の直径の変動係数 (CV(d)) と樹高の変動係数 (CV(h)) の関係

の各図から明らかなように、匍行土は特にばらつきが大きいがその他の各堆積様式のばらつきは小さく、直径の変動係数の樹高の変動係数に対する割合が、同じ値を示している。したがって、堆積様式間で変動係数の比に違いがあるかを確認するため分散分析によって分析したが (Table 8), すべての堆積様式間で変動係数の比に違いがあるとは言えないという結果を得た。さらに、樹高の変動係数ならびに直径の変動係数それぞれとも、かなりのばらつきは認められるものの、平均的には同じような値を示していることもわかった (Table 9)。

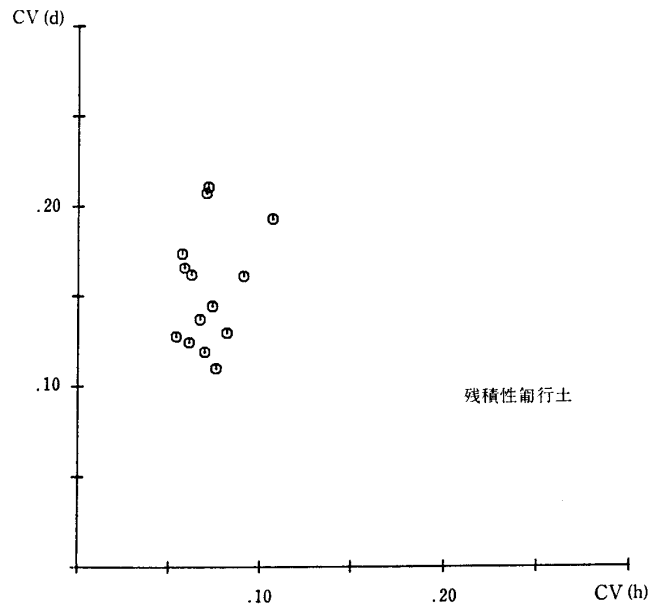


Fig. 11. (2) 堆積様式別の直径の変動係数 (CV(d)) と樹高の変動係数 (CV(h)) の関係

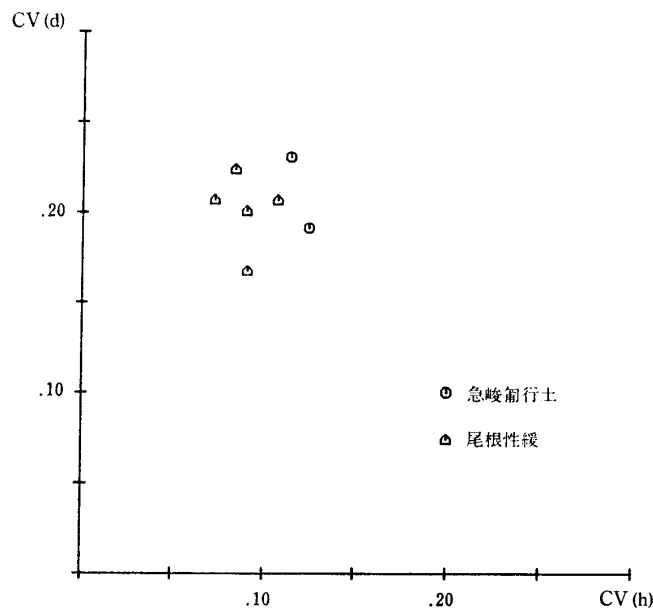


Fig. 11. (3) 堆積様式別の直径の変動係数 (CV(d)) と樹高の変動係数 (CV(h)) の関係

#### 4 要 約

スギ55年生の単純同齡林分からなる対象小班を、単位斜面および単位立地区の立地単位に区分し、その中の林分構造を調べた。

その結果、対象林分内の林木は単位立地区を最小単位として同じような生長をしており、それを1単位としたとき、その範囲内の林木の樹高や、直径の平均値は各単位ごとに異なっているが、樹高の

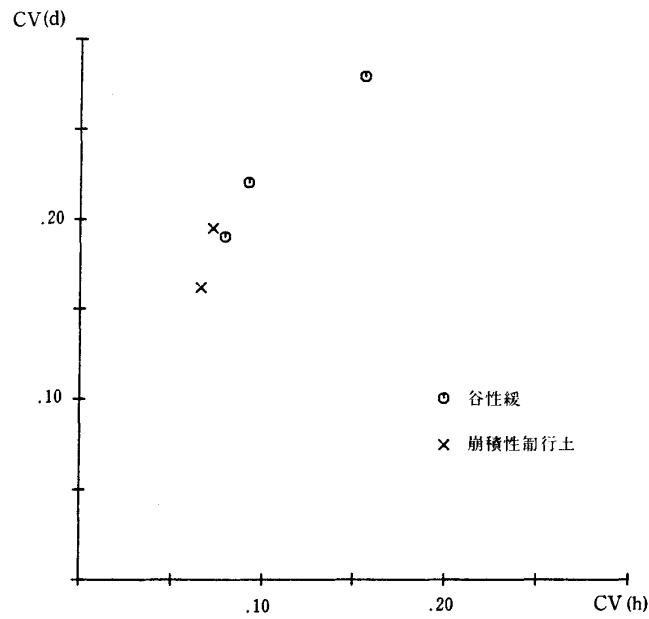


Fig. 11. (4) 堆積様式別の直径の変動係数 (CV(d)) と樹高の変動係数 (CV(h))

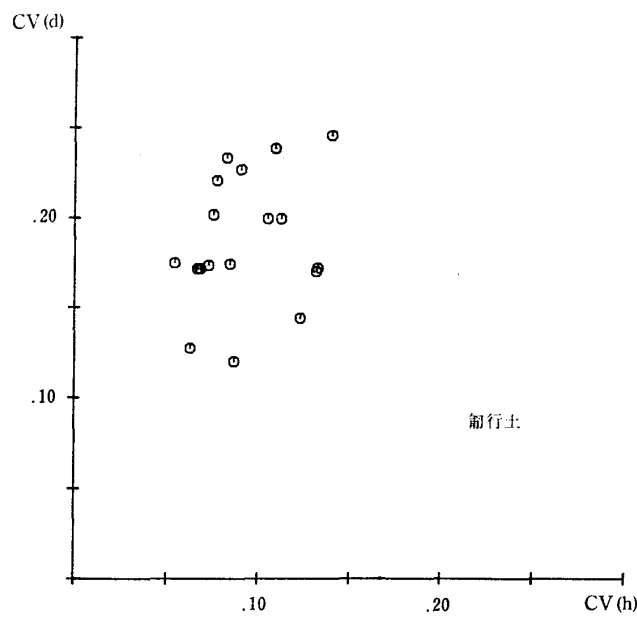


Fig. 11. (5) 堆積様式別の直径の変動係数 (CV(d)) と樹高の変動係数 (CV(h))

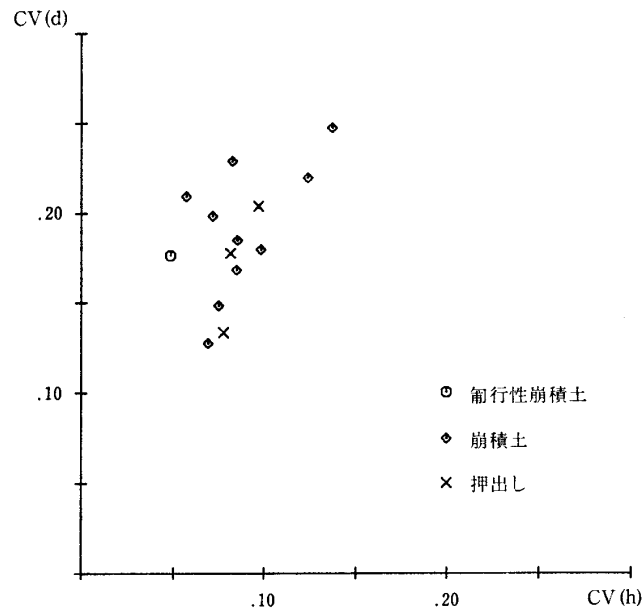


Fig. 11. (6) 堆積様式別の直径の変動係数 (CV(d))  
と樹高の変動係数 (CV(h))

Table 8. 堆積様式別の直径と樹高の変動係数の比の分析

堆積様式名	平均	分散	変動係数	標本数
残積土	2.05	.0980	.15	9
残積性匍行土	2.12	.6079	.36	18
尾根性緩谷性緩	2.32	.1571	.17	5
匍行土	1.94	.5785	.39	21
崩積土	2.27	.3587	.26	10
押出し	2.01	.0384	.09	3

	自由度	平方和	分散	分散比
全体	68	29.9129		
群間	6	1.1831	.1972	.4256
群内	62	28.7298	.4634	

$$F_{6,62}^2(0.05) = 2.254$$

Table 9. 堆積様式別の直径および樹高の変動係数

堆積様式名	標本数	直径の変動係数	樹高の変動係数
残積土	9	.1811	.0888
残積性匍行土	18	.1527	.0815
急峻匍行土	2	.2118	.1189
尾根性緩谷性緩	5	.2020	.0886
匍行土	3	.2298	.1084
崩積土	21	.1830	.1006
崩積土	10	.1910	.0881
押出し	3	.1717	.0848

変動係数に対する直径のその比はすべての単位でほぼ等しいことがわかった。つまり、同一林分内であっても林木の生長パターンという面からみたときそれは均質ではなく、逆にほぼ均質と考えられる小さな林木集団の多数の集まりで異質の集団であることがわかった。

## 5 謝 辞

この研究を進めるにあたり、多くの人たちの御協力をいただいた。特に、データの収集の際には当時の教室の学生諸君ならびに高隈演習林の職員の人たち、堆積様式の区分の際には清水晃君、まとめの段階では教室事務の中島容子さんにそれぞれ御世話になった。これらの人を含む多くの協力者ならびに貴重なデータを提供してくれた九州大学森林経理学教室の皆様に対し、ここに心からの謝意を表します。

## 引用文献

- 1) 吉田茂二郎：林分構造と地形との関係解析に関する研究。鹿大農演報，10，1982.
- 2) 鹿児島県地質図：鹿児島地質研究会.
- 3) 竹下敬司・中島康博・長浜三千治・樋口真一：微地形および土壌とスギ（品種）の生長に関する森林立地学的研究（第一報）。福岡県林試時報，12，1960.
- 4) 竹下敬司・中島康博：斜面の微地形とその森林土壌的立地性について若干の考察。森林立地，3(1)，1961.
- 5) 応用統計ハンドブック：応用統計ハンドブック編集委員会編，養賢堂，1978.
- 6) 川村一水：農林土壌学，養賢堂，1952.

## Summary

The writer reports in this paper a result of studies, done by micro-topographical stratification, analysis of micro-topographical elements and measurements of stand-structure of Sugi (*Criptomeria japonica*) stand in the study forest.

The object of this study is to make discovery of the stand-structure in the micro-topographical elements of the study forest's slopes.

The study area belongs to KAGOSHIMA UNIV. experimental forest in KAGOSHIMA prefecture and is covered with an artificial forest of Sugi, and is 55 years old, about 3.0 ha in area.

In this study, the writer recognized some phenomena as follows.

(1) In respect of stand growth, the micro-topographical elements are the smallest areas which have same site productivity.

(2) The micro-topographical elements are systematically distributed in the unit slope.

(3) The tree height distributions in the micro-topographical elements are not always the normal distribution.

(4) There are some ranges of the site productivity in the micro-topographical elements which are related to deposits.

(5) The ratios of the d.b.h coefficient of variance to the height coefficient of variance are equal in every deposits.

(6) The coefficients of variance of tree height in the micro-topographical elements are roughly equal.