

森林施業体系因子の総合検討

—スギ、ヒノキ人工林における保育作業について—

I 試験担当者

機械化部作業科作業第1研究室

辻 墓道，豊川勝生，石井邦彦

II 試験目的

人工林の環境因子（地況、林況）を把握することにより、その土地の土地生産力を描み、一方、集約度の目安として、そこに投下された労働力と保育回数を考え、現在、さかんにいわれている傾斜投資の一考察として、今後の施業体系選択基準を考えるもの。

今回の報告は、そのために、時代を追った施業体系の変化、環境因子による施業体系の変化を描むものです。

III 試験の経過と得られた成果

この試験は昭和48年度に始まり、今回は、その途中報告です。

序

現在の保育作業には、密度管理や照度の理論がとり入れられ、又、造林投資に関しては、画一的な方法を避け、土地生産力に応じた傾斜投資方式が導入されるなど、より科学的な裏付けある方法へ転換がはかられています。しかし、この場合、この分析には、保育作業という、伐採までの40～50年間の長い林木育成期間を考え、過去何十年前からの保育作業の結果等を考えなければなりません。そこから、施業体系選択基準、保育作業選択基準がでてくるものと思われます。このため、本報告では、全営林局中、造林率64%（林地面積に対する造林地面積）で第1位の実績をもつ高知営林局を選び、その資料を使用しました。

(1) 調査項目

資料数 スギ 30 (40年生以上のもの 14)

ヒノキ 36 (40年生以上のもの 19)

営林署名 林小班、面積

地況： 傾斜、方位、標高、温量指数、降水量、積雪深、地質、土壤型、有効深度、堆積型、局所地形

林況： 樹種、林令、Ha 当り蓄積、Ha 本数、平均胸高直径、平均樹高

保育形式： 植栽本数、年代別の作業種名、年代別のHa 当り人工数

② 資料の分類

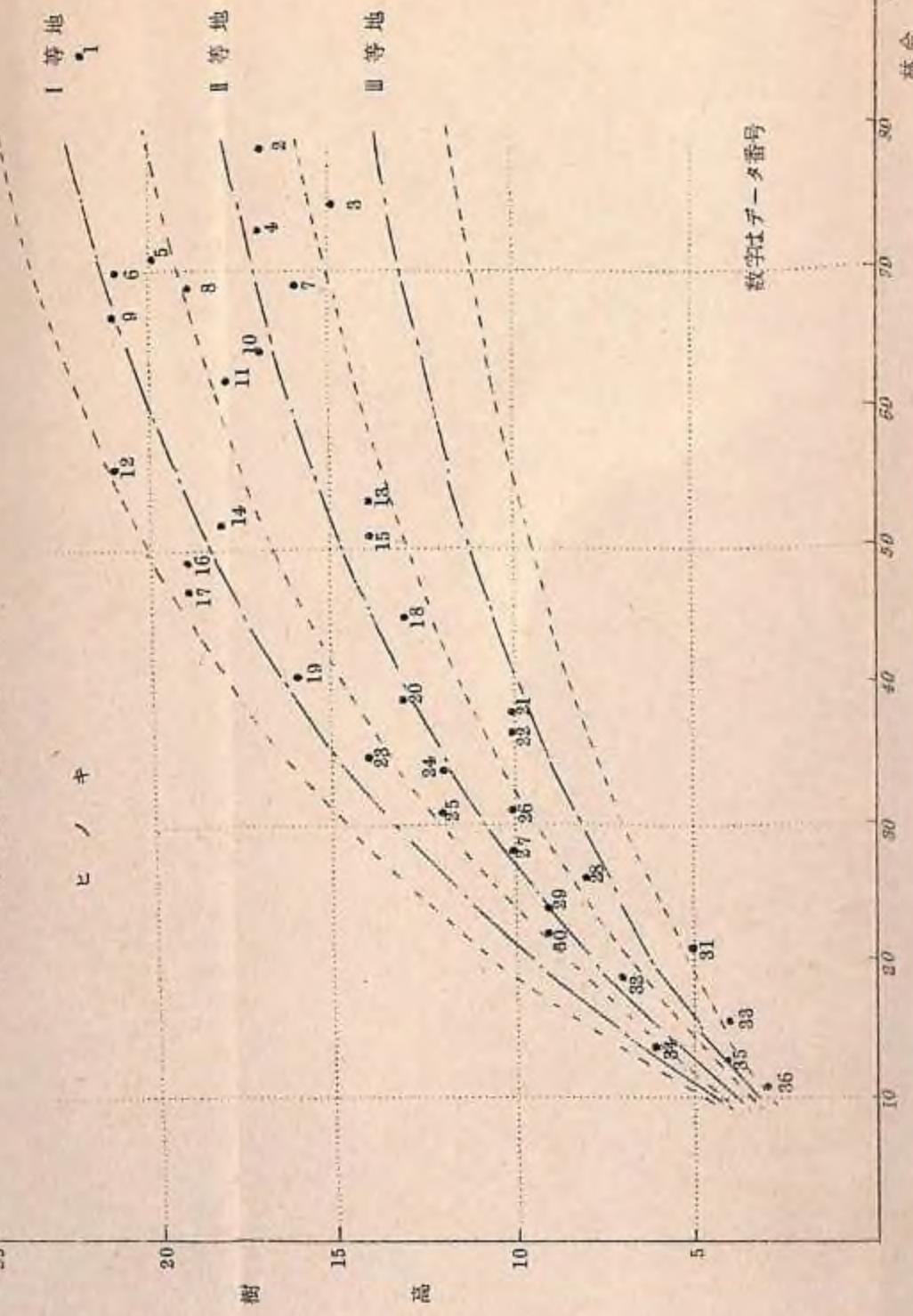
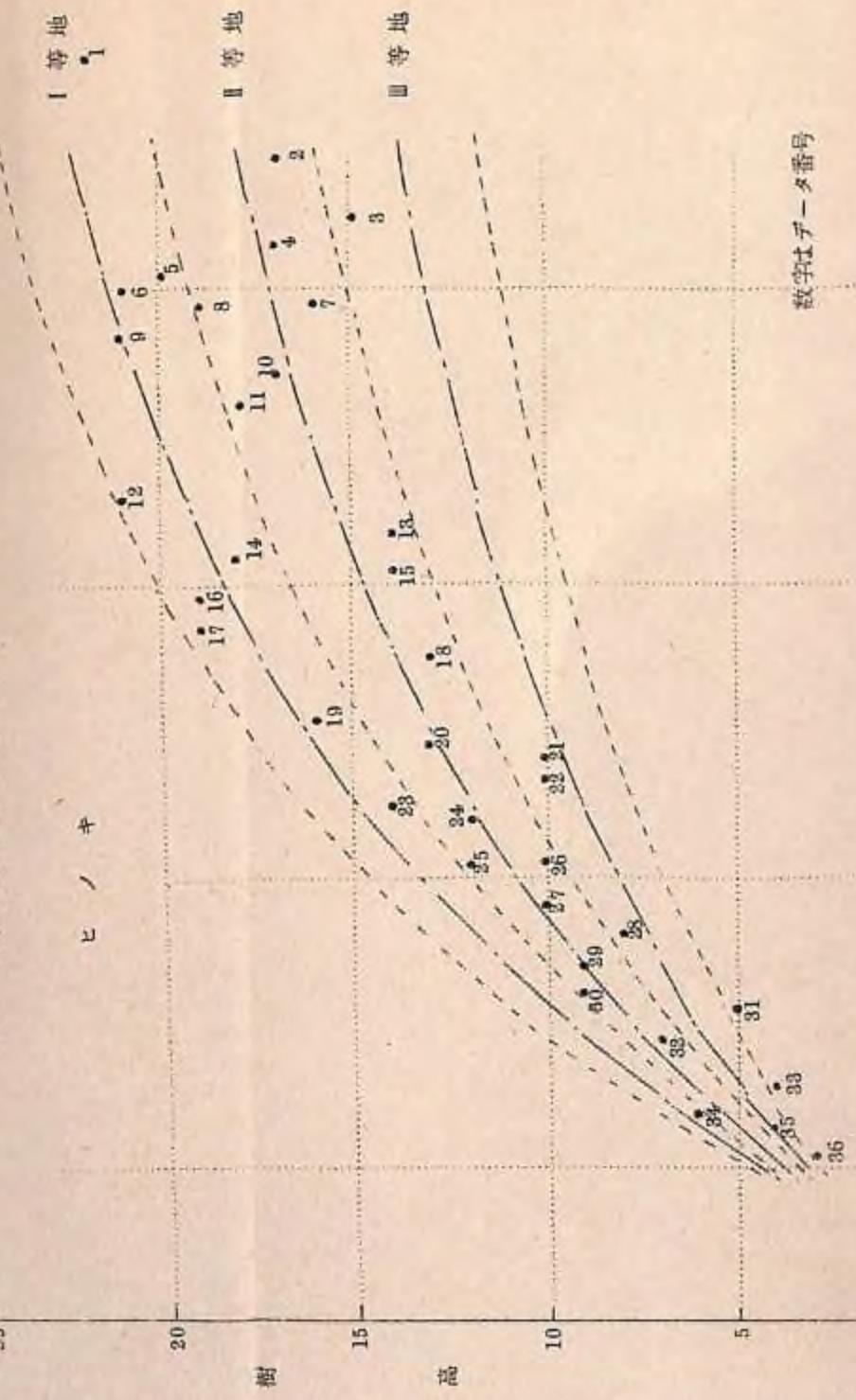
資料を土地生産力の目安として、地位をとり、その区分わけをした。地位は、今までの研究から、樹高を使うのが良いとされています。これは、材積、直径、樹高、平均成長量などのうち、樹高が林分密度に影響されることが少ないと理由となっています。過去に、屬田、Bramble、Turner 等が研究を行ない、

- 高地位の立地では、密度により樹高生長は影響されない。
- ○ 低位の立地では、立木密度は樹高生長の遅延に大きな影響を及ぼす場合もある。但し、この様な林木の生育に極端な抑制をする低位の場所は、林業経営的にみて対象とはならないと考えられる。

よって、樹高をもって、地位を割定することは妥当な方法です。従って、データを土佐地方すぎ林林分収穫表、土佐地方ひのき林林分収穫表より分類しました。（図1）

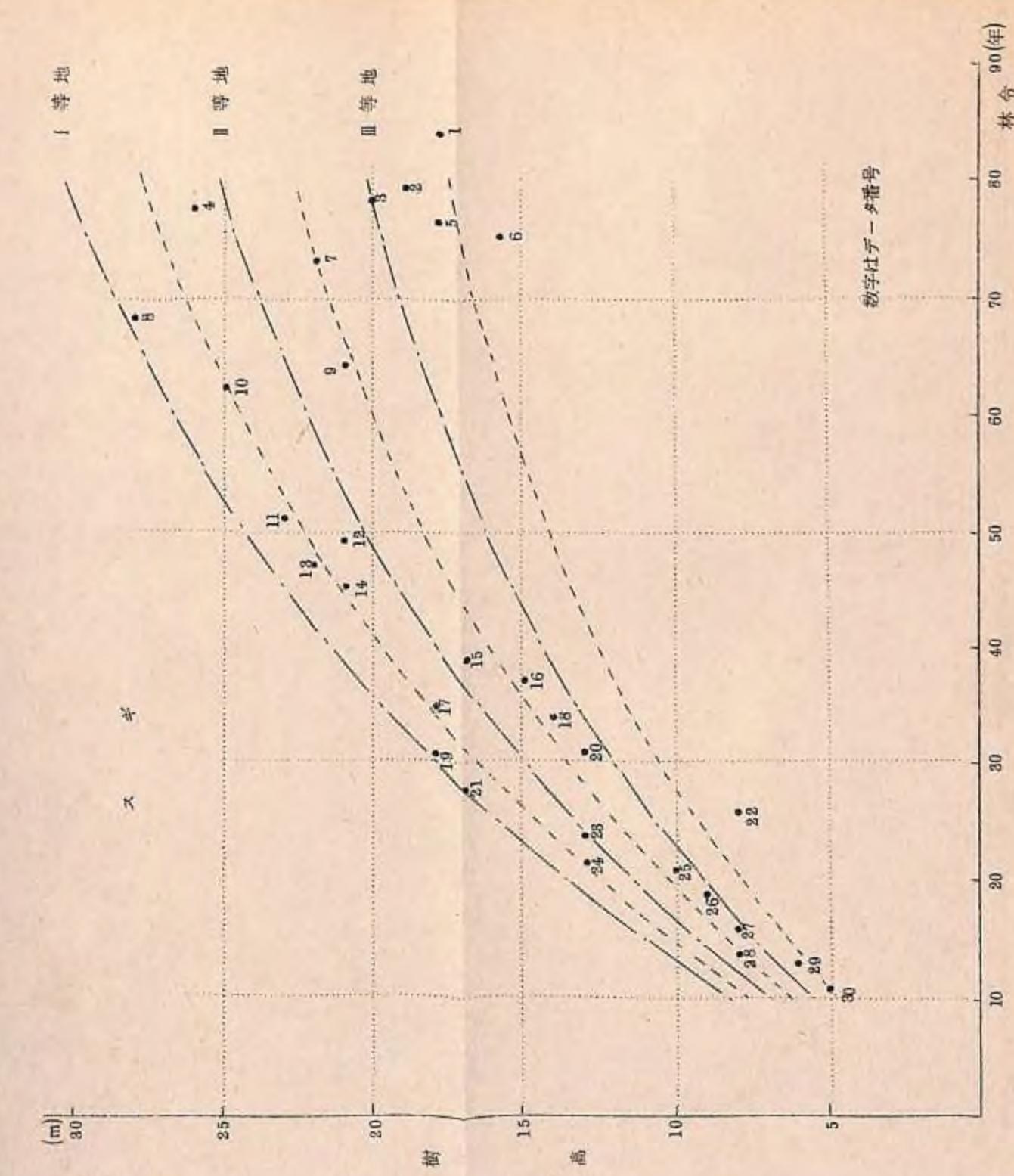
(m)

図1 林分収穫表による地位区分



(m)

-3 9~40-



(3) 保育回数について

地位別に保育回数の比較をしてみます。

表1 保育作業別保育回数

	スギ				ヒノキ			
	I	II	III	T	I	II	III	T
下刈	(回) 7.2	(回) 4.9	(回) 5.0	(回) 5.4 ⁴⁸	(回) 4.8	(回) 6.4	(回) 5.3	(回) 5.9 ⁵⁰
補植	1.0	1.0	0.6	0.8 ⁷	0.8	1.3	0.8	1.0 ⁸
除伐	1.3	1.8	1.4	1.7 ¹⁵	2.2	1.7	1.8	1.8 ¹⁵
つる切	2.2	1.4	1.2	1.4 ¹²	1.6	1.7	1.1	1.5 ¹²
枝打	1.5	1.3	0.8	0.9 ⁸	1.3	1.0	0.8	1.0 ⁸
間伐	1.9	0.8	1.8	1.1 ¹⁰	1.8	0.7	0.8	0.9 ⁷
T	15.0	10.6	9.8	11.3 ¹⁰⁰	12.0	12.8	9.5	12.1 ¹⁰⁰

数字は保育回数、保育回数の右肩の数字は%

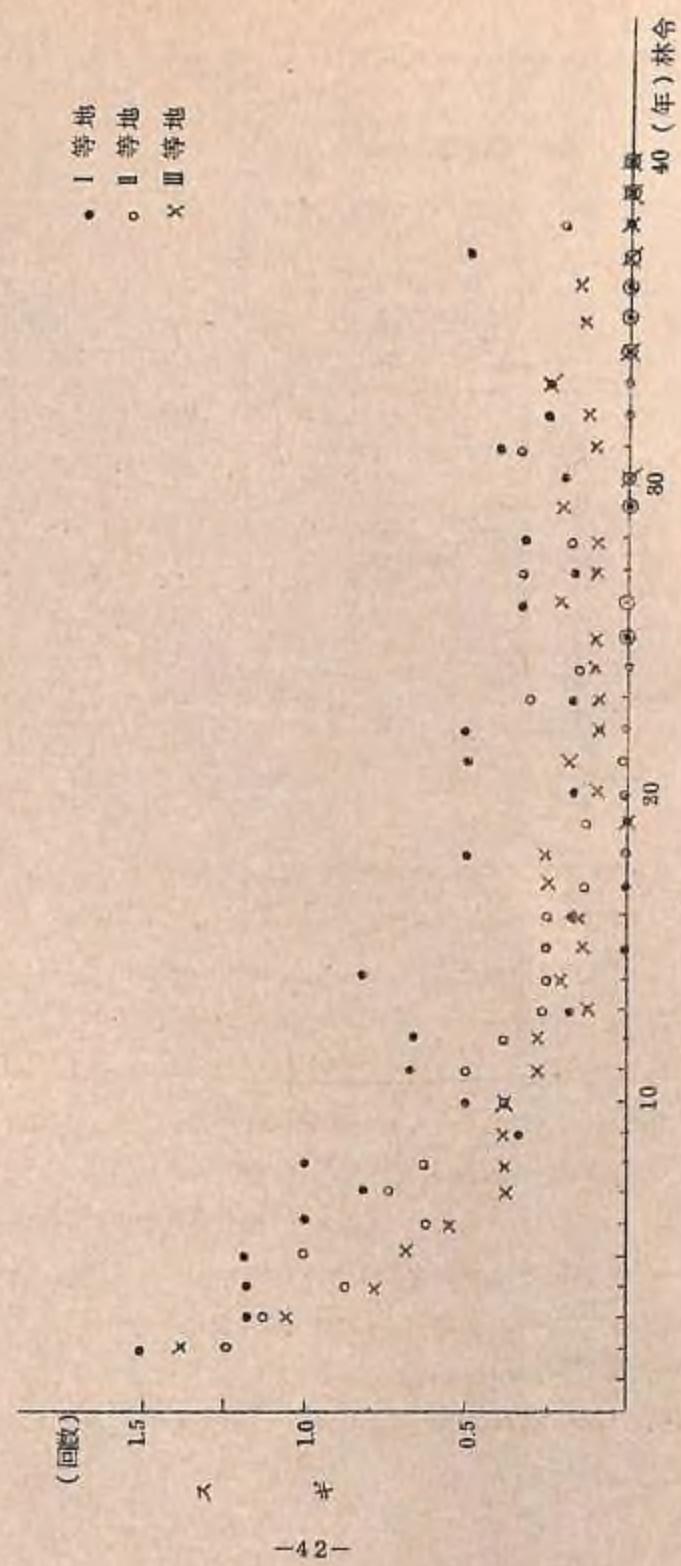
林令別にこれを図にしますと、図2の様になります。

これから、スギについては、地位による保育作業回数への影響が、若干みられますが、ヒノキについては、その判断はむずかしいといえます。保育回数比では、下刈が5.0%近くを占め、次いで除伐、つる切の順となっています。これは、図2でも、みられる通り、植栽から、14~15年の間に、その保育作業量の大半を終了してしまうことを表わしています。

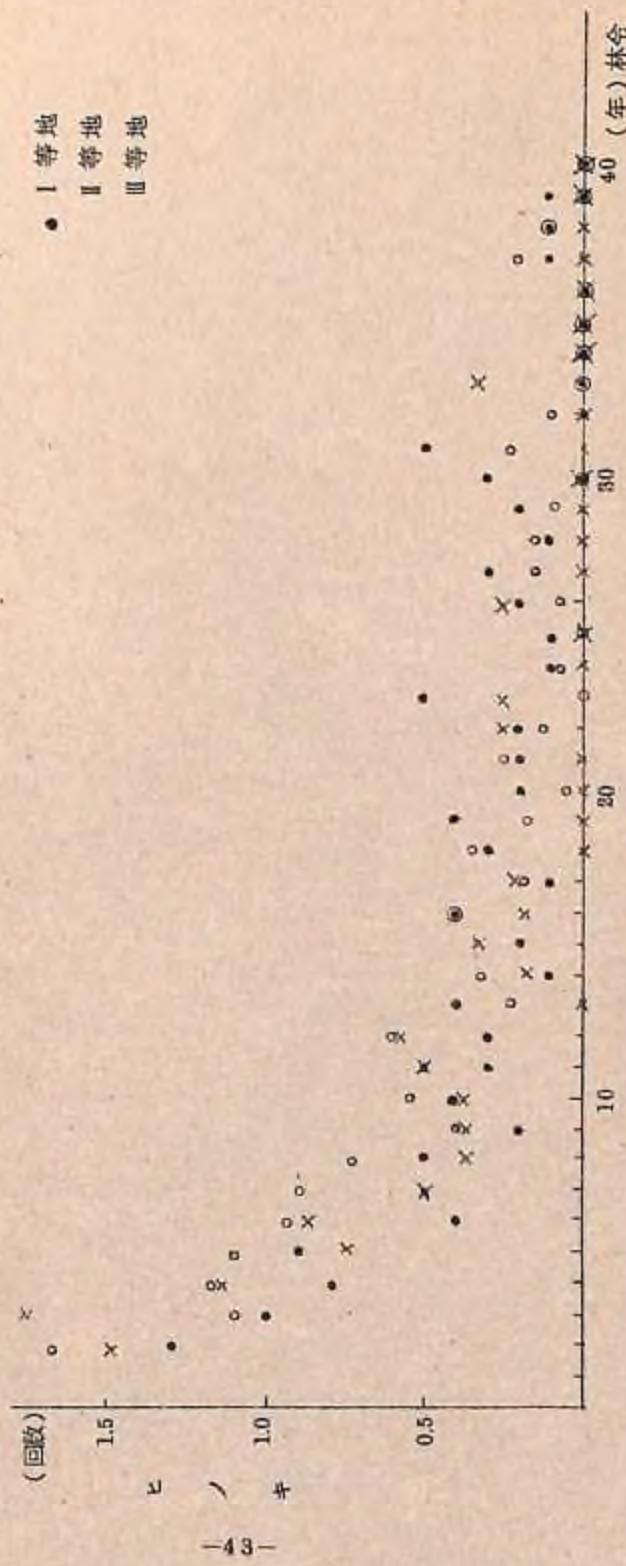
これを、保育期間の投下人工数(40年生以上の林)の比で、みてみると、地被9%，植付15%，下刈8.7%，補植4%，除伐・つる切・枝打・間伐が、その残りの35%を占めていました。人工数は、その場所の環境因子に影響されると思われますが、一応、それを一定としてみると、作業の難易度をみる目安と考えられます。そこで、この比率をそれぞれの平均保育作業回数で割ってみると、地被9，植付15，下刈7，補植4，除伐・つる切・枝打・間伐が3.7となります。

下刈と除伐・つる切の保育作業回数の比較は、データでは、はっきり掘めませんでした。
(図3参照)

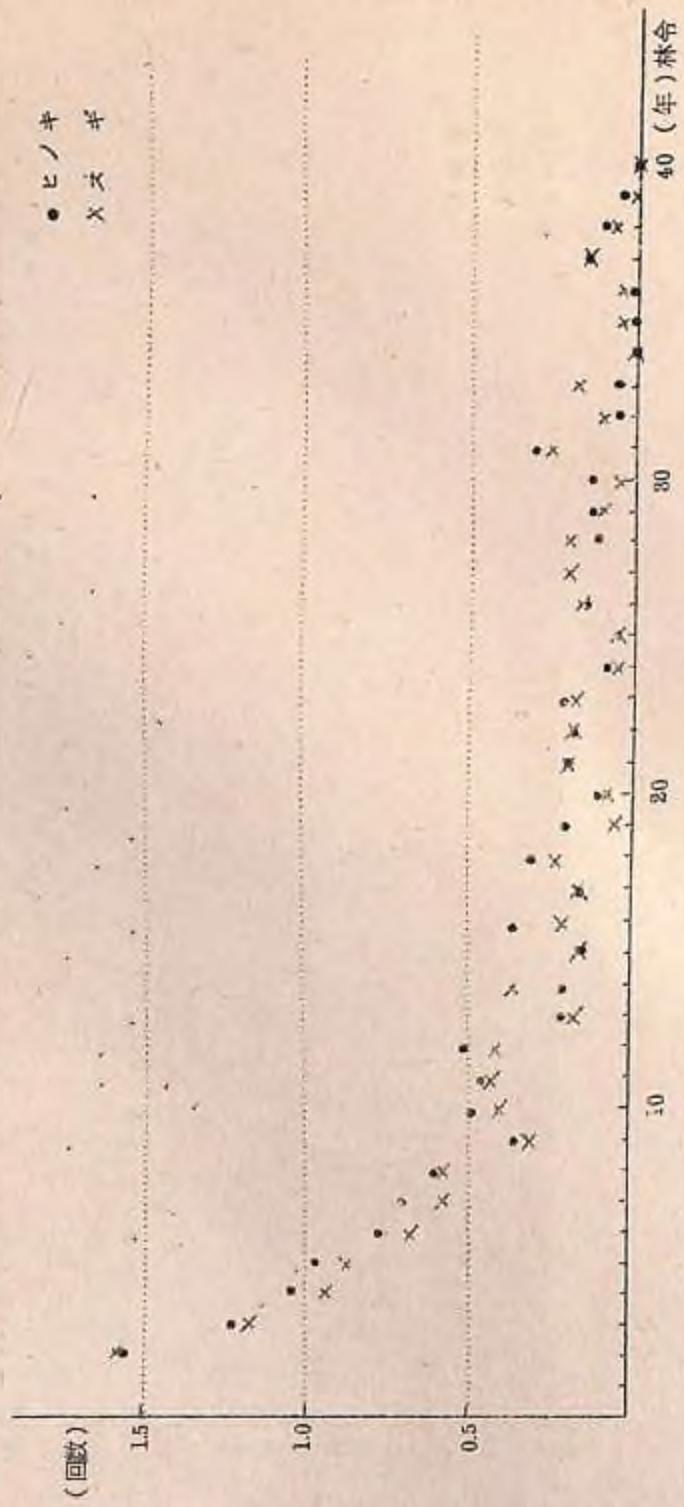
図9 林令毎による保育回数



-42-

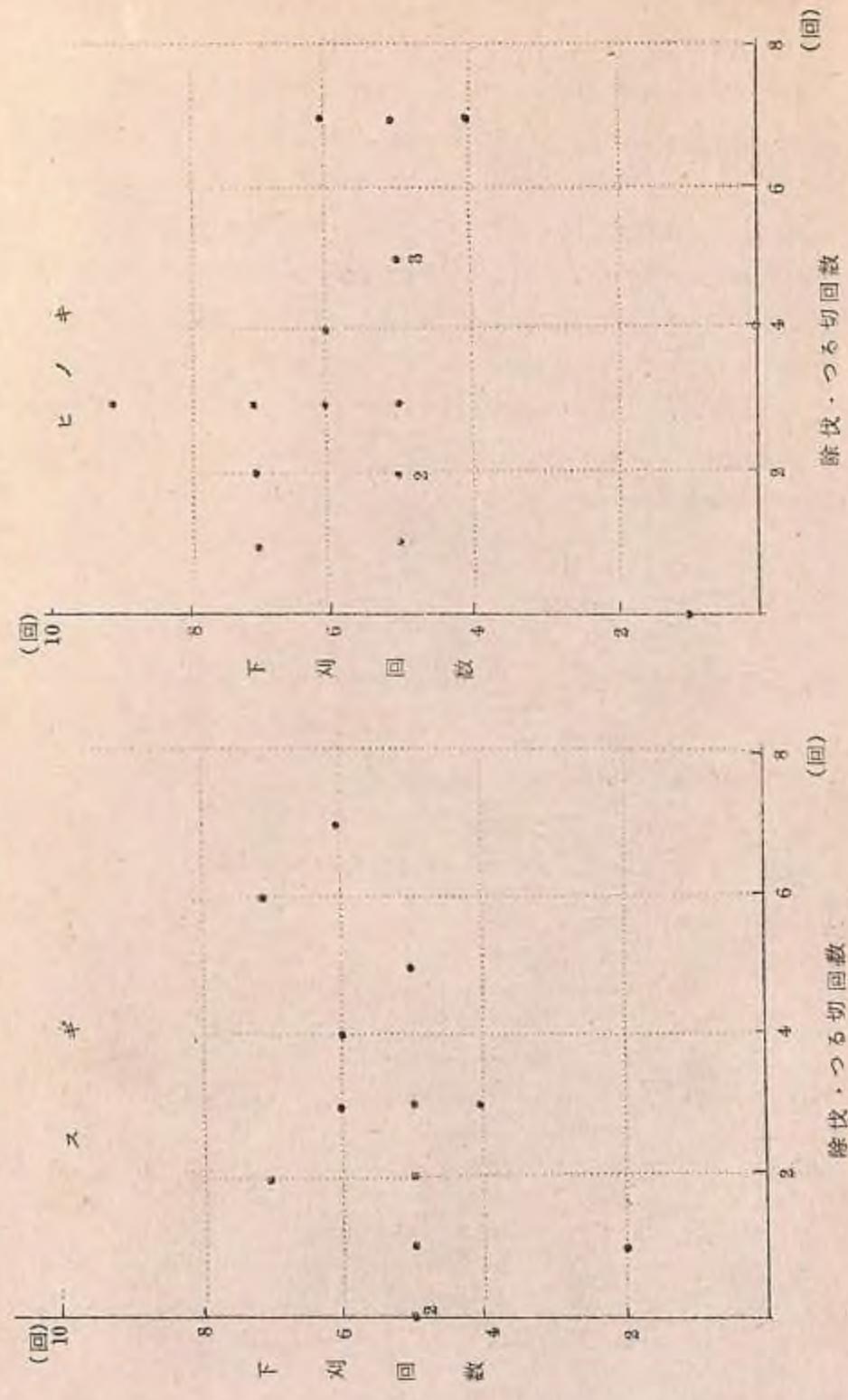


-43-



-44-

図3 下刈回数と樹齢・つる切回数



-45-

但し、人工数での比較では、若干、その傾向が表われています。

スギ、ヒノキの保育作業図は、図4、図5です。これによると、下刈は、2、3、4年目までは、ほぼ完全に行なっていますが、それから減少し、9～13年目が最終林令となっています。地位による比較では、スギ、ヒノキとも、地位が悪くなるほど、下刈回数減少の時期がはやいが、最終実施林令は遅くなっている傾向がみられます。補植は、2、3年目がピーカで、11年目まで行なっているものもあります。除伐については、8～10年目から始まり、31年目まで平均的に回数がばらまかれています。つる切は、特異なものとして。

35年目に行なっているものもありますが、7年目から31～33年目までと見て良いと思います。枝打は、9年目から32年目まで、ほぼ平均的に行なわれていますが、15年目、30年目位にピーカがありそうです。間伐は、11年目から行なわれていますが、これは、いわゆる保育間伐と呼ばれるものです。いずれにしても、保育作業は各作業とも、長い期間にばらまかれていて、どこで何をやるという基準はなさそうです。

(4) 人工数について

延人工数を林令毎にプロットしたのが、図6ですが、傾向として3区分、延人工数の増加傾向が強いもの(A)、弱いもの(C)、その中間のもの(B)に分けられます。

これと、地位との関係をみたのが、表3ですが、地位の高い所に投下人工数を増やしていく傾斜投資的な作業傾向はみられません。

表3 地位区分と人工数区分によるデータ数量比較

	スギ				ヒノキ			
	I	II	III	T	I	II	III	T
A	3(例)	4(例)	5(例)	12(例)	3(例)	8(例)	3(例)	14(例)
B	1	1	3	5	3	5	—	8
C	2	3	4	9	4	4	3	11

資料は、15年生以上の林

図4 スギ 保育作業図

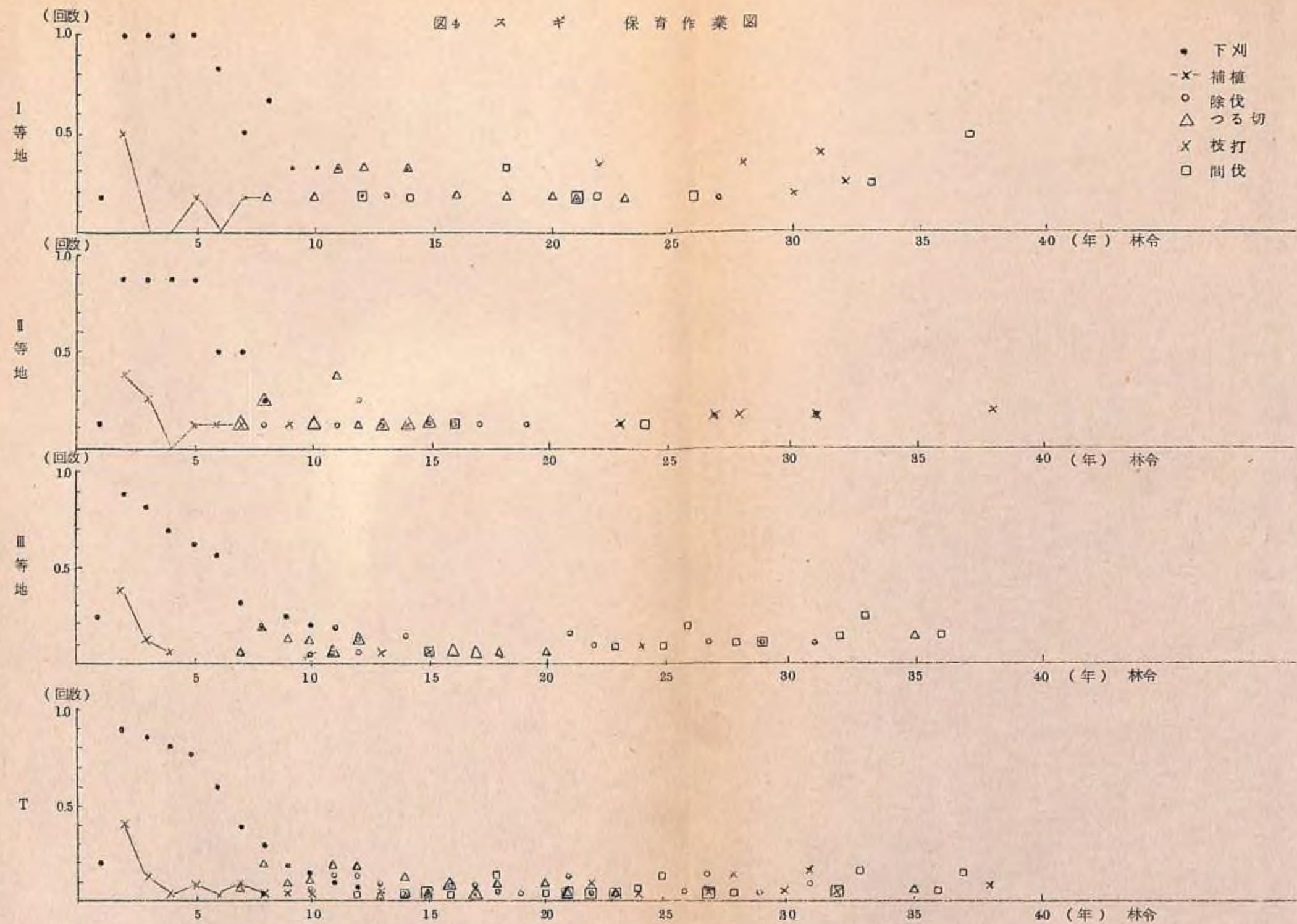


図5 ヒノキ 保育作業図

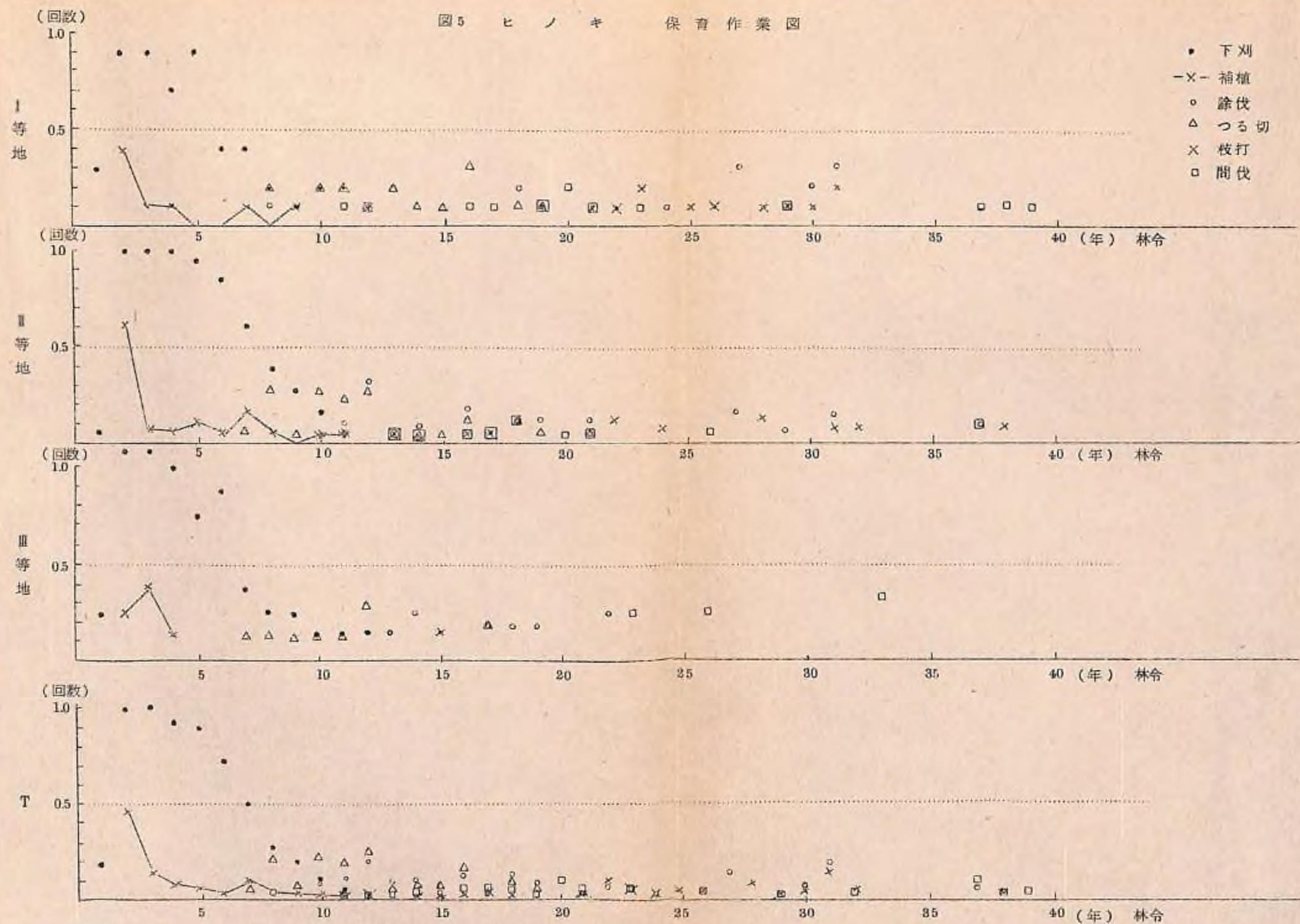


図6 林令母の延人工数

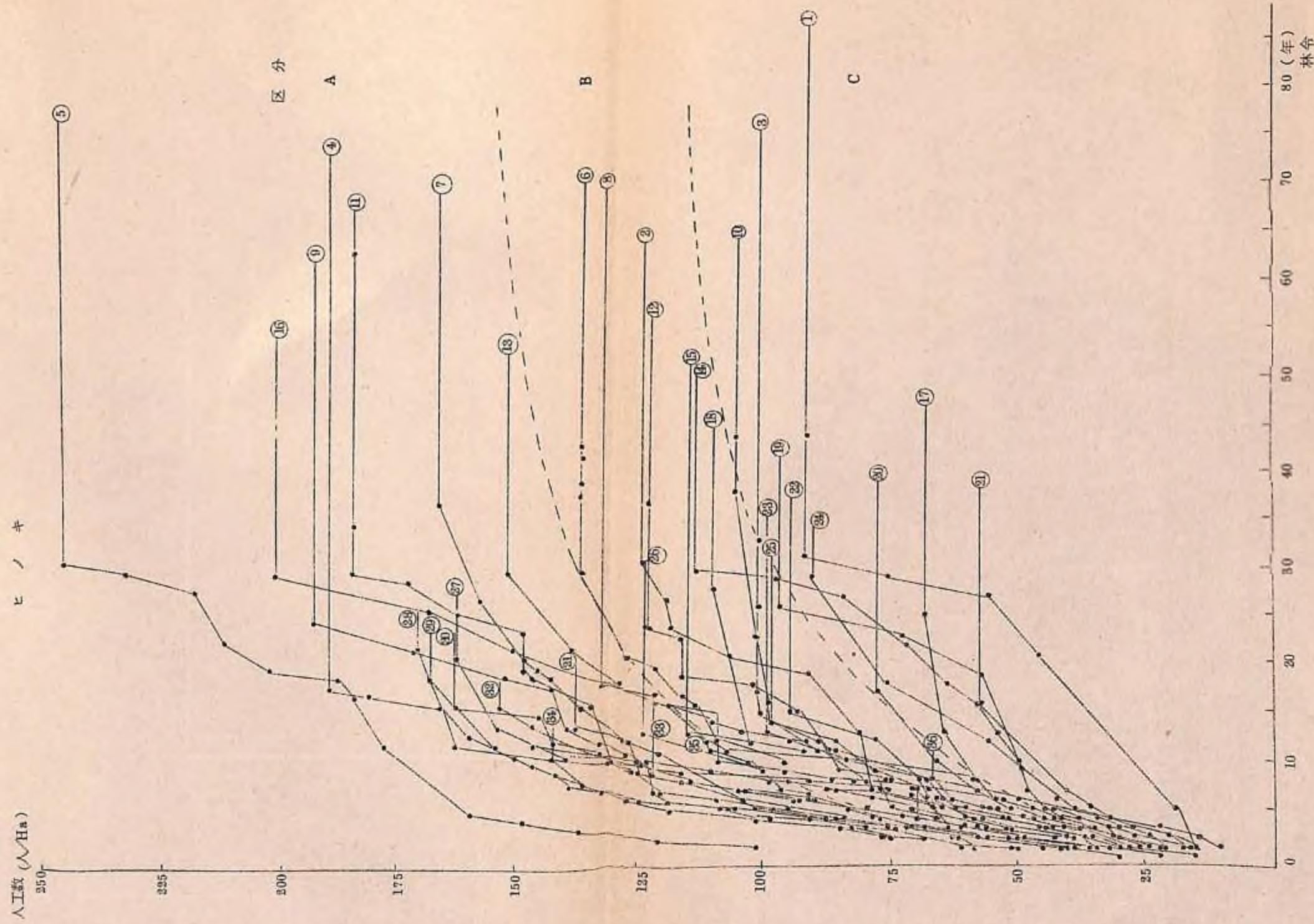
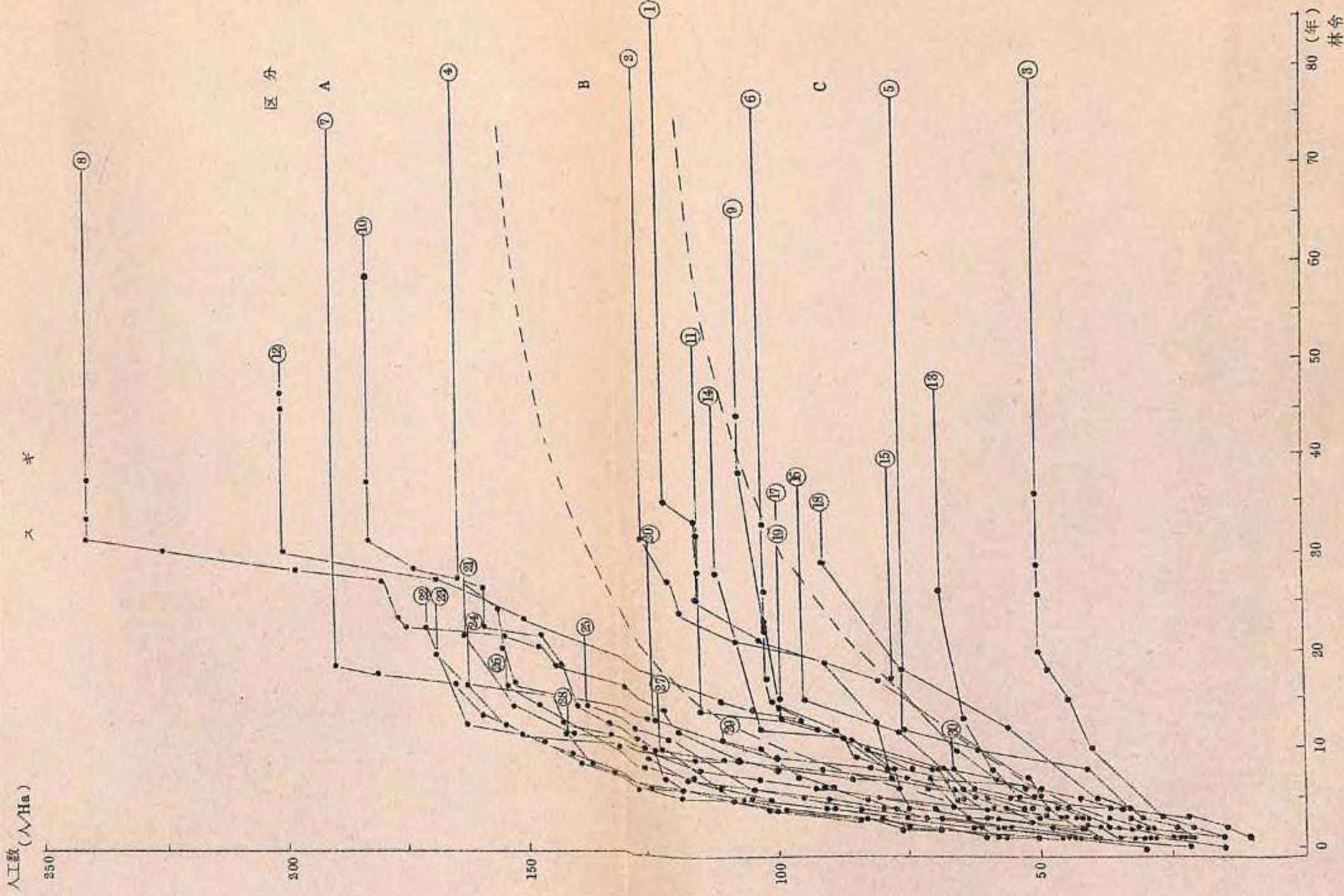


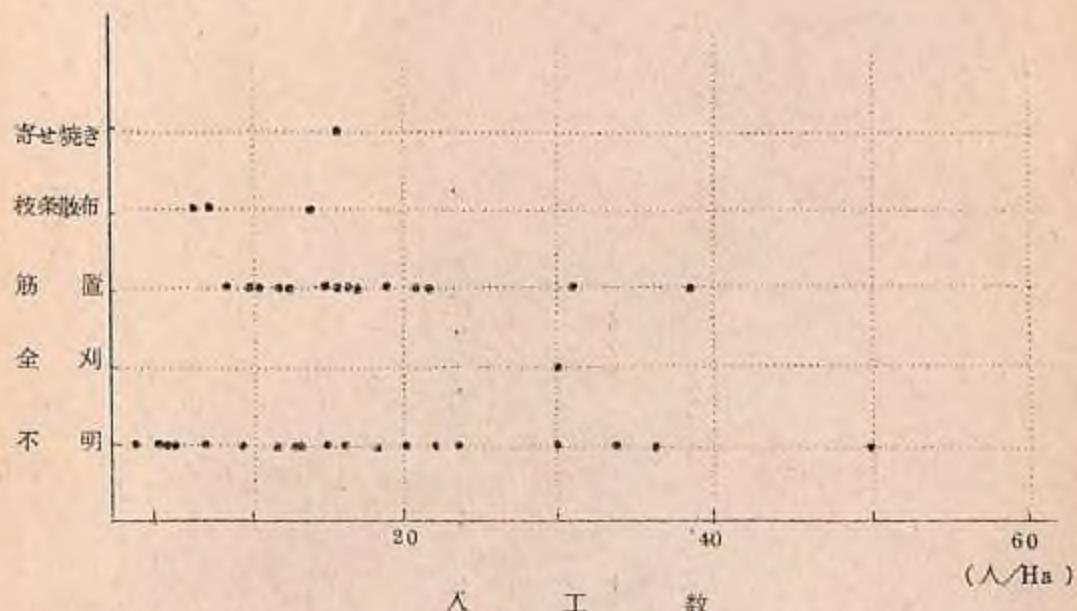
図 6 林令毎の延人工数



(1) 地 摵

地摺の方法別人工数は図7の様になります。

図7 地摺の方法別人工数



これは、地摺に影響する植生、傾斜等の因子が抜けているので、あまり期待した結果は得られませんでした。

(2) 植 付

植付の傾斜と人工数(図8)、傾斜と植付本数(図9)は、図の様ですが、その影響ははっきり認めませんでした。

図 8 傾斜と人工数

<植付>

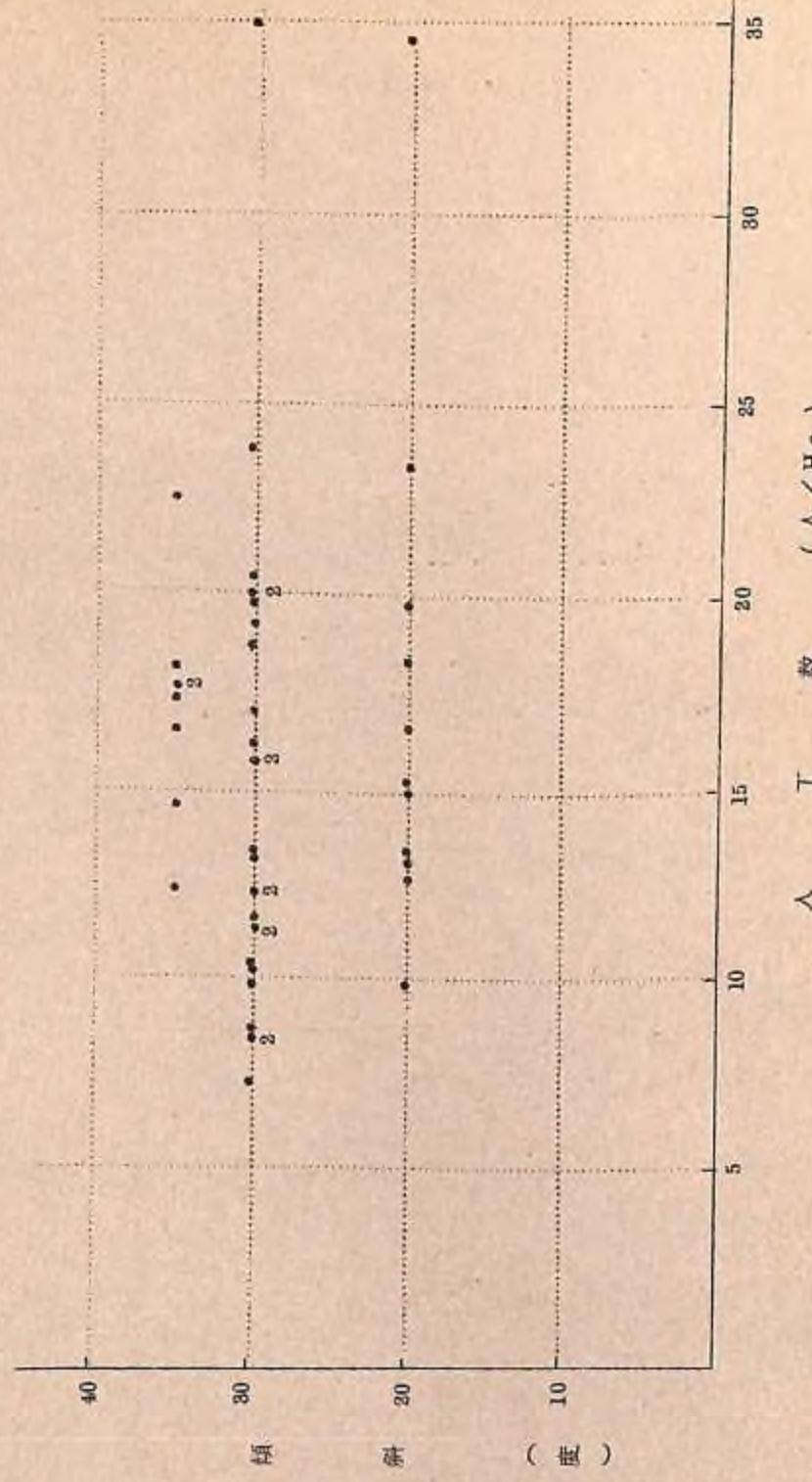
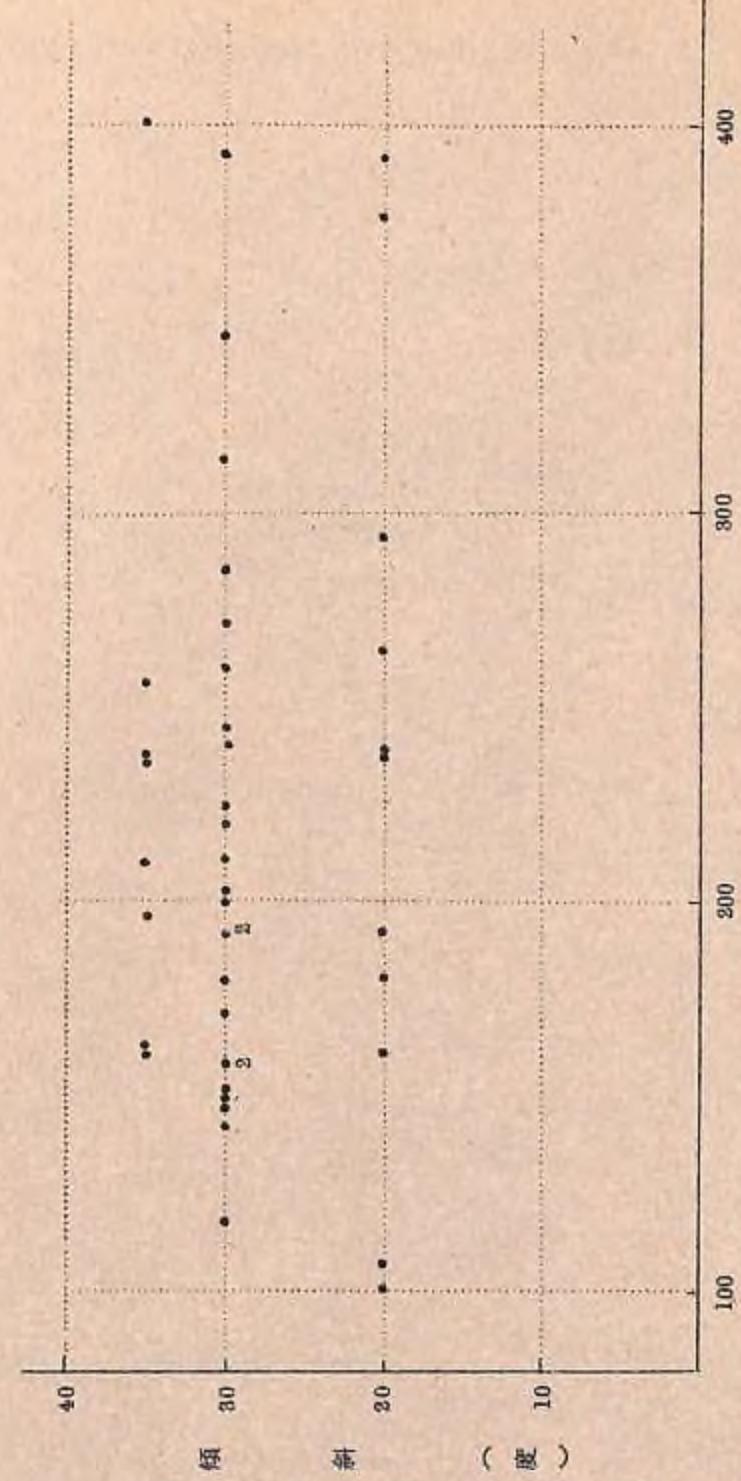


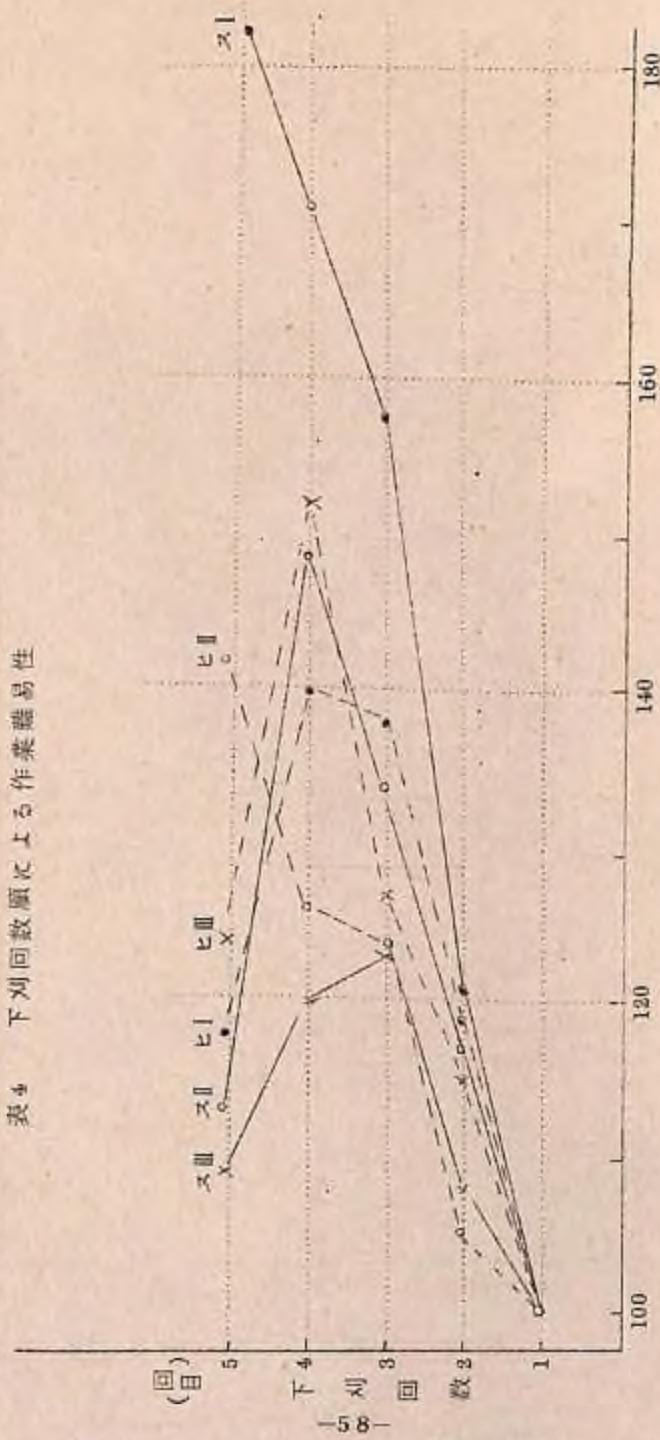
図 9 植付本数と傾斜

<植付>



(ア) 下刈

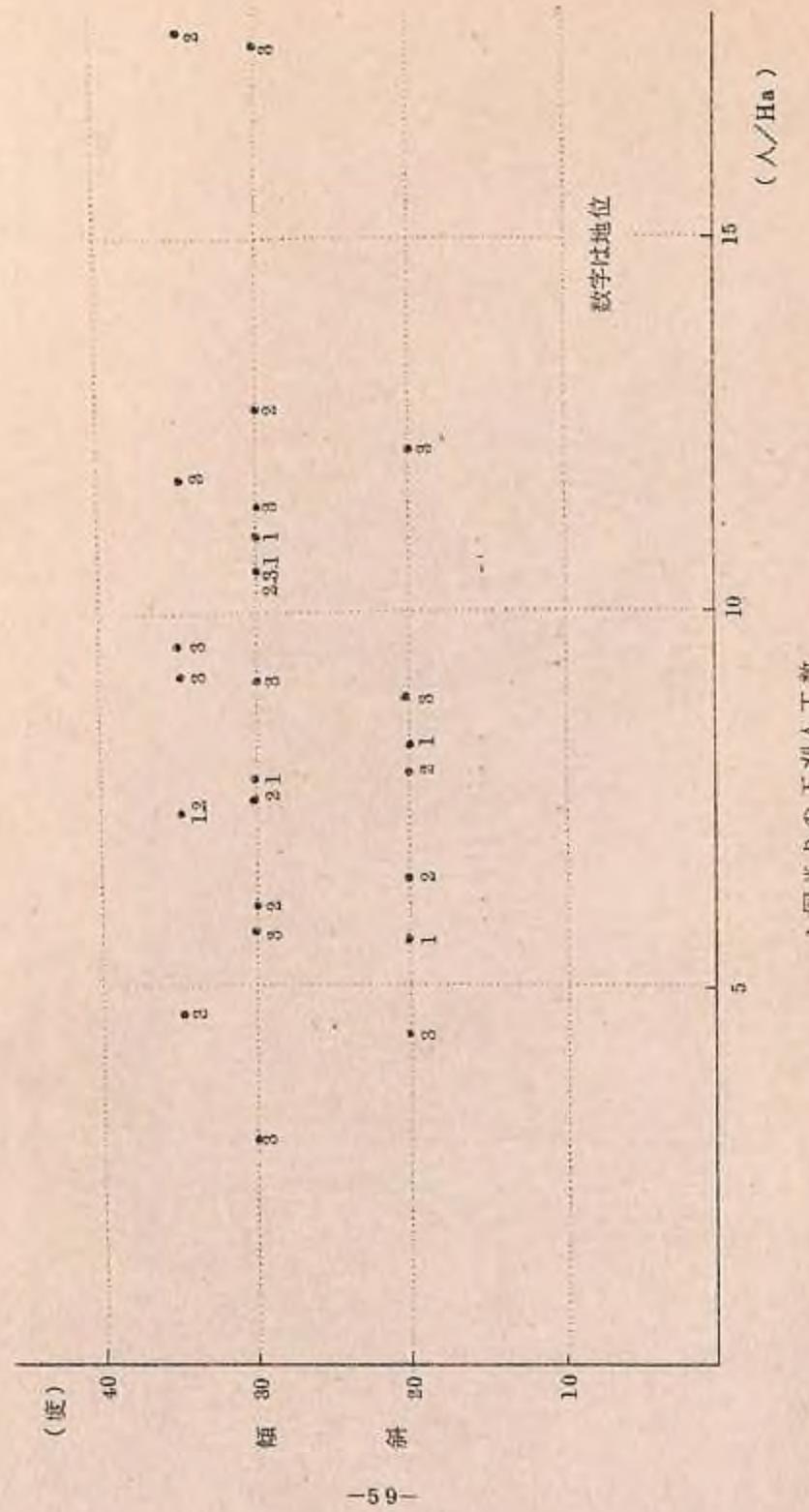
1回目の下刈の人工数を100として、2回目以降の下刈の人工数変化を調べました。



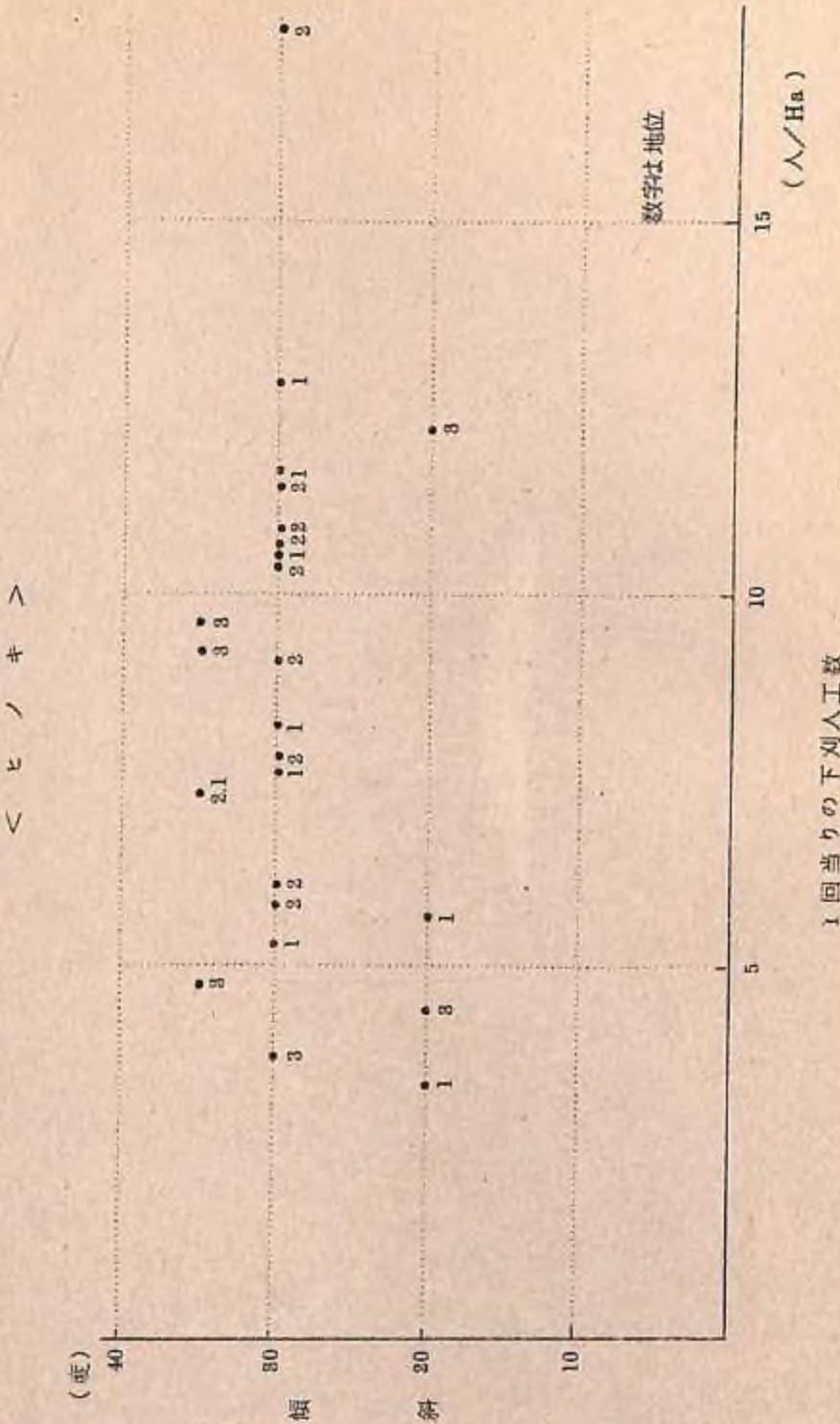
1回目の下刈人工数を100とした指数

表4 下刈回数順による作業難易性

図10 1回当たり下刈人工数と傾斜



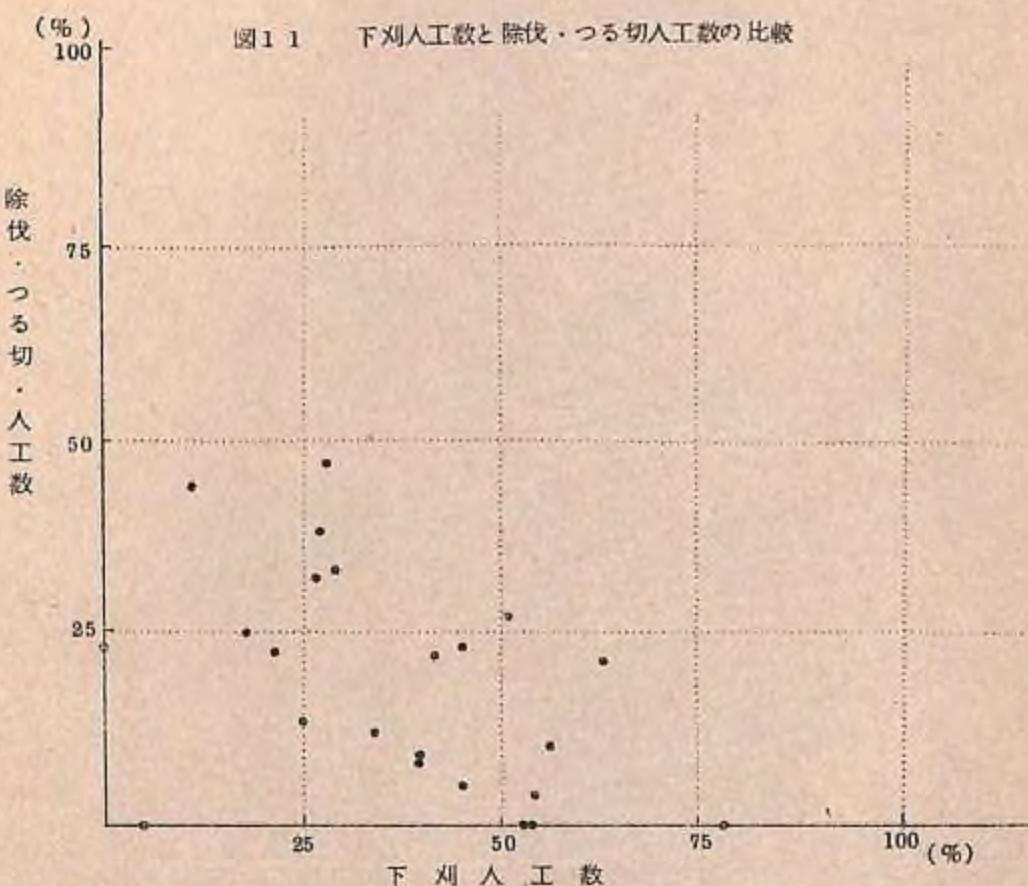
1回当たりの下刈人工数



この結果、2、3回目までは、急速に増加し、4回目になると、その増加率は減り、(スギ3等地では減少しているが)、その後は、減少の傾向がみられます。つまり、3、4回目の下刈に手がかかることを示しています。

次に、傾斜と1回当たりの平均下刈人工数、それを地位別に分けてプロットしたのが、図1-0ですが、傾斜と人工数には、その関係がわからず、又、地味が良ければ、それだけ平均下刈人工数が増加すると考えられますが、このデータでは、傾向が掴めませんでした。

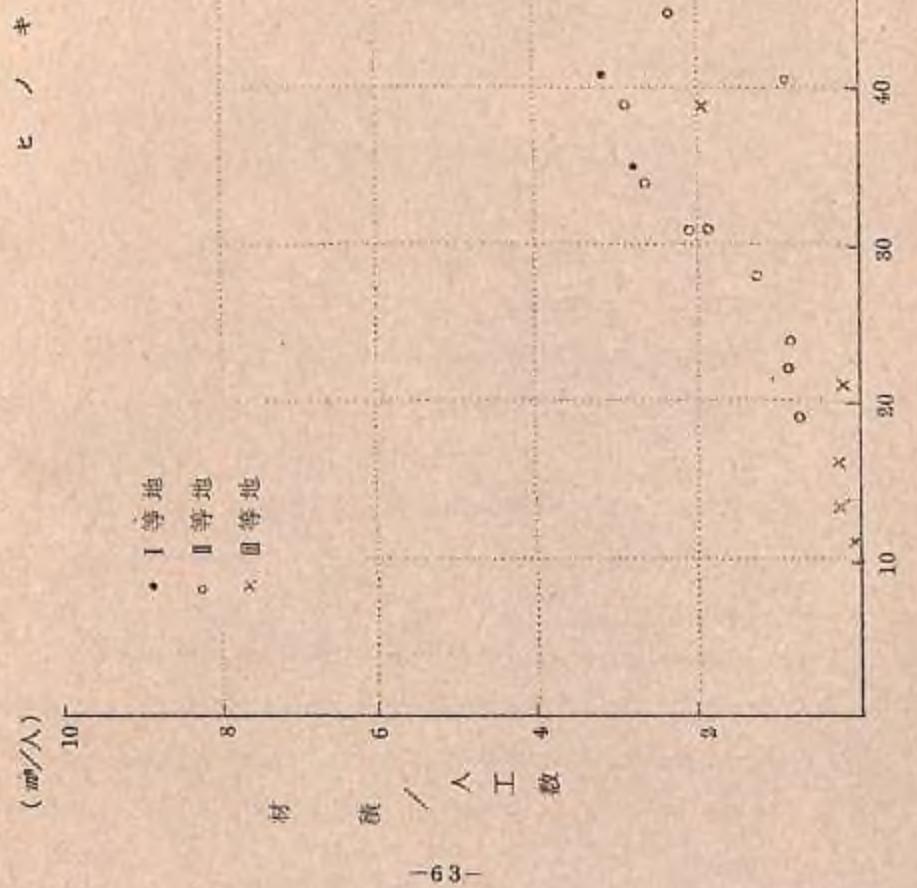
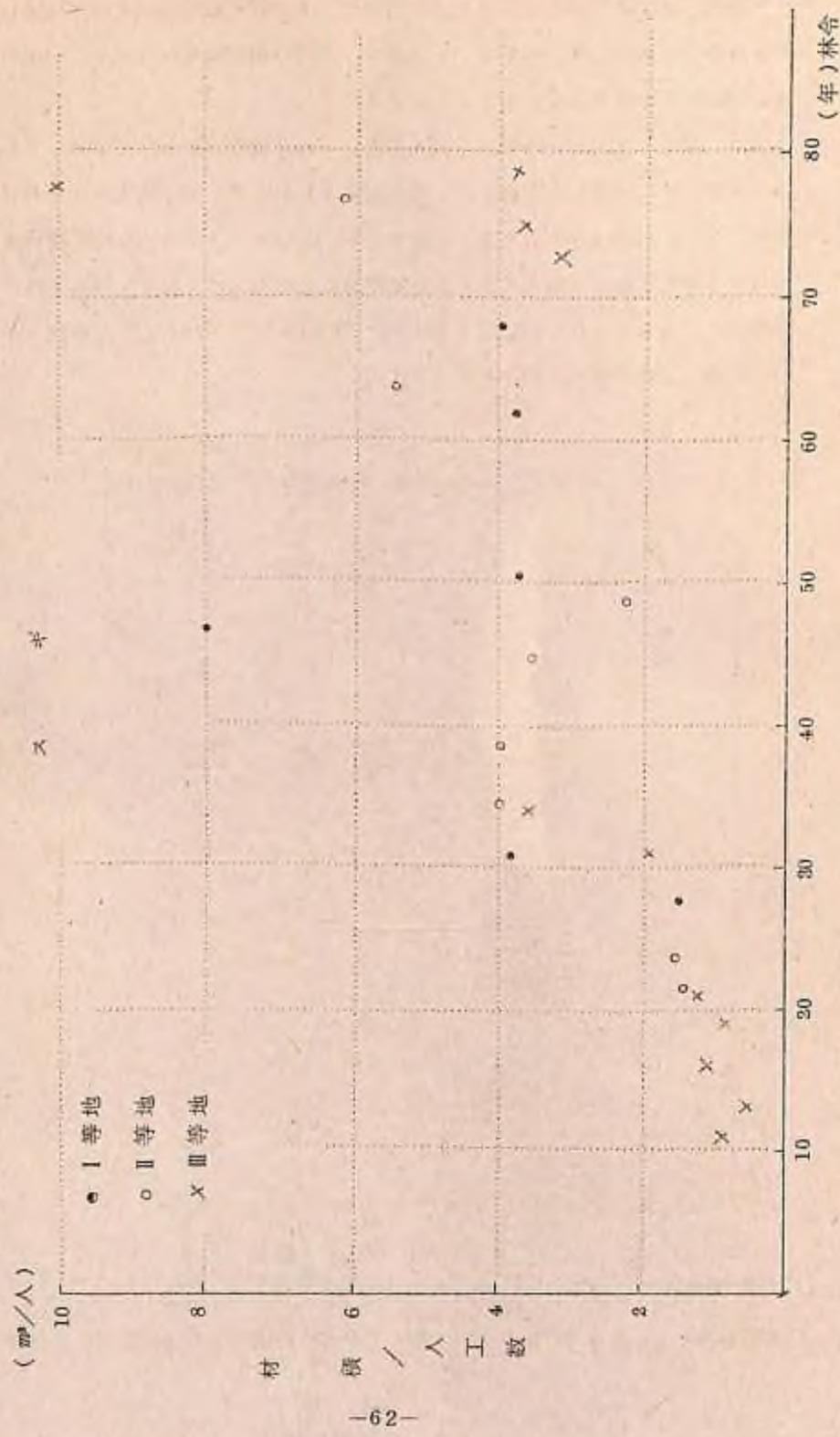
次に、全人工数と下刈人工数との比を横軸に、全人工数と除伐・つる切の人工数との比を縦軸にプロットしたのが、図1-1です。この図から、下刈人工数と除伐・つる切人工数が、競合している傾向が若干みられます。



(5) 労働生産性

現在蓄積を、それまでの延人工数で割ってみたのが図1-2です。これによりますと、40

図13 林令毎による単位生産量の変化



年生の林までは、その増加率が高いのですが、それを過ぎると、その増加率は鈍くなっています。このことは、保育作業が若年、特に20年以前にかたよっているので、始めは、いくぶん増加率も低いが、その後増加し、後年になると、林の成長量が減少していくので、その増加率が鈍くなると思われます。いずれにしても、この図から判断すると、40年位に伐期をもつのが良いといえます。又、樹種別には、スギの方が、1人当たりの単位生産量は高く、これはヒノキの方が手がかかる、スギの方が材積そのものが大きい、等の理由が考えられます。

(6) 密度管理図による検討

密度管理図とは、吉良龍夫氏によりみいだされた密度と成長の関係をもとにして作られたものです。その関係とは、密度をN、ある時期での個体重をW、ならびに面積当たりの収量をyとすると

$$W = k N^{-a} \quad \frac{1}{W} = A N + B$$

(競争密度効果のべき乗式)

$$y = K N^{1-a} \quad \frac{1}{y} = A + \frac{B}{N}$$

(収量密度効果のべき乗式)

が成立するというものです。

この関係を利用して、作られたものが密度管理図です。この密度管理図は、縦軸はHa当り材積、横軸にHa当り本数が目盛ってあります。そして、その中に5種類の線が記入されています。1つは等収量比曲線、Ry値を記入したもので、特にRy値が1.0の線を量多密度曲線と呼びます。その他、等平均樹高線、等直徑線、自然枯損の経過を示した自然枯死線が記入してあります。

この林分密度管理図に、データの平均樹高、Ha当り本数からの値を記入したのが図13、図14です。この図からの値を利用して以下検討を加えてみます。

(4) Ry値による検討

30年生以上の林のRy値と形状比(平均樹高/平均胸高直径)をプロットしたのが、図15です。この図は、密度管理による形状に及ぼす影響を表わしています。つまり、図から、わかる様にRy値が小、低密度に管理されるほど、形状比が小さくなっています。これは、スギにおいて、特にはっきりとわかります。このことをすれば、伐採木の最終的

図13 スギ林分密度管理図

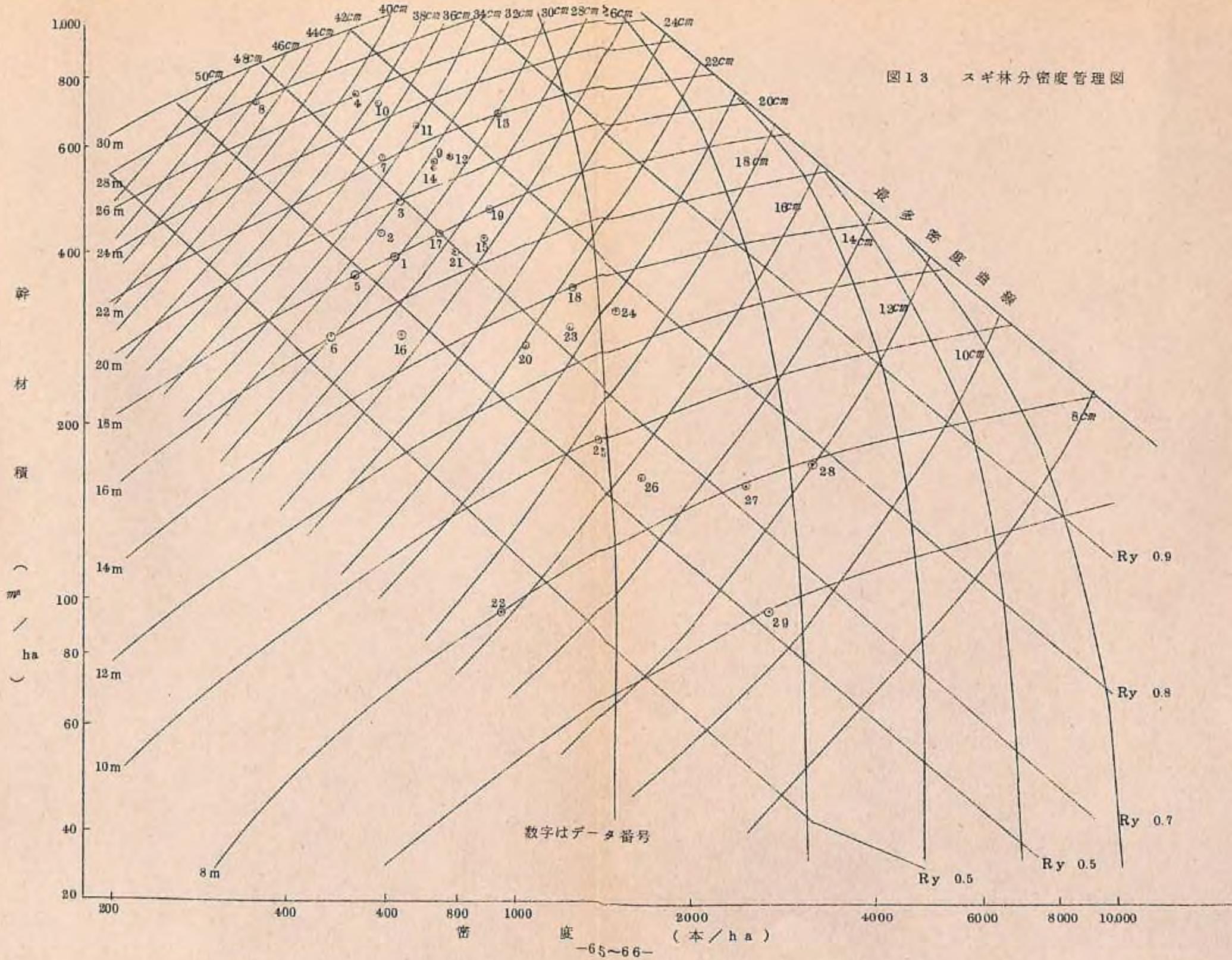


図14 ヒノキ林分密度管理図

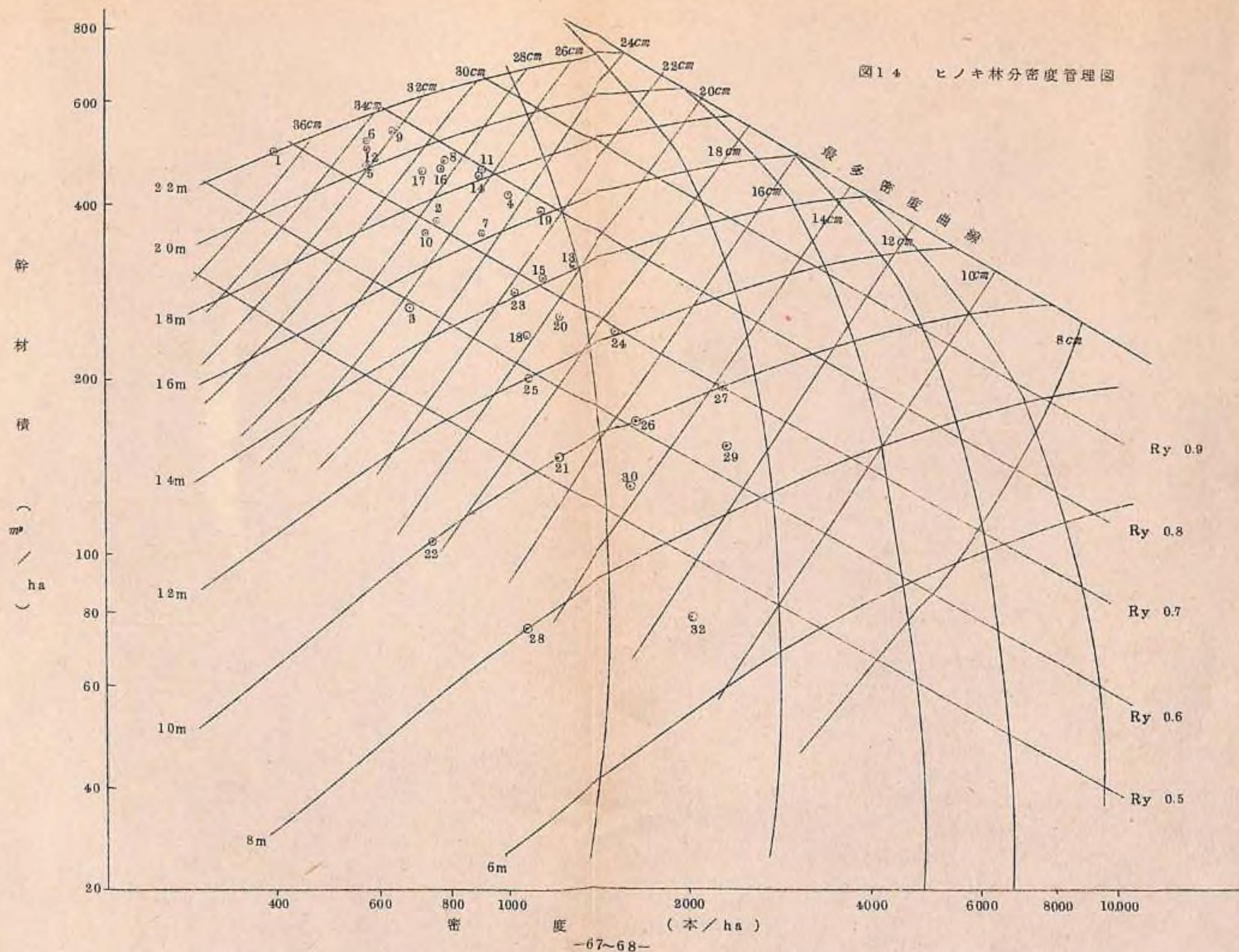
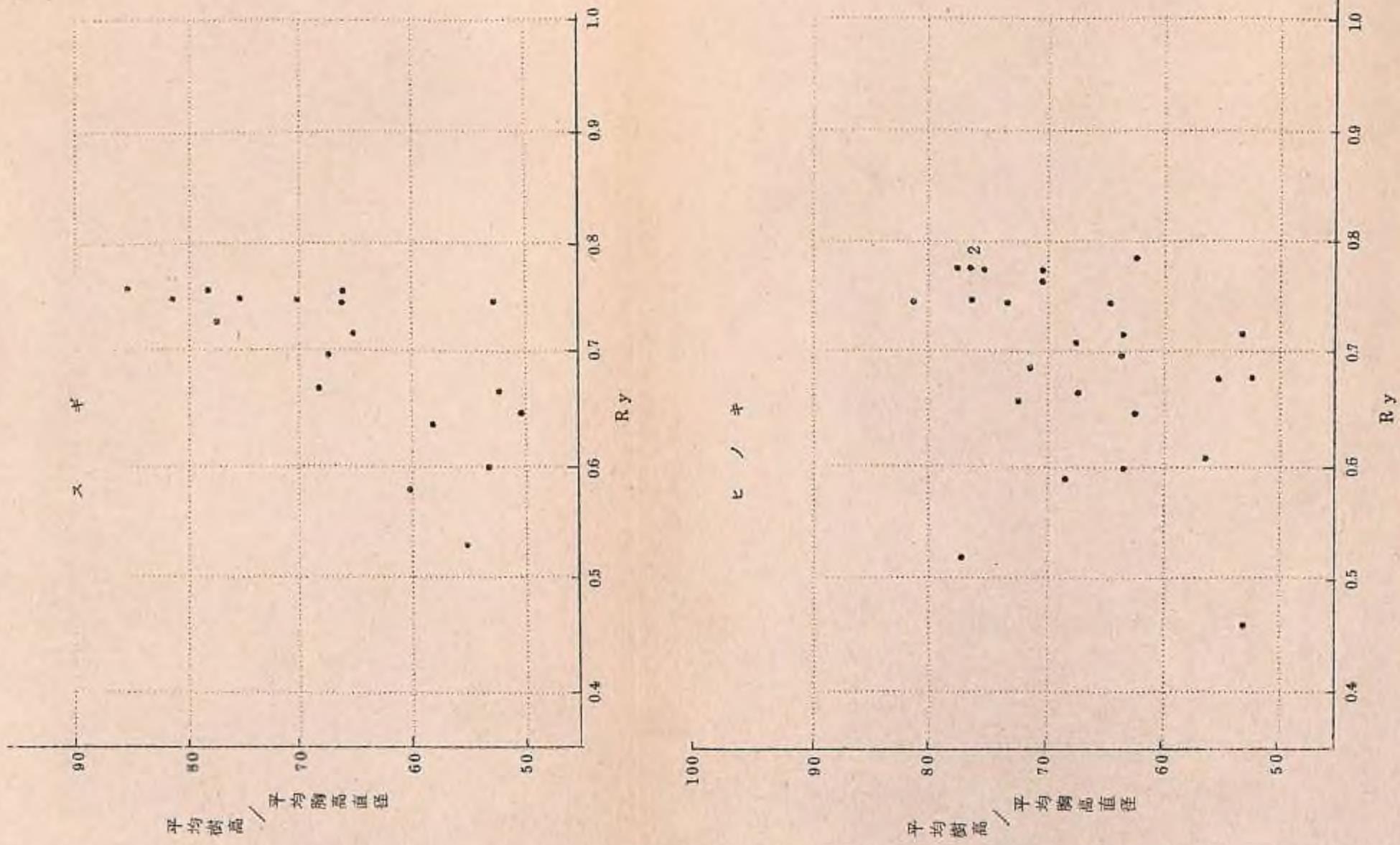


図15 Ry値と形状比の関係



密度を決めることがあります。つまり、直径何cmの何m材をとるには、形状比がどれ位なので、密度管理はどれ位の R_y 値でやればよいということです。

林令毎に R_y 値をプロットしたものが、図 16 です。又、林令毎の植栽本数をプロットしたのが、図 17 です。この 2 つの図をみながら検討しますと、 R_y 値は 40 年以前でバラツキがみられます。30 年生以前は、まだ植栽本数等の影響を受けて、 R_y 値は一定とならないと考えられますので、バラツキの期間、30 ~ 40 年を考えますと、植栽本数はこの時期、2,000 本/Ha 植えの疏植時代となっています。国有林の低迷期に重なっているわけです。次に、40 ~ 50 年は、植栽本数の変化にかかわらず、 R_y 値は、ほぼ一定となっています。50 ~ 65 年は、植栽本数に若干の変化がみられるが、 R_y 値は他の年代と比べて安定している時期です。国有林では、特別経営期と呼ばれる時期で、密度管理がよく行なわれた時期と思われます。65 年以上となると、植栽本数にバラツキがみられ、9,000 本/Ha 植えの所まである状態です。 R_y 値も、この時期はバラツキがみられ、密度管理があいまいの時期だったと思われます。

植栽本数と R_y 値をプロットしたのが、図 18 です。2,000 本/Ha 植えで R_y 値 0.65, 3,000 本/Ha 植えで R_y 値 0.70, 4,000 本/Ha 植えで 0.75, 6,000 本/Ha 植えで R_y 値 0.75, 8,000 本/Ha 植えで 0.65 の密度管理がなされていることがわかります。但し、密植の例は少ないのではっきりとはいえません。いずれにしても、 R_y 値 0.70 ~ 0.75 近辺の密度管理が行なわれているのがわかります。

(d) R_D と R_V の検討

密度管理図より、平均樹高と Ha 当り本数から推定材積を求め、実材積との比 (R_V) を求めました。同様にして、推定直径と実測直径の比 (R_D) を求め、3 つの値から、図 19 をつくりました。この図からわかる様に R_D と R_V は非常に相関が高い（相関係数 0.83）といえます。つまり、密度管理図上と実際の材積の過不足は、直径の過不足で推定できるということです。

林令と R_D 値をプロットしたのが、図 20 です。これによると、スギは特に林令が高くなる程、 R_D 値が増加しています。

さらに、肥大成長に関係しているとみられる除伐・枝打・間伐（図 4, 5 の保育作業圖でみられる様に、除伐は後期の保育作業にも行なわれているので含めた）の保育回数と R_D 値、 R_y 値の比較を 40 年生以上の林でしてみますと図 21 の様になります。又、この保育回数と林令をプロットしたのが図 22 です。これら、図 20, 図 21, 図 22 を検

図16 林分とRy値

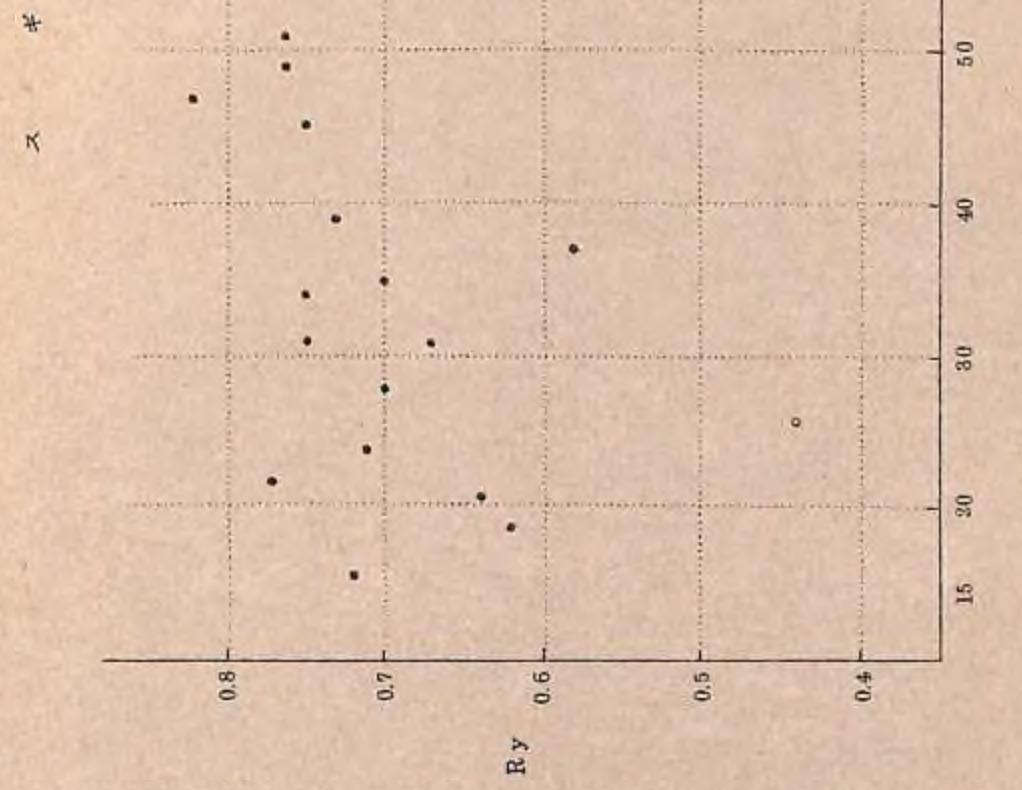
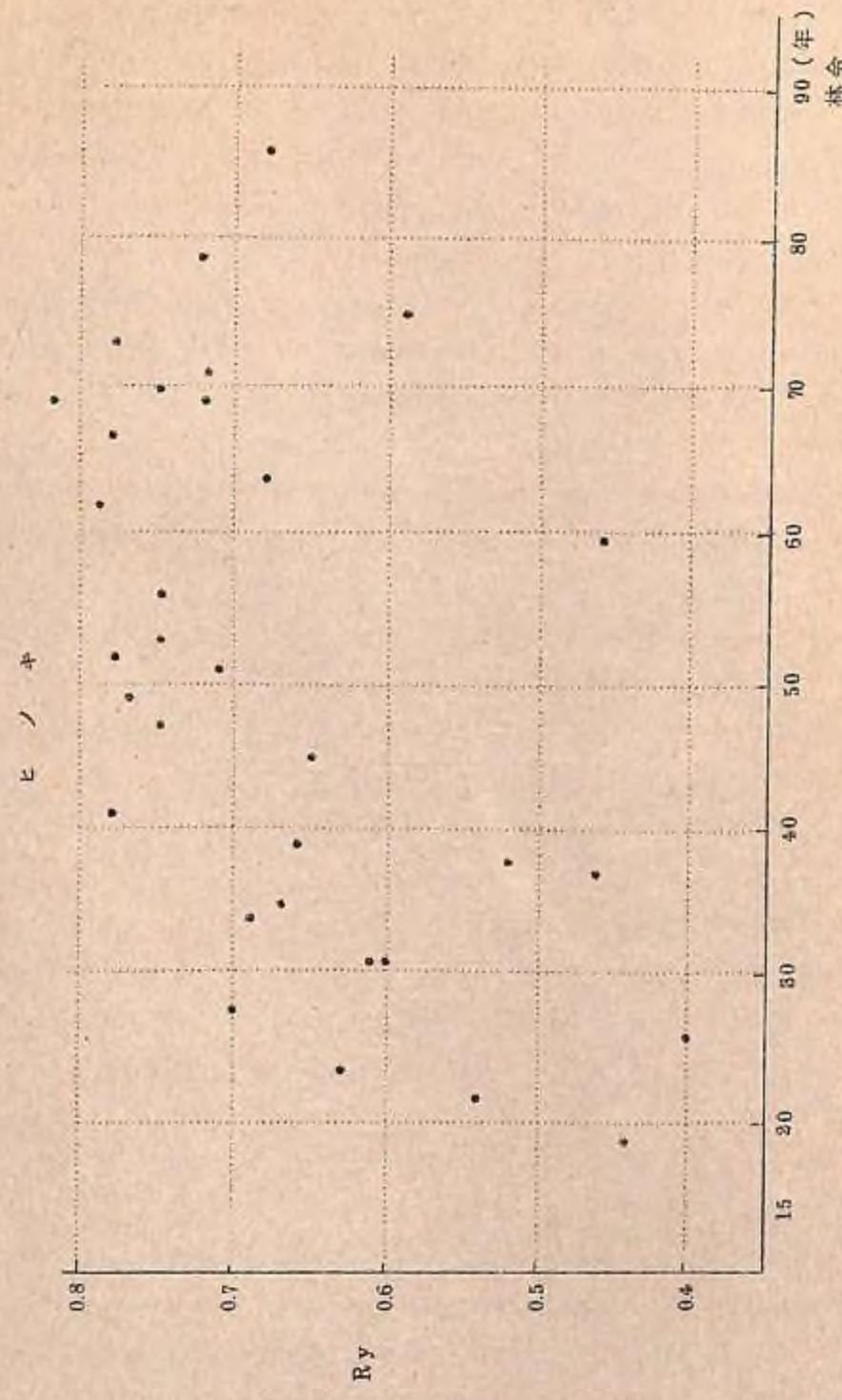
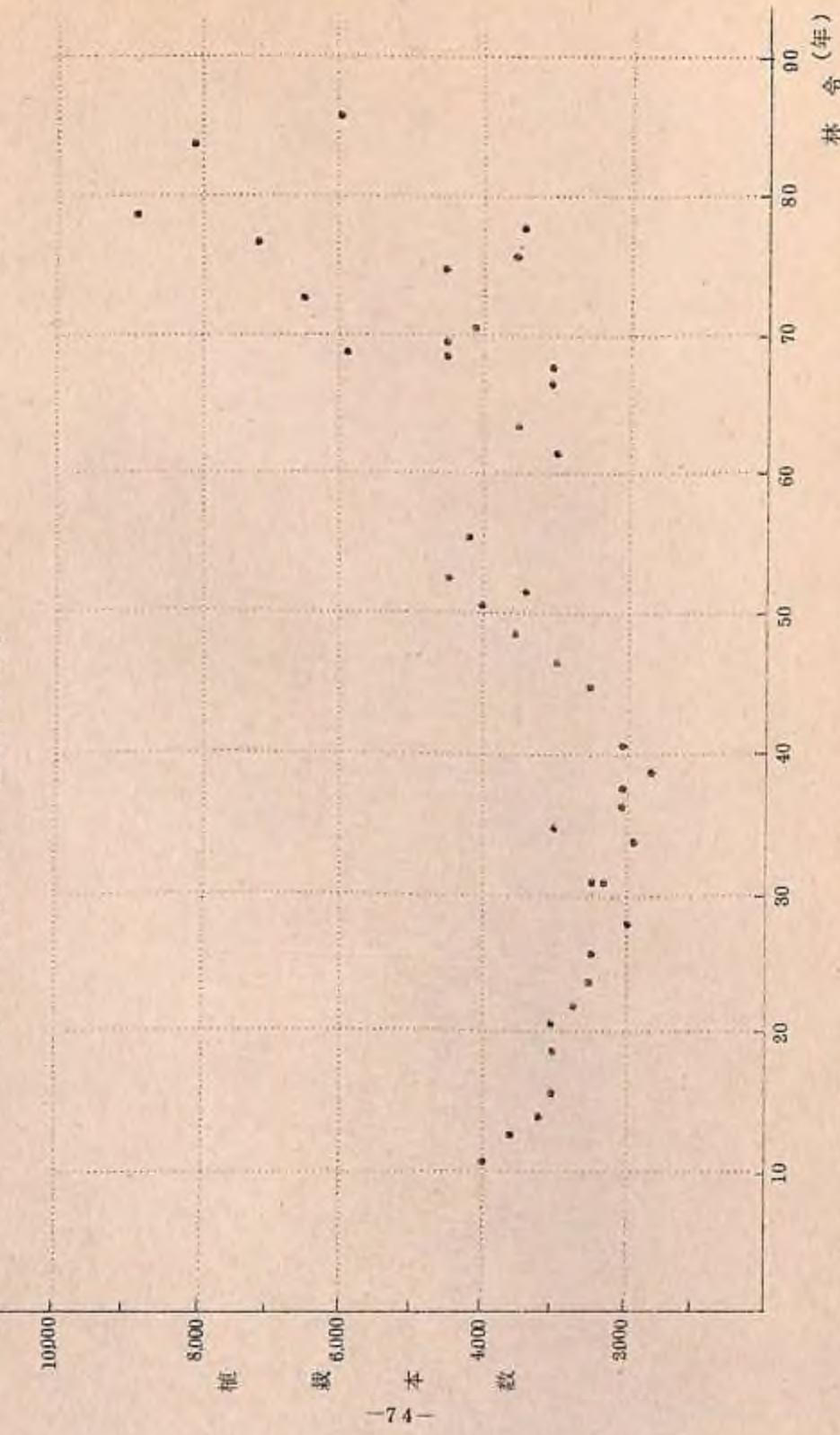
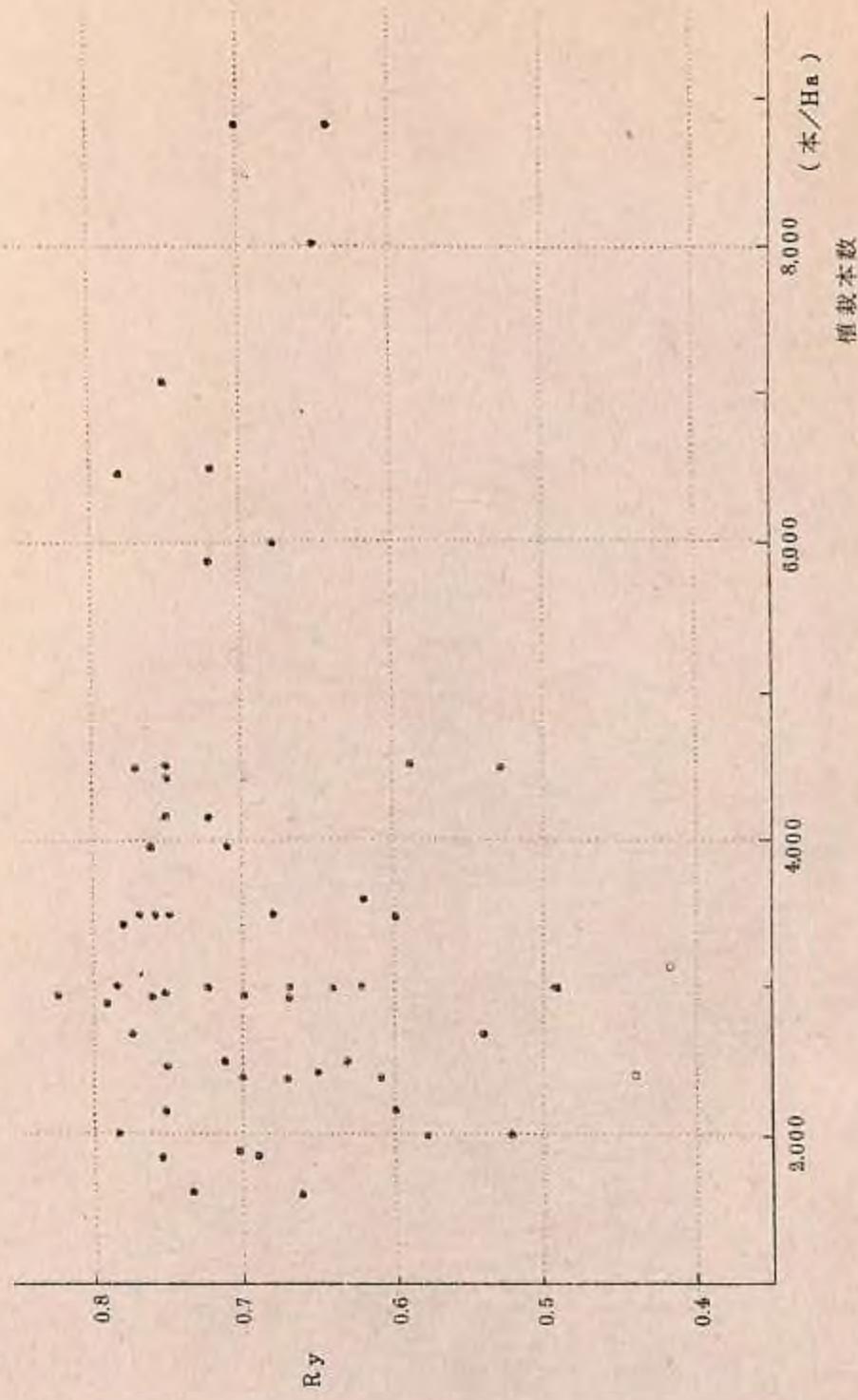


図 17 林令による植栽本数変化



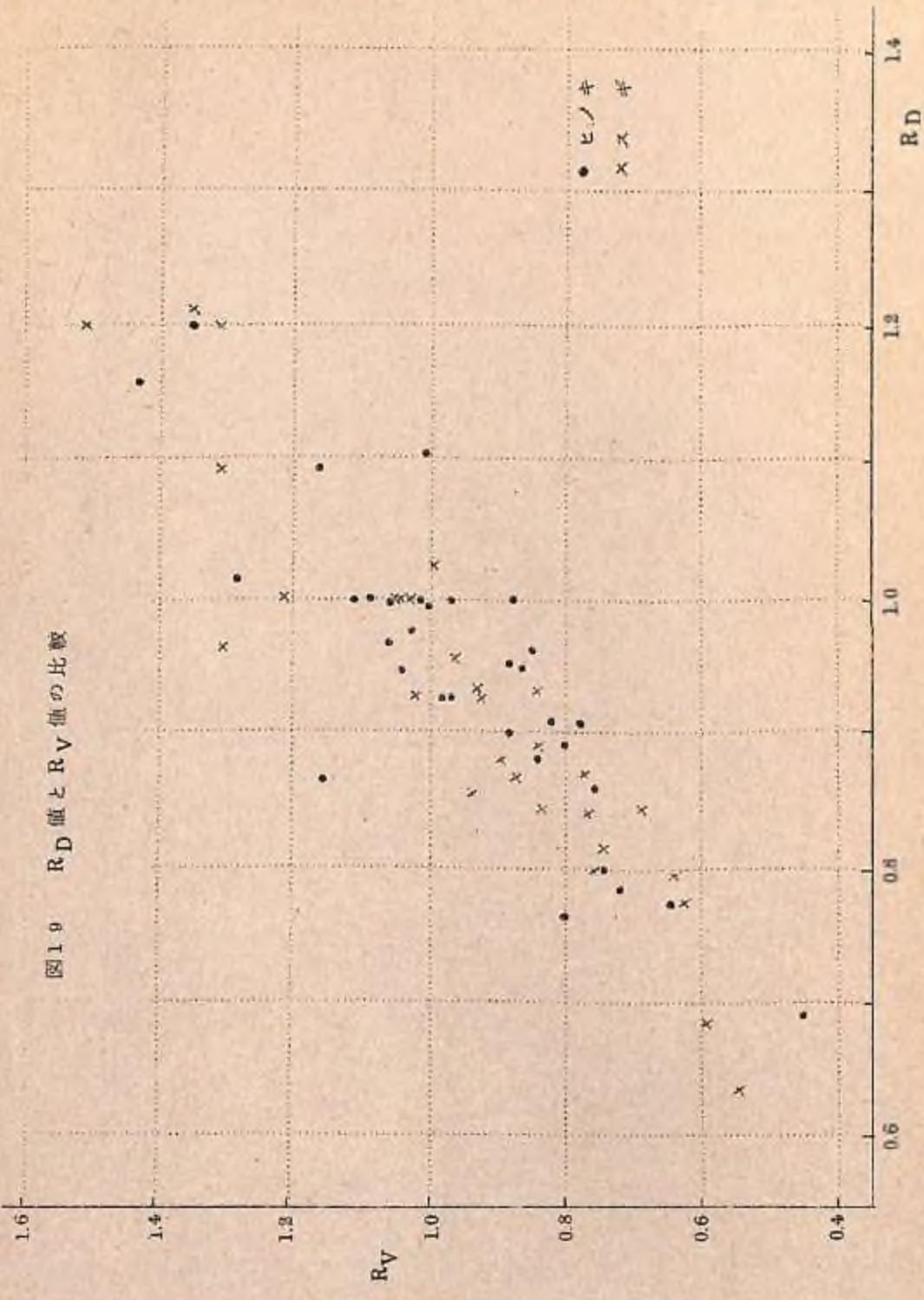
-74-

図 18 植栽本数と Ry 値



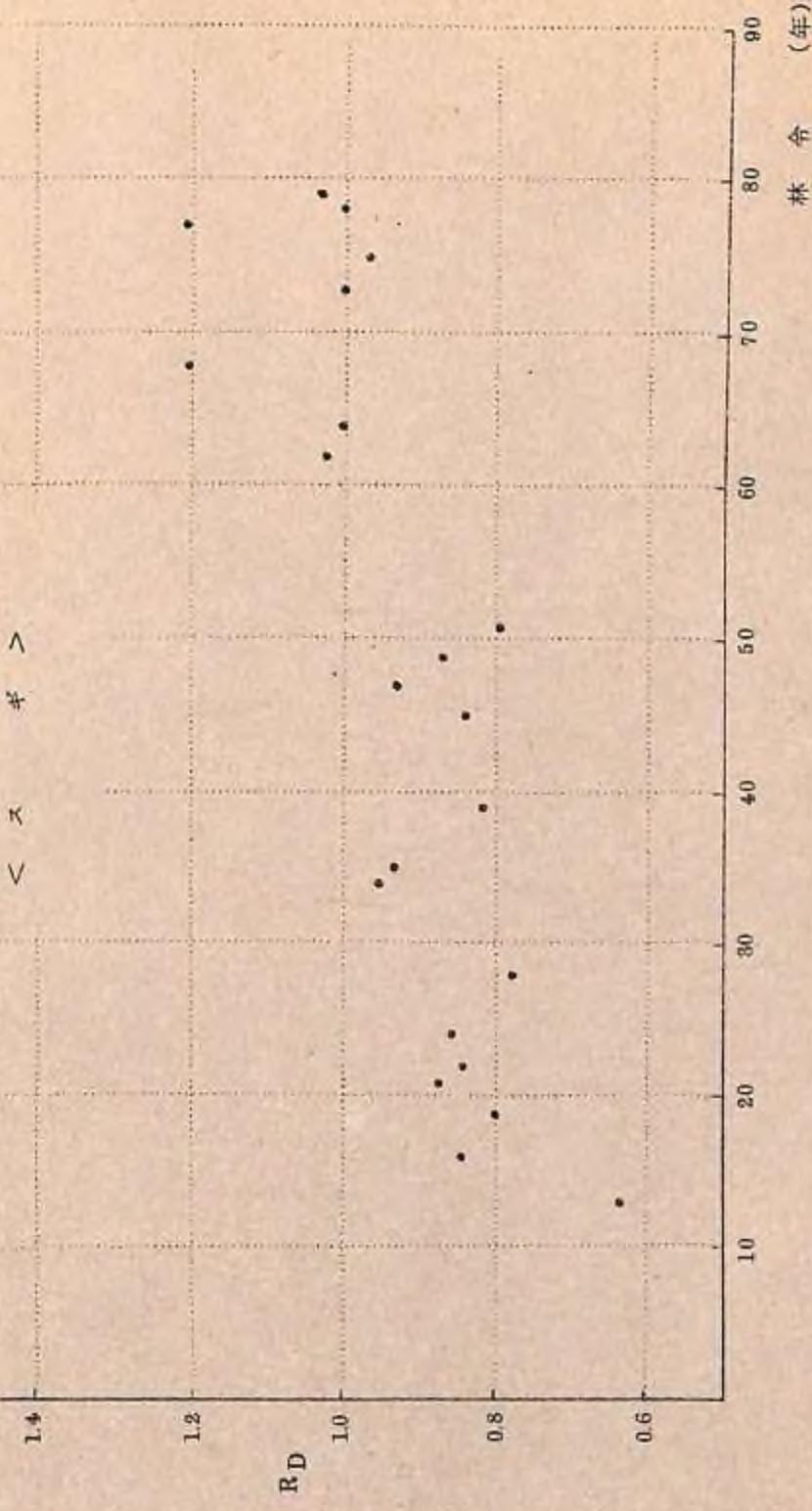
-75-

図19 RD値とRV値の比較



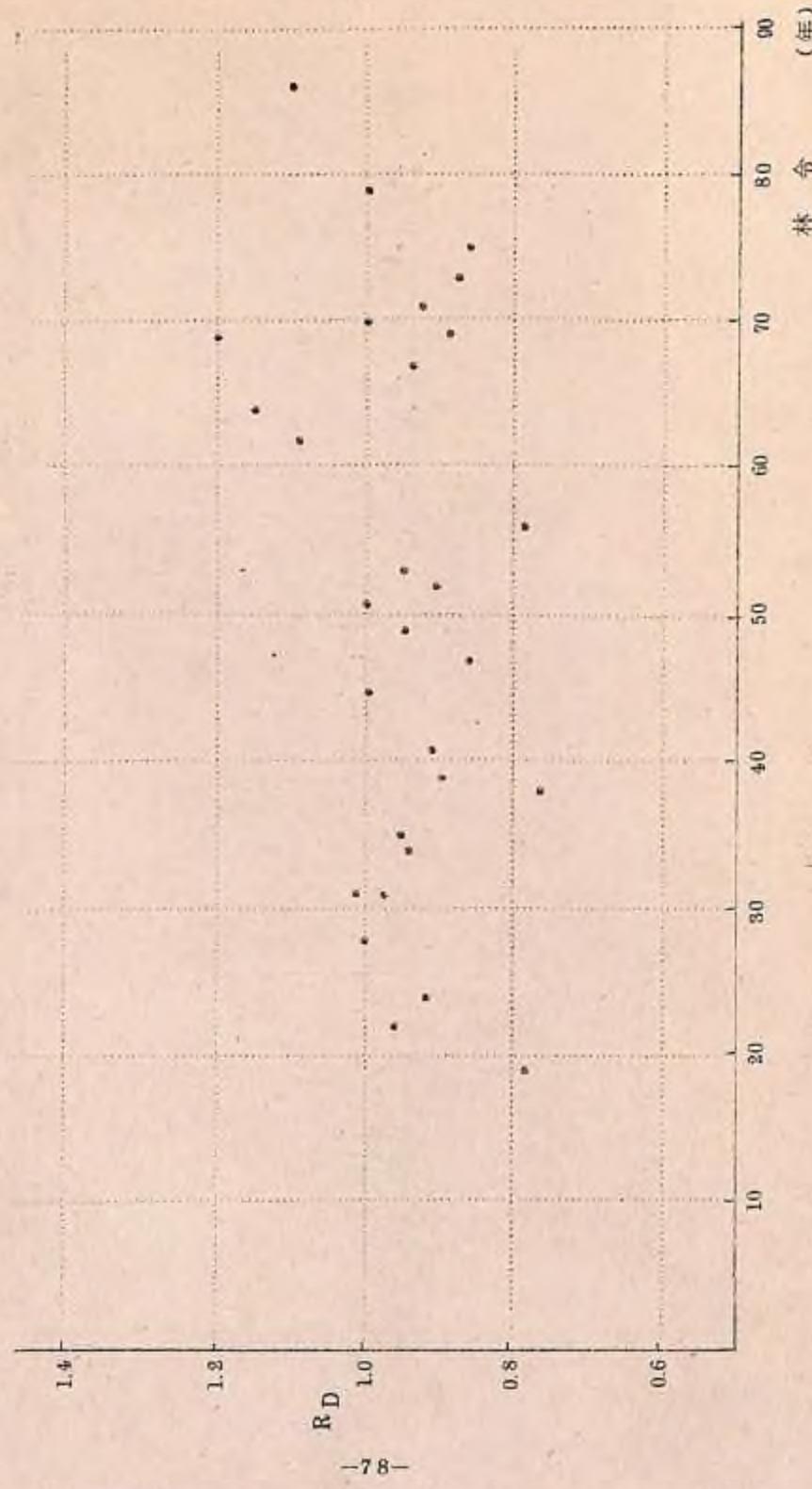
-76-

図20 林合とRD値の変化



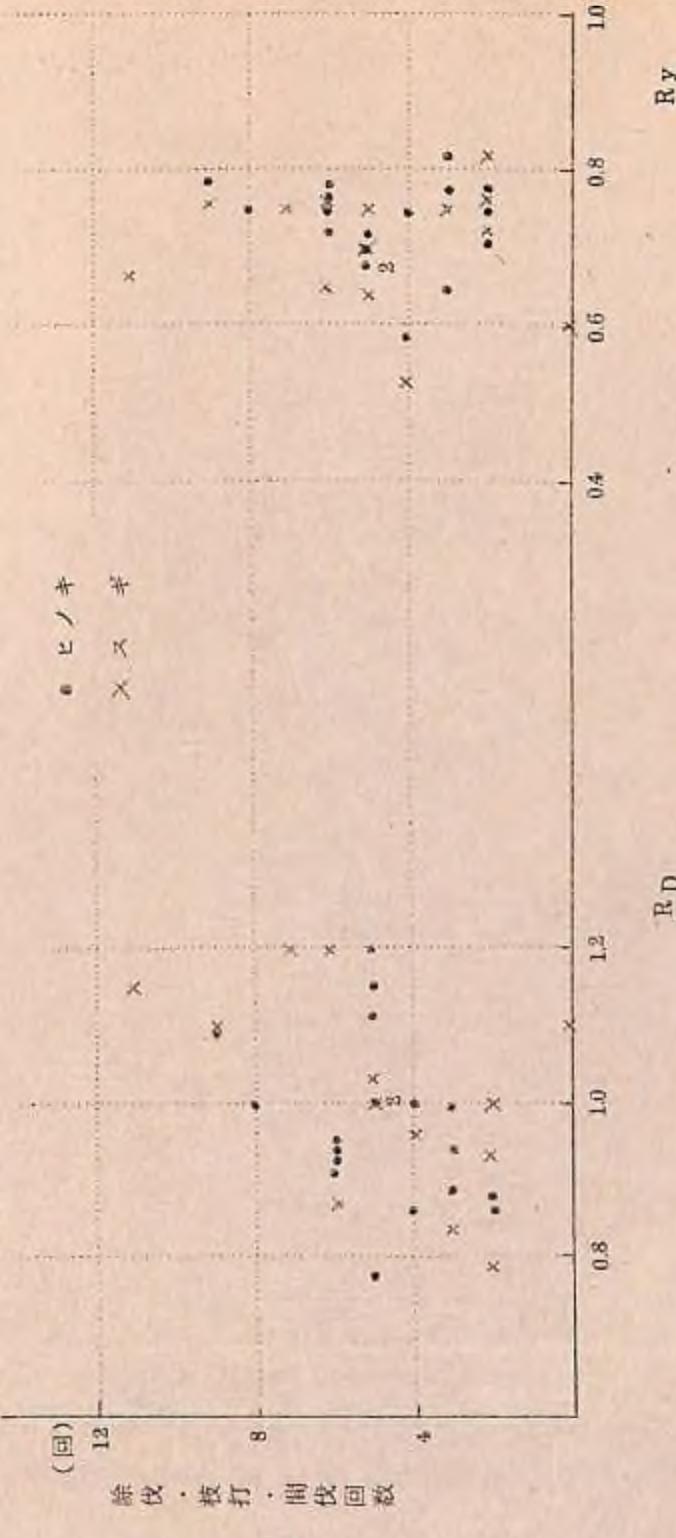
-77-

< & / * >



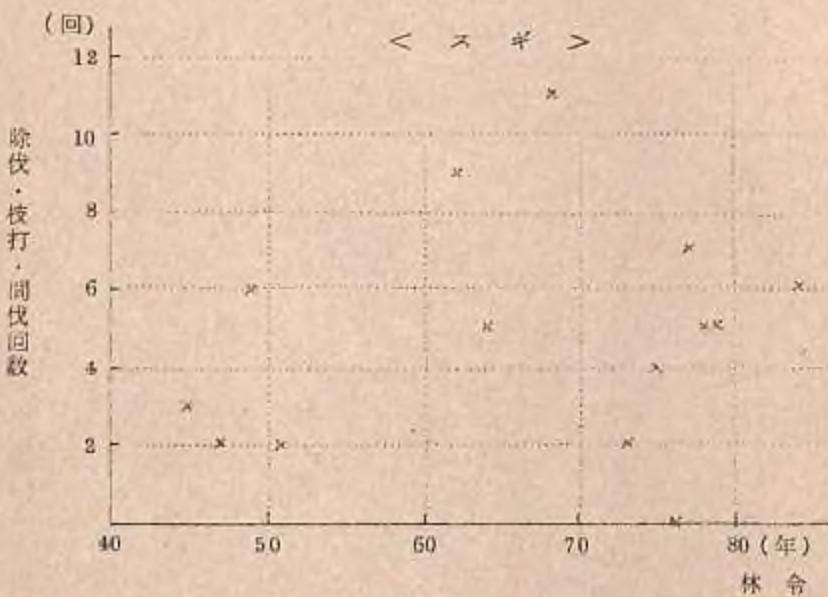
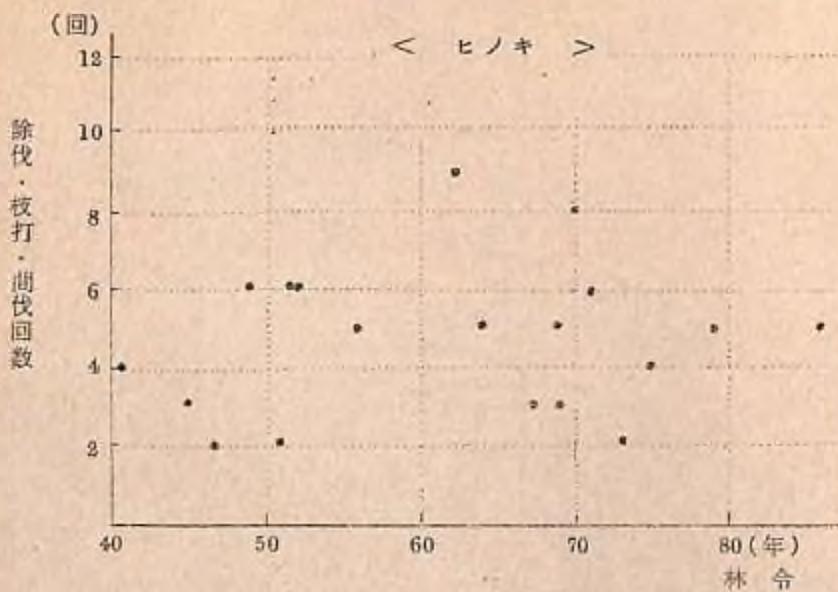
-78-

図31 除伐・板打・間伐回数と R_D 値, R_y 値

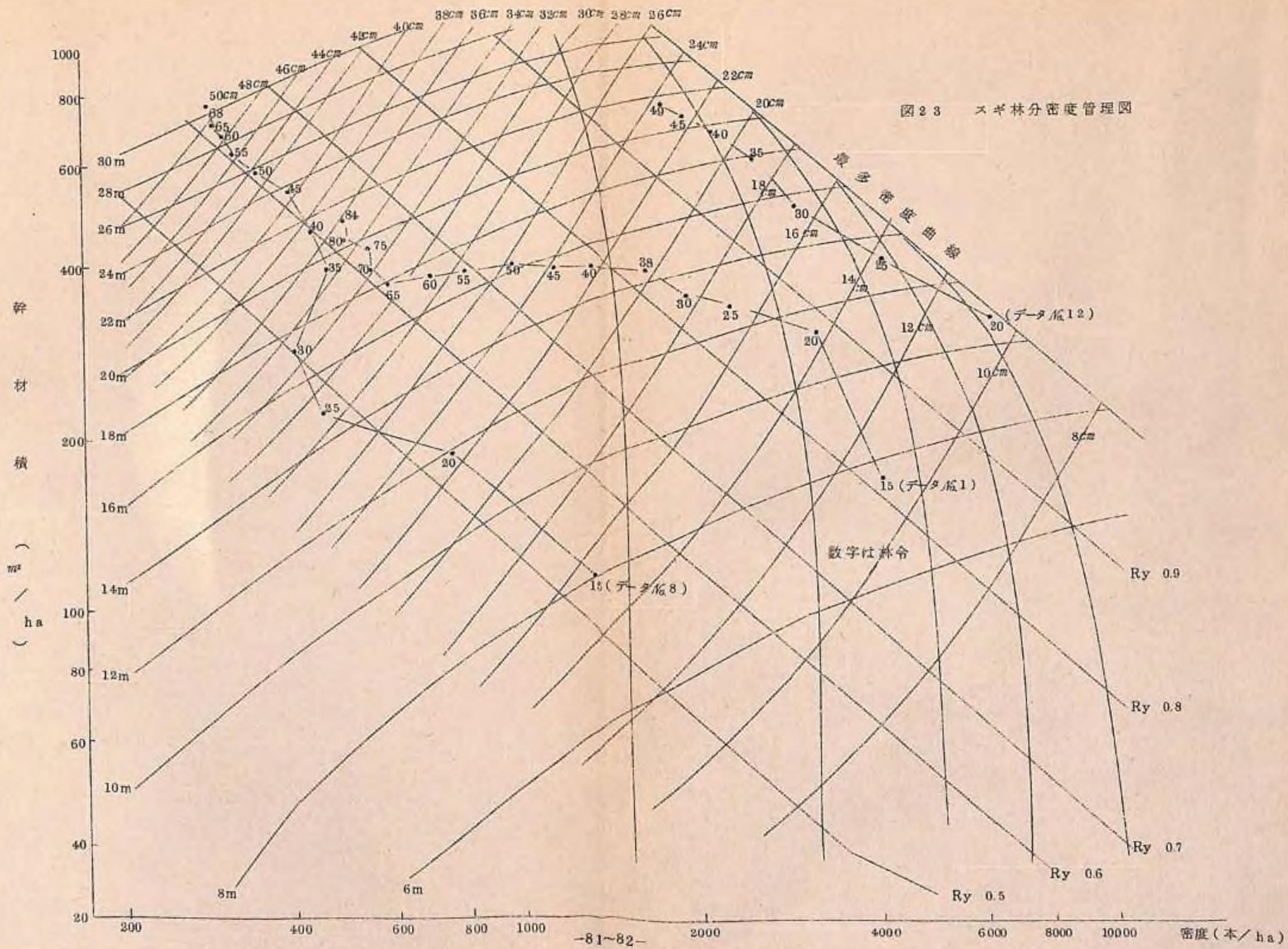


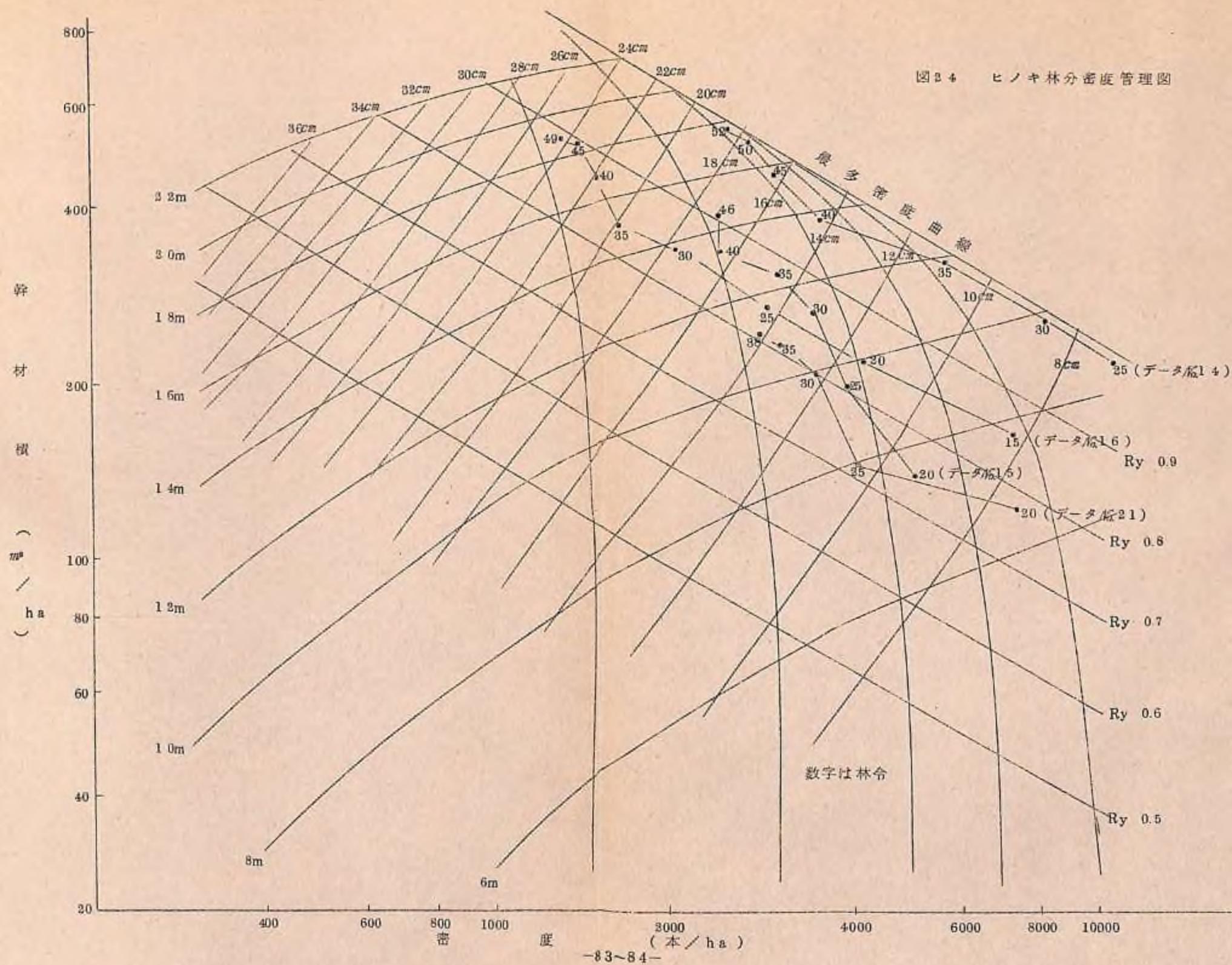
-79-

図23 林令毎の除伐・枝打・間伐回数



討してみると、スギでは、60年以降、ヒノキでは、60～70年の R_D 値が1.0以上のものは、保育回数が高くなっています。しかし、その時の R_y 値は、0.75位で、他のものと比べてそれほど高くなっています。 R_D 値が1.0以上のスギでは40～50年、





ヒノキでは40～60年のものは、保育回数も少なくなっていますが、保育回数と R_D 値とは、相関がありそうです。つまり、後期の保育回数は、肥大成長に関係していますが、その時 R_y 値そのものは、あまり変化しない様な施業をデータでは、行なっていることを示しています。

(4) 樹幹解析をもとにした検討

樹幹解析をしたデータ7例を、5年毎の胸高直径、樹高から林分密度管理図へ入れてみたのが、図23、図24です。これは単木のデータの上、データ数が少ないので、はっきりとはいえませんが、スギ₁₆₁の R_y 値を変化させてしまう密度管理から、スギ₁₆₈、₁₆₁₂と時代を追うごとに R_y 値を一定とした密度管理の方法が読みとれます。いずれにしても、今までの保育作業は、ずっと以前のものを除けば、スギの2例、ヒノキの4例にみられる様、 R_y 値を一定とした密度管理をしてきたといえそうです。又、密度管理が一定となってくるのは、林分にして30、35年生位からといえそうです。

(7) 今後の問題点

今回は、資料そのものの分析にしかならなかったのが残念ですが、今後は、データ数を増やすことと、これに付随して、林道網の影響はどうなのか、さらに、数量化等の因子分析を進めていきたいと思います。