

菊間のマツ択伐経営に関する研究 (12)

—— 稚苗の発生, 消失および生長について ——

藤本幸司\*・山畑一善\*\*・舛岡学\*\*\*・山本武\*\*\*\*・三好博\*\*\*\*\*

Studies on Selection Forest of AKAMATSU (*P. Densiflora*)  
in Kikuma-chō (12)

— On the Germination and the Vanishment of the natural  
Seedlings and their Height Growth —

Kōji FUJIMOTO, Kazuyoshi YAMAHATA, Manabu MASUOKA  
Takeshi YAMAMOTO and Hiromu MIYOSHI

**Synopsis:** To examine the process of germination and vanishment of the natural seedlings and their height growth in Akamatsu selection forest, three experimental plots were set up on upper, middle and lower hillsides in the permanent sample stand at Kikuma-chō. These plots had the size of  $2^m \times 2^m$ , which were brush cleaned every month and no trespassed. Further, for reference, the control plots — each size of  $2^m \times 2^m$ , managed same as the outside of plots, on accessible — were prepared respectively in a position, away  $2 \sim 3^m$  from each experimental plot. The observations in these plots were carried on from 1959 (the selective cutting was executed this year) to 1967. The major results in the experimental plots are as follows:

- 1) The germination of the natural seedlings begins at April and finishes practically at July. The peak of the germination appears in May or thereabouts, and about half of total seedlings germinates in this month.
- 2) Number of the germinated seedlings during a year differs exceedingly from 725 to 3625 per  $100m^2$  year by year. One of the principal causes of this variation is considered to the fluctuation in seed production.
- 3) Number of the germinated seedlings differs with plots, too. But it has no connection with the position of plot on the hillside.
- 4) The vanishing rate of 1 year old seedlings shows respectably heavy value of 55%, but it reduces gradually according as the age of seedling advances. On that account, 60~80% of the germinated seedlings vanishes in a span 4 years after the germination.
- 5) The vanishing rate of seedlings arises generally in a period from June to September. Especially, the 1 year old seedlings' one arises immediately after the germination and in August and September.
- 6) The tendency is observable that the vanishing rate on the upper hillside is larger than

---

\* 森林計画学講座 助教授      \*\*\* 同 教授      \*\*\* 同 元助手 (現松山工高校教諭)  
\*\*\*\* 同 助手      \*\*\*\*\* 同 技官

on the lower side.

- 7) The principal cause of the vanishment is considered a soil-moisture deficiency. But, in the control plots, it is possible to consider that a large percentage of the vanished seedlings are attributable to a oppression by bushes.
- 8) The existing seedlings are enormously numerous. There are 2625~5700 seedlings per  $100m^2$  after 8 years from the selective cutting. Then, the tendency is recognized that the existing seedlings are more numerous on the lower hillside than the upper.
- 9) Number of the existing seedlings in the control plots shows also considerably high value of 100~2025 per  $100m^2$  after 8 years from the selective cutting. But they are almost 1 year old and the seedlings of 20 cm or more height can not be found in them.
- 10) The height growth begins at April and finishes at November or thereabouts. The peak of the growth appears in April when the growth just begins, and the greater part of the increment is achieved in a span of two months, April and May.
- 11) The annual height increment of small seedlings under height of 5cm shows a little value of about 1 cm. But it increases gradually according as the height of seedling becomes taller.
- 12) The increment on the lower hillside is more than that on the upper side.
- 13) On the whole, the increment in the stand is small. That is, it takes 4 years on the middle or lower hillside and 7 years or more on the upper side to grow seedlings to the mean height of 10 cm.
- 14) The mean height of the 5 tallest seedlings in each plot had been about 100 cm in the lower hillside's plot and 36 cm in the upper hillside's plot at December 1970. Although these values are properly higher than those of the whole seedlings, it is yet difficult to say that these seedlings show a good growth compared to data of uniform forests at other districts.
- 15) The 5 selected seedlings of tallest height in each plot are, for the most part, the germinated ones immediately after the selective cutting.

**要旨** アカマツ択伐作業林における稚苗の発生、消失およびその生長(苗高)を調べるため、固定試験林内に  $2m \times 2m$  の木枠区——毎月1回全刈り実施、立入り禁止——を3区設け、1959年(択伐施行)より1967年まで観察を続けた。結果を要約すると、次のとおりである。

- 1) 稚苗の発生は4月に始まり、7月にはほぼ終わる。発生のピークは5月ごろに現われ、年間発生数の約50%がこの月に発生する。
- 2) 稚苗発生数は年により725~3,625本/ $100m^2$ と、変動が非常に大きい。その主な原因は、下種量の変動と考えられる。
- 3) 稚苗発生数は、場所によってもかなりの差が認められるが、山腹の上下による一定した傾向はみられない。
- 4) 当年生稚苗の消失率は約55%と、非常に高いが、苗齢が高くなるにしたがって、漸次減少する。そして、発生後4年間に、発生稚苗の60~80%が消失する。
- 5) 稚苗の消失は、一般に、6月~9月に多い。当年生稚苗では、特に、発芽直後と8月、9月の消失が目立つ。
- 6) 消失率は、山腹の下部より上部に、高い傾向がみられる。
- 7) 消失原因は、主として乾燥害と考えられる。しかし、対照区として設けた枠なし区——一般林地と同じ取扱い、立入り自由——では、被圧害が大半を占めるようである。
- 8) 稚苗現存数は択伐8年後に2,625~5,700本/ $100m^2$ と、非常に多い。特に、山腹下部に多い傾向が認められる。
- 9) 枠なし区の稚苗現存数も、択伐8年後に100~2,025本/ $100m^2$ と、かなり多いが、そのほとんどは当年生稚苗によって占められ、苗高20cmに達するものは1本もない。
- 10) 苗高生長は4月に始まり、11月ごろに終わる。生長のピークは生長開始当初の4月にあり、4月と5月の



2か月間に、1年の生長の大半を終える。

11) 苗高5cm以下という小稚苗の連年苗高生長量は小さく、ほぼ1cm前後と推定される。しかしながら、苗高がだんだん高くなるにしたがって、生長量は漸次増大する。

12) 一般に、山腹の下部は上部よりも、生長の良い傾向が認められる。

13) 本林分の稚苗の生長は、平均苗高10cmに達するのに、中、下部で発生後4年、上部では実に7年以上の年月を要し、一般に悪いと言える。

14) 各試験区において、苗高の高いものから5本を選び、後継樹候補稚苗とした。しかし、その平均苗高は、1970年末現在(択伐12年後)、山腹下部において約1m、上部では36cmと、やはりあまり良い生長とは言い難い。

15) 後継樹候補稚苗のほとんどは、早期発生稚苗によって占められている。

## は し め に

山畑<sup>18)</sup>は、1959年、マツ択伐作業林の構造と生長に関する動態的な研究を目的として、愛媛県越智郡菊間町に、アカマツ択伐作業固定試験地を設定した。本試験は、その一環として企画され、実施されたものである。

択伐作業林に限らず、一般に天然更新林においては、稚苗の発生、消失およびその生長の問題は、更新の成否を左右する基礎的要件として、最も重要な課題であり、従来より多くの学者によって研究されてきた。特に、アカマツは天然更新の比較的容易な樹種として、古くから天然更新が広く行われてきたため、これに関する研究は実に数多い。加藤<sup>11)</sup>は、“アカマツ天然更新技術はほぼ完成した。”とまで述べているほどである。しかしながら、これらの研究の多くは、皆伐作業林についてのものが主であり、択伐作業林における稚苗の研究は、まったく見当たらないと言ってよい。

菊間地方のアカマツ択伐作業は、強度な緑枝打ち、丁寧な下草採取など、集約な手入れと、それを許す社会経済的条件に支えられて、発展してきた。<sup>18)</sup>しかしながら、昨今の労働力不足、化学肥料の発達、燃料材としての需要の衰退など、様々な社会経済的条件の変化は、その存在を危なくしつつあると言える。事実、これらの林分の中には、皆伐林あるいはみかん園へと転換されたものも多く、また、残された林分の多くも、手入れの不足が目立つ現状である。

このような状況下において、更新樹のより効率的な育成方法を探究することは、当地方のアカマツ択伐作業林の経営にとって、非常に重要な事柄と言えよう。我々は、かかる意味からも、その研究の一助ともなればと思い、同林内の稚苗の動態的調査を試みたのである。研究計画、調査方法にやや粗雑な点があり、十分な成果が得られなかったことは残念であるが、一応調査を終了し、取りまとめたので、ここに報告する。今後のアカマツ択伐作業林経営に、なんらかの参考になれば、幸いである。

なお、調査にあたっては、当講座の元助手 玉井英樹氏、元技官(現農場技官) 吉井宗利氏、および元事務員 新谷(現姓安江)芳枝嬢らの御協力をいただいた。ここに記して、謝意を表する次第である。

## 調 査 林 分

調査は、山畑が1959年に設定した菊間町のアカマツ択伐作業固定試験地で行った。本林分の詳細については、既報<sup>18)</sup>に譲るとして、その概略を摘記すると、次のようである。

場所：愛媛県越智郡菊間町字西山

方位：東南

地形：傾斜20～25°の丘陵性山地

基岩：黒雲母花崗岩

土性：砂壤土

地位：当地方のアカマツ林として  
 には中に属する

面積：1.09 ha（設定当初は  
 0.65 ha）

なお、本林分には、調査着手直前の1959年2月に、本数率20%、材積率40%の択伐が、また、1967年2月にも、ほぼ同程度の択伐が実施されている。参考までに、本調査着手当初における上木の直径階別本数分配図を掲げると、Fig.1のとおりである。最大直径階34 cmと、あまり大きな木はみられず、10~20 cm程度の木のやや多い分布ではあるが、ほぼ逆J字の択伐林型を示していると言える。また、8 cm直径階以上の主木数860本/ha（6 cm直径階以上 約1000本/ha）は、後掲魚眼レンズによるCanopy Photo.にもみられるように、かなり疎開した林冠層を構成していると言える。

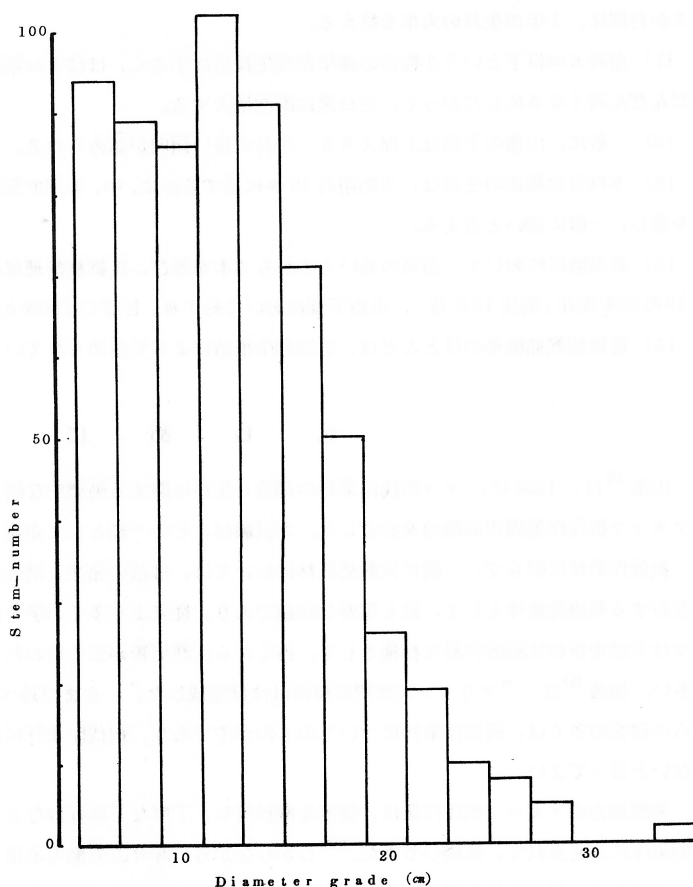


Fig.1 Stem-number distribution by the diameter grade. (Mar. 1960)  
 (Area : 0.65 ha)

### 調査方法

調査林分の上部、中部、下部の3  
 個所に、斜面上で2 m × 2 mの方形

試験区を各1区、計3区設けた（上よりA区、B区、C区とする）。調査林分が、比較的上下に狭い形をしているため、各試験区間の間隔は、およそ10~20 mであった。これらの試験区は、周囲を木枠で囲い、試験区であることを明示し、調査の度ごとにせん定ばさみで、丁寧に雑草、かん木を取り除いた（Photo.1~3）。また、これらの試験区から2~3 m離れた所に、対照区として同じ大きさの試験区を、各1区設けた（上よりA'区、B'区、C'区とする）。この対照区は、四すみに杭を打ち込むのみで（頭部1~2 cmを出し、ほとんどを埋没させた）、外観上、試験区であることがわからないようにした。そして、下刈などの取扱い\*も、試験区外林地とまったく同様にし、歩行も自由とした。以下、前者を木枠区、後者を枠なし区と呼ぶ。

調査は1959年7月に着手し、1967年12月まで続けた。したがって、着手当初の林分は、択伐直後の状態であったと言える。木枠区は、原則として毎月1回、20日前後に（1966年、1967年の両年は年1回）、また、枠なし区は毎年1回、随時調査を行うこととしたが、種々の事情で、かなりの欠測を生じた。いま、木枠区の欠測月を掲げると、次のとおりである。

1960年	12月
1961年	8月、11月

\* 調査期間中、1964年5月と1967年2月の2回、下刈が行われているが、枝打ちなどの上木に対する作業は一切行われていない。

1962年 1月, 2月, 8月, 12月

1963年 1月, 3月, 4月, 5月

1964年 1月

1965年 6月~11月

また、柵なし区は1962年に欠測した。なお、参考として、1970年12月にも、両区において補足的な調査を行った。

木柵区の調査は、着手当初には稚苗の発生、消失および現存数のみを対象としていたが、1961年2月より、稚苗の1本1本にラベルを付け、各種苗の苗高生長も、あわせて調査するようにした。なお、初回の調査において、各区画から当年生以外の稚苗は、すべて除去しておいた。したがって、これらの区画中の稚苗は、すべて1959年以降に発生したのと言え、個々の稚苗の発生年、ひいては苗齢は、それ以後の調査において、すべて確認することができたと言える。これに対して、柵なし区では、雑草、かん木が繁茂し、詳細な調査が困難であったため、単に稚苗の現存数を調べるにとどめた。

参考のため、調査期間中の月別平均気温および降水量（観測地：菊間）を掲げると、Fig.2のとおりである。<sup>12,13)</sup>

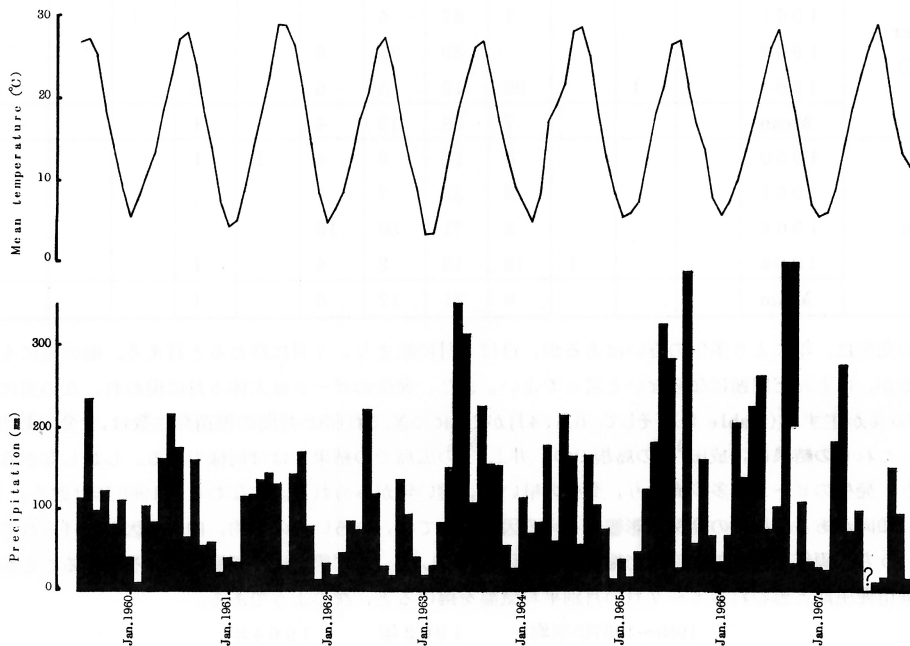


Fig.2 Mean temperature and precipitation by month. (Kikuma)

## 結果および考察

### 1) 稚苗の発生

#### (a) 月別稚苗発生数

すべての稚苗の発生月がはっきりしている年について、月別発生本数を掲げるとTable 1のとおりである。なお、ここでいう月は、前月の調査日からその月の調査日までをさし、暦上の月の範囲とは、必ずしも一致しないことを、あらかじめ断わっておきたい。

Table 1 Number of the germinated seedlings by month.

(Plot)	Month year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
		Upper (A)	1960				2	22	3	8	1	1		
1961					1	10	6	2						19
1962						36	88	27						151
1964					17	6		1						24
Mean					5	19	24	10						58
Middle (B)	1960				6	18	1	2				1		28
	1961	1			4	12	12							29
	1962				6	88	43	12						149
	1964			4	11	21	4	6						46
	Mean			1	7	35	15	5						63
Lower (C)	1960					15	2	2	1	1				21
	1961				1	37	4				1			43
	1962					89	38	8						135
	1964		1		26	12	3	6		2				50
	Mean				7	38	12	4		1				62
Mean	1960				3	18	2	4	1	1				29
	1961				2	20	7	1						30
	1962				2	71	56	16						145
	1964			1	18	13	2	4		1				40
	Mean				6	31	17	6		1				61

稚苗の発生は、年により多少の違いはあるが、ほぼ4月に始まり、7月に終わると言える。他の月にも1、2発生をみるが、ほとんど問題にならないと言ってよい。また、発生のピークは大体5月に現われ、この月に年間発生数の約50%が生ずる (Table 2)。そして、6月、4月がこれにつき、これら3か月間の稚苗発生数は、全発生数の約90%を占める。これらの結果は、成田<sup>15)</sup>の島根での、井上<sup>6)</sup>の広島での結果とほぼ同様である。しかしながら、個々の年により、発生のピークは多少異なり、発生の早い年、遅い年がみられる。すなわち、1962年は遅く、1964年はやや早い傾向がある。種子の発芽に影響を与える因子としては、いろいろの外的、内的要因があげられているが<sup>16)</sup>、これらのうち、兩年の発芽の遅速に影響を与えた因子として、まず第一に、気温の違いを考慮することができる。いま、稚苗発生期と思われる4~7月の月別平均気温を掲げると、次のようである。

	1959~1967年平均	1962年	1964年
4月	13.8 °C	12.7 °C	17.1 °C
5月	18.3	17.6	19.0
6月	22.0	20.7	21.5
7月	26.8	26.0	27.9

Table 2 The relative frequency distribution of the germinated seedlings by month.

Month Plot	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
A	%	%	%	20 %	40 %	25 %	14 %	1 %	1 %	%	%
B	1		2	16	52	21	7				1
C		1		14	62	13	7	1	2	1	
Mean			1	17	51	20	9	1	1		

このように、これら兩年の間には、かなりの温度差が認められ、特に、1964年4月の平均気温は17.1度と、例年の5月のそれにも匹敵しようとする値であった。1964年において、発生のピークが4月に現われたのも、このような4月の高温が原因したものと考えられる。もちろん、気温のみならず、降水量も発芽に影響を与える重大因子であり、これを看過することはできないであろうが、これら兩年の降水量の間には、大きな違いはみられず、このような結果をもたらした主因は、やはり気温ではないかと推察されるのである。

#### (b) 年別稚苗発生数

稚苗発生数は年により非常に変化が大きく、特に、1962年は他の3か年の合計量よりも、更に多くの発生数を示している。また、1963年は3月～5月に欠測したため、この間に発生、消失した本数の詳細は不明であるが、6月以降に確認された新生稚苗数だけでも、A区131本、B区100本、C区66本、平均99本と、前年に次ぐ大きい数字となっている。

稚苗発生数に影響を与える因子として、細井ら<sup>4)</sup>は、下種量、地表の状態、鳥その他の動物の棲息密度、気象条件などをあげている。1962年、1963年の前年が、種子の豊作年であったかどうかは不明であるが、これら兩年と他の年との間に、他の因子が特に変わったとも思われなことから、本林分におけるこのような稚苗発生数のバラツキは、やはり下種量の多少に、主として起因するのではないかと、推測される。<sup>14)</sup>

種子の落下量については、いろいろの報告があり、年によりかなり変動のあることは、よく知られている。井上<sup>6)</sup>は、平均的な数字として、ha当り、豊作年302万粒、平作年184万粒、凶作年49万粒をあげ、“種子の活力歩合(ほとんどの林分で80%以上)を考慮しても、大部分の林分は、ha当り50万粒以上の活力ある種子を、年々林地に撒布している。”と、述べている。また、筆者ら<sup>10)</sup>も、本林分と近接する同様なアカマツ択伐作業林において、年間44.6万～218万<sup>粒</sup>/<sub>ha</sub>の種子落下量を観測した(発芽率は、冬期落下種子について、平均60～70%であった<sup>20)</sup>)。もちろん、これらの値を、そのまま本林分に適用することはできないであろうが、少なくとも、1試験区(4m<sup>2</sup>)当り、年々100～600粒程度の、発芽能力のある種子が落下するものとは、考えてよさそうである。すなわち、凶作年においても、かなり多数の種子が落下していることとなり、それらの多くは、発芽能力があるにもかかわらず、地表の状態、鳥による食害など、なんらかの原因で、未発芽のまま消えさってしまうことができる。

植杉<sup>17)</sup>は、带状皆伐作業林、楔形皆伐作業林、種木保残皆伐作業林などにおいて、稚苗の発生数を調べ、“施業の内容、発生年次によって、はなはだしい相違はあるが、更新開始年において、100m<sup>2</sup>当り230～1132本、局部的には1万本に達するものもある。”と、述べている。成田<sup>15)</sup>は、平作年の結実状態で、種子が十分成熟したのち皆伐された跡地において、70～430本/100m<sup>2</sup>の稚苗を数えた。また、井沼ら<sup>7)</sup>は、带状皆伐跡地の林縁下で、976～1256本/100m<sup>2</sup>を、更に、森ら<sup>14)</sup>は、保残木作業地(25本/ha)において、100m<sup>2</sup>当り、更新1年目に564本、2年目に1431本の新生稚苗を観察している。これらに対して、本林分の結果をみると、1962年、1963年には、100m<sup>2</sup>当りそれぞれ3625本、2475本の稚苗発生をみており、その数は非常に多いものと言える。また、他の年にしても、これら兩年よりかなり少ないとはいえ、上の諸報告と比べて、決してそんな色のある値ではない。このような結果がもたらされた原因としては、L、F層が比較的薄かったこと、<sup>18)</sup> 調査の度ごとの丁寧な刈払い、あるいは十分な上木による豊富な下種量などを、あげることができる。

植杉<sup>17)</sup>は、更に、“施業内容のいかんを問わず、更新第1年の発生が最大で、第2年、第3年と、その発生数を急激に減少している。”と、述べている。これに対して、井沼ら<sup>7)</sup>は、带状皆伐跡地において、“発生本数は、更新後2、3年間は、経過年数には無関係である。”ことを、報告した。また、細井<sup>8)</sup>も带状皆伐跡地において、井沼らとはほぼ同様な結果を得ている。本調査においても、井沼ら、細井らと同様な傾向を認めることができ、伐採後年数を経るにしたがっての稚苗発生数に、減少傾向はみられなかった。十分な上木があり、年々ほぼ恒続的な下種量が期待できる択伐作業林において、月々十分な刈払いを行ったのであるから、このような結果も当然のことと

推察できる。むしろ、択伐直後林分よりも択伐直前林分の方に、下種量の多いこと<sup>10)</sup>を考えると、稚苗発生数は、漸次増加する可能性さえ秘めているものと言える。

(c) 位置別稚苗発生数

林分内の位置による稚苗発生数の変動も、また、かなり大きい。特に、A区とC区との間には、ほとんどの年で有意の差(信頼度95%)が認められる。しかしながら、年により、その多寡の傾向はまったく逆になり、各年を通じての、一定した傾向は認め難い。ただ、B区がいつも、これらA区とC区のほぼ中間的な値をとっていることは、その位置的配列から考えて、注目される。

2) 稚苗の消失

(a) 苗齢別稚苗消失率

苗齢別に、稚苗の消失率を示すと、Table 3 のようである。

従来の諸報告<sup>6,7,17)</sup>にもみられるように、当年生稚苗の消失率は、非常に高い。全発生数の約55%にも達し、皆伐跡地<sup>15)</sup>、帯状皆伐跡地<sup>7)</sup>などの結果と、ほぼ似た値を示している。しかし、2年生以上の稚苗になると、消失率は非常に小さくなり、苗齢が高くなるにしたがって、更に漸減する傾向がみられる。いま、発生後4年間に消失した全稚苗について、その苗齢を調べてみると、

当年生稚苗	80%
2年生稚苗	10%
3年生稚苗	6%
4年生稚苗	4%

と、当年生稚苗の占める割合が非常に大きく、稚苗の消失が、主としてこの時期に生ずることがうかがわれる。

(b) 稚苗の消失原因

稚苗の消失原因には、いろいろの因子があげられているが、<sup>4,6,17)</sup>本調査で主としてみられたものは、乾燥害であり、病菌害、被圧害などに見なされるものは、ほとんど認められなかった。2年生以上の稚苗の消失率が非常に小さいのも、これらの稚苗が、既に乾燥に耐えうる根系を十分に発達させているためと言ってよからう。ただ、このような消失原因の中で、例外として、1964年6月、C区中に、モグラ、ウサギ、ノネズミ、あるいはイヌなどの動物によると思われる掘返し跡(Photo. 3-3)が見られ、当年生から6年生までの稚苗、あわせて17本が消失していた。更に、その後1~2か月の間にも、これによる損傷がもとで枯死したと思われる稚苗が、10本前後見いだされた。これらは動物害と言ってよからう。なお、石川<sup>8)</sup>や植杉<sup>17)</sup>は、冬期の雪害、寒害などが、夏期の乾燥害に劣らない当年生稚苗の大きな消失原因であることを報告しているが、本林分ではほとんど認められなかった。地方的な差と考えられよう。

(c) 月別稚苗消失率

稚苗の消失時期についてみると、当年生稚苗では(Table 4)、その消失のほとんどは、6月~9月に集中し、特に、発芽直後と8月、9月の消失が目立っている。<sup>2)</sup>上述のように、本林分の稚苗の消失原因が、主として乾燥害であることから、いまだ稚苗のひよわい発芽直後、および乾燥の激しい夏期に、消失が集中することは、十分推測できるところである。また、2年生以上の稚苗についても、当年生稚苗ほど顕著な傾向ではないが、やはり消失数の80~90%は、6月~9月に集中しており、夏期の乾燥が大きな消失原因となっていることがうかがわれる。いま、1961年から1964年にかけての4年間に消失した2年生以上の稚苗(1959年発生稚苗は除く)について、月別消失割合をみると、次のようである。

1月~4月	5月	6月	7月	8月~9月	10月~12月
4%	2%	19%	25%	42%	8%

Table 3 The vanishing rate by the seedling age.

Seedling age	Germination year	P l o t														
		A				B				C				Mean		
		Number of seedlings	Number of vanished seedlings	Vanishing rate	Number of seedlings	Number of vanished seedlings	Vanishing rate	Number of seedlings	Number of vanished seedlings	Vanishing rate	Number of seedlings	Number of vanished seedlings	Vanishing rate	Number of seedlings	Number of vanished seedlings	Vanishing rate
1	1960	37	32	86%	28	7	25	21	9	43	29	16	55			
	1961	19	11	58	29	14	48	43	13	30	30	13	43			
	1962	151	122	81	149	101	68	135	69	51	145	97	67			
	1963	131	67	51	100	42	42	66	10	15	99	40	40			
	1964	24	12	50	46	32	70	50	21*	42	40	22	55			
	Total	362	244	67	352	196	56	315	122	39	343	187	55			
2	1960	5		0	21	3	14	12	2	17	13	2	15			
	1961	8	2	25	15	2	13	30	1	3	18	2	11			
	1962	29	8	28	48	7	15	66	8	12	48	8	17			
	1963	64	21	33	58	12	21	56	12*	21	59	15	25			
	1964	12	3	25	14		0	29	1	3	18	1	6			
	Total	118	34	29	156	24	15	193	24	12	156	27	17			
3	1960	5	2	40	18	3	17	10		0	11	2	18			
	1961	6		0	13	2	15	29	1	3	16	1	6			
	1962	21	4	19	41	7	17	58	10*	17	40	7	18			
	1963	43	5	12	46	1	2	44	3	7	44	3	7			
	1964	9		0	14	1	7	28	4	14	17	2	12			
	Total	84	11	13	132	13	10	169	18	11	128	14	11			
4	1960	3		0	15		0	10		0	9		0			
	1961	6		0	11	2	18	28	9*	32	15	4	27			
	1962	17		0	34	1	3	48	3	6	33	1	3			
	1963	38	2	5	45		0	41	2	5	41	1	2			
	1964	9	2	22	13		0	24	5	21	15	2	13			
	Total	73	4	5	118	3	3	151	19	13	114	9	8			

\* Plot C was suffered damage by animal in 1964



Table 4 Number of the vanished seedlings of 1 year old by the germination month and by the vanishing month.  
(The total in 1960, 1961, 1962 and 1964)

Plot	Germination month	Number of germinated seedlings	Number of vanished seedlings						Number of existing seedlings	Vanishing rate %		
			Jan.~Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.~Sep.	Oct.~Dec.			Total	
A	Jan.~Mar.	0										
	Apr.	20		7	1			2			10	50
	May	74			30		5	13	1		49	66
	Jun.	97				15		60	4		79	81
	Jul.	38						36	1		37	97
	Aug.~Dec.	2						1	1		2	100
	Total	231		7	31	20		112	7		177	77
B	Jan.~Mar.	5	1								2	40
	Apr.	27		5	2			10			17	63
	May	139			38	5		39			82	59
	Jun.	60				12		24	3		39	65
	Jul.	20						13	1		14	70
	Aug.~Dec.	1									0	0
	Total	252	1	5	40	17		86	5		154	61
C	Jan.~Mar.	1									1	100
	Apr.	27			6	2		2		1	11	41
	May	153			36	10		27	2		75	49
	Jun.	47				8		9	1		18	38
	Jul.	16						4	2		6	38
	Aug.~Dec.	5								1	1	20
	Total	249			42	20		43	7		112	45



(d) 年別稚苗消失率

これらの消失率を年別にみると (Table 3), 当年生稚苗においては, 1962年発生稚苗の消失率がやや高く, 1963年発生稚苗のそれがやや低いのがみられる。このような傾向は, 夏期における降水量の多少と関係づけられるように思われる。いま, これら兩年の7月～9月の降水量を掲げると, 次のようであった。

	1959年～1965年平均	1962年	1963年
7月	155 mm	118 mm	107 mm
8月	96	30	225
9月	160	18	154
計	411	166	486

兩年の間には, かなりの差が認められ, 特に, 1962年の8月, 9月の降水量は, 異常に少なく, 両月あわせて48mmに過ぎない。このような1962年の渇水は, 当年生稚苗の主たる消失原因である乾燥死を, 多量にもたらし, 逆に, 1963年の多雨 (総量的にはそれほど多くはないが, 例年になく, 各月100mm以上の降水があり, 特に乾燥したという時期はみられない) は, それをまぬがれさしたと言ってよからう。次いで, これを2年生稚苗についてみると, 1964年における消失 (1963年発生稚苗の消失) が, やや大きいように思われる。前年の多雨によって, かるうじて生き延びた虚弱な稚苗, あるいはやや徒長気味の稚苗などの消失が, 目立ったようである。なおここで, 1962年の渇水が, これら2年生稚苗にほとんど影響を与えなかったことは, 注目される。これらに対して, 3年生以上の稚苗には, これといった傾向はみられない。

(e) 発生月別稚苗消失率

当年生稚苗について, 発生月による消失率の違いをみると, A区では, 発生月が早いほど, 消失率は小さいという傾向がみられるが,<sup>6)</sup> B区では, この傾向は明らかでなく, 更に, C区では, まったく認められないと言える (Table 4)。しかしながら, これを8月, 9月に消失した稚苗だけに限ってみると, 各区共, ほぼ発生月が早いほど消失率は小さいと言えそうである。発生月の早いものは, この8月までに, 既にひよわな稚苗を枯れさせ, 残ったものもそれだけ早く根を発達させて, 夏期の乾燥に耐えるからであろう。これに対して, 2年生以上の稚苗では, もはや各区共に, 発生月による消失率の違いはみられない。

(f) 発生後4年間の稚苗消失率

発生後4年間の全消失率を, 発生年ごとに表示すると, Table 5のとおりである。また, 各苗齢時における総発生数に対する平均生存率を示すと, Fig.3のようになる。

これらより, 発生稚苗は4年間に少なくても41%, 多くて92%, 平均60～80%が消失すると言える。加藤<sup>11)</sup>は, “一般的にいって, 発生稚苗の50～60%は消失するものと考えておいた方がよい。”と, 述べているが, これと比べると, やや高い消失率と言える。消失率が地表の状態, すなわち地表の処理方法いかんによって大きく異なることは, 植杉<sup>17)</sup>によって, 既に認められているところであり,

Table 5 The vanishing rate in a span 4 years after the germination.

Germination year	Plot			Mean
	A	B	C	
1960	92 %	46 %	52 %	69 %
1961	68	69	56	63
1962	89	78	67	78
1963	73	55	41	60
1964	71	72	62	68
Mean	81	67	58	69

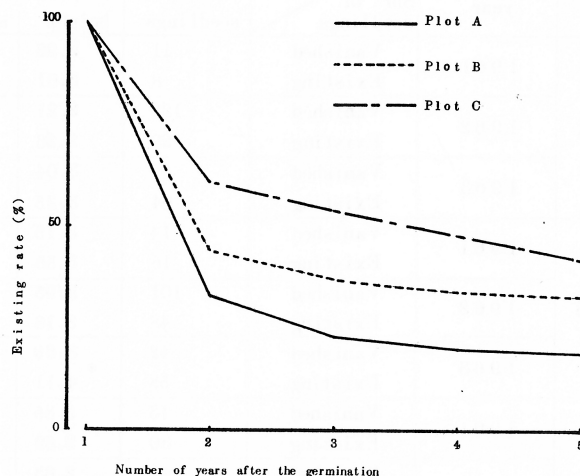


Fig.3 The relation between the existing rate\* and a number of years after the germination.

(\* The mean rate on the germinated seedlings during 1960～1964)

本試験区のこのような結果も、刈払い以外の特別な地表処理をしていないことに、原因するものと考えられる。ちなみに、植杉の全刈区の値（発生後3年間の消失率は約70%）と比べるならば、まずまずの値と思われる。

なお、本試験区においては、これら5年間の発生稚苗（Table 5）についてみる限り、“更新後第1年目発生稚苗の消失量は少なく、第2年、第3年と後年発生にいたるほど、その消失量は大きくなる<sup>17)</sup>”という傾向は認められない。一般林地では、井上<sup>6)</sup>、井沼ら<sup>7)</sup>も述べているように、“後年発生稚苗の消失原因は、初年発生稚苗と異なり、被圧に伴っておこる日射量の不足が大きな割合を占める。”であろうから、調査の度ごとに、丁寧な全刈りを繰返した本試験区では、おのずから異なった結果が生じたものと思われる。すなわち、本試験区では、後年発生稚苗も早期発生稚苗と同様に、十分な日照を享受しており、被圧による消失がほとんどみられなかったことが、このような結果をもたらした原因と考えられる。更に換言すれば、本試験区のこのような結果は、択伐作業そのものとは、なんら関係なく、本試験区の特異な取扱いに起因するものと言ってよい。

(g) 位置別稚苗消失率

山腹の位置による消失率の違いを、発芽後4年間の全消失率で比べてみると、A区70~90%、B区50~80%、C区40~70%と、上部ほど高い傾向がみられる。しかしながら、これを各苗齢ごとの消失率で比べてみると、上のような傾向は、主として、当年生稚苗の消失率に現われ、苗齢が高くなるにつれて、漸次薄れているのがみられる（Table 3, Fig.3）。前述のごとく、全消失量中に占める当年生稚苗の割合は、非常に大きく、したがって、当年生稚苗のこのような傾向が、そのまま全消失量の傾向として、現われたものと考えられる。当年生稚苗におけるこのような傾向は、上部ほど下層植生が少なく、また、やや乾燥気味であったことが、影響したものであろう。

(h) 消失稚苗と生存稚苗の苗高差

消失稚苗と生存稚苗の各年当初における平均苗高を比べてみると、Table 6のとおりである。すなわち、2、3の例外を除いて、一般に、消失稚苗の苗高は生存稚苗のそれよりも低いと言えそうであるが、その差はごく小さく、有意の差（信頼度95%）を認めうるものは少ない。換言すれば、各年当初において、苗高の低い稚苗は、その後の経過において消失する可能性が、やや大きいようにみられるが、消失稚苗の中には、大きなものもかなり混ざり、これを一概にうんぬんすることはできないと言える。このように、消失稚苗と生存稚苗との苗高間に、大差のみられないことは、本試験区の場合、被圧による消失が、比較的少ないことを意味するものと解される。また、消失稚苗のやや低い傾向も、被圧によるというよりは、むしろ根系未発達による生長不良と考えるのが、妥当のように思われる。

Table 6 Comparison of the mean height of the vanished seedlings with that of the existing seedlings.

Plot	Germination year	seedling age Sort of seedlings	1		2		3 and over	
			Number of seedlings	Mean height	Number of seedlings	Mean height	Number of seedlings	Mean height
A	1961	Vanished	11	2.96	2	4.15	0	—
		Existing	8	3.01	6	4.30	6	5.00
	1962	Vanished	122	2.21	8	3.70	9	3.21
		Existing	29	2.26	21	* 3.08	12	* 3.87
	1963	Vanished	67	3.04	21	3.52	10	5.60
		Existing	64	3.25	43	3.70	33	6.08
B	1961	Vanished	14	3.15	2	4.10	4	6.48
		Existing	15	3.55	13	5.02	9	5.70
	1962	Vanished	101	2.95	7	5.01	9	4.81
		Existing	48	3.16	41	4.60	32	5.38
	1963	Vanished	42	3.69	12	4.57	1	10.00
		Existing	58	* 4.11	46	4.74	45	8.31
C	1961	Vanished	13	2.35	1	3.30	14	4.99
		Existing	30	2.69	29	3.78	15	5.07
	1962	Vanished	68	2.63	8	4.38	17	4.71
		Existing	67	2.71	58	3.96	41	4.92
	1963	Vanished	10	3.78	12	4.06	7	7.43
		Existing	56	3.67	44	4.59	37	8.06

\* The significant difference is recognized between them (coefficient : 95%)

### 3) 稚苗の現存数

#### (a) 年別稚苗現存数

木杵区, 杵なし区について, 各時点における稚苗の現存数を表示すると, Table 7のとおりである。また, Fig. 4に, 木杵区について, 各年末における発生年別稚苗現存数を示した。

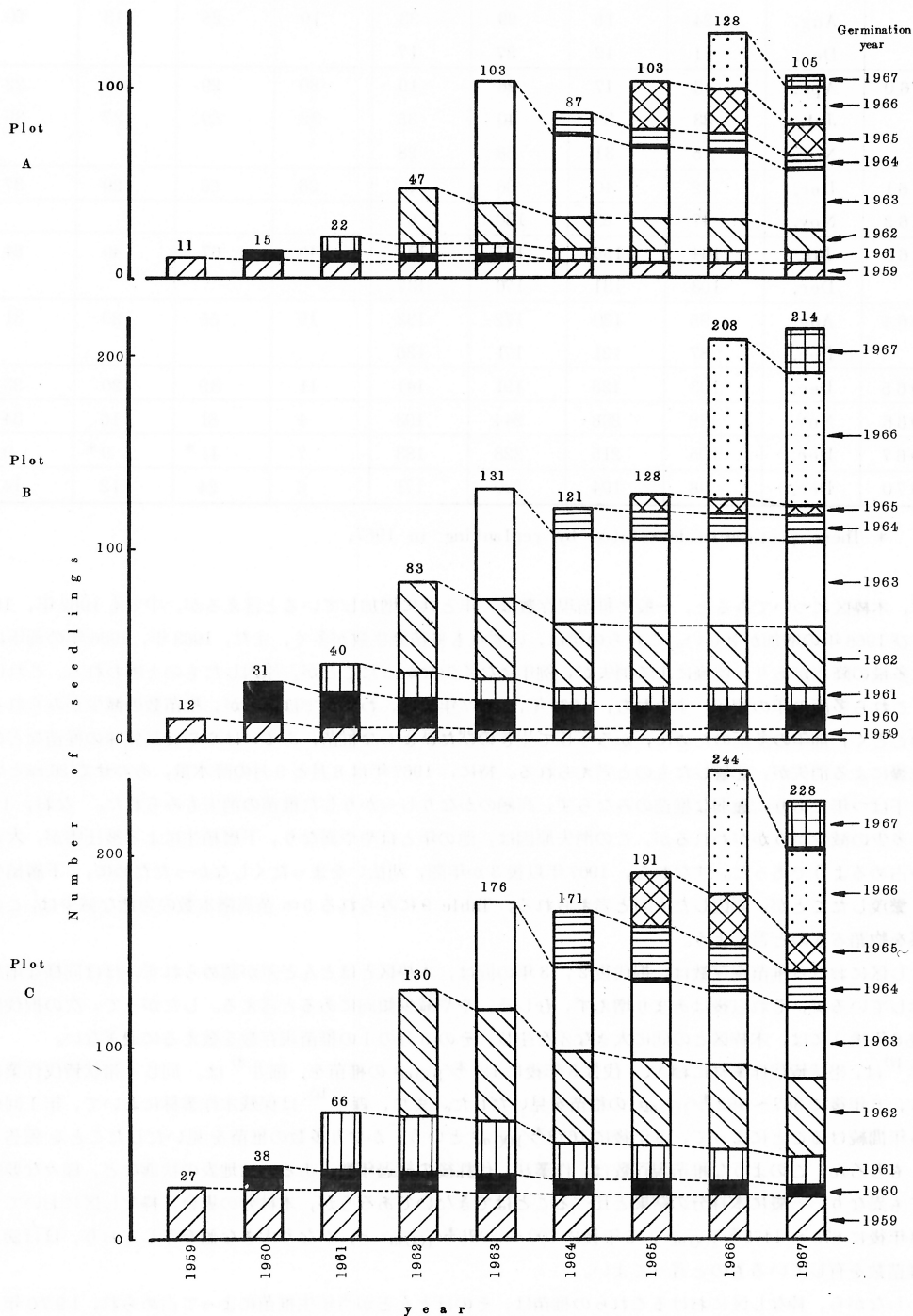


Fig. 4 Number of the existing seedlings by the year and by the germination year.

Table 7 Number of the existing seedlings

year	Month	Experimental plot				Control plot			
		A	B	C	Mean	A'	B'	C'	Mean
1959	Jul.	27	17	29	24	18	25	18	20
	Aug.	24	15	29	33	19	28	13	20
	Dec.	11	12	27	17				
1960	Apr.	13	17	26	19	20	29	16	22
	Jul.	33	33	40	35	32	59	27	39
	Nov.	15	31	38	28				
1961	Dec.	22	40	66	43	26	56	29	37
1962	Nov.	47	83	130	87				
1963	Jul.	164	156	185	168	45	67	49	54
	Dec.	103	131	176	137				
1964	Aug.	95	130	172	132	19	55	20	31
	Dec.	87	121	171	126				
1965	Dec.	103	128	191	141	11	39	20	23
1966	Nov.	128	208	244	193	4	81	16	34
1967	Dec.	105	215	228	183	7	11*	9*	9
1970	Dec.	98	194	220	171	6	24	12	14

\* These plots were devastated by replanting in 1967.

まず、木柵区についてみると、一般に稚苗現存数は、年と共に増加していると言えるが、中でも1962年、1963年および1966年の増加が著しい。これらの年は、いずれも稚苗発生数が多く、また、1963年、1966年の両年は、夏期に多量の降水があり、乾燥による消失が、例年になく少なかったことが、原因したものと思われる。これに対して、これら多雨の年の翌年、すなわち、1964年、1967年には、わずかではあるが、稚苗数の減少がみられる。前述のごとく、前年の多雨のために、かろうじて生きのびたひよわな稚苗、あるいはやや徒長気味の稚苗などの、夏期乾燥による消失が、影響したものと考えられる。特に、1967年は8月と9月の降水量、あわせて26mmという異常な干ばつ年であり、虚弱な稚苗のみならず、高齢のかなりしっかりした稚苗の消失もみられた。なお、1970年にも多少の減少がうかがわれるが、この消失原因は、他の年とはやや異なり、下層植生による被圧害が、大きな割合を占めるようであった。すなわち、1967年以後3か年間、刈払いをまったくしなかったために、下層植生がかなり繁茂したことが、原因したものと考えられる。Table 9にみられる5cm 苗高階本数の急激な減少は、この間の関係を物語るものと言えよう。

柵なし区における稚苗現存数は、択伐後2、3年の間は、木柵区とほとんど差が認められず、ほぼ同様な増加傾向を示しているが、それ以後はあまり増えず、むしろ、やや減少傾向にあると言える。したがって、次の択伐直前（択伐8年後）には、木柵区との間に大きな差を生じ、その5分の1の稚苗現存数を数えるに過ぎない。

植杉<sup>17)</sup>は、带状皆伐作業林において、伐採3年後に121本/100m<sup>2</sup>の稚苗を、細井<sup>3)</sup>は、同じく带状皆伐作業林で、伐採5、6年後に387~492本/100m<sup>2</sup>の稚苗を見いだした。また、森ら<sup>14)</sup>は保残木作業林において、年1回の下刈を5年間続けることによって、8年後に1678本/100m<sup>2</sup>という、かなり多数の稚苗を見いだしたことを報告している。もちろん、このような稚苗現存数は、作業法、伐採後の経過年数、あるいは地表の状態など、様々な要因によっても異なり、一概に本林分の結果と比べることはできないであろうが、本林分の場合、柵なし区においてさえ、択伐3年後に675~1475本/100m<sup>2</sup>、8年後に100~2025本/100m<sup>2</sup>と、かなり大きな値を示しており、ほぼ満足しうる稚苗数を有しているものと言ってよい。

しかしながら、柵なし区におけるこれらの稚苗は、そのほとんどが当年生稚苗によって占められ、1970年（択伐12年後）においてさえ、苗高20cmに達するものは、1本もみられない状態であった。すなわち、柵なし区においては、本数面では十分な稚苗数を有するとはいえ、後継樹として成木しそうな稚苗は、まったく見当たらず、質

的な面からは不十分な状態にあると言える。井上<sup>5)</sup>は、上木下の稚苗は、3年後にはほとんど消失することを報告しているが、本調査においても、下層植生の繁茂する桧なし区では、多分にその傾向がうかがわれると言える。桧なし区におけるこのような結果と、木柵区におけるそれとを考えあわせる時、稚苗の量的、質的面に及ぼす下層植生の影響は、非常に大きいと言わざるをえない。したがって、当試験区の位置に、天然更新を期待しようとする場合には、択伐後数年間の下刈りが、必須の条件と考えられる。

#### (b) 位置別稚苗現存数

位置別に稚苗現存数をみると、木柵区では、一般に、下部ほど多い傾向が認められる。各部一区ずつの結果であり、全般的な傾向をうんぬんできる資料ではないが、木柵区におけるこのような傾向は、発生数に大きな違いのみられないことから、消失数の差が現われたものと言えよう。井上<sup>5)</sup>は、山腹の上部は下部より稚苗数の多いことを報告した。また、当地方でも、一般にそのように考えられているが、<sup>18)</sup> これらは下層植生の生い茂った状態での結果であろうから、本試験区のごとく、しばしば丁寧な刈払いを繰返し、ほとんど被圧による消失のみられない所では、おのずからその結果も異なるものと思われる。むしろ、下部では適度の植生があり、土壌水分を高く保ったことが、かかる結果をもたらした原因と考えられよう。

これに対して、下層植生の繁茂している桧なし区では、木柵区とはやや趣を異にしている。すなわち、桧なし区の稚苗現存数は、山腹中部(B'区)に最も多く、次いで下部(C'区)、そして上部(A'区)と、山腹の上下による一定の傾向は認め難い。下部ほど下層植生が多いとはいえ、局部的にはかなり変動が大きく、これら試験区間にみられる差も、このような下層植生の局所的な違いに、影響を受けたものと推察される。いずれにしても、下層植生の多寡に大きく左右される桧なし区の稚苗現存数の傾向は、各部1区ずつの結果からは到底つかみ難く、より多くの試験区の設定が必要であろう。

#### (c) 現存稚苗の発生前別本数割合

木柵区について、1967年末現在、現存する稚苗の発生前別本数割合をみると、それぞれの1年生末における残存本数と、非常に高い相関のあることがみられる。

A区	$r$ : 0.9542
B区	$r$ : 0.9917
C区	$r$ : 0.9804

すなわち、1967年末現在、少なくとも本数面では、早期発生稚苗の優位性は認められず、後年発生稚苗も、ほぼ同等に成立していると言うことができる。このことは、2年生以上の稚苗の消失率が比較的小さく、かつ、発生年によって、大きな違いのみられなかったことから、ほぼ推察できるところである。しかしながら、Fig.8のごとく、早期発生稚苗ほど苗高が高く、また、Fig.7のように、苗高が高いほど生長の良いことなどを考えあわせると、年と共に、後年発生稚苗の被圧はまぬがれ難く、上のような傾向も、早晩薄れるものと思われる。

### 4) 稚苗の苗高生長

#### (a) 発生月の違いによる苗高差

稚苗の苗高生長を考察するに先立ち、同一発生年の稚苗について、発生月の違いによって苗高に有意の差(信頼度95%)が現われるかどうかを、検討してみた。

分散分析の結果、発生当初の大ききには、発生月による差を認める年も少なくないが、既に1年生末になると、2、3の例外を除いて、ほとんど差は認められず、苗齢が高くなるにしたがって、漸次分散比は減少する傾向がみられた。すなわち、少なくとも1年生末以降においては、同じ年に発生した稚苗は、発生月にかかわらず、一括して取扱ってもよいと言える。

発生当初にみられる苗高差については、降水量、気温などの影響もさることながら、調査日間隔の長さ(約1か月)も、一つの原因となっているように思われる。すなわち、1か月間の発生稚苗の中には、調査日当日に発芽し



たものから、発芽後1か月を経たものまでがあり、これらの稚苗がどのような割合で混じっているかによって、その月の平均苗高は大きく変わるものと考えられる。例えば、稚苗の月別発生度数 (Table 2) から考えて、発生が月始めに片寄るであろうと思われる7月では、その平均苗高は他の月に比べて、やや高いようにみうけられるのである。換言すれば、発芽当初の急激な伸長が一段落した時点での苗高を、各月で比べるならば、発生月による苗高差を認めうるかどうか、疑問なしとしない。

#### (b) 月別苗高生長量

月ごとの生長量は比較的小さく、年により、苗齢により、また、その他の様々な因子によっても異なり、一概には言い難い。いま、その一例として、3つの木柵区の中で、最も生長の良かったC区について、2年生稚苗と3年生稚苗の月別生長量 (1961年と1962年の平均値) を掲げると、Fig. 5のようである。本図より、苗高生長は4月に始まり、11月ごろにはほぼ終わると言うことができる。生長のピークは、生長開始当初の4月にあり、稚苗はこの4月と5月の2か月間に、1年の生長の大半 (約85%) を終える。したがって、この時期の気象条件、環境条件の良否は、これら稚苗にとって、非常に重要な意味を持つものと言えよう。その後、生長は夏期に一度衰え、10月ごろに再び小さなピークを持つようであるが、これは稚苗によっては持たないものも多く、あまりはっきりしたものは言い難い。このような生長のパターンについては、ガラス室内での実験であり、生長開始時期にやや遅速はあるが、金子ら<sup>9,10)</sup>も、アカマツ、クロマツ幼齡木を用いて、ほぼ同様な結果を報告している。

#### (c) 年別苗高生長量

年ごとの生長量も、その年々の気象条件、稚苗周囲の環境、苗齢などの様々な因子によって異なり、その量を一概に述べることはできない。Fig. 6は、C区における発生年別稚苗の年苗高生長量を示したものである。年を経るにしたがっての漸増傾向の中で、1964年のとびぬけた大きさが目に付く。生長の最盛期にあたる4月に、例年になく気温が高かったこと、また、比較的多雨であったことなど、気象条件に恵まれたことが原因したものと考えられる。

次に、かかる年生生長量の積算である、各苗齢における平均苗高をみると (Table 8)、一般に、本

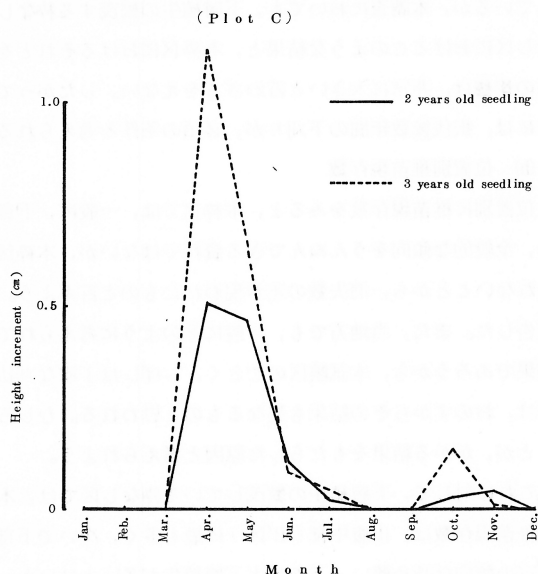


Fig. 5 The height increment by month.  
(The mean value in 1961 and 1962)

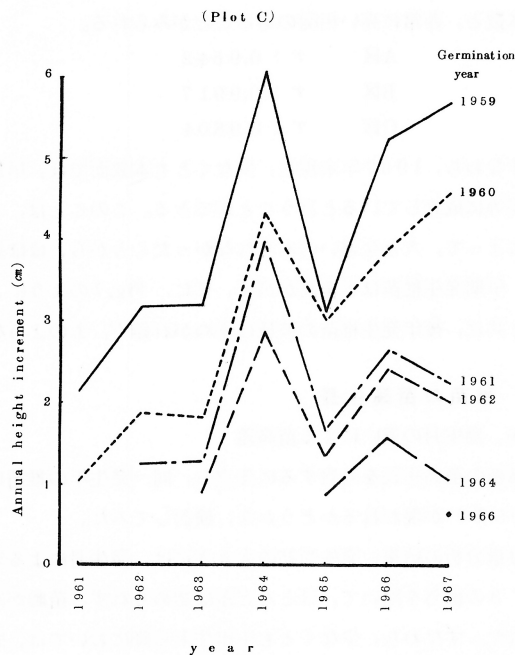


Fig. 6 The annual height increment by the year and by the germination year.

林分の生長はあまり良いものとは言い難い。比較的生長の良い山腹の中、下部においてさえ、平均苗高10 cmに達するのに、発生後4年間を要し、更に生長の悪い上部では、実に7年以上の年月を費やしている。これに対して、帯状皆伐跡地における報告では、<sup>3,7)</sup> 2年生で、既に10 cmを越えており、また、他の諸報告をみても、本林分の生長よりは、はるかに良い生長を示していると言える。このような生長の悪さの一つの原因として、まず、上木による庇陰の影響を考慮することができる。しかしながら、本林分の生長は、石川<sup>8)</sup>の庇陰試験、井上<sup>6)</sup>の中林型アカマツ試験林の結果を参考としても、なおかなり見劣りするようであり、その原因を、上木のみにも帰することはできそうにない。地味の悪さもまた、見逃すことのできない原因の一つとして、あげられねばならないであろう。

(d) 苗高と苗高生長量との関係

Fig.6にもみられるように、年苗高生長量は、苗齢が高くなるほど大きくなる傾向が認められる。<sup>14)</sup> しかしながら、このような傾向は、苗齢が高くなるほど苗高も高くなることに起因しており、苗齢と苗高生長量との間には、直接的な関係はみられないと言ってよい。いま、同一苗高階に属する稚苗について、苗齢と苗高生長量との相関係数を求めた一例(C区、1966年生長資料)を示すと、次のようである。

苗高階	相関係数
7 cm	0.1918
8	-0.3877
9	-0.0806
10	0.0245
⋮	⋮

すなわち、苗齢と苗高生長量の間には、ほとんど相関関係は認められず、8 cm苗高階などでは、むしろ逆の傾向さえうかがえそうな値である。これに対して、生長開始前の苗高と、その年の苗高生長量との相関係数を、同じくC区の資料について求めてみると、

年	相関係数
1961	0.7319
1962	0.9331
1963	0.9173
1964	0.8484
1965	0.7927
1966	0.8293
1967	0.7015

となり、いずれもかなり高い相関関係が認められる。そこで、この苗高とその生長量との関係を、図上にプロットしてみると、資料点の分布はかなり巾広く、散らばりは大きいのが、ほぼ3次曲線の傾向を示しているように思われたので、最小自乗法により、回帰曲線の常数を決定してみた。Fig.7は、調査期間の前期2年間(1961年と1962年)と、後期2年間(1966年と1967年)の資料から求めた回帰3次曲線を示したものである。

生長量は、苗高4~5 cmあたりで、一度極小点を持つようにみえるが、資料点の散らばりが大きく、はっきりした傾向とは言い難い。いま、5 cm苗高階以下の稚苗について、苗高とその生長量との相関係数を求めてみると、

試験区	前期	後期
A	-0.0804	-0.2456
B	-0.2501	-0.0677
C	-0.1021	-0.1021

と、すべて負の値を示しているものの、あまり大きな値ではなく、ほとんど相関関係はみられないと言ってもよい。すなわち、苗高5 cm以下の小稚苗の伸長量には、苗高の違いによる一定した傾向はみうけられず、年間、ほぼ1 cm前後の生長量があるものと推定される。これに対して、苗高5~6 cm以上の稚苗では、苗高が高くなるにした

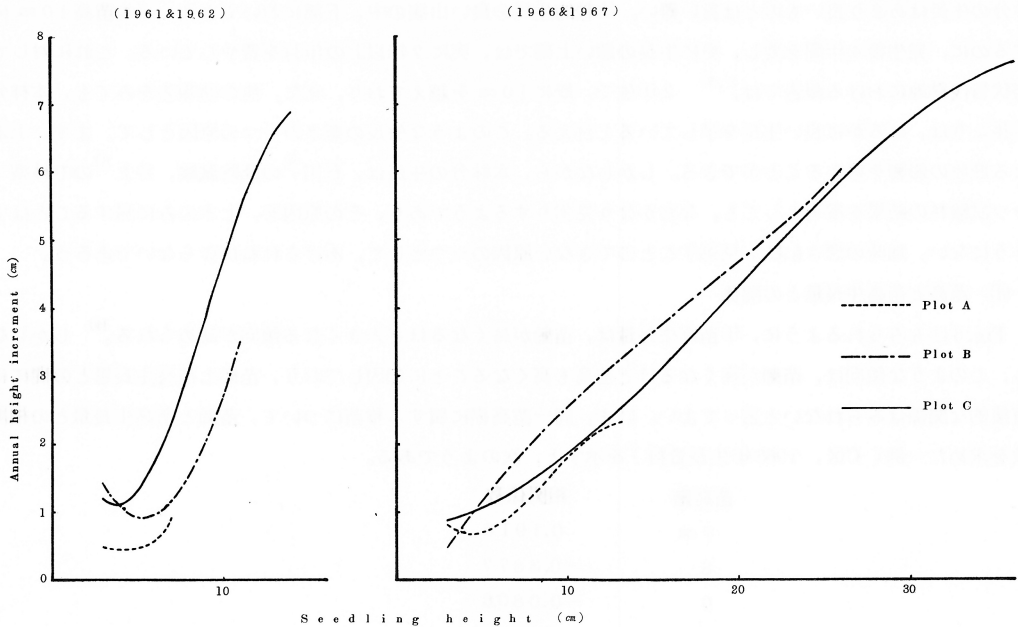


Fig. 7 The relation between the annual height increment and the seedling height.  
(The curve is a cubic curve calculated from the data.)

がって、生長量も漸次増大する傾向が認められる。一般に、苗高の連年生長量は、1, 2年生ころまでは小さく、3年生以後に急速に増大すると言われているが、<sup>6)</sup> 本林分における5~6cmの苗高は、丁度2年生末あたりの苗高に匹敵し (Table 8), 本調査においても、ほぼ同様なことを言うことができる。

次に、これを調査の前期と後期とで比べてみると、B区では、曲線の形は少し異なっているが、生長量の大きさには、それほどの違いは認められないと言ってよい。また、A区においても、後期の生長量が、やや大きいように思われるが、概して大差はないものと言える。これに対して、C区は、前期に比べて後期の生長量が、非常に小さく、苗高8cmの生長量は約 $\frac{1}{2}$ 、12cmでは実に $\frac{1}{3}$ 近くまで減少している。このようなC区における大巾な減少が、何によるかは明らかでないが、他の区ではみられないだけに、前後期間の、一般的な気象条件の違いにのみ、その原因を求めることはできそうにない。前期において、ほぼ毎月繰返した丁寧な刈払いを、後期には、ほとんど行わなかったこと (1966年6月以降、同年12月に1度行っただけである)、また、下部ほど下層植生がよく繁茂することを考えると、後期におけるC区では、ある程度の日照不足が生じたのではないかと推察される。1967年における15cm以下の小稚苗の生長が、他の年に比べて、最も小さいことは (Appendix 3)、このことを裏書きするものと考えられる。また、前期におけるC区の最上層稚苗の生長が、特に良かったことも、このような結果をもたらした一つの大きな原因と言えよう。

なお、“ある高さを境にし、それ以上のものの生長が、特に良好になる。<sup>14)</sup>” という現象は、本調査の範囲内ではみられなかった。しかしながら、更に稚苗が大きくなり、上位のものによる、下位のものの生長阻害が生ずるようになれば、このような現象の生ずる可能性は、十分に考えられる。

#### (e) 位置別苗高生長量

調査の前期においては、A区、B区、C区と、下部へいくほど、生長の良い傾向がみられるが、後期に入ると、上述のごとく、C区の生長が非常に悪くなり、B区が最も良い生長を示すようになる (Table 7)。したがって、全期間を通してこれを見る時、B区とC区との間では、その優劣を、一概に判ずることは困難であるが、“A区が、これら2区と比べて、かなり生長が悪い”とは、言えそうである。

これら各区の生長関係を、更に吟味するため、Table 8に、各苗齢における平均苗高を、発生年ごとに示してみ



Table 8 The mean height and its confidence ranges\* by the seedling age and by the germination year.

Germination year	Plot	seedling age										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1959	A	5.71 ± 0.60	6.20 ± 0.65	6.79 ± 0.88	7.40 ± 1.36	9.66 ± 1.90	10.20 ± 1.92	12.06 ± 2.72	13.83 ± 2.86			
	B	6.34 ± 0.63	7.19 ± 1.18	8.80 ± 1.84	9.55 ± 2.69	13.32 ± 4.17	15.10 ± 5.19	18.17 ± 4.95	21.98 ± 5.43			
	C	5.82 ± 0.77	7.96 ± 1.34	11.16 ± 2.16	14.59 ± 2.82	20.40 ± 3.43	23.51 ± 3.79	28.76 ± 4.37	34.70 ± 5.78			
1960	A	4.60 ± 1.62	4.86 ± 1.56	5.43 ± 4.55	5.60 ± 4.56	12.15 ± 2.59	14.43 ± 3.63	17.83 ± 4.30	22.07 ± 5.79			
	B	5.11 ± 0.67	6.44 ± 0.83	7.76 ± 1.35	8.59 ± 1.52	14.24 ± 6.09	17.25 ± 7.17	21.78 ± 13.18	26.35 ± 16.60			
	C	4.39 ± 1.21	5.60 ± 1.37	7.48 ± 2.27	9.29 ± 3.42	14.24 ± 6.09	17.25 ± 7.17	21.78 ± 13.18	26.35 ± 16.60			
1961	A	4.26 ± 0.39	5.00 ± 0.92	5.57 ± 1.17	6.70 ± 2.19	7.00 ± 2.36	8.16 ± 3.15	9.00 ± 3.75				
	B	4.91 ± 0.71	5.94 ± 0.93	6.73 ± 1.12	9.01 ± 1.79	10.17 ± 2.17	12.43 ± 3.58	15.41 ± 5.01				
	C	3.77 ± 0.31	5.03 ± 0.39	6.34 ± 0.68	10.26 ± 1.89	12.12 ± 2.22	14.75 ± 3.19	17.68 ± 4.83				
1962	A	3.25 ± 0.26	3.58 ± 0.29	5.29 ± 0.38	5.51 ± 0.36	6.22 ± 0.70	7.59 ± 1.14					
	B	4.66 ± 0.29	5.25 ± 0.34	8.27 ± 0.52	9.58 ± 0.81	12.57 ± 1.19	16.22 ± 1.80					
	C	4.01 ± 0.20	4.86 ± 0.27	7.77 ± 0.52	9.17 ± 0.71	11.57 ± 1.04	13.62 ± 1.35					
1963	A	3.69 ± 0.25	5.96 ± 0.33	6.18 ± 0.44	7.18 ± 0.62	8.43 ± 0.87						
	B	4.68 ± 0.25	8.35 ± 0.50	9.53 ± 0.71	12.08 ± 0.94	15.32 ± 1.26						
	C	4.46 ± 0.28	7.95 ± 0.54	9.46 ± 0.66	11.91 ± 0.89	14.12 ± 1.07						
1964	A	4.89 ± 0.64	4.82 ± 0.83	5.29 ± 0.81	6.24 ± 1.26							
	B	6.66 ± 0.53	7.21 ± 0.56	8.45 ± 1.02	9.87 ± 1.33							
	C	5.81 ± 0.65	6.57 ± 0.66	8.06 ± 1.20	8.87 ± 1.30							
1965	A	3.83 ± 0.51	4.47 ± 0.52	4.64 ± 0.49								
	B	4.48 ± 0.85	6.35 ± 2.01	6.72 ± 0.99								
	C	4.33 ± 0.52	5.46 ± 0.64	6.08 ± 0.75								
1966	A	3.85 ± 0.38	4.71 ± 0.61									
	B	4.70 ± 0.26	5.56 ± 0.30									
	C	5.10 ± 0.32	6.00 ± 0.46									
1967	A	4.44 ± 2.08										
	B	5.25 ± 0.47										
	C	5.46 ± 0.63										
Mean	A	3.81 ± 0.16	4.97 ± 0.23	5.63 ± 0.25	6.58 ± 0.37	7.55 ± 0.55	8.42 ± 0.93	9.74 ± 1.54	12.06 ± 2.72	13.83 ± 2.86		
	B	4.87 ± 0.15	6.36 ± 0.24	8.41 ± 0.37	10.34 ± 0.53	13.33 ± 0.81	14.99 ± 1.33	16.36 ± 2.44	20.69 ± 3.88	21.98 ± 5.43		
	C	4.62 ± 0.16	5.94 ± 0.22	7.80 ± 0.35	10.27 ± 0.57	13.08 ± 0.80	15.91 ± 1.42	21.29 ± 2.88	28.26 ± 4.27	34.70 ± 5.78		

\* Coefficient : 95 %

た。全般的にみて、B区にやや高いものが多いようにみうけられるが、初期発生稚苗のうち、3、4年生以上の高齡稚苗では、むしろC区の方が高い傾向が認められる。しかしながら、これら2区の間には、1959年発生稚苗の6年生以上のもの、および2、3の幼齡稚苗を除いて、有意の差（信頼度95%）を認めうるものは少ない。すなわち、初期発生稚苗の生長は、C区が最も良いと言えるが、それ以後は両区の間には、ほとんど差は認められず、優劣はつけ難い。これに対して、A区は、B区、C区との間に、有意の差を認めうるもの多く、これら両区に比べて、かなり苗高生長は劣ると言える。山腹の上部と下部との平均苗高に関して、下部の平均苗高が、上部のそれより幾分高いことは、既に井上<sup>6)</sup>の認めるところであり、本調査においても、これと同様の結果が得られたと言える。

#### (f) 発生年別苗高生長量

同じ苗齡の稚苗について、発生年の違いによる苗高差を検討してみた。各試験区共に、5、6年生ころまでは、すべて有意の差が認められ、発生年により、苗高に差のあることがうかがわれる。しかしながら、“発生年の早いものほど生長が良い。”という発生年の遅速による一定の傾向はみられなかった。すなわち、本調査の期間内では、本数面のみならず、生長面においても、早期発生稚苗の優位性は認められないと言える。

Table 8について、各苗齡の平均苗高を、発生年ごとに比べてみると、1963年発生稚苗の苗高が、特に高いようにみうけられる。生長の一般に悪い2年生時（初期苗高4～5cm……Fig. 7）に、気象条件に恵まれ（1964年）、例年の3年生末苗高に匹敵する高さまで、一気に伸長したのが、このような好結果をもたらした一因と考えられる。そして、それ以後も、ほぼ1苗齡高い稚苗と同等の年生長量を維持しており、このことは、先に述べた連年生長量が、苗齡よりもむしろ初期苗高と高い相関のあることを、示しているものと言える。

#### (g) 苗高階別本数分配

各年末における苗高階別本数分配表、および1967年末における発生年別、苗高階別本数分配図を、Table 9、Fig. 8に掲げる。

一般に、苗高階別本数分配は、モードが5～10cm苗高階にある逆J字型分布を示している。しかしながら、これらの稚苗を発生年ごとに分けてみると、中には、やはりモードの左に片寄ったものもあるが、そのほとんどは、ほぼ正規分布に近い分布型を示していると言える。すなわち、このような5～10cm苗高階にモードを持つ逆J字型分布は、稚苗間の生長差によってもたらされたものではなく、年々新しく発生する数多くの稚苗（ほとんどが5cm階）の影響を受けて、形づくられたものと言える。また、各試験区の平均苗高の増大率（Table 9）が、Table 8のそれと比較してかなり小さいのも、同じ理由からであろう。<sup>6, 14)</sup> ただ、1970年の平均苗高は、他の年と比べてかなり大きいのが、前述のごとく、1968年から1970年にかけての3年間、まったく刈払いをしていないこと、そしてそのために、小稚苗の消失が増大したことが、その原因として考えられる。

次に、この平均苗高を位置別に比べてみると、同一苗齡の平均苗高（Table 8）に、ほとんど差のみられなかったB区とC区との間にも、やや開きが感じられる。すなわち、A区とB区との平均苗高は、1963年ころまで、初年度とほとんど変わりなく、むしろやや減少気味でさえあるのに対して、C区では、順調に大きくなっているのがみられる。前にも述べたような初期発生稚苗の生長の良さが、原因したものと言えよう（Table 8、Fig. 8）。

#### (h) 後継樹候補稚苗の生長

天然更新の一つの利点は、多数の稚苗を発生させることにあるが、将来、更新木として残存するものは、これらのうちのごくわずかであることは、今更言うをまたない。森ら<sup>14)</sup>は、4m<sup>2</sup>コードラートの中で、樹高の高いものから順次4本を選び（10000本/ha）、更新有効木として、他と区別した。本調査においても多数の稚苗発生をみたが、将来、後継樹として成木するのは、各試験区当り、せいぜい1、2本と思われ、他は自然とうた、ないしは除伐されるものと考えられる。我々は、林分の更新を考える時、全稚苗の生長もさることながら、このような後継樹の生長に、より興味を覚えるのである。しかしながら、これらの後継樹を、稚苗の時代に予定し、区別することは、ほとんど不可能なことと言わざるをえない。ただ、自然とうたに勝抜き、後継樹として残存するような稚苗は、その付近の優勢稚苗であろうから、稚苗がある程度大きくなれば、森らの方法も有効な方法と思われる。もちろん、現在の優勢稚苗が、将来共にそうであるとは断言できず（特に、稚苗の小さい間はその傾向が強い）、本調査中にも、その例をししばしみるが、反面、かなり高い相関のあることも、また事実であり、このような方法でも、大体の傾向はつかみうるものと言えよう。そこで、本報においても、森らの方法に準じ、各年、各試験区で、最上層稚苗5本を選び、後継樹候補稚苗としてみた。そして、その平均苗高をもって、その年の後継稚苗の苗高推定値としたのである。Fig. 9は、このようにして求めた後継稚苗の苗高総生長曲線を示したものである。

Table 9 Number of the existing seedlings at each year - end by the height grade.

Height grade (cm)	A						B						C															
	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1970	1980	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1970	1980	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1970	
0																												
5	15	22	40	96	74	83	104	62	9	27	32	66	113	36	33	94	90	19	33	50	109	137	65	64	98	74	10	
10			4	5	11	14	20	35	28	4	8	15	15	75	72	59	41	56	5	12	14	24	74	85	76	66	29	
15					2	2	3	6	27		1	1	2	8	20	41	44	30	3	3	4	6	18	20	38	49	24	
20							1	2	20				2	2	10	10	22	24		1	1	3	6	10	10	14	27	
25								13	13					3	3	2	12	18		2	2	3	3	5	8	6	15	
30								4	4							4	4	8				1	3	1	4	6	24	
35								1	1							1	17	17				1	1	4	2	4	27	
40								1	1								8	8				1	1	2	2	20		
45								1	1								1	7				1	1	2	5	4	8	
50																	4	4									12	
55																											4	6
60																											1	4
65																												3
70																											1	1
75																											2	2
80																												3
85																												
90																												
95																												
100																												2
105																												1
110																												1
Total	15	22	47	108	87	103	128	105	98	31	40	83	131	121	128	208	219	194	38	66	130	176	171	191	244	228	220	
Mean height (cm)	5.5	5.1	4.4	4.2	6.2	5.8	6.1	7.2	16.5	5.6	6.2	5.9	5.8	8.9	9.8	9.5	11.4	20.0	5.4	5.8	6.0	6.6	9.9	10.6	11.2	13.1	30.8	
Coefficient of variation (%)	22	22	39	38	30	37	42	45	46	25	28	35	35	29	37	55	59	65	36	52	62	67	60	65	73	79	64	

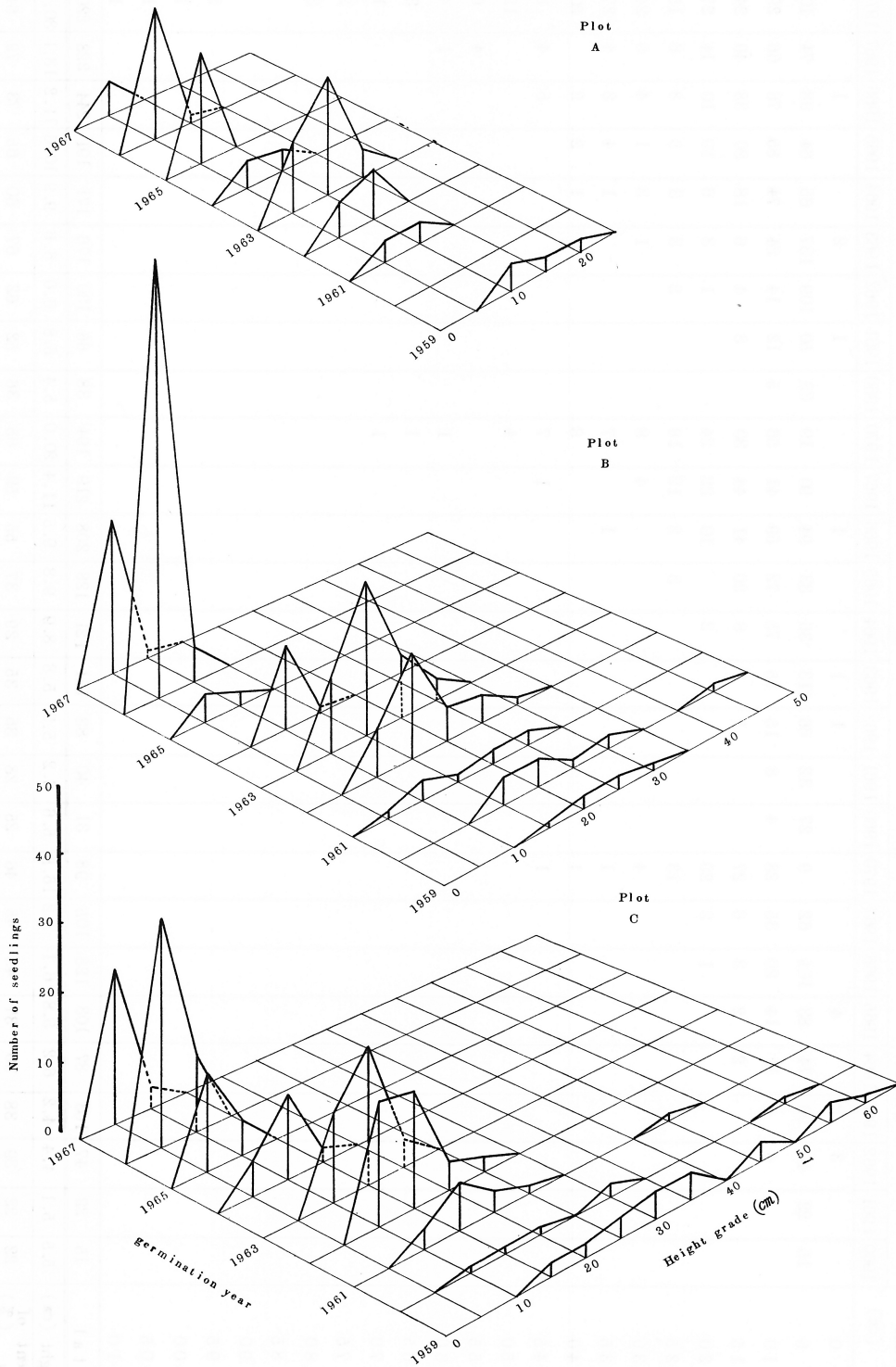


Fig. 8 Number of the existing seedlings by the germination year and by the height grade. (As of Dec. 1967)

後継稚苗の苗高は、全稚苗の平均苗高 (Table 8) とはやや異なり、各年共、各試験区間ですべて有意の差 (信頼度 95%) が認められ、下部ほど生長が良いと言うことができる。そして、その連年生長量は、各試験区共に、年々増加し、これからの生長が期待される現状である。しかしながら、一般的にみれば、最も生長の良い C 区においてさえ、12 年目にやっと 1 m に達したに過ぎず、最上層稚苗の生長としては、やはりあまり良いものとは言いがたい。更に、A 区にいたっては、12 年で 36 cm と、上木のかなり疎開したアカマツ択伐作業林でも、なおしばらく下刈を必要としそうな苗高である。したがって、これら各試験区の位置において、後継樹の成立を期待しようとする場合には、かなり長年月にわたる下刈が、必要であろうと考えられる。換言すれば、当地方で一般に行われてきた下刈<sup>18)</sup>程度では、これら 3 つの試験区の位置に、後継樹の成立を期待することは、ほとんど望みえないと言ってよい。このことは、隣接する各雑なし区の結果からも、ほぼ推察されるところである。

筆者らはさきに、本試験林の近くのほぼ同様なアカマツ択伐作業林において、立木の配置を調査した結果、稚樹の群状成立性を認めた。<sup>1)</sup> 本試験林においても、このような傾向をみうけるのであるが、

このことは、かかる択伐作業林においては、稚樹の成立しうる位置が、かなり限られていることを示すものと考えられる。また反面、木柵区の結果は、十分な手入れさえあれば、このような限られた位置以外にも、稚樹成立の可能性のあることを、暗示するものと言える。すなわち、稚樹の成立する範囲は、手入れの集約度のいかんによって、左右されるものと考えてよからう。

次に、これら後継樹候補稚苗と目される 5 本の稚苗 (1970 年現在) の発生年をみると、Table 10 のとおりである。

当然のこととはいえ、発生年の早い 1959 年、1960 年の稚苗が非常に多く、全体のほぼ 90% を占めている。この点では、択伐作業以外の施業方法となら変わりはないと言える。<sup>14)</sup> 細井ら<sup>4)</sup> は、天然更新にジカマキの併用を推奨し、迅速、確実に更新を終えることが、経済的にも、また結局有利であることを述べている。択伐作業林においては、他の施業方法とはやや異なり、上木が十分にあり、年々ほぼ恒続的な種子の

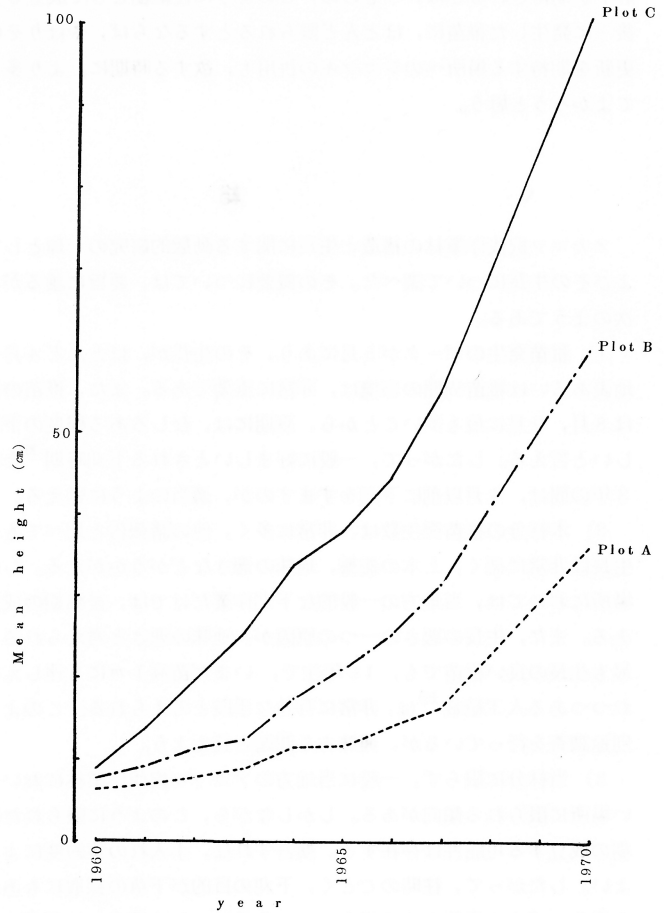


Fig.9 The mean height of the 5 tallest seedlings in each plot.

Table 10 The germination year of the 5 tallest seedlings in each plot.

Plot	Germination year				
	1959	1960	1961	1962	1963
A	4				1
B	1	3		1	
C	4	1			
Total	9	4		1	1

落下が期待されるというものの、このように後継樹として成立していくであろう稚苗が、ある一定時期（択伐直後）に発生した稚苗に、ほとんど限られるとするならば、やはりその時期の下種量が、問題になるものと言えよう。更新を期待する場所へのジカマキの併用も、欲する時期に、より多くの稚苗発生を期するという意味で、考えられてよからうと思う。

## 総 括

アカマツ択伐作業林の構造と生長に関する動態的研究の一環として、同林内における天然生稚苗の発生、消失およびその生長について調べた。その概要については、要旨に譲るが、施業上興味ある事柄を、2, 3 列挙すると、次のようである。

1) 稚苗発生のピークが5月にあり、その生長が、ほとんど4月～5月中に終わることを考えると、この時期の地表あるいは稚苗周囲の環境は、非常に重要である。また、稚苗の消失原因が、主として乾燥害であり、時的的には8月、9月に最も多いことから、夏期には、むしろある程度の下層植生があり、土壌水分を高く保つことが望ましいと言える。したがって、一般に好ましいとされる下刈時期<sup>16)</sup>とは、やや異なるが、少なくとも稚苗発生後2, 3年の間は、4月以前に下刈をすますのが、適当のように思える。

2) 本林分の稚苗発生数は、非常に多く、他の諸報告と比べても、決してそんな色はない。しかしながら、稚苗の生長は非常に悪く、上木の影響、地味の悪さなどがうかがえる。したがって、本試験区、あるいはこれと類似する場所においては、当地方の一般的な下刈作業だけでは、後継樹の成立はおぼつかなく、長年にわたる下刈が必要である。また、生長の悪さの一つの原因が、地味の悪さと考えられることから、施肥なども考慮されてよい。更に、最も生長の良い稚苗でも、10年生で、いまだ苗高1 mにも達しえないという結果から、近年、当地方でも採用されつつある人工植栽<sup>18)</sup>は、非常に有効な手段と考えられる。このような人工植栽木については、当研究室において、別途調査を行っているが、興味ある問題と言えよう。

3) 当林分に限らず、一般に当地方のアカマツ択伐作業林においては、後継樹の成立する位置は、ごく環境の良い場所に限られる傾向がある。しかしながら、このように限られた位置以外でも、十分な手入れさえあれば、後継樹の成立する可能性は存在する。換言すれば、手入れの集約度によって、後継樹成立の範囲は決定されると言ってもよい。したがって、往時のごとく、下刈の目的が下草の採取にもある場合は別として、少なくとも、新たな後継樹の発生、成立を目的とする場合には、全林にわたる手入れは不要であろう。たとえ、全林に手入れを施したとしても、その環境に対して手入れの不十分な所では、後継樹の成立は期待できないと言える。択伐作業林においては、皆伐作業林とは異なり、全林にわたって万遍無く、後継樹の成立を欲するものではなからうから、なしうる手入れの集約度に対して、後継樹の成立が期待できる所にだけ、手入れを施し、あるいは逆に、後継樹の成立を欲する所にだけ、十分な手入れを施し、その範囲内で、後継樹の成立を確実ならしめるのが得策であろう。もちろん、このような手入れは、新しい後継樹の発生、成立のみを目的とするものではなく、既に発生している後継樹の保育をも、目的とするとは言うまでもないが、後者については、前者ほどの集約な手入れは不必要であろうから、そこになんらかの省力化、効率化への可能性があるものと思われる。

4) 後年、後継樹として成木していくような稚苗は、択伐作業林にあっても、その位置での早期発生稚苗、すなわち、更新のために手入れを開始した直後に発生した稚苗が、大半を占める。したがって、他の施業方法と同様に、林床処理、ジカマキなども考慮に入れ、初年度に、いかに良い稚苗を多数発生させるかに、意を注ぐべきである。また、それ以後の保育も、当然このような先着稚苗の生長に、焦点をしばったものでなければならないであろう。

## 引 用 文 献

- 1) 藤本幸司・山畑一善・山本武：択伐作業林の環境と稚苗の発生生育に関する研究。昭和42年度科研費による研究報告集録 農学編(Ⅲ)：145～146, 1969
- 2) 細井守・松本正美・真部辰夫：アカマツ稚樹の消失原因及び時期について(第I報)。日林講 59：103～105, 1951
- 3) 細井守：アカマツ帯状皆伐天然更新について(第I報)。日林講 59：105～107, 1951



- 4) 細井守・松本正美：アカマツ天然更新を阻害する諸因子について。アカマツに関する研究論文集：48～58，1954
- 5) 井上由扶：赤松中林形作業法の研究（第2報）。赤松天然更新稚樹の本数。日林講 59：65，1951
- 6) 井上由扶：アカマツ林の施業。390 pp，日林協，東京，1960
- 7) 井沼正之・森麻須夫・野口常介：アカマツ林帯状皆伐跡地の更新実態調査（中間報告）。日林講 68：193～195，1958
- 8) 石川静一：杉，赤松，子苗の発生，消失及生長と之に及ぼす環境，主として気象因子とに関する実験的考察。日林誌 15：236～271，1933
- 9) 金子章・辻田昭夫：造林作業の適期に関する研究（第Ⅱ報）。アカマツ幼令木の吸水と上長生長および根の伸長生長の年変化について。日林講 70：247～250，1960
- 10) 金子章・辻田昭夫：造林作業の適期に関する研究（Ⅸ）。クロマツ，イヌマキ幼齡木の吸水量と上長生長，および根の伸長生長の年変化。日林講 78：90～93，1967
- 11) 加藤亮助：アカマツの新しい天然更新技術。（柳沢聡雄他共著：新しい天然更新技術）：253～300，創文，東京，1971
- 12) 松山地方気象台編：愛媛の気象。関西気象協会松山出張所，松山，1959～1964
- 13) 松山地方気象台監修：愛媛県気象月報。日本気象協会松山支部，松山，1965～1967
- 14) 森麻須夫・井沼正之：アカマツ天然更新実態調査（第Ⅲ報）。日林講 65：212～215，1956
- 15) 成田恒美：アカマツ天然更新に関する研究。第一報 山陰西部地方に於て行われつつある天然更新調査（一）。アカマツ単純林皆伐，跡地に於けるアカマツ天然当年生稚樹の消長経過。日林関西支部四国大会講演集：19～22，1953
- 16) 坂口勝美・伊藤清三監修：造林ハンドブック。935 pp，養賢堂，東京，1965
- 17) 植杉哲夫：アカマツ天然生林の取扱法。83 pp，大日本山林会，東京，1953
- 18) 山畑一善：生産技術の立場から見たアカマツおよびクロマツの択伐作業。愛媛大紀要 第六部 農学 9：347～473，1964
- 19) 山本武・山畑一善：菊間のマツ択伐経営に関する研究（11）。リター量とその季節変化。愛媛大演報 9：1～9，1972
- 20) 山本武・山畑一善：未発表資料

Photo. 1 Plot A (As of July 20, 1965)

(1)

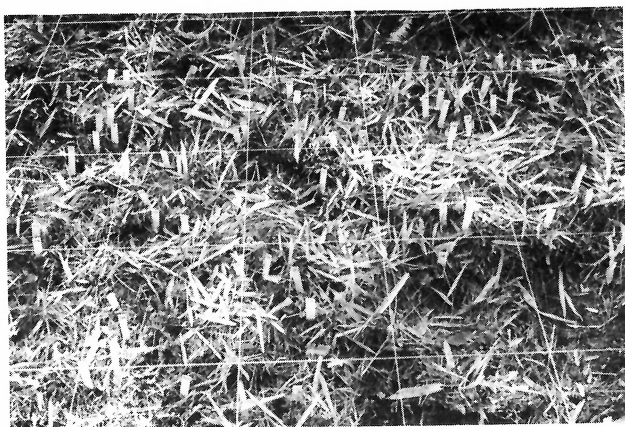


(2)



Photo. 2 Plot B (As of July 20, 1964)

(1)



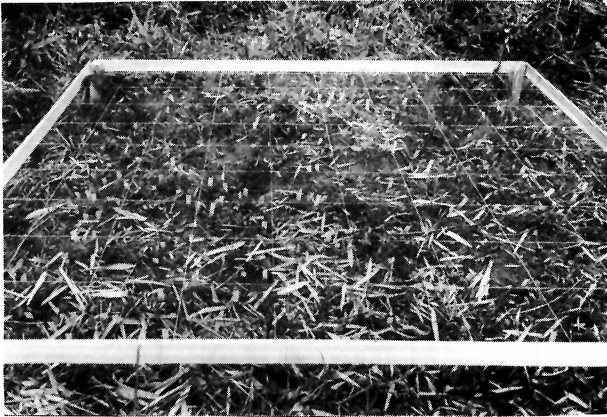
(2)





Photo. 3 Plot C (As of July 20, 1964)

(1)



(2)



(3)



Appendix 1 The mean value of the annual height increment by the height grade and by the year. (I)  
(Plot A)

Height grade \ year	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
1 <i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>
2			0.53 (3)	2.60 (1)		1.00 (1)	
3	0.50 (1)		0.62 (11)	2.15 (20)	0.00 (1)	0.99 (13)	0.95 (6)
4	0.15 (2)	0.55 (6)	0.30 (10)	1.97 (32)	0.17 (7)	0.47 (9)	0.65 (20)
5	0.43 (4)	0.58 (4)	0.33 (4)	1.55 (10)	0.23 (22)	0.51 (21)	0.40 (17)
6	0.48 (5)	0.62 (5)	0.52 (5)	1.15 (2)	0.26 (25)	0.80 (27)	1.39 (16)
7	0.80 (2)	1.00 (3)	0.23 (3)	2.08 (6)	0.34 (10)	1.03 (11)	1.03 (18)
8			1.13 (4)	1.90 (1)	0.24 (5)	1.31 (8)	1.18 (5)
9				2.50 (1)	0.95 (2)	2.20 (2)	0.67 (3)
10				3.05 (2)	0.45 (2)	1.25 (2)	2.02 (5)
11						1.90 (1)	0.60 (2)
12					0.50 (1)	0.40 (1)	2.95 (2)
13					0.00 (2)	3.60 (2)	2.75 (2)
14							
15							
16							0.00 (1)
17							
18							1.10 (1)

( ) .....Number of seedlings

Appendix 2 The mean value of the annual height increment by the height grade and by the year. (II)  
(Plot B)

Height grade \ year	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
1 <i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	0.90 <i>cm</i> (1)	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>
2							0.85 (2)
3	1.65 (2)	1.30 (1)	0.25 (2)	2.60 (3)		1.00 (1)	1.37 (7)
4	1.40 (3)	0.76 (5)	0.43 (11)	3.01 (17)		1.20 (2)	0.95 (15)
5	0.88 (6)	0.90 (5)	0.82 (27)	3.38 (34)	0.50 (3)	0.93 (3)	1.04 (27)
6	0.92 (9)	1.12 (11)	0.55 (11)	3.08 (29)	0.57 (13)	2.14 (8)	0.71 (14)
7	1.40 (3)	1.04 (5)	0.73 (6)	3.31 (9)	0.58 (20)	1.24 (17)	0.86 (15)
8	1.43 (3)	1.38 (4)	1.40 (7)	3.63 (4)	1.09 (26)	2.45 (15)	2.63 (9)
9		2.23 (3)	0.75 (4)	3.57 (3)	1.02 (19)	2.59 (21)	2.30 (10)
10			0.10 (1)	2.30 (2)	1.87 (16)	2.45 (17)	1.32 (11)
11		3.50 (1)		4.07 (3)	2.36 (8)	3.62 (13)	3.19 (14)
12			2.30 (1)		1.43 (3)	3.60 (5)	2.84 (11)
13					1.65 (4)	3.13 (4)	2.69 (8)
14			1.30 (1)	6.20 (1)	2.25 (2)	3.30 (7)	3.68 (8)
15					0.10 (1)	2.45 (4)	3.98 (12)
16				3.70 (1)		3.03 (4)	4.95 (4)
17					7.60 (1)	5.40 (1)	4.08 (9)
18							3.90 (3)
19					3.40 (1)		6.30 (3)
20							5.27 (3)
21					4.00 (1)		
22							5.60 (1)
23						2.40 (1)	
24							
25						4.75 (2)	3.30 (1)
26							
27							3.50 (1)
28							
29							
30							
31							
32							
33							10.70 (1)

( ) .....Number of seedlings

Appendix 3 The mean value of the annual height increment by the height grade and by the year. (III)  
(Plot C)

Height grade	year						
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
1	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
2		1.60 (1)		3.00 (1)			
3	1.31 (7)	1.29 (8)	0.79 (16)	2.56 (5)	1.17 (3)	1.08 (8)	0.80 (1)
4	1.20 (6)	1.26 (18)	0.74 (34)	3.02 (33)	0.70 (3)	0.90 (9)	0.66 (15)
5	0.68 (5)	1.35 (13)	1.13 (27)	3.17 (36)	0.80 (11)	1.05 (12)	0.61 (23)
6	1.61 (7)	1.50 (6)	1.67 (14)	2.99 (26)	1.23 (20)	1.26 (10)	0.96 (17)
7	2.03 (6)	2.50 (3)	1.95 (8)	4.54 (7)	1.14 (24)	1.84 (21)	1.18 (14)
8	2.30 (2)	3.50 (6)	2.40 (3)	4.71 (8)	2.42 (29)	2.37 (20)	1.22 (13)
9	6.55 (2)	3.90 (2)	2.10 (2)	5.40 (4)	1.39 (21)	2.11 (22)	0.42 (13)
10	5.00 (1)	3.75 (2)	1.55 (2)	5.80 (1)	1.35 (8)	2.68 (18)	2.15 (13)
11		4.15 (2)	2.80 (4)	6.78 (4)	1.64 (7)	2.63 (13)	1.72 (13)
12			3.83 (3)	3.85 (4)	2.15 (4)	2.32 (6)	2.33 (15)
13				5.50 (1)	1.76 (5)	2.34 (7)	1.60 (9)
14					3.25 (2)	4.00 (1)	1.65 (8)
15		8.70 (1)	4.90 (3)	5.25 (2)	2.68 (5)	2.05 (6)	1.90 (8)
16		6.10 (2)	8.00 (1)	5.40 (2)	3.00 (4)	7.90 (2)	2.33 (7)
17				9.20 (1)	3.20 (2)	3.67 (3)	2.40 (4)
18				9.00 (1)	1.90 (2)	5.05 (2)	3.48 (4)
19						3.45 (2)	2.00 (1)
20			4.20 (1)		3.75 (2)	6.75 (2)	7.50 (1)
21				9.00 (1)	3.20 (1)	5.17 (3)	3.75 (2)
22					5.10 (1)		2.55 (2)
23			4.00 (1)		4.00 (1)		
24			7.30 (1)	8.00 (1)		4.33 (3)	4.78 (5)
25				6.90 (1)			
26							3.05 (2)
27				11.50 (1)	5.20 (2)	8.70 (2)	
28							26.20 (1)
29							6.00 (1)
30					4.80 (1)		3.85 (2)
31				6.00 (1)		9.10 (1)	
32					4.65 (2)		
33						7.50 (1)	
34							
35						8.25 (2)	10.90 (1)
36							1.60 (1)
37					2.80 (1)	9.10 (1)	
38							
39					3.40 (1)		
40						5.20 (1)	3.00 (1)
41							12.30 (1)
42						2.30 (1)	
43							3.60 (1)
44							11.10 (1)
45							7.70 (2)
46							9.60 (1)

( ) .....Number of seedlings