

# 天然更新に関する研究(Ⅲ)

## 尾鷲地方におけるヒノキ林の更新

赤 井 龍 男

Studies on Natural Regeneration(Ⅲ)  
The Regeneration of *Chamaecyparis obtusa* Stands in Owase District.

Tatsuo AKAI

### 目 次

要 旨	34	4. 稚樹の発生, 成立の経過	40
はじめに	35	1) 稚樹の枯死経過	
1. 調査地	35	2) 稚樹の発生, 成立数の変化	
2. ヒノキ種子の散布状態	36	5. 稚樹の生長状態	43
1) 種子の生産量		1) 平均高の変化	
2) 林内における種子の散布状態		2) 稚樹の伸長量	
3) 林縁付近における種子の散布状態		おわりに	46
3. 種子の発芽と稚樹の発生条件	38	引用文献	46
		Résumé	47

### 要 旨

尾鷲地方は一般に急峻な地形, 多雨という自然的条件のほか, 密植短伐期皆伐とひんばんな間伐にともなう下刈りなどの施業的条件のため, 地力の低下が著しく, またヒノキの天然更新もきわめて困難な地域である。しかし林分によってはヒノキ稚樹の発生, 成立がみられるので, 比較的更新の良好な7林分を対象として, 種子の散布から稚樹の成立までの過程を1972年8月から3カ年間調査, 解析し, 特にこの地方の更新の困難性について検討してみた。

種子の結実量には豊凶の差があり, またその散布量も地形や林分の状態によって不均一になるが, 並作以上の結実量があれば散布種子数と稚樹の発生, 成立本数との間にはほとんど相関がない。したがって天然更新の困難な理由は種子の生産, 散布状態ではなく, 種子の発芽後に問題があるように思われた。

播種による追跡調査の結果, 多雨なこの地方では樹冠から大粒の雨滴によって種子がはねとばされ, 発芽直後の稚苗が掘り起されやすいことがわかった。しかし落葉枝や下層植生の適当な被覆はこれらの障害を防ぐ効果があった。一方, 立枯病害や虫害はそれほど多くなかった。また急斜地においては種子や稚苗の流失が多く, ほとんど定着できないようであった。

稚樹の枯死は一般に10数 cm 以下の小さいものに多い。成立稚樹数は毎年の稚樹の発生と枯死,

消失の収支によってきまるが、下層植生が比較的少ないところでは増加し、繁茂するところでは減少する傾向がみられる。なお当地方では数年ごとに繰り返される下刈りによってほとんどの稚樹が刈り払われてしまうが、これが更新を困難にしている一つの理由である。

一般に光条件にめぐまれた林縁付近ほど林内より稚樹の成立数が多く平均高も大きい、その差は年とともにますます広がるようであった。また林縁付近では大きい稚樹ほど生長率は高く、年に50~80%ほど生長するものも少なくないが、林内では全般に生長率は低く平均20%前後で、特に下層植生の存在するところの生長は悪いようであった。したがって尾鷲地方でも急斜地以外では林冠と下層植生を適当にコントロールすればヒノキ稚樹の更新は可能であろう。

## はじめに

尾鷲地方はヒノキの林業地として古くから有名であり、現在数代目という造林地も少なくない。気候は温暖であり、年平均気温は約15°Cでほとんど積雪がない。しかし降雨量は年間 4,000mm を超え、日本有数の多雨地帯である。また、地形は一般に急峻で、40°以上の急斜地もめずらしくない。地質は、海岸近くがジュラ系に属する砂岩および頁岩、奥地一帯が熊野酸性岩類の石英斑岩である。このような急峻な地形と多雨という条件は、必然的に表土の流亡をまねきやすく、この地方には一般にやせた林地が多い。

一方、尾鷲ヒノキ林の施業上の特徴は、ha あたり 6,000~10,000 本の密植と、4~5年おきに間伐を繰り返して40年前後で主伐するいわゆる密植短伐期施業である。さらに、間伐に際し掃除、化粧と称して成木下の下刈りが行なわれているが、このような短伐期皆伐とひんぱんな間伐にともなう下刈りの繰り返しは、前述の気候的、地形的条件とあいまって地力維持上の重要問題となっている<sup>1)</sup>。

ヒノキの天然更新にとっても上述の諸条件はきわめて不利で、特に表土の移動は落下種子や発芽直後の稚樹の定着を著しく阻害しているものと思われる。また一方、尾鷲地方に普通みられるシダ類などを主とした下層植生の繁茂は、稚樹の発生や生長を著しく阻害しているようで、これまで調査してきた比較的更新条件のよい段戸国有林を中心とした愛知県の奥三河地方<sup>2,3)</sup>や愛媛県別子地方<sup>4)</sup>は勿論、更新条件のあまりよくない長野県の木曾地方<sup>5,6,7)</sup>よりなお天然更新の困難な地域であると思われる。しかしながらその実態はまだほとんど明らかにされていない。

本報告は尾鷲地方における数カ所の林分の諸環境とヒノキ稚樹の更新状態を紹介した報告<sup>8,9)</sup>に引き続き、種子の散布から稚樹の発生、成立の過程について1972年8月以来3カ年調査したものをとりまとめたものであるが、特に更新の困難な原因を明らかにしようとしたものである。

なお、本研究は主として土井林学振興会の助成によって行なわれた。また調査にあたって演習林研究室ならびに学生諸氏の協力があつた。上記関係各位に深く感謝の意を表したい。

## 1. 調査地

調査は尾鷲市西方山地の10数カ所で行なっているが、ここではそのうち比較的更新の良好な7林分を対象としてとりあげることにする。そのうち立石、藪の谷平地林および湯小屋傾斜林の尾根をはさんだ林分の各調査地はすべて林内で、他は林縁を含んだ調査地である。1973年現在の各調査地の概況は表1に示したようであるが、段戸地方や別子地方に比較して、尾鷲地方のヒノキ林は短伐期施業が行なわれているため林齢は一般に若く、また間伐の頻度が高いため胸高断面積

Table 1. Descriptions of Hinoki stands studied in Owase district (in 1973)

Location	Ages	Mean diameter at breast height (cm)	Mean height (m)	Number of trees per hectare	Basal area per hectare (m <sup>2</sup> )	Inclination	Direction of slope	Direction of stand edge	Altitude (m)
Tateishi	35	21.4	16.0	1,344	49.4	19°	NE	—	540
Yabunotani (flat)	35	16.3	12.5	1,764	39.7	10°	NE	—	540
Yabunotani (slope)	35	18.7	14.5	1,785	49.8	27°	NNE	NNE	540
Yugoya (flat)	41	19.1	14.5	1,050	30.7	0°	—	S	80
Yugoya (east slope)	41	20.3	14.5	1,192	41.2	28°	E	N	90
Yugoya (west slope)	41	17.8	14.5	1,295	33.4	34°	NW	—	90
Obarano	42	20.8	17.0	1,375	47.6	16°	SSE	W	250

合計は10~20m<sup>2</sup>/ha 程度少ない傾向がみられる。

## 2. ヒノキ種子の散布状態

### 1) 種子の生産量

林内および林縁付近におけるヒノキ種子の落下量とか散布状態についてはこれまであまり詳しく調べられていない。図1,2は尾鷲地方の4林分について1972年の秋から1975年春までの3カ年間のそれぞれの年のm<sup>2</sup>あたりの種子散布量と落葉枝量(乾重)を示したものである。落下種子および落葉枝の採集に用いたシードトラップは、内径32cm、深さ50cmの布製円形トラップで、これを図のような間隔に配置し、ほぼ1~2カ月ごとに採集調査した。なお、種子の落下の最盛期や落葉期は各地域や海拔高、あるいは年度によって異なるが、そのほとんどは3月頃まで落下する<sup>8)</sup>ので、ここでは秋から春までの合計量を、結実した秋の年度で示すことにした。

ヒノキ種子の結実には著しい豊凶の差があり、大豊作の翌年は大凶作になるという<sup>5)</sup>。しかし一般的には並作以上の結実年は、ほぼ2~3年ごとにくるようである。尾鷲地方においても図1,2からも認められるように、1972年度はほとんどの調査箇所においてm<sup>2</sup>あたり1,000粒以下の落下数であったのに、1974年度は3,000粒を超えるところもあり、豊作年であったといえそうで、他の地域と同じように豊凶を繰り返すようである。尾方<sup>12)</sup>によると1967年度は豊作で、年間haあたり約1億粒散布されたものと推定しているが、尾鷲地方では林齢が若い<sup>10,11)</sup>ためかそれほど多量の種子散布は現在のところみられない。しかし林内にヒノキの稚樹が多数成立している段戸や別子地方と比較して、この地方の種子生産量は決して少なくないようである。

### 2) 林内における種子の散布状態

地形や林分構造がほぼ均一な条件の林内における落下種子は、ほぼランダムに散布されるようである<sup>8)</sup>が、林分構造がほぼ同一でも地形に起伏があるとその散布状態は著しく異なる場合がある。図1は湯小屋地区における小尾根付近の種子と落葉枝の散布状態を示したものである。この林分

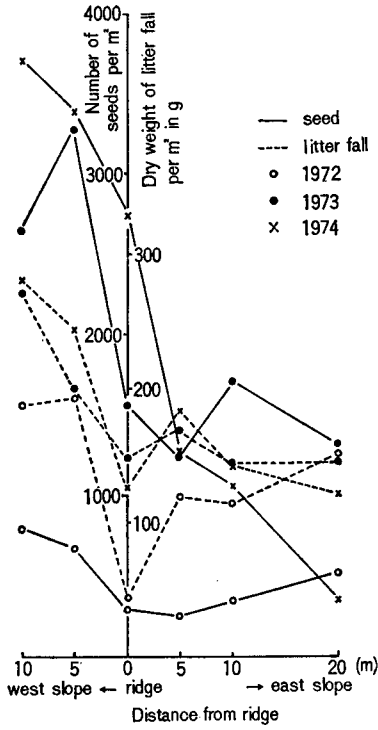


Fig. 1 Distributions of seed dispersal and litter fall in stand at several years (Yugoya area)

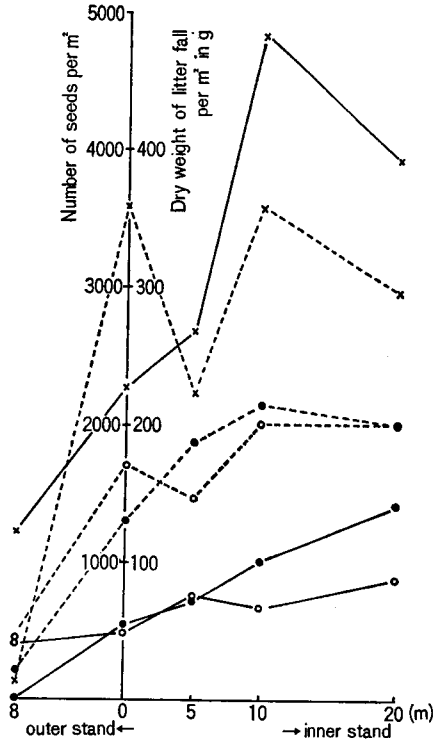
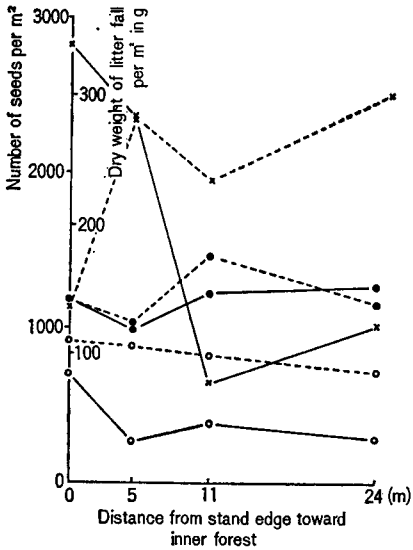
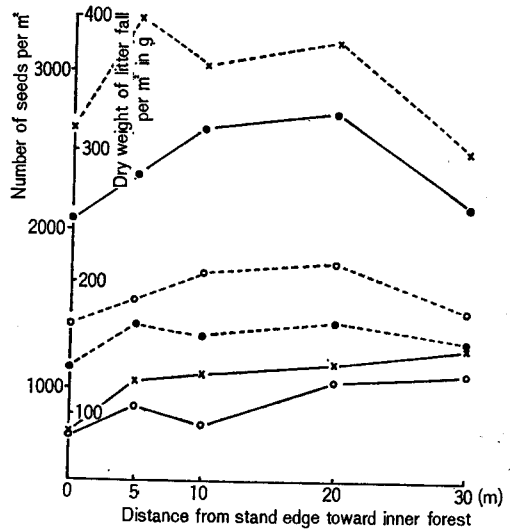


Fig. 2 Distributions of seed dispersal near the stand edge at several years.  
2-1 Yugoya area—flat stand



2-2 Yugoya area—slope stand



2-3 Obarano

の地形は多少複雑で、北方向に伸びた約10°のゆるい傾斜の小尾根から、東西に30°前後傾斜し、谷までの斜面長が30mほどある。

図からも明らかなように、種子の散布数はいずれの年度も東斜面より西斜面の方が多い。また同時に調査された落葉枝量もほぼ同じ傾向が認められる。この調査地はその東方約3kmが尾鷲湾で、種子の散布状態の片寄りには海風の影響によるものと思われるが、地形の変化のあるところでは種子の散布状態にも差が生じるものと思われる。しかしながら、後述のようにこの調査地の稚樹の発生、成立の状態は、種子の散布数の多い西斜面の方が悪く、尾根付近や東斜面の方がよく更新している。このことからある量以上の種子が散布される場合は、種子量よりもむしろ発芽後の条件が更新に大きく影響するものと思われた。

### 3) 林縁付近における種子の散布状態

一般に林縁付近は風の乱れが大きく、種子の散布状態も地形や林縁の方向によっていろいろ異なると思われたので、林分の南側が林縁の湯小屋平地林、反対に北林縁の湯小屋傾斜林および西林縁の小原野の3林分について3年間調査したが、その結果は図2のようであった。なお、それぞれのシードトラップは林縁に直角に図示したような間隔で林内方向に並べ、湯小屋平地林のみは林縁から8m隔たった林外へも設置した。

種子の結実量は一般に林内木より林縁木の方が多いといわれている<sup>13)</sup>が、図からも明らかなように、南あるいは西方向に林縁をもつ湯小屋平地林(図2-1)や小原野(図2-3)の林分の種子散布数は、林縁よりむしろ樹高幅程度林内に入った付近に多い。また林外はこれまで調査された報告<sup>11,12)</sup>と同様、著しく少なくなる。このような傾向は同時に測定された落葉枝量の変化にも同様<sup>13)</sup>にあらわれている。

一方、北側が林縁の湯小屋傾斜林では、調査年度によって多少異なるが、林内よりむしろ林縁付近の散布数が多い傾向がある。しかし同じ北林縁でも藪の谷傾斜林では、すでに述べたように先の2地区と同様、樹高幅程度入った林内の方が多い傾向があるので、単に林縁の方向だけで一定の傾向を見出すことは困難である。したがって林縁付近における種子の散布状態は、林内と同様、地形や風の流れによって特徴付けられるものであろう。

尾鷲地方における稚樹の更新は、段戸や別子地方と同様、後述のように林縁付近が著しく良好である。したがって種子の散布数の多少と林内稚樹の発生、成立状態とはほとんど相関がないと思われる。そして毎年の種子落下数や当年生稚樹の発生状態からみて、始めに述べた尾鷲地方の天然更新の困難性は種子の生産と散布の条件ではないといえそうである。

## 3. 種子の発芽と稚樹の発生条件

天然更新にとって落下種子の着床後の定着、発芽の条件や、発芽直後の稚樹の定着条件は重要な問題である。これまでヒノキの種子の発芽におよぼす温度や水分とか直射光の影響についてはいくらかの報告<sup>10,14,15)</sup>がある。また、発芽した稚樹が定着し成立するまでにうけるいろいろな障害<sup>16)</sup>特に乾燥害、霜害、陽光の不足あるいは過多の害および生物害などについては個々に若干の調査検討が行なわれてきた。しかし実際の林地ではこれらの条件が相互に関連している場合が多いので、個々の定着、生存条件だけを見出すことはきわめて困難である。

さらになお、環境条件の不均一な林床において種子の移動、流亡や発芽の状態、あるいは発芽直後の稚苗の消失状態を追跡調査することは実際上困難であった。そこでピートポットを用いて播種条件をコントロールし、種子や稚苗の定着と生存におよぼす水分、雨水、陽光および生物的影響について調査するとともに、種子や稚苗の移動、流失については林地直播きによって斜面傾

斜との関連をたしかめることにした。

使用したピートポットは内径8 cmで、床土に林分内の表土（A層土）を用いたものは表土と粗腐植（A<sub>0</sub>層）を覆土する2つの組合せ、床土に赤土（B層土）を用いたものは同じ赤土を覆土し、合せて3組の播種条件を作った。種子は1974年秋採集した検定発芽率20%の京大上賀茂試験地産のもので、1鉢あたり100粒ずつ播きつけ、覆土後1975年4月28日、それぞれの林地にうめこんだ。そしてシダなどの枯れた下層植生で薄く覆ったものと、全く被覆しない組合せを作り、3回繰り返した。

設定後40日目の稚樹の1鉢あたりの平均発生本数は図3のようであった。図から明らかなように、枯死したシダ類などで被覆したものは、被覆しないものより著しく稚樹がよく発生し、また南林縁の平地林、北林縁の傾斜林とも林内より林縁付近の発生数が明らかに多い。

被覆しなかった場合の稚樹の発生状態の悪さは、すでに報告したように、雨滴によるはねとばしあるいは掘り起しによる枯死が原因であるが、特に林内における樹冠を通して大粒になった雨滴のたたきつけは想像以上に強いものがある。この雨滴害を防ぐには、図に示した結果のように落葉枝や下層植生の適当な被覆によって、雨滴の直撃をさげさせることが考えられるが、被覆の程度がすぎると光不足になって稚樹が枯死しやすくなる。したがって下層植生のコントロールが重要な問題となろう。さらに強度のぬき伐り（下種伐、受光伐）を行なって樹冠雨滴の落下を少なくすることも考えられる。実際尾鷲地方では下層植生が全くないか反対に密生しているところよりいくらか疎生している林地、あるいは下刈りを行なった間伐直後の林地に当年生稚樹の発生が著しく多い。

図3から認められるように被覆した場合でも、林内の発生状態は林縁や林外よりも悪い傾向があるが、これは主として陽光量に影響される土壤温度や水分条件の違いにもとづく発生速度の差であると思われる。すなわち林縁や林外のポット中の稚苗はほとんど子葉が展開しているのに、林内のは種皮をかぶったままであったり、やっと芽出しを始めたものもあってかなり発芽がおくれるようであった。そして発芽にながいが期間がかかると、その間にいろいろな障害をうけ、結果的に稚樹の発生が悪くなるようであった。

覆土の違いによる稚苗の発生状態にはあまり明らかな傾向は見出せない。林地に発芽した天然生の稚苗はよく菌害をうけること<sup>19,20)</sup>、またその病害は水分、温度、光などの条件のほか土壤条件特

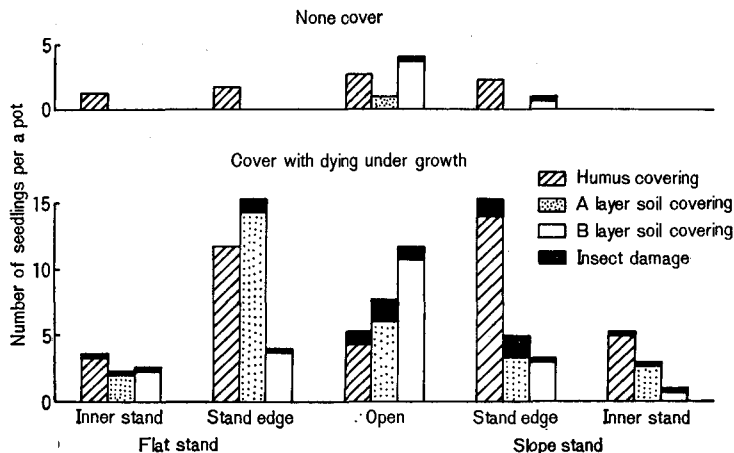


Fig. 3 Number of current year seedlings after 40 days artificially seeded in peat-pot

に有機物量に影響されるようである。<sup>21,22)</sup>したがって林外に設置したポットにみられるように、当然土壤微生物の少ない赤土を用いたものの方が発生状態はよいはずであるが、林縁や林内ではむしろ反対に粗腐植や表土を覆土したものの方が発生本数は多い。

このような林外と林内の覆土による発生状態の違いについては現在まだよくわからないが、現地における2カ年間の観察の結果では、いわゆる立枯病による倒伏、枯死はそれほど多くないようであった。それよりもむしろ図3に示したように、虫害（一部鳥害があるかも知れない）による子葉の消失が、発生本数の数%から多い場合は10%前後もみられた。森林内における天然生稚樹の病害や虫害などは、その森林が健全な状態にあっても常にいくらかは発生しているもので、むしろそれが調和のとれた自然の姿であろう。したがって尾鷲地方のヒノキ林においてはその天然更新を著しくさまたげるほど病虫害が多いとは思われなかった。

傾斜の異なる林地に直播きした試験はポットによる試験と同様1975年4月28日に設定したが、発芽速度が遅く、播種後40日目でも発芽しかかっている状態のものが多かったので、ここでは途中経過について検討してみよう。用いた種子はポット試験と同一で、1×0.5mのワクに5,000粒ばら播きした。そして枯れたシダなどの下層植生で被覆したものと落葉枝を取り除いたものを設定し、2回の繰り返しを行なった。

播種後40日目の現在、もっとも発芽本数の多いのは被覆物のない平坦地の直播き区で、m<sup>2</sup>あたり40数本であった。覆土をしていないのでポット試験に比較するとその発芽率は著しく悪い。また被覆の有無による差は現在のところあまり明らかでないが、落葉枝による被覆が多すぎると枯死する場合が多いようである。<sup>23)</sup>しかし斜面傾斜の違いによる差はきわめて明瞭で、30~40°の傾斜地では平坦地の1/10程度しか発生していない。これは、播種した種子が平坦地では雨滴によるはねとばしがあっても、ほとんど残留しているのに、傾斜地では残留種子が少なく、流亡したものが多かったためと思われる。

以上のように、尾鷲地方のような多雨な地域では斜面を流下する地表水による種子の移動、流亡や、強い樹冠雨滴による稚苗の掘り起しなどの障害のため、種子の着床から稚苗の発生、定着までの段階で、すでに天然更新がかなりさまたげられているものと考えられる。

#### 4. 稚樹の発生、成立の経過

##### 1) 稚樹の枯死経過

発芽後間もない当年生のヒノキ稚樹は、その生存に不適な林地の物理的、生物的諸環境に対して適応性が著しく低く、特に夏までの乾燥害に弱い傾向がある。<sup>2,12,24)</sup>しかし翌年の冬を越した2年生以上の稚樹は、不適當な環境に対する抵抗性も少しずつ大きくなり、光と水分の生存条件がある程度えられればめったに枯死することはないようである。<sup>8)</sup>

図4は尾鷲地方において天然更新の調査を始めた1972年8月当時成立していた稚樹が、その後の2年間にどれだけ生き残り、どの大きさのものが枯死したか、当初の稚樹高の分布によって示したものである。調査は2×2mの継続調査ワクにおいて行なったが、各調査地におけるヒノキ稚樹の成立状態や植生、土壌、光など環境条件についてはすでに報告した。<sup>8,9)</sup>

各調査地ともほとんど10数cm以下の小さい稚樹が枯死している。これは林縁ではよく生長した大きい稚樹や下層植生によって、また林内では下層植生の繁茂によって光が著しくさえぎられ、より小さい稚樹が特に枯死するものと思われた。

すでに論議したように、<sup>8)</sup>尾鷲地方のヒノキ林内はひんぱんな間伐のため比較的明るく、相対照度でもっとも暗い場合でも3%以上、平均的には8%前後であるので、下層植生が一般に繁茂し

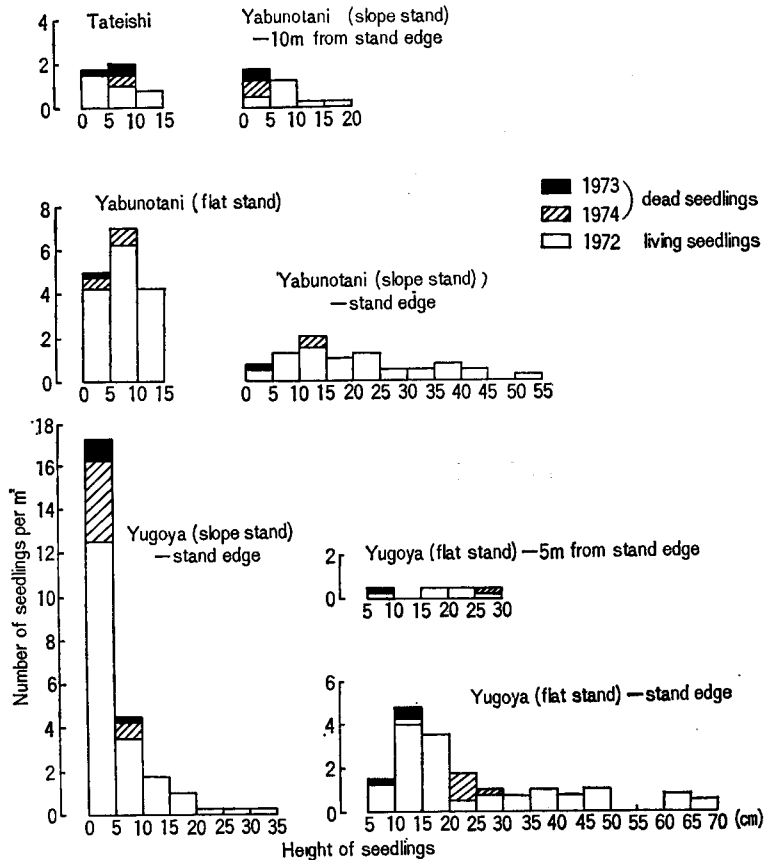


Fig. 4 Height distribution of seedlings established at 1972 and process of dead seedlings for the next 2 years

やすい。その結果、地床は著しく暗く、上述のように1～3年生の小さい稚樹の生存は比較的むつかしいようである。

## 2) 稚樹の発生、成立数の変化

前述のように当年生や2～3年生の若い稚樹は比較的枯死しやすいが、それでも不適な環境に耐えて生き残るものも少なくない。したがってある林分におけるその年の成立稚樹数は当年生稚樹の生存数と2年生以上の稚樹の当年度中における枯死数との差によって前年度より増加したか減少したかきまることになる。

1972年8月から1974年8月までの各調査地における各年の稚樹の発生、成立数は図5のようであった。なお、稚樹の更新に関し、尾鷲地方では林縁付近や傾斜のゆるい疎な林内に特に稚樹の発生、成立数が多いことはすでに報告したとおりであるのでここではとりあげないことにする。さて図から明らかなように、1973年度に当年生稚樹の発生、成立数が多かった立石、藪の谷、小原野の各林分では、1974年現在の2年生以上の成立稚樹数が1972年当時より著しく増加しているが、反対に当年生稚樹が少なかった湯小屋地区の各林分(尾根をはさんだ林内、傾斜林、平地林)では、いずれも明らかに減少している。

勿論このような稚樹の成立本数の増減は、前述のように当年生稚樹の発生数(収入)と当年度の枯死数(支出)の収支によってきまるものであるが、1972年秋に結実した種子の散布数は、尾



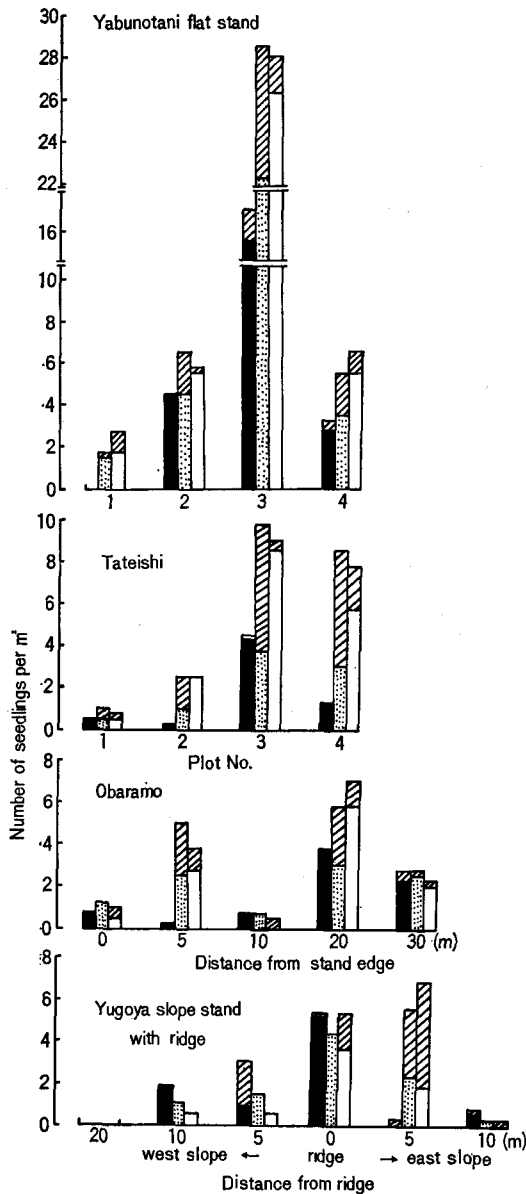


Fig. 5 Changes of number of seedlings survival at each year. 5-1

り払ってしまうことになる。1974年12月、湯小屋地区の林分には一斉に下刈りが行なわれ、30~60cmにもなった多数のヒノキ稚樹が調査地を除いておしげもなく刈りとられてしまった。段戸地方や別子地方では10~20年生の稚樹が比較的多いのに、尾鷲地方ではせいぜい6~7年生で著しく若い稚樹しか成立していないのは、ほぼ数年ごとに繰り返されるこの下刈りに原因があったのである。

したがって尾鷲地方における下刈りは稚樹の更新条件の整備という面からはきわめて有効であるが、継続した稚樹の成立という面からは天然更新を困難にしているといえよう。この刈り払い

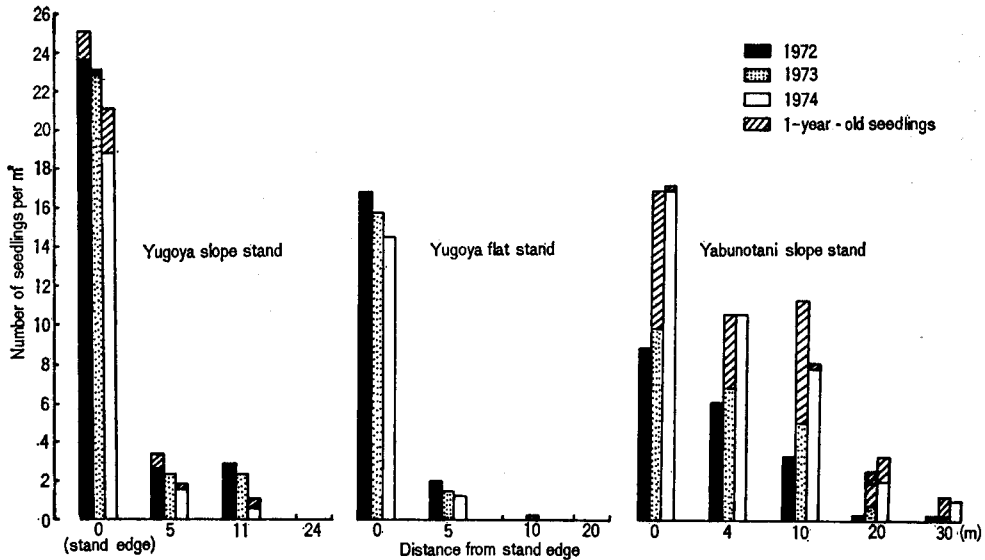
は勿論天然更新を目的とした下刈りではないのでやむをえないことであるが、また反面稚樹の刈

鷲地方では図1やすでに報告したように<sup>8)</sup> m<sup>2</sup>あたり500~1,000粒内外で、各林分ともあまり差はなく、また図4に示したように1973年から1974年にかけての2年生以上の稚樹の枯死数もそれほど大きな違いはみられないので、結局は当年生稚樹の生存条件の差によって成立稚樹数の増減が定められているようである。

実際湯小屋地区の下層植生は他の地区に比較して明らかに多く、その下でせっかく発芽した稚苗が立枯れているのをよくみかけたが、特に湯小屋の平地林はコシダ、シャガ、ヤブミョウガ、ゼンマイ、フユイチゴ、テイカカズラ、ミツバアケビ、サルトリイバラ、ヤブコウジ、センリョウ、コバノガマツミ、コガクウツギ、ヤブムラサキ、スノキ、アクシバ、ヤマウルシ、クロモジ、ヒサカキ、サカキ、アセビ、ミミズバイ、ウバメガシ、ツクバネガシ、アラカシ、カヤなどの下層植生が最近よく繁茂し、現状では当年生稚樹の生存できる可能性はほとんどないように思われた。

このような下層植生が著しく繁茂する林地において天然更新を期待しようとするなら、まず下層植生のコントロールが必須の条件にならう。したがって尾鷲地方で一般に行なわれている間伐前の下刈りいわゆる掃除伐は、天然更新の準備すなわち更新面の整備という面からは重要な意味があり、事実本報告で論議している天然生稚樹の大部分は、この掃除伐直後から発生、成立したものであることが稚樹の年齢解析の結果からわかった。

しかしながら、4~5年から7~8年ごとに繰り返される間伐前の下刈りは、反面、せっかく更新し、よく生長した稚樹をすべて刈



5-2

り出しなど下層植生を適当にコントロールすれば、尾鷲地方でも充分天然更新ができる可能性を示唆していると思われる。

つぎに各年度における種子の散布数と当年生稚樹の発生、成立数の関係をみてみよう。図1から認められるように、1973年秋の結実種子の散布数はその前年より2~3倍程度も多い。しかし前述のように当年生稚樹の少ない湯小屋地区を除くと、立石、藪の谷、小原野のいずれの林分においても、むしろ散布種子数の少なかった年の1973年夏における当年生稚樹の発生、成立が多く、その翌年は反対に著しく少なかった。また、シードトラップによる調査は行っていないが、1971年秋の結実は全国的に凶作で、1972年度の当年生の稚樹は、図5からわかるように、著しく少なかった。

以上のように、ヒノキ種子の著しい凶作や豊作の場合を除くと、並作程度の結実量さえあれば、前述の地形や林縁、林内などの違いによる散布むらの関係と同様、各年度の種子散布量と当年生稚樹の発生、成立数との間にはほとんど相関がないようである。すなわち尾鷲地方における稚樹の更新は種子の散布量の多少よりむしろ更新面の状態とかその地点の環境要因に強く影響されるものと思われる。したがって稚樹が成立するまでの要因はきわめて複雑で、種子の散布量と発芽率とを実測し、また林地における発生率や生存率をいくつかの調査例から推定して、一定期間後の成立稚樹数を計算でもとめるようなことは現状ではとうてい困難なことである。また段戸地方や別子地方の多数の林内稚樹は、数年から10数年の間更新を継続した結果成立したものであり、したがってヒノキの天然更新については短年度に期待するよりむしろ更新期間を充分ながく考慮する方がより安全であると思われる。

## 5. 稚樹の生長状態

### 1) 平均高の変化

各調査林分の2×2mの継続調査ワク内に成立している稚樹の大きさについては、1972年度<sup>8)</sup>、1973年度<sup>9)</sup>ともすでに検討したが、1974年8月現在の2年生以上の稚樹の平均高はそれぞれ図6~

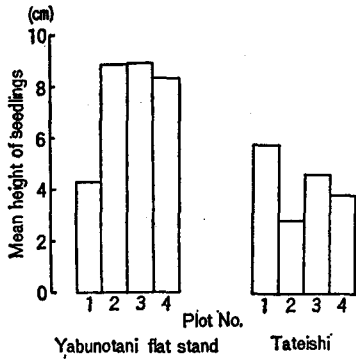


Fig. 6 Mean height of seedlings established on each place in Tateishi and Yabunotani flat stand at August 1974

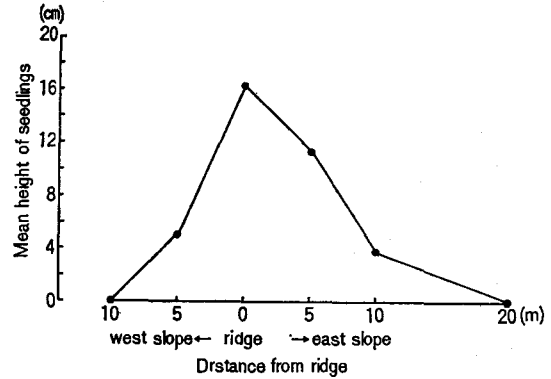


Fig. 7 Mean height of seedlings established on each place from stand ridge in Yugoya slope stand at August 1974

8のようであった。各調査地における平均高の変化は、個々の稚樹の生長量のほか、図5に示した前年度の新生稚樹の加入の多少によっても左右されるので、これからただちに生長状態を論ずるのは問題であるが、稚樹群の動きとして全体的な生長の傾向をつかむことはできよう。

林内調査地の立石、藪の谷平地林および尾根をはさんだ湯小屋の林分内の平均稚樹高(図6, 7)は、この2年間あまり変化していないようであった。ただ更新環境がよく稚樹数が増加しているところは、平均高も年々1~2 cm ずつ大きくなっていく傾向がみられた。したがってこのような傾向が続くとすると、段戸地方や別子地方とは異なり、尾鷲地方では林内の更新むらますます著しくなるように思われる。また、このような更新むらは傾斜の局部的な変化とか下層植生の繁茂程度との相関が高いようである。

つぎに林縁付近の稚樹の生長状態として、藪の谷傾斜林、湯小屋地区の平地林、傾斜林および小原野の各調査地の平均稚樹高を図8に示した。林縁付近の環境はその方向や地形によって著しく異なるが、いずれの調査地においても、林内より林縁付近ほど平均高は大きい。そしてこのような林縁効果はすでに述べたように樹高幅程度しか林内におよばない。また、このような傾向は段戸

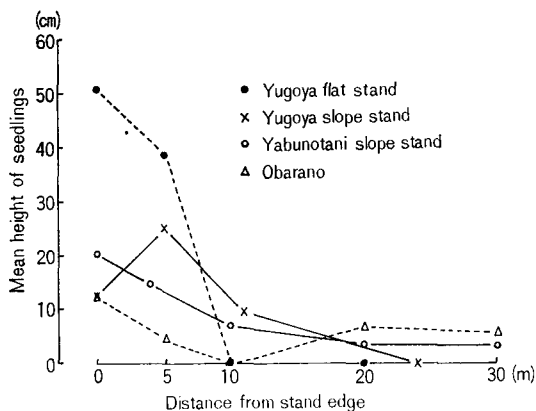


Fig. 8 Mean height of seedlings established on each place from stand edge toward inner part at August 1974

や別子地方と同様であるが、この両地方の林縁付近には古くから更新していた大きい稚樹が多いため、その下の地床は暗くて新しい稚樹はほとんど更新できない状態であるので林縁付近の本数は比較的少ない。これに対して尾鷲地方では林齢の若さや下刈りなどの関係で一般に更新を開始してから間もない状態にあるので、林縁付近の稚樹数は図5からも認められるように林内より多い。

また、林縁付近の稚樹の平均高は年々数 cm から 10 cm 程度増えるようで、林内の稚樹との大きさの差はますます大きくなる傾向がある。

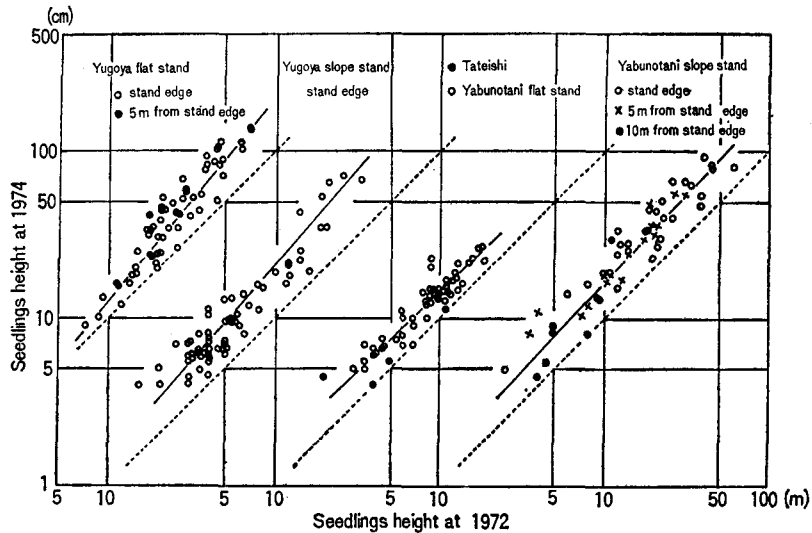


Fig. 9 Comparisons with seedlings height at 1974 and 1972

## 2) 稚樹の伸長量

前述のように、光条件がヒノキ稚樹の更新に適した林縁付近では、平均高が大きいばかりでなく大きな稚樹の生長が目立ってよいようであるが、林内稚樹は大きいものほど当年葉の新生が相対的に少なく生長もあまりよくないようであった。

図9は成立稚樹の比較的多い調査地における1972年8月と1974年8月現在の同一稚樹の高さの関係を示したものである。ほとんどの稚樹はこの2年間にそれぞれ生長しているのが、同じ大きさを示す点線より上側に離れているが、それぞれの調査地における2年間の生長率は稚樹の大きさの違いによって特徴のある傾向を示すようである。すなわち同じ調査地において大きい稚樹も小さいものも平均的に生長率が変らなければ、1972年に対する1974年の稚樹高を結んだ線は点線に平行な45°の線に近似するはずであるが、図のように各調査地によってその線の勾配は異なるようである。

一般に湯小屋地区の平地林、傾斜林および藪の谷傾斜林の林縁(0m)ならびに林縁から5m地点のような林縁付近では、大きい稚樹の生長率が小さいものより大きい傾向がある。特に湯小屋平地林の林縁は他の両林分とは反対に南向きであるので、陽光の射入が比較的多く、大きいものほどその生長率は著しく大きい。そしてこの2年間に2~3倍程度生長したものも少なくない。しかし小さい稚樹はよく生長した大きい稚樹や下層植生に被陰されてあまり伸びていない。そしてこのようなところでは前述のように新しい稚樹が更新しないばかりか、大きい稚樹の生長に従って小さい稚樹は次第に枯死していくものと思われる。

一方、林内稚樹の生長量は、立石ならびに藪の谷平地林の例のように、大きいものもあまりよくないばかりか、その伸長率はむしろ小さいものの方が多少大きい傾向が認められる。これは林内の光条件が稚樹の生長にとってあまりよくないからで、特に林内の下層植生が稚樹の生長をさまたげているようである。しかしながら林内稚樹の年伸長率は平均的にはおよそ20%前後になるようであるので、前述のような下刈りによって刈り払わなければ、ゆっくりではあるが更新に安全な数10cmの大きさの稚樹に育つ可能性はあるものと思われる。

## おわりに

以上のように、ヒノキ稚樹の発生過程における多雨なための雨滴の害、急峻なための流亡、あるいは稚樹の成立過程における下層植生の被陰、下刈りによる刈り払われなど、地形的、気象的、生物学的および施業的な各種条件がヒノキの天然更新にとってきわめて不適な尾鷲地方でも、ある程度うまく更新している例もあるので、今後当地方において天然更新を期待しようとするなら、短伐期皆伐やけっべきでひんぱんな下刈りなど施業の条件を改めることは勿論、更新を困難にしている自然条件も、できるだけ緩和できるようなそれぞれの環境に応じた施業の方法を見出すべきであろう。そのためには間伐とか傘伐天然更新の予備伐、下種伐による林冠調整と下層植生のコントロールによって更新に適するように更新面を整備する必要がある、またそのことは技術的にそれほど困難でないと思われる。

しかし林分の内部特に地床の環境は複雑であるばかりか、季節や年とともに常に変化するもので、これまで明らかにされたような稚樹の成立機構もまた変る可能性がある。したがって確かな更新技術として体系付けるためには、これまでの資料だけではきわめて不十分で、今後、なお幅広い調査研究と、長期的な試験林の設定が望まれよう。

## 引用文献

- 1) 川名明：尾鷲林業，林業技術，**218**，1960
- 2) 加茂皓一・赤井龍男：ヒノキ人工林における再生産過程の検討（Ⅰ），京大演報，**45**，1973
- 3) 加茂皓一・赤井龍男：ヒノキ人工林における再生産過程の検討（Ⅱ），京大演報，**46**，1974
- 4) 赤井龍男・西田滋・真下正樹：ヒノキ人工林における天然更新について，日林関西支講，**22**，1971
- 5) 坂口勝美：ヒノキ育林学，1952
- 6) 赤井龍男・浅田節夫：天然更新に関する研究（Ⅰ）木曾地方湿性ポドゾル地帯におけるヒノキ属の更新，京大演報，**39**，1967
- 7) 赤井龍男：天然更新に関する研究（Ⅱ）木曾の三浦実験林におけるヒノキの更新，京大演報，**44**，1972
- 8) 四手井綱英・赤井龍男・斎藤秀樹・河原輝彦：ヒノキ林—その生態と天然更新，1974
- 9) 赤井龍男：尾鷲地方におけるヒノキ林の天然更新稚樹について，日林講，**85**，1974
- 10) 長谷川孝三：林木種子の活力に関する実験的研究，帝林試報，**4**(3)，1943
- 11) 赤井龍男：ヒノキ林における種子の生産量と散布状態，日林関西支講，**24**，1973
- 12) 尾方信夫ほか：新しい天然更新技術—ヒノキの新しい天然更新技術，1971
- 13) 山内俊枝：実用造林学，1948
- 14) 小山光雄：林木種子の発芽に要する最適温度，林試報，**8**，1910
- 15) 中村教授還暦記念事業会編：育林学新説，1955
- 16) BAKER, F. S.: Principles of silviculture. 1950
- 17) 佐藤敬二：日本のヒノキ（上巻），1971
- 18) 赤井龍男：尾鷲地方ヒノキ林の天然更新について，日林講，**86**，1975
- 19) WILDE, S. A. and WHITE, D. P.: Damping-off as a factor in the natural distribution of pine species. *Phytopath.*, **29**, 1939
- 20) 倉田益二郎：菌害回避更新論，日林誌，**32**，1949
- 21) GARRETT, S. D.: Biology of Root-Infecting Fungi. 1956
- 22) VAARTAJA, O.: Forest humus quality and light conditions as factors influencing damping-off. *Phytopath.*, **42**, 1952
- 23) KORELOFF, A.: Leaf litter as a killer. *J. Forestry*, **52**, 1954
- 24) 植木善一：天然更新択伐跡地の稚樹撫育並に発生消滅関係について，高知林友，**239**，1942

## Résumé

On the whole, the climate of the Owase district in Mie Prefecture is rainy and the dominant feature of the terrain is a steep slope. The Owase forestry which consists mostly of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) plantation is chiefly characterized by the felling of short rotation and the habitual weeding repeated at intervals of several years. Therefore, the Hinoki stands of this district tend to gradually decrease in soil productivity, on the other hand, it seems that the natural regeneration of Hinoki seedlings is not easily accomplished. However, it was not so difficult to find the survival and establishment seedlings in the stand where the environment was more suitable for regeneration.

The purpose of this study is to follow the regeneration process from seed dispersal to the establishment of seedlings. Emphasis on the factors of obstruction for the natural regeneration in the seven stands (Table 1) which have been investigated for the three years since August 1972 were discussed in this paper.

Rich or poor crop years of Hinoki seed do not occur at regular intervals. The seed fall is mostly disseminated at random, but in the stand with a varied topography or near the forest border an uneven dispersal was found (Fig. 1, 2). However, there was no correlation found between the number of seeds dispersed and the number of seedlings established, as long as there is an abundant crop of seeds which is necessary for satisfactory regeneration so common seed year. Therefore, it appeared that the successful regeneration of seedlings in Owase district is intensely influenced by conditions for germination of seed and initial establishment of seedlings after seed dispersal.

As a result of the experiment by seeding in peat-pot and direct seeding on the surface of forest floor, it was observed that the seeds are splashed out and germinated seedlings are grubbed up by a big raindrop through a crown so often. However, adequate existence of an undergrowth and covering of a litter fall sheltered frequently from the losses of seeds and seedlings (Fig. 3). Although, infant seedlings are most vulnerable during the first few weeks after germination, the attack of fungi and insects was not particularly active during this period. In general, it was observed that the fallen seeds and the germinated seedlings on the steep slope are washed away by the runoff from the rainfall, and there is a very difficult for the fixing of seedlings.

Generally, the mortality of the little seedlings under about 10cm high indicated a high rate (Fig. 4), but the mortality diminished rapidly with an increase in age and size. The numbers of existing seedlings are determined by an input which is the new seedlings and an output which is the death of seedlings for one year. It was recognized that the number of seedlings established where lacking or little growing in undergrowth tends to increase, on the contrary, where abounding in its to decrease (Fig. 5). In addition, although most of the seedlings in the stand of Obarano area were cut out by weeding previous thinning in December 1974, this is one reason why the existence of big seedlings is lacking in the Hinoki stand of the Owase district.

In general, most seedlings were found near the stand edge, and the number gradually decreased towards the inner part of the plantation. The mean height of the seedlings at the stand edge was larger than that of the inner ones, and the difference tended to be relatively remarked in process of years (Fig. 6, 7, 8). The annual growth rate of the bigger seedlings established at stand edge was higher by about 50~80% than little ones, but on the whole the annual growth rate of seedlings in the stand showed about 20% (Fig. 9). Therefore, it is presumed that the seedlings existing beneath a thick undergrowth in a plantation are obstructed growth due to insufficient sunlight.

Judging from the above regeneration process, excepting a steep slope stand, it seemed that a successful natural regeneration of Hinoki in Owase district can occur only if the appropriate space for the establishment and subsequent growth of new seedlings is created in the crown and ground floor vegetation by thinning and weeding or other means.