

# 天然更新に関する研究 (Ⅱ)

木曽の三浦実験林におけるヒノキの更新

赤 井 竜 男

Studies on Natural Regeneration (II)

The Regeneration of *Chamaecyparis obtusa* at Miure  
Experimental Forest in Kiso District

Tatsuo AKAI

## 目 次

|                          |    |                 |    |
|--------------------------|----|-----------------|----|
| 要 旨.....                 | 68 | 5) 温度条件         |    |
| 1. はじめに.....             | 69 | 5. 稚樹の発生状態..... | 76 |
| 2. 三浦実験林の概況.....         | 70 | 6. 稚樹の生長状態..... | 80 |
| 3. 調査方法.....             | 70 | 1) 更新稚樹の大きさ     |    |
| 4. 母樹と更新面の状態.....        | 71 | 2) 稚樹の年平均生長量    |    |
| 1) 母樹の配置                 |    | 3) 稚樹の形質        |    |
| 2) ササの成立状態               |    | 7. おわりに.....    | 84 |
| 3) 地床の明るさ                |    | 引用文献.....       | 84 |
| 4) A <sub>0</sub> 層の堆積状態 |    | Résumé .....    | 85 |

## 要 旨

三浦実験林は木曽御岳山の南斜面、標高 1,200~1,500 m の準平原にあらわれる湿性ポドゾル地帯における森林造成の指針をもとめるために、1966 年 11 月、事業的規模で設定された。本研究はこの実験林で行なわれているヒノキの各種天然下種更新試験のうち、設定後 3~4 年を経過した帯状皆伐、皆伐母樹法、択伐更新試験地の更新状態についてとりまとめたものである。

天然生ヒノキ林の平均樹高の 2 倍、約 50m 幅に伐採帯と保残帯を交互に組み合わせた帯状皆伐更新地には、この地域に普通あらわれるササを除草剤で枯殺した帯と残した帯が作られた。ササは多いところで地上部乾重が約 6 ton/ha もあり、その中の地床の相対照度は 1~2% できわめて暗く、また地温もササ除草地に比較して低い。30~60 m 間隔に 3~10 本ずつ群状に母樹を残した（保残率 4%）皆伐母樹法更新地と、約 50% の単木ぬきぎりを行なった択伐更新地はすべてササが除草されている。A<sub>0</sub> 層の堆積は各試験地ともきわめて厚く、乾重でほぼ 40~60 ton/ha と推定され、更新上の大きな障害となっている。

帯状皆伐更新地における保残帯やササの成立する帯では稚樹の発生が少ないが、ササ除草を行なった伐採帯には著しく多い。しかも林縁付近が常に多く、実験林設定後発生した 2~4 年生の稚樹が平均 7 本/m<sup>2</sup> 以上に達した個所もあるが、伐採帯の中央付近になるほど少なくなる傾向が認められた。

皆伐母樹法更新地ではほぼ全面にわたって稚樹がよく更新しているが、母樹群付近とか種子の

散布が重なり合うようなところに特に多い。択伐更新地はササが除草され、林床も比較的明るくなっているのに、せっかく発生した稚樹のほとんどは年内に消失してしまうようであった。

各更新面の状態別にまとめた稚樹の大きさの頻度分布や年平均生長量から判断して、密生したササは稚樹の発生ばかりか生長に対しても悪い影響を与えていると思われた。

稚樹の根元直径 ( $D_0$ ) に対する稚樹高 ( $H$ ) の相対生長関係はバラツキが大きく、また更新面の状態のちがいでほとんど分離しない。そして同じ単位にした  $H/D_0=100$  の値より小さいものが多かった。ササ除草地に更新している稚樹の各部分量間の相対生長関係からみて、林内稚樹の同化部乾重や地上部乾重は相対的に少ない傾向が認められる。しかし葉面積あたりの葉乾重は林内外ともほとんど差がない。

以上のことからヒノキ天然生林の成立する高冷地の湿性ポドゾル地帯において、早期に稚樹の発生、生長を期待するならば、母樹を樹高の2倍間隔以内に残し、ササのような地床植生をできるだけ除去することがとりあえず必要であると思われた。

## 1. は じ め に

木曽御岳山の南斜面、王滝川上流の三浦付近は標高 1,200~1,500 m の隆起準平原で、しかも冷涼多雨な気象条件のために落葉落枝の分解が悪く、いわゆる湿性ポドゾル地帯となっている。さらにこの地域のほとんどにはササが密生し、森林の再生、造成を困難にしているが、これらの現況と問題点についてはすでに第Ⅰ報において紹介した。

もともと木曽地方におけるヒノキを主体とした300年前後の老令林分には、御料林時代から長伐期(120年)の皆伐施業が行なわれてきたが、三浦付近の高海拔地に人工造林されたヒノキの生長が悪かったことや恒続林思想に刺激されて、1935年頃から択伐作業がとられるようになり、国有林に移管された後もしばらくはこの方針がとらぬかれた。しかし1958年以降、経営の合理化と生産力の増強をかねてヒノキ、カラマツ造林を主とした区画皆伐に変わり、さらに伊勢湾台風(1959年)の大被害による風倒木処理の問題もあってこれがついに全面皆伐へと変化していったのである。この計画のままで数十年を経過するといわゆる木曽美林としておそらく現在唯一の姿を保ってきた木曽谷西部一帯の林相は一変することになるであろう。

このような現状から1965~'66年の2カ年間、長野営林局の依頼をうけて木曽地方のカラマツ林の生産力と湿性ポドゾル地帯の更新について調査を行なったが、過去幾度か試みられてきたヒノキの人工造林は他の地域と比較してきわめて不成績であること、また期待されたカラマツも斜面の下部をのぞいて今後の生長に不安のあること、さらに風倒跡地や人工造林地には天然更新したヒノキの稚樹がかなり発生成立していることなどから、木曽谷の森林の将来を左右する重要問題として、更新上のあらゆる可能性を含んだ長期間の実験と、組織的継続的な調査研究の必要性を強調し、森林の造成に自信のないところは伐採をひかえることを報告した<sup>3)</sup>。

1966年11月、長野営林局は上述のような経過にもとづいて、きびしい環境条件下における事業的規模での育林の指針をもとめるために、約420haの三浦実験林を設定し、長期間の試験研究を発足させた<sup>3)</sup>。実験の企画調整は長野営林局、実施は王滝営林署が担当し、実験計画と調査研究は主として大学、林業試験場の研究グループ(代表者 信州大学農学部 浅田節夫教授)が行なっている。設定された各種試験のうち、ヒノキ天然下種更新に関する作業法の主なものは、択伐、漸伐、区画皆伐、带状皆伐、皆伐母樹法である。

本報告はこのうち筆者が担当した設定後3カ年以上を経過したヒノキの天然下種更新試験地の更新状態について、2カ年間調査したものをとりまとめたものである。調査にあたり種々協力を

いただいた長野営林局，王滝営林署，信州大学農学部造林学研究室，京都大学農学部森林生態学研究室ならびに演習林の関係各位に深く感謝する。

## 2. 三浦実験林の概況

三浦実験林およびその周辺の気象，土壌，生物環境などについてはこれまで多くの報告<sup>1)3)4)5)6)7)8)</sup>があるので詳細はそれらの文献にゆずることとし，ここでは実験林の概略を示すだけにとどめる。

三浦実験林は長野県木曽郡王滝村の王滝営林署管内三浦国有林 626～641 (638 を除く) 林班を含む御岳山の南西斜面，王滝川の最上流部に位置し，林地面積は 424 ha，標高は 1,300～1,670 m である。地形はゆるやかな起伏の隆起準平原であり，母岩は主として石英斑岩であるため，全般的に粘質な土壌になりやすいようである。

実験林における気象観測資料はまだ十分でないが，実験林の下部にある三浦ダム (標高 1,300 m) の最近 20 年間の統計によると年平均気温約 7°C，年降水量約 3,500 mm で，この地域は寒冷多雨な気候環境といえよう。

実験林付近の自然植生は平均樹令が約 320 年 (150～400 年) のヒノキを主体としたサワラ，ネズコ，コウヤマキ (伊勢湾台風によってほとんど倒れた)，ゴヨウマツなどの針葉樹林にカンパ類などの広葉樹が僅か混生した原生林で，また地床植生はほとんどササで占められている。

以上のような環境条件のために，落葉落枝の分解が悪く，後述するように粗腐植が厚く堆積し，程度に多少差はあるが実験林内のほとんどの土壌はポドゾル化している。そして特にこの地域のポドゾル土壌は粘質で孔隙量が少なく，水や空気の流通がきわめて不良<sup>1)3)</sup>であるのでグライポドゾルと呼ぶ方が適切な場合もあり，典型的な湿性ポドゾル (鉄型) 地帯となっている。

このように三浦付近は林木の生育にとって厳しい環境にあるので，森林の造成が著しく困難であり，過去十数年間幾度か試みられたヒノキの人工造林もその生長は著しく悪く，その後改めて造林されたカラマツも全般的には期待されたほどの生長がみられず，むしろ今後に多くの問題を残しているのが現状である。

さらに伊勢湾台風とそれに続く第 2 室戸台風による被害は大面積におよび，加えて風倒木処理にとまう生立木の伐採は広大な皆伐状裸地を出現させた。三浦実験林はこのような地域に対する適切な森林造成を達成させるための指針をもとめるために設定されたものであるが，風倒木処理のまだほとんど進行していなかった 1966 年に，風倒被害の多い個所には人工造林，被害の少ない個所には天然更新による事業的規模での試験が計画された。そのうち人工造林試験の主なものとは造林樹種，植付け方法，地ごしらえ方法，施肥，人工播種などで，またヒノキの天然更新試験は択伐，漸伐，区画皆伐，帯状皆伐，皆伐母樹法などである。これら当初計画された実験林設定は更新面の整備を一部残して 1971 年度までにほぼ終了した。

## 3. 調査方法

調査は 1970，'71 年の 8 月上旬に行なった。天然更新試験のための実験林の設定は 1967 年から始められたので，更新面の整備がまだ十分でないところが多く，また対象とする調査地の面積もきわめて広いため，今回はとりあえず実験林設定後 3 年以上を経過した帯状皆伐，皆伐母樹法，択伐の更新試験地を調査の対象とした。

各調査プロットのワクの大きさは 2×2 m で，後述するように帯状皆伐更新試験地では約 50 m 幅の保残帯と伐採帯の境界すなわち林縁をそれぞれ基準にして，実験林の斜面中復を通してほぼ

10 m 間隔 (1970 年度は林縁, 林内, 林外にまとめた) に, 皆伐母樹法および択伐更新試験地では 2~3 カ所にそれぞれ適当数のプロットを設定した。

1970 年度の調査は主として更新面の環境と稚樹の発生, 生長状態を調べるためであったので, プロット内の更新稚樹は全部ぬきとり, 地上部高, 根元直径を測定した後, 各個体ごとに地上部の非同化部 (幹, 枝), 同化部 (葉) および地下部 (根) の絶乾重をもとめ, さらに各個体ごとの年令をすべて顕微鏡で読みとった。また地床植生のほとんどはササであったので, それも全部根元から刈りとり, それぞれの本数, 平均高および地上部生重を測定し, サンプリングによって絶乾重をもとめた。

A<sub>0</sub> 層は各プロット内において 0.25~1 m<sup>2</sup> 内の全量を秤量し, サンプリングによって絶乾重に換算した。更新面の温度状態は各プロットごとに地表上 10 cm と地表下 5 cm, 10 cm の温度を水銀寒暖計で測定した。

天然更新は人工造林とことなり長い年月を経過して行なわれる。すなわち更新のための伐採調整が行なわれた後も, 適当な環境がえられなければせっかく発芽したものの枯死消滅することが多く, また生長状態もいろいろとなるはずである。1971 年度からはこのような更新稚樹の発生, 生長の状態をながく追跡調査する目的で, 2×2 m ワクの固定調査プロットを設け, 現状のままで個々の稚樹をすべてマークし, 2 年生以上のものについては地上高を測定した。またササも現状のままで平均高と本数を測定した。

なお, 1971 年度にはササが存在していない帯状皆伐更新地の林内と林外に更新しているいろいろな大きさの稚樹をそれぞれ 20 本ずつぬきとり, 各部分の大きさと乾重, さらに 1 mm<sup>2</sup> 精度の自動面積計で葉面積を測定した。

#### 4. 母樹と更新面の状態

天然更新試験のための実験林の設定は 1967 年以降 5 カ年を要したので, 前述のように同じ更新伐採を行なっても更新面がまだ整備されていないものもある。それ故ここでは特に更新面がそれぞれの試験のために整備されてから 3 カ年以上を経過した帯状皆伐, 皆伐母樹法および択伐更新地の一部をとりあげることにした。

##### 1) 母樹の配置

###### (a) 帯状皆伐更新試験地 (Regeneration area by strip clear-cutting)

帯状皆伐更新試験は 2 つの林班に行なわれたが, 調査を行なったのは 632 林班の中復より下部 (上部は風倒跡地である) の面積約 12 ha で, 傾斜 15~22° の南南東斜面である。当初の計画は 50 m 幅の交互 1/2 帯状であったが, Fig. 11 のように実行にあたって一般に伐採帯より保残帯の方がせまくなっていた。試験地の上流方向西側の帯から帯状番号 1~10 を付したが, 奇数値は保残帯, 偶数値は伐採帯である。伐採帯のうち 8, 10 は 1967 年に, 2, 4, 6 は 1968 年に伐採された。

###### (b) 皆伐母樹法更新地 (Regeneration area by seed-tree system)

皆伐母樹法天然下種更新というのは残伐更新とも呼ばれ, 少数の種木 (seed tree) を残して主伐し, 天然下種によって更新が完了したらその種木も収穫するもので, それを更新した後継樹の伐期まで残す方法を特に保残木作業といっている。

皆伐母樹法更新地は 636 林班約 25 ha の全域に, 1967 年から 3 カ年にわたって設定された。調査地はゆるい起伏のほぼ東向の斜面である。1959 年 9 月の伊勢湾台風と 1961 年 10 月の第二室戸台風により材積率で 71% におよぶ風倒木がでたが, 残った成立木を 30~60 m 間隔にほぼ 3~

10本ずつ群状(斜面下部の方は風倒被害が大きく皆伐状のところもある)に残して母樹とし、他は伐採して更新面をつくった。それ故正確には群状母樹法と呼ぶべきであろう。保残木の比率は材積で風倒前の全林に対し約4%であった。

### (c) 択伐更新地 (Regeneration area by selection system)

林分中の令階配分が連続し、収穫と更新が間断なく永続するのを択伐作業というが、三浦実験林における択伐は、それを目標としたまず第一段階の伐採ということで、材積率で約50%の伐採を行なった。したがって伐採の形からいえば単木状の伐りすかしであり、天然更新作業からみればむしろ漸伐更新の予備伐と下種伐にあたるものといえよう。

択伐更新地は628林班に1969年度は約5ha、1970年度は約7.8ha設定された。調査地は傾斜が20°前後のほぼ北向の斜面である。

### 2) ササの成立状態

三浦実験林一帯の天然更新の成否は、すでに指摘したように、主としてササのコントロールにかかっているようである。このことから更新面の整備すなわち更新補助作業の一つとして、実験林一帯に普通あらわれるササを全面的に残すところと、更新伐採に前後して塩素酸ソーダ系の除草剤でササを枯殺するところをつくった。

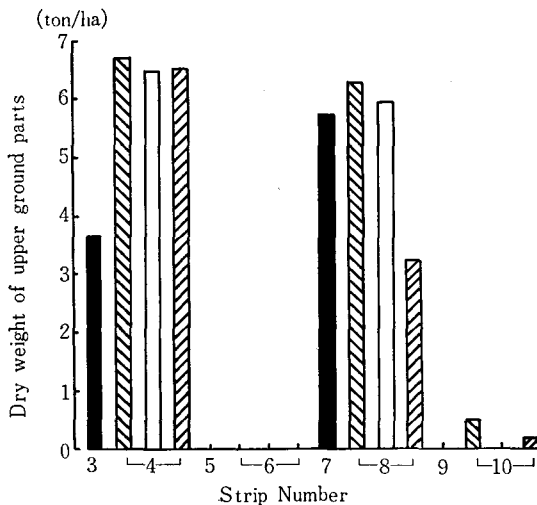


Fig. 1. Biomass of *Sasa* on regeneration area by strip clear-cutting system. Blackrod—remaining stand, blank—cutover area, right down oblique line—east stand edge, left down oblique line—west stand edge.

皆伐母樹法と択伐更新地は全面にササ除草を行なったが、一部は徐々に回復しつつある。带状皆伐更新地は带状番号1, 2, 5, 6, 9, 10がササ除草地, 3, 4, 7, 8がササ生地である。带状番号3~10のササの地上部乾重はFig. 1に示したようで、多少ちらばりはあるがササ量の多い個所の地上部乾重は6 ton/ha前後になるようである。この値は三浦国有林の鞍掛や本谷のササ量と比較して決して多いとはいえない。これは更新伐採後の経過年数の差によるものと思われる。

同じ実験林内の永久保存林(629林班)における風倒地と林内のササの成立状態はTable 1に示したようである。この林分は傾斜が5~8°の緩斜地で、きわめて密にササが成立しているところである。そして風倒地はササの地上部乾重が約

Table 1. Characters and amounts of *Sasa* (in conservation forest)

| Location  | Plot number | Mean height (cm) | Number ( $\times 1,000/\text{ha}$ ) | Dry weight (ton/ha) |      |       | Leaf weight per leaf area ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) | Leaf area index |
|-----------|-------------|------------------|-------------------------------------|---------------------|------|-------|------------------------------------------------------|-----------------|
|           |             |                  |                                     | Leaf                | Culm | Total |                                                      |                 |
| In forest | 1           | 200              | 460                                 | 3.9                 | 11.4 | 15.3  | 0.0054                                               | 7.30            |
|           | 2           | 190              | 670                                 | 5.3                 | 12.4 | 17.7  | 0.0051                                               | 10.44           |
|           | Mean        | 195              | 565                                 | 4.6                 | 11.9 | 16.5  | 0.0053                                               | 8.87            |
| Open      | 1           | 140              | 450                                 | 3.1                 | 7.6  | 10.6  | 0.0046                                               | 6.63            |
|           | 2           | 170              | 680                                 | 4.1                 | 10.1 | 14.2  | 0.0043                                               | 9.64            |
|           | Mean        | 155              | 565                                 | 3.6                 | 8.8  | 12.4  | 0.0045                                               | 8.13            |

17 ton/ha もあったが、実験林内でササ量がもっとも多いところであると思われる。

ササの単位葉面積あたりの葉乾重は、Table 1 から明らかなように、林外のササの方が大きく葉が厚いといえよう。葉面積指数は、林内外ともほとんど変わらず8~9でかなり大きい。それ故地床はきわめて暗く、更新樹はほとんどみられなかった。

### 3) 地床の明るさ

母樹の保残状態およびササ除草などの関係から林内およびササ内の照度の測定は带状皆伐更新地においてのみ行なった。照度測定時における裸地の上向照度が 100,000 Lx 以上の時の、带状番号7 (保残帯ササ生地) の林冠下とササ内、带状番号4 (伐採帯ササ生地) のササ内における平均相対照度 (100 点平均) および相対照度の分布は Fig. 2, 3, 4 に示したようである。

林冠下の平均相対照度は約 21% で、相対照度 30% 以上の“日もれ”もかなりあり、天然生林としては比較的明るいといえよう。これに対し林内に成立しているササ下の地床上の平均相対照度は 1.2% で、“日もれ”も少なくきわめて暗い。このことが後述するようにササ生地の林内に稚樹がほとんど更新し

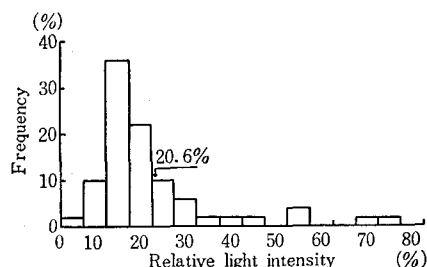


Fig. 2. Frequency distribution and mean of relative light intensity under canopy in remaining stand strip.

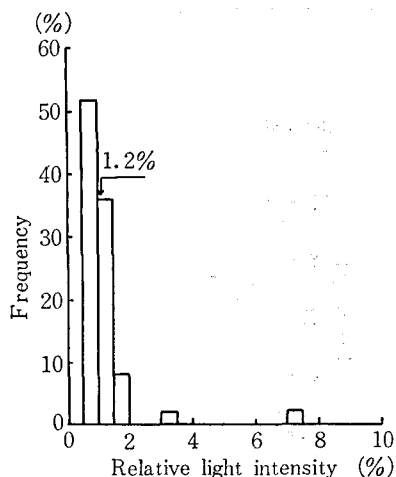


Fig. 3. Frequency distribution and mean of relative light intensity under *Sasa* in remaining stand strip.

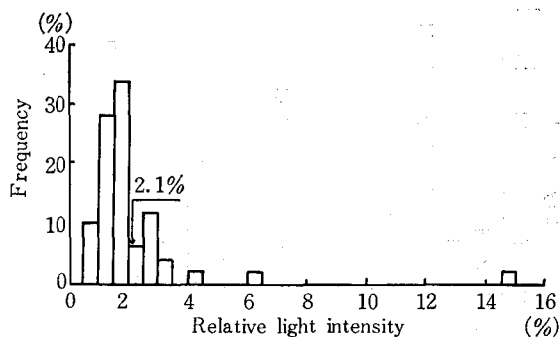


Fig. 4. Frequency distribution and mean of relative light intensity under *Sasa* in cutover strip.

ない大きな原因であると思われる。

伐採帯におけるササ内の地床上の明るさはササ量の多少によって変動が大きいようであるが、今回測定されたプロット<sup>1)9)</sup>のササ地上部乾重は約 6.5 ton/ha あり、その平均相対照度は 2.1% で他の地域の測定結果の傾向と類似している。そしてこの程度の明るさではたとえヒノキの種子が発芽しても、更新樹として今後生長を持続することはかなり困難であると思われる。

### 4) A<sub>0</sub> 層の堆積状態

各更新試験地における落葉落枝、粗腐植および腐植を合せた  $A_0$  層の堆積量を Fig. 5, 6, 7 に示した。帯状皆伐更新地では一部の例外を除いて ha あたりの乾重は 30~80 ton の範囲にあるが、全体を平均すると 50 ton/ha 前後になる。また、択伐更新地では一部を除いて 70~100 ton/

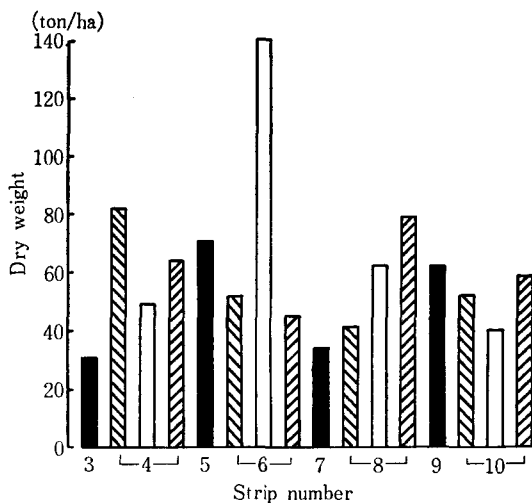


Fig. 5. Amounts of raw humus and litter ( $A_0$  layer) on regeneration area by strip clear-cutting system. Black rod — remaining stand, blank — cutover area, right down oblique line — east stand edge, left down oblique line — west stand edge.

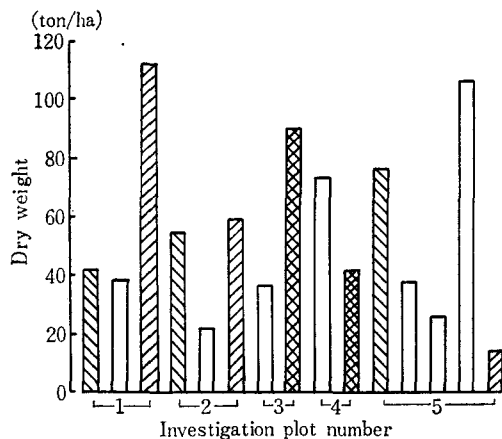


Fig. 6. Amounts of  $A_0$  layer on regeneration area by seed-tree system. Blank — cutover opening, oblique line — border of seed trees.

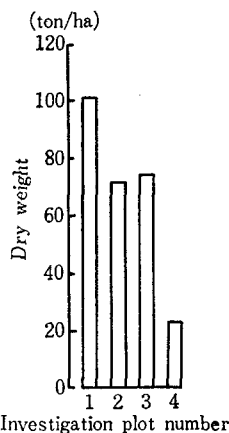


Fig. 7. Amounts of  $A_0$  layer on regeneration area by selection system.

ha である。これらに対し、皆伐母樹法更新地では 50 ton/ha をこえる個所もかなりあるが、半分以上はほぼ 40 ton/ha 以下である。

これは上木伐採後の経過年数のちがいによるものと考えられ、台風などで早くから裸地化した個所は、落葉落枝の供給もほとんどなく、また後述する地温の上昇などの影響で、 $A_0$  層の分解が促進されたものと思われる。したがってヒノキ稚樹の発生成立を阻害する厚い  $A_0$  層は、帯状

皆伐更新地の伐採帯や、皆伐母樹法更新地のササのない個所では今後漸次分解が進み、更新はより有利になるであろう。

### 5) 温度条件

同時刻における各調査プロット内の地表上 10 cm の気温の平均と地表下 5 cm, 10 cm の地温 ( $A_0$  を含む) の平均を Fig. 8, 9 に示した。まず帯状皆伐更新地では、Fig. 8 から明らかなよう

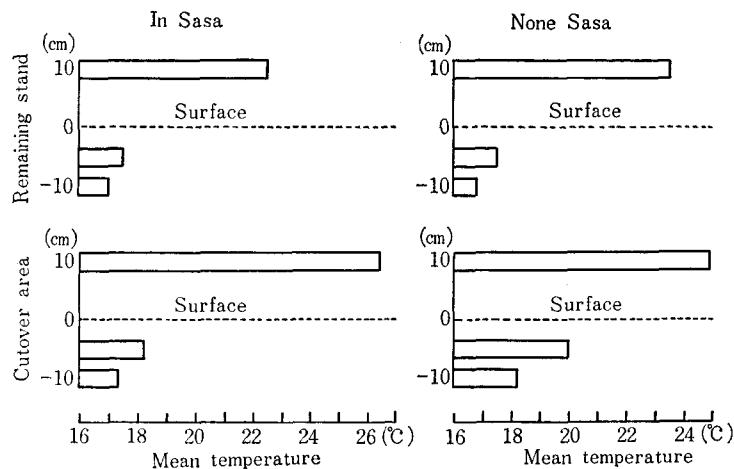


Fig. 8. Mean temperature on each plots of regeneration area by strip clear-cutting system, at 10 cm above the ground and at 5, 10 cm depth under the ground.

に、保残帯林内の温度は気温、地温ともササのあるなしにかかわらず林外より低い。一方伐採帯ではササ中の気温はササのない個所より高いが、地中温度は反対に低い傾向がある。しかも伐採帯のササ成立地や保残帯の地中温度の平均は、気温のもっとも上昇する8月初めにおいてさえ、ほとんど  $18^{\circ}\text{C}$  以下である。これに反し、ササを除草した伐採帯では地表下 5 cm の地温の平均が  $20^{\circ}\text{C}$  であった。

皆伐母樹法更新地では、Fig. 9 のように地表下 5 cm の地温の平均はササのない伐採帯と同様  $20^{\circ}\text{C}$  をこえている。しかし地表下 10 cm の地温の平均はほとんど  $19^{\circ}\text{C}$  以下である。また択伐更新地では保残帯やササ成立地と同様地中温度は比較的低い傾向が認められる。

$A_0$  層の分解に関与する微生物活動のための最適温度は多くは  $22^{\circ}\text{C}$  ~  $25^{\circ}\text{C}$  で、 $18^{\circ}\text{C}$  以下ではその機能が急速に低下するといわれているが、このことも一つの原因として、この湿性ポドゾル地帯では更新を阻害する多量の  $A_0$  層の分解を促進させるために、ササなどの地被物はできるだけ除去し、地中温度を高める必要があろう。

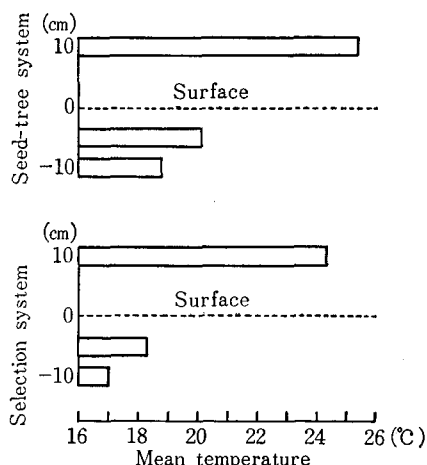


Fig. 9. Mean temperature on each plots of regeneration area by seed-tree system and selection system.

## 5. 稚樹の発生状態

調査はすでにのべたように2年間行なったが、調査プロットと測定方法がことなるので、それぞれ々に検討することにした。

1970年度の調査は択伐更新地を除いて更新面の状態別にプロットを設定した。すなわち帯状皆伐更新地では帯状番号3~10の帯を通して、ササの有無、保残帯中央、林縁および伐採帯中央別にプロットを設定して各2帯ずつ調査し、皆伐母樹法更新地では5地点において母樹群の直下と、もっとも近い2つの母樹群の中間地点にプロットを設けて調査を行なった。稚樹の発生状態は4m<sup>2</sup>内の稚樹をすべて引きぬき、伐採後更新面ができてからの経過年数を考慮して、3年生以下の稚樹だけを平均してとりまとめることにし、その結果をFig. 10に示した。

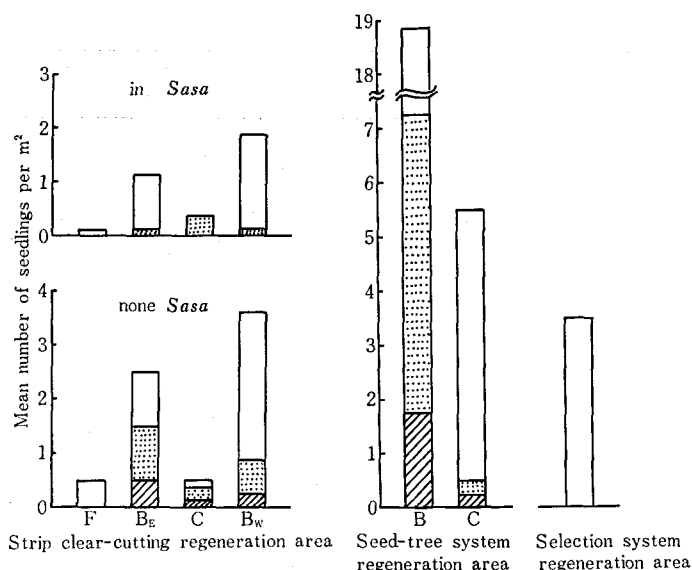


Fig. 10. Mean number of seedlings of *Chamaecyparis obtusa* on each regeneration areas (F; remaining stand strip, B; stand edge, E — east, W — west).  
Blank — 1 year-old seedlings, speck — 2 years, oblique line — 3 years.

帯状皆伐更新地においては、全般的にササ除草地の方がよく更新し、2~3年生の稚樹もよく発生成立しているが、ササ生地では1~2年生のみで、明らかにササ除草地よりも少ない。また、保残帯内や伐採帯の中央付近は稚樹の発生本数が著しく少ない。保残帯の場合は前述のように地床の陽光量の不足が大きな原因と考えられるが、伐採帯の中央付近は両林縁から水平距離で20~30mあり、林縁母樹からの種子の散布が少なかったことが推測される。

伐採帯の両林縁付近はいずれも稚樹の発生本数が明らかに多く、ササのない場合は最近3年間に2.5~3.5本/m<sup>2</sup>更新したことになる。また、ササの有無にかかわらず、伐採帯の東側林縁(保残帯の西林縁)はいずれもその反対側より発生本数が多い。この原因については林縁木の種子の着生量と地床の環境条件を今後さらによく調査し、それらの関連を検討してみたい。

皆伐母樹法更新地は他の更新地より発生本数が著しく多く、母樹付近ではm<sup>2</sup>あたり平均19本もの稚樹が更新している。そして1年生の稚樹が全体の約60%を占めているが2年生も多く、

3年生ですら平均2本/m<sup>2</sup>ほど更新している。これは前述のように帯状更新地に比較してA<sub>0</sub>層量が少なくなっていることや、母樹が台風の被害で早くから単木状態や小集団の群状に残されていた結果、結実が促進され種子の散布量が多くなったことが原因しているものと思われる。

択伐更新地は、前年春に試験地設定（伐採調整ササ除草）をしたばかりであるので、稚樹はすべて当年発芽した1年生のみである。しかしその平均発生本数は3本/m<sup>2</sup>をこえている。

以上全般的にみてもっとも発生本数の多い年令は1年生（当年発芽）で、ついで2年生、3年生の順である。このことは結実量の差によるものか、あるいはせっかく発生した稚樹も何等かの原因で少しずつ枯死消失していくのではないかとと思われる。後者についての一つの根拠としてササ成立地では3年生の稚樹が全くみられない。この現象は今後の更新の成否を決定する重要なカギとして解明する必要がある。

1971年度は稚樹の発生消失と生長状態を継続的に調査する目的で、帯状皆伐更新地では帯状番号1〜10までの斜面中腹に林縁を基準として約10m間隔に、皆伐母樹法と択伐更新地は2個所に適当数のプロットを設定し、更新面ができてから更新した4年生以下のものについて調べた。

帯状皆伐更新地における4年生以下の稚樹の発生密度はFig. 11のようであった。横軸のNo.は帯状番号で、その上の数字はNo. 1およびNo. 7からの距離である。伐採当初帯状幅は50mに計画していたが、これからもわかるように保残帯はせまく、伐採帯は広がっていた。なおNo. 6の伐採帯は1970年度A<sub>0</sub>層除去を行なっているので調査プロットは設けなかった。しかし予備調査した結果ではA<sub>0</sub>層除去面にほとんど稚樹はみられなかった。これはA<sub>0</sub>層除去によって湿性ポドゾル特有の粘土質の表土が裸出するので、雨水流下がはげしく、一時種子が定着しにくいことのほか、せっかく発芽しても乾燥のため枯死するものが多いのではないかとと思われる。これらのことについては今後さらに詳しく調査する予定である。

Fig. 11から明らかなように、No. 3を除いて一般に保残帯やササの成立するところは稚樹の発生が少ない。これは1970年度の調査結果と同じ傾向である。しかしNo. 3は上木とササがあり地床はかなり暗いはずであるのに発芽直後の1年生稚樹が比較的良好に更新している。このような環境条件下で今後稚樹がどのように生長していくのか興味深い問題である。また同じ保残帯であってもササが成立しているところのほうに更新本数が多いことがある。これらの傾向は稚樹の発生に与える地床の環境がきわめて重要であり、これまでの林業技術の常識を捨てて、生物現象の機微をさらに根底から解析する必要性のあることを教えているといえよう。

ササのほとんどない伐採帯No. 2, 10の更新状態はFig. 11から認められるように大きな特徴を示している。すなわち三浦付近のヒノキの天然更新について報告した結果と同様、発生本数は林縁付近に多く、伐採帯の中央付近ほど少ない。このような傾向は他の地方で調査されたものやトウヒなど他の樹種についての報告とほぼ一致している。これは主として種子の散布量のちがいによるものと思われる。

木曽地方でこれまで調べられた多くの資料からヒノキの天然更新に安全な有効飛散距離は樹高幅位と推定されたので、母樹の平均樹高が25m位であることから、50mの帯状幅を計画した。しかしほとんどの伐採帯は実行面で広くなり、特にNo. 2の伐採帯幅は70mにもなってしまった。これは実験的には意味をもつであろうが、事業上からは問題があろう。伐採帯No. 2は設定後2年目であるので、発生している稚樹はほとんど1年生か2年生である。しかし2年生のものも前年の後期に発生したようで1年生稚樹と区別しにくいものが多かった。これに対しNo. 10は設定後すでに3年を経過しているので大部分の稚樹は2年生以上で、もっとも多く発生しているプロットは7本/m<sup>2</sup>以上にも達し、またそれらはかなりよく生長しはじめている。また

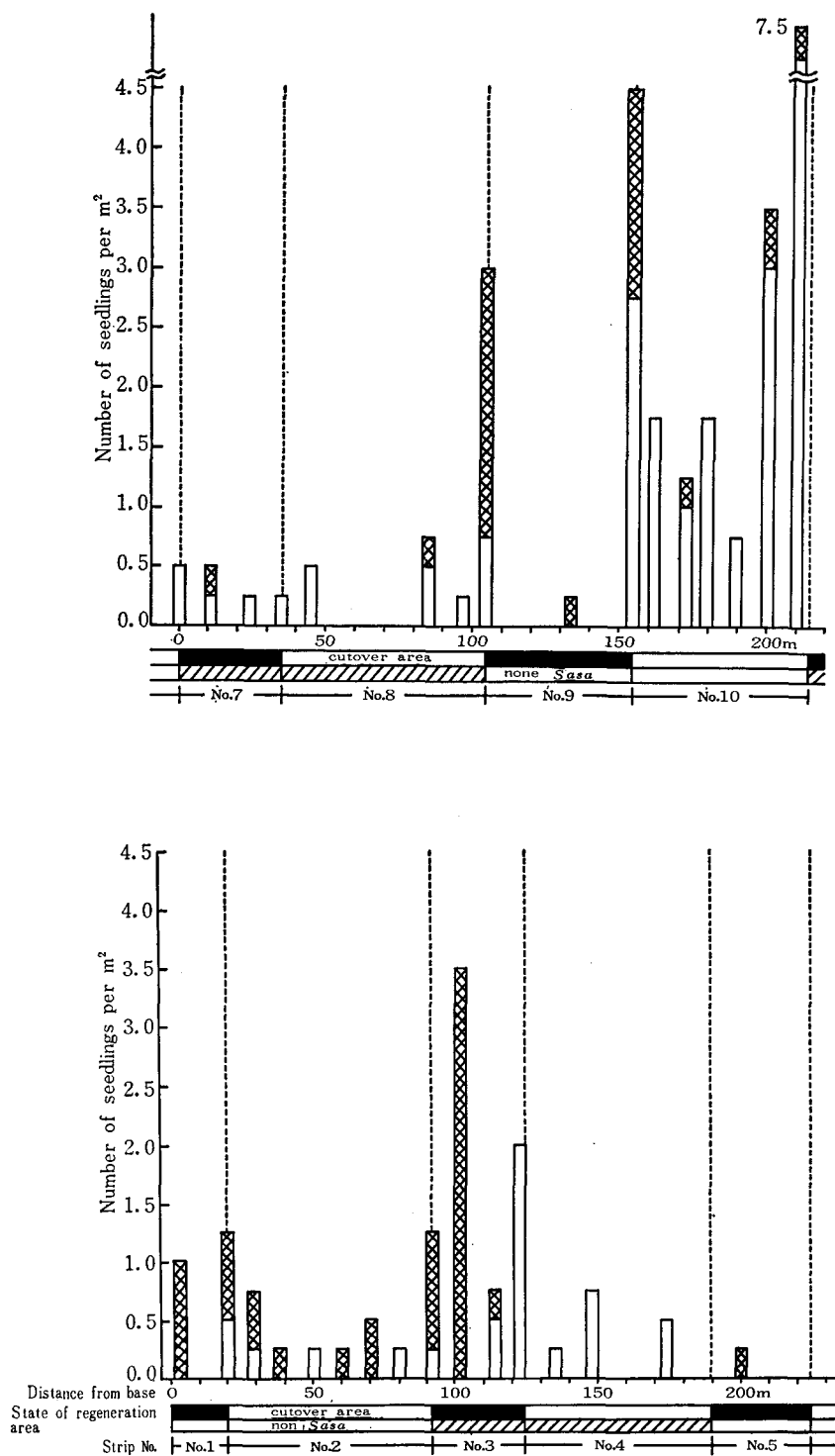


Fig. 11. Number of seedlings of *Chamaecyparis obtusa* on regeneration area by strip clear-cutting system. (Black stripe — remaining stand area, oblique line stripe — in *Sasa* area). Both oblique line — 1 year-old seedling, blank — over 2 years.

Fig. 11 から明らかなように帯状幅も 50m 余であり、ほとんどのプロットで  $m^2$  あたり 2 本以上の更新稚樹を期待できそうである。

皆伐母樹法更新地は 2 カ年にわたって設定されたが、今年度の調査は 1970 年度と同様、1967 年度に伐採された中腹より下部の区域で行なった。2 つの調査地 Block 1, 2 における母樹と各プロットの配置ならびにそのなかの稚樹の発生状態をそれぞれ Fig. 12 に示した。ワク内の数字は  $4 m^2$  内の全稚樹本数で ( ) 内は 2 年生以上の本数である。なおこの配置図は略図であるが、各母樹群の距離はほぼ 30~60 m である。

調査地 Block 1 におけるプロット内の最多稚樹本数は No. 15 の 22 本/ $4 m^2$  で、これを  $m^2$  あたりに換算すると 5.5 本になる。種子の散布状態から推測すると、普通帯状皆伐更新地の林縁にみられるように母樹周辺の個所の発生本数が多いはずである。しかし Fig. 12 から認められるように、Block 1, 2 とも必ずしも母樹付近の方が多いいとはいえず、むしろそれから少し離れた個所の方が多いい傾向がある。プロット数が少なくかなり粗雑であるが、暫定的に  $4 m^2$  内の稚樹本数が 5 本以下、6~15 本、16 本以上のいわゆる等本数線を引いてみると図のようになるものと思われる。これから明らかなように、いくつかの母樹群からの散布種子が重なり合うようなところに、稚樹がよく更新するようである。しかし、回復したササの成立状態や粗腐植の堆積状態が局部的にことなり、一様な更新環境とはいえないので、今後はプロット数をさらに多くし、稚樹の発生状態の変化を追跡する必要がある。

しかし実験林設定後 4 年を経過した母樹の保残率のもっとも少ない皆伐母樹法更新地にも、母樹群から近ければほとんど全面にわたって稚樹が発生し、しかもそれらが生長しはじめたことは、天然更新の成否にきわめて明るい見通しを与えたといえよう。

択伐更新地における稚樹の発生状態は他の調査地と比較して著しいちがいがみられた。すなわちすでにのべた 1970 年度の 4 プロットの平均発生本数は、 $m^2$  あたり約 3.5 本で、実験林設定後 2 年目であったため、その稚樹はすべて 1 年生であった。このプロット付近に今年度は 8 プロット設けたのであるが、前年発生した稚樹は僅かしか残っていない、大部分は枯死消滅したようであった。しかも今年発生した稚樹もきわめて少なかった。

択伐といっても、約 50% の除間伐を行なっただけであるが、ササはほとんど全面に除草されているので、林床にはかなりよく光が達しているはずである。このような環境で何故うまく更新しないのか、稚樹が枯死する原因も含めて広く環境要因の解析を行なう必要がある。

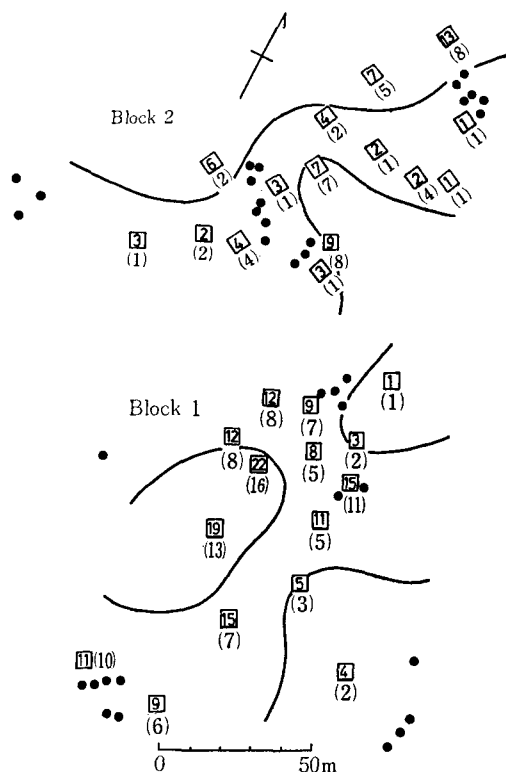


Fig. 12. Location of seed trees and investigation plots, and number of seedlings on regeneration area by seed-tree system (Block 1, 2). Curved lines show a equal number line of seedlings.  
● seed tree  
□ total number of seedlings in  $4 m^2$  plot  
( ) number of over 2 years

## 6. 稚樹の生長状態

### 1) 更新稚樹の大きさ

1970年度の調査資料にもとづき発生密度のとりまとめ方と同様、更新面の状態別に3年生以下の稚樹の平均高と平均根元直径を示すと Fig. 13, 14 のようになった。

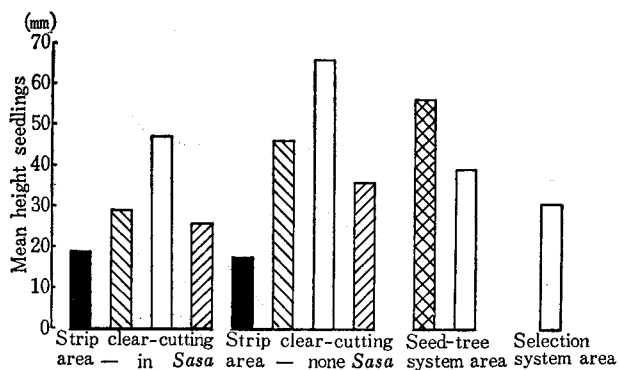


Fig. 13. Mean height of seedlings on each regeneration area.

Black rod — remaining stand, blank — cutover area, right down oblique line — east stand edge, left down oblique line — west stand edge, both oblique line — border of seed trees. These marks apply in Fig. 14, 17, 18.

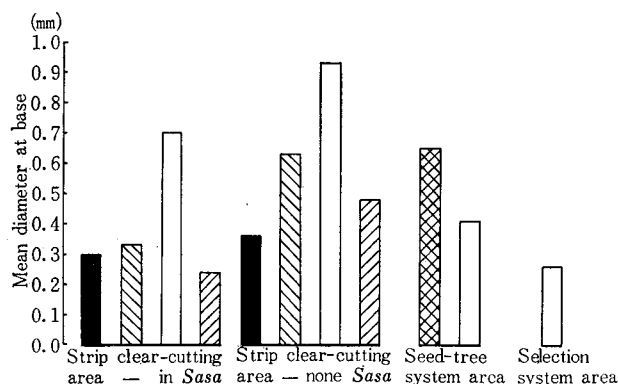


Fig. 14. Mean diameter at base of seedlings on each regeneration area.

带状皆伐更新地の伐採帯では、平均高、平均根元直径とも発生密度とは逆の傾向を示し、伐採帯中央付近の稚樹が大きい。しかしこれは Fig. 10 から理解されるように、若い1年生の稚樹が少ないことが影響しているからである。また、ササのない更新地の稚樹の平均高や平均根元直径はササ成立地のそれより大きい傾向を示しているが、これも更新稚樹の年令構成のちがいが影響している。したがって更新面の状態のちがいによる稚樹の生長状態の比較は、つぎにのべる大きさの頻度分布や年平均生長量で検討するのが適切であろう。

1971年度の調査資料から带状皆伐更新地におけるササ生地とササ除草地のそれぞれのプロットをまとめ、2年生以上の稚樹高の頻度分布をもとめると Fig. 15 のようになった。除草剤でササを枯らした带状更新地では、高さ 10 cm 以上の稚樹が約 40 % ほどを占め、特に3年生の稚樹がよく生長しはじめているのに反し、ササの成立する更新地

ではほとんどが 10 cm 以下で、しかもその約 2/3 が 5 cm 未満の稚樹である。この傾向は 1970 年度の上述の結果と同様であるが、このことは密生したササが稚樹の発生ばかりか、生長に対しても著しく悪い影響を与えることを意味しているといえよう。したがってなるべく早期に稚樹の発生、生長を期待するならば、更新面の設定以前か同時にササを除去するのが望ましい。

一方、皆伐母樹法更新地における2年生以上の稚樹高の頻度分布は Fig. 16 のようになった。実験林設定と同時にササを除草し、4年を経過したが、部分的にササが回復しつつあるので、各プロットとも半分位は高さの低いササが存在する。それ故稚樹の発生には好都合であると思われ

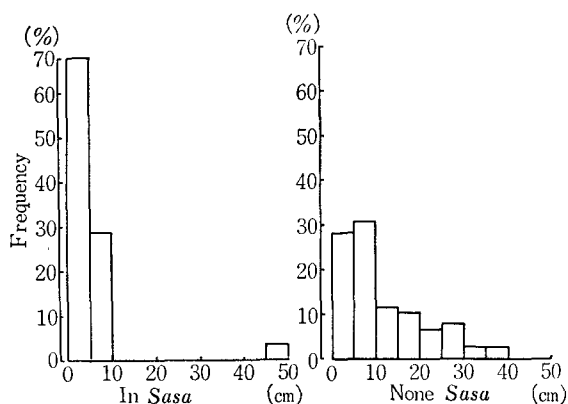


Fig. 15. Frequency distributions of seedling height on regeneration area by strip clear-cut system.

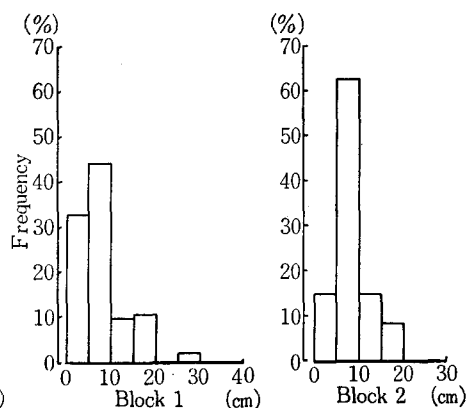


Fig. 16. Frequency distributions of seedling height on regeneration area by seed-tree system (Block 1, 2).

たが、生長は多少押えられるようであった。それでも 10 cm 以上の稚樹が 20% 以上を占め、毎年 3~5 cm ほど伸長しているようであった。

## 2) 稚樹の年平均生長量

1970年度の調査では各プロットの稚樹の個体ごとの年令を調べたので、3年生以下の年平均生長量をもとめ、更新面の状態別にそれを取りまとめ、年平均伸長量の平均を Fig. 17 に、年平均根元直径生長量の平均を Fig. 18 に示した。

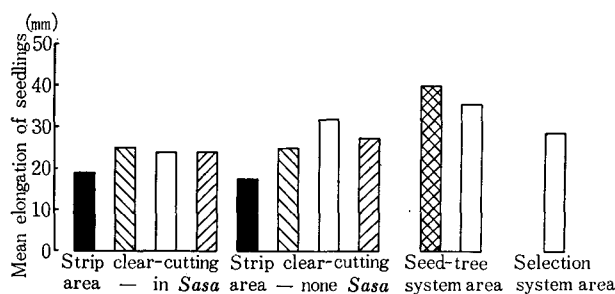


Fig. 17. Mean elongation (annual height increment) of seedlings on each regeneration area. Marks is similar Fig. 13 showed.

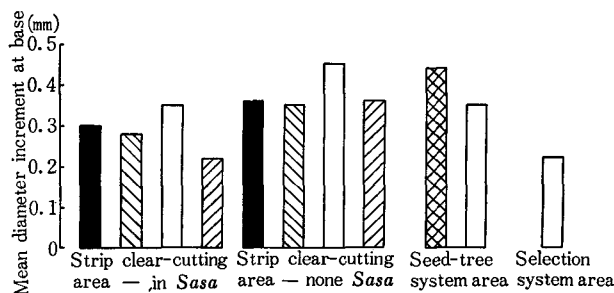


Fig. 18. Mean diameter increment at base of seedlings on each regeneration area. Marks is similar Fig. 13 showed.

更新後まだ間がない稚樹であるので、更新面の状態のちがいによる差はそれほど著しくはない。しかし保残帯やササ成立地の稚樹はササのない伐採帯に比較して伸長量も直径生長量も少ない傾向がみられる。また特に皆伐母樹法更新地の年伸長量は平均 4 cm ほどでかなり大きかった。このような傾向は稚樹の生長のためには適当な陽光量を必要とすることを示していると考えられた。

### 3) 稚樹の形質

一般に植物体の各器官はそれぞれの種に特有な形態形成と生長を行なう。しかし特殊な環境下においてはしばしばある限度内で異常な成形を行なう。各部分間の相対生長関係は環境特性によってあらわれる形態上の特徴をうまく理解させるようである。

1970 年度の調査では稚樹をすべて引ぬいて各部分の大きさを測定したが、保残帯やササ成立地には 2 年生以上の稚樹が少なく、更新面の状態別に相対生長関係を検討することは困難であった。そのため 1971 年度には带状皆伐更新地の調査プロット外で、ササ除草地の保残帯 No. 5 と伐採帯 No. 6 に更新していたいろいろな大きさの稚樹を 20 本ずつぬきとり、特に各部分量間の相対生長関係を解析してみた。

#### (a) 根元直径 ( $D_0$ ) と稚樹高 ( $H$ ) の相対生長関係

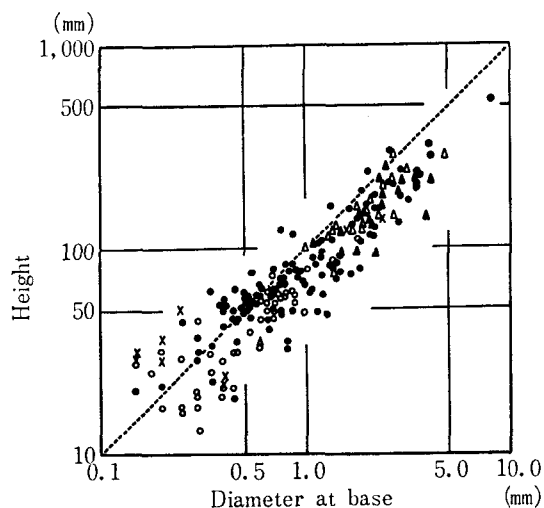


Fig. 19. Allometric relations between diameter at base and height of seedlings on each regeneration area.

- strip clear-cutting system
  - seed-tree system
  - × selection system
  - △ cutover opening
  - ▲ remaining stand
- } investigated at none  
Sasa on regeneration  
area by strip clear-cutting  
system, in 1971.

各更新試験地別と上述の带状皆伐更新地の林内外別に、2 年生以上の稚樹の  $D_0$  と  $H$  の相対生長関係を Fig. 19 に示した。各稚樹の  $D_0-H$  関係はかなりバラツキがあり、また試験地の種類や更新面の状態のちがいによって分離するような傾向はほとんど認められない。破線で示した同じ単位の  $H/D_0=100$  の線分を一応の目安として考えると、多くの稚樹は  $H/D_0=100$  より小さい。これはすでに報告したように天然更新稚樹としては一応健全で好ましい形といえそうである。しかしまだ更新後の期間が短かく、上木やササの存在の有無が今後の形質生長にどのように影響するかさらに詳しく検討する必要がある。

#### (b) 同化部乾重 ( $w_L$ ) と非同化部乾重 ( $w_c$ ) の相対生長関係

ササ除草地の保残帯林内と伐採帯林外に更新している稚樹の  $w_L$  に対する  $w_c$  の相対生長関係は Fig. 20 のようで、林内稚樹と林外稚樹は大きい方で分離する傾向が認められる。そして林外稚樹の方が

が相対的に葉量が多いが、更新稚樹の形としては一定の  $w_c$  に対して  $w_L$  の多い方が望ましく、今後の生長に有利であると思われる。

一方、 $w_L$  が相対的にきわめて少なくなり、図の左上に離れるようになると、やがてこのような稚樹は枯死するものと思われる。

(c) 地下部乾重 ( $w_R$ ) と地上部乾重 ( $w_T$ ) の相対生長関係

前と同じ稚樹の  $w_R$  に対する  $w_T$  の相対生長関係を Fig. 21 に示した。図から認められるように、林内稚樹と林外稚樹は明らかに分離する。 $w_R-w_T$  の関係はすでに報告したように、土地条件によってかなりこととなるが、林外稚樹の場合はその勾配がほぼ 1 に近似し、いわゆる  $T/R$  率は約 5 で比較的大きく、一定の  $w_R$  に対して  $w_T$  がかなり多い傾向が認められる。これに反して林内稚樹は相対的に  $w_T$  が少なく、地上部の生長が悪いといえよう。したがって一般造林用苗木で用いられる  $T/R$  率の基準を天然更新稚樹にそのままあてはめることは問題で

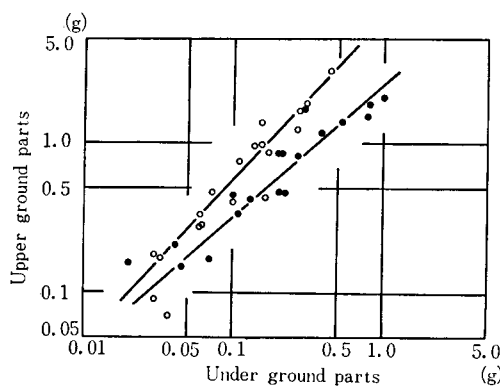


Fig. 21. Allometric relations between oven dry weight of upper and under ground parts of seedlings at none *Sasa* on regeneration area by strip clear-cutting system.

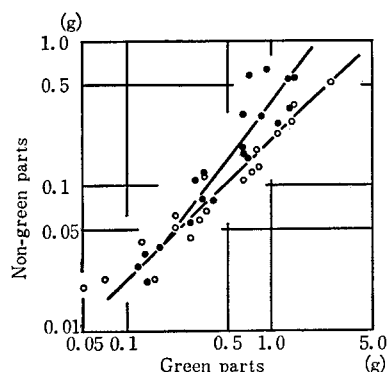


Fig. 20. Allometric relations between oven dry weight of green parts (assimilation organ) and non-green parts of seedlings at none *Sasa* on regeneration area by strip clear-cutting.

○ cutover opening

● remaining stand

These marks apply in Fig. 21, 22.

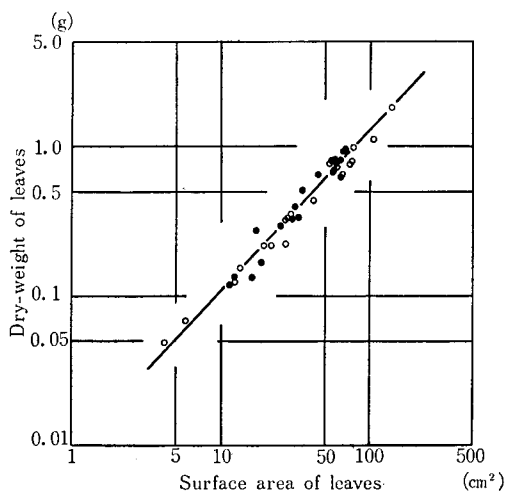


Fig. 22. Relations between oven dry weight and surface area of seedling leaves.

あり、別に更新稚樹として好ましい  $w_R-w_T$  関係を明確にすべきであろう。

(d) 葉の乾重 ( $w_L$ ) と表面積 ( $A_L$ ) の関係

一般に陽光を十分受ける部分の葉は陽葉で、被陰下の葉は陰葉であるとされている。そして形態上陰葉は陽葉に比較して葉の厚さがうすいのが普通である。したがって陰葉は一定葉面積あたりの葉乾重が小さくなるはずである。Fig. 22 に上と同じ稚樹の  $A_L$  と  $w_L$  の関係を示したが、林内稚樹と林外稚樹はほとんど分離しないようであった。ヒノキの更新稚樹というのはいり陰葉的な形態をとり、陽光量の影響も形にあらわれにくい生長段階ではないかと思われる。したがって生長段階が進めば、光環境のちがいによる陰葉、陽葉の形態変化がおこるものと思われる。

以上のべてきた稚樹の各部分間の相対生長関係は、生長段階が進むにしたがっていろいろ変化するもので、どのような相対生長関係すなわち形質が天然更新にとって適当であるかは、更新面

の環境と関連づけて見出す必要がある。

## 7. お わ り に

天然下種更新というものは更新が一応完了するまでも 10~30 年という実にながい時間を必要とするものである。湿性ポドゾル地帯という森林の造成にきわめて厳しい環境条件のところで作られた三浦実験林のヒノキ天然更新について、設定後 3 年以上を経過した 3 種の試験地の現況をとりまとめたが、以上のべてきたように、とにかく一応稚樹が発生し、また更新面の状態によっては今後の生長にある程度の期待をもちうる資料がえられたことは、三浦実験林における天然更新の将来に曙光を与えたものといえよう。

しかしせっかく更新した稚樹が厳しい環境に耐えて今後生長していく過程には、なお多くの問題が伏在しているものと思われる。今後はそれらが更新樹として確実に生育できるかどうか、慎重に根気よく追跡する必要がある。

## 引 用 文 献

- 1) 赤井竜男・浅田節夫：天然更新に関する研究(I) 木曽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**, 35-63, (1967)
- 2) 浅田節夫・赤井竜男：木曽地方におけるカラマツの生産力と湿性ポドゾル地帯の更新, 長野営林局, (1966)
- 3) 長野営林局計画課：三浦実験林のあらまし, 長野営林局, (1971)
- 4) 高野国夫・森本泰次：三浦国有林における地形——特に斜面形とヒノキ・カラマツ造林木に関する研究, 長野局報, **23**, 27-50, (1955)
- 5) 竹原秀雄・久保哲茂・細川一信：木曽地方における石英斑岩に由来する Podzol 化土壌について, 日林誌, **39**, 419-426, (1957)
- 6) 河田 弘：湿性ポドゾル地帯の造林について, 長野林友, **6**, 25-32, (1960)
- 7) 浅田節男・赤井竜男・島崎洋路・野笹多久男：木曽谷におけるカラマツの生産力について(II) 養分循環上よりみた三浦地区のカラマツ造林, 日林構, **77**, 215-218, (1966)
- 8) 林野庁：長野営林局土壌調査報告, **6**, (1960)
- 9) 赤井竜男・浅井達弘：ササ内におけるヒノキ更新稚樹の成立状態, 日林関支講, **19**, 5-6, (1968)
- 10) 尾方信夫・上中作次郎・中村実：ヒノキ天然下種更新の成立に関する研究(第8報) ヒノキ人工壮令林における林縁からの距離と林内稚樹の成立状態, 日林九支論集, **23**, 59-60, (1969)
- 11) 赤井竜男：住友林業別子山事業区における天然更新について, 住友林調研報, **14**, (1970)
- 12) RONCO, F.: Engelmann spruce seed dispersal and seedling establishment in clearcut forest openings in Colorado. USDA. For. Ser. Res. Note RM **168**, 1-7, (1970)
- 13) VANSELOW, K.: Natürliche Verjüngung im Wirtschafts Wald. (1931)
- 14) 坂口勝美：ヒノキ育林学, (1952)
- 15) 柳沢聡雄ほか：新しい天然更新技術, (1971)
- 16) 佐藤敬二：日本のヒノキ(上巻), (1971)
- 17) JANZEN, D. H.: Herbivores and the number of tree species in tropical forest. Amer. Naturalist, **104**, 501-528, (1970)

## Résumé

The Miure Experimental Forest of Nagano Regional Forest Office was established to find out a regeneration method of forest suitable at the wet podzolic zone which appears in the pene plain area (about 1,200-1,500 meter above the sea-level) on the

south-west slope of Mt. Ontake, in Nov. 1966. This paper summarizes the survival and establishment of the *Hinoki* (*Chamaecyparis obtusa*) seedlings on the regeneration areas of strip clear-cutting, seed-tree and selection system which have elapsed for 3–4 years since the various studies of natural regeneration in this Experimental Forest.

On cutting area of alternate clear strip system, the natural forest which mostly consists of the *Hinoki* was felled on a width of about 50 meter (as twofold of tree height), and the *Sasa* (bunboo grass) in remaining stand and cutover strip was either remained or weeded by herbicide. The mean dry weight of the upper ground parts of the *Sasa* which always covers closely the Miure district was estimated at about 6 ton per hectare (Fig. 1, Table 1).

The average light intensity under the *Sasa* on a cutover area showed 1–2% of full daylight, with the average including sun-flecks (Fig. 4). The soil temperature in 5–10 centimeter depth from the surface at cutover opening became higher than 20°C in summer, but at the area covered with *Sasa* never exceeded its soil temperature (Fig. 8).

On the seed-tree system regeneration area where mother trees were remained in group from three to ten trees at intervals of 30–60 meter (about 4% remaining rate) and on selection system regeneration area where natural forest trees were thinned out at about half of stand volume, the whole *Sasa* was weeded by herbicide after logging was removed.

The oven-dry weight of A<sub>0</sub> layer (consisting of litter, raw humus and humus) in each regeneration area was estimated at 40–60 ton/ha (Fig. 5, 6, 7). Therefore, it was presumed that the natural regeneration in the Miure district is obstructed for thickly accumulated A<sub>0</sub> layer and the insufficiency of sunlight under the *Sasa* as mentioned above.

Survival seedlings were found on all regeneration area. On the strip clear-cutting system, the regeneration area under the *Sasa* and the remaining stand were either poorly stocked or nonstocked, but on the cut-over opening area where the *Sasa* was weeded, live seedlings were abundant (Fig. 10, 11).

In general, most seedlings were found near the stand edge into cutover opening area, and the greatest number of seedlings amounted to 70,000 per hectare with 2–4 year-old seedlings that regenerated since study area was established. But it seemed that the number gradually decreased according the increase of distance from seed source (Fig. 11).

On the regeneration area of the seed-tree system, live seedlings were everywhere abundant, and especially numerous near the seed-tree group or on location where seed dispersal overlapped (Fig. 12). On the regeneration area of the selected system, no seedlings over 2 year-old were found, and only a few 1 year-old seedlings were alive.

Judging from the frequency distributions and the mean increment of seedling height in each regeneration area, it was presumed that survival and growth of seedlings were obstructed by a closely grown *Sasa* (Fig. 15, 16, 17).

The allometric relations of height to diameter at base of seedlings roughly correlated to linear relation, but they did not differ too much among each regeneration areas (Fig. 19). In regards to the allometric relations between each two parts weight of seedlings in weeded *Sasa* area, the oven dry weight of green parts (assimilation organ) and upper ground parts of seedlings regenerated under remaining stand tended to be relatively smaller than those of cutover opening area (Fig. 20, 21). However, the relation of oven dry weight to surface area of seedling leaves was scarcely found out to differ with those regeneration area (Fig. 22).

Therefore, on the wet podzolic zone having *Hinoki* natural forest, it seemed that the survival and establishment of *Hinoki* seedlings in cutover regeneration area would surely be promoted, so far as the closed *Sasa* was weeded and seed trees or stands were remained at width as twofold of tree height.



Photo. 1. The regeneration area by strip clear-cutting system where Sasa was weeded by herbicide.



Photo. 2. The regeneration area by strip clear-cutting system in rank Sasa.



Photo. 3. The regeneration area by seed-tree system.