

## ヒノキ人工林における再生産過程の検討 (Ⅱ)

加 茂 皓 一・赤 井 竜 男

### Investigations on the Regeneration process in *Chamaecyparis obtusa* Stands (Ⅱ)

Kouichi KAMO and Tatsuo AKAI

#### 目 次

|               |    |                        |    |
|---------------|----|------------------------|----|
| 要 旨           | 58 | 1) C/F 比               |    |
| はじめに          | 59 | 2) Specific leaf area  |    |
| 1 調査地の概況と調査方法 | 59 | 3) T/R 率               |    |
| 2 稚樹の生育状態     | 59 | 4 林縁の形成にともなう稚樹の生長機構の変化 | 70 |
| 1) 更新樹の大きさ    |    | 引用文献                   | 73 |
| 2) 稚樹高と年令との関係 |    | Résumé                 | 74 |
| 3 稚樹の形質       | 63 |                        |    |

#### 要 旨

愛知県段戸国有林のヒノキ人工林内には、前回報告したように、間伐とか林縁が形成されたことによって発生定着したと思われる天然生ヒノキ稚樹が多数更新している。本報告はこのような林内更新稚樹を後継林に育てるための基礎的な資料を得るため、林内稚樹の生育状態と側方林分が伐採された場合の稚樹の生長機構の変化についてとりまとめたものである。

その結果は次のようであった。

1) 稚樹の大きさは林縁から林内に入るに従い著しく減少する。また稚樹高と年令との関係から林内稚樹は林縁稚樹と比較して生長が著しく抑えられているのが認められた。これは林縁付近と林内における光条件の違いを反映したものと考えられた。

2) 地上部の同化部分乾重と非同化部分乾重との相対生長関係から林内稚樹は林縁稚樹よりも相対的に葉量が多くなっているのが認められた。

3) ヒノキ稚樹の Specific leaf area は林縁稚樹よりも林内稚樹でやや大きな値を示した。そしてこの Specific leaf area と稚樹高の対数との間にはばらつきは大きい負の相関関係が認められた。このことから生育段階が進むにつれて葉の陽葉化が起るものと推察された。

4) 地下部乾重と地上部乾重との相対生長関係から林縁稚樹と林内稚樹とでは T/R 率に違いが認められなかった。

5) 調査地68では最近その林分の南側が皆伐されたため稚樹の生長が明らかに良くなっているが、これは、全器官に占める光合成器官の量が一時的に増したことで、さらに葉の生産能率が高まったことが原因としていたと思われる。そして、その生長のよくなりかたは被陰下での生長の不

良なものほど著しくなる傾向が認められた。

## は じ め に

森林の伐採を調整することによって天然生稚樹の発生生長を促し、後継樹を仕立てることを天然更新とよんでいる。しかし実際天然下種によって稚樹を発生生育させ後代の林に導くためには長い年月を必要とし、その間の更新面の整備保育にはしばしば多大な経費や労力を必要とする。そこでわが国ではたまたま林内に更新していた前生稚樹を上層林冠をコントロールして育成する<sup>2)</sup>場合が多いようである。

いうまでもなくこのような前生稚樹に期待した天然更新は、暗い林内で長期間生存が可能な耐陰性の強い樹種によって行なわれるのが普通である。従ってこの種の天然更新を実行する場合、林内稚樹の生態を知らなければならないし、上層冠が疎開された際それら稚樹がいかなる反応を示すかも検討しなければならない。

このシリーズでとりあつかうヒノキは、一般に比較的耐陰性の強い樹種といわれている。事実各地のヒノキ林内では相対照度が数%といった暗さに耐えて生存しているヒノキ稚樹をよくみかける。特に前回報告したように、愛知県段戸国有林のヒノキ人工林内には、過去の間伐とか、林縁が形成されたことによって発生し<sup>1)</sup>完着したと思われるヒノキ稚樹が多数みられ、そのきわだった例といえよう。

そこで今回は、このような林内稚樹の生育状態や側方林分が伐採されたことによってそれらの稚樹の生長機構にどのような変化が生じたかを生産生態学的な観点から検討し、林内稚樹を後継樹に導くための生物学的な手掛りをえようとした。

本研究を行なうにあたり、適切な助言をいただいた京都大学農学部四手綱英教授および川那辺三郎博士に厚く御礼申し上げるとともに、調査に際し全面的に協力いただいた京都大学農学部森林生態学研究室の諸氏に深く感謝する。また現地新城営林署にはなにかと配慮を戴いた。厚く謝意を表したい。

## 1. 調査地の概況と調査方法

調査は名古屋営林局新城営林署<sup>D</sup>段戸経営区内の壮令ヒノキ人工林内で行なった。調査地の林況や調査方法などについては第1報のとおりである。なお、3-2)ではこれらとは別に次の調査地で行なった調査の結果を報告する。この調査地は57年生ヒノキ人工林内で、斜面は約10°の傾斜をなし、上層木の立木本数は1500本/ha、胸高断面積合計は60m<sup>2</sup>/haである。調査地の北～北東側は1969年に伐開され、陽光が入りやすい状態になっている。一方北西側林縁は幅約12mの防火帯と接し林套が形成されている。1971年の10月に大きさ1m×1mの方形ワクを北東林縁から林内へ2.5m(プロット1)、30m(プロット2)の地点に、また北西林縁から林内へ5m(プロットA)、12m(プロットB)の地点にそれぞれ設けた。そして方形ワク内のすべての稚樹を掘取り各個体の大きさや、葉面積などを測定した。

## 2. 稚樹の生育状態

### 1) 更新樹の大きさ

各調査地に更新していた天然生ヒノキ稚樹の成立状態を示すと表1のようであった。表から認

Table 1. The quantitative description of natural Hinoki seedlings in Dando national forest.

| Block | plot | The distance from stand edge or gap (m) | Number of seedlings (No / m <sup>2</sup> ) | Mean seedling height (cm) | Mean seedling diameter at base (cm) | Mean dry Weight (g) | Mean age (year) |
|-------|------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------|
| 65    | A    | 3.5                                     | 34                                         | 76                        | 0.75                                | 47.8                | 13              |
|       | B    | 6.5                                     | 55                                         | 43                        | 0.41                                | 11.1                | 12              |
|       | C    | 11.0                                    | 108                                        | 20                        | 0.22                                | 1.56                | 9               |
|       | D    | 16.5                                    | 95                                         | 12                        | 0.15                                | 0.387               | 7               |
| 68    | A    | 5.5                                     | 45                                         | 31                        | 0.37                                | 5.2                 | 11              |
|       | B    | 20.0                                    | 16                                         | 23                        | 0.26                                | 2.5                 | 10              |
| 70    | A    | 0.5                                     | 11                                         | 164                       | 1.68                                | (169)               | 20              |
|       | B    | 5.5                                     | 19                                         | 72                        | 0.66                                | (29.5)              | 18              |
|       | C    | 10.5                                    | 15                                         | 66                        | 0.70                                | (24.3)              | 19              |
|       | D    | 23.0                                    | 56                                         | 34                        | 0.36                                | (2.99)              | 13              |
| 25-S  | A    | 1.5                                     | 29                                         | 39                        | 0.37                                | 9.65                | 7               |
|       | B    | 9.5                                     | 16                                         | 24                        | 0.22                                | 4.16                | 6               |
|       | C    | 18.0                                    | 19                                         | 21                        | 0.20                                | 1.10                | 8               |
| 25-N  | A    | 1.0                                     | 9                                          | 87                        | 0.80                                | 67.7                | 10              |
|       | B    | 10.0                                    | 49                                         | 40                        | 0.35                                | 4.08                | 10              |
|       | C    | 23.0                                    | 88                                         | 26                        | 0.25                                | 2.07                | 10              |
|       | D    | 37.5                                    | 198                                        | 19                        | 0.18                                | 0.72                | 10              |

( ) =upper ground part

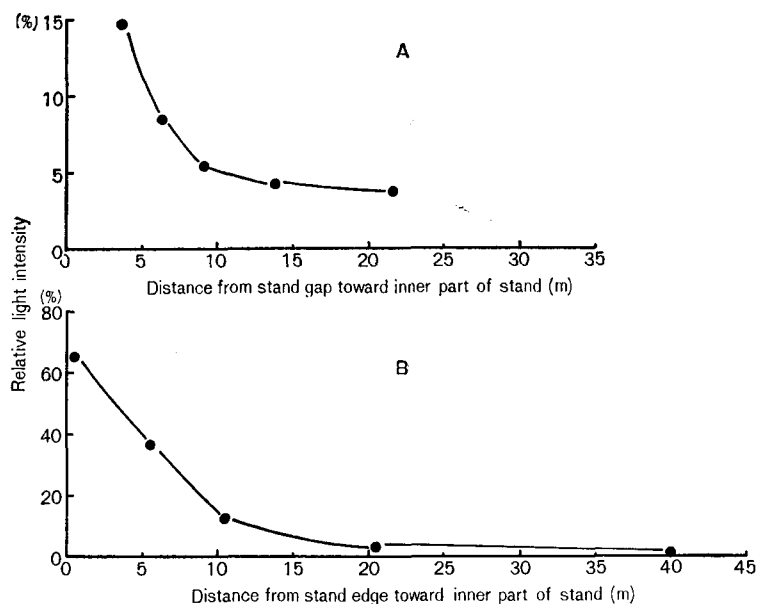


Fig. 1. The distribution of relative light intensity from the stand edge (or gap) toward inner part of stand.

A : site No. 65

B : site No. 68

められるように、調査地68を除き、各調査地とも林縁稚樹が林内稚樹よりも平均稚樹高、平均根元直径、平均個体重とも大きい。そして林縁から林内への稚樹の大きさの変化は林縁付近ほど著しく林内では緩慢となる。

また図1には調査地65の林内孔状地から林内への平均相対照度の推移ならびに林縁がもっともきれいであらわれている調査地68の同じような相対照度の変化を示した。図から明らかなように相対照度は林縁から林内へほぼ指数関数的に減少し、稚樹の大きさの林縁から林内への変化の傾向とおおむね一致するようである。

次に調査地70における稚樹高の度数分布を林縁から林内へ示したのが図2である。林縁では稚樹が広い範囲に分布し、大小のばらつきが大きいのにに対し、林内では各個体が小さな階級に片寄り、その範囲は狭く、背ぞろい的な傾向を示す。ここには示さなかったが他の調査地でもおおむね同じ傾向を示すと考えてよい。一般に林縁稚樹では生長状態が良いためすでに閉鎖状態に達し、その結果自然間引がおり各個体の優劣差はげしくなっているが、一方林内稚樹では林縁と比べて光条件が悪いため生長が遅く、そのため比較的そろった小さな個体が多くなっていると考えられる。

ところで調査地68では、表1から明らかなように他の調査地ほど林縁稚樹と林内稚樹との生育の差は著しくない。また稚樹高の度数分布(図2)でも林縁稚樹は林内稚樹より幾分分布が大きい方に偏っているものの両者に大きな違いは認められない。これは林縁ができてからまだ数年しか経過していないためである。しかし稚樹の生長は林縁が形成されたことによって明らかに良くなっているが、このことについては後で述べる。

## 2) 稚樹高と年令との関係

各調査地の林縁稚樹と林内稚樹のおおのの年令に対する稚樹高の関係を図3に示した。この関係がその場所における稚樹の生長過程をおおよそあらわしていると仮定すると、図から明らかなように、ここでも調査地68を別にすれば、林縁稚樹と林内稚樹とはきわめて異なった生長パターンを示している。すなわち林縁稚樹は年令に対しておおむね指数関数的に高さの生長が増加しているが、一方林内稚樹ではその増加がやや直線的な傾向を示すようである。一般に樹高生長がS字型の曲線を描くとすると、林縁稚樹では、この場合、その立ちあがりの部分を示し、通常の生育段階にあると思われる。それに対して林内稚樹では光条件などが悪いため著しく抑えられ

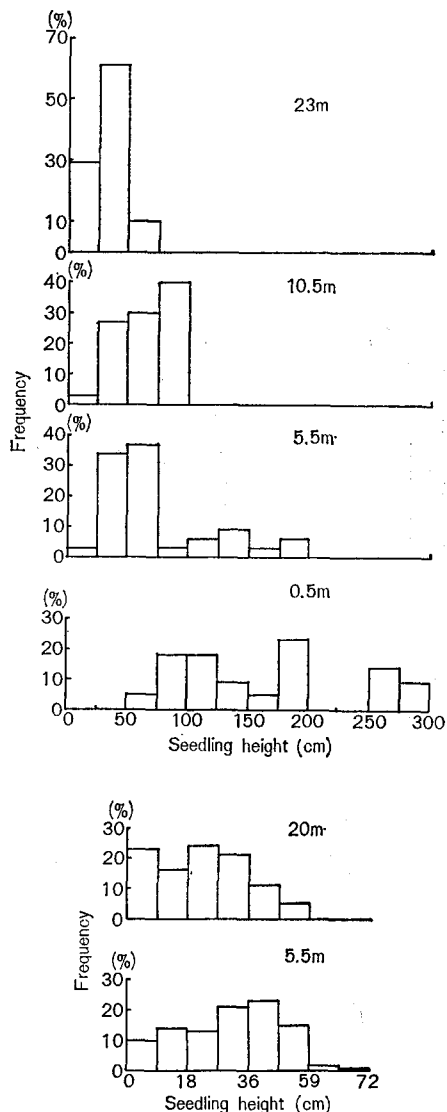


Fig. 2. Height distribution of Hinoki seedling.

A: site No. 25-N

B: site No. 68

In each diagram, number shows the distance (m) from the stand edge to inside the stand.

た生長状態を示しているといえよう。

次に各調査地の林内稚樹の生長経過を比較検討してみると、図3から認められるように調査地65では他と比べてその生長状態がやや悪い。たとえば、10年生の稚樹で比較すると、調査地65ではその稚樹高が7~19cmであるのに対し、調査地25-Nでは10~37cm、調査地25-Sでは20~40cm、調査地70では9~57cm、そして調査地68では10~33cmとなる。調査地65の上層木の成立状態は他と多少異なり、各個体が比較的小さく、またその密度はやや高く、胸高断面積合計は幾分大きい。このことが林内の明るさや上層木の根との競合などを通じて稚樹の生長に影響を及ぼしていると思われるが、今後さらに検討していく必要がある。

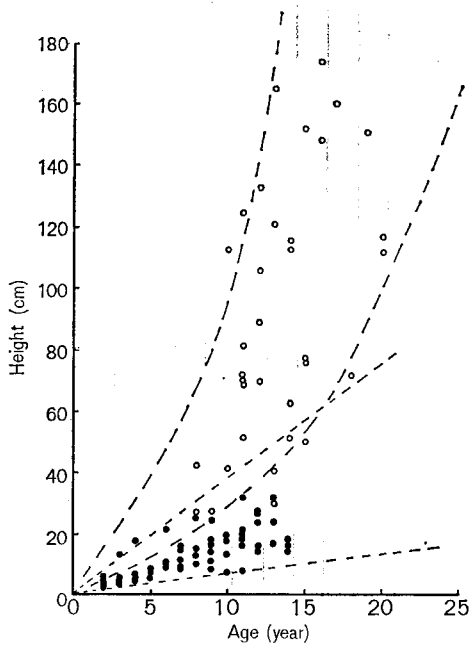


Fig. 3-1: site No. 65

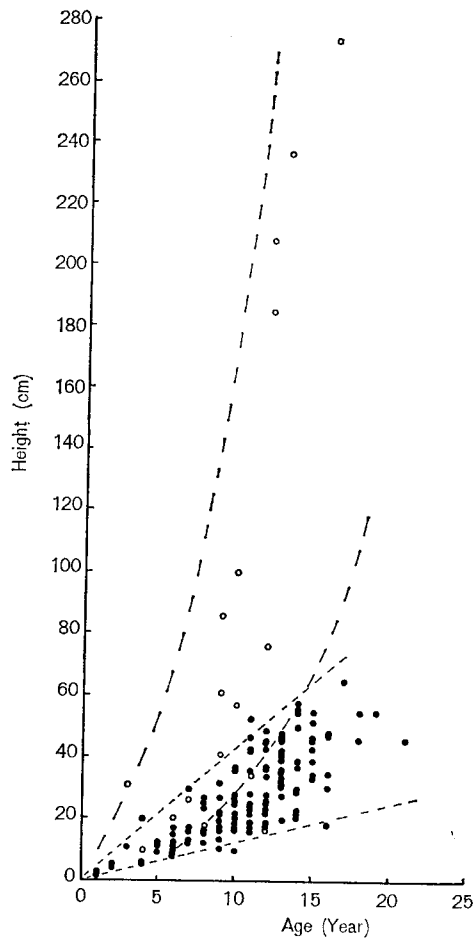


Fig. 3-2: site No. 25-N

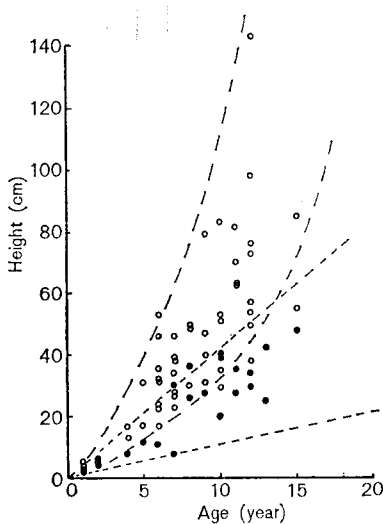


Fig. 3-3: site No. 25-S

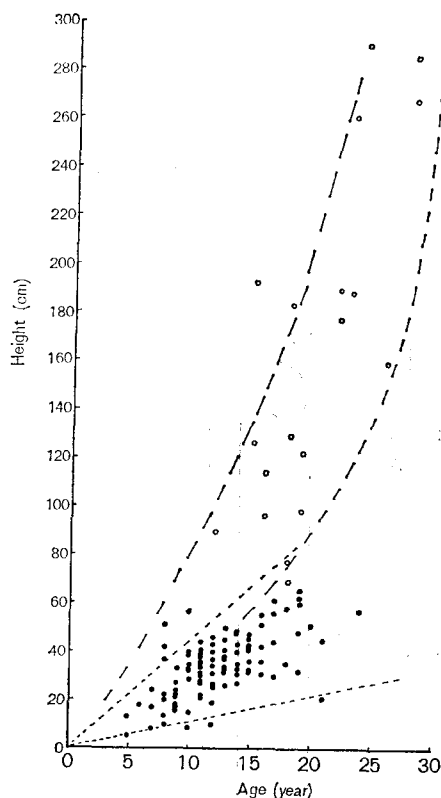


Fig. 3-4: site No. 70

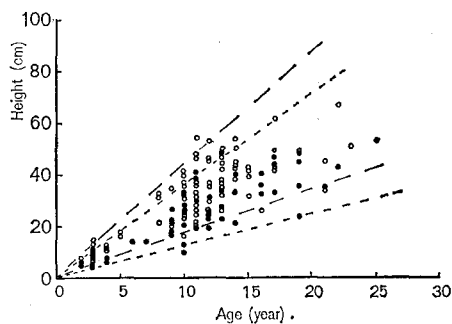


Fig. 3-5: site No. 6-

Fig. 3. The relationship of seedling height and Seedling age.

- : Hinoki seedling on edge habitat.
- : Hinoki seedling on inner habitat.

### 3. 稚樹の形質

#### 1) C/F 比

葉によって生産された物質のゆくえは、その後の生長をきめる一つの重要な鍵である。<sup>6)</sup>もし光合成物質が葉へより多く分配されるならば植物はより大きな物質生産を行なう体制を作り出すことになる。それ故、葉によって生産された物質が葉と葉以外にどれぐらい分配されていくか、特に光条件の悪い林内に更新している稚樹にとってこのことは生存上大きな意味を持っていると思われる。

ここでは段戸のヒノキ稚樹の同化部分 ( $w_L$ ) と非同化部分 ( $w_C$ ) との相対生長関係を林縁稚樹と林内稚樹とについて調べた。各調査地における林縁稚樹と林内稚樹の  $w_L-w_C$  関係は図4に示したようである。図から明らかなように調査地68を別にすれば、 $w_L-w_C$  関係は各調査地とも林縁稚樹と林内稚樹とで分離し、林内稚樹の方が林縁稚樹よりも相対的に葉量が多い。ただ調査地25-N ではこの関係があまり明瞭でないが、全般に林内に生存している稚樹ほど全器官に占める光合成器官の量が多くなっていると考える<sup>7)</sup>とよいだろう。

一般に暗い林床では葉への分配が多くなるといわれている。また種々の草本を被陰処理し、それらの分配率の変化を調べた試験でも耐陰性の高いものは、光の減少にともなう葉への分配率の低下が少なかった<sup>8)</sup>。そして樹木でも、被陰下の葉への分配率と耐陰性の強弱とは対応関係があるようで、人工被陰したヒノキ稚樹は被陰が強くなるにしたがい葉への分配割合が増加した<sup>9)</sup>。

ヒノキは一般に耐陰性の強いグループに分類されており、ここで認められたように林内で相対

的に葉量が増加しているのは、弱光に対するヒノキ稚樹の形態的な適応現象と考えられるかもしれない。しかし、この場合林縁稚樹と林内稚樹とでは生育段階に大きな開きがあり、このことを無視して比較することは多少危険である。

ところで調査地68の  $w_L-w_C$  関係は林縁、林内稚樹とも一本の直線で近似され、他の調査地のように分離しないが、これもすでに述べたように林縁が設定されてから間もないため、今後稚樹の生育段階が進むにつれて林縁稚樹と林内稚樹は異なった形質上の変化を示すであろうと思われる。

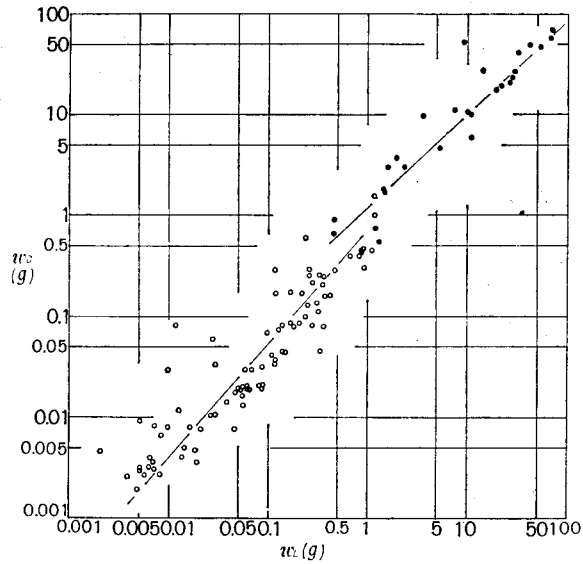


Fig. 4-1 : site No. 65

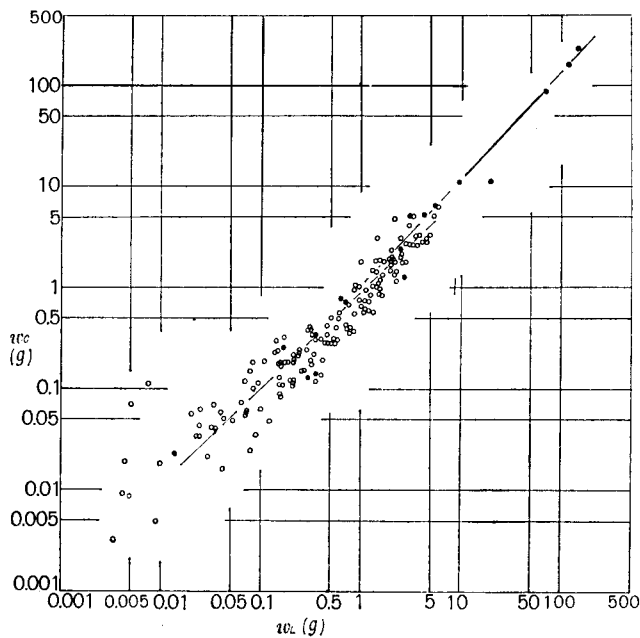
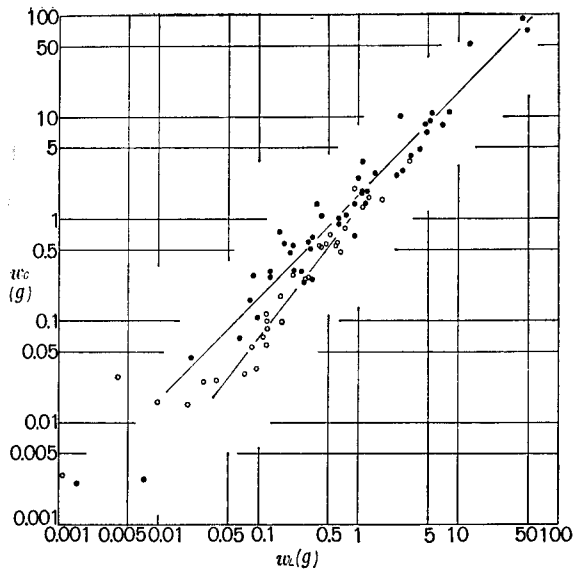


Fig. 4-2 : site No. 25-N



←Fig. 4-3 : site No. 25-S

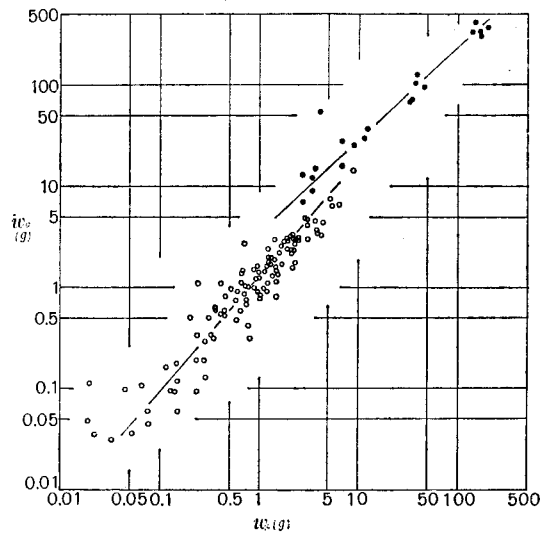
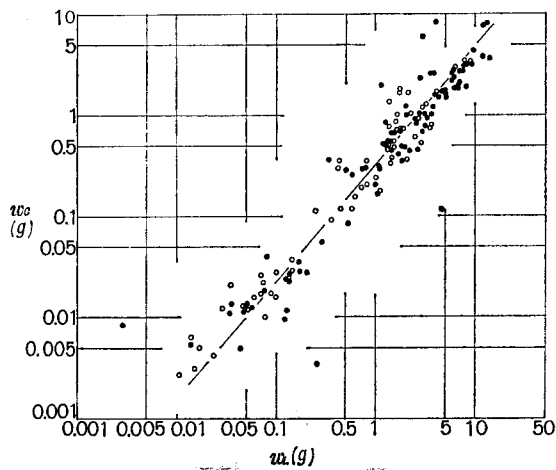


Fig. 4-4 : site No. 70→



←Fig. 4-5 : site No. 68

Fig. 4. Allometric relations between dry weight of green parts (photosynthetic organ) and non-green parts of Hinoki seedlings.

- : Hinoki seedling on edge habitat.
- : Hinoki seedling on inner habitat.



次に図3から認められるように調査地68では他の調査地と比べて林縁、林内稚樹とも相対的に葉量が多くなっている。当調査地の南側はすでに述べたように最近皆伐され、その結果林縁から林内へ20m入った地点でも光条件が多少良くなり稚樹はその生長を著しく増している(3-4, 参照)。ヤエナリを暗黒下で発芽させ、その後明るい所に移すとずっと明るい所で育てら

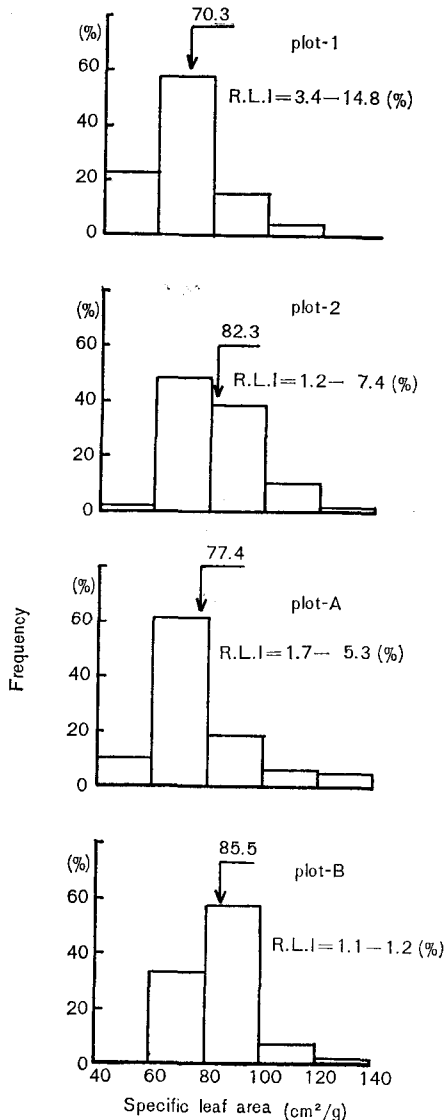


Fig. 5. The Frequency distribution and mean of Specific leaf area of Hinoki seedling.

plot-1: 2.5m from the north-east facing edge to inside the stand.  
 plot-2: 30m from the north-east facing edge to inside the stand.  
 plot-A: 5m from the north-west facing edge to inside the stand.  
 plot-B: 12m from the north-west facing edge to inside the stand.

れたものより葉への分配率が著しく高くなり急速にその葉量がふえたといわれる。従ってこの場合もヒノキ稚樹は側方林分が伐採されたことによって光条件が良くなり、一時的にその着葉量を増し、生長が急激によくなったと解釈される。そして林縁形成後時間が進むにつれて稚樹はそれぞれの光環境あるいは生育段階に応じた葉量をもつに至るであろうと思われる。

なお調査地70では図から認められるように各調査地の中で、林内稚樹の葉量が相対的にもっとも少ない傾向がある。これは、この調査地では他より早くから更新が始まり、林内稚樹の生育段階が進んでいることや最近、林内稚樹の枯死率が他に比べて高くなっていることと関係があると思われるが、今後さらに詳しく調査する必要がある。

## 2) Specific leaf area

暗い林床ではその光環境に適するように葉の形態的な変化が生じることはよく知られた事実である。ここでは葉の相対的なうすさを示す Specific leaf area を取り上げ、その値が林縁、および林内環境でいかに変化するかを調べた。

図5に林縁 (plot-1, plot-A) および林内 (plot-2, plot-B) 稚樹の Specific leaf area の度数分布を示した。林縁稚樹と林内稚樹とを比較すると、図から認められるように林内稚樹の分布は林縁稚樹と比べて全体的に大きい方に偏り、その平均値も林内稚樹の方が林縁稚樹より幾分大きい。また林縁および林内稚樹どうしを比較するとプロット A, Bの方がプロット1, 2よりも Specific leaf area の値が大きくなっている。各プロットの相対照度は図の右側に示したようであるが、これから Specific leaf area の値は相対照度が減少するに従いおおむね増加することがわかる。

ところで草本では被陰処理することによってほとんどの種の Specific leaf area がふえたといわれている。また樹木でも同様な事実が知られていることから、この場合、林縁閉鎖による影響だと考えてよいだろう。

次に Specific leaf area と稚樹高との関係を示すと図6-1, 2のようになった。図から明らかなように Specific leaf area と稚樹高の対数との間にはばらつきはあるが、負の相関関係が存在する。このことは大きな稚樹ほど葉が相対的に厚くなり、いわゆる陽葉の性質を帯びてくることを示している。そしてその陽葉化への移行の程度は個体が小さい間ほど著しく、その後、稚樹の生育段階が進むにつれて目立たなくなるといえよう。草本植物の場合にもここで認められたと同様の関係が Specific leaf area と個体の大きさとの間に存在することが明らかにされている。<sup>13)</sup> その場合、各個体の ontogenetic drifts を反映したものと思われるが、ヒノキのように数年ごとに葉の入れかわる多年生木本にあっても同じような現象が認められることは興味深い。そしてこのことが林内における稚樹の生存・生育にどのような意味合いを持っているのかは今後明確にしていく必要がある。

さて図6-1, 2から明らかなように、この関係はおおのこの林縁、林内ではおおむね同じ傾向を示し、Specific leaf area は林縁稚樹と林内稚樹の生育段階の違いによってその大小側にずれがあるが、同じ大きさの個体では林縁と林内ではほぼ同じ値を示すようである。このことから次のことが推論される。すなわち、同じ林縁構成の林縁稚樹と林内稚樹とで Specific leaf area に多少違いが認められたのは、林縁と林内における光条件の良否が林縁稚樹と林内稚樹の大きさに違いを生じ、それが両者の Specific leaf area の違いとなってあらわれたのであろう。それ故、この場合には、かならずしも暗い林内での光に対する葉の形態的適応を想定しなくてもよいのではなかろうか。一方林縁構成の異なった調査地どうしを比較すると、図6-1, 2から認められるように、プロット A, B ではプロット 1, 2 よりもその勾配がややゆるく、同じ大きさの稚樹でも Specific leaf area はプロット A, B の方がプロット 1, 2 よりも大きいものが多い。特にこの傾向は生育段階の進んだもので明らかである。したがってここでは、弱光に対する葉の形態的变化が起こっていると考えてもよさそうである。そしてこの原因は両者の光環境の違いに求められよう。先に述べたように、プロット A, B 側の林縁は早くから防火帯が設けられていたため、林套が形

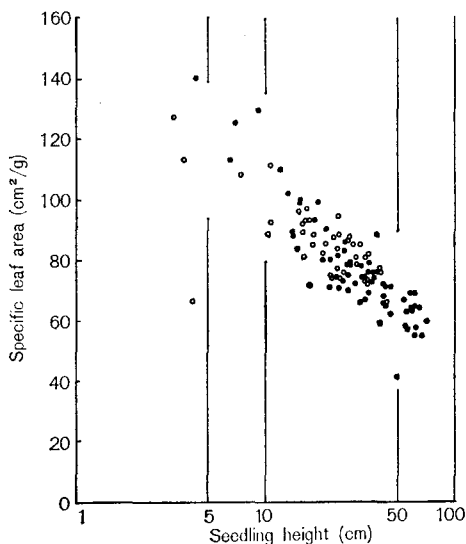


Fig. 6-1. The relationship between the Specific leaf area of Hinoki seedling and seedling height at plot A (●) and plot B (○).

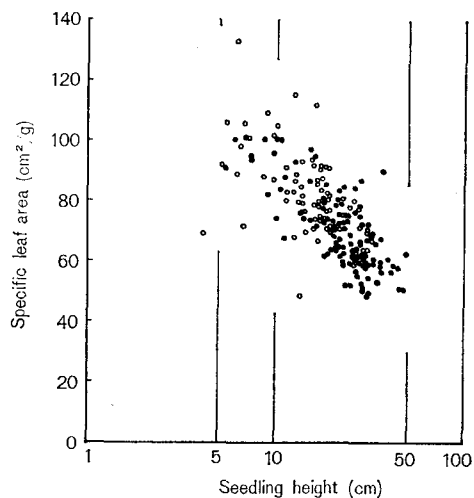


Fig. 6-2. The relationship between the Specific leaf area of Hinoki seedling and seedling height at plot 1 (○) and plot 2 (●).

成されていて直射光が入りにくい状態になっているが、一方プロット1, 2側では林套によるおおいもなく直射光も比較的多く入りやすい。したがって1日の積算照度を求めれば、両者の光条件の違いは、ここに示したような一日の南中時の測定にもとづく平均相対照度であらわした場合よりもさらに大きくなるであろう。同じ平均相対照度でも被陰ネットの場合のようにならされた明るさで育てられたスギ稚樹は陽ハン点が入射し照度の変動がはげしい実際の林分に樹下植栽されたものより Specific leaf area の値が大きくなる<sup>14)</sup>ことが明らかにされている。また散光下では葉は海線状細胞が増加し薄くなる傾向があるといわれる。したがって Specific leaf area に対する被陰の影響は直射光と散光の成分比などの面からも検討する必要があると思われる。

以上の結果から林冠閉鎖によってヒノキ稚樹の Specific leaf area が多少大きくなった背景には、林内における乏しい光条件に対する葉の形態の変化と同時に陽光量の不足にともなう稚樹の生長の低下といった二つの側面が存在することが理解されよう。

### 3) T/R 率

被陰されると生長が低下するが、稚樹の地下部の生長は地上部のそれよりも低下の割合が著しく、その結果 T/R 率が大きくなるので、乾燥害などにかかりやすく、枯死しやすいといわれる<sup>16)</sup>。

そこで稚樹の地上部 ( $w_T$ ) と地下部 ( $w_R$ ) の相対生長関係を林内稚樹と林縁稚樹とで調べた。その結果は図7に示したようである。図から認められるように、各調査地の林縁稚樹、林内稚樹ともほぼ一本の直線で近似され、その勾配はおおむね1となるようである。それ故林縁と林内稚樹の T/R 率はほぼ同じで、稚樹の生育段階が進んでも根への分配率はおおよそ一定とみなせよう。

被陰によって稚樹の T/R 率が増加することは種々の被陰試験によって認められており、ヒノキは被陰にともなう根への配分割合の減少が大きいグループに入るようである<sup>14, 17, 18, 19)</sup>。この場合、林内で被陰による稚樹の T/R 率の低下は認められないが、また T/R 率は種々な環境要因特に土地

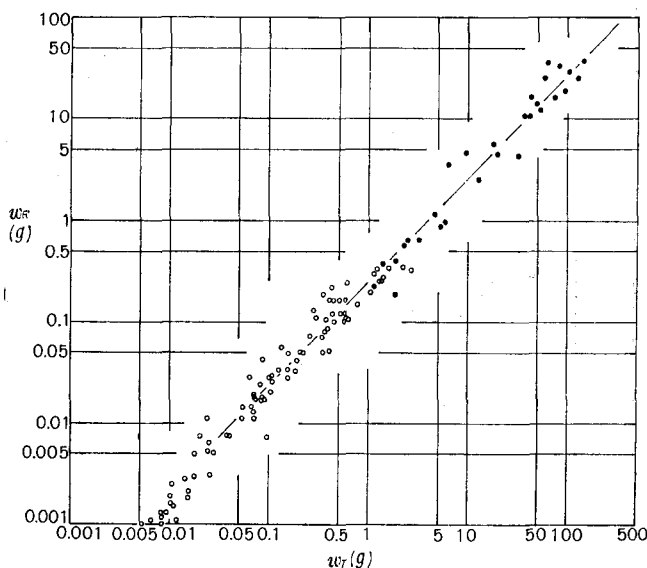


Fig. 7-1: site No. 65.

的な条件によって大きく左右されるといわれている。 $W_R=1$  のときの各調査地における  $T/R$  率を図から読み取ると、調査地65では約4.0、調査地 25-N では約3.5、調査地 25-S では約3.0、そして調査地68では4.0となる。同じようにして調べられた他地方の稚樹の  $T/R$  率は、別子で3.0~4.0、尾鷲で5.5~6.0、木曾で4.5となり段戸のそれはこれらの中で小さい部類に入るようである。これはこれらの調査林分の土壌条件の良否を反映したものと思われるが、段戸のヒノキ稚樹は  $T/R$  率を基準とした稚樹の健全度では比較的すぐれているといえる。

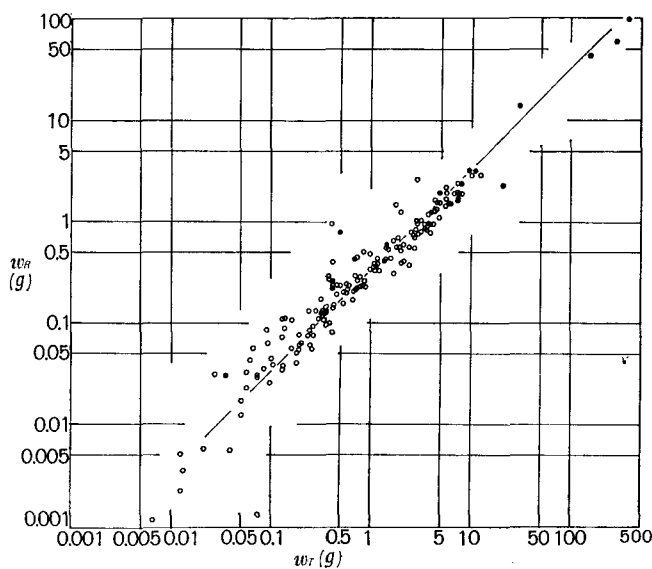


Fig. 7-2 site No. 25-N

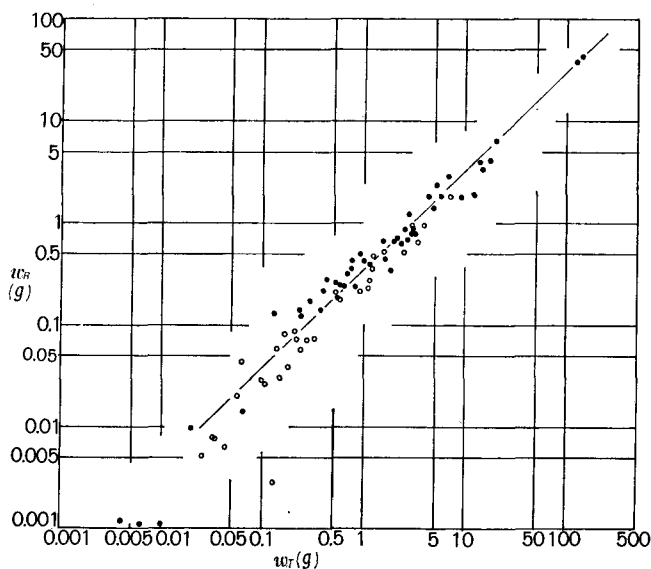


Fig. 7-3 : site No. 25-S

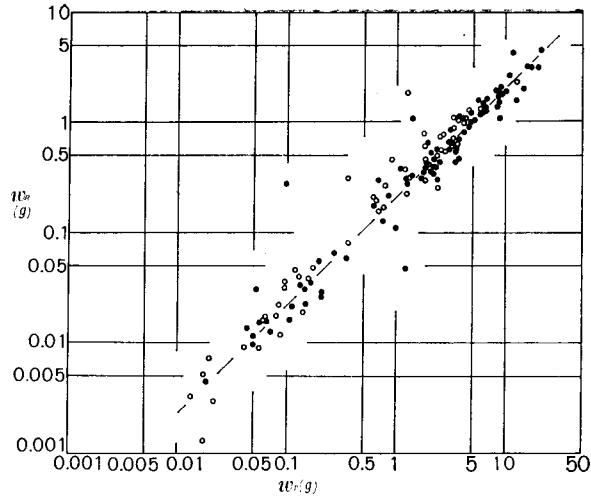


Fig. 7-4: site No. 68

Fig. 7. Allometric relations between dry weight of upper and under ground parts of seedling.

• : Hinoki seedling on edge habitat.      ○ : Hinoki seedling on inner habitat.

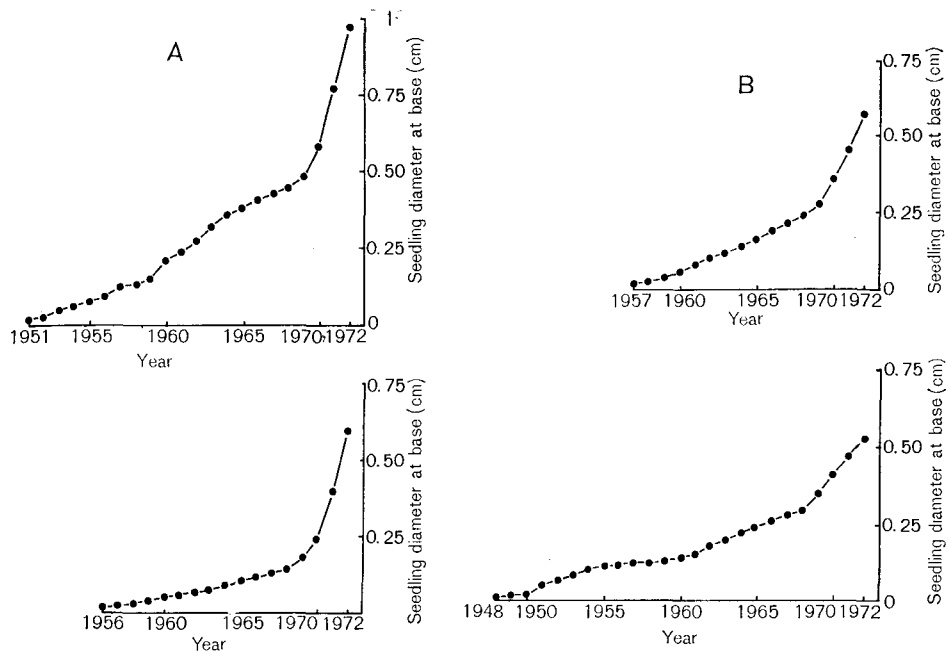
#### 4. 林縁の形成にともなう稚樹の生長機構の変化

側方林分が伐採され林縁が形成されたことによって、それまで林内に更新していたヒノキ稚樹の生長状態にどのような変化が生じたかを調査地68で調べた。

調査地68の林縁および林内稚樹の根元直径の生長経過の一例を示すと図8のようになる。図から林縁林内を問わず、稚樹の生長は1969年をさかいに急速に よくなっているのが認められる。この林分の南側は1969年に伐採され、その結果当調査地の相対照度は以前に約3～5%程度であったと思われるものが、現在林縁付近（林縁から林内へ5m）で約32%、そして林内20m地点で約7%と明るくなった。したがって、光条件が良くなると同時に稚樹がその生長を著しく増したことは明らかである。そして林内の光条件が相対照度でわずか4～5%高まっただけでも、稚樹の生長に大きく影響するという事実は注視すべきであろう。ところで、この場合、相対照度の変化が比較的少なかったため、陰葉形のままで、稚樹は光条件が良くなると同時にその生長を開始したと思われる。一般に陰葉は陽葉化しにくい<sup>22,23)</sup>ため、直射光下では、陰葉は乾燥害を受けやすく枯死してしまうことが多いようである。したがって上層林分を急速に皆伐した場合、すべてのヒノキ稚樹が直ちに健全に生長できるかどうかは疑問であろう。この調査地の林外では更新樹が林内や林縁付近とくらべて少ないが、このことは稚樹の形態によっては、枯死する可能性があることを示していると思われる。

次にヒノキ稚樹の葉の能率を単位葉重あたりの最近2年間の根元部分の断面積の増分としてあらわし、それと葉量との関係をみたのが図9である。図から認められるように、調査地70および調査地25-Nの林内稚樹では葉量の多い個体ほど葉の能率が低下し、特に小さな個体ではこの傾向が著しい。このことは生育段階の高いものほど光合成物質の非同化系への蓄積の効率が低下していることを示していると考えられるが、資料数が少ないため、林内における稚樹の生存・生育条件との関連をつかむには至っていない。

また同じ程度の葉量を持つ個体どうしを比較すると、調査地68の林縁および林内稚樹は他の調査地の林内稚樹よりも葉の能率が高まっているのが認められる。それ故林縁が形成されたことに



A : 0.5m from stand edge to inside the stand. B : 20m from stand edge to inside the stand.

Fig. 8. Example of diameter growth of Hinoki seedling at site No. 68.

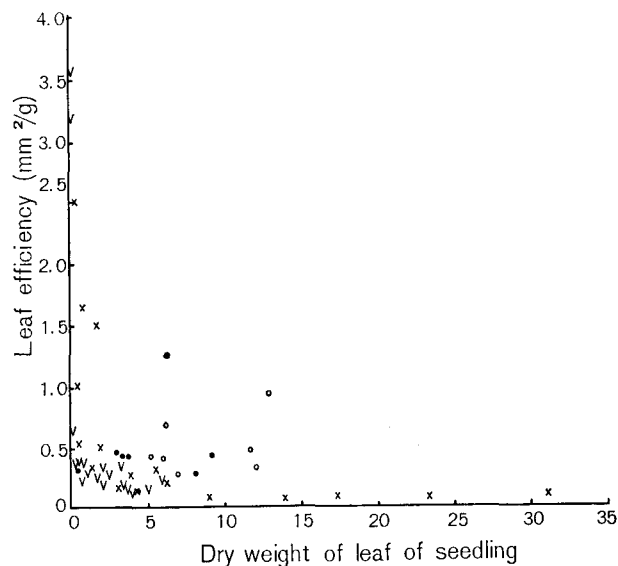


Fig. 9. The relationship between leaf efficiency and dry weight of seedling. The leaf efficiency was indicated by the these two years increment of base cross sectional area per leaf weight of each seedling ( $\text{mm}^2/\text{g}$ )

site No. 68 : edge habitat seedling.

site No. 68 : inner habitat seedling.

site No. 70 : inner habitat seedling.

site No. 25-N : inner habitat seedling.

より光条件がよくなったため起こった著しい生長の増大は、すでに述べたように、稚樹が相対的に光合成器官の量を一時的に増したとあいまって、葉の生産能率を高めたことにその原因を求めることができよう。

一時的に葉量が増えるという現象は、反面被陰から開放された稚樹の生存に大きな影響を与える場合があるようである。稚樹は林内で長期間生存していると除々に下枝が枯れ上がりいわゆる傘型の樹冠形をなすようになる。そしてそのような稚樹は被陰から開放されると、庇圧の程度がはなはだしくないかぎり、急速にその着葉量を増すが、非同化部分の肥大生長がそれに追いつけず、幹はその荷重を支持することができなくなつてたわみ、いろいろな障害を受けやすくなると思われる。これは別子のヒノキ林で上層木を伐採した数年後の前生稚樹に認められたことである。それ故、林内稚樹によって天然更新を期待しようとする場合は、稚樹の下枝が枯れ上がったような不健全な状態になる前に、傘伐更新における後伐のような適切な樹冠のコントロールを行なうことが必要である。

次に隣接林分の伐採前の稚樹の生長と伐採後の生長との関係を調べてみた。稚樹が林縁が形成されたことによって幾分被陰から開放されたためにその生長がどの程度良くなったかを、伐採前4年間の根元断面の肥大生長率( $R'$ )に対する伐採後4年間の根元断面の肥大生長率( $R$ )の比( $R/R'$ )であらわし、それと $R'$ との関係を調べたのが図10である。 $R'$ を被陰されていた時の稚樹の生長状態と考えると、図から認められるように、伐採前の生長が不良なものほど被陰から開放された後の生長のよくなる割合が著しくなる傾向があるようである。このように林冠閉鎖のもとですこぶる生長が抑制されていたヒノキ稚樹も、いったん林冠が疎開されるとその生長を急

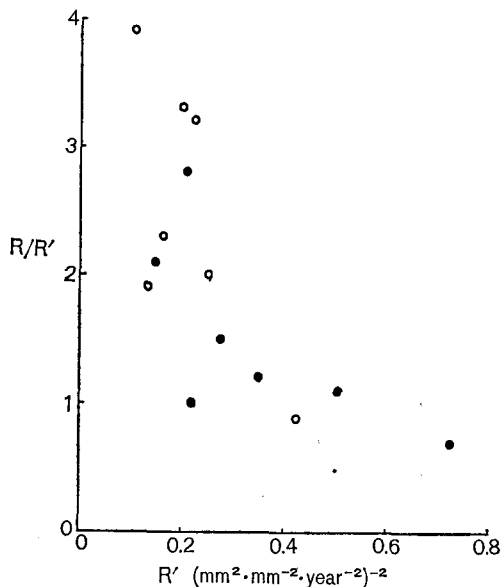


Fig. 10. The relationship between degree of recuperation ( $R/R'$ ) and relative growth rate of base cross sectional area of seedling before released ( $R'$ )

$R$ =4-year periodic R.G.R of bases cross sectional area of seedling after released. (mm<sup>2</sup>·mm<sup>-2</sup>·year<sup>-1</sup>)

$R'$ =4-year periodic R.G.R of base cross sectional area of seedling before released. (mm<sup>2</sup>·mm<sup>-2</sup>·year<sup>-1</sup>)

○:Hinoki seedling on edge habitat

●:Hinoki seedling on inner habitat

速に開始できるようである。しかしこの場合、稚樹が被陰されていた期間はせいぜい20数年であることに注意しなければならない。稚樹は林内で生存している期間がある程度以上長くなると、被陰から開放された際その生長の回復力は低下するから、今後これらの稚樹を後代の森林に導くためには時機を失することのないよう適切な更新作業を実行することが期待される。

以上のように段戸のヒノキ稚樹は暗い林内でも被陰にたえて、比較的良好に生育・生存し、適度に林冠が疎開されると、その生長を著しく増すことができる。これはアカマツやカンバなどの陽樹が林地が裸地状態になっていっせいに更新することと対比して、森林遷移の上で大きな意味を持っているが、このことがまたヒノキの更新を比較的容易なものにしていると思われる。

なお、本研究は土井林学振興会の援助により行なわれたもので厚く御礼申しあげたい。

## 引用文献

- 1) 加茂皓一・赤井竜男：ヒノキ人工林における再生産過程の検討(1), 京大演報, **45**, 27—42, (1973)
- 2) 柳沢聡雄ほか：新しい天然更新技術, 創文, (1971)
- 3) Fricke, K.: "Licht und Schattenholzarten" Ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. Cent. Gesamt. Forstw. **30**, 315—325, (1904)
- 4) Fabricius, L.: Forstliche versuche VII, Neue Versuche zur Feststellung des Einflusses von Wurzelwettbewerb und Lichtentzug des Schirmstandes auf dem Jungrwuchs. Cent. Gesamt. Forstw. **51**, 478—506, (1929)
- 5) Toumey, J. W. and R. Kienholz: Trenched plots under forest canopies. Yale Univ. School of Forestry Bull. **30**, (1931)
- 6) Monsi, H.: Dry-matter reproduction in plant 1. Schemata of dry-matter reproduction. Bot. Mag. Tokyo, **73**, 81—90, (1960)
- 7) 佐伯敏郎：群落の体制と物質生産, 作物の光合成と物質生産, 養賢堂, (1971)
- 8) Kuroiwa, S., T. Hiroi, K. Takada and M. Monsi: Proportions of photosynthate distributed to photosynthetic and non-photosynthetic systems in shaded plants. Bot. Mag. Tokyo, **77**, 37—42, (1964)
- 9) 川那辺三郎・四手井綱英：陽光量と樹木の生育に関する研究(Ⅲ)針葉樹苗木の生育におよぼす被陰の影響, 京大演報, **40**, 111—121, (1968)
- 10) Monsi, M. and Y. Murata: Development of photosynthetic systems as influenced by distribution of matter. Prediction and measurement of photosynthetic productivity. Wageningen, 115—129, (1970)
- 11) 川那辺三郎：未発表データ, (1973)
- 12) Blakman, G. E.: Influence of light and temperature on leaf growth. Growth of leaves, 151—169, (1958)
- 13) Hughes, A. P.: Plant growth and Aerial environment (XI) A synopsis of the autecology of *Impatiens parviflora*. New Phytol., **64**, 399—413, (1965)
- 14) 川那辺三郎：陽光が樹木の生育におよぼす影響, 京大博論, (1971)
- 15) Weaver, J. E. and F. E. Clements: Plant ecology, McGraw-Hill (1938)
- 16) Baker, F. S.: Principles of silviculture, McGraw-Hill (1950)
- 17) Baker, F. S.: Effects of shade upon coniferous seedlings growth in nutrient solutions. Jour. For., **43**, 428—435, (1945)
- 18) Kozłowski, T. T.: Light and water in relation to growth and competition of piedmont forest tree species, Ecol. Monog., **19**, 207—231 (1949)
- 19) Fairbairn, W. A. and S. A. Newstein: Study of response of coniferous species to light intensity, Forestry, **43**, 57—71, (1970)
- 20) 赤井竜男：住友林業別子事業区におけるヒノキの天然更新について, 住友林業調査研究報告書, 第14集 (1970)
- 21) 赤井竜男：ヒノキの天然更新の機構, ヒノキ林その生態と天然更新, 地球社, (1974)
- 22) Luncz, G.: Light and forests: Recent investigation. International review of agriculture, year **22**, 363—70, (1931)



### Résumé

The behaviour of natural Hinoki seedlings under forest canopies and after cutting neighbourhood stand were investigated at the Hinoki stands in Dando national forest, Aichi prefecture, in October 1971 and September 1972.

The study areas were chosen from 56 year-old *Chamaecyparis obtusa* stands (site No. 25-N, 25-S), 58 year-old stand (site No. 65) and 79 year-old stand (site No. 68, 70).

Several sample plots were located from stand edge towards the inner part. All standing Hinoki were taken to determine the size of each fraction and seedling age.

The annual increment of stem growth was also measured by micrometer.

The results obtained were as follows :

1) The size of seedling established on stand edge revealed better growth than the inner ones (Table 1), and showed a roughly exponential growth curve, as examined from the relationships between height and age of seedlings (Fig. 3), reflecting normal juvenile acceleration of this species. Seedlings of the inner part habitats seemed to show stunted growth owing to the low light intensity.

2) The allometric relations between photosynthetic and non photosynthetic organs of seedlings in both stand edge and inner habitats were found to be closely related to a linear trend, but the two regression lines depart slightly from each other (Fig. 4). This indicates that the C / F ratio of seedlings growing on inner habitats tend to be smaller than on the stand edge habitats.

3) The Specific leaf area of seedlings on stand edge habitats were somewhat smaller than that of inner ones (Fig. 5). The relationships between Specific leaf area and height of seedlings showed a negative correlation, falling quite sharply in case of small seedlings and then less steeply in larger seedlings (Fig. 6-1, Fig. 6-2).

4) The allometric relations between under ground part and upper ground part of seedlings showed almost uniformity throughout the sample plot (Fig. 7).

5) The shaded seedlings performed an immediate rapid growth when partially released (Fig. 8), as a result of temporary decrease in C / F of seedlings and as a result of relative high rate of matter production of leaves (Fig. 9). The seedlings seemed to recuperate better, as they were suppressed heavier (Fig. 10).