

天然更新に関する研究 (Ⅳ)

近畿，中国地方における各種ヒノキ林の更新

赤 井 龍 男

Studies on Natural Regeneration (Ⅳ)
The Regeneration of *Chamaecyparis obtusa*
Stands on Several Conditions
in Kinki and Chugoku districts.

Tatsuo AKAI

要 旨

本報告は近畿，中国地方におけるヒノキ林の天然更新の実態と，その機構を明らかにする目的で，1975 年から 3 カ年間に，紀伊半島の南部から北部にかけて存在する笠塔山，高野山（以上和歌山県），登奈井尾（三重県）国有林の 5 林分と，中国山陽道の西部に位置する野路山（広島県），城山（山口県）国有林の 4 林分について調査を行ない，同時にこれまでの調査報告も合せて検討したものである。

各調査地によって更新の経過やその状態は種々異なるが，いずれもヒノキ稚樹は発生，成立し，地域的な相違はほとんどみられなかった。また標高との相関もあまり明らかでなく，むしろ局所的な林分環境の影響が大きいようであった。

光条件からみて，稚樹の発生，成立にもっとも適していた林分は，林内孔状地（野路山 43 林班 B）と，ヒノキ・アカマツ混交林（同 39 林班）であった。また下層植生が少なく適度な間伐が行なわれた場合（高野山，登奈井尾）の林内，林縁更新は良好であった。一方下層植生が繁茂する林内では光不足になりやすく特に平均相対照度が 1 % 前後以下になると更新が全く困難になるが，林外ではむしろ植生が適当量存在する方がよく更新する（笠塔山，登奈井尾，城山）ようであった。しかし更新の可能な範囲は林縁から樹高の 1～2 倍以内の距離までである。

稚樹の定着しやすい条件から判断すると，表土の移動の少ない緩斜地（登奈井尾，野路山）は有利であるが，急斜地でも下層植生が適度に成立する場合は更新が可能である（笠塔山，城山）。

このように，上木と下層植生の構成，成立の状態がヒノキ稚樹の更新にもっとも大きな影響を与えるので，これらをうまくコントロールすることができれば，天然更新の可能性は著しく高くなるであろう。

は し め に

ヒノキの天然分布は福島県南部から屋久島までみられるが，天然更新という林業手段によって^{1,2)}

成林したいわゆる天然生林はあまり多くない。しかもそのほとんどは集約な高度の更新技術によって育成されたものではない。しかし木曽³⁾の上松や王滝⁴⁾、熊本の金峰山⁵⁾、奈良の忍辱山⁶⁾、高知の西の川山⁷⁾などの国有林および愛媛県別子村の住友林業などの天然生林は、小面積で粗放的ではあるが、最初から択伐や傘伐による天然更新をある程度意図して取扱われてきたようである。

このように、これまでのヒノキの天然更新は経験にもとづく試みとして、各地で小規模に行なわれてきた程度であり、またヒノキ稚樹の発生、成立過程とその環境について解析した報告もあまりみられない。しかし最近これらに関する調査研究や天然更新の実験施業林が少しずつではあるが多くなりつつある。例えば長野県木曽谷^{7,8)}、愛知県段戸山^{9,10)}、和歌山県高野山¹¹⁾、奈良県忍辱山¹²⁾などの国有林、三重県尾鷲¹³⁾、愛媛県別子¹⁴⁾などの民有林および京都大学上賀茂試験地¹⁵⁾で筆者らが、また長崎県三会温泉岳国有林で尾方¹⁶⁾らが、京都市大枝の京都府立大学演習林で加茂¹⁷⁾らが若干の調査を行ない報告している。また上記三浦国有林と住友林業別子山林においては実験施業林が設定され、その他段戸山、高野山国有林においても実施計画が進められている。

しかし、わが国の天然分布地域あるいは人工造林地の全体からみると、その調査例はきわめて少なく、断片的な情報しか把握できていない。このような現状から、1975～7年の3カ年間に、近畿、中国地方の数カ所のヒノキ林について更新稚樹の実態を調査する機会があったので、今回地域的な特性および林分の構成状態と更新との関連をまとめて検討してみた。しかし本報告でとりあげた調査地も各地方をカバーするにはまだ不十分で、またその調査内容も不備な点が多々あるので、さらに今後の調査の積重ねによって確度の高い結論をえたいと考えているが、本報告がヒノキ天然更新の技術体系の確立のための基礎資料として、多少でも役立てば幸いである。

本研究は一部文部省科学研究費の助成によって行なわれた。また研究調査にあたり大阪営林局ならびに現地営林署および森林経営研究所の方々に種々御協力を戴いた。本報告をとりまとめるにあたり、上記関係各位に深く感謝の意を表したい。

1. 調査地および概況

調査した林分は近畿地方では笠塔山（2林分）、高野山（2林分）、登奈井尾（1林分）の3国有林5林分、中国山陽地方では野路山（3林分）、城山（1林分）の2国有林4林分である。各林分ごとの地況、林況は後述することにするが、各国有林の位置、地形的特徴はつぎのようである。

1) 笠塔山国有林

本国有林は和歌山県竜神村の南部、日高川の支流円生川に沿い、果無山脈の東端に位置している。標高は約500～1,000m、地形は一般に急峻である。

2) 高野山国有林

紀伊半島の西寄り中央部に位置する本国有林は、和歌山県高野町の山内民地をはさむ形で、南、北地域に分かれているが、今回対象とした調査地は南部地域である。標高は約750～1,000m、地形は下部を除き準平原状で一般に緩斜地が多い。

3) 登奈井尾国有林

本国有林は三重県の最北部、北勢町にあり、岐阜県養老町に接している。標高は約500～800mで、全般に西向き下部は急斜地、上部は緩斜地である。

4) 野路山国有林

野呂山は広島県呉市の東約14kmのところであり、標高は約700～840mで、山頂付近は広大な高原となっている。その半ばは民地でリクリエーションの場として利用されているが、調査は周

辺の国有林で行なった。

5) 城山国有林

城山は山口県岩国市の錦帯橋の背景となっているが、調査地はその後背となる北斜面である。標高は 10～300m で、地形は単純、やや急峻である。

2. 調査方法

主な調査の項目および方法はつぎのようである。

1) 立木の構成状態

調査対象林分はすべて 50 年生以上のヒノキ人工林で、林縁のある場合は林縁に直角に、林内のみの場合は斜面の下部から傾斜の方向に、いずれも 10m (水平距離) 幅のトランセクトを適当な距離まで設け、そこに成立するすべての立木の位置および胸高直径を調べた。樹高は種々の大きさのサンプリング木の胸高直径に対する樹高曲線から推定した。

2) ヒノキ稚樹の成立状態

各調査地とも林縁あるいは基点から、5 m または 10m 間隔に、水平距離で 2×2 m あるいは 1×2 m の調査枠を設け、その中に成立しているヒノキ稚樹について、当年生稚樹は本数のみを、2 年生以上のものは個々に高さを測定した。

3) 下層植生の繁殖状態

調査地に植生が少ない場合は観察による記録だけにとどめたが、多い場合は上述の調査枠内の総刈りによる定量的な測定を行なった。まず林外の若い造林地については草本と木本とに分け、地上部全個体重を測定した。林縁から林内の下層植生については各個体ごとに根元直径 (D_0) と樹高 (H) を、樹種別に非同化部重と同化部重を、また各樹種ごとに 10～20 枚の葉の表面積を測定した。なおサンプリング資料から一定面積あたりの絶乾重あるいは葉面積をもとめた。

4) 林内の照度

東芝 S P I 7 号照度計を用い、10～14 時の間、各調査枠とその周辺について胸高位置の照度を 50 点前後測定し、同時刻の林外との比較値すなわち相対照度をもとめた。また調査地によっては照度積分計を用いて一定時間 (普通 2 分間) の積算照度を測定し、平均相対照度をもとめた。

3. 各調査地の林分構成と稚樹の更新状態

1) 笠塔山国有林 23 林班 (1977 年 7 月調査)

この林班は 1973 年以降分散伐採によって 5 ha 前後の小面積ずつ皆伐され、伐採翌年に主としてヒノキが植栽されている。調査は本林班のはば中腹、標高約 800m のコンターに沿い、1975 年 4 月植栽の造林地と残存林分にまたがって行なった。調査地付近の方位は北、傾斜は $30 \sim 36^\circ$ の急斜面であり、土壌は B_d 型で石礫の多い砂壤土である。

調査地におけるヒノキの立木構成状態 (斜面下部および横方向からみた樹高別の配列)、各調査枠内のヒノキ稚樹の成立状態、下層植生の現存量、林内下層植生の葉面積指数、平均相対照度を一括して Fig. 1 に示した。

調査時における林齢は 58 年で、森林調査簿によると立木材積は $330 \text{ m}^3/\text{ha}$ となっている。また胸高断面積合計は約 $50 \text{ m}^2/\text{ha}$ で、Fig. 2 に示した胸高直径の分布からも、直径の分散が大きく、間伐保育のおくれた密な林分であることがわかる。

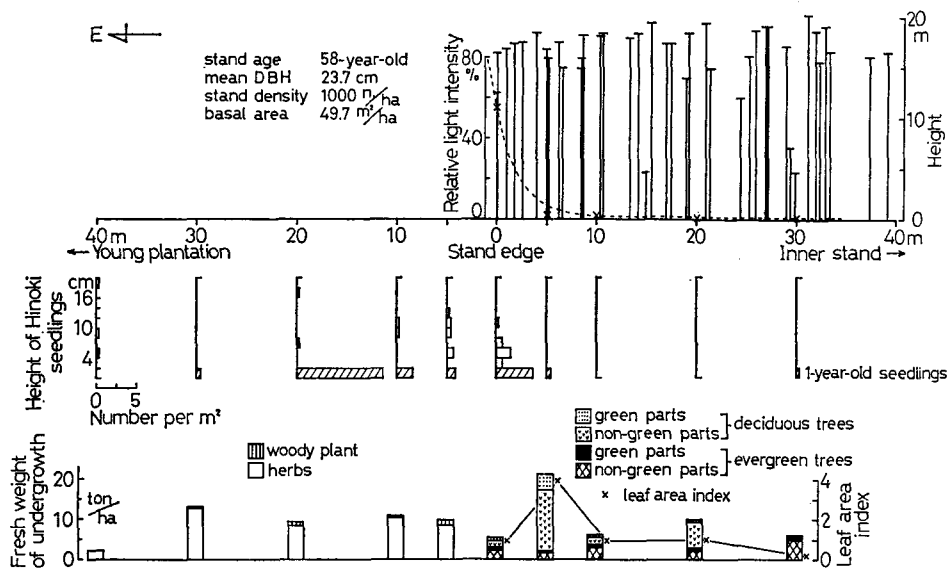


Fig. 1. Composition of *Hinoki* stand, mean relative light intensity on ground, height distribution of *Hinoki* seedlings and biomass and also leaf area index of undergrowths established on each place at 23 compartment in Kasatozsan national forest. These marks apply in Fig. 4.

ヒノキの稚樹は、Fig. 1 から明らかなように、林縁から林外に多く、特に当年生の稚樹は 20 m 地点までに多い。一方 2 年生以上の稚樹は林縁と林外 5 m 地点に多く、またその平均高は約 6～9 cm であるが、大きいものは 10 cm を超えている。

林縁付近から遠ざかると稚樹は著しく少なくなり、m²あたり 0.5～1 本程度となるが、この調査地では林木の平均樹高の約 2 倍、40 m 付近まで更新していた。

本調査地の林外というのは、1974 年に伐採、翌年 4 月に植栽されているので、年齢は最高でも 3 年生であった。したがってこの年齢で稚樹の高さが 10 cm を超えるということは、他地域の林外、^{7,8,10)} 林内稚樹と比較して生長がよいことをあらわしている。

このように比較的生長のよいのは、Fig. 1 に示したように、造林地の植生が ha あたり 10 ton (生重) 前後で、クサギ、クマイチゴ、ウラジロニガイチゴなどが優勢ではあるが、稚樹の生長をさまたげるほど繁茂していないばかりか、裸地化して稚樹の定着をさまたげるほど少なくもないためである。なお、植生量の少ないのは毎年の下刈りによる影響もあろう。

つぎに林内の地床には Fig. 1 から明らかなように、2 年生以上の稚樹は全くみられず当年生の稚樹もごくまれにあらわれるだけである。本調査地では他の地域でみられる林縁効果^{7,9,10,12,16)} が全く認められない。

この原因は前述したように密な林分であるほか、下層植生の繁茂にあるようである。すなわち Fig. 1 に示したように、林縁から 5 m の地点は特に多く、ha あたり生重で 20 ton を超える下層植生が成立し、平均高も 2.5 m 前後で、林縁ができてからのこの 3 年間の生長は著しく大きかったようである。

また、下層植生のみの葉面積指数は約 3.9 で、一般落葉広葉樹林の値 3～7¹⁸⁾ の範囲に入り、と

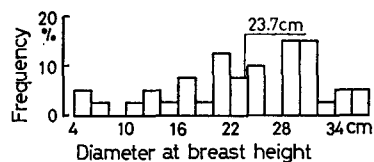


Fig. 2. Frequency distributions of diameter breast high of *Hinoki* stand at 23 compartment.

ノキ林の下層という条件から考えるとこの値は著しく大きいといえよう。また10 m地点より内部の下層植生の葉面積指数は1前後で、上層のヒノキのそれと合せばおそらく6~7以上になるであろう。

このように上木が密なばかりでなく、下層植生の繁茂が著しいので、Fig. 1に示したように、林縁から数m林内に入っただけで林床は平均相対照度1~2%の暗さになっている。Fig. 3

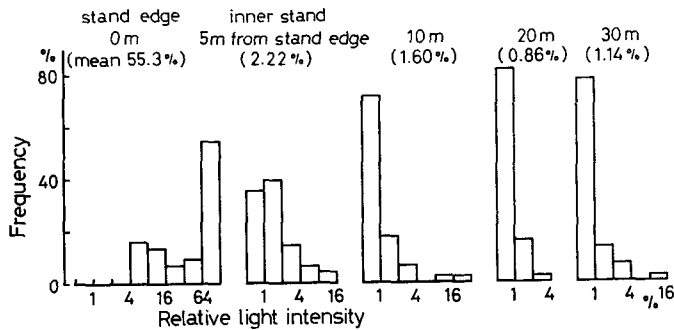


Fig. 3. Frequency distributions of relative light intensity under canopy or undergrowths on each place in *Hinoki* stand of 23 compartment.

は林内各調査地点における相対照度の分布を示したものであるが、林縁は50%を超える陽斑点(sun fleck)が多く、平均相対照度も、55%で著しく明るい。これは単に林縁というだけでなく、下層植生が比較的少ないことも影響しているであろう。

これに反し林内の地床には20%を超えるような陽斑点はほとんどなく、前述のように著しく暗いといえる。ヒノキ稚樹の生

存には平均相対照度で最低2~3%以上、その生長には4~5%以上の明るさが必要であるので、本調査地の現状の林内では、稚樹の成立は全く望めない。しかし林縁や林外の更新状態から判断して、比較的強度な傘伐(漸伐)作業法により、林冠量を調整する一方、下層植生を適度にコントロールすれば、本調査地のような急斜地でも更新の可能性はあると思われる。

2) 笠塔山国有林27林班(1977年7月調査)

本林班も23林班と同様、分散伐採されているところで、調査はこの林班のほぼ中腹、標高約770mのコンター沿いに1975年4月植栽の造林地と54年生の残存林分にまたがって行なった。調査地付近の方位は北西、傾斜は33°前後の急斜地で、土壌は23林班とはほぼ類似している。

調査地における23林班と同様の調査結果をFig. 4に示した。23林班と比較し、林齢は4年若く平均胸高直径は小さいが、立木密度や胸高断面積合計は多く、また直径の分散幅も大きくて保育手入れのおくれたきわめて密な林分である。

林外稚樹の更新はFig. 4に示したように、比較的良好である。特に林縁から林外10m付近までは23林班と比較して成立本数は著しく多い。さらに平均樹高の1.5倍、30m地点まではm²あたり2~3本程度は成立しそうである。また20cmを超える稚樹が成立し、3年生の稚樹としてもその伸長量は著しく大きいといえる。これは植生量が5 ton/ha前後で、同じ下刈り手入れを行なっている23林班の約半分の少なさであることが生長に好条件を与えたのではないかと考えられる。

これに反し、林内の下層植生は著しく多く、林内5m地点では生重で60 ton/haを超え、少ない場合でも15 ton/ha以上である。しかも23林班と異なる下層植生群の特徴は、相対的に常緑広葉樹が多く、また葉面積指数も大きいことである。このようなことから林内の地床はきわめて暗く、10m地点より内部の平均相対照度はすべて0.5%以下であった。したがって現状では2年生以上の稚樹の成立は全く期待できず、僅かに発生している当年生稚樹も間もなく消失してしまうであろう。

なお下層植生を全部除去して測定した林内20m地点の平均相対照度は、僅か1%前後(図中の⊗印)しかなく、天然更新を期待するにはかなり林冠量を調整する必要があると思われる。

3) 高野山31林班A——林内更新(1975年11月調査)

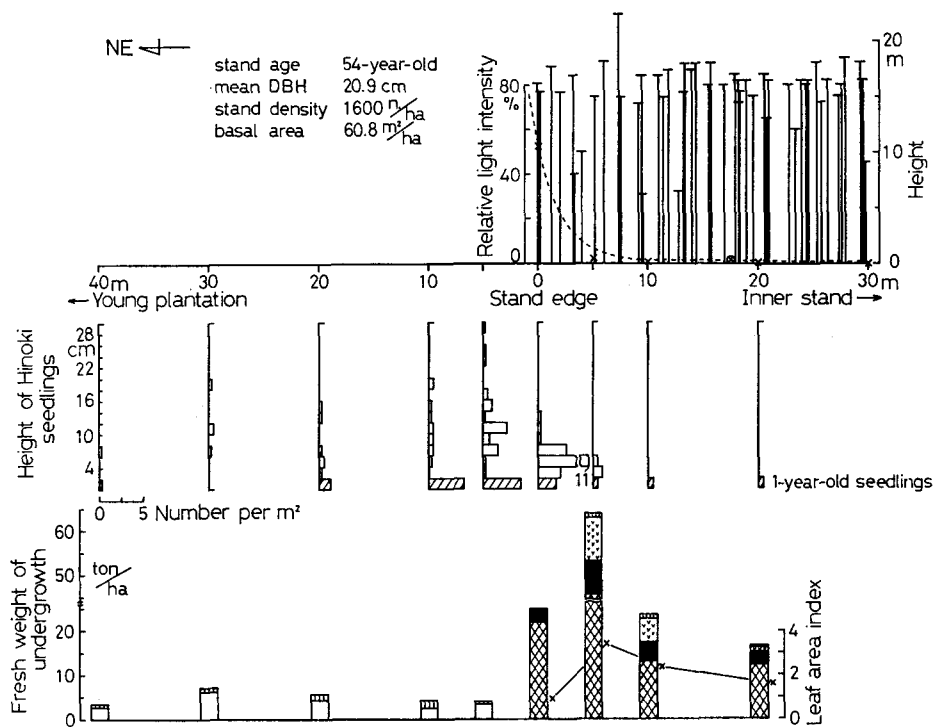


Fig. 4. Composition of *Hinoki* stand, mean relative light intensity on ground, height distribution of *Hinoki* seedlings and biomass and also leaf area index of undergrowths established on each place at 27 compartment in Kasatohsan national forest.

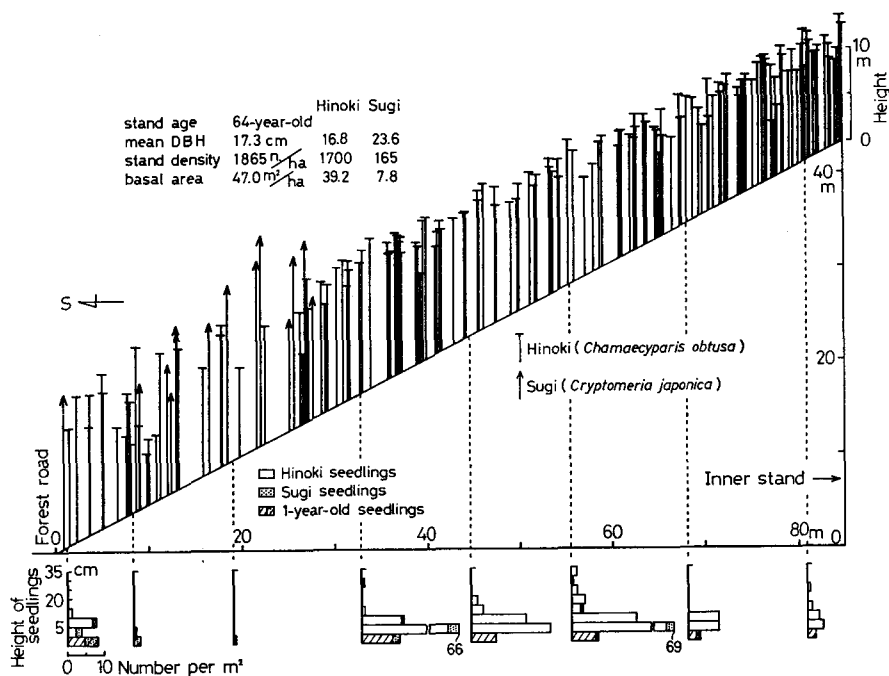


Fig. 5. Stand composition and height distribution of *Hinoki* and *Sugi* seedlings established on each place of inner stand (A) in Kouyasan national forest.

本調査地の標高は 800 m 前後、年平均気温 10.5°C、平均年降水量 2,140 mm である。また地形は 15°~25° の比較的単純な南面緩斜地で、土壌は B_d 型の埴壌土である。調査は谷沿いの林道(約 2.5 m 幅)から尾根まで直線を通して行なった。

調査地における立木の構成状態、各調査枠内のヒノキ稚樹の成立状態は Fig. 5 のようであった。本林分の斜面下部にはスギが一部混交しているが、間伐保育はいくらか実行されていたようで、胸高断面積合計はそれほど多くない。しかし現在はよく再閉鎖し、下層植生の少ない中腹より下部の平均相対照度は 2% 前後、クロソヨゴの多い尾根付近は 1% 前後の暗さになっている。

Fig. 5 から認められるように、ヒノキ稚樹は斜面の中腹より上部にかけてよく更新している。特に 40~60 m 付近がよい。しかし 10~20 m 地点は著しく悪い。これはこの付近に多く混在しているスギの落葉枝の堆積が、ヒノキやスギの更新をさまたげているためであると思われる。傾斜のゆるくなる尾根付近も多少更新状態は悪いが、これはクロソヨゴなど常緑の下層植生の繁茂が原因するようであった。

本調査地内に成立しているヒノキ稚樹の年齢構成は若いものが多く、しかも 20 年生以上のものは少ない。したがって林齢 40 年頃から更新が徐々に始まり、現在も継続している状態であると判断できる。このような林分にはさらにぬき伐りをしてやれば(試験地として 1978 年 2 月実行)、傘伐更新は充分期待できよう。

4) 高野山 31 林班 B——林縁更新(1977 年 10 月調査)

本調査地の概況は前記林内更新の調査地とはほぼ同様であるが、4 年前母樹林に接した一部が伐採されたため、西面の林縁ができ、その付近には多数の稚樹が成立するようになった。しかも下層植生は意外に著しく少ない。立木の大きさ別の配列とヒノキ稚樹の成立状態は Fig. 6 のようであった。

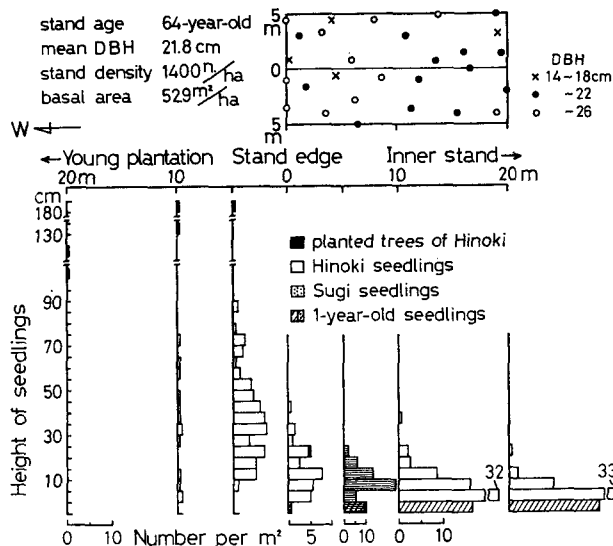


Fig. 6. Stand composition and height distribution of *Hinoki* seedlings established on each place from stand edge (B) in Kouyasan national forest.

り、著しく多い。そして 2 年生以上の稚樹の平均高は林内から林縁に近づくほど大きくなるが、5 m 地点までの差はあまり著しくない。これは下層植生が少なく、また林縁の方向が西面で林内奥深くまで側方光線が入ること、母樹林として最近間伐されたことなどが関係しているものと思

図からも明らかなように、林外 5 m 地点は稚樹本数も多く、生長状態はもっともよい。しかし林外 20 m 以上の地点には全く更新していない。これら稚樹の一部は伐採後側方天然下種によって更新した 4 年生以下のものもあるが、多くは伐採前から生存していた林内稚樹が生長したものである。したがって稚樹の乾燥害、凍霜害、寒風害などに対する林縁の保護効果は顕著であり、その範囲は本調査地のような下刈り手入れを行なう条件ではせいぜい樹高幅程度と考えられる。

一方、林内稚樹の成立本数は前述の 笠塔山国有林とは異なり、

われる。

しかし林内、林外稚樹の大きさや形質には明らかな差がある。それら稚樹の幹枝乾重に対する葉乾重の相対生長関係はFig. 7 のように、林内稚樹の葉量はある一定の大きさ（高さ 35 cm 前後）になるまでは相対的に少ない傾向がある。ただ、側方や上方光線の射入が多くなるにともなって相対的に葉量の多い良好な形質をもつ稚樹に変化していくようである。以上のような林縁効果から判断して、本調査地のような林分には、傘伐のほか帯状皆伐や画伐更新も可能であると思われる。

5) 登奈井尾国有林（1977 年 9 月調査）

調査地は、42 林班い小班の分離帯およびそれに隣接した 51 年度植栽のヒノキ造林地で、標高は約 700m、傾斜は 20~30° の起伏の多い緩斜地である。土壌は B_D~B_B型の多少粘質の埴壌土である。

分離帯の立木構成状態、調査地のヒノキ稚樹の成立状態はFig. 8 のようであった。本調査林分

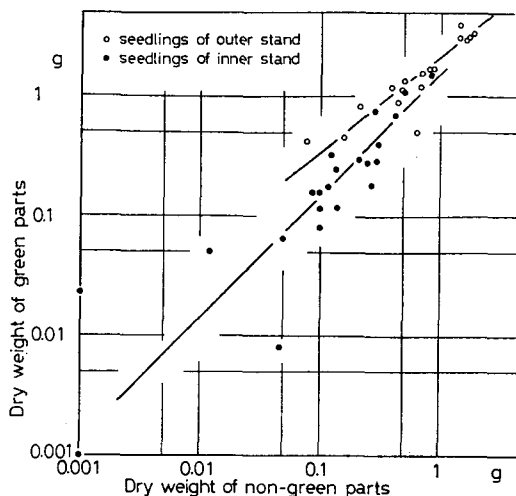


Fig. 7. Allometric relations between over dry weight of green parts (assimilation organ) and non-green parts of *Hinoki* seedlings established at outer or inner stand (B) in Kouyasan national forest.

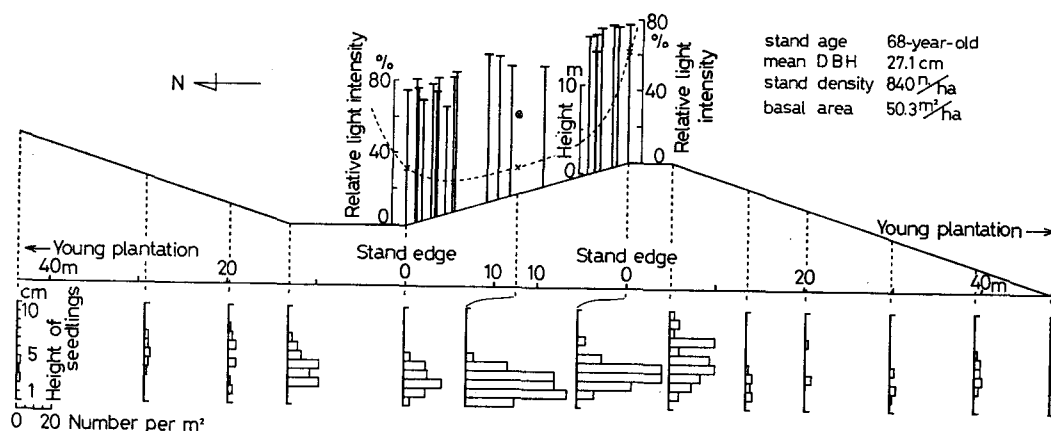


Fig. 8. Stand composition and height distribution of *Hinoki* seedlings established on each place from stand edge in Tonaiwo national forest.

はもともと胸高断面積合計が 50 m²を超える保育のおくれた密な林分であったようで、林内には下層植生が少なく、ヒノキ稚樹は勿論ほとんど成立していなかった。3 年前分離帯が設定された後、これに線状間伐が実行されたため、Fig. 8 で認められるように、現在の林内はかなり明るい。

稚樹の成立本数は分離帯内部および林縁付近に多い。特に分離帯中央は m²あたり約 210 本も更新し、足の踏み入れ場もないほどである。しかし稚樹の大きさは南林縁付近が大きい。しかもここは更新面ができてから僅か 2 年目であるのに、7~8 cm を超える稚樹も少なくないことは、今

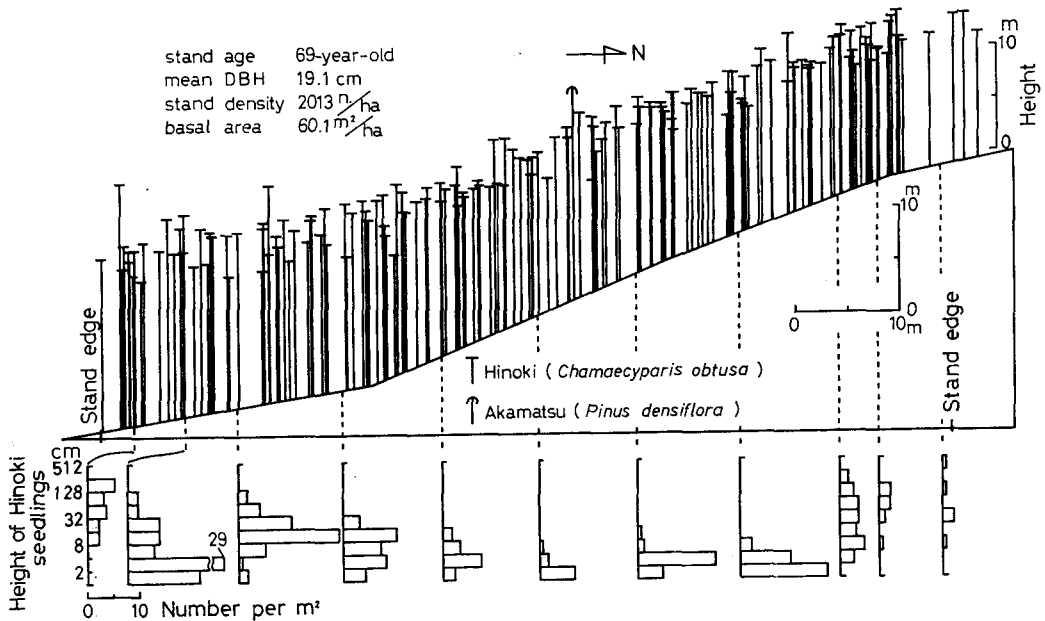


Fig. 9. Stand composition and height distribution of *Hinoki* seedlings on each place from stand edge at 43 compartment (A) in Norosan national forest. These marks apply in Fig. 10, 11.

後の更新にきわめて有利な条件にあるといえよう。ただ造林地には現在 20 cm 前後のミヤコザサが成立し始め、場所によっては密生しつつあるので、稚樹の発生、成立にかなり影響を及ぼすものと思われた。また本調査地では林縁から南北いずれも 40 m 前後まで稚樹が成立しているので、側方天然下種を期待する場合は、かなり幅広い更新面を作ることが可能である。また、本調査地のような樹高の 1.5～2 倍程度の幅の分離帯であれば、側方光線が利用できるので、単木択伐は可能であると思われた。

6) 野路山国有林 43 林班 A——林内林縁更新（1977 年 2 月調査）

本調査地は 2 車線のドライブウェイに沿った上部のヒノキ林で、道路側の林縁から上部民地境の林縁まで調査した。標高は約 780 m、傾斜はなだらかに南に面し、土壌は B_v 型の壤土である。

調査地における立木構成状態と稚樹の成立状態は Fig. 9 のようであった。本林分の特徴は、胸高断面積合計が 60 m²/ha もあるが、立木本数が多いため、約 70 年生であるのに平均胸高直径は 20 cm に達していないことのほか、風の強い稜線であるので、樹冠間に明瞭なすき間が認められることである。

したがって林内には陽斑点がかなり入っているはずであるが、林縁付近を除き、下層植生はきわめて少なく、ヒノキ稚樹も散生するだけである。すなわち Fig. 9 に示したように、林縁から約 30 m も林内に入ると、ほとんどの稚樹は高さ 2～4 cm 前後の 1～3 年生だけになる。本調査は冬季に行なっているので、相対照度の測定は行なわれなかったが、上記の状態から判断して 2～3 % 内外の平均相対照度であろうと推定される。

これに反し、林縁や林縁から 10 m 前後林内に入った付近には大きい稚樹が多く、明らかに更新条件がよいといえる。後でもふれるがこれら大きい稚樹の年齢はほとんど 10 年生までで生長はそれほど悪くない。このような林縁付近の更新のパターンは、前述の高野山や他の地域とほとんど

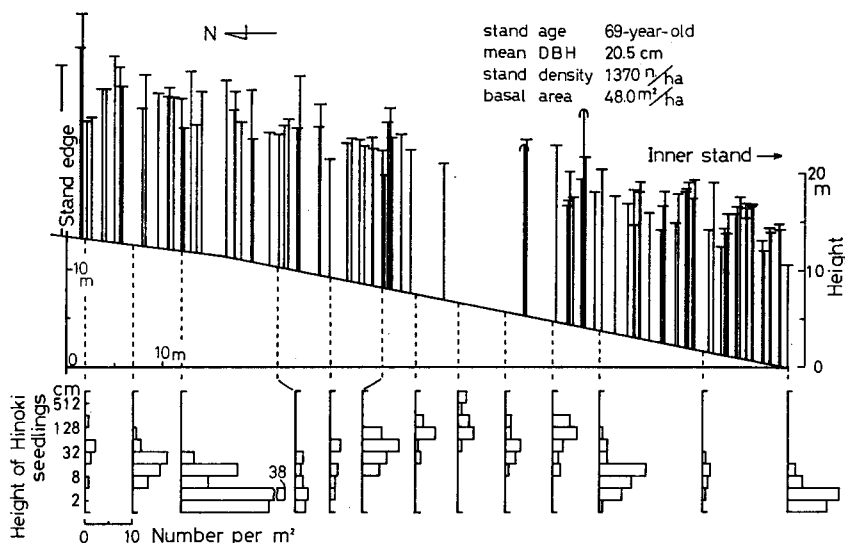


Fig. 10. Stand composition and height distribution of *Hinoki* seedlings on each place from stand edge or opening in 43 compartment (B) in the same forest.

同様である。

7) 野路山国有林 43 林班 B——林孔更新 (1977 年 2 月調査)

本調査地はドライブウェイをはさんだ前記 A の下側の緩斜面であるが、道路に面した林縁から約 40 m 入ったところに、丁度樹高幅程度の孔状地があり、大きなヒノキの更新樹が多数成立していたので、この中心をよぎるように設定した。この林孔ができた原因はよくわからないが、かなり古くからあったようである。

調査地における立木の構成状態および稚樹の成立状態は Fig. 10 のようであった。孔状地を除いた林分構造は調査地 A とほとんど同様であるが、孔状地を除いて全般に下層植生は著しく少ない。

斜面上部の林縁付近には、北面であるにもかかわらず比較的大きな稚樹が成立しているが、林内に入るに従って小さくなる傾向がここでも明らかである。しかし Fig. 10 に示したように林孔があると、その周辺の更新はきわだって良好となる。林孔の中心部では樹高 5 m 以上にもなったヒノキの更新樹がみられ、それから離れるに従い、また林孔の林縁から林内に入るに従って更新が悪くなる。Fig. 10 に示した稚樹、幼樹の更新の動態は、

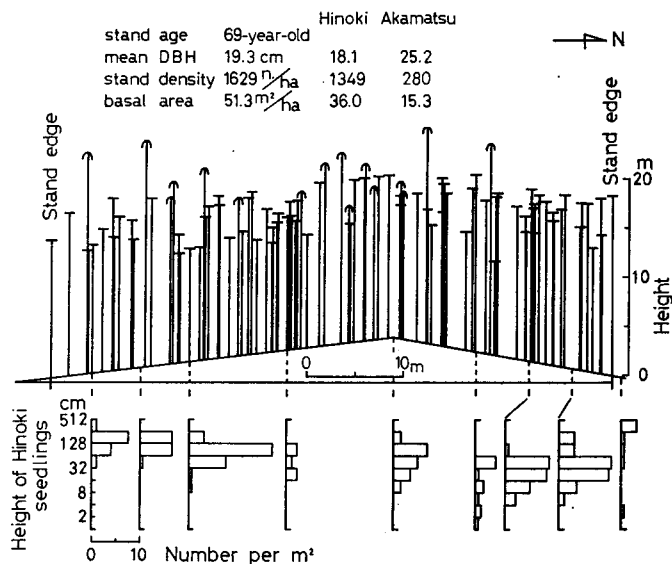


Fig. 11. Stand composition and height distribution of *Hinoki* seedlings on each place from stand edge at 39 compartment in Norosan national forest.

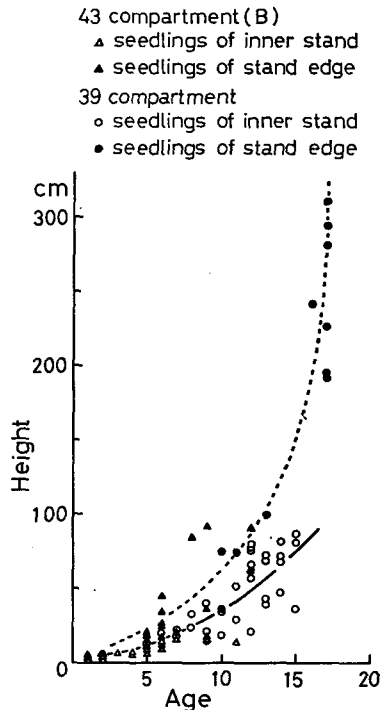


Fig. 12. Relation between height and age of seedlings established on stand edge and inner habitat in the same forest.

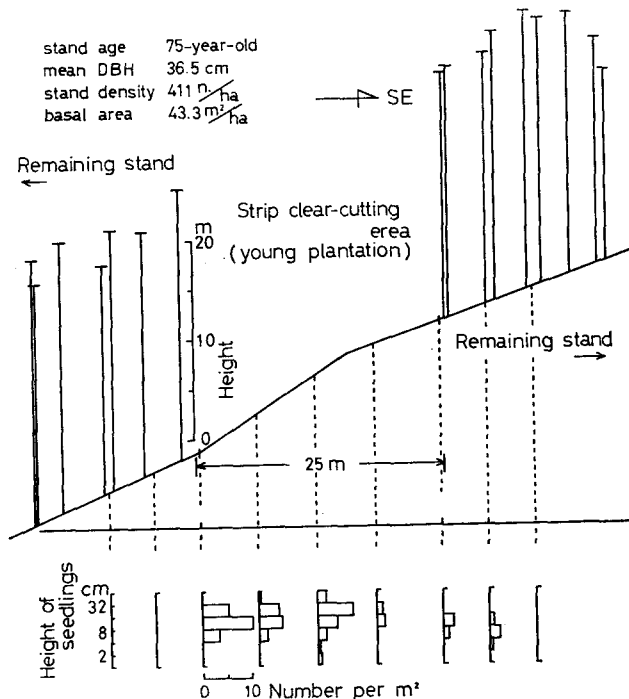


Fig. 13. Stand composition and height distribution of *Hinoki* seedlings on each place at strip clear-cutting area each remaining stand in Shiroyama national forest.

群状（孔状）択伐あるいは画伐天然更新の典型的な手本となる。

8) 野路山国有林 39 林班 (1977 年 2 月調査)

本調査地は 43 林班 A から約 500 m 北寄りのほぼ平坦地で、林分構造や土壌条件は A とほとんど変わらない。ただアカマツが材積率で約 30% 混交している。

調査地における立木の構成状態と稚樹の成立状態は Fig. 11 のようであった。図からも明らかなように、林縁付近には大きな更新樹が多数成立し、しかもその大きさは 1 m を超すものが多い。また林内でも 50 cm 前後のものも多く、更新条件がきわめて良好であることを示している。したがってこの林分はすでに稚樹、幼樹間の競争が始まったため、地床は暗く稚樹の更新は継続できない状態になっているのであり、更新技術からいえば更新が完了した林分といえよう。

このような状態になった要因は 30% という比較的高いアカマツの混交率にあるものと思われる。したがって林内は比較的明るく、平均相対照度は多分 5% 以上と推測されるが、ヒノキの天然更新にとってアカマツの混交は奈良県忍辱山の例などからも最適の条件を与えるようである。

稚樹の年齢は調査地の条件によって多少異なる。

Fig. 12 は 43 林班 B と 39 林班における掘り取った林内外稚樹の年齢と高さの関係を示したものであるが、43 林班 B の稚樹は古いもので 10 年前後であるのに対し、39 林班のものは 15~17 年生がかなり多い。これは、林縁の形成、間伐など更新条件が異なっているため、更新開始の時期にずれが生じたものであろう。一方、稚樹の生長は明らかに林縁付近がよい。特に 39 林班の林縁の更新樹には 1 年間に平均 15~20 cm も生長するものもある。

以上のことから野路山の調査地周辺は、他の地域と比較して更新条件にめぐまれているようで、択伐や傘伐によるヒノキの天然更新は、生物的にも林業技術的にも容易であるといえる。

9) 城山国有林 61 林班 (1977 年 2 月調査)

本調査地は錦帯橋の背景としての城山一帯の風致的配慮から、1974 年 12 月に垂直高 12.5m になるような 1 / 2 交互帯状皆伐を実行した 3 帯のうち、中間の伐採帯を中心に上下の保残帯にわたって設けたものである。伐採地には翌 1975 年 3 月までにヒノキを造林した。土壌は B_D 型、石礫の多い砂壤土である。

調査地における保残帯の立木構成状態と天然生ヒノキ稚樹の成立状態は Fig. 13 のようであった。これから認められるように、保残帯の地床にはほとんど稚樹が成立していない。これは笠塔山国有林と同様、林内に下層植生が繁茂し、また特に常緑広葉樹が多いため、射入する陽光が著しく少ないためと思われる。

これに反し、伐採帯すなわち造林地にはほとんど全面にわたって稚樹が更新している。そして斜面の下部は比較的大きい稚樹が多数成立するに反し、上部ほど稚樹は小さく、成立数も少ない傾向がみられる。この林地はほぼ北西に面し、上部ほど保残帯林縁の日陰になりやすいことも原因の一つと思われるが、現在のところ造林木の生長には著しい生長差はあらわれていない。

この伐採帯に更新したヒノキ稚樹の生長は著しく大きく、2 年生ですでに 30 cm を超えるものも少なくない。したがって本林分では樹高幅程度の帯状皆伐と下刈りによる下層植生のコントロールによって確実に天然更新が期待できるほか、強度の傘伐更新も可能性が大きいと思われる。

4. 討論——更新に影響する地域的特性と局所的環境

以上のように今回の調査地は紀伊半島南部から北部、中国山陽道の西方まで、5 国有林の広範囲にわたっているが、すでに報告した尾鷲¹²⁾、日置川²²⁾、奈良⁵⁾、京都^{9,13)}などの地域を含めて検討すると、種子の結実、発芽、稚樹の定着、生長などの条件がととのえば、天然更新の可能性についての地域的な相違はほとんど考えられない。勿論調査地によってヒノキ稚樹の発生、成立の状態も異なり、その情報も充分でないので、結論するのは早計であるかもしれないが、人工造林の可能なところなら一応生物的には可能であるといえそうである。

特に標高が高くなると下層植生量が少なくなることがあるので、天然更新が容易になるとも考えられるが、城山国有林のような低海拔高でも可能であるので、必ずしも相関が高いとはいえない。したがってむしろそれぞれの地域における局所的な林分環境が大きな要因として働いていると思われた。

まず光条件の面から検討してみると、ヒノキ稚樹の発生、成立にこれまで最適の条件を与えていたのは、野路山 43 林班 B の林内孔状地と、同 39 林班のアカマツとの混交林である。また下層植生が少ない場合は、適度な間伐が行なわれた高野山や登奈井尾の林内、林縁更新もよい。しかし下層植生が繁茂する笠塔山、城山の林内は光不足になりやすく、特に平均相対照度が 1 % 前後以下になると全く更新できない。

一方、林外更新に対しては笠塔山、高野山 31 林班 B、登奈井尾、城山のように、むしろ適当量の植生が存在することが光条件だけでなく、乾燥害を防ぐためにも必要であると思われた。ただし側方天然下種更新の可能な母樹からの距離は樹高の 1 ~ 2 倍以内である。なお林外調査地の稚樹は高野山を除きまだ 2 ~ 3 年生の若齢であるので、これらが今後どのように生長していくか追跡調査する必要がある。

つぎに天然更新にとって重要な要因は稚樹の定着条件であり、この意味からみると雨水による表土の移動の少ない緩斜地例えば、登奈井尾、野路山は有利であろう。しかし笠塔山、城山の場合は急斜地ではあるが、石礫が多く、また下層植生が適当量成立しているため、かなり雨滴侵蝕や表土の移動を押さえていることから、林外では稚樹が定着しやすいのではないかと思われた。

このようにヒノキ稚樹の更新には光、土壌、水分、降雨などの条件が大きな影響を与えるが、傾斜、方位、土壌などの土地的環境より、上木と下層植生の構成、成立状態がこれらに対してもっとも重要なかわりをもつものと考えられた。したがって上木と下層植生の両者を適切にコントロールする施業が、生物的にも技術的にも天然更新を可能にする有効な手段となろう。

引用文献

- 1) 三好東一：ヒノキに関する材質の生態的調査，林試報，2（1），1932
- 2) 林弥栄：日本産針葉樹の分類と分布，1960
- 3) 坂口勝美：ヒノキ育林学，1952
- 4) 佐藤敬二：日本のヒノキ(上)，1971
- 5) 赤井龍男・寺崎康正・田中貞雄・竹岡政治・本城尚正：混交したヒノキ択伐林分の構造と更新，日林論集，87，1976
- 6) 桜井尚武・大野和人：高知県西の川山ヒノキ天然林の成立過程と一次生産量について，日林論集，88，1977
- 7) 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
- 8) 赤井龍男・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，39，1967
- 9) 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
- 10) 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
- 11) 山本進一・赤井龍男・寺崎康正：ヒノキ林内植生の動態に関する研究（Ⅰ）——木本種個体群の分布様式の解析，日林論集，88，1977
- 12) 赤井龍男：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，京大演報，47，1975
- 13) 赤井龍男・阪上俊郎・大野次朗：アカマツ・ヒノキ・広葉樹混交林の構造と二次遷移，京大演報，49，1977
- 14) 尾方信夫他：新しい天然更新技術——ヒノキの新しい天然更新技術，1971
- 15) 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（Ⅲ）——大枝ヒノキ人工林における天然生ヒノキ稚樹の動態と分散構造，京大演報，48，1976
- 16) 赤井龍男：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，京大演報，44，1972
- 17) 真下正樹・松江享・赤井龍男：ヒノキ天然更新の事業化について，日林論集，89，1978
- 18) 只木良也・赤井龍男：森——そのしくみとはたらき，1974
- 19) 坂口勝美監修：これからの森林施業，1975
- 20) SMITH, D. M.: The Practice of Silviculture. 1962
- 21) DENGLE, A.: Waldbau Auf Ökologischer Grundlage. 1930
- 22) 赤井龍男：ヒノキ、スギの天然更新について，日林関支講，23，1972

Résumé

Hinoki (Chamaecyparis obtusa) is one of the useful planting species in Japan, but it is regrettable that there remain few natural forests of it and there exist few naturally regenerated forests or stands of it in Japan now. This study is to investigate the present condition of the natural regeneration established of *Hinoki* in Kinki and Chugoku Districts locating in the western area of Japan and to analyse its mechanisms. Especially, this paper summarizes the result of the investigation which we have made on the 5 stands at Kasatohsan, Kouyasan and Tonaiwo national forest locating the southern part to

the northern part of the Kii-hanto Peninsula and on the 4 stands at Norosan and Shiroyama national forest locating the western part of the Chugoku-Sanyodo, taking 3 years beginning at 1975.

Although the condition of regeneration is found different between the stands investigated, the *Hinoki* seedlings has been established in every stand where the difference due to characteristic of altitude or region has scarcely been found between them. They seem to have been affected rather by local environment of each stand.

Viewing from the effect of light condition, it could be said that the stands locating in openings of inner forest and mixed stands of *Hinoki* with *Akamatsu* (*Pinus densiflora*) are most suitable to regeneration of *Hinoki* seedlings (Fig. 10, 11). Then, good regeneration of seedlings has been found within stand as well as stand edge in case of those stands having less undergrowths and repeated to adequate thinning (Fig. 5, 6, 8, 9).

On the other hand, it has been observed that more thriving undergrowths in stand disturb the regeneration of seedlings more from good growth due to lack of light and the regeneration of seedlings is hardly to be made in those stands capable of receiving light only with the mean relative light intensity of 1% or less (Fig. 1, 3, 4). It has also been recognized that outside stands (young plantation) growing adequate quantity of vegetation promote regeneration of seedlings more but in the case regeneration of seedlings is possible only within such a range of distance from the edge of stand as 1 to 2 times of the height of trees (Fig. 1, 4, 6, 13).

Judging from the conditions helping seedlings fix, gentle-sloped places of which surface soil is less movable are more favorable to fixation of seedlings (Fig. 8, 9, 10, 11). However, natural regeneration of seedlings is possible even in steep-sloped places if undergrowths are moderately established there (Fig. 1, 4, 6, 13).

As mentioned above, the composition of upper trees with undergrowths and the condition of establishment affect most regeneration of *Hinoki* seedlings. Therefore, the possibility of natural regeneration would be highly increased if these factors mentioned above could be well controlled.