

# 照度が異なる林分に植栽したスギ稚樹の消長

平 英彰

## Growth and Motility of Seedlings Planted in Forests of Different Illuminance

Hideaki TAIRA

スギ天然林における更新機構を解明するための研究の一環として、照度の異なる林内に1年生～3年生苗を植栽し、枯損率、樹高成長、樹幹形態の変化などを調査した。枯損率は、相対照度の低い林分では1年生苗で高く、3年生苗で低くなった。このことから個体が大きくなるほどスギの耐陰性は高くなることが推定された。また、樹高成長は、相対照度の高い林分ほど大きくなる。しかし、個体の小さい1年生苗は他の苗に比べ著しく小さく、個体の大きいほど樹高成長が大きくなる傾向を示した。相対照度が低いと形状比が大きくなり、スギが倒伏しやすい形態に変化していくことが明らかになった。したがって、スギの天然林に一般的に認められる現象、すなわち、スギの密度の高い林分では実生による更新が少なく、伏条による更新が圧倒的に多く、広葉樹が優占する林分においては実生による更新が多くなるのは、今回調査したスギ稚樹の特性によって説明できる。

### 1. はじめに

日本海側の多雪地帯に分布するスギ天然林の更新形態には実生、実生・伏条（実生の個体が伏条の形態に変化していく）、伏条・伏条（伏条した個体が更に伏条更新を繰り返す）、萌芽・伏条（大径木の萌芽枝が伏条更新する）などが認められる(13)。しかし、スギがどのような更新形態を取るかは、スギが生育している環境条件によって大きく左右される。スギの密度が高い林分では、伏条・伏条、萌芽・伏条などの伏条更新が圧倒的に多くなり実生による更新は少ない(10)。一方、広葉樹が優占する比較的照度の高い林分では、実生は実生から伏条形態へと変化し、多くの伏条個体を増殖していく(13)。そして、このような実生に由来する伏条個体が生長を始め、森林の攪乱を契機として更新した事例も報告されている(13)。しかし、実生によるスギの天然更新はきわめて効率が悪く、発生した稚樹のほとんどは2年

～3年以内で消滅してしまう(14)。そこで、林内に発生したスギがどのような過程をたどるかを明らかにするため、相対照度が異なる林分に苗齢の異なるスギ稚樹を植栽し、植栽した稚樹の消長と形態の変化について調査した。

### 2. 試験の方法

1988年10月上旬、調査地を富山県中新川郡立山町栃津地内の標高400mにあるスギ林分内に1カ所、それに隣接する広葉樹林内に2カ所に設定した。調査地に設定したプロットはいずれの林分においても10m×15mの大きさで、それをさらに10m×5mの大きさの三つのプロットに区分し、1m×1m間隔に1年生苗（平均樹高及び標準偏差 $7.8 \pm 1.61$ cm, 平均根元径及び標準偏差 $0.2 \pm 0.07$ cm）、2年生苗（樹高 $20.3 \pm 5.25$ cm, 根元径 $0.6 \pm 0.12$ cm）、3年生苗（樹高 $28.4 \pm 6.04$ cm, 根元径 $0.8 \pm 0.18$ cm）をそれぞれ

40本づつ植栽した。そして、1988年から1993年まで毎年10月下旬にスギの樹高、根元径を測定した。スギ林は林齢14年生で平均胸高直径12.5cm、平均樹高6.4mで完全にうっ閉し、下枝が枯れ上がる状態に達しており、下層植生はほとんどなかった。調査地を設定した広葉樹林は、コナラを中心とする二次林で、コナラの樹齢はおよそ45年、平均胸高直径19cm、平均樹高14mであった。その中のプロットの一つは、5～6年前までシイタケ生産のためのホダ場として使われていたため、下層植生が少なかった（以下このプロットを広葉樹林Aと呼ぶ）。広葉樹林内に設定されたもう一つのプロットは、前述の調査林分に隣接するコナラ林であるが、下刈は行われていないためエゾユズリハ、タンナサワフタギ等の下層植生が多かった（以下これを広葉樹林Bと呼ぶ）。これらの調査地はいずれも北西向きの5°～10°の緩斜面で土壌型はBdd.であった。

1990年9月上旬に、それぞれのプロット内の地上50cmの高さで無作為に30か所の相対照度を測定した。また、植栽したスギの樹冠型の変化を明らかにするため、1993年10月にスギ林内に植栽した3年生苗から3本（平均樹高56.3cm）と広葉樹林B内に植栽した3年生苗から3本（平均樹高56.0cm）をそれぞれ掘り出して樹幹を4等分し枝葉、幹、根に分けて105℃で乾燥し、絶乾重を測定した。

### 3. 結 果

1990年に測定した相対照度の平均値と標準誤差は、スギ林内のプロットで $0.9 \pm 0.15\%$ 、広葉樹林B内で $2.2 \pm 0.16\%$ 、広葉樹林A内で $3.3 \pm 0.28\%$ である。相対照度はスギ林内で低く、広葉樹林B、広葉樹林Aの順に相対照度は高かった。各林分間における相対照度には分散分析の結果0.1%以下の危険率で有意な差が認められた。植栽5年後の平均枯損率（枯損本数/植栽本数×100）は広葉樹林Aで6.9%、広葉樹林Bで23.3%、スギ林内で60.8%で、植栽した環境の違いによって枯損率に大きな違いが認められた。また、植栽したスギの枯損率を苗齢別にみると、広葉樹林Aにおいては、苗齢による枯損率の違いはほとんどなく、92年以降の枯損率の増加は認められなかった。広葉樹林Bにおいては2年生苗の枯損率がやや高い傾向を示したが、1年生と3年生においては差がなかった。しかし、枯損率の増加傾向は植

栽後5年を経過しても続いていた。スギ林においては、苗齢により枯損率が異なり、苗齢が低いほど枯損率は大きく1年生苗では82.5%に達し、枯損率は毎年急増している（図-1）。

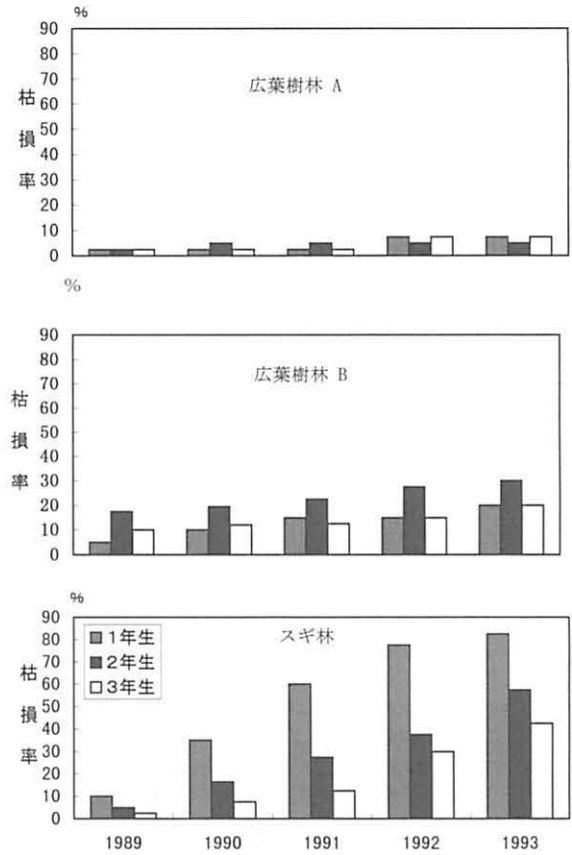
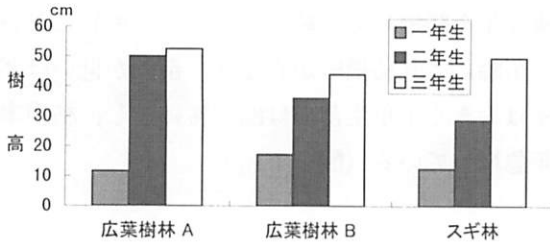


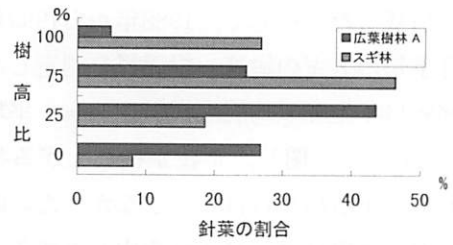
図-1 林分別、苗年齢別枯損率の推移

植栽5年後の樹高は、1年生苗では広葉樹林Bが最も大きく、2年生、3年生苗では相対照度の高い広葉樹林Aで最も大きかった（図-2）。1年生苗では広葉樹林AとBにおいて、また、2年生苗、3年生苗ではいずれの林分間においても分散分析の結果1%以下の危険率で有意な差が認められた。枯損率の少なかった広葉樹林A、Bの樹高成長量は（図-3、4）、93年の1年生苗以外はすべての樹齢や年度において相対照度の高い広葉樹林Aの方が大きかった。また、1年生苗の樹高成長量は、2年生、3年生苗に比べると著しく少なく、90年以降は2年生、3年生苗の樹高成長量との間に分散分析の結果5%以下の危険率で有意な差が認められた。

広葉樹林Aの3年生苗の平均個体重は40.3g、スギ林のそれは22.0gで、相対照度の高い広葉樹林Aの個体はスギ林の2倍に達した。幹重、枝葉重、根



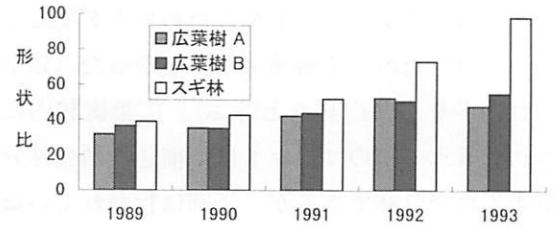
図一 2 植栽 5 年後における各林分の樹齢別樹高



図一 6 広葉樹林 A とスギ林における部位別針葉着生割合

重の割合は、スギ林と広葉樹林 A では大きく異なり、スギ林では枝葉重の割合が著しく少なく、根重の割合が高く、広葉樹林 A では枝葉重の割合が高かった (図一 5)。また、樹幹部別別の針葉重の分布は、広葉樹林 A では樹幹下部の針葉重が多く上部は少なくなっていたが、スギ林では樹幹下部の針葉が少なく枯上がりが進んでいることを示した (図一 6)。

各林分における 3 年生苗の形状比 (樹高cm/根元径cm) は、年々増加傾向を示した。特にスギ林内では形状比が 1992 年以降に増加しており、相対照度の低い林分ほど形状比が大きくなる傾向を示した (図一 7)。

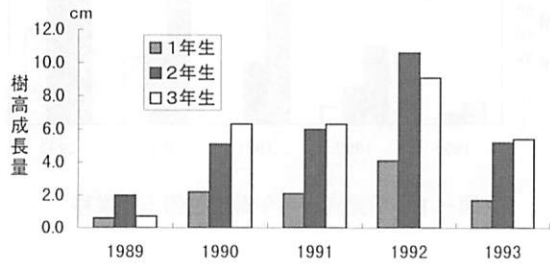


図一 7 各林分における 3 年生苗の形状比の推移

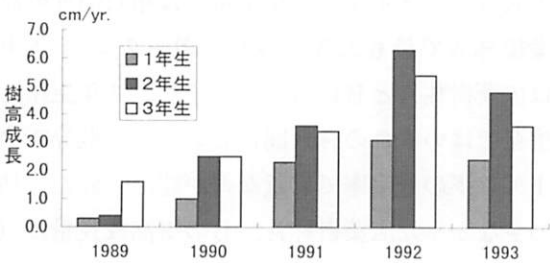
#### 4. 考 察

平均相対照度が 3.3% の広葉樹林 A における枯損率は、植栽後 4 年を経過した 1992 年以降は増加しておらず、今後、安定していく傾向を示したが、相対照度が 2.2% の広葉樹林 B では、植栽後 5 年を経過しても枯損率は暫増していく傾向を示した。また、相対照度が 0.9% と極めて低いスギ林内では、苗齢の低い個体ほど枯損率が高く 1 年生苗では植栽 5 年後の 1993 年では 82.5% に達した。また、1 年生以外の稚樹においても枯損率は毎年増加しており、何年か後にはほとんど枯死すると推定される。したがって、林内に植栽した稚樹は、林内の照度が高ければ苗齢の違いによる枯損率に大きな差を生じないが、林内照度が低い場合は、苗齢が低いほど枯損率が高くなる。このことは、スギ稚樹の耐陰性は苗齢の違い、すなわち、個体の大きさによって異なり、稚樹が大きいほど耐陰性が高くなることを示している。

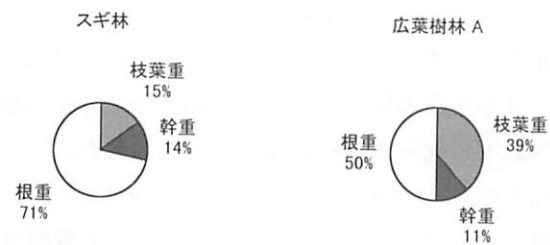
河原ら (1) は、人工庇陰下でスギ稚樹を生育し、スギの生存限界は相対照度が 3% 内外であることを報告している。相対照度が 2.2% の広葉樹林 B において、耐陰性の低い 1 年生苗の枯損率は植栽後 5 年を経過して 17.3% と比較的 low、また、毎年樹高成長が認められる。相対照度の計測にはかなり大きい誤差を伴うが、そのことを考慮してもこのことは、河原ら (1) の結果と異なっている。しかし、広葉樹林は人工庇陰と異なり、木漏れ日などの光が入ることや (2)、融雪後 3 月中旬から新芽が展葉する 4 月



図一 3 広葉樹林 A における苗齢別樹高生長量の推移



図一 4 広葉樹林 B における苗齢別樹高生長量の推移



図一 5 広葉樹林 A とスギ林における枝葉重、幹重、根重の割合

下旬にかけてと、落葉が始まる11月中旬から降雪前の12月中旬の期間においては、林内の相対照度が高くなる。広葉樹林においてはこのような人工庇陰下と異なった照度の環境下にあるため、相対照度が人工庇陰下でのスギの生存限界の相対照度より低くても、スギが生育できる理由だと考えられる。

日本海側に分布するスギ天然林では、スギの密度が高く照度の低い林分では、伏条による更新が圧倒的に多いことが報告されている(4,6,7,8,9,10)。また、実生更新は、落葉広葉樹が主に生育している比較的照度の高い林分に多い(13)。今回調査した結果を基に、スギの天然更新について考察すると、種子から発生した稚樹の成長は遅く、樹高は3年生で4.0cm程度にしか達しないので(14)、他の植物に被陰されやすく、また稚樹の耐陰性が低いいため、その成長過程で多くの個体が枯死すると考えられる。佐藤ら(10)が調査したようなスギの密度の高い立地では林内照度が低いため、ほとんどの個体が枯死し、実生の稚樹がほとんどみられなくなるのであろう。また、スギの密度の低い広葉樹を中心とした立地では、相対照度が比較的高いため、発生した稚樹の生存率が高くなるので、実生による更新の割合が多くなるものと考えられる。しかし、広葉樹林では秋に大量のリッターが積もり、発生した実生が埋ってしまうので(14)、実生の更新は凸地、倒木上、切株上(11)及び尾根筋などのリッターが集積しにくい場所限定されるのであろう。一方、伏条の更新の場合は、比較的大きな枝葉が地面に押しつけられ、それが発根して独立するまで親木から養分の供給を受ける。また、伏条で発根した個体は大きいので、成長が速く耐陰性も高い。したがって、スギの密度が高く照度が低い立地でも伏条による更新が可能となる。日本海側に分布するスギ天然林の更新は、佐藤(10)や丸山(6)らが調査したように、スギの密度が高い立地においては、ほとんど伏条によって更新し、実生による更新が極めて希なのは、このようなスギ稚樹の特性によるものであろう。

相対照度が比較的高い広葉樹林A、Bでは、植栽後の3年生苗における形状比の増加は少ない。しかし、相対照度の低いスギ林では著しく大きい。河原(1)は、庇陰下で生育させたスギの相対樹高成長は、直径の相対成長よりも大きくなることを報告している。このことから、照度が低くなると樹高成長より

も根元直径成長が抑制されるため、形状比の大きい樹幹形になると考えられる。また、スギ林と広葉樹林Aの枝葉重は、相対照度の高い広葉樹林Aがスギ林よりも著しく多かった。また、相対照度の低いスギ林内では枯れ上がりが大きく、枝葉のほとんどは樹幹上部に着生している。しかし、広葉樹林Aでは枝葉は、樹幹下部で多く分布していた。この試験地を設定した14年生のスギ林が、4年生であった時の平均樹高は、 $335.0 \pm 49.5$ cm、平均根元径 $8.6 \pm 1.33$ cm、平均形状比は $39.6 \pm 0.73$ で(15)広葉樹林Aに植栽した3年生苗の4年生時に比べて樹高、根元径が著しく大きく、形状比は小さかった。このような現象から考えると、相対照度が高いギャップなどに実生によって成立したスギ稚樹の場合は、初期成長が良く、形状比も小さいことから雪によって倒伏しにくい。また、倒伏しても立ち直りが良いことから(15)、そのままの1本の単幹木として成長していくと考えられる。一方、相対照度が極めて低い場所においては、実生によって成立した稚樹は枯死するが、広葉樹林などのように比較的照度の高い林分に成立したスギ稚樹は、成長量は小さいが(5)、枯死することなく成長を続けるため、根元が細く形状比が大きい個体になる。したがって、スギは雪によって倒伏しやすい形態になり、その成長過程で毎年倒伏を繰り返し、実生・伏条の形態へと変化していくと考えられる。

#### 引用文献

- (1) 河原考輝(1983)人工庇陰下の植栽木と樹下植栽木の生長比較, 林試研報323: 133-149.
- (2) 小池考良(1988)落葉広葉樹の生存に必要な明るさとその生長に伴う変化, 林木の育種148: 19-23.
- (3) 中村賢一郎(1936)秋田営林局管内スギ天然生林視察報告, 林曹会報236: 15-40.
- (4) 岩崎直人(1927)岩川地方杉天然生林の研究, 林曹会報122: 1-44.
- (5) 根岸賢一郎・八木喜徳郎(1986)人工庇陰下でのアカマツ, スギ, ヒノキ1年生苗の生長, 東大演習林報告75: 11-31.
- (6) 丸山幸平・神谷智彦(1986)佐渡演習林におけるスギ天然林の更新に関する二三の調査, 新潟大演報, 19: 93-103.
- (7) 中井猛之進(1941)植物を学ぶものは一度は京大

- の芦生演習林をみるべし，植物研究雑誌17：273-283.
- (8) 荻野和彦・守屋 均・堤 利夫(1978)芦生演習林のスギ伏条稚樹，京大演報50：58-68.
- (9) 沖村義人・山根良夫・小野正行(1961)匹見演習林における天然スギの研究(Ⅱ)，島根農科大研報9：9-21.
- (10) 佐藤啓二・加藤退介・須崎民雄(1965)広島県における天然スギ林の研究第2報-天然更新の実態-，第76回日林講演集：265-268.
- (11) 富沢日出夫・丸山幸平(1993)佐渡島のスギ天然林における実生更新の可能性，日林誌75：460-462.
- (12) 平 英彰・津村義彦・大庭喜八郎(1994)猫又山の標高2,050mのスギ天然林の生育状況とアイソザイム分析，日林誌75：541-545.
- (13) 平 英彰(1994)タテヤマスギの更新形態について，日林誌76：547-552.
- (14) 平 英彰(1994)東芦見尾根に発生したスギ稚樹の消長，富山県林技センター研報8：14-18.
- (15) 平 英彰(1987)スギ根元曲りの形成機構と制御方法に関する研究，富山林試研報12：1-80.

### Summary

As one of studies to clear a regeneration system in natural *Cryptomeria* forests, from one to three year old nursery stocks were planted under forests where there are different illuminations. Mortality, a tree growth, a stem form of *Cryptomeria* were surveyed. The mortality of *Cryptomeria* was high in one-year-old nursery stocks which is small in size, though 2-and-3-year-old nursery stocks which an large size have shadow tolerance. The tree growth of one-year-old trees was extremely retarded, and the high growth becomes large as the size of trees increases. Stem height-to diameter ratio becomes small as the illumination of the forests decrease. Therefore, the general regeneration systems in the natural *Cryptomeria* forests, i.e. in the high density *Cryptomeria* forests, there is little regeneration by seedlings though regeneration by layering dominates, and in the broads leaved forests, regeneration of seedlings increase, which is well explainable by the traits of planted nursery stocks in this study.