

ウツクシマツ(*Pinus densiflora* f. *umbraculifera*).

の更新と保育に関する研究

— 天然生稚樹の消長と下層植生 —

川那辺 三郎

Studies on the regeneration of Utsukushimatsu

(*Pinus densiflora* f. *umbraculifera*)

— Survival of natural seedlings and undergrowth —

Saburo KAWANABE

要 旨

滋賀県南部の甲西町に自生するウツクシマツは、樹形が優美であり天然記念物に指定されている。近年、マツクイムシの被害によって特に樹齢が高く大きな個体の多くが枯死するため、病虫害の防除や苗木の植栽などの保護と増殖対策が講じられてきた。このような対策の他に、天然更新によってより多くの稚樹の育成を計ることが重要であると考え本研究を行った。林内の下層植生量の異なる3か所にプロット(2 m × 3 m)を設定して稚樹の生育状況と下層植生量の関係を調べた。得られた主な結果は、

- 1) 発芽数は落下種子数のおよそ5～10%で、下層植生量が多いところでは発芽の割合が他より少なかった。
- 2) 従来行われてきた8月に行う年1回の下刈りでは、下層植生量が著しく少ないところを除いて、発芽した稚樹は8、9月までにほとんどが消失する。消失原因は主に動物による食害と病害である。
- 3) 6月と8月の年2回の下刈りを行い、下層植生の植被率を減少させると当年生稚樹の生存率は増加し、植被率をおよそ50%以下に保つと当年生では50%以上の生存率が得られた。下刈りを続けた場合、1年生では植被率と生存率との関係はみられないがおよそ60%以上の稚樹の生存率が得られた。
- 4) 稚樹の樹高が40 cm以上になると生存率はさらに高くなるので、それ以後は年1回の下刈りで稚樹の育成が可能であると考えられた。
- 5) 稚樹が踏み付けられると当年生の生存率は低下するが、2～10回の踏み付け回数と枯死割合との関係は明確でなかった。
- 6) 踏み付けは生き残った稚樹の樹高成長を悪くし、踏み付け回数が多いほど成長量が少なくなる。このことは踏み付けられた稚樹の、それ以後の生存の可能性を低くするものと考えられた。

は じ め に

ウツクシマツ (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. f. *umbraculifera* Miyoshi) は滋賀県南部の

甲西町に自生し、樹形が優美なことで広く知られ天然記念物に指定されている。ウツクシマツの特徴は、幹が数本株立状になり分枝は細かくて多く、樹形は傘状になって樹高は 15 m に達するものがある。この自生地では 1978 年頃からマツクイムシの被害により、主に直径が大きくて樹高の高いものが枯死するため、保護対策として病虫害の予防と駆除および施肥が行われるとともに、林内に天然生の幼稚樹がほとんどみられないことから、林内で種子を採取し苗畑で育成したウツクシマツ苗の植栽や採取した種子のじかまきなどが行われてきた。なおウツクシマツの特性や従来の研究の経過、保護対策などについては吉川¹⁾によってくわしく報告されている。

ウツクシマツの樹形は幹の分岐の位置や分岐本数、分岐の角度、樹冠の形など多様であるため、林内で天然生稚樹の育成をはかり、種々の樹形の個体を保存することが対策の一つとして重要であると考え、天然生稚樹の林内での生存状況を調査し、より多くの天然生稚樹の生育を確保できるような天然更新補助作業を検討することを目的に本研究を行った。調査は 1980 年に着手し 1989 年に、天然下種更新した稚樹が 8、9 年生に達して、今後毎年 1 回の下刈りで十分生育できると判断されたので報告するものである。

本研究をすすめる機会を与えていただいた天然記念物平松のウツクシマツ自生地保護対策委員会と、調査のご援助をいただいた甲西町教育委員会の諸氏に深謝の意を表する。また、本研究に関し数々のご助言をいただいた吉川勝好博士に厚く御礼申し上げる。

調査地の概況と調査方法

ウツクシマツは滋賀県甲賀郡甲西町平松に自生し、1921 年に国の天然記念物に指定され、現在 1.9 ha が指定地になっている。自生地内のウツクシマツは幹が多数分岐していることが特徴であるが、なかにはアカマツと区別のつかない直幹のものまでその樹形は多岐にわたる。ウツクシマツ型の樹形とその特性に関する解析や樹形区分によると、自生地内の全個体数の約 60 % は直幹型である²⁾。指定地の中央部には幹が多数分岐して樹形の優美な個体が多いが、これらは下刈りなど手入れの際に選択して残されたものと考えられているが明確な記録はない。自生地は標高 180 ~ 230 m の丘陵地にあり、20 ~ 25 度の南向斜面で、地質は古成層に属し土壌は埴質壤土である。この地域の気象資料によれば年平均気温は 13.9 度。平均年降水量は 1600 mm である³⁾。

調査地は自生地の中央部で樹高 4 ~ 15 m のウツクシマツが散生または林分を形成しており、下層にはコバノミツバツツジ、モチツツジ、ヒサカキ、サルトリイバラ、ヤブコウジ、ワラビな

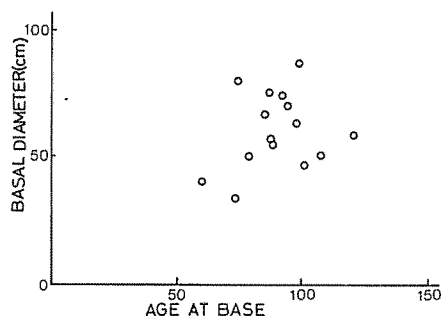


Fig. 1 Basal diameter of stems of upper storey of Utsukushimatsu and age at base.

どがみられる。枯死したために伐採された個体の伐根（地上 30 ~ 50 cm）の直径と年輪数の関係を図-1 にしめた。林内の直径 50 cm 以上の大径木で 80 ~ 120 年生であり、これらの大きさのものに枯死木が多い。調査プロット P-1 の上層木は疎であるが大径木が多く下層植生は密であり、P-2 はウツクシマツが集中的に枯死した場所に面した林縁部にあり、下層植生は P-1 より少なく、P-3 は尾根部の土壌の浅い場所で樹高の低いウツクシマツが散生しており、下層植生は疎である（表-1）。それぞれに 2 m × 3 m のプロットを設定し、内部を 1 m² の 6 箇のサブプロットに分割した。調査は 4 月か

ら9月までは2週間ごとに、10月から翌年3月までは1箇月ごとに発芽と生育状況について調べ、樹高は秋に測定した。この調査は1980年から1984年まで続け、それ以後は毎年秋に稚樹の生育状況を調べた。林内にはウツクシマツの稚樹がほとんど見られないとされていることから⁴⁾、まず、1980年にはP-1と2で従来行われてきたように8月に1回の下層植生の刈り取りを行い、稚樹の生育状況を調べた。1981年以後は、刈り取りを毎年6月と8月の2回行った。P-3は下層植生量が少ないため7月に1回の下刈りを続けた。下刈りはウツクシマツ稚樹と林床を破壊しないよう地際から2～5 cmの高さで下層植生を切り取ってプロット外に持ち出した。したがって刈り取った直後でも下層植

物の幹、枝、葉の一部が残るため、下層植生の植被率は刈り取るまえのおよそ半分か3分の1程度まで減少するがそれ以下にすることは困難であった。下層植生の量は、下刈りを行う直前に各プロットに隣接したところから1 m²を刈り取り乾重を調べたところ、P-1で887 g、P-2で314 g、P-3では191 gであった。各プロットの下層植生量は、下刈り直前の地表を被った下層植生の面積を調査し、その面積率を植被率としてあらわした。

落下種子の量は、各プロットの周辺に50 cm×50 cmのシードトラップを5箇所ずつ設定して、10月から翌年の3月まで毎月1回収して調べた。

自生地には管理人や見学者が立ち入るので、その影響を調べるためにP-3の下部で踏み付け回数をかえ、各区20本について生育に及ぼす影響を調査した。

結 果 と 考 察

1) 落下種子量と発芽数

図-2は1980年から3年間の各10月から翌年の3月までの落下種子数と、引き続きその年の4月から9月までの発芽累計とを比較したものである。種子数についてアカマツと比較してみると、アカマツは毎年若干結実し、1年おきに豊作にちかい作柄を示すといわれ⁵⁾、井上によれば豊作年でha当り300万粒、平年作で183万粒生産されるとしている⁶⁾。1982年の落下種子数は他の2年の量よりも極めて多く、m²当り1066～1169あり、いわゆる豊作年に当たっているようである。シードトラップで収集した種子のうち、観察によって充実していないと思われるものが5～10%あり、これを除いて発芽率を調べたところ約70%であった。下層植生量が中程度のP-2の発芽数は、落下種子数のおよそ10%前後あり、下層植生量の最も多いP-1の発芽数

Table 1 Description of study stand and plot

Plot	1	2	3
Slope	S 70° E 22°	S 10° W 23°	S 7° E 22°
Average DBH (cm)	36.6	30.4	17.0
Height (m)	9～15	5～14	4～7
Stand-density (at breast height) stems/0.1ha	23	35	35
Crown closure (%)	63	70	36
RLI under canopy (%)	25～50	30～45	20～50

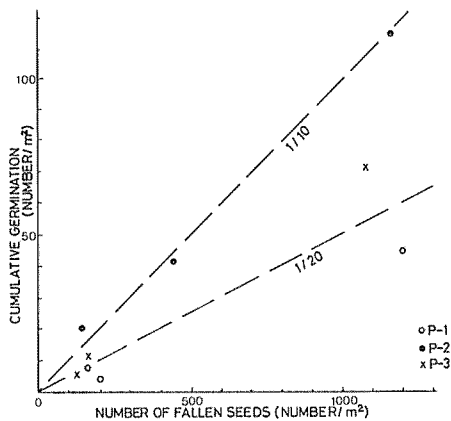


Fig. 2 Rate of germination to fallen seeds.

の割合は5%以下であり、土壌条件が悪く下層植生量が少ないP-3は、両者の中間にある(図-2)。落下種子数に対する発芽数の割合が少ない原因として、発芽するまえに種子が動物によって食害されることが、2週間ごとの調査では発芽が確認できない可能性がある。その原因としては、発芽直後に食害されることが、あるいは病害で枯死すること、乾燥などで発芽しなかったことなどがあげられる。Rimら⁷⁾によって、アカマツの種子の被食率が特に林内で高く、90%以上にもおよぶことが報告されている。また下層植生量が多い区の林床では、落葉枝の間で発芽してすぐ枯死する場合などは、枯死したものが発見できないこともあるので発芽数は実際の数値より過小になっている可能性がおおきい。

2) 稚樹の消長

従来ウツクシマツの保存指定地域内では、毎年1回8月に下刈りが行われてきた。その状況で1980年に各プロットの発芽から稚樹の生存の経過を調査したものが図-3である。下層植生量の多いP-1では、9月にすべての当年生稚樹が消失し、P-2では当年の末には発芽数の11%しか生存していない。下層植生量が少なく、腐植層の少ないP-3では発芽数は多く、当年生稚樹の秋の生存率は80%あり、翌年の秋の生存率は69%であった。なお発芽翌年の1年生稚樹の平均樹高成長量はP-2が1.9cmであったが、P-3は0.5cmで極めて少なく、P-

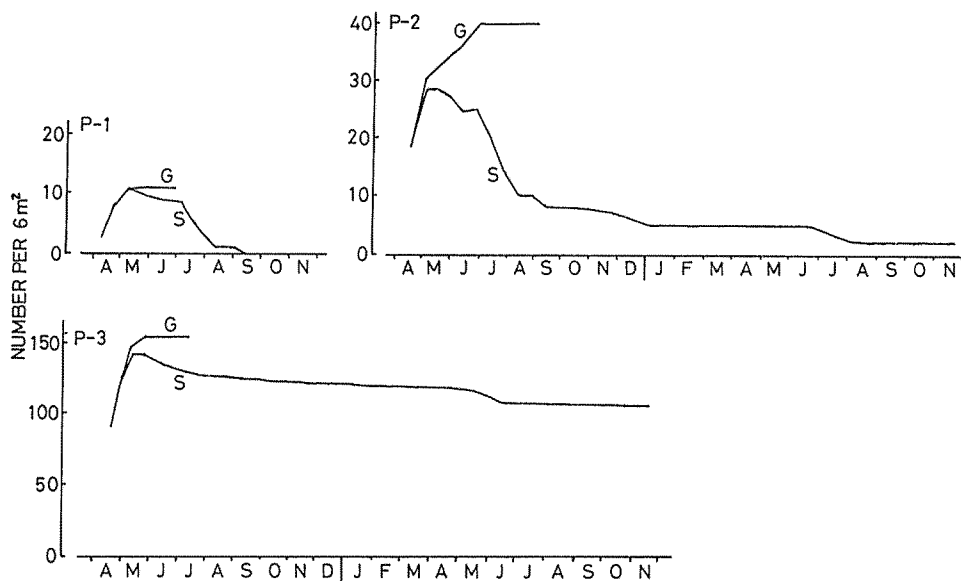


Fig. 3 Germination(G) and survival(S) of seeding, in case of weeding on August.

3の上層木が小径であることや下層植生量が少ないことなどは、このプロットの土壤条件がかなり悪いことを示している。天然更新を可能にするためには、より多くの当年生稚樹の発生が可能な条件を作らなければならないことはいうまでもない。一般に、アカマツの稚樹の発生と生存には表土の裸出や腐植の除去が有効であるといわれている。1981年からP-1, 2で毎年6月と8月の2回下刈りを行って、稚樹の消長を調べた結果が図-4である。P-1では総発芽数に対する当年生の生存率は57%, 1年後の秋では43%, 2年後では29%が生きている。P-2ではそれぞれ49%, 41%, 37%で両者とも2年後の秋の稚樹本数は最初の年の発芽総数のおよそ3分の1であり、年1回の下刈りに比べ生存率は著しく向上している。P-1は2に比べ発芽数、生存数はともに約3分の1で少ないが、P-1の1年生稚樹の平均樹高生長量は4.7cmあり他に比べて大きく、将来の生存の可能性は高いものと考えられた。

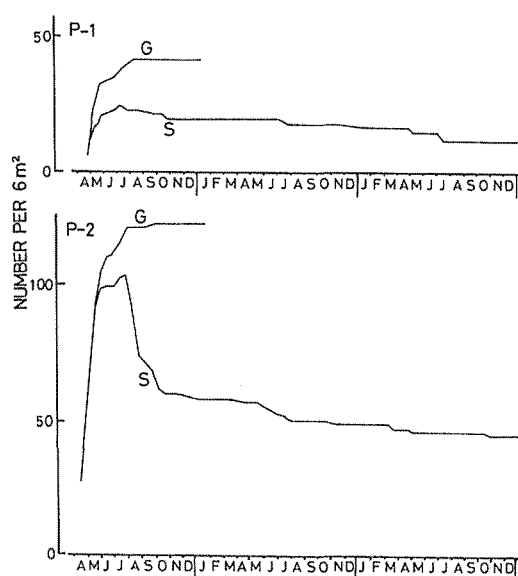


Fig. 4 Germination(G) and survival(S) of seedling, in case of weeding on June and August (twice-a-year weeding).

3) 稚樹の消失原因

当年生稚樹の消失の割合を季節別に比較すると、大部分のプロットで夏期(6, 7, 8月)の値が高い(図-3, 4)。消失の原因は測定時の観察によって、動物による被食害、立枯病などによる病死、乾燥による枯死とその他に区別した。“その他”は人によって踏まれて折損したもの、雨水によって根が洗い出されて枯死したものや原因不明のものなどを含んでいる。下層植生が密な部分に発芽した稚樹で幹や葉が細く、色が薄くなって枯死するものが見られたが、これらの枯死は間接的には被圧による影響が大きいと思われるが、ここでは病死に分類した。全般的にみると、春期(3, 4, 5月)は動物による食害が多く、夏期には食害、病害と乾燥害で消失するものが多いが、各原因の占める割合はプロットによって異なる。下層植生量の多いP-1やP-2の1回下刈りでは食害や病害の割合が高く、下層植生量の少ないP-3や2回下刈りによって下層植生量を少なくすると乾燥による枯死が多くなる(図-5)。発芽翌年の満1年生や2年生の稚樹の枯死原因の大部分は夏から秋の乾燥害で、他は冬期に乾燥害と似た枯れかたのものがみられたが、原因を確認することができなかったためその他に分類した。

細井ら⁸⁾はアカマツの種子や当年生の稚樹が鳥類によって食害され、天然更新に大きな影響を与える場合があることを報告している。ヒノキやスギにおいても発芽直後から生育初期に食害が多く、ヒノキでは林内や林縁における最も大きな死亡原因であり⁹⁾、スギでは林床が明るいほど被害率が高く¹⁰⁾、また広葉樹林内に樹下植栽されたスギ稚樹が激しい食害を受けること¹¹⁾などが報告されており、稚樹の動物による食害が森林の更新に与える影響はかなり大きいものと考えられる。この調査の動物による当年生稚樹の食害は、全消失数の20%~50%であり、下層植生量

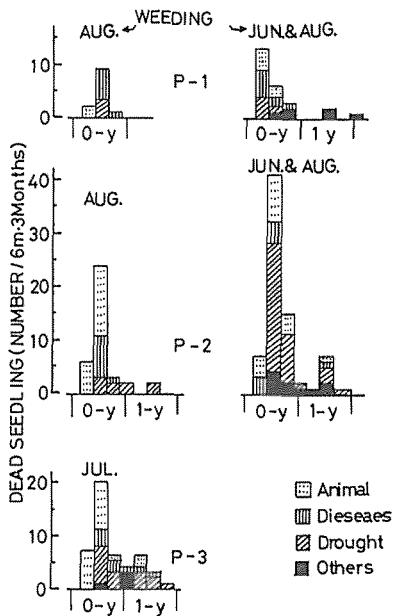


Fig. 5 Factors of mortality for current-year (0-Y) and 1-year (1-Y)-old seedling.

との関係は特にみられなかった。食害する動物の種類については、調査時に食葉性の昆虫類が葉や幹を食害しているところを度々観察したので、これらによる被害の割合が高いと考えられるがその他の動物については明らかにできなかった。

病害の主なものは倒伏型の立枯病¹²⁾で、病害による当年生稚樹の消失はP-1やP-2の1回下刈りの場合など下層植生量の多いプロットに多く、全消失数の30～60%をしめた。P-1では2回下刈りを行うことによって病害による消失は約60%から約40%に減少している。これらの病害は群状に現れることはなかった。倉田¹³⁾は天然更新を成功させるためには、菌害を回避することが重要な条件であるとしている。宮崎¹⁴⁾は立枯病によって苗木が倒れるのは苗木が軟弱なためにおこる場合が多く、その栄養状態の如何によってある程度回避できるという。本調査でも病害は被食害とならび当年生稚樹の消失原因の大きな部分を占めているが、病害は下層植生量を減らすことである程度被害を減少させることができるようである。下刈りは稚樹に対する被圧を少なくし、それによって稚樹の健全な生育が促されるようになり、被害が減少させられるものと考えられる。

当年生稚樹の乾燥による枯死は、1回の下刈りではプロット間の差が少ないが、P-2では下刈りを2回に増やすことによって、乾燥による消失が全消失の約20%から約60%に増加している。下層植生量の少ないP-3では、乾燥による枯死が約35%である。藤本ら¹⁵⁾はアカマツ林内で天然更新した当年生稚樹の消失率は55%に達し、その消失原因の大部分は乾燥害であり、2年生の生存率が高いのは2年生では根系が十分発達するので乾燥害を受けるものが少なくなるためであろうとしている。下刈りによって下層植生量を少なくすることは乾燥害を増やすことになるが、被圧を除き根系の発達した健全な稚樹を育成することになり、以後の生存率を高めるためには不可欠な処理であろう。

4) 稚樹の生存と下層植生量

一般にアカマツの天然更新は下刈りを行わない場合更新不良地が多いとされているが、この調査でも、下層植生量の多いプロットでは下刈り回数を増やすことによって、当年生稚樹の生存率が著しく増加した。このことは、稚樹の生存にかかわる林床の環境要因が、下層植生量の違いに大きな影響を受けていることをあらわしている。ここでは下層植生量を簡単にあらわす方法として、下層植生の植被率を用いて検討をすすめた。6月の植被率と各プロットの1m²のサブプロットごとの発芽総数を比較すると、植被率が高いほど発芽数が少なくなる傾向が見られる(図-6)。図-7の左は、下刈り直前の下層植生が最も繁茂した夏の植被率と、当年生稚樹の生存率(発芽総数に対する翌年春の生存稚樹本数の割合)の関係を示したもので、植被率が50%では生存率がおおよそ50%あり、植被率が高くなるほど生存率が低くなり、その関係は反比例的である。満1年生の稚樹の生存率と植被率の関係が図-7の右で、当年生の場合と異なり生存率はおおよそ60%以上あり、植被率とに一定の関係はみとめられない。これらの関係から当年生稚樹の生存は、

発芽した場所の局地的な下層植生の粗密の程度による影響が強く、稚樹の生存に不利な位置のものがほとんど消失するために、満1年生では植被率と生存率との関係が少なくなるものと考えられた。

5) 踏み付けが稚樹の生育に及ぼす影響

この調査は、下層植生量が少なく当年生稚樹の生存率の高いP-3で、7月と9月に当年生稚樹を踏み付けてその経過を追跡した。踏み付けの方法は、実際に斜面を歩くような複雑な力を加えることが困難なため、稚樹の上から一様に力が加わるように踏み付けた。踏み付けの時期と回数を変えた調査の結果が図-8で、生存している稚樹の平均樹高を図-9で示した。踏み付けによって一般的に当年生の生存本数が対照区に比べて少なくなっているが、7月に踏み付けた場合は踏み付け回数と消失割合とは特に一定の傾向が認められない。しかし9月に踏み付けた場合は10回の踏み付けで生存本数は著しく減少する。この原因として、発芽直後に比べて9月では生育がすすみ、幹の成長課程との関係で物理的な損傷が大きくなることが考えられる。踏み付けられた稚樹の平均樹高と踏み付け回数との関係は、2回踏み付けと対照区ではほとんど差は認められないが、5回でやや低くなり10回では著しく成長が悪くなる。この原因としては幹の頂端部の損傷や土壌の踏み固めの影響が考えられるが、踏み付け時期による差は明確でなかった。以上から踏み付けの稚樹に対する影響は、踏み付けによる幹の折損などですぐに枯死しない場合であっても、稚樹の樹高成長を悪くするために、それ以後生育し、生存し続けられる可能性を低くすることになろう。

6) 更新補助作業の検討

ウツクシマツの林冠の上層を形成しているものの樹齢はおよそ70～120年生と推測できるが、後継樹がほとんど見られず、絶滅の危険性が心配され、種子を採取し良質の苗を選別して植栽することが提案されて¹⁶⁾、一部で実行されてきた。この研究では、予備的に林内を調査した結果、少数ではあるが当年生稚樹の存在が認められたので、まず稚樹の消失過程を調査した結果、従来行われてきた下層植生の処理方法に問題があることから、ウツクシマツの天然更新を促進するにはアカマツの天然更新法を適用することが最も妥当であると考えられた。アカマツの天然更新法についてはすでに多くの研究が行われ、種々の作業法が確立されている¹⁷⁾。ここではアカマツの

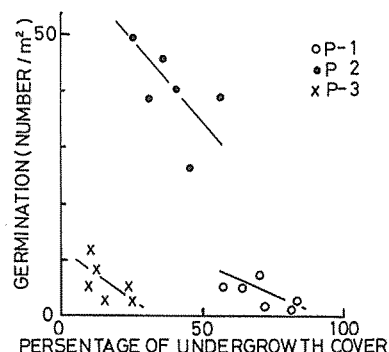


Fig. 6 Relation of germination to percentage of undergrowth cover to ground area.

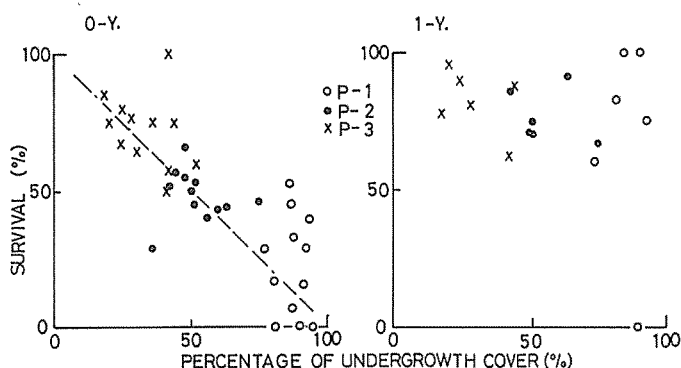


Fig. 7 Relation of survival rate of current-year (0-Y) and 1-year (1-Y) -old seedling to percentage of undergrowth cover to ground area.

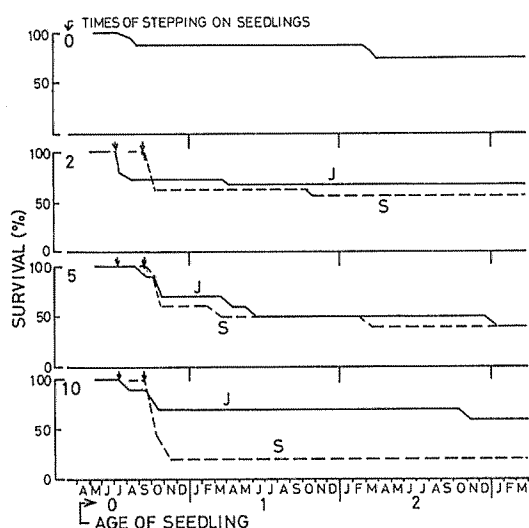


Fig. 8 Effects of stepping on survival of seedlings. (J: stepped on July, S: stepped on September)

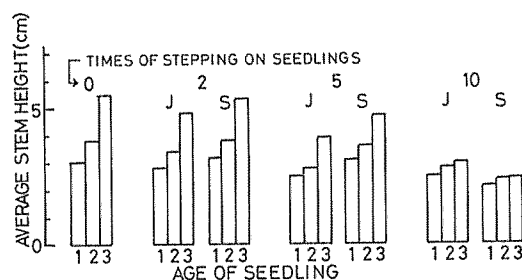


Fig. 9 Effects of stepping on height growth of stems of seedlings. (J: stepped on July, S: stepped on September)

中程度のところで2回下刈りを行い、下層植生の植被率を50%以下に保たなければならない。このように下層植生量を少なくすると、当年生稚樹の生存率はおおよそ50%以上が確保できることになる。ある程度当年生稚樹の生存を確保した後は、稚樹の樹高成長が良好であれば、続けて下層植生の植被率を50~60%程度までに保っておけば、8年後に樹高およそ1mの稚樹を1㎡当り1本程度が確保できるものと考えられる。しかしこの仮定は最も条件の良好な場合をもとにしたもので、実際には、まず下層植生を根元から完全に刈り取り、当年生稚樹が発生した後は林床を荒らさないように下層植生を取り除き、植被率を50%程度に保ち、2、3年生稚樹の生存を㎡当り10本以上確保するまで丁寧な林床の処理を行うことが必要であろう。2、3年生以後の稚樹の消失の傾向はプロットによってかなり異なっている(図-10)。P-1では本数の減少は徐々に、P-2では6年生まで減少割合が高く、P-3では7、8年生でも高い減少割合が続いている。P-1、2を比較すると、ウツクシマツの平均樹高がおおよそ40cmを越えると稚樹の

天然更新で比較的容易に実行可能な更新補助作業の一つである下層植生の刈り取りを行い、この方法で天然生稚樹の生存率が高められることが明らかになった。そこで更新補助作業である下刈りを行った9年間の経過を見てみよう。図-10のP-1、2は1981年に発芽した稚樹、P-3は1980年に発芽した稚樹の生存本数と平均樹高を追跡調査した結果である。P-1、2は1985年まで5年間毎年2回、それ以後は毎年1回の下刈りを行い、P-3は1980年から毎年1回の下刈りを行ってきた。なおP-1には1982年以後に発芽して樹高が20cm以上になっているものが4本(／6㎡)、P-2には6本(／6㎡)あった。P-3には1981年以後に発芽して10cm以上になっているものが17本(／6㎡)生存している。1981年の発芽数と当年生の生存本数にはP-1と2では大きな差があるが、1989年における生存本数は1と2ではそれぞれ7本と8本でその差は少ない。満1年生以後の枯死の主な原因が乾燥害によることから、P-1の下層植生量が多いことは、逆に1年生以後の生存率を高めていると考えられ、またP-1の樹高成長量が大いことも生存率を高めている可能性がある。

以上から具体的な更新補助作業の方法としては、落下種子が㎡当り約150粒あるとし、落下種子に対する発芽数を5~10%確保するためには、下層植生が密か

枯死率が少なくなるようである。このことは下層植生の量的に主体を占めるものの高さが30～40 cmであることと関連し、稚樹の樹高がこの高さを越えることによって生存率が高められると考えられる。プロット内の林内の相対照度は20～50%であり、アカマツの被陰試験¹⁸⁾によればこの程度の被陰により、樹高成長は全光区のおよそ半分になるので、このような状況で下層植生に少しでも被圧されると成長の低下がさらに強まるものと考えられる。P-3は下層植生量が少ないが、稚樹の樹高成長は他に比べて極めて不良であり、図-7でみられるように高い枯死率が今後も続くものと思われる。なお、稚樹が踏み付けられることは、踏み付け直後の枯死につながらない場合でも、樹高成長を悪くする原因になり、枯死の危険性の高い期間を長引かせることになるので、できるだけ人が林内に立ち入らないようにすべきであろう。

以上で更新補助作業として最も簡単な方法である下層植生の刈り取りを9年間続けることによってP-1とP-2では平均樹高1 m程度の稚樹を1 m²当たり約1本を得ることができた。しかしウツクシマツ林内には根元から、あるいは胸高付近から多数の幹に分岐するいわゆるウツクシマツ型の他にアカマツと同じような樹形である直幹型があり、指定地中心部ではこのような直幹型は、手入れによって除去されたものと考えられほとんど残っていない。しかしウツクシマツ型の母樹からの子孫がすべてウツクシマツ型に成長するかどうかについては明らかでないが、苗畑でウツクシマツの種子から育成された試験結果によれば、4年生の時点でもウツクシマツ型を判別することができないという¹⁹⁾。本調査のP-1で得られた8年生の樹高70 cm以上のもの7本のうち2本が根元から幹が5～6本に分岐しており、P-2では8年生で樹高50 cm以上が8本あり、その内1本は根元から幹が6本に分岐しているが他はすべて直幹型である。この時点での樹形の違いが将来どのように変化するかは不明であるので、今後観察を続ける必要がある。

以上の更新補助作業の検討は、ウツクシマツ林内で後継樹としてウツクシマツ形のものを育成することが目的であるが、更新した稚樹の樹形が今後どのようになるかを確認できなかったため、その意味では結論が得られなかったことになる。しかしウツクシマツ林内ではウツクシマツの稚樹が生育しないのではないかとされてきたことに対しては、ある程度の解決ができたものと考えられる。なお今後は下層植生量の制御など林床の処理方法をさらに検討して、より多くの天然生稚樹の生育を確保して多様な樹形のウツクシマツの保存を計ることが必要であると考えられる。

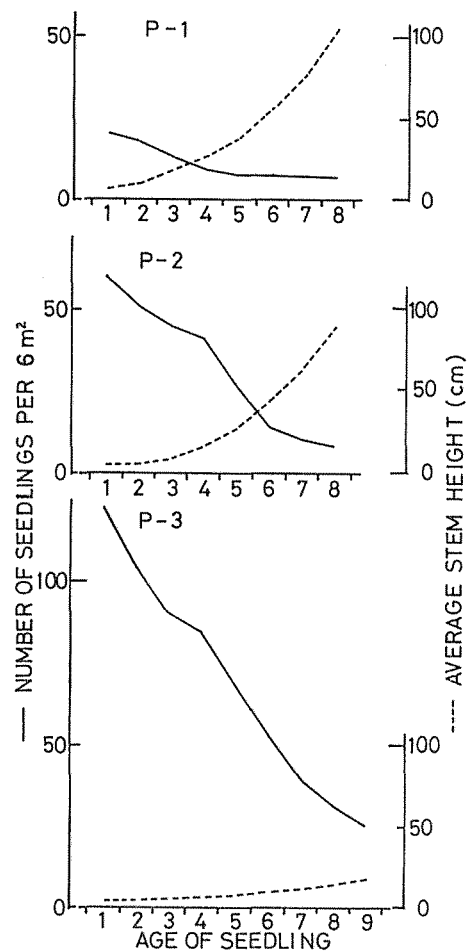


Fig. 10 Survival of seedling and average height of stems.

引用文献

- 1) 吉川勝好：ウツクシマツの研究の歩み. 西武舞鶴植研報. 2. 48~57, 1986
- 2) 三宅登・川那辺三郎・吉川勝好：ウツクシマツ自生地におけるウツクシマツ型木と直幹型木の差異. 西武舞鶴植研報. 2. 25~35, 1986
- 3) 小林圭介・竹田雅次・永井正身：美松山地域における環境評価の手法に関する研究. "Vegetation und Landschaft Japans" Bull. Yokohama Phytosoc. Soc., 16. 451~468, 1979
- 4) 村上宣雄：特定植物群落調査表（ウツクシマツ自生地）. 環境庁・日本の重要な植物群落－近畿版. 208~209, 1980
- 5) 四手井綱英編著：アカマツ林の造成－基礎と実際－. 地球出版. 326pp. 1963
- 6) 井上由扶：アカマツ中林形作業法の研究. 第4報アカマツの結実量. 九大演報. 30. 103~125, 1958
- 7) RIM, Y.-D. and T. SHIDEI: Animal influences on Japanese red pines seeds of forested floor (1). 日林誌. 56. 122~127, 1974
- 8) 細井守・松本正美：アカマツの天然更新を阻害する諸要因について. 「アカマツに関する研究論文集」日林関西支部. 48~58, 1954
- 9) 山本進一・堤利夫：ヒノキ人工林における天然生ヒノキ稚樹の個体群動態（Ⅱ）当年生稚樹の死亡要因. 日林誌. 62. 343~349, 1980
- 10) TAMAI, S., T. SAKAI and Y. MATSUSHITA: Studies on tree dynamics in a mixed forest of *Cryptomeria japonica* and broadleaved trees (I), with special reference to current seedlings of *Cryptomeria japonica* D. Don.: 日生態会誌. 35. 433~441, 1985
- 11) 川那辺三郎・安藤信・菅原哲二：冷温帯下部天然生林の更新技術. Ⅳ－天然生林内に樹下植栽されたスギ稚樹の生長について－. 京大演報. 58. 87~94, 1986
- 12) 河田薫・後藤和夫・藍野祐久・伊藤一雄：原色病害虫図鑑Ⅶ樹木篇. 北隆館. 153pp. 1958
- 13) 倉田益二郎：天然更新技術確立のための菌害回避説. 林業技術. 377pp. 10~14, 1973
- 14) 宮崎榊：苗木育成法. 高陽書院. 424pp. 1957
- 15) 藤本幸司・山畑一善・外岡学・山本武・三好博：菊間のマツ択伐経営に関する研究（12）稚苗の発生、消失および生長について. 愛媛大演報. 12. 47~75, 1975
- 16) 四手井綱英：樹林や樹木と天然記念物. 植物と自然. 14. 10~15, 1980
- 17) 加藤亮助：アカマツの新しい天然更新技術. 創文. 柳沢聡雄他著. 新しい天然更新技術. 253~300, 1971
- 18) 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
- 19) 三宅登・片桐成夫・芦田素広・吉川勝好：ウツクシマツの球果、種子の形質と苗木の遺伝性に関する研究. 西武舞鶴植研報. 3. 33~48, 1987

Résumé

Utsukusimatsu (*Pinus densiflora* f. *umubraculifera*) is famous as its beautiful tree form, and the stand in southern part of Shiga prefecture is preserved as the natural monument. Many large trees were dead by pine wilt disease for the last ten years. To ensure rapid establishment of young Utsukusimatsu stand, three plots (2m×3m) were set to study survival of natural seedlings in stand and effects of silvicultural treatments.

5 to 10 percent of fallen seed is germinated at the forest floor. In thick undergrowth area, almost all current-year-old seedlings were dead till Sept.. The survival rate of current-year-old seedling rises as the cover area of shrubs decreased by weeding, and the trend is inverse proportional. Keeping the shrubs cover under 50% area of ground, survival rate of current-year-old seedling increases over 50%. Survival rate of 1-year-old seedling is 60% and over in each three plots. To ensure survival and growth of seedlings, twice-a-year weeding must be kept till stem height gets about 40cm. Stepping on seedlings decreases survival rate of seedlings and also decreases height growth of stems.