

芦生天然林におけるスギ当年生 稚樹の個体群動態

室山 泰之・玉井 重信

The population dynamics of Sugi seedlings
in the natural forest in Ashu

Yasuyuki MUROYAMA, Shigenobu TAMAI

要 旨

当年生スギ稚樹の個体群動態に関する研究を天然林において行った。林内と林外にL層除去区と無処理区を設定し、スギ種子を人工播種し、発生した稚樹の発育段階と死亡要因を個体追跡法を用いて調査した。稚樹は全試験区でほぼ同時期に発生を開始した。発生率は、全試験区で低かったが、林内より林外のほうが、またL層を除去したほうが高かった。林内においては発生開始直後の死亡率が非常に高く、ほとんどの個体の子葉段階で死亡した。林外においても発生開始直後の死亡率が高く、その後8月の乾燥期にも死亡率が高くなった。死亡要因として、食害、乾燥害、病害・菌害、消失がみられた。消失の原因として食害と降水による流失が考えられた。消失を含めた食害は、全試験区で長期にわたって発生し、林内区の死亡率を著しく高めていた。また食害は、子葉段階に特異的に発生していると思われ、地床条件による差は小さかった。乾燥害は林外区に多く、長期間降雨がない時期に低い発育段階から発生した。L層除去によって、乾燥害の発生は減少した。

緒 言

植物群落の個体群動態は、植物社会の構造や機構などを理解するために解明されるべき重要なテーマの一つである。森林を形成している植物群落の状態は、以前から、植生や現存量を調べることによって分析されてきた。しかし、植物群落は時間とともにその状態を変化させていくため、植物群落の経時的な側面を把握するには、植物群落がもっている時間的要因を考慮した調査方法を用いなければならない。木本群落においては、個体の出現から生長・枯死までを追跡することは長期の調査を必要とし、非常に困難であるため、経時的な個体群の動態の研究は少ない。樹木の更新において重要と考えられている稚樹段階¹⁾での個体群動態さえ、ヒノキ^{2,3,4)}やスギ及び広葉樹^{4,5)}などで行われてはいるが、天然林下で要因の解明が充分になされた研究は数少ない。

以上のことから、天然林において当年生稚樹の個体群動態を扱った研究が必要と感じ、京都大学芦生天然林において個体追跡法によって調査を行った。

本研究は、異なる環境条件下に発生したスギの当年生稚樹の発生、発育、死亡を調べ、それら

に関わる要因（主として死亡要因）をあきらかにすることを目的とした。L層の存在は、地床の水分条件や稚樹の根系の発達に大きく影響することが知られている。そこで、異なる環境条件として、林内と林外それぞれに、L層除去と地床無処理の二条件を設定した。スギは調査地において調査前年に極端に不作で、種子供給がほとんどないことが予想されたため、人工播種とした。

おわりに、調査に際してご協力頂いた京都大学芦生演習林の皆様、森林生態学研究室の諸氏に深く感謝する。

調査地の概要及び調査方法

1. 調査地の概要

本研究は京都府北桑田郡美山町にある京都大学演習林で行った。演習林の四林班内の支尾根の北西向き斜面に調査地を設定した。調査地の標高は760 m、地質は秩父古生層のBd型である。調査地より約4 km離れた京都大学芦生演習林事務所（標高860 m）における年平均降水量は2495 mm、年平均気温は13.0℃であり、冬期降水量の多い日本海型気候の冷温帯林に属する^{7,8)}。

調査地付近の植生は、高木層は斜面上部ではスギが優占し、斜面中部から下部にかけてはスギが減少し、マルバマンサク・ハクウンボク・カナクギノキ・クロモジ等がみられる。一方低木層は、斜面上部には、イヌツゲ・ウスギヨウラクが多く、下部にいくに従って、ウスギヨウラクが少なくなり、コアシサイ・クロモジ・ヤマアジサイ等が多くなる。

2. 調査方法

調査地内に林内試験区（以下林内区）と林外試験区（以下林外区）を設けた。林内区は林内斜面上部に設け、林外区は林内区付近の伐採地に設けた（林外区は試験区設定時に、付近の植生を除去した）。それぞれの試験区に1 m×1 mのコドラートを各10個設け、各々の半数（各5個）のコドラートのL層を除去し、地床処理区（以下処理区）とした。L層を除去しなかったコドラートを対照区とした。林外区では鉱物質土壌が処理区で露出し、対照区でもL層の堆積が少なく不均一のため、一部露出していた。

各調査区における上層10 cmまでの平均土壌含水率は、林内区で55.3%、林外区で38.8%であった。また、林内区のA₀層の厚きの平均は5.1 cmであった。平均相対照度は、5月24日、7月26日、10月2日の三回、各コドラート毎に地際から全天空写真撮影を行い、Anderson⁹⁾の方法に準じて求めた値を平均した。各コドラートの平均相対照度は、林内処理区で9.6-14.0%、林内対照区で10.1-16.5%、林外処理区で40.9-51.6%、林外対照区で38.2-46.0%であった。

1984年5月16日に、1 m²の大きさの各コドラートに3000粒のスギの充実種子（1982年芦生産）を播種した。追跡調査は、8月末まで約7日間隔で、その後10月18日の調査終了時まで約14日間隔で行った。各調査時において、発生した個体を識別し、生存個体については発育段階を、死亡個体については死亡要因を記録した。調査に使用したスギ種子の発芽試験における発芽率は11.7%で、3000粒当たりの平均重量は8.06 g（標準偏差、0.363）であった。なお鳥によるスギ種子の捕食を防ぐため、各試験区に防鳥網を設置した。

当年生実生個体の発育段階は、1：子葉を展開していない段階、2：子葉を展開した段階、3：3輪生葉を展開中の段階、4：次の輪生葉または互生葉を展開中の段階、5：本葉を10枚以上展開した段階、の5段階とした。死亡要因については、死亡するまでの経過や遺体の状態により次のように同定した。〈食害〉：子葉・本葉・胚軸などに食害をうけて死亡した個体、または食害をうけた直後に死亡しなくても、それが原因で死亡したと思われる個体。〈乾燥害〉：林内区では、葉や胚軸がつやを失い、萎縮した状態の個体。林外区では葉や胚軸が茶褐色になり、水分

が欠乏した状態の個体。〈菌害・病害〉：全体が白色あるいは黒色に変色した個体。葉や胚軸の一部が腐って死亡した個体。菌糸の密生した個体。〈物理的要因・その他〉：落枝や土などにより損傷したり埋没したりして死亡した個体。遺体があっても死亡要因が同定できなかった個体。〈消失・未同定〉：遺体がなく、以前に他の要因が関係していたことが確認できなかったため、死亡要因を同定できなかった個体。

結果と考察

1 実生の発生

各試験区における累積発生数・累積死亡数・生存個体数の推移を図1 a—1 dに示した。発生は各試験区とも6月下旬に始まり、7月下旬から8月上旬までにはほぼ終了した。7月上旬から中旬にかけて、全試験区で発生数が急増した。各試験区間で発生過程を比較すると、発生の集中した時期とその割合については林内区・林外区間で大きな差がなかったが、林外区の方が少し発生のピークが早く、長期間続いた。処理区・対照区間では、発生集中の時期や割合にほとんど差は見られなかったが、処理区では発生期間の前半に発生数が多く、対照区では後半に多かった。

発生過程には水分条件と温度条件が影響する。スギの種子は最低8—9℃で発芽し、最適温度は20℃で、高温になるほど発芽が早くなる¹⁰⁾。播種時の調査区の気温は発芽に必要な温度条件を満たしており、その後も上昇を続けていることから、温度条件は調査期間中つねに満たされていたと考えてよい。一方、降雨による水分の供給は播種後5月末まででなく、その後、6月下旬に大量の降雨があった(図-2)。発生が6月下旬に始まり7月上旬・下旬に急増したことからみて、

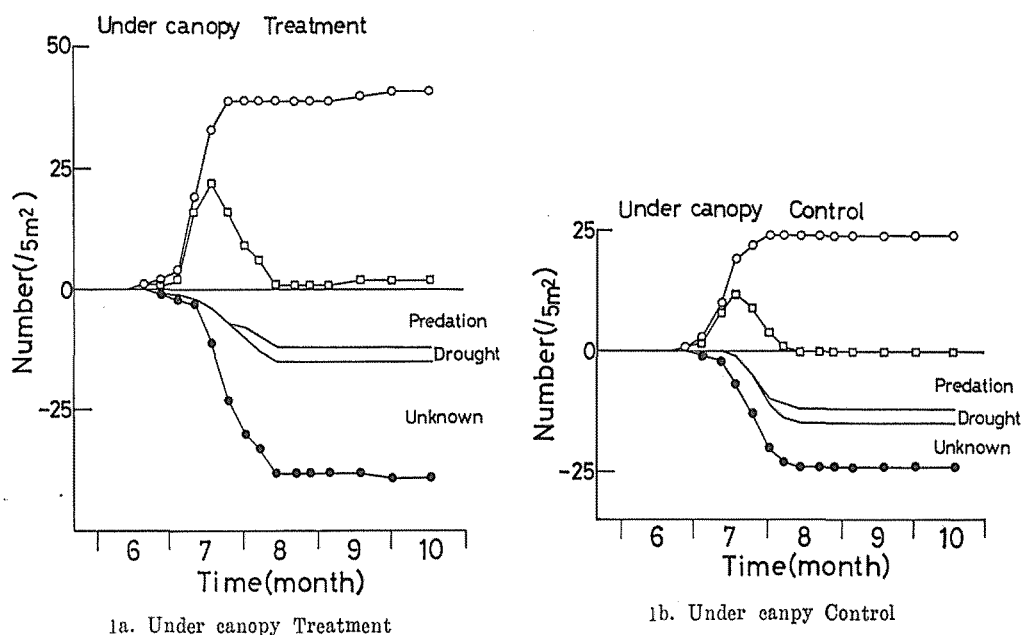


Figure 1. Accumulative numbers of emergence, deaths, and number of living seedlings, and mortality process for each mortality factor of current seedlings.

○—○, emergence; ●—●, death; □—□, living seedling.

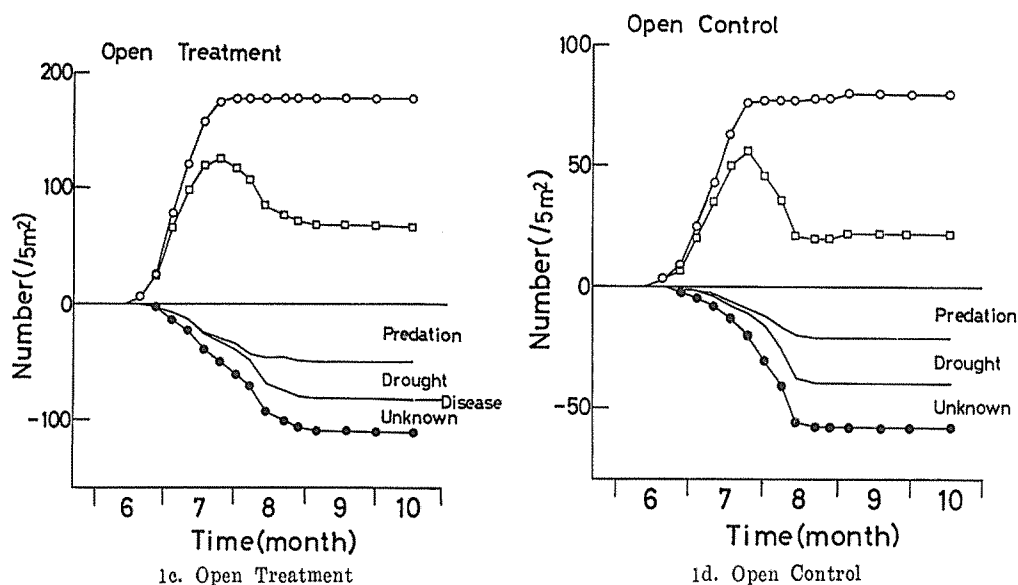


Figure 1. (continued)

Table 1 Number of emergence, emergence rate and mortality of current seedlings. ($\pm$ S.D.)

Plot	Number of Emergence (/5m ²)	Emergence rate (%)	Mortality (%)
Under canopy			
Treatment	41	0.27 $\pm$ 0.063	95.1
Control	24	0.16 $\pm$ 0.096	100
Open			
Treatment	178	1.19 $\pm$ 0.233	62.4
Control	80	0.53 $\pm$ 0.309	72.5

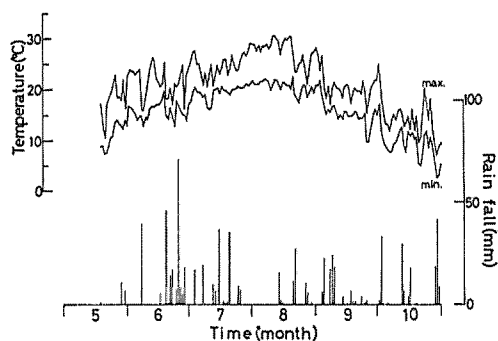


Figure 2. Air temperature and rainfall during the growing season.

本研究では、水分条件が発生を抑制していたと考える。

各試験区間で発生過程に明確な差が現れなかった原因としては、5月下旬から発生する天然スギに対し播種時期が遅く、その結果、発生時期が天然スギに比べ遅れ、各試験区間の環境条件の差が大きく影響しなかったことが考えられる。発生期間の長さは天然スギと同じく6—7週間⁶⁾であった。

各試験区の発生率及び死亡率を表1に示した。各試験区の発生率は、発芽試験における発芽率の10分の1から70分の1であった。各試験区を比較すると、林内区より林外区の方が、また対照区より処理区の方が発生率が高かった。各試験区内でのコドラートの間の発生率のばらつきは、林内区・林外区とも対照区で大きかった。

野外における種子の発芽率は、発芽実験での値に比べかなり小さい¹¹⁾ことが知られているが、その理由として、種子の流失・捕食、発芽条件の不足およびそれによる死亡、発生個体の未確認

のままの死亡等が考えられる。本研究では播種の時期が天然スギ種子の発生開始時期より遅かったことが発生率に影響した可能性もある。

各試験区間にみられる発生率の差は、林外区では種子の流失、乾燥の危険性が高く、林内区では捕食の可能性が高い¹²⁾ことがそれぞれ影響していると考えられる。特に林内区の発生率が非常に低かった理由として、捕食が集中的に起こったことが考えられる。また対照区で若干発生率が低いのは、L層の存在によって、処理区に比べ発芽可能な場所が限定される¹³⁾ためであろう。また、対照区においてコドラート間の発生数のばらつきが大きいのは、L層の分布にばらつきがあるためと考えられる。

2 実生の発育

林内区では第3段階以降へ進んだ個体は1個体のみであり、対照区・処理区間の差は明確ではなかった。一方林外区では、調査終了時にはほとんどの個体が第5段階まで進んでおり、7月12日以降、処理区に比べ対照区には低い発育段階が多かったが、ほぼ同時期に子葉段階の個体なくなり、発育段階構成にも大きな差がなかった。発育段階は10月以降進まなかった。

林内区と林外区で発育速度を比較すると、林内区の個体は第3段階まで進むのに、林外区の約2倍の期間を必要とした。また、発生確認から第3段階まで進むのに林外区では2週間かかったが、林内区で発生した個体のうち2週間以内に死亡した個体は処理区で76%、対照区で92%であった。従って、林内区では発育速度が遅く、発育段階が進む前に個体が次々と死亡したため、高い発育段階の個体が現れなかったと考えられる。

3 実生の死亡

1) 死亡過程

死亡は全試験区で発生開始直後に始まり、8月中旬から9月上旬までにほぼ終了した(図1 a—1 d)。各試験区間で死亡過程を比較すると、林内区では、処理区・対照区とも死亡開始時から7月上旬までの死亡個体数は少なく、7月中旬から下旬にかけて急増した。林外区では処理区・対照区で差があり、処理区では7月上旬から8月中旬まで8月15日を除きほぼ一定の死亡個体数があったのに対し、対照区では死亡開始時から8月15日まで徐々に死亡個体数が増加した後急減した。

以上のような死亡過程と前述の発生過程との関連から、生存個体数の動き(図1 a—1 d)をみると、林内区では、処理区・対照区とも発生の集中時期に少し遅れて死亡が集中して起こっているため、生存個体数は発生開始後急増しその後急減するというパターンを示した。林外処理区では、死亡が発生の集中時期に関係なく起こっているため、生存個体数の推移は急増後、緩やかに減少した。林外対照区では生存個体数の変化は処理区とほぼ同様であったが、ピーク後死亡個体数が急増したため、生存個体数の減少がやや急であった。本研究で見られたこれらの生存個体数の変動パターンは、従来天然スギ当年生稚樹で報告されている^{5,6)}ものと同様であった。

各試験区における発育段階別死亡率を表2に示した。

林内区では、子葉段階の死亡率が処理区・対照区とも非常に高く、死亡個体のほとんどが子葉段階だった。一方林外区でも、子葉段階の死亡率が第3段階以降に比べ高かった。林外処理区では第3段階以降、発

Table 2 Mortality of current seedlings in each growing stage(%).

Growing stage	Under canopy		Open	
	Treatment	Control	Treatment	Control
1.	88.9	85.7	23.7	61.5
2.	90.9	100	27.6	38.3
3.	50.0	...	16.4	25.5
4.	0.0	...	19.2	27.8
5.	0.0	...	21.4	19.2

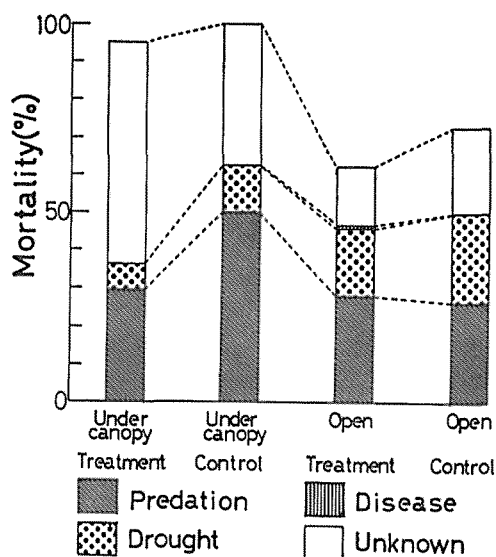


Figure 3. Mortality for each mortality factor of current seedlings.

育段階が進むにつれて死亡率の増加傾向があったが、林外対照区では減少傾向があった。死亡個体の半数が子葉段階であった。

実生の発生初期の死亡率が高いことはヒノキで知られている^{9,14)}が、本研究でも同様の傾向がみられた。発生から本葉展開までの時期は、実生にとって非常に死亡の危険性が高いといえる。

2) 死亡要因

各試験区における死亡要因別死亡率を図3に示した。

林内処理区では消失・未同定が最も多く50%以上を示し、ついで食害が多かった。林内対照区では食害が最も多く約50%で、消失も約40%を示した。林内区では処理区・対照区とも乾燥害による死亡は少なく、菌害や物理的要因による死亡はなかった。

林外区では処理区対照区とも食害が約30%

を示し、ついで乾燥害、消失とつづいた。林外処理区では菌害による死亡もあった。林外区でも物理的要因による死亡はなかった。林内区では林外区に比べて消失による死亡が多く、乾燥害による死亡が少なかった。また林内区・林外区とも、処理区に比べ対照区で乾燥害が多かった。

当年生稚樹の死亡要因として、動物（鳥、げっ歯類、昆虫）による食害、水分の欠乏による乾燥害、機械的障害、菌害（ダンピングオフ）、高温による熱障害、光不足などが考えられている¹⁾。本調査で確認したのは、食害、乾燥害、菌害、個体の消失であった。

消失による死亡は大きな割合を占めており、その傾向は林内区で顕著であった。消失の原因としては、降水による流失と食害が考えられる。降水による流失は、ヒノキでは有機物の比較的小さい急傾斜地に発生する¹⁵⁾と言われており、本研究でも林外処理区で、時間降水量もしくは総降水量の多い時期に発生している可能性があった。一方、個体全体が捕食され²⁾たり、ヒノキで知られているように胚軸を切断されて遺体が急速に萎縮・分解したりすることによって、消失がおこった²⁾可能性もあった。食害による消失は全試験区で起こったと考えられる。

食害は全試験区で発生し、ヒノキで報告されているように林内区で多い^{4,6,16)}ということとはなかった。しかし前述の消失を食害と仮定すると、食害が林内区の死亡率を著しく高めているといえる。それに比べ林外区では、消失を含めた食害による死亡率が林内区ほど高くなく、これが林内区と林外区の全体の死亡率の差の原因となっている。

乾燥害は、光条件の違いによる高温、土壌・A₀層の水分欠乏、根系の発達、地床条件の違いによる実生の根系付近の水分条件の安定性などに影響される。照度が高いと根系が発達する¹⁸⁾反面、土壌水分の欠乏による死亡の可能性が高くなる¹⁹⁾と言われており。また、地床処理を行うと根系付近の水分条件が安定し、多雨、乾燥に対し抵抗力が増す¹⁸⁾ことも報告されている。林内区では根系の発達が悪く、根系付近の水分条件も、有機質土壌が露出している林外区に比べ不安定だと考えられるが、日照による乾燥の危険性が小さく、また降雨が多い時に生存個体数が多かったため、死亡率が低かったと考える。一方林外区では、根系の発達が良く、水分条件が安定している反面、長期にわたって降雨が無い場合、土壌水分の欠乏が起こりやすく、実際にその様な状

況が発生して死亡率が高くなったと思われる。また、対照区で若干死亡率が高いのは、L層上に発生した個体がより乾燥に敏感だったためと考える。

各試験区の死亡要因別死亡過程を図1 a—dに示した。

食害による死亡は、林内対照区を除き、実生の発生開始直後の6月下旬から起こり、8月中旬から9月下旬までに終了した。林内対照区では7月中旬に発生しはじめ、下旬から8月上旬まで集中的に発生した。

乾燥害による死亡は、林内区では7月下旬から8月上旬にかけて発生した。林外区では7月上旬に少し発生し、処理区では8月上旬から下旬にかけて急増し9月上旬に発生しなくなったが、対照区では処理区より少し早く、7月末から8月上旬にかけて急増し、下旬に発生しなくなった。

病害・菌害は9月下旬に林外処理区で発生した。

消失は、林内処理区では7月中旬から8月中旬まで急増した後発生しなくなり、林内対照区では7月上旬に発生し、中旬に急増して、発生しなくなった。林外処理区では7月上旬に急増した後少しずつ発生し、8月下旬からほとんど発生しなくなった。林外対照区では6月下旬から7月中旬まであまり発生せず、その後急増し、8月下旬以降は発生しなくなった。

食害と乾燥害についてその発生時期を各試験区間で比較する。食害は発生開始から8月中旬・下旬まで長期間発生し、集中する時期が試験区間であまり一致しなかった。それに対し、乾燥害は、林内区では8月上旬に、林外区では8月15日前後に発生が集中している。特に処理区では8月上旬にはほとんど発生していないが、対照区では8月上旬から徐々に増加していた。乾燥害の発生は、7月下旬から、8月中旬にかけて降雨が無かったことに対応していると思う。これらの要因が全体の死亡率に及ぼした影響について考える。

図4に示したように食害による期間死亡率の経時変化は、林内区では一定の傾向は見られないが、林外区では発生直後に高く、7月上旬までの全体の期間死亡率の経時変化と類似していた。乾燥害による死亡率の経時変化をみると、8月に非常に高くなり、林外区では全体の期間死亡率に大きく影響していた。したがって、食害は7月上旬までの死亡率に、乾燥害は8月の死亡率に大きく影響していたと言える。ただし林内区に関しては個体数が少ないため不明であった。

各死亡要因ごとの発育段階別死亡割合を表3に、発育段階ごとの死亡要因死亡割合を図5に示す。

林内区ではほとんどの個体が第2段階までしか生長していないため、発育段階と死亡要因の関係は不明だが、発育段階が進むにつれて消失が減少し、食害が増加する傾向があった。林外区では発育段階が進むにつれて消失が減少し、乾燥害

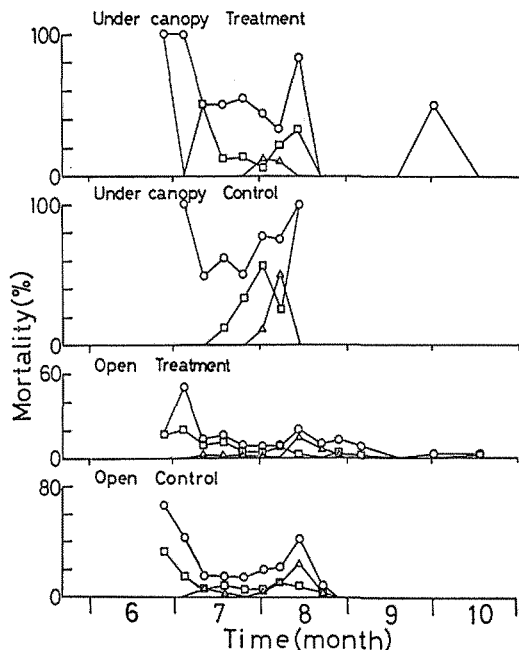


Figure 4. Transitory changes of mortality for each mortality factor of current seedlings.
○—○, total mortality;
□—□, mortality from predation
△—△, mortality from drought.

Table 3 Mortality rates of each growing stage caused by each mortality factor of current seedlings(%).

Growing stage	Under canopy		Open	
	Treatment	Control	Treatment	Control
Predation				
1.	8.3	16.7	8.0	9.5
2.	91.7	83.3	50.0	33.3
3.	0.0	0.0	18.0	33.3
4.	0.0	0.0	14.0	14.3
5.	0.0	0.0	10.0	9.5
Drought				
1.	0.0	33.3	3.1	0.0
2.	66.7	66.7	12.5	36.8
3.	33.3	0.0	12.5	15.8
4.	0.0	0.0	31.3	31.6
5.	0.0	0.0	40.6	15.8
Disease				
1.	...	...	0.0	...
2.	...	...	0.0	...
3.	...	...	0.0	...
4.	...	...	100	...
5.	...	...	0.0	...
Unknown cause				
1.	29.2	33.3	14.3	33.3
2.	70.8	66.7	53.6	50.0
3.	0.0	0.0	21.4	11.1
4.	0.0	0.0	10.7	5.6
5.	0.0	0.0	0.0	0.0

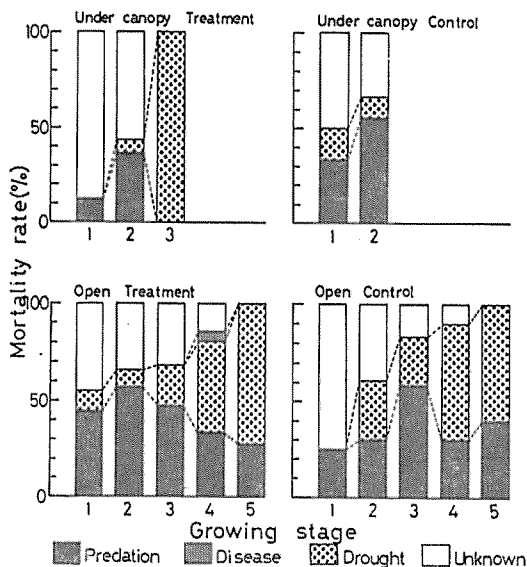


Figure 5. Mortality rates of each growing stage for current seedlings.

が増加する傾向があった。食害は、処理区では第2段階をピークとして減少する傾向があったが、対照区では同様な傾向はなかった。

死亡要因別にみると、林内区では第2段階にすべての死亡要因が集中した。食害で死亡する個体は、林外処理区では、子葉段階に多く、発育段階が進むにつれて減少する傾向にあり、林外対照区では、第2・第3段階の個体が最も多く、発育段階の進んだ個体は少なかった。乾燥害は、林外処理区では第4・第5段階に集中しており、林外対照区では第2・第4段階に多かった。消失は、全試験区で他の死亡要因に比べ第1段階の死亡が多く、林外区では第2段階の死亡が多かった。また、発育段階の進んだ個体は、非常に少なかった。

次に、死亡時期と発育段階との関連から食害と乾燥害について考察する。前項で食害の発生時期について述べたが、食害は、林外区では、第3段階が出現しはじめてから大半の個体が第4段階以上になった時期に多く発生していることから、低い発育段階に特異的に発生しているといえる。この傾向は全試験区でみられ、林内区において、特に顕著であった。一方乾燥害は、林外区では高い発育段階に多く、その傾向は処理区で著しかった。しかし、乾燥害が集中的に発生した時期には、死亡は、低い発育段階の個体から起こり、徐々に高い発育段階の個体が死亡し、この傾向は対照区で顕著だった。以上のことから、乾燥害は長期間の乾燥によって発生し、発育段階に特異的ではないが、実際の死亡は、初期の発育段階の水分条件の不安定な個体から起こるといえる。

引用文献

- 1) Theodore, W.D., J. A. Helms and F. S. Baker: Principle of Silviculture. Academic Press, London 1977
- 2) 大石泰輔・斉藤秀樹・竹岡政治: ヒノキ人工林内における種子生産および当年生稚樹の消長に関する研究. 京府大演報. **24**. 1~16, 1980
- 3) 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. (I) 林内における当年生稚樹の死亡過程. 日林誌. **61** (8). 287~293, 1979
- 4) 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** (9). 343~349, 1980
- 5) 松下芳樹: 京都大学芦生演習林の天然林における稚樹の動態に関する研究. 京都大学農学部林学科課題研究論文 1980
- 6) 坂井敏純: スギおよび落葉広葉樹の天然林における稚樹の動態に関する研究. 京都大学農学部林学科課題研究論文 1981
- 7) 京都大学農学部附属演習林: 京都大学演習林気象報告. **9**. 1981
- 8) 玉井重信・岡部宏秋: 京都大学芦生演習林における樹木の動態に関する研究 (I) 試験区設定時の林況. 京大演報. **52**. 46~57, 1979
- 9) Anderson M. C.: Studies of the Woodland Light Climate. 1. The Photographic computation of light conditions. J. Ecol. **52**. 27~41, 1964
- 10) 小山光男: 林木種子の発芽に要する最適温度. 林試報. **8**. 1~10, 1910
- 11) 吉田 実・宮本知子: スギ択伐林における種子落下量と稚樹の発生量について. 日林関西支講. **23**. 145~147, 1972
- 12) Janzen D. H.: Seed Predation by Animals. Ann. Rev. Ecol. Syst. **2**. 465~192, 1971
- 13) Koroleff A.: Leaf Litter as a Killer. J. For. **52**. 178~182, 1954
- 14) 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 (I). 京大演報. **45**. 27~41, 1973
- 15) 田中貞雄・竹岡政治: ヒノキ天然更新基礎試験 I 稚樹の発生および消失. 京府大学報農. **27**. 59~66, 1973
- 16) 林 暎得・四手井綱英: アカマツの当年生稚樹におよぼす動物の影響. 日林関西支講. **24**. 69~72, 1973
- 17) 前田 満・五十嵐文吉: 野ネズミによるトドマツの種子と稚苗の食害. 日林北支講. **18**. 149~152, 1969
- 18) 柴田信男: 杉天然下種試験第六報. 稚樹の根系に就いて. 日林会研究論文集. 308~319, 1942
- 19) 柴田信男: 杉天然下種試験第一報. 杉稚樹の消失現象に就いて. 林雑. **14** (8). 610~624, 1932

Résumé

The population dynamics of current seedlings of *Cryptomeria japonica* D. Don was investigated in a natural forest. The plots were made on different floor conditions. The growing stages and mortality factors of the seedlings planted artificially on the floor were studied by marking method.

The time of the emergence of seedlings was almost same among all floor conditions. The emergence rates were low in all plots, and the one under canopy was lower than open area and the rate on the floor not removed L layer was lower than that on the removed floor.

Under canopy just after emergence of seedlings, the mortality was very high and almost seedlings were dead at the initial growing stage in the forest. In open area, the mortality was higher just after emergence and in August, or dry season. Mortalities of seedlings were caused by animal predation, drought, disease and disappearance.

Most of disappearance of seedlings might be caused by animal predation and/or washing out by rain water. Animal predation containing disappearance occurred in all plots for a long

periods. It made the mortality of seedlings under canopy very high. Mortality from animal predation was specific to the initial growing stage of seedlings in all plots. The mortality from drought was higher in open area than under canopy, and occurred at the first in initial growing stage at the period which had no rain for many days, and then gradually in more advanced stages. Mortality from drought decreased by the removal of L layer.