

ヒノキ人工林における再生産過程の検討 (1)

加 茂 皓 一・赤 井 竜 男

Investigations on the Regeneration Process in *Chamaecyparis obtusa* Stands (1)

Kouichi KAMO and Tatsuo AKAI

目 次

要 旨	27	1) 稚樹の枯死過程	
1. はじめに	28	2) 稚樹の発芽当年の消長	
2. 調査地の概況	28	3) 稚樹の発芽と夏の生存との関係	
3. 調査方法	30	6. 結 論	39
4. 天然生稚樹の令構成	31	引用文献	40
5. 天然生稚樹の発生・生存状態	33	Résumé	40

要 旨

この研究はヒノキ天然更新についての基礎的な資料をもとめるため、愛知県段戸国有林を中心に、京大上賀茂試験地や滋賀県日野町民有林のそれぞれのヒノキ人工林内におけるヒノキ天然生稚樹の生存過程を明らかにしようとしたものである。

調査方法は林内に天然更新している稚樹を林縁から林内にかけて2～4カ所でほりとり、樹令や各部分の大きさを測定し、さらに4～6個の固定調査ワクを設け、稚樹の生存状態を追跡した。

その結果は次のようであった。

1) 段戸のヒノキ人工林内に密生、生育していた天然生稚樹はその令構成から過去の間伐とか林縁が形成されることによって発生したものが多いうであった。

2) ヒノキ稚樹の枯死は当年生がもっとも多く、生育段階が進むにつれて著しく減少する。それ故、ヒノキ稚樹は発芽後2～3年の不安定な時期を生存できれば、その後は暗い林内でもかなりの期間生存できるのではないかと思われた。

3) 当年生稚樹は夏季にもっとも多く枯死し、その後は、枯死する個体は少なくなる傾向が見うけられた。そして今回の調査では、冬季の枯損は意外に少なかった。

4) 当年生稚樹の夏の枯死率には、段戸と上賀茂、日野との間に違いが認められ、段戸の方が上賀茂、日野よりも低かった。この原因としてこれら地域での土壌条件の違いを考慮する必要があると思われた。

5) 当年生稚樹の夏の生存率と発芽数との間には一定の関係が認められたが、そのことから、

ヒノキ稚樹の定着に対して、当年生稚樹の生存条件とともに、発芽の条件も無視できない要因であろうと思われた。

1. はじめに

昨今、拡大造林の名のもとにすすめられている機械的、画一的な皆伐人工造林は、その立地環境をほとんど考慮に入れていないため、植栽木の生育不良や病虫害の発生といった各種の弊害を生じてきた。そして奥地林の伐採が進むにしたがって急峻な山岳地帯では、土壤保全の面からも大面積皆伐は問題視されている。一方、都市化現象によって山村人口特に青壮年層の都市への流出が目立ち、それにとまなう労働事情の悪化から省力林業が今日的な課題となってきた。そこで、恒続的な森林の再生を目的とした天然更新を再び取りあげようという気運が高まりつつある。森林の持つ自然力を合理的に活用するように森林を造成することが今日要請されているといえよう。

この研究はわが国でもっとも重要な樹種の一つであるヒノキを取りあげ、その天然更新についての基礎的な資料をもとめるため、ヒノキ稚樹の生態を明らかにしようとしたものである。

現在までヒノキの天然更新については大正末期から昭和初期にかけて主として、択伐による天然更新の実態調査が各地の国有林を中心に行なわれた。^{1,2,3,4,5,6)}そして最近では赤井がヒノキの天然生林や人工林で天然更新の施業体系を確立するために更新と環境の実態調査を行なっている。^{7,8,9)}一方、尾方らは九州地方におけるヒノキ人工林で種子の生産から二次林成立までの量的プロセスを明らかにしつつある。¹⁰⁾しかしながら天然更新の基礎的な裏づけとなるヒノキ稚樹の発芽から定着までの生態に関しては究明すべき点が多く残されており、現在の知見からでは、各地方に適したヒノキの天然更新技術を見出すことは困難であろう。そこで筆者らはヒノキの天然更新に合理的な基礎を与えるためにヒノキ稚樹の生態を愛知県段戸国有林のヒノキ人工林を中心に、京大上賀茂試験地や滋賀県日野町のヒノキ林で調べている。本報告は主として令構成と個体数の追跡調査からヒノキ稚樹の生存過程について検討したものである。

本研究を行なうにあたり、有益な助言を与えられた京都大学農学部四手井教授、国有林の調査を許可され協力いただいた新城営林署各位、そして調査に際し、協力いただき適切な助言を与えられた京都大学農学部森林生態学研究室および演習林の方々に厚く謝意を表したい。なお、本研究の一部は土井林学振興会の援助により行なわれたもので、あわせて関係各位に深謝する。

2. 調査林分の概況

1) 段戸国有林

名古屋営林局 新城営林署段戸経営区は愛知県北設楽郡にあり、三河高原の中北部を占めている。調査地は本経営区のヒノキ人工林内で稚樹が多数更新している山腹緩斜面上に設けた。調査地の地質は含緑色輝石花崗質岩、黒雲母花崗岩を母材としており、一般に風化しやすく、土壤は適潤性褐色森林土で土壤層は約 70 cm と深く、土壤の物理性は良好である。調査地の上層ヒノキ林はモミ、ツガ、ヒノキなどを主体とした天然生林の伐採後、植林されたもので、まだ一代目の造林地で、その林内および林縁付近にはシロモジ、クリ、アオハダ、ネジキ、ソヨゴ、ゴンゼツ、ケアクシバ、イソノキなどの灌木類が疎生している。

Table 1. Description of the site condition in Dando National Forest.

Site	65	68	70	25-N	25-S
Altitude (m)	850	870	900	850	840
Direction	SE	SSW	ESE	SSE	NNW
Inclination	gentle slope	gentle slope	gentle slope	steep slope (25°)	gentle slope
Ages	58	79	79	56	56
Basal area at breast height (m ² /ha)	61.5	56.5	50.9	50.0	51.3
Number of trees (ρ/ha)	1700	800	730	1270	1000
Mean tree height (m)	15	17	19	18	18
Mean diameter at breast height (cm)	21	30	30	22	25

表1に各調査地の林況を示した。そして各調査プロット設定地周辺部の概況は次のようであった。

(1) 調査地25-N, 調査地25-S

送電線設置のため切り開かれた幅約12mの帯状地の両側、北側林分(25-N)、南側林分(25-S)の林内へそれぞれプロットを配置した。

(2) 調査地65

65林班のヒノキ林内に約4m×9mの長円形の林内孔状地があったので、そこを中心に林内へプロットを配置した。なお林内孔状地の成因はその形状からみて落雷によるものと思われる。

(3) 調査地68

1970年林分の南側が皆伐され今後更新についてかなり林縁効果が期待されるが、プロットは林分の林縁から林内へ設置した。

(4) 調査地70

隣接した東側の林分は約20年前に伐開され、20年生のヒノキ林となっているが、その境界から林内へプロットを設置した。

2) 上賀茂試験地

調査地は京大上賀茂試験地内の約90年生のヒノキ人工林で、林内にはヒノキ天然生稚樹が多少更新している。調査地の海拔高はおおよそ140m、基岩は砂岩と粘板岩で、土壌は乾性褐色森林土で礫の多い瘠地である。また斜面は北向きの緩斜地で下層植生はコバノミツバツツジ、ヒサカキ、ゴンゼツ、ウルシ、タカノツメ、アクシバなどの灌木類が多い。上層木の平均樹高は7.3m、胸高断面面積合計は約30.0m²/haでその生育状態は不良である。

3) 日野民有林

調査地は滋賀県蒲生郡日野町の綿向山西向き緩斜面に成立する40年生ヒノキ人工林である。土壌は森林褐色土で深さ1mで母岩に達する。下層植生はナガバノモミジバイチゴ、ヤブムラサキ、クロモジ、ウルシ、コウヤボウキなどが疎生している。上層木の胸高断面面積合計は60.4m²/haで林冠は完全なうっ閉状態にあり、ヒノキ林としては普通の生育状態を示していると思われる。

3. 調査方法

1) 段戸国有林

a 掘取り調査

調査は1972年の9月中旬に行なった。各調査地の林縁(林内孔状地も含め)から林内へ2~4個の調査プロットを林縁付近ほど密になるように設けた。各調査プロットのワクの大きさは1m×2m,あるいは1m×1mである。そして各調査ワクをさらに20cm×20cmの小ワクに分割し、各個体がどの小ワクに入るかをマークした後立枯れの個体も含めて全ての個体を掘取り、地上部高(H),根元直径(D₀)を測定した。そして、各個体ごとに地上部の非同化部分,同化部分,および地下部の絶乾重を求めた。さらにすべての個体の年輪数を顕微鏡を用いて読みとった。枯死個体についても同様に年輪数を求めたが、根元の腐朽がはげしく測定の困難なものは除外した。

b 追跡調査

長期にわたる稚樹個体群の動態を追跡するため永久調査プロットを掘取り調査の場合と同じ要領で1972年の5月,7月,9月に設置した。なお調査ワク数は4~6個,ワクの大きさは2m×2m,1m×2mである。各調査ワク内のすべての生存個体にナンバーをつけ識別記録した後、各個体の地上部高,根元直径を測定した。そして、稚樹の生存調査を1972年12月,1973年6月にそれぞれ行なった。

2) 上賀茂試験地

1972年5月,ヒノキ人工林の西側林縁から林内へ1m×2mの調査ワクを4個設置し、個々の稚樹をすべて個体識別した後、地上部高,根元直径を測定した。そして1972年10月,1973年4月に稚樹の生存数を調べた。また同じ林分の林外,林縁,林内に1972年4月,1m×2mのプロットを設け、その中をさらに50cm×50cmに8等分し、そのうちの4区に各々200粒子のヒノキ種子を播種した。そして他の4区は対照区として残した。その後個体数の調査を1972年5月から約1カ月ごとに12月までおこない、翌年の3月4月にも個体数を調べた。

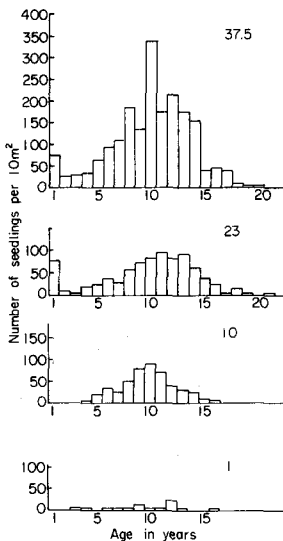


Fig. 1. Age structure of regenerated Hinoki seedlings at site No. 25-N in the Hinoki stands located in Dando National Forest, Aichi Pref.. In each diagram, number shows the distance (m) from the forest edge to inside the forest. Numbers in each age class were converted to numbers per 10m² per age class.

3) 日野民有林

滋賀県日野のヒノキ人工林では上層木の根元周辺部に当年生稚樹が多数発生しているのが認められた。しかし2年生以上の稚樹はほとんどみあたらず、発芽してから1年の間に大部分の稚樹は枯死消滅していくものと思われた。また稚樹の発生も母樹周辺部にかぎられているようであった。そこでそのような環境下での当年生稚樹の季節的消長を明らかにするため、1972年の7月上旬に5本の上層木を選定し、その周辺部に生存しているすべての当年生稚樹を個体識別し、その後の稚樹の消長を毎月12月まで追跡し、さらに翌年の3月にも生存数を調べた。

4. 天然生稚樹の令構成

ある林における稚樹の定着の過程を明らかにすることは、天然更新を論ずる場合の基礎的な研究項目であろう。一般に森林の更新はきわめて長期にわたるため、短期の調査から稚樹の定着過程を推論することが要求されようが、稚樹群の令構成はこの場合、その林の過去の動的な姿をある程度理解させてくれると思われる。

現在まで年令のかわりに直径の分布などから稚樹の更新状態が論じられてきたが、うっ閉状態にある林内では稚樹は一定の生長パターンを示すことが少なく、年令との相関は比較的小さい。

ここではヒノキ天然生稚樹が密生、生育している段戸国有林のヒノキ人工林で、稚樹の成立過程を明らかにするために、その令構成を調べた。

段戸のヒノキ人工林でもっとも多くの稚樹が更新している調査地25-N (25林班) の天然生ヒノキ稚樹の令構成は図1のようなものである。図から明らかなように、林縁の1m地点を除き、各プロットともほぼ15年前から定着する稚樹の個体数がふえはじめ、およそ10年前にもっとも多くなり、それから徐々に減少している。このように林内では各プロットとも、10年生前後に個体数のピークをもつ正規型の分布をとっていることから、過去のその時期を中心に稚樹の更新に都合のよい何らかの環境の変化があったと思われる。この林では15年前に材積で約76m²/ha程度の間伐が行なわれているので、間伐によって林冠が疎開し、その際稚樹にとって好ましい更新条件がもたらされ、その結果多数の稚樹の更新をみたのであろう。

一方幅約12mの带状地をさかいに調査地25-Nと南側で接している調査地25-S (25林班) では上層木の構成状態はそれほど違わないにもかかわらず、図2のようにその更新状態は著しく異なる。すなわち、各プロットとも15年前から稚樹の定着が始まり、稚樹の定着と間伐との間に因果関係があるように見えるが、調査地25-Nのように更新のピークは明らかでなく、少数の個体がほぼ継続的に更新している。また、当年生稚樹は、この図からだけでははっきりしないが、同時に調査した固定調査ワク内では1m²当り94本もみられたところもあり、全般的に調査地25-Nより多い。

これは両調査地の上層ヒノキ林による種子の散布量に大きな違いがないとすると、発芽の条件が調査

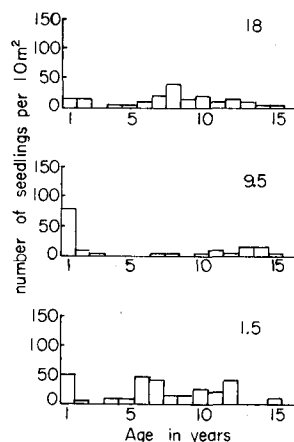


Fig. 2. Age structure of regenerated Hinoki seedlings at site No. 25-S.

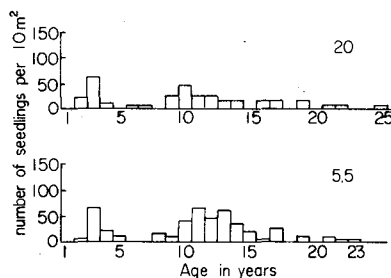


Fig. 3. Age structure of regenerated Hinoki seedlings at site No. 68.

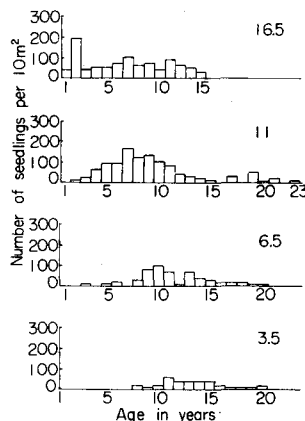


Fig. 4. Age structure of regenerated Hinoki seedlings at site No. 65.

地25-Sでは、調査地25-Nよりも良いことをあらわしていると思われる。種子の発芽に強く影響する A₀ 層の含水率は調査地25-Sでは152~172%、調査地25-Nでは112~145%となっており、両調査地の間には A₀ 層の含水率に明らかな差が認められたことから、このことはある程度うなずけよう。

一方、2年生以上の稚樹は図1・2から認められるように調査地25-Sでは調査地25-Nよりも少なく、生存の条件が25-Sでは悪くなっていることが予想される。これらは、^{11,12)} 両林分が成立している地形や林縁の方位といった環境条件の違いを反映しているのであろうが、この問題については今後調査していく予定である。

4年前に林分の南側が皆伐された調査地68の天然生稚樹の令構成を図3に示した。林縁、林内とも稚樹の更新は約25年前にはじまり、その後、ほぼ15年前からだいたい8年前にかけて稚樹数の増加がみられる。この林では19年前に弱度の間伐が行なわれているものの、その後の記録が不十分なため間伐との因果関係を求めるのはむづかしいが、ここでも間伐の影響を考慮する必要があろう。

また林縁、林内をとわず、ほぼ3年前を中心にして最近更新状態が比較的良くなっている。これは林内の20m地点でも伐開にともなって光条件がよくなり、その結果ほぼ4年前から稚樹の生長が著しくよくなっていることから考えて、明らかに4年前の伐採の影響だと思われる。

大きさ約4m×9mの長円形の林内孔状地を中心に更新していた稚樹の令構成は図4のようである。図から認められるように、稚樹の更新のピークは林内孔状地近くほど高樹令側にずれ、林内孔状地付近では最近稚樹の定着がほとんどみられない。このことは林内孔状地近くの稚樹の下では、稚樹の更新条件が最近不適当になっていることを示すものであろう。本調査地の相対照度を林内孔状地から林内へ測定した結果を図5に示したが、図から明らかなように、各個体の枝がふれあいうっ閉状態になっている林内孔状地稚樹の林床(B)では、林内のもっとも奥にはいったところ(A)よりも、平均相対照度が2%と低く、分布も極端なL型で、5%以上の相対照度はほとんど認められず、稚樹の生存生育に多大な影響を与えると思われる陽斑点もほとんど存在していないようである。このように生育状態がよく、大きくなった林内孔状地稚樹の林床では光条件がすこぶる悪く、この

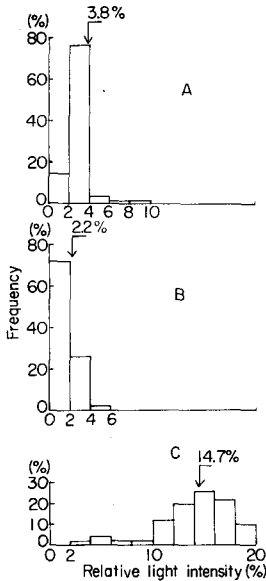


Fig. 5. Frequency distribution and mean of relative light intensity under the forest canopy at site No. 65.

- A: inside the forest (21.6 m), from the forest gap.
- B: below the regenerated seedlings near the forest gap.
- C: above the regenerated seedlings near the gap.

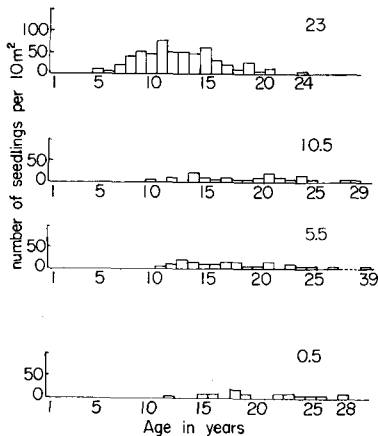


Fig. 6. Age structure of regenerated Hinoki seedlings at site No. 70.

ことが林内孔状地付近で、最近稚樹の更新がみられない大きな原因であろうと思われる。¹³⁾ CURTIS も耐陰性の強い sugar maple の林で、大きな更新樹の下では稚樹が更新しにくい現象を認めている。なお林縁付近では分布がほぼ一様であるが、これは前述したように林内孔状地近くでは光条件が良いため、稚樹の生育状態が良好で、すでに自然間引によって比較的若い年令の稚樹の個体数が減少した結果であると推察される。事実、後述するように林内孔状地付近では被圧されて枯死した稚樹が認められた。またこのような現象は他の調査地でも、生育状態がよい林縁稚樹では認められていることでもある(図1, 2参照)。

林内孔状地は稚樹の生長解析からおよそ13年前にできたと思われるので、その際林冠の疎開にともない、林内孔状地を中心に光条件がよくなったと思われるが、林内孔状地からの光の影響は現在13m地点まであらわれている。したがって、林内の11m地点ではほぼ13~15年前から稚樹がふえはじめ、7~9年前にもっとも多くなり、最近減少しているのは、林内孔状地の形成と関係がありそうである。

次に20年前に東側林分が伐採され、その跡に植林されたヒノキ人工林のため、現在では東側林縁からの光の影響も少なくなっている調査地70(70林班)の天然生稚樹の令構成を図5に示した。林内の23m地点では、図から認められるように、およそ20年前から稚樹の定着が比較的活発となり、その後約8~9年前をさかいに稚樹の更新状態が悪くなっている。ところで20年前の当林分と同じような林況を示していたと想像される調査地68では、先に述べたように、林内20m地点でも林縁効果が認められている。したがって20年前の東側林分の伐採と稚樹の更新との間には因果関係がありそうである。また当林分では上層木の樹令が高く、20年前の伐採によって光条件がよくなったため、更新の歴史が比較的長く、その結果稚樹の平均的な大きさも他の調査地にくらべて大きい。そのため0.5m, 5.5m, 10.5mの地点では相対密度が高まり、競争により比較的多くの個体が枯死している。それ故、これらのプロットでは図から明らかなように分布もほぼ一様で、その下部では稚樹が更新しにくくなっているであろう。

このように段戸では、過去の間伐や側方林分の伐採によって光条件が良くなったため定着したと思われる稚樹が多い。そして林内では稚樹本数が多いプロットほど、ある期間の更新数が多くなる傾向が認められる。この原因については現在明らかでないが、各調査地、各プロットの間伐の程度や局所的な立地環境の違いなどを考慮に入れる必要があろう。

5. 天然生稚樹の発生・生存状態

稚樹が発生してからどの段階でどの程度枯死、消失しているかを明らかにするため、段戸国有林、上賀茂試験地および日野民有林のそれぞれのヒノキ人工林内に更新していた天然生稚樹ならびに、人工播種した稚樹個体の時間方向の変化を調べた。

1) 天然生稚樹の枯死過程

表2は段戸および上賀茂の天然生稚樹の約1年間の枯死率を当年生と2年生以上の個体についてあらわしたものである。表から認められるように各調査地とも当年生稚樹の枯死率は全般に大きく、おおまかに2年生以上の枯死率の2~10倍となっており、発芽後1年間が稚樹の生存にとってもっとも危険な時期と考えられよう。

次に2年生以上の稚樹は生育段階が進むにつれてどれぐらい枯死するかを調べるため、約1年間で2年生以上の稚樹がもっとも多く枯死消滅したプロットの枯死個体および生存個体のそれぞ

れの稚樹高の分布を図7, 8に示した。林縁, 林内とも枯死は生育段階の低い弱少な個体に比較的多く, 生育段階の進んだ個体にはほとんど認められない。相対照度がわずか3~5%の暗い林内でもこのような傾向が認められることは注視すべきことである。そしてこのような現象は, 上賀茂のような土壌条件の悪いヒノキ林内に更新している稚樹にも認められる。

Table 2. Mortality rate (%) of regenerated Hinoki seedlings.

site	The distance from forest edge or gap (m)	Current seedling	More than 2 year old seedling
70	0	100	21
	2.5	—	18
	7.5	100	24
	17	—	14
25-S	0	60	0
	4.5	75	0
	9.5	54	0
	19.5	25	13
25-N	0	50	4
	2.5	91	20
	5	38	0
	11	15	0
	19.5	21	2
	31	17	5
Kamigamo	2.8	86	16
	6.8	77	11
	10.8	56	8
	14.8	88	17

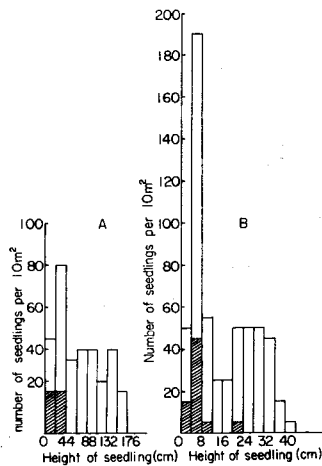


Fig. 7. Height distribution of Hinoki seedlings at site No. 65. Oblique line shows the number of dead seedlings.

- A: near the forest gap.
B: inside the forest.

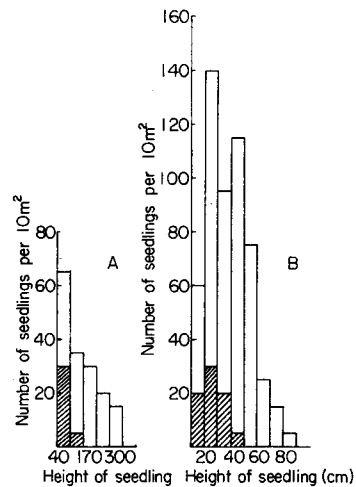


Fig. 8. Height distribution of the seedlings at site No. 70. Oblique line shows the number of dead seedlings.

- A: near the forest edge.
B: inside the forest.

また図7から明らかなように、林内稚樹では稚樹高が22 cm以上の個体はすべて生存しているが、林縁稚樹ではほぼそれに相当する大きさの個体にも枯死が出ており、林縁稚樹では林内稚樹よりも生育段階の進んだ個体でも枯死しているようだ。これは林縁では相対的に小さな個体から枯死していることを示し、前述したような自然間引が林縁稚樹でもおこっていることを裏づけるものであろう。

さて、次に林内で多くの稚樹が立枯れ状態で残存していたプロットについて、枯死個体および生存個体の年齢分布を図9に、各令階ごとの枯死個体および生存個体の根元直径の分布を図10にそれぞれ示した。まず図9,10から認められるように、林内でも16年生および11年生以上の個体はすべて生存し、ある年齢以上になるとまったく枯死していない。そして同じ令階の個体では小さな発育状態の悪いものが枯死している。(図10)

したがって以上の結果を総合すると、これらの調査地に関するかぎりヒノキ稚樹は発芽後1年間のもっとも危険で不安定な時期をうまく生存し、ある程度以上の大きさになれば、相対照度がわずか3~5%程度の暗い林内でもかんたんには枯死しないといえそうである。

ところで、稚樹の令構成から、段戸のヒノキ人工林内では、20~25年生以上の天然生稚樹は存在していなかったが、これはウッペイ状態にある暗い林内では、陽光不足によって、大きな稚樹ほど、その個体を維持するだけ十分な物質を生産できず、枯死消滅していったという考え方もあろうが、この場合、各調査地のもっとも古い個体は、そこで稚樹が定着しはじめた時期をおよそあらわしていると考えるのが、上記の結果からして妥当だと思われる。

2) 天然生稚樹の発芽当年の消長

稚樹の定着に対してもっとも重要な期間である発芽後1年間の稚樹の消長経過を追跡した結果を図11,12に示した。まず図11は上賀茂において1972年の春、人工播種した稚樹の個体数の季節変化をあらわしたものである。図から明らかなように、その年に発芽した稚樹は夏季の7,8月に集中的に枯死し、その後翌年の6月まで消失する個体は少なくなる。たとえば林内の6m地点では6月末までに発芽した個体のうち、実に70%は7,8月に枯死消滅している。

このような傾向は同じ上賀茂の天然生当年稚樹にもみられることで(表3)、また日野のヒノキ人工林内に発生していた当年生稚樹も同じように夏季に大半の個体が枯死し、冬季の消失はわずかである(図12)。ところで高知県西ノ川山国有林で行なわれたヒノキ当年生稚樹の消失調査でも、当年生稚樹の50%以上は夏の最盛期に枯死消滅し、冬期にはいると寒害や霜柱のため消失

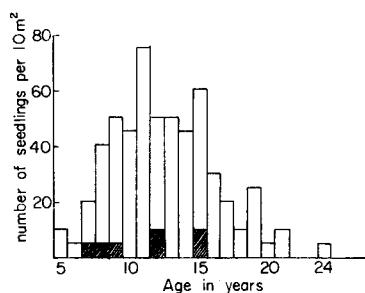


Fig. 9. Age distribution of the seedlings, inside the forest at site No. 70. Oblique line shows the number of dead seedlings.

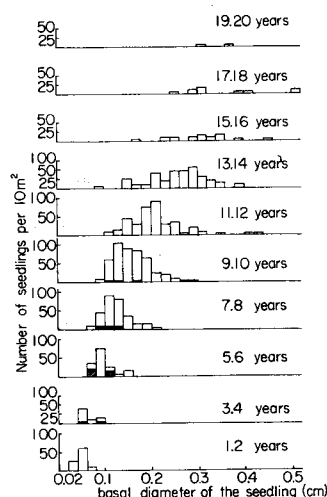


Fig. 10. Basal diameter distribution of the seedlings per each age class at site No. 25-N inside the forest. Oblique line shows the number of dead seedlings.

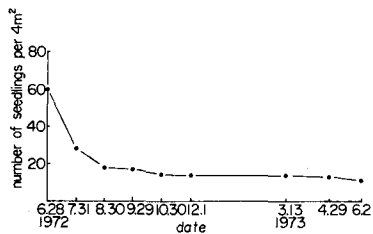


Fig. 11. Periodic current seedlings survival, artificially seeded at Kamigamo experimental forest.

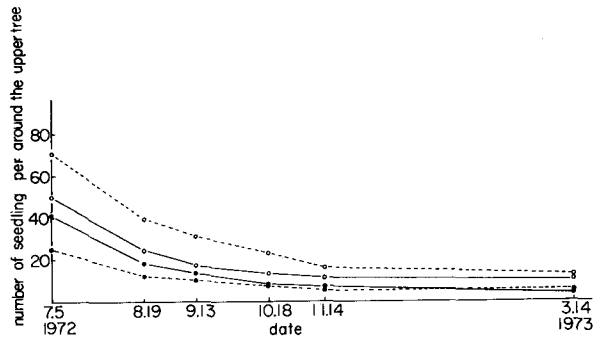


Fig. 12. Periodic current seedlings survival, naturally regenerated at Hino.

- 1) — . — No. 1
- 2) No. 2
- 3) — o — No. 3
- 4) o No. 4

Table 3. % of summer (and autumn) mortality and % of winter (and early spring) mortality of current seedlings.

site	The distance from forest edge or gap (m)	% summer (and autumn) mortality	% winter (and early spring) mortality
68	0.5	—	0
	5.5	—	14
	10.5	—	0
	20.5	—	—
65	9.1	—	33
	13.8	—	60
	21.6	—	20
25-S	0	40	33
	4.5	50	50
	9.5	33	32
	19.5	13	13
25-N	0	23	34
	2.5	45	83
	5	23	20
	11	8	8
	19.5	12	8
	31	2	15
Hino	NO 1	83	57
	NO 2	80	20
	NO 3	78	9
	NO 4	77	25
	NO 5	58	10
Kamigamo	2.8	86	0
	6.8	73	0
	10.8	52	8
	14.8	87	0

するものが著しかったと報告されている¹¹⁾。一方前述したように稚樹の生存に不適と思われる冬季の枯死は上賀茂、日野では意外に少なく、枯死率は0~57%で夏の58~87%とくらべて著しく少ない。またこのように冬季に枯死が少ない現象は、上記の両地域よりも冷涼な段戸のヒノキ稚樹でもある程度認められることである(表3)。そこで、これが、はたしてこれらの三地域について普遍的な現象であるかどうかは今後の調査に待たなければならないが、1973年の冬季は比較的暖冬であったことも関係しているのかもしれない。いずれにしてもこれらの結果は、当年生稚樹の夏季の枯損が発芽後1年間の生存に大きな比重を占め、さらに、将来のヒノキの稚樹の定着に対して無視できない大きな意味を持っているといえよう。

表3から明らかなように、段戸では当年生稚樹の夏季の枯死が2~50%であるのに対して、日野、上賀茂ではそれぞれ58~83%、73~87%となり段戸での枯死率が他の二地域のそれよりも少ない。

ヒノキ当年生稚樹は発芽後、まだ初生葉を付着し、根がA₀層の中にとどまっていると思われる虚弱な段階で夏をむかえると想像されるため、この時期には光要因よりもむしろ水分供給の不足による土壤乾燥が稚樹の生存に対して決定的な要因として働いているのではないかと考えられる。

尾方らが行なった被陰試験でもヒノキ当年生稚樹の夏の枯死率は相対照度とほとんど関係がないようであるし、また段戸や上賀茂、日野でも夏季の枯死は光条件よりもむしろ局所的な土壤水分などの立地環境の違いに影響されているように思われた。ところで段戸では前述したように土壤層は深く、土壤の物理性は良好で、水分状態もよく、土壤条件は上賀茂や日野と比べて良好である。それ故段戸と上賀茂、日野のヒノキ当年生稚樹の夏季の枯死率の違いは、おおまかに、これらの地域の土壤水分などの土壤環境のちがいが原因しているのではないかと想像されるが、今後資料の集積をまって明確にしてゆきたい。

次に表3から認められるように段戸で、比較的光条件が良好な調査地68では他の調査地とくらべておよそ冬季の枯死率が低く、また調査地25-Nの0 m、2.5 m 地点のように光条件の悪い林縁稚樹の林床に発生している当年生稚樹は他のプロットにくらべて冬季の枯死率が高い。

図13はヒノキ当年生稚樹がその年の秋までにどれぐらい生長したかを林縁および林内で調べたものである。当林分は西向きで乾燥がきびしいにもかかわらず、光条件のよい林縁では暗い林内よりも、稚樹高が高い。そして実際の観察結果からも、林内稚樹はまだ初生葉の段階にとどまり、弱々しい個体が多かったのに対し、林縁稚樹はすべて鱗片葉を展開し、活発に生長しているのが認められた。このように冬季をむかえる段階での当年生稚樹にはそれまでの光環境の違いにより生長差が生ずるようである。そこで発育が悪くひ弱な稚樹は晩秋季や冬季に落葉、落枝によって被覆されたり、また寒害凍霜害などの被害を受けやすいと思われる。事実、段戸や日野では稚樹が落葉、落枝に埋没し、枯死したと思われるものが比較的多かった。これらのことから発芽後秋季までの光条件は稚樹の生長量の差によって、晩秋季および冬季以降の稚樹の生存条件に、間接的にはあるが、影響を及ぼしていると思われる。

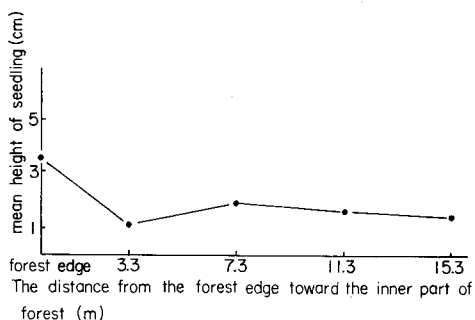


Fig. 13. The change of mean height of current seedlings in autumn, 1972 from the forest edge toward inner part of the forest at Kamigamo.

3) 天然生稚樹の発芽と夏の生存との関係

ヒノキ稚樹の定着に対してネックとなっていると思われる当年生稚樹の夏の生存と、発芽との関係を調べた。図14~18は夏の生存率と発芽数との関係を、比較的多数の当年生稚樹が認められた段戸の調査地25-N、調査地25-Sと日野および上賀茂さらに岡村¹⁷⁾が行なった播種試験の結果でみたものである。なお段戸の夏の生存率は厳密には夏および秋の生存率であるが、秋の枯死率は一般に少なかったため、夏の生存率とみなして以下の考察を進めた。まず図14、15から認められるように、段戸の調査地25-N、調査地25-Sではそれぞれ、発芽数が多くなっても当年生稚樹の夏の生存率はおよそ一定とみなせようし、また日野(図16)でも発芽個体数の多少にかかわらず、夏の生存率は大略一定となるようである。一方、上賀茂では発芽個体数の多いところほど当年生稚樹の夏の生存率はやや高くなる。そして岡村が苗畑で行なった播種試験の結果を同じようにプロットしても、上賀茂と同様発芽数の多いところほど夏の生存率も幾分高くなる傾向がみられる。これらのことからヒノキ当年生稚樹はこれらの林分に関するかぎり発芽数の多少にか

かわりなく当年生の夏の生存率は大略一定となるか、あるいは、発芽数の多いところほど夏の生存率も高くなるといえるだろう。ここで少し粗雑ではあるが、発芽数を発芽条件におきかえてみると、発芽条件の良否にかかわらず、夏の枯死はどこでもおおむね同じ比率で起こるか、あるいは、発芽条件の良いところほど夏の

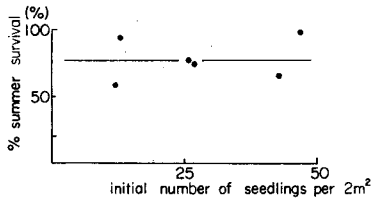


Fig. 14. The relationship between initial number of seedlings and % of summer survival at site No. 25-N. Percent of survival was calculated as, % of summer survival = $\frac{\text{Number/unit area in autumn}}{\text{Number/unit area in spring or beginning of winter or beginning of summer}}$

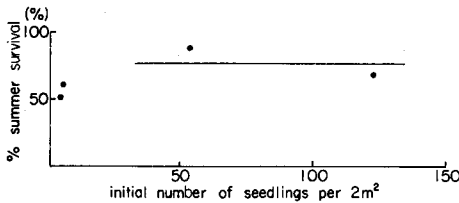


Fig. 15. The relationship between initial number of seedlings and % of summer survival at site No. 25-S.

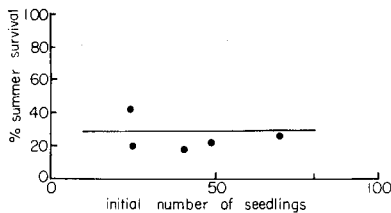


Fig. 16. The relationship between initial number of seedlings and % of summer survival at Hino.

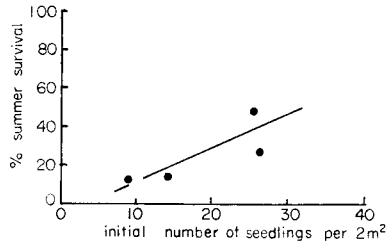


Fig. 17. The relationship between initial number of seedlings and % of summer survival at Kamigamo.

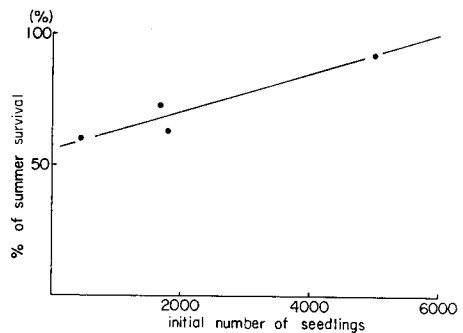


Fig. 18. The relationship between initial number of seedlings and % of summer survival at nursery, data from Okamura.

生存条件も幾分よくなるものと考えられる。このように二つの条件を組合せると、そこから、各種関係要因の動きを推察することが容易になるのではないかと思われる。しかしこの問題は今後データの集積を待って詳しく検討したい。

ところで発芽後1年間を生存した個体数と発芽数との関係を調べてみると、上記の結果から予想されるように、各調査地とも発芽数の多いところほど次の年の春まで生存する個体数も多くなる傾向が認められた。その1例として段戸の調査地25-Nの結果を図19に示した。それ故当年生稚樹の夏および冬の生存条件とともに発芽の条件も将来の定着稚樹数を決定している大きな要因ではないかと想像される。

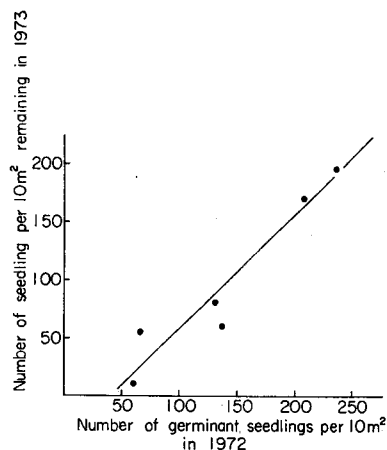


Fig. 19. The relationship between number of germinant seedlings in 1972 and number of seedlings remaining in 1973

6. 結 論

以上の結果とその考察からヒノキ稚樹の定着成立に対して最も重要な要因となっているのは、主に発芽条件、当年生稚樹の夏季の生存条件および発芽当年の晩秋、および冬季以降2-3カ年の生存条件であることが理解されよう。そして発芽と夏の生存はおもに土壤の水分条件によって支配され、晩秋、冬季には落葉、落枝の被覆による害、凍霜害などが第一義的に働き、光条件の違いは生長量の差として第二義的に稚樹の生存に影響すると想像される。したがって実際に間伐によって稚樹の更新が良くなったということは、間伐によって林冠が疎開してたために上記の諸条件を良くするような方向に環境条件が変化したためだと推察される。そしてここで当然考えられることは、稚樹の定着に関係している要因のうち、どれか一つの要因、たとえば夏の生存条件だけが最適の状態になっても、更新はかならずしもうまく行くとはかぎらないということである。これらの要因の総合が最適の状態に達してはじめて、更新は円滑に進行するだろう。それ故間伐直後に稚樹の更新が最高にならず、数年を経過して更新のピークがみられる現象も、間伐数年後に光条件や土壤の水分条件などの要因が個々の場合にはかならずしも最適とはいえないかもしれないが、セットとして最適値になったためであろうと想像される。なおこの問題についての積極的な説明は今後の課題としたい。

森林の更新はきわめて長期にわたるので、その全過程を追うのは困難なことである。そこで、ここではより短期の調査結果から接近する一つの方法として、稚樹の令構成と約1カ年の稚樹個体群の変動から、主に段戸国有林における天然生稚樹の更新過程を推論した。いわゆる動物生態学で用いられている、時間別生命表的な考え方を基礎に解析を進めた。天然更新の研究にはこのような更新過程を遡行する解析はもちろん必要であるが、また同時に年々の気候変化などを考慮すれば、稚樹個体群の変動を長期間追究していくことも必要である。

引用文献

- 1) 野路策三, トガサワラ, ツガ, モミ, 天然下種更新試験, 林試彙, **10**, 21~62, (1923)
- 2) 野間太吉, 書写山間伐試験地における稚樹の発生状態よりみたる更新並に撫育上の一考察, 大阪局造林研会記, **4**, 301~317, (1934)
- 3) 植木善一, 天然更新択伐跡地の稚樹撫育並に発生消滅関係について, 高知林友, **239**, 1~4, (1942)
- 4) 穴戸元彦, 水内事業区恵下谷国有林に於ける択伐後の林木生長状況について, 昭和16年日林講, 348~355 (1942)
- 5) 藪部政敏, ヒノキ天然下種更新地に於ける20年後の成績と経過について, 高知林友, **231**, 3~10, (1942)
- 6) 宇賀和彦, 局所地形が天然更新に及ぼす影響について, 昭和17年日林講, 465~472, (1943)
- 7) 赤井竜男・浅田節夫, 天然更新に関する研究(1), 木曾地方湿性ポドソル地帯におけるヒノキ属の更新京大演報, **39**, 35~63, (1967)
- 8) 赤井竜男, 住友林業別子山事業区における天然更新について, 住友林業調査研究報告, **14**, (1970)
- 9) 赤井竜男, 天然更新に関する研究(Ⅱ), 木曾の三浦実験地におけるヒノキの更新, 京大演報, **44**, 68-87 (1972)
- 10) 尾方信夫, ヒノキの新しい天然更新技術, 新しい天然更新技術, 301~340, (1971)
- 11) 原田, 稚樹の発芽生育と方位に関する研究, 日林誌, **20**, (9), (10), (11)
- 12) GEIGER, R. : The climate near the ground (1966)
- 13) CURTIS, J. T. : The vegetation of wisconsin (1959)
- 14) 尾方信夫・上中作次郎, ヒノキ天然下種更新の成立に関する研究(第5報), 相対照度をちがえた場合の発芽稚樹の消長についての若干の考察, 日林九支研論集, **22**, 81-82, (1968)
- 15) KORELOFF, A. : Leaf litter as a killer, Jour Forestry **52** (3) 178-182 (1954)
- 16) GREGORY, R. A. : The effect on leaf litter upon establishment of white spruce beneath paper birch. Forestry chronicle september, 251-255, (1966)
- 17) 岡村柳三, 種子発芽率と生育率, 日林雑2号, (1918)

Résumé

This study was carried out for the purpose of elucidating the ecology of regenerated initial Hinoki seedlings. The investigation was mainly performed at the Hinoki plantation at Dando National Forest in Aichi Prefecture and supplemented with data obtained from the Kamigamo Experimental Forest Station attached to Kyoto University in Kyoto City and a private forest in Hino, Shiga Prefecture.

In order to clarify the initial survival process of Hinoki natural seedlings, samples were taken by pulling out from 2-4 scattered places on the edge and inner part of plantation. Tree age and the size of each part of the samples were measured. Furthermore, 4-6 permanent quadrants from the edge toward the inner part of forest were selected for tracing individual seedlings.

The results obtained were as follows:

- 1) The age structure of regenerated Hinoki seedlings in Dando National Forest showed that many seedlings probably appeared due to thinning practised in the past.
- 2) Many seedlings died during the germination year, and with progress in growth, the rate of mortality apparently decreases. Therefore this suggests that once seedlings have been established, they are not so susceptible to death even in a dense forest where the relative light intensity is only 3-5%.
- 3) A great many current seedlings disappeared in midsummer and an unexpectedly high value of survival of seedlings in winter was revealed.

- 4) The mortality of current seedlings in summer is greater at Kamogamo and Hino than at Dando. This phenomenon may be related to soil moisture conditions, since that of Dando is better than those of another two areas.
- 5) Considering the relationship between the mortality in summer of current seedlings and the number of germinated seeds, germination conditions have the same importance as initial survival conditions in the establishment of Hinoki seedlings.



Photo 1



Photo 2

Photo 1 and Photo 2 show the Hinoki seedlings regenerated at site No. 68 and site No. 65 in Dando national forest, Aichi pref., respectively. Hinoki seedlings regenerate in abundance like carpet under the Hinoki stands.