

アカマツ林の中林作業法に関する研究

井上, 由扶

<https://doi.org/10.15017/14986>

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 32, pp.1-265, 1960-08-31. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



第 9 章 中林型アカマツ林の施業法

叙上の各章においてはアカマツ林に対する中林作業法の組織ならびにその根拠となるアカマツおよび広葉樹の特性について研究したが、本章においては主としてその応用的見地から、中林型アカマツ林の造成過程に関する若干の試験成果と、その施業法について考察を試みる。

I 総 説

1) 更 新 の 環 境

さきに述べたごとく、アカマツの発芽率は結実の豊凶に影響されるところが少なく、おおむね高い発芽率を示し、しかも全く結実を見ない凶年はきわめて稀であるため、更新に必要な条件が林地に与えられるならば天然更新は確実に期待し得るものである。アカマツの更新条件は複雑な環境因子の総合的な結果としてあらわれるため、個々の因子との関係を明らかにすることは困難であるが、一般には陽光および土地条件を主要因子とする⁴³⁾。

すなわちアカマツは幼齡時より高齡にいたるまで高度の陽樹であるため、陽性樹種の一般的特徴として寒害、乾燥害に対する抵抗性が強く、最初の 1, 2 年間は繊弱で伸長量も小さいが、3 年生以後の生長は比較的大きいので、伐採跡地には先駆樹種として侵入し易い。しかし陽光量の不足に対してはかなり鋭敏で、下層植生の被圧や上木庇蔭下には長くたえ得ない(第 5 章)。この点については石川²⁹⁾も庇蔭格子を用いて陽光量とアカマツの発芽率、稚苗の消失率および生長との関係を試験し、松本、細井⁶⁰⁾は遮光壁による実験より稚苗発生後 1～2 年間は庇蔭による伸長差は少ないが、肥大生長には大きく影響することを報告している。従ってアカマツの更新に対する陽光の直接的関係は、下種期より十分な光線を与えることが必要であるから、更新期には原則として皆伐が要求される。

またアカマツは一般に土地に対する要求度が少なく、乾燥し易い土地、瘠地、尾根筋などにも生育にたえるため、とかく地味のよくない立地をアカマツ適地と誤認されがちであるが、アカマツは決して瘠悪乾燥地を好むものではなく、肥沃な適潤土壌において最もよく生長するものである。すなわちアカマツは葉の構造が蒸散作用の調節に有利なこと、根は菌根との共生による水分の吸収を行ない得ること、裸地状態のところによく天然更新し、各種の被害に対しても比較的抵抗性が強いことなどの性質により⁵⁶⁾、瘠地や乾燥地にも広範囲にわたって天然に分布生育するにすぎない。また植杉⁹⁵⁾は岩手地方におけるアカマツの生育と地質との関係について述べ、基岩の相違によって特に生育しないところは見られないが、一般に花崗岩地帯の生長がよく、火山岩地帯、水成岩地帯の順に生育状態が低下することを報告している。しかしアカマツの生育に大きく影響するものは、基岩そのものよりも土壌の状態にかかっていることはいうまでもない。宮崎⁵⁴⁾は、アカマツ天然生林の土壌は大部分褐色森林土壌であるとし、その成層状態より I～VII 型に分け、北九州や四国、中国内海地方では乾燥型の I～III のものが多く、東北地方では適潤型の III～VII 型が多いことを報告している。またその酸度はおおむね 3.5～5.5 程度の相当強い酸性を呈するが、川島⁴²⁾は、アカマツ生育の適否は酸度よりも置換性石灰の多少に支配されることが大きいとし、九州地方のアカマツ林は置換性石灰量が少なく東北地方のものは多いと報告している。

これらはもちろん気候風土に関係するところが大きいであろうが、芝本⁸²⁾によって指摘されるごとく、塩基溶脱の防止作用に富む下木広葉樹の繁茂が、アカマツ林の地力維持改善に寄与することも閑却し得ないものと推察される。

しかるにアカマツ林はその林冠構造の関係から光線の射入が多く、下層に広葉樹が繁茂しない場合には地表が乾燥して針葉の腐朽分解がわるくなり、粗腐植を形成し、粉末状に堆積した A₀ 層は蠟物質、樹脂を含有して水分の浸透を阻止するといわれている⁵⁵⁾。またアカマツは土壌中の水分および養分の吸収をほとんど外生菌根に依存するものと認められ、特に α 型菌根はアカマツ林土壌に大きい影響を与えている。すなわち宮崎⁵⁵⁾によればこの種の菌根は主として地表の鈣質土壌中に発達し、乾燥地におけるわずかな水分養分をも吸収するものと見られているが、その枯死した菌絲は菌絲網層を形成し、これが一度乾燥すると水分を吸収しなくなるため、その下層土壌は極度に乾燥して疎鬆となる。しかるに下木広葉樹の繁茂する土壌条件の良好な林地では、アカマツの水平根が腐植層に発達して、 β 型または γ 型の菌根により吸収作用を営むものである。このことは著者の行なったわが国各地のアカマツ林調査の結果にもよくあらわれ、第 117 表のごとく広葉樹をともなう中林型アカマツ林は、純林状アカマツ林に比し著しく α 型菌根による菌絲網の発達が少なく、中林型アカマツ林の平均生長量が大きいことによっても明らかである。

第 117 表 菌絲網層と林分平均生長量との関係

種 別	林 齢 範 囲		ha 当り材積平均生長量 (m ³)			菌絲網層の有無別 調査個所数			
	アカマツ	広葉樹	アカマツ	広 葉 樹	計	多	少	無	計
中林型アカマツ林	35~85	17~34	6.23 4.13~10.79	2.44 1.30~4.62	8.67 6.09~12.54	4	11	25	40
アカマツ純林	35~80	—	5.69 3.68~10.27	—	5.69 3.68~10.27	17	8	2	27

(註) 1. 中林型アカマツ林、アカマツ純林ともにそれぞれの地方の代表的優良林分である。

2. 菌絲網については各調査地とも10個所以上を掘って調べ50%の有無により多少を分けた。

このようにアカマツ林の生長量と下木広葉樹生育の有無の間には顕著な関係が認められ、また下木広葉樹の混交と菌絲網層発達との間にも密接な関係があつて、これらは相互に因となり果となつてアカマツ林の生産力に大きく影響をおよぼすものと推測せられる。

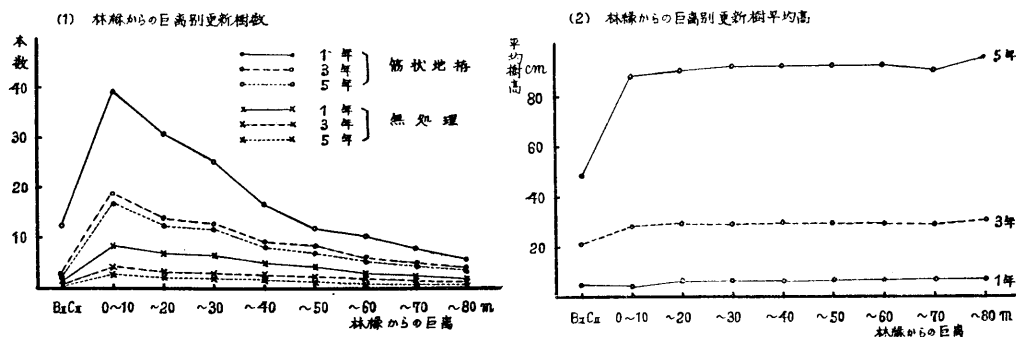
しかるに広葉樹の生育または菌絲網の発達は、伐期にいたつて皆伐された跡地の更新にも影響するところが大きい。すなわち広葉樹下木の繁茂する中林型アカマツ林の伐採跡地には、落葉その他地被物が多いため、これをそのまま放置するときは落下種子の着床発芽を減少かつ不均一ならしめ、稚苗発生後においても広葉樹萌芽による被圧が成林に大きく関係する。また菌絲網層の発達するアカマツ純林の伐採跡地においては、広葉樹萌芽の影響は少ないが、地表の乾燥が落下種子の発芽条件を左右することとなり、根株附近や伐出作業によって地表層の剥奪された部分などに稚苗の発生が偏在して、更新を不整ならしめることが多い。このようにアカマツ林の更新については、前生林分が中林であると純林であるとを問わず、齊一な後継林分の造成に障害となる因子があるから、その整齊確実な天然更新については、人力による合理的な施業を必要とする場合が多い。すなわちアカマツ天然下種更新上の必須要件としては、更新林分の生態および土地条件を把握して多量の落

下種子を確実に着床発芽せしめ、稚苗の生長を健全に持続せしめることである。その方法として最も重要な技術上の問題は、結実と関連した伐採法、伐採時期の検討と下種地拵および下刈法があげられよう。

2) 更新伐

アカマツの天然更新はその樹性上皆伐形式を原則とすべきことはすでに述べたところであり、従来の伐採法としては小面積皆伐作業としての区劃皆伐法、帯状皆伐法のほか、保残木法もしくは種木保残作業などが広く実行されているが、第2章に述べたアカマツ林の中林作業法も更新期の伐採形式は皆伐に属する。この場合伐区の大きさは、伐採木の利用、更新面の保護および種子の飛散距離に基づく更新上から決定される。植杉⁴⁶⁾は岩手県井沢山国有林において母樹からの距離別に発生した稚苗を調べ、さらに帯状皆伐、楔形皆伐などの試験結果を総合して、側方天然下種更新における伐区の幅員は母樹高の2～3倍を最適とし、細井²⁸⁾は広島県大土山国有林の帯状皆伐試験において、帯幅が25m、50mの場合に発生稚苗数は更新に差支えるような差はないが、帯幅の狭い場合には林縁に近い更新樹の生長が劣ることを報告している。著者が広島試験地の大面積皆伐跡地39個所につき筋状地拵を行ない、地拵区および無処理区について林縁からの距離別に初年次発生の更新樹を5年間測定したところによれば³⁰⁾、その総平均値は第119図(1)、(2)のとおりである。

第119図 天然下種によるアカマツ更新樹



(註) B II, C II は中林型アカマツ林分の下木のみ伐採した林内

これによると一般に筋状地拵区は無処理区に比し著しく多くの稚苗が発生するが、1年後にはその多くが消失して図に見られるように林縁からの距離が遠くなるほど平均稚苗数が少なくなる。すなわち最初の1年間は林縁より遠い部分の消失率が大いだが、それより後には林縁に近い部分の消失率が増大し、3年、5年後の更新樹数には大差が認められない。すでに述べたごとく、アカマツ林の伐採跡地における更新樹の消失は、最初の1年間は夏季の乾燥によるものが多く、それ以後には庇蔭による消失が主因と推測されるから、林縁からの距離別更新樹本数に上記のごとき変化があらわれたものと考えられる。しかるに同図(2)に見られるごとく、残存更新樹の平均高は林内の伸長低下は別として、伐採跡地では林縁に近い部分の伸長がやや劣るほか、ほとんど差異が認められない。

以上伐区の幅員と天然下種更新との関係を総合して見るに、林縁母樹による側方天然下種更新を期待する場合には、伐区の大きさがきわめて重要であるが、結実期以後冬期間に伐採して、伐採木からの下種により直ちに更新を期待する場合には、伐区の大きさに対す

る更新上の制限は側方天然下種の場合ほど重要な要素ではなく、むしろ伐採搬出および下種地拵の時期が更新の成否に大きく影響するものと認められる。第4章に詳述したごとく、更新面の隣接林分による側方天然下種または保残母樹による下種は、その結実量および種子落下季節の風その他の気象因子によって、全更新面に均一かつ十分の下種を常に期待することには不安があり、少なくとも数年間の更新期間を要するものと考えねばならない。その間更新面には、広葉樹萌芽をはじめ雑草、灌木類の繁茂することが多く、確実な更新を期待することに危険がある。しかるに更新期における伐採木から落下した種子を直ちに伐採跡地の更新に利用することは、きわめて多量の種子が着床していること、伐期まで保育して残された優良主伐木からの下種であること、伐採後直ちに更新するため更新期が最小限に短縮され、かつ地床植生の繁茂するまでに稚苗の発生を終ることなど、優れた更新上の長所が認められる。すなわち結実期以後冬期間に伐出作業を完了することは、アカマツ天然更新上の必須要件といっても過言ではないが、このような短期間に伐出作業を完了すると共に稚苗の発生を確実に整齊ならしめるためには、作業上の制約から勢い伐区面積を小さくすることが要求される。このことは同時に、作業期間の不慮の遅延または稀に見る下種量不足の場合の施業的安全弁となり、万一更新が十分行なわれなかった場合に、側方天然下種に依存することを可能ならしめるものである。従ってアカマツの天然下種更新上、伐区は比較的小面積とすることが望ましく、実行上の基準としては、植杉⁹⁶⁾が求めた隣接林分母樹の樹高の2～3倍を適当と考える。

前記のごとく、更新伐における伐採時期を結実期以後冬期間中に終ることがアカマツの天然更新上きわめて重要なことは、幾多の試験地において実証せられたのみでなく、多数民有林の実態調査によっても明らかにせられ、第118表は広島地方における、3～5年生のアカマツ天然更新地204筆について、伐採搬出期間の聴取りと帯状調査によって調べたものである。すなわち更新地の伐採期間を

- (1) 11月より翌春3月までに伐出したもの
- (2) 11月より翌年6月までに伐出したもの
- (3) 1年間を通じて伐出したもの
- (4) 伐出期間が明らかでないもの

に分け、各調査地に幅員1mの帯状区として傾斜に沿うもの2本、これに直交するもの2本をとり、これを1mごとに区分して各1m²プロットの更新樹数を数え、更新樹数とその分散状態によって次のごとく更新の良否を判別した。

いまⅠ、Ⅱを更新成績良好とし、Ⅲ、Ⅳを不良として更新良否の個所数比率を見ると、(1)は74個所のうち66個所(89%)が更新良好、(2)は75個所のうち36個所(48%)が更新良好であるのに対し、(3)は53個所のうち51個所(96%)まで更新不良である、この調査結果から見ると(1)すなわち11月より翌年3月までに伐出した皆伐跡地は、落葉を採取した程度の地表処理においても更新成績がよく、春から夏にまたがって伐採した個所は一般に更新状態がわるい。従ってアカマツ林の天然下種更新には更新伐の季節がきわめて重要であり、結実期以後冬期間中に伐出を完了して、直ちに更新せしめることが、天然更新の必須要件といえることができる。

第 118 表 アカマツ天然更新地の成績別伐採時期別個所数

更新成績 判別基準	ha 当り 1 万本以上の更新樹				ha 当り 1 万本未満の更新樹				調査個 所数計
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
更新樹なきプロ ットの連続しな いもの	(1) 7 (2) 0 (3) 0 (4) 0				(1) 4 (2) 0 (3) 0 (4) 0				11
更新樹なきプロ ットが 2 以上連 続し、その面積 が調査面積の 20 %未満のもの	(1) 34 (2) 5 (3) 0 (4) 0					(1) 9 (2) 6 (3) 1 (4) 1			56
更新樹なきプロ ットが 2 以上連 続し、その面積が 20~50%のもの		(1) 12 (2) 25 (3) 1 (4) 0					(1) 2 (2) 17 (3) 22 (4) 0		79
更新樹なきプロ ットが 2 以上連 続し、その面積 が 50~80%のも の			(1) 3 (2) 11 (3) 4 (4) 0					(1) 1 (2) 3 (3) 11 (4) 0	33
更新樹なきプロ ットが 2 以上連 続し、その面積 が 80%以上のも の				(1) 1 (2) 3 (3) 2 (4) 0				(1) 1 (2) 5 (3) 12 (4) 1	25
合 計	(1) 41 (2) 5 (3) 0 (4) 0	(1) 12 (2) 25 (3) 1 (4) 0	(1) 3 (2) 11 (3) 4 (4) 0	(1) 1 (2) 3 (3) 2 (4) 0	(1) 4 (2) 0 (3) 0 (4) 0	(1) 9 (2) 6 (3) 1 (4) 1	(1) 2 (2) 17 (3) 22 (4) 0	(1) 2 (2) 8 (3) 23 (4) 1	(1) 74 (2) 75 (3) 53 (4) 2

(註) I, II, III, IV は更新成績良否の順位 (1), (2), (3), (4) は前記伐採時期区分

3) 地表処理

このようにアカマツは、下種、伐採法、伐採季節の要件が充たされ、かつ表土の裸出する場合においては天然更新が容易な樹種であるが、自然状態のアカマツ林伐採跡地においては、落葉その他の地被物堆積によって落下種子の着床発芽を困難ならしめる個所、または菌糸網層の発達によって稚苗の発生生育に不利は個所が比較的多く、確実に更新せしめるためには地表処理を必要とする。その方法としては火入れ、全刈、粗腐植除去、掻起しなどがあり、植杉⁹⁵⁾はこれらについて比較試験した結果を報告し、人工による地床破壊の程度が大きいかほど稚苗発生数が多く、生存率、生長とも良好であると述べ、地被物全部を除去した表土裸出法が天然更新上好適するものとしている。また道下⁹⁶⁾は岡山県加茂山国有林において下種地拵を行ない、地表を掻起して発芽を促すと共に、未利用枝条を地拵面に撒布して更新樹の生育に著効のあったことを報告している。著者は種々の地表処理法を比較した結果より地拵用鋤を試作し、これを用いて筋状に掻起しを行なうならば、確実な更新と斉一な成林の期待ができ、かつ地拵工程にも著しい効果があることを確かめたが、これについては節を改めて述べることにする。

4) 下刈および萌芽整理

以上に述べたごとく、それぞれの立地環境に応じた地表処理がなされるならば、一般にアカマツの天然下種更新による稚苗の発生は容易であるが、その多くは更新初期の乾燥、被圧その他種々の原因により消失し、自然のままに放置するときは更新樹の分布に著しい

偏在が生じ易い。ことに地味の良好な中林型アカマツ林の伐採跡地においては、更新初期の数年間、アカマツより伸長の速い雑草灌木類や広葉樹萌芽などが繁茂し、多数のアカマツ稚樹が被圧枯死にいたるので、時期を失しないように保育する必要がある。従来のアカマツ天然更新地に対する初期の保育法としては、連年全刈、隔年全刈、連年中刈、隔年中刈、連年筋刈、隔年筋刈などの下刈法が実行された例があるが、いずれもアカマツ純林に誘導することを目標として、広葉樹の除去により、被圧による生長の減退および本数の減少を防止せんとする手段がとられている。植杉⁹⁵⁾は全刈法について試験した結果より、上長生長、生存率の点から連年全刈することが保育上重要であるとしている。しかし現実の問題としては、多数のアカマツが不規則に分散生育している更新地に対し、アカマツ稚樹の梢頭を剪除することなく全刈を行なうことはきわめて困難であり、かつ多くの労力を要するため、とかく手入刈を放棄され、結果として林相の不整をもたらすことが多い。中林型アカマツ林の皆伐跡地における著者の試験では、更新後3年目のha当り平均下刈功程において全刈32.7人、中刈21.5人、従来の方法による筋刈17.5人を要し、特に全刈法、筋刈法は、アカマツ更新樹を刈払う危険の大きいことを認めた。天然更新地における下刈は、更新初期の保育上きわめて重要であるにかかわらず、列状配置に植えられた人工造林に比し多数の労力を要するため、現実に下刈の実行されている更新地は甚だ少なく、ほとんど放置されて更新樹の減耗、生長の減退を招来している。従来のアカマツ林施業法は、ほとんどアカマツの純林造成を目標として研究されたため、下刈、除伐などの保育に関しては原則として広葉樹の除去を主張している。さきに述べたごとく、アカマツ林の施業上、下木として広葉樹の混交することを理想とするとの報告は少なくないが、その具体的育成法に触れたものはほとんどなく、植杉⁹⁵⁾、山本¹⁰⁶⁾等が壮齡期以後に侵入する広葉樹を保育混交せしめるものとしているにすぎない。このような見解は単に地力保持上から出発したもので、アカマツ林に生育する広葉樹を生産対象としたものではない。しかし第6章に述べたごとく、現実のアカマツ天然生林に生育する広葉樹の多くは、すでにアカマツの更新初期より混入し、両者は共存的に生活を営むものと認められるから、広葉樹の混交はアカマツ林の全生産期間を通じて重要であり、少なくともアカマツと広葉樹を共に保続生産の対象とする中林作業法については、更新初期からの合理的な取扱いが検討せられねばならない。著者³⁹⁾の試験結果によれば、筋状地拵を行なった場合、掻起し筋に発生する有用広葉樹はアカマツ更新樹と共に保育することが、相互の側圧による通直な伸長生長に著しい効果を示し、集約施業においては必要に応じて萌芽整理を行なうことが望ましい。すなわち更新後数年以内に、アカマツの更新を期待しない掻寄せ筋を一律に筋刈すると同時に、アカマツの更新した掻起し筋内の不慮広葉樹や蔓茎類を除去し、要すれば有用広葉樹の芽掻作業を行なうことが中林型アカマツ林育成の理想である。芽掻作業については薪炭林施業に関して多くの報告があり、三善⁶⁰⁾が耐蔭性の強い常緑樹には効果が少ないと述べていることは注目すべきであるが、中林の造成過程においてはアカマツ更新樹との競合状態を考慮し、更新密度と関連して1～3本立に仕立てるのが理想的である。

5) 蔓切および除伐

一般に幼齡期の保育如何は優良アカマツ林の造成にきわめて重要な意義をもつといわれ、アカマツ、広葉樹ともに幼齡期に疎立するときは、太枝が徒長して幹が曲り易いので、密生による林木相互の側圧によって形質生長を助長することが強調せられている。しかるに

前記のごとき中林造成法としての保育を行なうならば、アカマツと広葉樹との競合によって、アカマツ更新樹の比較的小さい場合にも相互の側圧効果が達せられ、自然状態における良質アカマツの生育過程と同様、広葉樹の混交する中林型林分に誘導し得るものである。すなわちアカマツは更新後数年間は多くの広葉樹より伸長が劣り、そのまま放置するときには広葉樹の萌芽その他の地床植生繁茂によって被圧消失するものが多いから、斉一な更新を完成するためには前記のごとき下刈、萌芽整理、蔓切などの保育を必要とする。しかしそれ以後においては、アカマツの伸長は広葉樹にまさるため、およそ10年生内外にいたってアカマツの樹高は広葉樹を凌駕することが多く、その後はアカマツが上層林冠を形成して鬱閉競合し、広葉樹は下層に被圧されて次第に生長が衰えるにいたる。麻生⁵⁾、植杉⁹⁴⁾等は25～30年生以下のアカマツを優良形質養成時代と名づけ、密立主義により、単木の肥大生長よりも形質生長に重点をおくべきであると述べているが、著者の試験による広島、福岡地方の中林型アカマツ林では、おおむね17～25年生までの時期がこれに該当する。従って更新後数年経過した後のこの期間内には、原則として蔓切以外の保育を必要としない場合が多いが、アカマツと広葉樹の上層林冠交替時期に除伐を要することがある。その除伐基準としては、正常なアカマツの形質生長を阻害する林木、すなわち形質の優れた中庸な生育をしているアカマツを被圧する枝樫の徒長した広葉樹やアカマツの暴領木を対象として除去するものである。

6) アカマツの間伐開始期および下木伐期

アカマツ林の間伐開始時期は地位および施業目的によって異なるが、植杉⁹⁴⁾は岩手地方のアカマツ林では20～25年頃とし、各地位を通じて寺崎⁸⁸⁾のB種間伐が適当であると述べ、麻生⁵⁾は中部地方のアカマツ林につき20～25年頃より漸次疎開し、地位別、齢階別に示した適正本数表を基準として間伐すべきことを報告している。中林型アカマツ林においても初回の間伐期はほぼ同じであって、前記のごときアカマツの上層林冠が著しく鬱閉競合し、その下枝が枯れ上って通直な形質生長に効果の認められるにいたった時期である。すなわち間伐開始期は、上木アカマツの形質生長養成期より肥大生長促進期に移行すべき時期であって、わが国の南西部地方では普通20年前後と見られる。しかるに同地方における薪炭林の伐期は一般に15～25年であり、森林法に基づく適正伐期齢級もIV～V齢級(16～25年)であるが、中林型アカマツ林の下木広葉樹にあっても、おおむねこの年齢において平均生長量の最大期があらわれ(第8章)、薪炭材として適当な大きさになるものが多い。従って中林型アカマツ林においては、アカマツ上木の間伐開始期を第1回目の下木伐期と一致せしめ、下木広葉樹の皆伐と同時にアカマツの間伐を行なうことが適当である。なおこの時期の判別は、上木生産に重点をおく中林と下木生産に重点をおく中林によって異なり、前者では上木アカマツの肥大生長促進に移行する時期、後者では下木の薪炭林としての最適伐期を基準とすべきである。すなわち具体的には、前者は過密状態のためアカマツ相互間の優勝劣敗が顕著となる時期を間伐開始期とし、後者は下木が薪炭林として最も有利な時期を伐期とする。従ってこの時期における間伐率は、それぞれの生産目的によって異なるが、一般にアカマツの間伐はかなり強度の疎開が必要と認められ、中林型アカマツ林の間伐直後における上木疎密度の基準としては、下木生産に重点をおく中林3～4、中庸な中林5～6であって、上木生産に重点をおく中林においても7～8以上では下木の生長が著しく減退する。

初回の間伐の理想としては徐々に疎開を強くしつつ良質木を保育すべきであるが、中林型アカマツ林においては上木の受光生長促進と同時に下木再生産を兼ねるため、下木広葉樹の育成を重視する場合には弱度の間伐を繰返すことが困難である。しかるに著者の試験によれば、この時期におけるアカマツは疎開による皮焼その他諸被害に対する抵抗性が比較的強く、後述のごとく良質の優勢木を残存するならば環境の激変による生長の一時的停滞も少なく、その回復も速いから、風害、雪害などの特に危険な場所を除けば強度に間伐しても差支えないものと認められる。

7) 壮齡期以後の施業

間伐開始以後のアカマツ中林、すなわち第1回目の下木皆伐を終ってからの林分を壮齡期または肥大生長促進期と名づける。この期間の施業は、主として下木再生産のための保育と上木アカマツに対する間伐である。

前項に述べたごとく広葉樹を皆伐すると同時にアカマツを間伐して上層林冠を疎にするならば、林内には再び下木広葉樹が主として萌芽により更新する。この場合林内にはアカマツ稚苗も発生することがあるが、第5章に述べたごとく、上木庇蔭下ではアカマツ更新樹はほとんど生長を期待できない。しかるに下木広葉樹のうち比較的耐蔭性の強い樹種は、第6章、第7章に明らかにしたごとく適度のアカマツ樹冠下によく生長を持続し、薪炭材としての生産が可能である、すなわち下木として更新した耐蔭性に富む広葉樹は、一般に薪炭林の施業⁶⁹⁾に準じて取扱うことができ、集約経営にあっては芽掻き、不良樹種の整理、蔓切、除伐などを行なうことによって、下木の第2回目の伐期にいたれば、下木第1伐期の場合とはほぼ同じ収穫を期待できるものである。下木広葉樹として適当な樹種は普通アカマツ林内に生育する萌芽性広葉樹であって、カン類、マデバシイ、ナナメノキ、その他の常緑樹、リョウブ、エゴノキ、ネジキ、シデ類、その他比較的耐蔭性の強い落葉樹があげられ、肥培樹種ではヤマモモのほかヤシャブシ、ヤマハンノキなども生育可能である。またクヌギ、コナラ、アベマキなどは、上木を主とする中林内では生長が劣るが、下木に重点をおく中林BⅠ、CⅠ林型の林内にはよく生育する。

次に壮齡期のアカマツに対しては肥大生長の促進が重要であるから、上層のアカマツ林には適度の間伐を繰返す必要がある。しかし下木をともなう壮齡期の中林型アカマツ林に随時間伐を繰返すことは、下木が存在するために作業が困難である。従って現実的な方法としては、下木皆伐期の上に強度の間伐を行なうか、または下木伐期の中間に下木の除伐および蔓切を行なう際、アカマツの間伐を行なうほかない。前者は間伐繰返し期間が長く20年内外となり、従って1回の間伐率も大きくなるが、下木損傷のおそれがなく実行も容易である。これに対し後者は約10年ごとに間伐を繰返し得るが、下木伐期の中間に間伐する場合は伐出作業がやや困難である。著者の間伐試験によれば、下木に重点をおく中林に対しては前者、上木保育に重点をおく中林には後者による間伐繰返しが適当と認められる。

アカマツ林の伐期齢は経営目的によって異なるもので、国有林長期生産計画書⁷⁰⁾によれば皆伐作業林のアカマツは40～70年、森林法によるわが国西南部地帯のアカマツ適正伐期齢級はⅦ～Ⅷ 齢級(31～40年)である。ゆえに下木広葉樹の伐期齢を20年内外とすれば、アカマツを比較的短伐期で利用する場合には、第2回目の下木伐期に上木下木とも皆伐して更新せしめることとなり、優良形質のアカマツ大径材生産を目的とするならば、下木の第3回目または第4回目の伐期に上木下木の更新伐を行なうこととなる。広島試験地方面

ではアカマツの伐期齢を50～70年程度として、下木の第3回目の伐期に上木下木とも皆伐する民有林が多く、福岡試験地の中林作業級では上木50年、下木25年として、広葉樹の第2回目の伐期に上木を皆伐する方法がとられている。しかしアカマツの短伐期皆伐を繰返すことは地力の保持上好ましいものではなく、かつアカマツは受光作業により長く肥大生長を持続する特性があるから、アカマツ林の中林皆伐作業においてはこの特徴を活用することにより、上木の伐期齢を高くして良大材の生産に指向することが望ましく、小径材の生産は間伐に依存すべきものとする。このことは中林型アカマツ林の収穫表（第8章）によっても認められるもので、主副林木をあわせた材積平均生長量の最大期が、広島地方では55～65年、福岡地方では50年である。すなわち従来のアカマツ純林施業にくらべて材積収穫の最大期が20年内外おくられていることは、中林型アカマツ林の施業の特性と見ることができ、壮齢期以後の肥大生長持続に起因するものといえよう。

以上中林型アカマツ林の施業について概括的に述べたが、次にこれを実証すべき現地試験成果について述べる。

II 下 種 地 拵 試 験

伐期に近い中林型アカマツ林においては普通多量の結実が見られ、著者の測定（第3章、第4章）によれば、稀に見る凶年を除けば、ほとんど年々ha当り100～200万粒の種子が林内に万遍なく落下するものと推定せられる。従って結実期以後冬期間に伐採搬出が行なわれ、しかも地表状態が更新に適當であれば、特に更新のための下種地拵を行なわなくても、直ちに天然更新を期待し得ることは、前節の調査結果によっても明らかである。しかし伐採跡地には末木枝条が散乱し、あるいはササ類、シダ類、灌木、その他の下層植生が残存することがあり、また粗腐植や落葉層によって種子の着床発芽できない場合も少なくないので、確実な更新と斉一な成林をはかるためには、これらを除去しなければならない。このような意味において、天然更新作業においても人為的な準備地拵または地表搔起しが必要である。

天然更新のための地拵方法としては、すでに述べたごとく火入れ、全刈法などのほか、粗腐植除去、搔起しなどがあり、また搔起しについても種々の方法程度が考えられるが、その実行方法は伐採跡地の状態によって選択すべきものである。一般に下層植生の多いアカマツ林の伐採跡地や末木枝条の放置散乱した個所においては、新植の場合と同様にこれらを取除くための準備地拵を行なう必要があるが、農用林的な小面積の伐採跡地、特に中林的取扱いの場合には、その性質上末木枝条や下層植生にいたるまで燃料、柴草として利用せられることが多いので、天然更新作業が実行し易く地表処理も比較的簡単である。著者が広島地方で試みた64個所のアカマツ林伐採跡地における天然下種地拵の作業工程は、残材利用程度、植生、立地条件などによって著しい差異があったが、ha当りの準備地拵工程は、

ササ生地、灌木叢生地	2.6～25.2人
下層植生の少ない中林伐採跡地	0.3～13.4人

準備地拵後の搔起し作業工程は、

ササ生地、シダ生地、灌木叢生地	{ 全面搔起し	13.5～31.7人
	{ 筋状搔起し	5.7～14.8人
下層植生の少ない中林伐採跡地	{ 全面搔起し	11.5～19.6人
	{ 筋状搔起し	5.1～8.5人

であって、下層植生の多い林地では相当多くの労力を要し、また全面掻起しは、交互に1m幅を掻起す筋状掻起し方法に比し2倍以上の労力を要した。一般に中林型アカマツ林の伐採跡地は下木広葉樹のために地床植生の繁茂が少なく⁹⁵⁾、上記の調査においても、中林伐採跡地は比較的作業工期があがり、ことに筋状地拵にあつては、準備地拵および掻起しをあわせて5.4～19.8人、平均10人の工期であつた。このように地拵工期は林地の条件および地拵法によって異なるから、施業上の問題としては経済効果を分析して実行の可能性を検討されねばならないが、さらに重要なことは、地拵法と更新成績との関係を明らかにすることである。ゆゑに本節においては、最も確実かつ効果的な地表処理法をアカマツ稚苗の発生消長の観点より比較検討した結果について述べることにする。

上記64個所における掻起し地拵の結果によると、平均1m²当りの稚苗発生数4本以上のところは全面掻起し80%、筋状掻起し89%に達し、アカマツの天然更新上有効であることを実証し得たが、特に後者は効果が顕著で更新状態に興味のある特徴が認められた。そこで地表掻起し方法と更新との関係を明らかにするため、中林型アカマツ林を対照とした試験地を設け、アカマツ稚苗の生え方および本数の変化を比較測定した。すなわち林地の傾斜、伐採季節、地拵時期などの異なる伐採跡地の掻起し地拵につき、その差異がアカマツの更新におよぼす影響を調べると共に、最も合理的な更新補整作業と認められる筋状地拵地の稚樹の生え方を数量的に把握することとした。

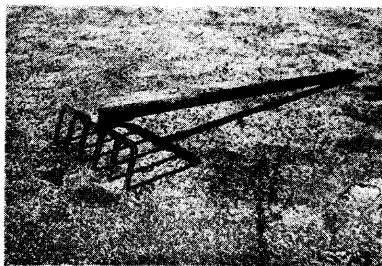
i 冬季伐採当年の下種地拵

1) 測 定

この試験は第5章に述べた広島試験地において1950～1953年に行なつたもので、初年次の秋季に中林型アカマツ林の伐採予定林分4個所を選んで試験地とした。各試験地はそれぞれ東斜面17°、西斜面21°、南斜面20°、北斜面20°の山腹にあり、いずれも第8章に示す中林収獲表のⅡ等地に該当する林齢58～63年のアカマツ林内に、20～21年生の下木が生育するCⅡ林型の林分で、標準木の毬果着生数より推定したha当りの結実量は166～178万粒である。

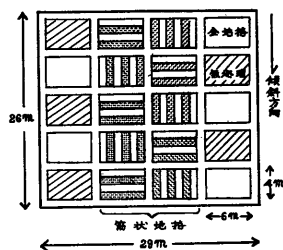
これら4林分は12月より2月の間に上木下木とも皆伐搬出され、3月上旬に下層植生および末木枝条を整理し、いずれも第120図に見られるごとく区劃した面積754m²の地拵試験地とした。すなわち4試験地とも4×6m²の20プロットよりなり、そのうち無処理区(対照区)5、全地拵区5、筋状地拵区10であつて、筋状地拵区は傾斜方向と水平方向に地拵筋を設けた各

第121図 掻起し鉞



5プロットを交互に配置した。地拵器具は写真第121図に見るとき鉞を用い、地表の落葉層を除去して鈹質土壤に達する程度に掻起しを行なつた。

第120図 広島下種地拵試験地



全地拵区では地被物をすべてプロット外に除き、筋状地拵区は前図のごとく幅1mに区劃され、交

互に掻起し筋と掻寄せ筋に分けて掻起した地被物は両側の掻寄せ筋に集められている。

これらの各試験地は稚苗発生後2年目および3年目に次のごとく下刈を行なった。すなわち無処理区、全地拵区はアカマツ更新樹を損傷せしめないように全刈し、筋状地拵区は次節に述べる方法を用い、掻寄せ筋のみの全植物を筋状に刈払った。

このようにして設定した傾斜方向別の4試験地につき、各プロットを1×1 mに細分して一つおきに1m²内のアカマツ更新樹を測定することとし、同年7月、1年後、3年後に調べた本数をとりまとめたのが第119表である。

第119表 下種地拵試験地別のアカマツ更新樹本数

地拵 種別	プロッ ト番号	面積 m ²	N			E			S			W		
			7月	1年	3年	7月	1年	3年	7月	1年	3年	7月	1年	3年
無 処 理 区	1	12	47	31	18	105	53	29	139	49	31	176	64	33
	2	12	76	54	32	81	41	22	179	58	27	153	56	29
	3	12	59	36	23	62	34	18	197	66	34	108	41	16
	4	12	54	39	20	70	33	21	251	79	39	114	49	21
	5	12	32	22	14	78	43	23	96	38	16	194	72	40
	計	60	268	182	107	396	204	113	862	290	147	745	282	139
全 地 拵 区	1	12	229	127	76	568	234	128	630	159	84	513	207	114
	2	12	314	192	117	403	198	98	797	231	117	711	252	121
	3	12	247	152	92	243	139	83	1006	356	169	635	225	107
	4	12	206	136	84	372	162	84	812	218	98	878	314	134
	5	12	131	84	58	428	189	102	881	243	111	471	176	87
	計	60	1127	691	427	2014	922	495	4126	1207	579	3208	1174	563
筋 状 地 拵 区	傾斜 方向	30	684	457	341	933	481	351	2453	749	432	1960	754	458
	水平 方向	30	631	423	326	993	501	357	2321	669	428	1802	792	483
	計	60	1315	880	667	1926	982	708	4774	1418	860	3762	1546	941

(註) N, E, S, W, は各傾斜方位別の試験地を示す。

2) 分 析

地拵方法別、傾斜方位別に測定された第119表の資料を用い、稚苗発生当年7月、1年後、3年後のアカマツ更新樹本数について分散分析を行ない、差の検定を試みた。各測定時における更新樹数の変動は地拵方法の差異および傾斜方位の差異の2要因に支配されるものと考え、2元配置法によって分析を行なう。いまN, E, S, Wの4傾斜方位を d 、無処理、全地拵、筋状地拵の3方法を m とし、更新樹本数を x_{dm} とすれば、全変動 S_{dm} は、

$$S_{dm} = \sum_{d=1}^4 \sum_{m=1}^3 (x_{dm}^2) - \frac{[\sum_{d=1}^4 (\sum_{m=1}^3 x_{dm})]^2}{4 \times 3} \dots\dots\dots (1)$$

によって求められ、その自由度 $d.f=11$ である。次に傾斜方位による差の変動は

$$S_a = \frac{S^4[S(x_{am})]^2}{3} - \frac{[SS(x_{am})]^2}{4 \times 3} \dots\dots\dots (2)$$

地拵方法の差による変動は

$$S_m = \frac{S^4[S(x_{am})]^2}{4} - \frac{[SS(x_{am})]^2}{4 \times 3} \dots\dots\dots (3)$$

で求められ、(2)の自由度 $f=3$ 、(3)の自由度 $f=2$ である。従って誤差変動を S_{axm} とすれば、

$$S_{axm} = S_{am} - S_a - S_m$$

によって求められ、その自由度 $d.f=6$ である。各測定時の更新樹本数の分散分析を以上の方法によって行なうときは、それぞれの分散比は第120表のとおりである。

第120表 各測定時における分散分析総括

変 動 因	分 散 比		
	当 年 7 月	1 年 後	3 年 後
傾 斜 方 位	6.921 [*] > $F_{0.05}$	0.199 < $F_{0.05}$	4.459 < $F_{0.05}$
地 拵 方 法	13.509 ^{**} > $F_{0.01}$	11.486 ^{**} > $F_{0.01}$	133.720 ^{**} > $F_{0.01}$

この表に見られるように稚苗発生年の7月における更新樹数は、傾斜方位、地拵方法のいずれにも有意差が認められるが、1年後および3年後の本数は地拵方法間のみに著しい有意差が見られ、傾斜方位による差異は認められない。

次に有意差の認められた各測定時における地拵方法につき、いずれの方法間に差があるかを検定するため、地拵方法別本数の和 $S^4(x_{am})$ の差が次の式で得られる数値より大きいときは、その組合せの差は有意であるとする。

$$D \cong \sqrt{2 \cdot r \cdot \epsilon^2 \cdot F_{n_1}^{n_2}} \dots\dots\dots (4)$$

r は資料数、 ϵ^2 は誤差の不偏分散で、この場合の $F_{n_1}^{n_2}$ の値は $F_{6(0.05)}^{11} = 5.14$ であるから、各測定時について(4)式を計算すれば

$$D_{7月} \cong \sqrt{2 \times 4 \times 491539.22 \times 5.14} \cong 4495$$

$$D_{1年} \cong \sqrt{2 \times 4 \times 75889.78 \times 5.14} \cong 1766$$

$$D_{3年} \cong \sqrt{2 \times 4 \times 3363.00 \times 5.14} \cong 371$$

となる。これを用いて各測定時における更新樹数の差の検定を行なった結果、発生当年7月と1年後については、全地拵と筋状地拵の間には有意差が認められないが、全地拵、筋状地拵はいずれも無処理との間に差異が認められる。また3年後の更新樹数については、各地拵方法相互間に有意差が認められる。

同様に傾斜方位間に有意差の認められた当年7月の更新樹数につき、次式を用いて検定した結果は第121表のとおりである。

$$D_{7月} \cong \sqrt{2 \times 3 \times 491539.22 \times 4.76} \cong 3746$$

第121表 当年7月の傾斜方位別の差の検定

傾斜方位	E	W	S
W	無		
S	有	無	
N	無	有	有

すなわち発生当年の7月における傾斜方位別（試験地別）の更新樹数は、SおよびWとN、SとEの間に有意差が認められるが、その他の方位相互間には差異がなく、しかも1年後、3年後にいたれば各傾斜方位間とも有意差が見られない。

3) 考 察

前記の測定資料および分析の結果から見ると、各試験地を通じて地拵方法の差異が更新樹数の多少に影響するところが大きい。すなわち稚苗発生数1年間の本数は全地拵区と筋状地拵区には差異が認められないが、これらの地拵区と無処理区の間には著しい本数差が見られ、3年後には全地拵区と筋状地拵区との間にも有意差があらわれるにいたり、筋状地拵区の更新樹数が最も多く、全地拵区、無処理区の順に少なくなっている。また傾斜方位の異なる試験区別に見ると、稚苗発生当年の7月には、南面および西面の更新樹が東面および北面の試験地より多いが、1年後、3年後においては、各試験地とも統計的に差異が認められない。これらの変化は更新樹の消失率に原因するものと考えられるので、地拵方法別、試験地別に更新樹の消失率を見ると、第122表のとおりである。

第122表 各試験地のアカマツ更新樹消失率

期 間	地拵方法別消失率 (%)			傾斜方位別消失率 (%)			
	無処理	全地拵	筋状地拵	N	E	S	W
当年7月より1年後	57.8	61.9	59.0	35.3	51.4	70.1	61.1
1年後より3年後	47.2	48.3	34.2	31.5	37.6	45.6	45.3
当年7月より3年後	77.7	80.3	73.0	55.7	69.6	83.8	78.7

この表に見られるごとく、試験地別の消失率は南面が最大で西面、東面、北面の順に減少し、地拵方法別に見ると3年間の消失率は全地拵区が最も大きく、筋状地拵区が少ない。このような消失率の差異により、当初更新樹数の多かった南面、西面の本数が多く減少して、1年後、3年後には各試験区間の有意差が認められないこととなり、また地拵方法別には相互間に有意差を生じたものと考えられる。更新樹消失率の異なる原因については落下種子、土地条件、気象因子、植生繁茂の相違、その他複雑な要素の総合されたものと考えられるが、地拵を行なった年の稚苗発生数が相当多く、特に南面および西面の試験地はきわめて多数の更新樹が密生したことも1原因と認められる。いま前記の毬果数より推定した結実種子が、林地に均整に撒布されたものと仮定して、試験地ごとに単位面積当りの下種数を計算し、当年7月における稚苗発生数との関係より、試験地別、地拵方法別の落下種子に対する稚苗発生率を見ると第123表のとおりである。

落下種子数が毬果数によって推定されたものであり、かつ下種が各プロットに均一に行なわれるとは限らないから、この数値をそのまま天然更新の稚苗発生率とすることは妥当でないが、これによって概括的傾向は見られる。すなわち無処理区に対比して掻起しによる地拵個所の稚苗発生率はきわめて大きく、特に筋状地拵区は良好であるといえよう。

第123表 推定落下種子数に対する稚苗発生率

試験地別 地拵方法別	N	E	S	W	平均
無処理区	2.7 %	3.9 %	8.1 %	7.0 %	5.5 %
全地拵区	11.3	19.8	38.7	30.3	25.3
筋状地拵区	13.2	19.0	44.7	35.5	28.5

また各試験地における全プロットを 1 m^2 の区割に細分し、地拵方法別の細分区割数に対する稚苗の発生しなかった細分区割数の比率を見ると第124表のとおりである。

第124表 地拵方法による稚苗分布の偏倚

種 別	1 m^2 の細 分区割数	試験区別の細分区割中稚苗の 発生しない区割数の比率 (%)				
		N	E	S	W	計
無処理区	240	36.7	28.3	43.3	30.0	34.6
全地拵区	240	11.7	8.3	6.7	8.3	8.8
筋状地拵区	240	0	1.7	0	0	0.4

(註) 地拵当年7月の稚苗の有無による。

この表に見られるごとく、筋状地拵区においてはほとんどすべての 1 m^2 区割内に稚苗が発生し更新が斉に行なわれるが、全地拵区では 1 m^2 の細分区割中1割近い部分には稚苗が発生せず、無処理区においては 1 m^2 区割数の $1/3$ 以上に稚苗が生えていない。従って無処理区では単に稚苗発生数が少ないのみでなく、発生した稚苗の分布も著しく偏倚しているが、さきに述べたごとく掻起し地拵を行なうときは、稚苗発生数を増すと共に林地各部分に稚苗が生え、特に筋状地拵区においてはその分布が均一であるといえよう。

以上の試験結果から見ると、伐期における中林型アカマツ林を結実期以後の冬期間に伐出し、3月上旬に掻起し地拵を行なうことはアカマツ更新上きわめて有効であり、特に筋状地拵法は稚苗発生率が大きく多数の稚苗が林地各部分に分散し、かつ3年後までの消失率も少ないから、斉一な更新を期待するための効果的方法と認められる。

ii 筋状地拵における掻起し筋内の更新樹の分布

前項によって筋状地拵法がアカマツの更新上効果的であることを明らかにしたが、第5章に述べた多数の筋状地拵によるアカマツ更新樹の生育状態から見ると、掻起した筋内における稚苗の発生生育は、筋の両側近くに多く発生する特徴が観察せられたので、前項の各試験地において掻起し筋を林地の傾斜方向、水平方向に分け、それらの筋内における更新樹の分布について検討した。

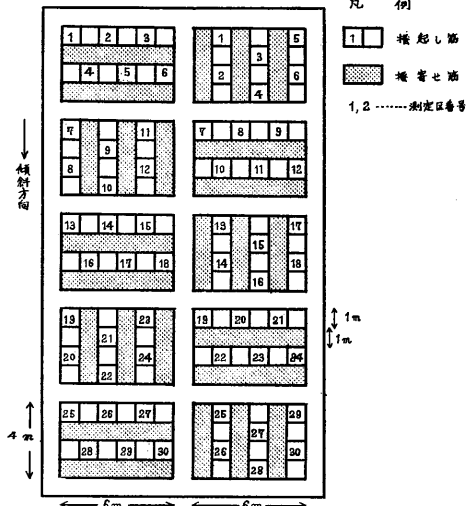
1) 測 定

前項の4試験地における筋状地拵区の掻起し筋を傾斜方向と水平方向のプロットに分け、第122図に見られるごとく 1 m^2 に細分区割し、一つおきの細分区割を更新樹測定の対象としたことはすでに述べたところである。

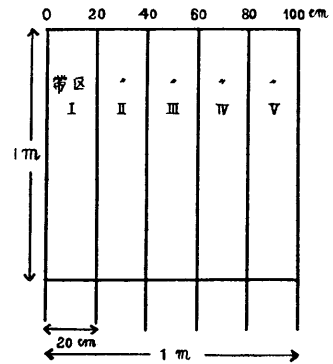
これらの細分された 1 m^2 の測定区を、いずれも掻起し筋に平行に針金を張ることによ

って、第123図に見られるごとく20cm巾の帯区に分割し、掻寄せ筋との境に接する帯区より順次Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ帯区と名づけ各測定区ともにこの帯区ごとの更新樹数を調べた。

第122図 広島筋状地帯区

第123図 筋状地帯測定区(1m²)

を分割した帯区



すなわちⅠ,Ⅴ帯区は掻寄せ筋の両側にあつて掻寄せ筋と接する部分であり、Ⅲ帯区は掻寄せ筋の中央部分であるが、各試験地における当年7月,1年,3年の更新樹数を帯区ごとに集計して示せば第125表のとおりである。

第125表 各試験地における掻寄せ筋の帯区別更新樹総数

筋の 方向	帯区 記号	当 年 7 月				1 年 後				3 年 後			
		N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W
傾 斜 方 向	Ⅰ	156	206	559	393	121	145	259	228	104	118	170	161
	Ⅱ	122	181	453	371	79	81	102	101	49	55	45	48
	Ⅲ	118	171	422	360	47	60	66	75	23	29	22	32
	Ⅳ	128	175	468	415	82	61	97	133	53	42	42	65
	Ⅴ	160	200	551	421	128	134	225	217	112	107	153	152
	計	684	933	2453	1960	457	481	749	754	341	351	432	458
水 平 方 向	Ⅰ	116	182	426	342	97	127	176	196	89	112	122	143
	Ⅱ	108	192	410	346	57	75	73	126	34	39	32	63
	Ⅲ	106	189	421	345	48	62	66	103	23	29	25	37
	Ⅳ	118	195	483	362	72	79	102	125	51	50	58	66
	Ⅴ	183	235	581	407	149	158	252	242	129	127	191	174
	計	631	993	2321	1802	423	501	669	792	326	357	428	483

(註) 数字はすべて帯区別に集計された30m²の更新樹本数

2) 分 析

傾斜方位の異なる4試験地につき、地拵筋の方向別に掻起し筋を帯区に5分して測定した前記更新樹の分散状態を明らかにするため、まず傾斜方位別に掻起し筋内の帯区の本数差を見ることとし、繰返しのある2元配置法により分析を行なう。

(1) 分 散 分 析

いま各プロットにおける帯区別の更新樹数を $x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV}, x_V$ とすれば、方位別のプロット個数は30であるから、E方位の帯区別更新樹数合計 t_E は

$$t_{E,I} = \overset{30}{S}x_I \quad t_{E,II} = \overset{30}{S}x_{II} \quad t_{E,III} = \overset{30}{S}x_{III} \quad t_{E,IV} = \overset{30}{S}x_{IV} \quad t_{E,V} = \overset{30}{S}x_V$$

であらわされ、W, S, N 方位についても同様である。ゆえに傾斜方位別本数合計 T_E, T_W, T_S, T_N は次のとおりである。

$$\begin{aligned} T_E &= \overset{5}{S}t_E = t_{E,I} + t_{E,II} + t_{E,III} + t_{E,IV} + t_{E,V} = \overset{30}{S}x_I + \overset{30}{S}x_{II} + \overset{30}{S}x_{III} + \overset{30}{S}x_{IV} + \overset{30}{S}x_V \\ T_W &= \overset{5}{S}t_W = t_{W,I} + t_{W,II} + t_{W,III} + t_{W,IV} + t_{W,V} = \overset{30}{S}x_I + \overset{30}{S}x_{II} + \overset{30}{S}x_{III} + \overset{30}{S}x_{IV} + \overset{30}{S}x_V \\ T_S &= \overset{5}{S}t_S = t_{S,I} + t_{S,II} + t_{S,III} + t_{S,IV} + t_{S,V} = \overset{30}{S}x_I + \overset{30}{S}x_{II} + \overset{30}{S}x_{III} + \overset{30}{S}x_{IV} + \overset{30}{S}x_V \\ T_N &= \overset{5}{S}t_N = t_{N,I} + t_{N,II} + t_{N,III} + t_{N,IV} + t_{N,V} = \overset{30}{S}x_I + \overset{30}{S}x_{II} + \overset{30}{S}x_{III} + \overset{30}{S}x_{IV} + \overset{30}{S}x_V \end{aligned}$$

また帯区別の更新樹数合計を $T_I, T_{II}, T_{III}, T_{IV}, T_V$ とすれば

$$\begin{aligned} T_I &= \overset{4}{S}t_I = t_{E,I} + t_{W,I} + t_{S,I} + t_{N,I} = \overset{30}{S}x_I + \overset{30}{S}x_I + \overset{30}{S}x_I + \overset{30}{S}x_I \\ T_{II} &= \overset{4}{S}t_{II} = t_{E,II} + t_{W,II} + t_{S,II} + t_{N,II} = \overset{30}{S}x_{II} + \overset{30}{S}x_{II} + \overset{30}{S}x_{II} + \overset{30}{S}x_{II} \\ &\vdots \\ T_V &= \overset{4}{S}t_V = t_{E,V} + t_{W,V} + t_{S,V} + t_{N,V} = \overset{30}{S}x_V + \overset{30}{S}x_V + \overset{30}{S}x_V + \overset{30}{S}x_V \end{aligned}$$

であるから全試験地の更新樹数合計 T は

$$\begin{aligned} T &= T_E + T_W + T_S + T_N \\ &= T_I + T_{II} + T_{III} + T_{IV} + T_V \\ &= t_{E,I} + t_{E,II} + \cdots + t_{N,IV} + t_{N,V} \end{aligned}$$

によって計算される。

従って繰返しのある場合の全変動を S_{apr} とすれば

$$S_{apr} = \overset{4}{SSS}(\overset{5}{x^2}_I + \overset{5}{x^2}_{II} + \overset{5}{x^2}_{III} + \overset{5}{x^2}_{IV} + \overset{5}{x^2}_V) - \frac{T^2}{4 \times 5 \times 30}$$

傾斜方位 (d) と帯区 (p) による変動は、

$$S_{ap} = \frac{t^2_{E,I} + t^2_{E,II} + \cdots + t^2_{N,IV} + t^2_{N,V}}{30} - \frac{T^2}{4 \times 5 \times 30}$$

傾斜方位のみによる変動は、

$$S_d = \frac{(\overset{5}{S}t_E)^2 + (\overset{5}{S}t_W)^2 + (\overset{5}{S}t_S)^2 + (\overset{5}{S}t_N)^2}{5 \times 30} - \frac{T^2}{4 \times 5 \times 30}$$

帯区のみによる変動は

$$S_p = \frac{(\overset{4}{S}t_I)^2 + (\overset{4}{S}t_{II})^2 + (\overset{4}{S}t_{III})^2 + (\overset{4}{S}t_{IV})^2 + (\overset{4}{S}t_V)^2}{4 \times 30} - \frac{T^2}{4 \times 5 \times 30}$$

傾斜方位と帯区の交互作用による変動は、

$$S_{a \times p} = S_{ap} - S_a - S_p$$

誤差変動は、

$$S_e = S_{ap} - S_{ap}$$

により求められる。これらの変動を用いて分散を算出し、誤差変動の分散との比すなわち分散比を求め、それに対応する自由度のF値と比較して有意差の検定を行なった結果は第126表のとおりである。

第 126 表 筋状地帯地の各測定時における更新樹数の分散分析総括

変動因	分 散 比					
	傾 斜 方 向 の 筋			水 平 方 向 の 筋		
	当 年 7 月	1 年 後	3 年 後	当 年 7 月	1 年 後	3 年 後
方位(<i>d</i>)	108.263 ^{**} > $F_{0.01}$	23.119 ^{**} > $F_{0.01}$	6.442 ^{**} > $F_{0.01}$	86.909 ^{**} > $F_{0.01}$	20.670 ^{**} > $F_{0.01}$	7.404 ^{**} > $F_{0.01}$
帯区(<i>p</i>)	2.525 ^{**} > $F_{0.05}$	55.014 ^{**} > $F_{0.01}$	10.117 ^{**} > $F_{0.01}$	4.138 ^{**} > $F_{0.01}$	44.394 ^{**} > $F_{0.01}$	86.350 ^{**} > $F_{0.01}$
<i>d</i> × <i>p</i>	0.463 < $F_{0.05}$	3.155 ^{**} > $F_{0.01}$	2.699 ^{**} > $F_{0.01}$	0.415 < $F_{0.05}$	1.404 < $F_{0.05}$	1.557 < $F_{0.05}$

この表に見られるごとく各測定時における更新樹数は、傾斜方位すなわち試験地別にも撈起し筋内の帯区別にも有意差が認められる。しかし交互作用の有意差は撈起し筋が傾斜方向の場合の1年後、3年後のみに認められ、その他の場合には差異がない。ゆえに著しい有意差の認められる傾斜方位および帯区につき、いずれの間に差異があるかを各測定時につき次の方法によつて調べた。

(2) 傾斜方位別本数の差の検定

前項に述べたのと同様、傾斜方位別本数の和の差 D_a が次式の条件を充たすときは、その組合わせ間には5%の有意水準で本数の差があるものと判断する。

$$D_a \geq \sqrt{2 \times r \times \epsilon^2 \times F_{n_2}^{1, n_2(0.05)}} = \sqrt{2 \times 150 \times \epsilon^2 \times 3.855}$$

撈起し筋の方向別、測定時別に誤差の不偏分散を上式に代入して計算した結果は次のとおりである。

撈 起 し 筋 の 方 向	D_a の 最 小 本 数 算 出 値		
	当 年 7 月	1 年 後	3 年 後
傾 斜 方 向	224 本	94 本	63 本
水 平 方 向	228	101	72

この数値を用いて林地の傾斜方位間の各組合わせにつき差の検定を行なえば次のとおりである。

● 第 127 表 林地の傾斜方位別本数の差の検定

測定時	方位	傾斜方向の筋			水平方向の筋		
		E	W	S	E	W	S
当年7月	W	有			有		
	S	有	有		有	有	
	N	有	有	有	有	有	有
1年後	W	有			有		
	S	有	無		有	有	
	N	無	有	有	無	有	有
3年後	W	有			有		
	S	有	無		無	無	
	N	無	有	有	無	有	有

すなわち稚苗発生当年の7月における本数は、傾斜方向、水平方向いずれの地拵筋についても林地の傾斜方位による差異が認められ、南面が最も多く、西、東、北の順に本数が少なくなっている。しかしこの本数差は年月の経過にともなって少なくなり、1年以後の更新樹数は東と北、南と西または東の間には有意差の認められない場合を生ずるにいたっている。

(3) 帯区別本数の差の検定

前記と同様、帯区別本数の和の差 D_p が次式の条件を充たすときは、その組合わせ間には5%の有意水準で本数の差があるものとする。

$$D_p \geq \sqrt{2 \times 120 \times \epsilon^2 \times 3.855}$$

各誤差の不偏分散を上式に代入して、帯区別本数の有意差を認める最小本数を算出すれば次のとおりである。

掘起し筋の方向	D_p の 最 小 本 数 算 出 値		
	当 年 7 月	1 年 後	3 年 後
傾 斜 方 向	200 本	84 本	57 本
水 平 方 向	204	91	65

この数値を用いて各帯区の組合わせ間につき差の検定を行なった結果が第128表である。

この表によって明らかなごとく、掘起しを行なった筋内におけるアカマツ更新樹の生え方は、筋の中央部と両縁に近い部分との間に有意差が見られ、中部の部分に本数が少ない。すなわち傾斜に沿って設けた掘起し筋について見ると、すでに発生当年の7月において中央部の帯区Ⅲと、筋の縁に近い帯区Ⅰ、Ⅴとの間には有意差があるが、相隣接する帯区間には有意差が認められない。しかるに1年以上経過した後の本数は、両縁に近い帯区ⅠとⅤ、ⅡとⅣのみに差異が認められず、その他の帯区間には有意差があつて、両縁より中央

第 128 表 地拵筋内の帯別更新樹本数の差の検定

測定時	帯 区	傾 斜 方 向 の 筋				水 平 方 向 の 筋			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
当年 7 月	II	無				無			
	III	有	無			無	無		
	IV	無	無	無		無	無	無	
	V	無	有	無	無	有	有	有	有
1 年後	II	有				有			
	III	有	有			有	無		
	IV	有	無	有		有	無	有	
	V	無	有	有	有	有	有	有	有
3 年後	II	有				有			
	III	有	有			有	無		
	IV	有	無	有		有	無	有	
	V	無	有	有	有	有	有	有	有

部に近づくに従い更新樹が少ないことを示している。また等高線に沿って設けた掻起し筋についてもほぼ同様であるが、筋の下縁に近接する帯区 V が特に更新樹が多く、その他の帯区との間に著しい差異が認められる点に特徴がある。

(4) 地拵筋の方向別本数の差の検定

傾斜方向に設けた地拵筋の本数の変動を Sx_1 、水平方向の本数の変動を Sx_2 とすれば、共通の不偏分散 ω^2 は次式によって求められる。

$$\omega^2 = \frac{Sx_1 + Sx_2}{N_1 + N_2 - 2} \quad N_1, N_2 \text{ は } 1\text{m}^2 \text{ のプロット数}$$

また傾斜方向筋の平均本数を $\bar{x}_1$ 、水平方向筋の平均本数を $\bar{x}_2$ とすれば、

$$F_0 = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}{\omega^2 \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$$

により F_0 が求められるから、これを対応する自由度の F 値と比較して差の有意性を検定した。有意差検定の結果は第 129 表のとおりであって、林地の各傾斜方位について各測定時とも地拵筋の方向による差異は認められない。

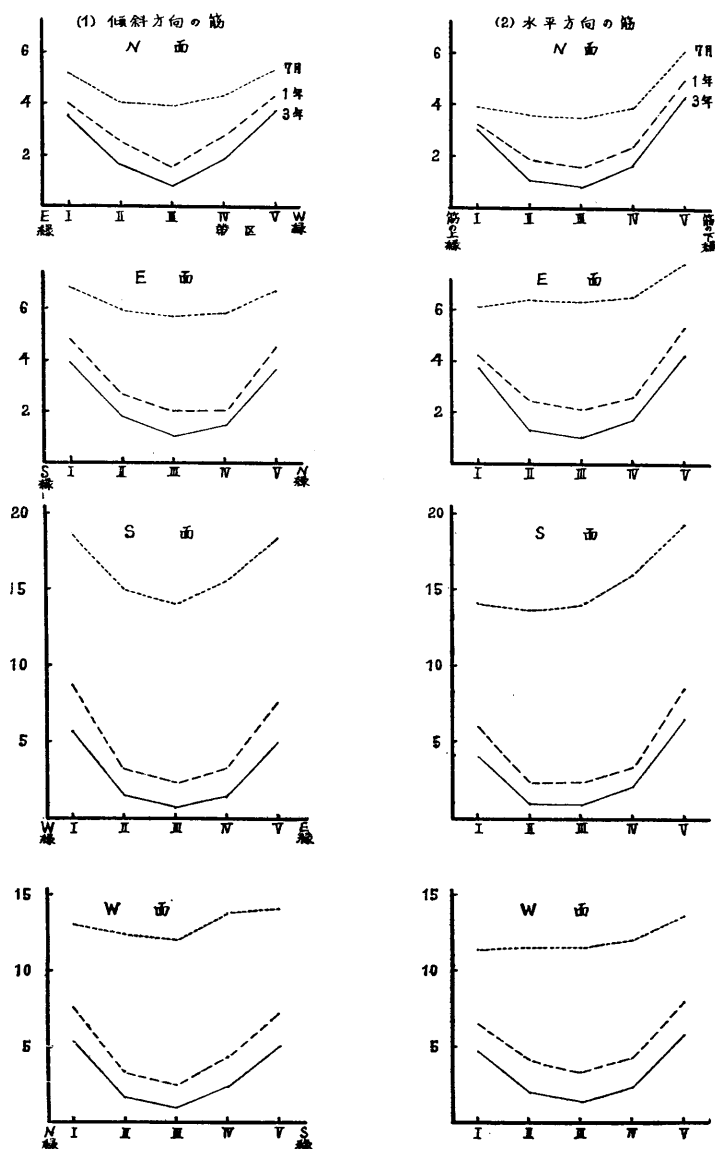
第 129 表 地拵筋の方向による本数の差の検定

測定時 \ 方位	E	W	S	N	総
当年 7 月	$0.689 < F_{0.05}$	$0.635 < F_{0.05}$	$0.094 < F_{0.05}$	$0.561 < F_{0.05}$	$0.650 < F_{0.05}$
1 年 後	$0.363 < F_{0.05}$	$1.210 < F_{0.05}$	$0.100 < F_{0.05}$	$0.219 < F_{0.05}$	$0.063 < F_{0.05}$
3 年 後	$0.110 < F_{0.05}$	$0.003 < F_{0.05}$	$0.022 < F_{0.05}$	$0.219 < F_{0.05}$	$0.015 < F_{0.05}$

3) 考 察

測定資料およびその分析結果から見るに、林地の傾斜方位別すなわち試験地による更新樹数の差はあるが、筋状に掻起し地拵を行なった場合にはいずれも多数のアカツが更新し、しかも筋内における更新樹の分布状態にきわめて顕著な特徴が認められる。この関係を明らかにするため、各試験地につき傾斜方向の地拵筋と水平方向の地拵筋に分けて、帯区別の平均 1m^2 当り更新樹本数を示せば第 124 図のとおりである。

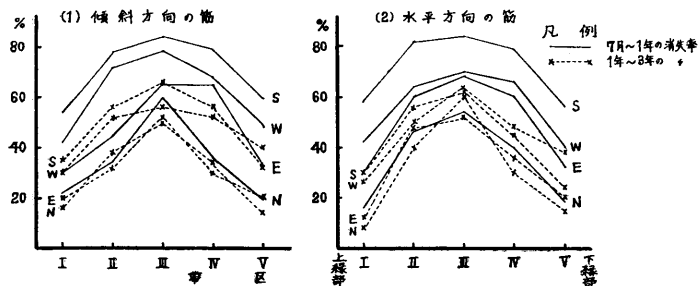
第 124 図 地拵筋内の帯区別平均更新樹数 (1m^2 当り)



この図に見られるごとく、各傾斜方位の試験地とも掻起し筋の中央部には更新樹本数が少なく、筋の両側すなわち掻寄せ筋に近い部分に多い。しかもこの傾向は発生後の年数経過につれて顕著となり、3年後における中央部の残存更新樹数はきわめて僅少となっている。また水平方向に設けた地拵筋内においては同図(2)に見られるように、いずれの試験地でも筋の下縁（斜面の下側）に近い部分に更新樹が偏在しているが、この傾向は南面傾斜の試験地において特に顕著である。

次に地拵筋内における更新樹の消失状態を明らかにするため、発生当年の7月と1年後の消失率および1年後と3年後の期間における消失率を帯区別に示せば第125図のとおりである。

第125図 地拵筋内の帯区別更新樹消失率



この図に見られるごとく更新樹の消失率は南面傾斜地が最も大きく、西、東、北の順に減少し、かつ各方位ともに地拵筋内の中央部が最も消失率大きく、筋の縁に近い帯区の消失率が小さい。

以上のごとき地拵筋内の更新樹分布状態および消失率についてその原因を推察すると、掻起しによる着床種子の偏在、陽光照射および土地状態などが考えられる。

筋状地拵においては、前記のごとき掻起し用の鉄製鋏を用いて、掻起し筋の地被物を掻寄せ筋に寄せ集めるが、この場合傾斜方向に筋を設けるときには、傾斜に沿って下りつつ地被物を交互に両側に寄せ集め、水平方向に筋を設けるときには、等高線方向に進みつつ地被物を下部の掻寄せ筋に寄せ集める。従って種子が林地に均等に落下しているとしても、地被物を掻集める際に一部の種子は掻起し筋の縁の方に移動する可能性がある。このため第124図に見られるごとく、傾斜方向の筋においては両側縁部に多くの稚苗が発生し、水平方向の筋においては下側縁部に発生が多くなるものではないかと推測せられる。

次に考えられることは、陽光照射と関連した掻起し筋の土地状態、特に地温および土壌水分による発芽の良否である。掻起された筋を観察すると、鋏の歯型に掻起された鋏質土壌中に種子が着床しているが、掻寄せ筋に近接する縁部は、寄せ集められた落葉その他の地被物に隣接して発芽に好適な環境を形成するものと推測される。掻起し筋の縁に近く多数の更新樹が発生し、中央部に少ない理由は、前記の種子偏在よりもむしろこの点の影響が大きいのではあるまいか。

また地拵筋に発生した更新樹の上記のごとき分布状態は、第124図によって明らかのごとく年月の経過にともなってますます顕著となり、筋内の両縁部に生育するものは単に本数が多いのみでなく、生長も旺盛となる傾向が認められる。すなわち第122図に見られる

ごとく、一般に両縁部の消失率が最も小さく、中央部ほど消失が多い。アカマツ更新樹は、種子が発芽するとまず初生主根をもって土壤中に直根を侵入せしめ、しかる後側根を発達せしめて生長するものである。しかるに地拵筋の両縁部は、地被物の掻寄せられた筋に接するため、その堆積、腐朽により水分および養分の吸収が中央部よりも有利な環境にあるものといえよう。さらにこの試験においては、2年目、3年目に、次節に述べるごとき掻寄せ筋を筋状に刈払う下刈法を用いたから、両縁部に生育する更新樹は十分の陽光を享受して旺盛な生長をしたことも見逃し得ない。これらの理由により筋状地拵地における更新樹は、掻起し筋の中央部よりも両縁部に偏在し、その消失率も中央部が大きいものと考察される。

掻起し筋内における以上のごとき更新樹分布の特徴は、他の試験地についても同様の傾向が認められるので、筋状地拵法の一般的特徴といえることができる。従ってこの方法を用いて天然更新を促進するならば、更新樹が列状に成立するため、爾後の保育作業に対してきわめて効率的である。

iii 伐採または地拵期の不適当な場合

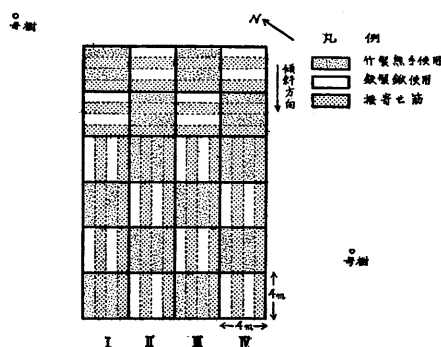
伐期のアカマツ林を結実期以後冬期間に伐採して、3月上旬に筋状地拵を行なうならば、ほとんど確実に天然更新することは前記 i, ii に述べたとおりであり、その他第5章にあげた広島試験地のA林型39個所の更新状態や福岡中林作業法第1試験地の皆伐区の更新結果によっても明らかであるが、伐採季節または地拵期が不適当な場合には、地拵効果が著しく低減する。しかし現実の問題としては、事業実行の関係上、伐採搬出期間が長期にまたがり、更新に影響することもあるので、このような場合の地拵試験の結果について述べる。

1) 伐採1年後の下種地拵

(1) 測定

福岡試験地の中林作業級内にある甘木経営区44林班の南西面傾斜 30° の山腹に試験地を設定した。1954年9月より翌年4月にわたって伐採搬出された中林型アカマツ林の皆伐跡地で、伐出期が長期にまたがったためにアカマツ母樹をha当り30本残存し、これによってアカマツの更新を期待した個所であるが、広葉樹萌芽、コシダ、ススキなどが繁茂し、下種地拵が行なわれなかったため、ほとんど伐採当年のアカマツ更新樹が見られない区域である。1年後の1956年春、保残された母樹の中間部に第126図に見られるごとき面積 384 m^2 の筋状地拵試験地を設け、下層植生を除去して巾1mの筋状地拵を行なった。すなわち図に見られるごとく $4 \times 4\text{ m}$ のプロット24個に区劃し、傾斜方向と水平方向の筋状地拵区に分け、地拵筋の掻起しには竹製熊手と前記の鉄製鋏を用いてその差異を検討した。地拵後1年、2年、3年におけるアカマツ更新樹の測定結果をとりまとめると第130表のとおりである。

第126図 福岡筋状地拵第1試験地



第 130 表 筋状地拵第 1 試験地のアカマツ更新樹数

測定年 地拵方向 地拵器具	1 年 後			2 年 後			3 年 後		
	傾斜方向	水平方向	計	傾斜方向	水平方向	計	傾斜方向	水平方向	計
鉄 製	211	27	238	145	55	200	142	52	194
竹 製	165	53	218	103	61	164	105	79	184
計	376	80	456	248	116	364	247	131	378

註) 1. 両器具使用プロット数は共に傾斜方向のもの 8, 水平方向のもの 4 プロットである。

2. アカマツ更新樹数は年々新しく発生したものを含む。

(2) 分 析

地拵筋の方向および地拵器具による更新樹数の差異を検討するため、各測定年別に分散分析を試みた。まず地拵器具および地拵方向別本数の分散均一性について検定の結果、

$$1 \text{ 年 後 } F_0 = 1.632 < F_{0.05}$$

$$2 \text{ 年 後 } F_0 = 2.036 < F_{0.05}$$

$$3 \text{ 年 後 } F_0 = 0.816 < F_{0.05}$$

となり、各年次ともに等分散と認められる。ゆえにそれぞれについて分散分析を行えば第 131 表が得られ、地拵の方向、器具の違いによる有意差は認められない。

第 131 表 分 散 分 析

変 動 因	分 散 分 析		
	1 年 後	2 年 後	3 年 後
地拵方向	$F_0 = 2.438 < F_{0.05}$	$F_0 = 0.087 < F_{0.05}$	$F_0 = 0.071 < F_{0.05}$
地拵器具	$F_0 = 0.098 < F_{0.05}$	$F_0 = 0.879 < F_{0.05}$	$F_0 = 0.064 < F_{0.05}$
交互作用	$F_0 = 1.225 < F_{0.05}$	$F_0 = 0.988 < F_{0.05}$	$F_0 = 2.614 < F_{0.05}$

(3) 考 察

この試験地に発生したアカマツ更新樹は 1 年後に 1 ha 当り平均 11875 本（掻起し筋のみの面積に対し 23750 本）であって、プロットによる変動も大きく、天然更新の稚樹としては十分とはいえない。これは地拵方法によるものではなく、皆伐季節が不適當で搬出期間が長かったことと、伐採してから 1 年後に地拵を行なったことに起因するものと考えられる。すなわち前述のごとく、地拵器具として竹製熊手をを用いた場合と鉄製鋏を用いた場合の稚苗発生数には差異が認められず、地拵筋の方向による差異も見られない。これらの点は地拵後 2～3 年にいたっても同様であるから、更新樹の発生、消長については、地拵筋の方向や使用器具による相違はないものと考えられ、その選択根拠はむしろ作業能率、表土流亡の軽減などにあるといえよう。

また本試験地は伐採直後の更新樹発生がなかったため、適度に母樹を保全して下種を期待したものであるが、更新樹として 3 年後に生育しているものの多くは地拵した年次に生えた 1 年目の稚苗であり、2 年目以後に発生したものは大部分が下層植生の被圧によって消失している。そのため、母樹からの下種による更新樹数の増加よりも年々の減耗数が多

い傾向が認められ、前記広島試験地の場合に比較すれば、著しく単位面積当りの更新樹数は少ない。

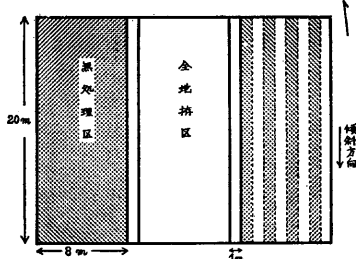
以上によって考察するに、アカマツ林の伐採跡地に確実な天然更新を期待するためには、保残母樹からの下種によるよりも主伐木から落ちた種子を直ちに利用する方法が適当であり、従って伐採季節および地拵時期の如何が、更新にきわめて重要な意義を有するものといえよう。

2) 伐採季節の不適當な個所の下種此拵

(1) 測 定

前記の第一試験地に近接する伐区は 1956 年の 9~10 月に上木を伐採し、11 月より翌年

第 127 図 福岡筋状地拵第 2 試験地



3 月にわたって下木の伐採とその搬出を行なった中林型アカマツ林の皆伐跡地で、その北部には伐期に近い中林型アカマツ林が連なっている。その南面傾斜 30° の山腹に同年 3 月、前記の鉄製鋏を用いて第 127 図のごとき地拵試験地を設定した。

この試験地は筋状地拵区、全地拵区、無処理区（対照区）それぞれ 0.016 ha からなり、1 年後におけるアカマツ稚樹測定結果をとりまとめると第 132 表のとおりである。

第 132 表 筋状地拵第 2 試験地のアカマツ更新樹

測定年 摘 要 地拵方法	1 年 後			2 年 後		
	平均樹高 cm	本 数	ha 当り本数	平均樹高 cm	本 数	ha 当り本数
筋状地拵	5.1	26	3250	13.5	43	5375
全 地 拵	5.5	43	2688	13.0	81	5063
無 処 理	5.9	40	2500	18.3	59	3688

（注）筋状地拵区は掻起し面積内の更新樹とする。

(2) 考 察

この試験地は伐採が結実落下前に行なわれ、しかも 1956 年の結実量が少なかったため、伐採搬出後直ちに地拵したにかかわらず稚樹の発生は不良であった。すなわち 1 年後の更新樹数を ha 当りに換算して見ると、第 132 表のごとくわずか 2500~3250 本であってきわめて少ない。しかしこれを地拵方法別に見れば、無処理区が最も少なく筋状地拵区が多いのみでなく、筋状地拵区の稚苗生育分布は比較的均一であるが、全地拵区および無処理区の分布は著しく偏倚している。従って第 1 年目の更新成績は筋状地拵区が他の試験区より優れていると認められ、更新樹本数の不足は下種量に基づくものといえよう。

この試験地はその北部に伐期近い母樹林分があるため、第 2 年目にも側方天然下種による稚苗の発生が見られ、2 年後における更新樹数は相当増加している。その増加率を試験区ごとに見ると、筋状地拵区 65 %、全地拵区 88 % に対して無処理区の増加率はわずか 48 % にすぎない。従って地表掻起しの更新樹発生におよぼす効果は 2 年後においても認めら

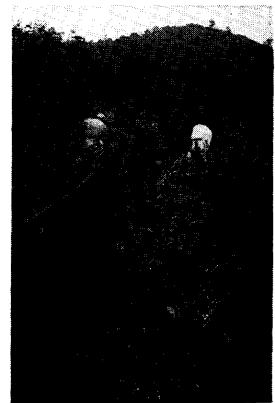
れるが、これらの後から生えた稚樹が、どの程度後継更新樹として残存するかは今後にまっつはかない。

この試験地の例に見られるごとく、伐採季節が適当でない場合には、伐採跡地における更新はきわめて不良であり、隣接林分からの側方天然下種によっても多量の斉一な更新樹を期待することは容易でないものと考えられる。従って更新伐の季節は、結実期以後冬期間に限定することがきわめて重要であるといえよう。

III 下 刈 試 験

アカマツ天然下種更新においては、稚苗の発生より5年生頃までの期間を更新期と名づけられている⁹⁵⁾。この時期のアカマツ稚樹は、環境の変動その他諸被害に対する抵抗性が比較的弱く、特に稚苗発生後2年間は広葉樹萌芽や灌木、雑草類にくらべて伸長がおそいため、地床植生の繁茂する更新地においては被圧により生育を阻害せられて消失するものが多く、天然更新による成林を困難ならしめる主因とせられている⁶⁷⁾。従って中林型アカマツ林の伐採跡地においては、この期間に下刈または萌芽整理などの保育作業を必要とする場合が多い。稚苗発生当初の1~2年間はその樹高が低いため、全刈法、中刈法などによっても更新樹の損傷は比較的少ないが、天然更新地においては一般に更新樹の配置が植栽地のごとく一様でないため、3年生以後に従来の下刈法を用いるときは更新樹を刈取る危険がきわめて多く、しかも多数の労力を要する。しかるに前節に述べた筋状地拵によってアカマツが更新するときは、その保育は更新筋のみを対象として行なうことができ、作業能率を高め得る効果がある。しかし従来行なわれた筋刈法は、人工造林地における筋刈と同様、更新筋の地床植生を除去する方法であるため、更新樹の配置が一定間隔でない天然更新地においては、全刈法の場合と同様保育すべき更新樹を損傷せしめる危険が大きい。のみならずこの種の下刈法は、一時的ではあれ生立密度を疎開せしめるため、枝張りの少ない通直な形質生長の促進上必ずしも有利とはいえない。著者はアカマツ天然更新地の下刈法として、前節の筋状地拵と関連した全く別個の筋刈法を試み、更新樹の保育およびその作業工程上きわめて効果的であることを認めた。すなわちアカマツおよび広葉樹が、共に幼齢期において、密立による側圧効果を重要とする施業的特性を満足せしめるため、保育対象である更新筋の下刈は行なわず、更新筋間にある搔寄せ筋の刈払いを行なう方法を考案して多数の更新地に試験し、中林型アカマツ林の更新期における保育法として好適することを明らかにした³³⁾。この方法は前節の筋状地拵から一貫した更新施業であって、アカマツの更新した筋（搔起し筋）は原則としてそのまま放置し、更新した筋の間（搔寄せ筋）を筋刈するものである。すなわち従来筋刈法とは全く逆の筋刈で、保育すべき更新筋のアカマツ更新樹は他の植生と競合して生育することを期待し、刈払い筋については写真に見られるごとく、アカマツ稚苗の有無にかかわらず一律に筋刈する。ただし集約に施業する場合には、更新筋内に特に大きく生長する不良広葉樹や灌木類、たとえばシイ類、アカメガン

第128図 天然更新地の筋刈作業



ワ、コシアブラ、クマイチゴ、キイチゴなどや蔓茎類は筋刈の際に除去することが望ましく、将来有用下木となるべき広葉樹の生育密度が大なる部分に対しては1～3本立の萌芽整理を行なうことが理想的である。この筋刈法は一見逆のごとく考えられるが、試験結果は従来の下刈法よりも保育効果が大きく、更新筋内のアカマツは刈払い筋からの陽光射入と更新筋内に混生する植生の側圧とによって、被圧による減耗も少なく通直に上長生長する。しかも従来の全刈法に比し、刈払いによる更新樹損傷の危険もなく下刈工期を著しく高め、かつアカマツを列状に成林せしめるため、爾後の施業上きわめて有利と認められる。この方法は広島、福岡両試験地内において数十個所に実行を試み、更新樹の消失および損傷が少ないこと、ha 当りの下刈工期は4.2～8.1人普通6人内外であって全刈法の数分の一の労力を要するに過ぎないことを確かめた。従ってこの種の筋刈法がアカマツ更新樹の消失を軽減し、かつ形質生長を阻害しないことが実証できるならば、幼齡更新地に対する有効な保育手段といえよう。このような意味から、次に下刈法の差異が更新樹の消長、形態、生長におよぼす影響について検討を試みる。

i 筋 刈 試 験

1) 測 定

前節 iii-1) に述べた福岡筋状地拵第1試験地は、掻起し筋にアカマツが更新後3年目の6月末に掻寄せ筋の刈払いを行なったので、下刈しない対照区と共に同年末におけるアカマツ更新樹の形状要素を測定した。筋刈区および対照区における測定値をとりまとめると第133表のとおりである。

第 133 表 筋刈試験のアカマツ更新樹測定平均値

測定要素 試験区	面 積	アカマツ 更新樹数	下刈前の 平均樹高	下刈年末の 平均樹高	下刈年の 平均伸長	下刈年末 の平均根 元直径	下刈年末 の平均枝 張直径
	m ²	本	cm	cm	cm	cm	cm
筋 刈 区	192	378	22.44	45.70	25.62	0.86	20.61
対 照 区	25	57	19.91	46.32	26.40	0.82	19.52

(註) 1956年春設定、1958年6月末下刈、同年12月末測定した。

2) 分 析

(1) 下刈前の樹高

下刈前のアカマツ更新樹の平均樹高は前表のごとく筋刈区が対照区より幾分大きい。その差の有意性を検定すると

$$F_0 = 2.242^{**} > F_{0.01}$$

となり、等分散と認められない。ゆえに等分散でなく、かつ個数の異なる場合の検定法を用いて平均値の差の検定をなえば、

$$t_I = 1.986 < t_{II} = 1.991$$

となり、両試験区における下刈前の樹高には有意差が認められない。

(2) 下刈年の終りににおける樹高

下刈した年の終りにおけるアカマツの平均樹高は、第 133 表のごとく対照区が筋刈区よりやや大きいので、これについて差の有意性を検定するに、

$$F_0 = 2.557^{**} > F_{0.01}$$

となる。すなわち等分散と見られないから、前記 (1) と同様に検定すれば、

$$t_I = 0.260 < t_{II} = 1.991$$

となり、両試験区の樹高には有意差はない。

(3) 下刈年の伸長

下刈が更新樹の伸長におよぼす影響を見るため、下刈を行なった年の伸長を測定すれば、第 133 表のごとく平均値は対照区が筋刈区より幾分大きい。その差の有意性を検定すれば、

$$F_0 = 1.869^{**} > F_{0.01}$$

となり、等分散と認められないので、前記同様に検定を行なった結果、

$$t_I = 0.563 < t_{II} = 1.992$$

となる。ゆえに下刈年におけるアカマツの上長生長は、筋刈によってやや低下するが、対照区との間に有意差は認められない。

(4) 根元直径

筋刈区、対照区のアカマツ更新樹につき、下刈年の終りにおける根元直径を比較するため、差の有意性を検定すれば

$$F_0 = 1.687^* > F_{0.05}$$

となり、等分散とは見られない。ゆえに前記同様に検定を行なうと、

$$t_I = 0.706 < t_{II} = 1.993$$

となって有意差は認められない。

(5) 枝張り

下刈年の終りにおけるアカマツ更新樹の枝張り状態を比較するため、両試験区のアカマツにつき樹冠直径を測定した。両者につき検定を行なえば、

$$F_0 = 2.142^{**} > F_{0.01}$$

であって等分散と認められない。ゆえに前記同様に平均値の差の検定をすれば、

$$t_I = 0.838 < t_{II} = 1.977$$

となり、筋刈区と対照区の間には枝張りの有意差は見られない。

3) 考 察

この試験は筋状下種地拵地に発生したアカマツ更新樹の減耗を少なくする方法として、更新後 3 年目の 6 月に更新筋と更新筋の間を 1m 幅に筋刈し、同月の終りにおける更新樹数および更新樹の形状要素を対照区（無処理）と比較したものである。その最終的成績は今後の測定にまたねばならないが、下刈前と下刈した年の終りにおける差異から見ると筋刈の効果は顕著である。すなわち地拵後 3 年目における 1 年間のアカマツ更新樹の消長を見るに、筋刈試験区においては第 133 表のごとく本数が減少せず、前年よりかえって 4%

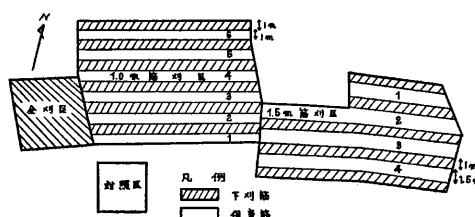
増加しているのに対し、下刈しない対照区では 30 %の更新樹が消失している。しかも筋刈区と対照区の間には、更新樹の平均樹高、年間伸長量、根元直径、枝張りなどに多少の差が見られるが、前記の分散分析によれば、いずれも有意差が認められない。従ってこの種の筋刈によって、更新樹の形状や生長におよぼす影響は比較的少ないものと判断され、更新樹消失の軽減には著しい効果があるものといえよう。

ii 下刈法比較試験

1) 測 定

前記のごとき筋刈法と全刈法の差異が、アカマツ更新樹の形態に与える影響を調べるため、福岡県アカマツ中林作業法第1試験地の皆伐区（第58図）内に下刈試験地を設けた。この試験地は 1953 年 1 月に上木下木とも皆伐して 3 月に地表処理を行なった跡地に、アカマツおよび萌芽性広葉樹の更新したところで、広葉樹萌芽に対しては伐採 2 年後に 1～3 本立とする萌芽整理を行なった個所である。第 129 図に見られるごとく、アカマツ更新樹の樹高、枝張りなどがほぼ等しい場所を選んで、全刈区、1.0m 筋刈試験区（1m 巾を筋刈し 1 m 巾を保存）、1.5m 筋刈試験区（1m 巾を筋刈し 1.5m 巾を保存）および対照区（無処理区）を設け、4 年目の 1956 年 7 月はじめに下刈して 1957 年 12 月および 1958 年 12 月にアカマツ更新樹の測定を行なった。

第 129 図 福岡下刈試験地



各試験区において測定したアカマツ更新樹の総本数につき、根元直径、枝張り、樹高およびその連年生長の平均値を測定年別に示せば第 134 表のとおりである。

第 134 表 福岡下刈試験地のアカマツ更新樹測定平均値

試験区	下刈方法	面積 m ²	ha 当り ア カマツ本数		根元直径		枝張り 直径		樹 高		樹高連年生長		
			1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1956	1957	1958
全 刈 区	全広葉樹の刈払	55.5	27679	26994	1.76	2.19	47.1	60.3	86.6	132.3	19.3	26.1	40.7
1.0m筋刈区	更新筋巾 1.0m 刈払筋巾 1.0m	246.3	26694	26481	1.72	2.18	51.2	62.1	96.2	144.8	28.1	27.2	41.6
1.5m筋刈区	更新筋巾 1.5m 刈払筋巾 1.0m	210.5	25894	31237	1.41	1.72	43.8	54.1	90.9	140.1	29.3	26.0	40.4
対 照 区	無 処 理	25.0	23721	20233	1.26	1.49	39.7	43.4	102.2	134.8	30.1	30.0	25.9

2) 分 析

(1) 根 元 直 径

1953年春のアカマツ更新地について、下刈後 1 年半および 2 年半経過した 2 回の測定値

に基づき、各試験区における根元直径の分散均一性の検定を行なうと、

$$1957 \text{ 年} \quad F_0 = 9.883^{**} > F_{0.01}$$

$$1958 \text{ 年} \quad F_0 = 14.123^{**} > F_{0.01}$$

となり、両者とも各試験区の分散は等しくない。ゆえに各試験区相互間について検定を試みたところ、第 135 表に示すごとく試験区の組合わせによって異なるものである。

第 135 表 根元直径の分散均一性の検定

測定年 試験区	1957 年			1958 年		
	全刈区	1.0m 区	1.5m 区	全刈区	1.0m 区	1.5m 区
1.0m区	$F_0=1.288 < F_{0.05}$	**		$F_0=1.299 < F_{0.05}$		
1.5m区	$F_0=1.240 < F_{0.05}$	$F_0=1.600 > F_{0.01}$		$F_0=1.185 < F_{0.05}$	$F_0=1.096 < F_{0.05}$	
対照区	$F_0=2.160 > F_{0.05}$	$F_0=2.790 > F_{0.01}$	$F_0=1.743 > F_{0.01}$	$F_0=2.828 > F_{0.01}$	$F_0=3.675 > F_{0.01}$	$F_0=3.352 > F_{0.01}$

このように分散が等しくないで、平均値の差の検定は組合わせにより異なる方法で行なった。検定の結果は第 136 表のごとく、1957 年は全刈区と 1.0 m 区に差が見られず、その他の組合わせ間には有意差が認められる。1958 年は全刈区と 1.0 m 区および 1.5 m 区と対照区に差が見られず、その他の組合わせの間に有意差が認められる。従って全刈区および 1.0 m 区は、一般に根元直径が 1.5 m 区および対照区より大きい。

第 136 表 根元直径平均値の差の検定

測定年 試験区	1957 年			1958 年		
	全刈区	1.0m 区	1.5m 区	全刈区	1.0m 区	1.5m 区
1.0m区	$F_0=0.180 < F_{0.05}$			$F_0=0.005 < F_{0.05}$		
1.5m区	$F_0=25.81 > F_{0.01}$	$t_{II}=3.64 > t_I$		$F_0=18.298 > F_{0.01}$	$F_0=19.976 > F_{0.01}$	
対照区	$t_{II}=6.49 > t_I$	$t_{II}=5.11 > t_I$	$t_{II}=2.34 > t_I$	$t_{II}=5.14 > t_I$	$t_{II}=4.52 > t_I$	$t_{II}=0.053 < t_I$

(2) 枝張り

枝張りは更新樹枝条の水平的拡がり調べることとし、各更新樹につき最大の枝張りの直径を直角に 2 方向測定して平均値を求めたものである。前記同様に分散均一性の検定を行なえば

$$1957 \text{ 年} \quad F_0 = 2.571 < F_{0.05}$$

$$1958 \text{ 年} \quad F_0 = 6.120^{**} > F_{0.01}$$

で、1957 年は分散は均一と見られるが、1958 年は高度の有意差が認められる。ゆえに 1958 年の各試験区相互間について検定を試みたところ、第 137 表のごとく 1.0 m 区のみが他の各区との間に有意差が見られる。

第 137 表 1958 年の枝張りの分散均一性の検定

試験区	全刈区	1.0 m 区	1.5 m 区
1.0 m 区	$F_0=1.623^{**} > F_{0.01}$		
1.5 m 区	$F_0=1.085 < F_{0.05}$	$F_0=1.496^{**} > F_{0.01}$	
対照区	$F_0=1.342 < F_{0.05}$	$F_0=2.177^{**} > F_{0.01}$	$F_0=1.345 < F_{0.05}$

また分散が均一と見られる 1957 年の枝張りについて分散分析を行なえば

$$F_0 = 837.9^{**} > F_{0.01}$$

となり、試験区間に著しい有意差が認められるので、試験区相互間の平均値につき差の検定を試み、1958 年については組合わせにより異なる方法で平均値の差の検定を行なった。検定の結果は第 138 表のごとく、1957 年は全刈区と 1m 区、全刈区と 1.5m 区、1.5m 区と対照区との間には有意差がないが、その他の試験区相互間には顕著な差が認められる。1958 年は全刈区と 1.0m 区の間にはのみ有意差が見られないが、他の各試験区相互間には顕著な差が認められる。すなわち下刈を行なわない対照区に較べて全刈区および 1.0m 区は枝張りが大きく、1.0m 区は 1.5m 区よりも枝張りが大きい。

第 138 表 枝張りの平均値の差の検定

測定年	1957 年			1958 年		
試験区	全刈区	1.0m 区	1.5m 区	全刈区	1.0m 区	1.5m 区
1.0m 区	$F_0=2.642 < F_{0.05}$			$t_{II}=0.65 < t_I$		
1.5m 区	$F_0=3.310 < F_{0.05}$	$F_0=10.144^{**} > F_{0.01}$		$F_0=7.975^{**} > F_{0.01}$	$t_{II}=3.08^{*} > t_I$	
対照区	$F_0=9.231^{**} > F_{0.01}$	$F_0=21.337^{**} > F_{0.01}$	$F_0=3.027 < F_{0.05}$	$F_0=45.860^{**} > F_{0.01}$	$t_{II}=6.31^{*} > t_I$	$F_0=16.834^{**} > F_{0.01}$

(3) 樹 高

前記根元直径の場合と同様にして分散均一性の検定を行なった結果は、

$$1957 \text{ 年 } F_0 = 5.020^{**} > F_{0.01}$$

$$1958 \text{ 年 } F_0 = 7.166^{**} > F_{0.01}$$

であって著しい有意差がある。ゆえに各試験区の組合わせについて分散均一性の検定を試

第 139 表 樹高の分散均一性の検定

測定年	1957 年			1958 年		
試験区	全刈区	1.0m 区	1.5m 区	全刈区	1.0m 区	1.5m 区
1.0m 区	$F_0=1.374^{*} > F_{0.05}$			$F_0=1.742^{**} > F_{0.01}$		
1.5m 区	$F_0=1.735^{**} > F_{0.01}$	$F_0=1.263 < F_{0.05}$		$F_0=1.543^{**} > F_{0.01}$	$F_0=1.129 < F_{0.05}$	
対照区	$F_0=1.128 < F_{0.05}$	$F_0=1.218 < F_{0.05}$	$F_0=1.531^{**} > F_{0.01}$	$F_0=1.170 < F_{0.05}$	$F_0=2.039^{**} > F_{0.01}$	$F_0=1.806^{**} > F_{0.01}$

みると第139表のごとく、1957年は1.5m区と全刈区および対照区間には分散に著しい有意差があり、全刈区と1.0m区の間にも差異が見られるが、その他の組合わせ間には有意差が認められない。1958年はこのほか1.0m区と対照区間にも有意差が見られる。

このように分散は等しくないので、樹高平均値の差の検定は試験区の組合わせによって異なる方法を用い、第140表のごとき結果が得られた。

第140表 樹高の平均値の差の検定

測定年	1957年			1958年		
試験区	全刈区	1.0m区	1.5m区	全刈区	1.0m区	1.5m区
1.0m区	$t_{II}=2.667^*>t_I$			$t_{II}=2.560^*>t_I$		
1.5m区	$t_{II}=1.380<t_I$	$F_0=3.756<F_{0.05}$		$t_{II}=2.023^*>t_I$	$F_0=1.063<F_{0.05}$	
対照区	$F_0=19.155^{**}>F_{0.01}$	$F_0=2.142<F_{0.05}$	$t_{II}=3.115^*>t_I$	$F_0=0.279<F_{0.05}$	$t_{II}=1.094<t_I$	$t_{II}=1.229<t_I$

これによると、1957年は全刈区と対照区、全刈区と1.0m区、1.5m区と対照区との間には平均値に有意差が見られるが、1958年には全刈区と1.0m区および全刈区と1.5m区の間には有意差が認められるにいたっている。1957年に最も樹高の高かった対照区が、1958年には1.0m区および1.5m区の平均樹高より小さくなっていることは注目すべきである。

(4) 下刈年における伸長

下刈を行なった年の上長生長について分散均一性の検定を行なうと

$$F_0 = 7.293^{**} > F_{0.01}$$

となり、各試験区の分散は等しくない。ゆえに各試験区相互の分散均一性につき検定すれば、第141表のごとく全刈区と他の各試験区との間にのみ有意差が認められる。

第141表 下刈年における伸長の分散均一性の検定

試験区	全刈区	1.0m区	1.5m区
1.0m区	$F_0=1.936^{**}>F_{0.01}$		
1.5m区	$F_0=1.940^{**}>F_{0.01}$	$F_0=1.002<F_{0.05}$	
対照区	$F_0=1.671^{**}>F_{0.01}$	$F_0=1.159<F_{0.05}$	$F_0=1.161<F_{0.05}$

このように分散が等しくないので、それぞれの場合に応じて異なる方法を用いて平均値の差の検定を行なった。その結果は第142表のとおりである。

第142表 下刈当年における伸長平均値の差の検定

試験区	全刈区	1.0m区	1.5m区
1.0m区	$t_{II}=52.502^{**}>t_I$		
1.5m区	$t_{II}=85.324^{**}>t_I$	$F_0=0.638<F_{0.05}$	
対照区	$t_{II}=77.041^{**}>t_I$	$F_0=1.498<F_{0.05}$	$F_0=0.253<F_{0.05}$

この表に見られるごとく全刈区とその他の各試験区間には著しい有意差がある。すなわち全刈区における下刈した年の上長生長は、その他の試験区に比し著しく小さいが、1.0m区、1.5m区、対照区相互間には伸長差が認められない。

(5) 下刈後第2年目の伸長

下刈を行なった翌年の1年間の伸長について分散均一性の検定を行なうと

$$F_0 = 1.252 < F_{0.05}$$

となり分散は等しいと見て差支えない。ゆえに平均伸長量について分散分析を試みると

$$F_0 = 24.991^{**} > F_{0.01}$$

となり、試験区間に著しい差が見られるので、各試験区相互間に平均値の差の検定を行なえば第143表のとおりである。

第 143 表 下刈後第2年目における伸長平均値の差の検定

試 験 区	全 刈 区	1.0 m 区	1.5 m 区
1.0 m 区	$F_0 = 0.551 < F_{0.05}$		
1.5 m 区	$F_0 = 0.029 < F_{0.05}$	$F_0 = 0.407 < F_{0.05}$	
対 照 区	$F_0 = 5.552^* > F_{0.05}$	$F_0 = 3.010 < F_{0.05}$	$F_0 = 5.948^* > F_{0.05}$

これによると対照区と全刈区および1.5m区の間のみ有意差が見られ、その他の試験区相互間には差が認められない。すなわち下刈を行なわない対照区は伸長量が全刈区および1.5m区より大きいが、下刈を行なった試験区相互間には有意差が見られなかった。

(6) 下刈後第3年目の伸長

下刈を行なった翌々年の1年間の伸長について分散均一性の検定を行なうと

$$F_0 = 3.254^* > F_{0.05}$$

となり、各試験区の分散は等しくない。ゆえに各試験区相互の分散均一性につき検定すれば、第144表のごとく対照区と他の各試験区の間のみ有意差が認められる。

第 144 表 下刈後第3年目における伸長の分散均一性の検定

試 験 区	全 刈 区	1.0 m 区	1.5 m 区
1.0 m 区	$F_0 = 1.032 < F_{0.05}$		
1.5 m 区	$F_0 = 1.040 < F_{0.05}$	$F_0 = 1.008 < F_{0.05}$	
対 照 区	$F_0 = 1.773^{**} > F_{0.01}$	$F_0 = 1.718^{**} > F_{0.01}$	$F_0 = 1.705^{**} > F_{0.01}$

ゆえに平均値の差の検定はそれぞれの場合に応じて異なる方法を用いて行なった。その結果は第145表のとおりである。

この表に見られるごとく対照区と他の各試験区間には著しい有意差がある。すなわち下刈を行なった試験区の上長生長の平均値には差が認められないが、対照区のみは広葉樹の被圧により伸長が著しく阻害されたものと考えられる。

第 145 表 下刈後第 3 年目における伸長平均値の差の検定

試 験 区	全 刈 区	1.0 m 区	1.5 m 区
1.0 m 区	$F_0=0.226 < F_{0.05}$		
1.5 m 区	$F_0=0.034 < F_{0.05}$	$F_0=0.559 < F_{0.05}$	
対 照 区	$t_{II}=8.394^{**} > t_I$	$t_{II}=5.866^{**} > t_I$	$t_{II}=9.598^{**} > t_I$

3) 考 察

天然更新地におけるアカマツの下刈による保育効果を調べるため、更新後 4 年目の 7 月に全刈区および 2 種類の筋刈区を設け、下刈しないで放置した対照区と共に比較測定した。下刈後 3 年目までの更新樹の消長、伸長量、根元直径、枝張り直径などの変化を要約考察すれば次のとおりである。

(1) 下刈後 3 年目の終りまでの年平均本数減少率を見ると、対照区 15 % に対して全刈区 3 %、1.0 m 筋刈区および 1.5 m 筋刈区は 1 % 以下である。従ってこの時期のアカマツ更新樹消失を、下刈施行によって軽減する効果はきわめて大きく、特に筋刈法において顕著である。アカマツは高度の陽樹であるため、下刈によって地床植生を刈払う効果は、被圧による陽光不足を取り除くにある。しかし全刈法は更新樹の環境を激変せしめるため、衰勢更新樹のうちには損傷枯死するものを生ずるが、筋刈法は直接更新樹と接する植物を除去しないで、両側面に刈払い筋を設けることにより側方光線の射入をはかるものであるから、衰勢更新樹の回復上にも有効と判断され、更新樹の減耗は全刈法よりも筋刈法が少ない。

(2) アカマツ更新樹の平均根元直径は、下刈後 2 年目の終りにおいてすでに全刈区が最も大きく、1.0 m 区、1.5 m 区、対照区の順に小さくなり、全刈区と 1.0 m 区との間に有意差は見られないが、1.5 m 区および対照区は明らかに小さい。またこのような差異は、下刈後 3 年目の終りにいたっても同様に認められる。すなわち全刈区はアカマツ以外の全植生を刈払ったもの、1.0 m 区は林面の 1/2、1.5 m 区は林面の 2/5 の植生を筋刈したものであり、対照区は無処理のまま放置されたものであるから、根元直径は地床植生を刈取ることにより疎開した程度に比例して肥大している。従って疎開による陽光照射量の多少に関連して、根元直径の生長に差異があったものといえよう。

(3) 枝張りの平均値と下刈方法との関係も根元直径の場合と比較的よく類似し、全刈区、1.0 m 筋刈区の枝張りが大きく、1.5 m 区、対照区の順に小となっている。分析の結果から見ると、2 年目までは全刈区と 2 種の筋刈区の間には有意差がなく、1.5 m 区と対照区の間にも差異が認められないが、3 年目の終りには全刈区と 1.0 m 区のみ有意差が見られず、その他の試験区相互間には著しい差があらわれている。すなわち更新樹の枝張りは下刈によって大きくなり、特に疎開の強い全刈区、1.0 m 区は下刈しない対照区に比し、著しく枝張りが大となっている。しかし林面の 2/5 が筋刈された 1.5 m 区は、保残された筋内での側圧効果があらわれたものと認められ、対照区について枝張りが小さい。従ってこの筋刈法は、全く下刈しない場合よりも側枝を拡張するが、全刈法と比較すれば側圧効果があるものと見て差支えあるまい。

(4) 下刈の影響が最も顕著にあらわれたのは下刈当年の伸張量であって、全刈区は筋刈区および対照区に比し著しく伸張が少ないが、筋刈区と対照区間には有意差が見られない。すなわち下刈を行なうときはアカマツ更新樹の生育環境が変化するため、下刈当年の伸長を減退せしめるものと認められる。その影響は環境の激変する全刈法の場合特に著しく、ほとんど伸長を停止する更新樹も見られるが、筋刈の場合には更新筋内の植物が除去されないため、伸長の衰るえはきわめて少ない。

しかるに下刈の翌年になると、アカマツの伸長に対する影響は少なくなり、分析の結果によれば、対照区に比し全刈区および1.5m区が有意に小さいほか、その他の試験区相互間には差異を認め得ない状態となっている。さらにその翌年にいたれば全刈区、筋刈区は正常な伸長に恢復し、逆に対照区の更新樹中には被圧衰勢木を生ずるため伸長の減退が顕著となる。このように下刈の影響は、下刈当年および翌年までおよぶため、更新してから5年後の平均樹高を比較すると、下刈しなかった対照区が最も大きく、1.0m区、1.5m区、全刈区の順に小さくなっており、全刈区と1.0m区、全刈区と対照区、1.5m区と対照区の間には有意差が認められる。しかし下刈後3年経過した6年生の平均樹高は、全刈区が2種の筋刈区よりも有意に小さいほか、他の試験区間には差異が認められなくなっている。従って平均樹高より考察すれば、下刈法としては全刈よりも筋刈が効果的であるといえよう。

(5) 以上は中林型アカマツ林の更新地としては比較的地味のよくない場所で行なった下刈試験であり、しかも更新第2年目に萌芽整理した4年目の更新地に下刈した結果であるから、更新条件の異なる場合には同一であるとはいえない。また下刈後3年目までの影響を調べたにすぎないから、さらに継続して測定しなければ下刈効果を的確に判断できないが、下刈方法の違いによって更新樹の生育状態に差異を生ずることは明らかである。すなわちアカマツの天然更新に対する下刈の必要な根拠は、広葉樹その他の植生による更新樹の被圧損耗を防止して正常な生長を助長するにあるから、下刈の時期および回数は一定すべきではなく、これを必要とする場合のみに限定すべきである。

叙上の下刈試験をはじめ各地での実行結果を総合して考察するに、従来最も普通の下刈法とされた全刈法は、生育環境を急変せしめるために1～2年間伸長量を遅滞せしめること、樹形を不良ならしめること、作業工程上不利なことなどの点から見て、天然更新地の保育法としては効果的とはいえない。特に広葉樹と共に混交育成する中林型アカマツ林の造成においては、次のごとき特徴を有する筋刈法を適当と認められる。

- (a) 更新筋に生育するアカマツは広葉樹その他の下層植生と共に残存されるため、自然状態に近い密度を保持して側圧効果をあげうる。
- (b) 更新筋の両側には1m幅の刈払い筋があるため、側方光線が射入してアカマツ更新樹に対する陽光不足を補ない、更新樹の消失が少ない。
- (c) 一定間隔の列に更新筋が設けられるため、更新樹は列状に成林し、爾後の施業を容易ならしめる。
- (d) 刈払い筋の植生はすべて刈払うため、全刈または中刈法に比し作業能率を著しく高め、実行が簡明で経済的にも有利である。
- (e) 全刈法と異なり、更新筋内にはアカマツと広葉樹を混交生育せしめるため、地力保持上有利であり、中林型アカマツ林造成法に適する。

この種の筋刈法は、原則としては前節の筋状地拵と関連し、一貫した施業法として行なうべきであるが、著者の試験によれば、あらかじめ筋状地拵しない天然更新地においても、更新樹の多い場合には著しい効果が認められるものである。

IV 除 伐 試 験

中林型アカマツ林に前記のごとき下刈が行なわれた後、アカマツと広葉樹の混交する新林が形成されるときは、更新樹は数年にして林地を完全に閉鎖し、林木相互間の競争は次第にはげしくなる。普通10年生前後までは広葉樹の生長がアカマツより大きいため、アカマツは大型広葉樹の被圧により生長が衰退して消失するものがあり、特に肥沃地においてその危険が多い傾向が見られる。従って広葉樹の生育が旺盛な場所では、この時期前が除伐期と考えられ、一般にこの時期を過ぎればアカマツは漸次広葉樹の樹冠層を抜いて上層林冠を形成するにいたるものである。すなわちアカマツと広葉樹の上層樹冠交替期前数年間が除伐期と認められる。この時期は地位のほか混交広葉樹の種類およびその密度によって異なるが、特に地位の良否による関係が大きい。

除伐の主目的は良質アカマツの生長減退および消失を防止して、その配置を均整ならしめると共に形質生長を助長するにあるから、育成すべきアカマツの通直な伸長を阻害する場合に限定して除伐および蔓切を行なう。従ってその基準としては、林木相互間の側圧効果を保持せしめることに重点をおき、正常なアカマツの形質生長を阻害するもののみを除去すべきである。著者が広島、福岡両試験地域内で行なった多数の除伐結果から見ると、中林型アカマツ林造成のための除伐時期は地位による差異が大きいが、おおむね6~12年生頃を適当と認めた。また除伐季節に普通冬期間に行なわれているが、4~8月の生長期間を除けば、林分の保育上支障はないものと考えられる。

除伐工程は除伐木および蔓茎類の多少によって著しく異なるが、福岡試験地内で行なった7~9年生林分23個所の除伐作業工程調査によると、アカマツの正常な伸長を阻害する広葉樹および蔓茎類のみを除伐する場合にはha当り3.8~9.7人、平均7人であり、その他の不良樹種をもあわせて除去する場合には6.6~12.9人、平均約10人であった。

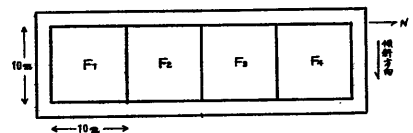
この種の天然生アカマツ林に対する除伐については、従来ほとんど研究された報告がないので、本節では除伐方法の比較試験、ならびに除伐によって形成されたアカマツ純林、広葉樹林と中林との生長比較試験の結果を述べることにする。

i 除伐法比較試験

1) 測 定

試験地として1941年1月に伐採した中林型アカマツ林の皆伐跡地に、一斉に密生更新した9年生のアカマツ広葉樹混交林を選んだ。その位置は広島県熊野跡村字笛吹山の民有林で、傾斜18~21度の東面山腹下部にあり、地位は中林型アカマツ林収穫表のI等地に相当する。1950年1月0.0616ha(14×4m)の試験地を設け、第130図の

第130図 除伐方法比較試験地



- F1… 対照区とし全く除伐を行なわないもの
- F2… 正常なアカマツの伸長を阻害する暴領木の除伐および蔓切を行なったもの
- F3… 上記のほか不良樹種をも除伐したもの
- F4… アカマツを残して全広葉樹を除伐したもの

ごとく並列した 0.01 ha (10×10m) の 4 試験区を区割し、それぞれの試験区に次のごとく除伐を行なった。

測定は劣勢木を除くアカマツならびに広葉樹林冠層の上層を形成する広葉樹を対象とし、除伐直後、5 年経過後に次のごとくして毎木調査した。

a) 胸高直径は直径巻尺により 0.1cm まで、樹高および枝下高は測竿を用いて 5cm まで測定した。枝下高は最下部の生枝までの高さとする。

b) 枝張直径は幹より 4 方向に最大枝張長の水平の長さを 5cm まで測定した樹冠直径である。

c) 材積は別に多数の小径木につきキシロメーターで求めた幹材積より、アカマツ、常緑広葉樹、落葉広葉樹別の 2 変数材積表を調製し³¹⁾、これによって単木材積を算出した。

以上によって測定した各試験区ごとの要素をとりまとめたのが第 146 表である。

第 146 表 除伐試験地の測定値取組表

試験区	除伐本数率	摘 要	平均胸高直径		平均樹高		平均枝下高	平均樹冠直径	総 本 数			総 材 積		
			アカマツ	広葉樹	アカマツ	広葉樹	アカマツ	アカマツ	アカマツ	広葉樹	計	アカマツ	広葉樹	計
F ₁	%	除伐時	cm	cm	m	m	m	cm				m ³	m ³	m ³
		5 年後	3.24	3.80	3.83	4.59	1.74	73.4	54	87	141	10.757	24.499	35.256
F ₂	17.7	除伐直前	3.17	3.74	4.01	4.52	1.81	79.7	51	96	147	10.200	25.882	36.082
		除伐直後	3.15	3.60	3.96	4.37	1.81	80.1	48	73	121	9.408	17.695	27.103
		5 年後	5.82	5.43	6.74	5.79	3.94	149.0	31	64	95	30.678	43.520	74.198
F ₃	35.6	除伐直前	3.21	3.77	3.88	4.56	1.67	81.6	46	89	135	9.126	24.564	33.690
		除伐直後	3.18	3.57	3.84	4.46	1.68	83.8	41	46	87	7.937	11.077	19.014
		5 年後	5.91	5.34	6.61	5.62	3.34	166.4	28	42	70	27.978	26.846	54.824
F ₄	63.2	除伐直前	3.19	3.69	3.97	4.48	1.78	75.6	53	91	144	10.642	23.733	34.375
		除伐直後	3.19	—	3.97	—	1.78	75.6	53	0	53	10.642	0	10.642
		5 年後	6.22	—	6.54	—	2.43	185.7	35	0	35	37.968	0	37.968

2) 考 察

上記試験地の測定結果に基づき、除伐の保育効果について検討を試みよう。各試験区の除伐前における林分構成は、第 146 表の樹種の混交、平均樹高、平均直径、本数、材積などによって示されているごとく、その林相はほとんど同様な 9 年生の同齢混交林であった。これに対して 3 種類の異なる除伐を行ない、対照区と共に 5 年後のアカマツの変化を見ると、平均樹高は各試験区ともに差異が認められないが、その他の構成要素には除伐率と関連した違いが見られる。この関係を明らかにするため、除伐直後における林分構成要素を基準とし、これに対する 5 年間の増減率を算出すると第 147 表が得られる。

第 147 表 除伐試験区別の 5 年間の林分構成要素増減率 (%)

試験区	除伐本数率	平均直径		平均樹高		本数			林分材積		
		アカマツ	広葉樹	アカマツ	広葉樹	アカマツ	広葉樹	計	アカマツ	広葉樹	計
F ₁	0	76.2	41.6	74.7	27.5	61.1	13.8	31.9	85.4	107.2	100.5
F ₂	17.7	84.4	50.8	70.2	32.5	35.4	12.3	21.5	226.1	145.9	173.8
F ₃	35.6	85.8	49.6	72.1	27.7	31.7	8.7	19.5	252.5	142.4	188.3
F ₄	63.2	95.0	—	64.7	—	34.0	—	34.0	256.8	—	256.8

(註) 本数は減少率, その他は総て増加率を示す。

これによると, 除伐後の林木本数減少は広葉樹よりもアカマツの消失が大きい。すなわち除伐した各試験区は 5 年間にアカマツ本数の約 1/3 が減少しているが, 広葉樹の減少は 1 割内外にすぎない。しかし全く除伐しない対照区では, この期間にアカマツの 61% が消失し, 除伐を行なった各試験区よりもアカマツの本数は著しく少なくなっている。従ってアカマツの生育本数から見れば, 除伐効果は大きいものと認められるが, 除伐方法の違いによるアカマツ消失率の差異はほとんど見られなかった。ただしこの除伐試験地はアカマツ広葉樹の混交林であって, 広葉樹の生育が旺盛であったため, 広葉樹をもあわせた単位面積当りの立木本数減少率は, 全広葉樹を除伐した試験区 (F₄) が最大となり, 除伐 5 年後にいたっても鬱閉は完全に恢復していない。

次に除伐後の林分材積増加率を見ると,

$$F_1 < F_2 < F_3 < F_4$$

の関係にあって, 除伐率の高いものほど増加率が大きく, 除伐しない対照区が最も小さい。しかし除伐 5 年後における林分材積の絶対値は

$$F_2 > F_1 > F_3 > F_4$$

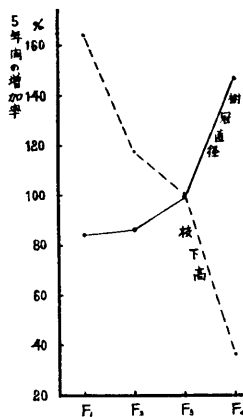
となり, 正常なアカマツの生長を抑圧する暴領木を除伐した試験区 (F₂) が最大である。従って林分材積から見るときは, F₂ 程度の除伐法が有利といえよう。またアカマツと広葉樹に分けて 5 年間の材積増加率を見ると, 除伐した 3 試験区 (F₂, F₃, F₄) は広葉樹よりもアカマツの増加率が著しく大きい, 対照区 (F₁) ではアカマツよりも広葉樹の増加率が大きい。従って全く除伐しない場合には広葉樹によってアカマツの生長量は阻害されつつあるものと考えられ, かかる林分に対しては除伐効果が認められるものとして差支えあるまい。

平均樹高の増加率はアカマツ 65~75%, 広葉樹 28~33% であって, 除伐の有無および程度による著しい差異は見られないが, この時期においてはアカマツの伸長率が広葉樹の 2 倍以上に達するものと認められ, この試験地では, いずれも林齢 11~12 年にアカマツの平均樹高が広葉樹より大となり, 上層林冠層交替期に当たっている。従ってこの試験における除伐年齢は, アカマツの保育上適当な時期と認められる。

平均胸高直径の増加率はアカマツ 76~95%, 広葉樹 42~51% であって, 対照区が最も小さく, 除伐率の大きい試験区ほど大きい傾向が認められる。この点は平均単木材積の増加率についても同様であって, この時期に除伐を行なうときは単木の肥大生長に効果があるものといえよう。

次に除伐がアカマツの樹冠形状におよぼす影響を見るため, 平均枝下高, 平均樹冠直径

第131図 除伐後の樹冠形状の変化



(枝張り)を比較すると、第131図のごとく試験区間にきわめて顕著な差異が認められる。すなわちアカマツの枝下高増加率は対照区が最も大きく、除伐率の強い試験区ほど小さい。これに反して樹冠直径の増加率は対照区が最小で、除伐率の強い F_4 試験区が最も大きい。また各試験区ごとのアカマツにつき、平均胸高直径 ($\bar{D}$) に対する平均樹冠直径 ($\bar{d}$)、ならびに平均樹高 ($\bar{H}$) に対する平均枝下高 ($\bar{h}$) の関係を求めると第148表のとおりであって、除伐直後には一定の傾向は見られないが、5年後には除伐方法と関連した特徴が認められる。

すなわち除伐率が強くなるほど $\bar{d}/\bar{D}$ は大となり、逆に $\bar{h}/\bar{H}$ は小となる。これらの要素はアカマツの形質生長に

第148表 アカマツ樹冠の形状と除伐との関係

試験区	$\bar{d} / \bar{D}$		$\bar{h} / \bar{H}$	
	除伐直後	5年後	除伐直後	5年後
F_1	22.7	23.7	0.454	0.686
F_2	25.4	25.6	0.457	0.585
F_3	26.4	28.2	0.438	0.505
F_4	23.7	29.9	0.448	0.372

影響をあたえ、枝下高が高く枝張りの小さい場合には良質木となる可能性が多いものと考えられる。従ってこれらの形状要素を検討すれば、除伐しない試験区 F_1 が最もよく、除伐を行なった試験区のうちでは、林木相互間の側圧効果を考慮した F_2 が最も優れているといえよう。

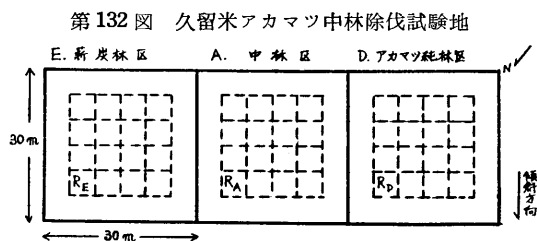
ii 除伐期におけるアカマツ中林と純林および薪炭林の林分構成、生長比較試験

一斉に更新したアカマツと広葉樹の密立する幼齢混交林を前記中林造成の基準によって除伐し、広葉樹を除伐したアカマツ純林、アカマツを除去した広葉樹薪炭林と共に、除伐後における林分構成の変化および生長状態を明らかにするため、6年生の同齢林に試験地を設定して比較試験を試みた。

1) 測定

1947年のはじめに伐採した中林型アカマツ林の皆伐跡地に、一斉に更新した6年生のアカマツ広葉樹混交林を試験地に選んだ。その位置は福岡試験地内の御井高良山国有林(甘木経営区48林班)で、傾斜約20度の北西面中腹にあり、地位は同地方の中林型アカマツ林収獲予想表のⅡ等地に相当する。試験地は1953年1月に設定し、第132図に示すごとく面積0.27ha(30×90m)である。これを0.09ha(30×30m)の3試験区に分けてE、A、D試験区とし、その内部はそれぞれ25m²(5×5m)のプロットに細分した。A試験区は正常なアカマツの生育を阻害する暴領木、不良樹種を除伐して中林型アカマツ林に誘導するものとし、D試験区は広葉樹を除伐したアカマツ純林、E試験区はアカマツを除伐した広

葉樹林とした。各試験区ともに林冠の疎開しない程度に除伐し、かつ蔓切を行なったもので、いずれも中央部の16プロットを測定の対象とした。



なお各試験区内の1プロットは除伐しないでそのまま保存し、対照区として第132図のごとくRE, RA, RDであらわす。除伐後全林木にラベルをもって附番し、樹種別に各プロットごとの毎木測定を行ない、その後5年間にわたり1957年を除くほか毎年測定を行なった。胸高直径は直径巻尺により0.1cm単位、樹高は測竿により0.1m単位まで測定し、材積は別に調製したこの地方のアカマツ、常緑広葉樹、落葉広葉樹別幹材積曲線図表³¹⁾を用いて算出した。除伐時および5年後の測定結果をとりまとめて示せば第149表のとおりである。

第149表 各試験区における林分構成要素の変化

試験区	測定年	平均樹高(m)		平均胸高直径(cm)		平均単木材積(l/1000m ³)		1 ha 当り 本数			1 ha 当り 材積(m ³)		
		アカマツ	広葉樹	アカマツ	広葉樹	アカマツ	広葉樹	アカマツ	広葉樹	計	アカマツ	広葉樹	計
E	1953	2.55	2.36	2.13	1.52	1.0	0.6	747	11787	12534	0.774	7.097	7.871
	1958	4.57	3.42	6.40	3.23	11.0	2.7	693	10880	11573	7.595	29.792	37.387
	差引	2.02	1.06	4.27	1.71	10.0	2.1	-54	-907	-961	6.821	22.695	29.516
A	1953	2.65	2.29	2.39	1.48	1.2	0.5	3760	9893	13653	4.369	4.827	9.696
	1958	4.51	3.44	5.38	2.95	8.5	2.3	3573	9387	12960	30.531	21.120	51.651
	差引	1.86	1.15	2.99	1.47	7.3	1.8	-187	-506	-693	26.162	16.293	42.455
D	1953	2.30	1.63	1.95	2.25	0.8	0.6	11573	1653	13226	9.181	1.017	10.198
	1958	3.77	3.63	3.84	3.65	4.4	3.0	8960	1627	10587	39.539	4.819	44.358
	差引	1.47	2.00	1.89	1.40	3.6	2.4	-2613	-26	-2639	30.358	3.802	34.160
R	1953	2.13	2.03	1.56	1.15	0.7	0.5	8667	35067	43734	5.757	16.792	22.549
	1958	4.51	3.03	5.50	2.11	7.3	1.1	4000	28133	32133	29.187	29.547	58.734
	差引	2.38	1.00	3.94	0.96	6.6	0.6	-4667	-6934	-11601	23.430	12.755	36.185

(注) (1) 試験区欄RはRE, RA, RDの平均値を示す。

(2) E試験区にアカマツがあり、D試験区に広葉樹があるのは、除伐の際に疎開を避けるため保残したものである。

2) 林分構成の分析

除伐後5年を経過した林齢11年の、各試験区におけるプロットごとのアカマツ広葉樹別本数、平均直径、平均樹高、平均単木材積、林分材積などにに基づき、試験区間の差異を比

較検討する。

(1) 胸 高 直 径

アカマツおよび広葉樹の平均胸高直径は第 149 表のごとく試験区によって異なり、アカマツは薪炭林区(E)が最大で、広葉樹はアカマツ純林区(D)が最大である。いま試験区間における胸高直径の分散均一性を見ると、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 1.355 < F_{0.05}$$

$$\text{広 葉 樹} \quad F_0 = 1.633 < F_{0.05}$$

であるから、両者とも各試験区の分散は等しい。また各試験区の平均値の差の検定を行なうと、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 11.843^{**} > F_{0.01}$$

$$\text{広 葉 樹} \quad F_0 = 106.735^{**} > F_{0.01}$$

となり、アカマツ、広葉樹とも試験区間に高度の有意差が認められる。ゆえに E, A, D 各試験区を組合わせて有意差検定を行なった結果、アカマツは

$$F_{E \sim A} = 2.457 < F_{0.05}$$

$$F_{E \sim D} = 17.798^{**} > F_{0.01}$$

$$F_{A \sim D} = 11.649^{**} > F_{0.01}$$

となり、アカマツ純林区の直径は他の試験区に比較して明らかに小さいといえるが、中林区と薪炭林区の平均直径は異なるとはいえない。また広葉樹は

$$F_{E \sim A} = 3.028 < F_{0.05}$$

$$F_{E \sim D} = 5.045^* > F_{0.05}$$

$$F_{A \sim D} = 18.514^{**} > F_{0.01}$$

であって、薪炭林区と中林区間には差異は見られないが、アカマツ純林区内の広葉樹は他の試験区より平均直径が大きい。

(2) 樹 高

各試験区の平均樹高は設定当初より 5 年後にいたるまで大差はないが、第 149 表に示すごとくアカマツは薪炭林区のものが最も大きくアカマツ純林区が最小であるのに反し、広葉樹は薪炭林区が最小でアカマツ純林区が最も大きい。ゆえに各試験区につき平均樹高の差の検定を試みると、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 3.173 < F_{0.05}$$

$$\text{広 葉 樹} \quad F_0 = 1.907 < F_{0.05}$$

となり、両者共に試験区間には有意差が認められない。従って各試験区の平均樹高はほぼ等しいものと見て差支えなく、地位は同一であると考えられる。

(3) 単 木 材 積

アカマツおよび広葉樹別の平均単木材積は第 149 表のごとく試験区によって著しい差が見られる。これらの差について有意差検定を行なうため、まず分散均一性の検定を試みたところ、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 2.398 < F_{0.05}$$

$$\text{広 葉 樹} \quad F_0 = 1.803 < F_{0.05}$$

となり、両者とも各試験区の分散は等しい。ゆえに単木材積について平均値の差の検定を行なえば、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 11.336^{**} > F_{0.01}$$

$$\text{広葉樹} \quad F_0 = 2.304 < F_{0.05}$$

となり、アカマツのみは試験区間に高度の有意差が認められる。よってアカマツにつき、E, A, D各試験区を組合わせて有意差検定を行なうと

$$F_{E \sim A} = 0.825 < F_{0.05}$$

$$F_{E \sim D} = 12.821^{**} > F_{0.01}$$

$$F_{A \sim D} = 16.488^{**} > F_{0.01}$$

であって、アカマツ純林区の単木材積は他の試験区との間に著しい差異が認められる。すなわちアカマツの平均単木材積は、中林区と薪炭林区はほぼ等しいが、アカマツ純林区のみは他の試験区に比較して小さく、また広葉樹の平均単木材積は各試験区とも同一であると見て差支えない。

(4) 林分材積

アカマツと広葉樹をあわせた各試験区の林分材積は、中林区が最も多く薪炭林区が最小である。いま前記と同様平均林分材積について分散均一性の検定を試みると、

$$F_0 = 1.088 < F_{0.05}$$

となり、分散は等しい。ゆえに各試験区の平均値の差の検定を行なうと、

$$F_0 = 3.025 < F_{0.05}$$

であって、試験区間に有意差は認められない。従って各試験区の林分材積はほぼ等しいと見て差支えない。

(5) 中林区内のアカマツと広葉樹の比較

次に中林区内のアカマツと広葉樹について、除伐後5年経過後における胸高直径、樹高、単木材積を分析して比較検定すると、

$$\text{胸高直径} \quad t_d = 26.132^{**} > t_{0.01}$$

$$\text{樹高} \quad t_h = 7.379^{**} > t_{0.01}$$

$$\text{材積} \quad t_v = 7.515^{**} > t_{0.01}$$

となる。すなわち除伐直後においてはアカマツと広葉樹の差異は僅少であったが、林齢11年の中林区林分においては、アカマツは広葉樹より胸高直径、樹高、単木材積の平均値ともに著しく大である。

(6) 広葉樹の樹種別比較

除伐後5年を経た11年生の広葉樹につき、中林区と薪炭林区の差異を樹種別に比較するため、両試験区に共通的に生育する8樹種を用いて胸高直径、樹高、単木材積の比較検定を行なうと第150表のとおりである。

すなわち中林区と薪炭林区に共通して生育する樹種は、直径、樹高、材積ともに試験間の有意差が認められない。従って広葉樹の樹種別に比較しても、中林区と薪炭林区の間には差異がないものと見られる。

(7) 広葉樹の株当たり本数別比較

除伐の際に残存した広葉樹につき、株当たりの萌芽本数の差が大きさにおよぼす影響を調

第 150 表 中林区と薪炭林区の樹種別比較検定

樹 種	胸 高 直 径	樹 高	材 積
ア ラ カ シ	$t = 0.391 < t_{0.05}$	$t = 0.135 < t_{0.05}$	$t = 0.616 < t_{0.05}$
ク ロ キ	$t = 0.064 < t_{0.05}$	$t = 0.167 < t_{0.05}$	$t = 0.560 < t_{0.05}$
ナ ナ メ ノ キ	$t = 0.239 < t_{0.05}$	$t = 0.326 < t_{0.05}$	$t = 8.809 < t_{0.05}$
ヒ サ カ キ	$t = 0.096 < t_{0.05}$	$t = 0.277 < t_{0.05}$	$t = 0.195 < t_{0.05}$
タ ブ	$t = 0.035 < t_{0.05}$	$t = 0.036 < t_{0.05}$	$t = 0.313 < t_{0.05}$
ミ ミ ズ バ イ	$t = 0.135 < t_{0.05}$	$t = 0.037 < t_{0.05}$	$t = 0.260 < t_{0.05}$
エ ゴ ノ キ	$t = 0.901 < t_{0.05}$	$t = 0.037 < t_{0.05}$	$t = 0.362 < t_{0.05}$
ネ ム ノ キ	$t = 0.161 < t_{0.05}$	$t = 0.082 < t_{0.05}$	$t = 0.312 < t_{0.05}$

べるため、中林区および対照区3プロットの広葉樹について、5年後における胸高直径、樹高、材積の平均値を比較する。中林区の保残広葉樹は、除伐に当り1本立、2本立、3本立に整理したので、これらと対照区の広葉樹の4種に分け、胸高直径、樹高、単木材積の平均について分析を試みると、

$$\text{胸高直径} \quad F_0 = 2.897 < F_{0.05}$$

$$\text{樹 高} \quad F_0 = 1.371 < F_{0.05}$$

$$\text{材 積} \quad F_0 = 1.331 < F_{0.05}$$

となり、いずれも有意差は認められない。すなわち除伐して5年を経た広葉樹の大きさについては、除伐の有無、仕立本数による差異は見られなかった。

(8) アカマツの樹冠直径および枝下高

除伐後5年を経過した中林区とアカマツ純林区のアカマツにつき、枝下高について平均値の差の検定を行なうと

$$F_0 = 38.748^{**} > F_{0.01}$$

となり、中林区の枝下高はアカマツ純林区より著しく大である。また同様にして樹冠直径につき検定すれば、

$$F_0 = 20.600^{**} > F_{0.01}$$

であって枝張りも中林区のアカマツが大きいものと認められる。

3) 5年間の生長

次に除伐後5年間における各試験区の林木本数減少ならびに胸高直径、樹高、材積などの生長について比較検討を試みる。

(1) 林 木 本 数

各試験区および対照区におけるアカマツ、広葉樹の本数減少率は第151表のとおりである。

第 151 表 5 年間の本数減少率(%)

	薪炭林区(E)	中林区(A)	アカマツ 純林区(D)	対照区(R)
アカマツ	7.1	5.0	22.6	53.3
広葉樹	2.8	5.1	1.6	19.8
計	3.0	5.1	20.0	26.5

これによれば全く除伐しない対照区はアカマツ、広葉樹ともに減少率が高く、特にアカマツ本数は1/2以下に減少している。また薪炭林区および中林区はきわめて減少率が小さく、アカマツ純林区におけるアカマツの枯死数が多いことは注目すべきである。

(2) 胸高直径生長

各試験区の直径生長について分散均一性の検定を行なえば、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 3.444^* > F_{0.05}$$

$$\text{広葉樹} \quad F_0 = 0.190 < F_{0.05}$$

となり、アカマツは各試験区の分散が異なるが広葉樹の分散は等しい。次に平均値の差の検定を行なえば、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 17.099^{**} > F_{0.01}$$

$$\text{広葉樹} \quad F_0 = 12.941^{**} > F_{0.01}$$

となり、アカマツ、広葉樹ともに試験区間に高度の有意差が認められる。ゆえにE, A, D各試験区を組合わせて検定した結果

ア カ マ ツ	広 葉 樹
$F_{E \sim A} = 5.913^* > F_{0.05}$	$F_{E \sim A} = 6.918^* > F_{0.05}$
$F_{E \sim D} = 51.892^{**} > F_{0.01}$	$F_{E \sim D} = 6.829^* > F_{0.05}$
$F_{A \sim D} = 11.482^{**} > F_{0.01}$	$F_{A \sim D} = 24.357^{**} > F_{0.01}$

となり、試験区相互間に有意差が認められる。すなわち5年間の直径生長を見ると、アカマツは薪炭林区のものが最大であり、広葉樹はアカマツ純林区のものが最大であって、試験区間に差異があるものといえる。

(3) 樹高生長

各試験区のアカマツ、広葉樹に対し、5年間の樹高生長について平均値の差の検定を行なえば、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 1.107 < F_{0.05}$$

$$\text{広葉樹} \quad F_0 = 6.436^* > F_{0.05}$$

となり、アカマツについては試験区間に差が認められないが、広葉樹には有意差が見られる。ゆえに広葉樹について分散均一性の検定を行なうと、

$$F_0 = 0.189 < F_{0.05}$$

となり分散は等しいから、各試験区を組合わせて差の検定を行ない次の結果を得た。

$$F_{E \sim A} = 1.203 < F_{0.05}$$

$$F_{E \sim D} = 11.330^{**} > F_{0.01}$$

$$F_{A \sim D} = 6.413^* > F_{0.05}$$

すなわち広葉樹は、中林区と薪炭林区間には差が認められないが、アカマツ純林区のみは他の試験区に比較して広葉樹の樹高生長が大である。

(4) 単木材積生長

樹高生長の場合と同様に単木の材積生長について平均値の差の検定を行なうと、

$$\text{アカマツ} \quad F_0 = 12.323^{**} > F_{0.01}$$

$$\text{広葉樹} \quad F_0 = 2.205 < F_{0.05}$$

であって、アカマツについては試験区間に高度の有意差があり、広葉樹は差異が認められ

ない。ゆえにアカマツにつき、各試験区を組合わせて平均値の差の検定を行なえば、

$$F_{E \sim A} = 4.456^* > F_{0.05}$$

$$F_{E \sim D} = 25.349^{**} > F_{0.01}$$

$$F_{A \sim D} = 21.702^{**} > F_{0.01}$$

となり、アカマツの単木材積生長量は試験区ごとに異なるものと見られる。すなわち単木材積の5年間の生長量は、広葉樹には差異がないが、アカマツは薪炭林区が最も大きく、中林区、アカマツ純林区の順に小さくなっている。

(5) 林分材積生長

試験区ごとにアカマツと広葉樹をあわせた5年間の林分材積生長量について分散均一性の検定を試みると

$$F_0 = 0.857 < F_{0.05}$$

となり、分散は等しい。よって各試験区の差の検定を行なえば、

$$F_0 = 3.805^* > F_{0.05}$$

であって、試験区間に有意差が認められる。ゆえに各試験区を組合わせて平均値の差の検定を行ない、次の結果を得た。

$$F_{E \sim A} = 8.614^{**} > F_{0.01}$$

$$F_{E \sim D} = 1.050 < F_{0.05}$$

$$F_{A \sim D} = 2.584 < F_{0.05}$$

すなわち5年間の林分材積生長量は中林区と薪炭林区の間にのみ高度の有意差があり、中林区は薪炭林区より林分生長量が大である。

(6) 生長率

各試験区における林分材積生長率は中林区 42.34%，薪炭林区 38.25%，アカマツ純林区 35.81%，対照区 23.86%である。いま各試験区の生長率について平均値の差の検定を行なうと、

$$F_0 = 10.798^{**} > F_{0.01}$$

となり、試験区間に有意差が認められる。よって各試験区を組合わせて検定すれば、

$$F_{E \sim A} = 1.435 < F_{0.05}$$

$$F_{A \sim D} = 5.899^* > F_{0.05}$$

$$F_{E \sim D} = 0.413 < F_{0.05}$$

$$F_{A \sim R} = 14.075^* > F_{0.05}$$

$$F_{E \sim R} = 4.136 < F_{0.05}$$

$$F_{D \sim R} = 3.650 < F_{0.05}$$

となり、中林区の生長率はアカマツ純林区および対照区にくらべて大きい、その他の試験区相互間には有意差が見られない。

(7) 広葉樹の株当り本数別の生長

前項(7)に述べた中林区の1本立、2本立、3本立に除伐整理された広葉樹および対照区の広葉樹の4種に分け、5年間の直径生長、樹高生長、単木材積生長について平均値の差の検定を試み、次の結果を得た。

$$\text{胸高直径生長} \quad F_0 = 1.447 < F_{0.05}$$

$$\text{樹高生長} \quad F_0 = 1.084 < F_{0.05}$$

$$\text{単木材積生長} \quad F_0 = 4.195^* > F_{0.05}$$

すなわち直径生長、樹高生長については1本立、2本立、3本立、無処理による差異は見

られない。しかし単木材積生長には有意差が認められるから、対照区を除く3種の広葉樹について差の検定を試みると、

$$F_0 = 1.582 < F_{0.05}$$

となり、有意差は認められない。従って単木材積の生長についても中林区内の仕立本数による差異はなく、対照区の広葉樹との間に差異があるものと認められる。

4) 考 察

以上は中林型アカマツ林の除伐効果を実地に検討し、あわせてアカマツ純林もしくは広葉樹薪炭林に誘導した場合との比較を試みたもので、除伐5年後の林分構成および生長について分散分析したが、さらに除伐後1年ごとの林木本数および材積の変化、ならびに樹高、胸高直径、単木材積の生長状態を平均値によって示すと第133図のとおりである。次にこれらの測定結果および前記の分析について考察を試みよう。

(1) 樹 高

各試験区におけるアカマツの平均樹高は、設定当初より5年後にいたるまで大差はないが、第133図(1)に見られるごとく、除伐直後の1年間は樹高生長の停滞する傾向があり、特に林相破壊程度の強いアカマツ純林区（および薪炭林区）において顕著であった。5年後におけるアカマツの平均樹高は、アカマツ純林区が他に比してやや低い、これは除伐時に急激な広葉樹の除去を行なった影響、ならびにアカマツ相互間の競合開始による被圧衰勢木をも平均した関係と考えられる。しかしアカマツの平均樹高ならびに5年間の伸長について分析の結果は、各試験区間に有意差は認められない。

広葉樹の樹高は年によって平均値に多少の差が見られるが、中林区と薪炭林区はほぼ等しい値を示し、対照区の広葉樹はやや低い。しかし広葉樹についても樹高の平均値相互間には有意差は認められなかった。5年間の広葉樹伸長量についても中林区、薪炭林区の間には差異が認められないが、アカマツ純林区内に残された広葉樹の伸長は他の試験区より有意に大きい。これはアカマツ純林区設定の際にアカマツの生育しない疎開部に広葉樹を残したためと考えられる。

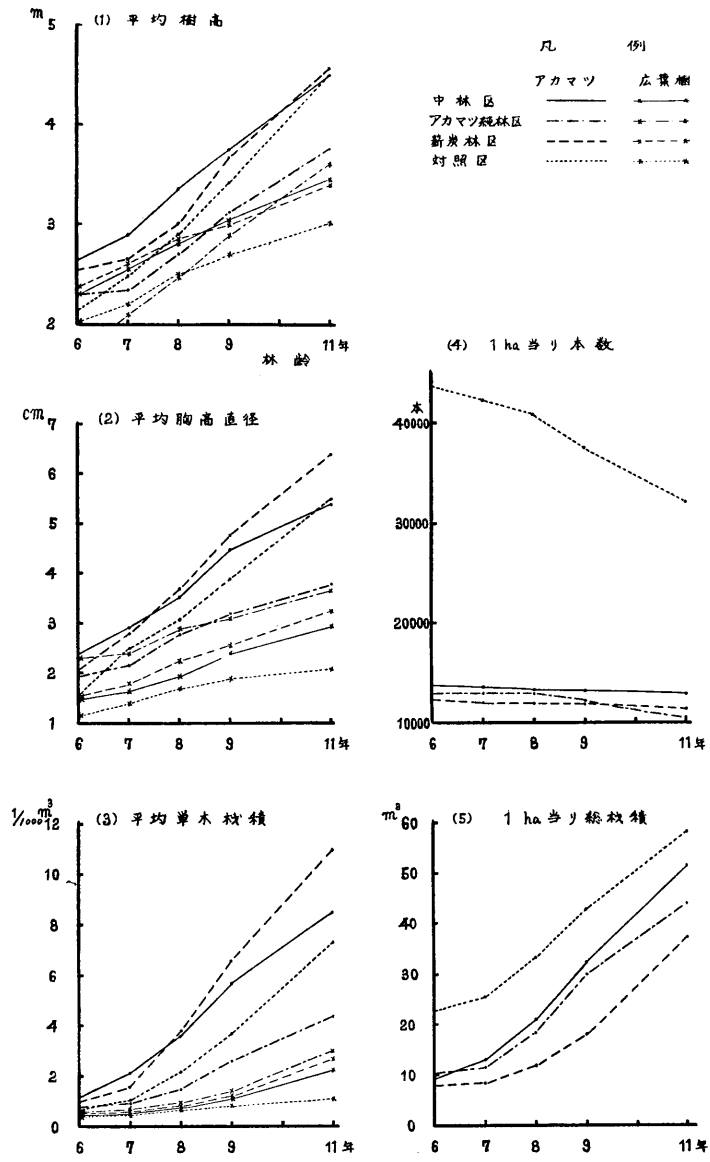
アカマツ、広葉樹の樹高が試験区によって差異を示さないことは、樹高が施業によって変化しないという従来の説を実証すると共に、各試験区の地位が等しいものといえよう。またこの林分におけるアカマツと広葉樹の上層林冠交替期を見ると、第133図(1)のごとく、林齢8年（除伐後2年）頃まではアカマツと広葉樹の平均樹高がほぼ等しいが、林齢9年頃から後はアカマツの平均高が大となり、明らかに上層林冠を形成して中林型林分となる。すなわち中林区内のアカマツと広葉樹について比較検定の結果は、6～8年生においては両者の樹高に有意差は見られないが、9年生、11年生においては顕著な差異をもってアカマツが大きくなっている。

(2) 胸 高 直 径

各試験区におけるアカマツの平均胸高直径について比較すると、除伐2年後までは有意差は認められないが、その後はアカマツ純林区と他の試験区との間に有意差を生じ、アカマツ純林区は著しく小さい。また除伐後5年間の直径生長を比較すると試験区相互間に有意差が認められ、薪炭林区に残されたアカマツが大きく、アカマツ純林区のものは小さい。

広葉樹の平均胸高直径について見ると中林区と薪炭林区はほぼ等しい値を示すが、保存

第 133 図 久留米除伐試験地の林分構成の変化



区では小さく、アカマツ純林区に残された広葉樹は大きい。この点は除伐後5年間の直径生長にも認められ、アカマツ純林区は他の試験区に比較して広葉樹の直径生長が有意に大きい。一般に直径生長は立木密度と反比例的關係にあるといわれ⁸⁰⁾、この試験地においても立木密度の最も高い対照区の直径生長が小さく、除伐した中林区が大きい。アカマツの平均直径は薪炭林区に残したものが最大で、逆に広葉樹はアカマツ純林区に残したものが最も大きいことは注目すべきである。すなわちアカマツ、広葉樹の混交する幼齢林を、除伐によっていずれかに偏した純林に誘導することが不合理であり、両者の混交する中林として保育することが適当であると推測される。

(3) 単木材積

アカマツと広葉樹に分けて平均1本当りの幹材積の変化を見ると第133図(3)のとおりである。すなわち除伐直後の1年間は材積生長が停滞する傾向が認められ、かつアカマツと広葉樹の差異は少ないが、その後はアカマツの材積生長が大きい。広葉樹との間に著しい差異を生ずるにいたる。このように除伐後の1年間に単木材積の生長量が小さいこと、特にアカマツ純林区および薪炭林区において顕著な停滞が見られることは、林相破壊による環境激変の影響と認められる。また除伐後5年経過した11年生におけるアカマツの平均単木材積について見ると、アカマツ純林区は中林区に比し著しく小さく、その間の単木材積生長量についても同じ傾向が認められる。しかし広葉樹の単木材積およびその生長量には、試験区間に有意差は認められない。

(4) 枝下高および枝張り

除伐当時におけるアカマツの平均枝下高および平均樹冠直径は、各試験区ともほとんど差異が見られないが、5年後においては中林区の枝下高の平均はアカマツ純林区より大となり、枝下高率（枝下高の樹高に対する比率）の平均は中林区71%に対して純林区は52%である。また平均樹冠直径は前者164cm、後137cmで中林区が有意に大きい。中林区のアカマツは除伐後に純林区より平均胸高直径および材積が大きくなっている。樹冠直径の胸高直径に対する倍率の平均から見れば中林区29倍、純林区34倍であり、中林区のアカマツは枝張りが比較的小さいと見なして差支えない。このようにアカマツ純林区に比し、中林区の枝下高率が高くかつ枝張り割合が小さいことは、中林区が優良形質養成上有利な条件にあるものと考えられる。その理由は種々推測し得るが、中林区のアカマツが耐陰性に富む枝葉密度の高い広葉樹と混交することが主要因子と考察される。すなわち除伐時に中林と純林の本数がほぼ等しい場合には、広葉樹と混ざる中林の鬱閉回復が純林より速く、しかも枝葉密度が高いため、側圧効果が大きいものと考えられるのである。

(5) 林分本数および材積

各試験区における除伐後の林分本数をha当りに換算して示したのが第133図(4)である。すなわち対照区を除く3試験区は設定当時より本数差が少ないが、中林区、薪炭林区はその後の本数減耗率がきわめて少ないのに対し、アカマツ純林区は除伐3年目頃より枯死木が多くなり、対照区について本数の減耗率が大きい。しかし除伐後5年を経過した11年生の林分は、3試験区ともha当り1万本以上の本数密度を保持して、適度に林地を鬱閉しているから、特に除伐率が強度に過ぎたとは考えられない。しかるに単位面積当りの林分材積は第133図(5)に見られるごとく、除伐の際に材積の1/2以上を伐採したため、5年

後にいたってもなお除伐しない対照区が最大である。アカマツ純林区、中林区、薪炭林区相互間の林分材積に有意差は認められないが、除伐後の材積は対照区について中林区が大きく、アカマツ純林区、薪炭林区の順に少ない値を示している。5年間の材積生長量は中林区は最大で、最小の薪炭林区との間には著しい差異が認められる。またその材積生長率を比較すると、中林区が最も大きく薪炭林区、アカマツ純林区の順に小さくなり、対照区が最小であるが、特に中林区の生長率がアカマツ純林区および対照区より有意に大きいことは注目すべきである。

(6) 広葉樹の生長

中林区の広葉樹除伐の際に、株当りの萌芽を整理して1本立、2本立、3本立に区分したが、5年後におけるそれぞれの平均直径、樹高、材積について比較検定の結果は、これらの各要素およびその生長量ともに有意差は認められなかった。しかしこれをアカマツと比較すれば、平均直径、樹高、単木材積ともに広葉樹は有意に小さい。また中林区と薪炭林区に共通して生育する広葉樹の各樹種について、平均直径、樹高、単木材積を比較検定したが、各樹種ともに両試験区間の差異は認められなかった。従って中林区と薪炭林区の広葉樹は、林齢11年では各樹種とも同一の生長状態にあるものと考えられる。

以上各項にわたり、除伐期にある幼齢林を中林として施業する場合と、アカマツ純林もしくは薪炭林に誘導して施業する場合に区分して比較考察を試みた。その最終的成果は今後にまつほかないが、除伐後5年間の成績は中林に優れた特徴を認めるものである。すなわちこの試験地は、中林型アカマツ林のうちでは地位の劣る個所であるから、薪炭林とした場合に多くの材積生長量を期待できないことは首肯し得るが、アカマツ純林とした場合にも中林型の混交林にくらべて生育状態は著しく劣るから、中林型アカマツ林として育成することが適当といえよう。

V 間 伐 試 験

アカマツ林の間伐開始期は普通20～25年頃といわれているが⁶⁾⁹⁴⁾、前述のごとく中林型アカマツ林においても林齢20年前後を下木の伐期として広葉樹を皆伐し、同時に上木アカマツを適正な疎密度に残して間伐するものであるから、間伐開始期をこの時期にすることはアカマツの取扱上からも適当と考えられる。すなわち中林型アカマツ林のアカマツに対する形質生長養成期は第1回目の下木皆伐期までの期間にあたり、それ以後においてもアカマツを強度に間伐して肥大生長を促進せしめるものである。一般のアカマツ林施業においては初回の間伐を弱度にし、間伐を繰返すことによって徐々に林冠を疎開するのが理想とせられている。しかるに中林型アカマツ林においては、常に下木として広葉樹が生育している関係から作業上間伐時期に制限があり、下木再生産の点からも強度の間伐を必要とする。従ってこの種の間伐が残存上木に与える影響を検討することを重要と考え、広島、福岡両試験地区域において、林齢の異なる多数の林分に伐採率の異なる間伐を実施すると共に、その一部について間伐後の生育状態を測定した。これらの結果を総合して見ると、アカマツは各林齢のものを通じて間伐の強弱にかかわらず、ほとんど風雪害、皮焼その他の被害が認められない。また伐採率の大小にかかわらず間伐直後の1～2年間は単木生長をやや減退せしめるが、その後は生長を恢復して強度間伐の場合ほど肥大生長が大きいこ

とを確かめた。次に上木アカマツに対する間伐度の大小と爾後の生長について間伐試験の結果を述べよう。

i 間伐開始期林分の間伐試験

1) 測 定

広島試験地域内にある中林型アカマツ林のA林型より、下木伐期直前の林分3個所をアカマツの間伐開始林分として試験地を選んだ。試験地1は山腹下部の東面緩斜地にある林齢18年の優良林分である。面積0.4ha(100×40m)であって、これを並列する0.1ha(25×40m)の4試験区に分けた。試験地2は山腹下部の北西面緩斜地にある林齢21年の林分であって、地位は前者よりやや劣るが、下層には薪炭材として比較的良質の広葉樹が密立している。試験地区域の地況林況が同一であることを条件とする関係から面積0.3ha(75×40m)とし、これを並列する0.1ha(25×40m)の3試験区に区劃した。試験地3は西面山腹の中斜地にある林齢24年の林分で、地位は前者よりさらに劣る。面積0.4ha(80×50m)とし、これを並列する0.1ha(20×50m)の4試験区に分けた。

各試験地とも下木を皆伐した後、アカマツのみについて樹冠投影図を描き、試験区ごとに胸高直径5cm以上のものを毎木調査した。試験地内の各試験区は、上木アカマツの間伐後における疎密度を次の基準によって分ける計画の下に、それぞれの基準に従って間伐木を選定することとした。

- (0) 試験区：対照区として間伐しないまま保存するもの
- (I) 試験区：上木の少ない中林 B_I林型となることを期待するもの
- (II) 試験区：上木の中庸な中林 B_{II}林型となることを期待するもの
- (III) 試験区：上木の多い中林 B_{III}林型となることを期待するもの

間伐については保残されるアカマツの配置、形質、樹冠状態などを考慮して良質優勢木を残す方針とし、間伐後に樹高直径、本数、材積、疎密度などを測定した。

その後十年(試験地2は11年)を経過して第2回目の毎木調査を行ない、その期間における林分構成要素の変化を調べた。なお各試験地の設定年はそれぞれ1937年、1938年、1939年で、第2回目の測定は1947年、1948年、1949年である。

以上による各試験地の試験区別測定結果をとりまとめると第152表のとおりである。

2) 考 察

上記3試験地の測定結果より、中林型アカマツ林の第1回目の下木皆伐期における間伐成績を検討しよう。

この試験では間伐後のアカマツ疎密度を規整して、各試験地ともに(I),(II),(III)試験区の疎密度をほぼ30%, 50%, 70%にしたので、間伐率は試験地によって幾分差異がある。しかし間伐本数率は57~79%, 間伐材積率は30~68%であって、初回の間伐としてはきわめて強度の間伐であるところに特徴がある。間伐前の林分構成は、各試験地ともに試験区間のアカマツにはほとんど差異が認められなかったので、第2回目測定時の差異は間伐の違いによる変化と見て差支えあるまい。

(1) 平均樹高

間伐の違いによる林分構成の変化を明らかにするため、試験地ごとの各試験区につき、間伐時と第2回目測定時の平均樹高を比較したのが第134図(1)~(2)である。

第 152 表 間伐試験結果の総括

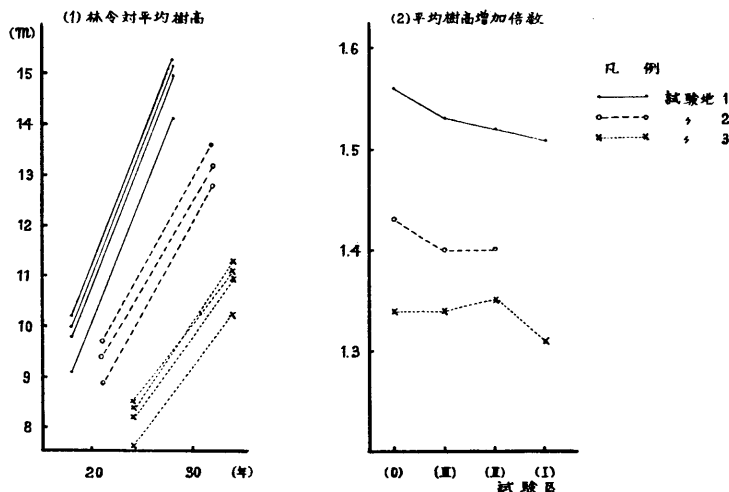
試 験 地	間伐開始期 林齢	第2回目測定までの経過年数	間伐率		間伐前			間伐直後				第2回目測定時				材積連年生長量	間伐材を含めた定期材積生長量
			本数	材積	平均直径	本数	材積	平均直径	本数	材積	疎密度	平均直径	本数	材積	疎密度		
1	年	年	%	%	cm	本	m ³	cm	本	m ³	%	cm	本	m ³	%	m ³	m ³
(0)	18	10	—	—	7.8	508	10.54	—	—	—	—	11.5	289	19.36	98	0.882	8.82
(Ⅰ)	18	10	79	68	8.0	457	11.02	9.5	97	4.08	31	15.7	94	12.41	49	0.908	16.27
(Ⅱ)	18	10	71	58	7.9	484	10.01	9.1	139	4.76	49	14.6	131	14.80	71	1.055	16.31
(Ⅲ)	18	10	64	50	8.0	512	10.99	8.9	186	5.48	68	13.4	171	15.98	86	1.050	16.01
2	21	11	—	—	7.6	483	9.15	—	—	—	—	10.9	318	17.26	104	0.737	8.11
(Ⅱ)	21	11	70	57	7.7	532	10.28	8.8	157	4.37	51	13.9	153	14.13	67	0.887	15.67
(Ⅲ)	21	11	59	49	7.8	499	9.85	8.4	204	4.98	71	13.1	193	15.32	84	0.940	15.21
3	24	10	—	—	7.3	526	8.16	—	—	—	—	10.1	366	13.98	101	0.582	5.82
(Ⅰ)	24	10	73	50	7.2	497	7.71	9.4	136	3.89	29	13.4	128	9.26	45	0.537	9.19
(Ⅱ)	24	10	73	47	7.2	578	8.77	9.3	158	4.65	47	12.6	156	10.16	62	0.551	9.63
(Ⅲ)	24	10	57	30	7.4	541	8.40	8.6	232	5.88	66	11.9	217	12.14	79	0.626	8.78

(註)(1) 各試験地とも(0)区を保存区とし、(I)、(II)、(III)区はそれぞれ上木の疎、中、密なる中林とする。

(2) 地位は前章の収穫表から判定して試験地1,2,3はそれぞれ地位I,II,III等地に相当する。

(3) 各試験地の試験区面積はすべて0.1haである。

第 134 図 平均樹高の変化

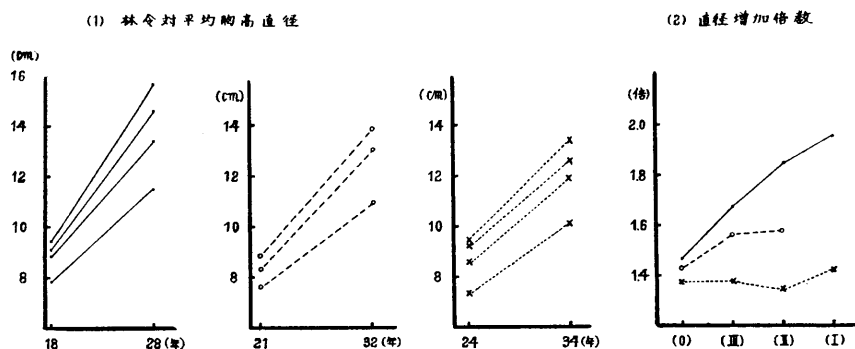


同図(1)は平均樹高の林齢増加にともなう変化を直線で結んで示したもので、試験地による樹高差の顕著なことは地位差を示すものである。しかし同一試験地の各試験区間にはわずかな差異が認められるにすぎない。この少差は主として残存本数の多少にもとづくものと考えられ、各試験地ともに本数密度の最も大きい保存区の平均樹高の低いことはこれを実証するものである。また同図(2)は試験地ごとの各試験区における間伐時の平均樹高で第2回目測定の前平均樹高を割って求めた倍数を示したもので、間伐差による平均樹高の増大した割合にはほとんど差が認められず、試験地1, 2, 3はそれぞれ約1.5倍, 1.4倍, 1.3倍に樹高が大きくなっている。

(2) 平均胸高直径

平均樹高の場合と同様に平均胸高直径の変化を示したのが第135図(1)～(2)である。

第135図 平均胸高直径の変化



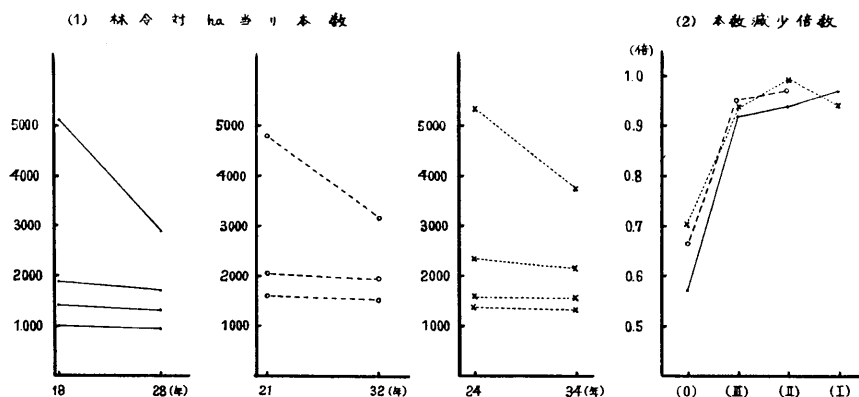
この図(1)によると各試験区間の平均直径はすでに間伐当時よりわずかの差があるが、この差異は10年後において顕著となり、疎開した林分ほど肥大生長の大きいことを示している。間伐直後における差異は、間伐率の高い試験区ほど小径級のものが多く伐採されたことに起因するもので、同じような径級分配の林分を間伐によって異なる本数密度にするために生じたものである。しかるに10年後における平均直径の差異はきわめて大きく、本数密度と逆比例的関係にある。このことは一般的に認められるところであるが、壮齢期に移行する密生林分を相当強度に疎開した場合にも、疎密度が小なるほど肥大生長に有効であることはアカマツ林の間伐上重要である。また同図(2)は、各試験区における間伐当初の平均直径で、10年後の平均直径を割った数値を示したものであるが、これによると間伐差による平均直径の増大割合は著しく異なる。すなわち疎密度の小なる試験区ほど単木肥大生長が大きいものと認められ、特に地位のよい林分において顕著である。

(3) 本数および疎密度

前者と同様の方法により、アカマツのha当り本数の変化を示したのが第136図(1)～(2)である。

同図(1)に見られるように、各試験地の試験区別本数はおおむね間伐時の疎密度と比例的であるが、その後10年間の本数減少はいずれもきわめて僅少であり、保存区ではha当り1560～2190本の枯死が見られたにかかわらず、間伐区では伐採率の多少を問わず枯死、風害その他の被害木はわずかであった。この関係を試験地間で比較するため、各試験区にお

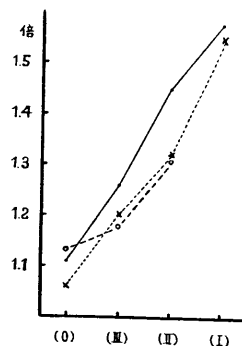
第 136 図 本 数 の 変 化



ける間伐当初の本数で 10 年後の本数を割った数値を示すと同図 (2) のとおりで、これによっても本数減少が保存区で大きく間伐区では小さいこと、および各間伐区間には伐採率の差異による本数減少率に一定の傾向がないことが明らかである。すなわち間伐開始期のアカマツは、強度に間伐しても爾後の損耗は少ないものと考えられる。

いま本数密度と最も関係の深い疎密度について見ると、保存区の疎密度は 10 年経過後にわずか大となっているにすぎないが、各間伐区は間伐後の樹冠発達が目立ち、第 2 回測定時には相当の回復を示している。第 137 図は間伐直後の疎密度を以て第 2 回測定時の疎密度を割った倍数をあらわしたものであるが、各試験地ともに疎密度増加が著しく、特に強度に疎開した試験区ほど疎密度の増加割合が大きい傾向が認められる。すなわち間伐によって強度に疎開した場合には樹冠の発達を促し、これにともなって肥大生長が促進されるものと認められる。

第 137 図 疎密度の増加倍数



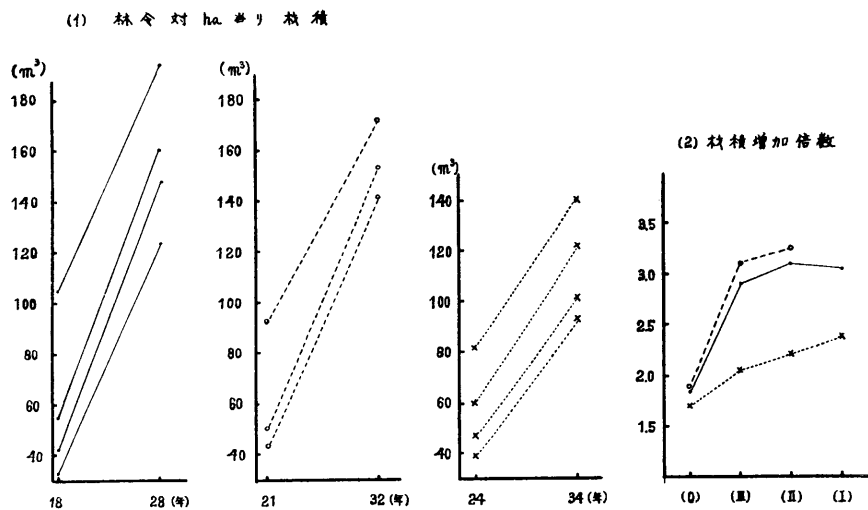
(4) 材積および生長量

前者と同様に、ha 当りの林木材積の変化を示したのが第 138 図 (1)~(2) である。

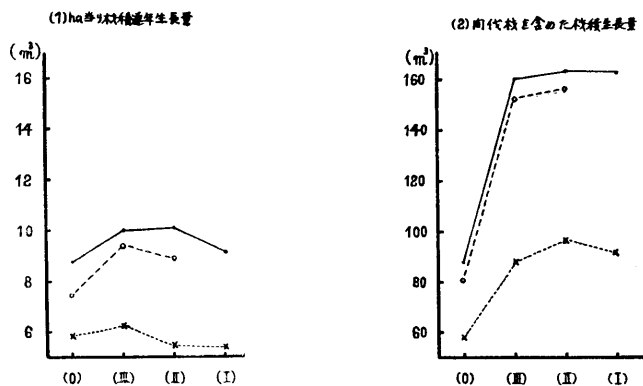
この図の(1)に見られるごとく、材積は試験地によって異なるのみでなく、試験区間においても間伐当初より差異が認められ、疎密度の小なる試験区ほど林木材積は少ない。しかし間伐後の材積増加倍数を見ると同図(2)のごとく、林分材積の増加する割合は間伐率の高いものほど大きい傾向が認められる。

このように林分材積の増加割合は保存区が最も小さく、間伐区では疎開の強いほど大きい傾向があるが、その生長量は多少異なるものである。第 139 図(1) は各試験区の ha 当り材積連年生長量を試験地ごとに示したもので、これによると上木の多い中林に仕立てた (III) 試験区の連年生長量が最も大きく、上木の少ない中林に仕立てた (I) 試験区および

第 138 図 材 積 の 変 化



第 139 図 材 積 生 長 量



保存区は小さい。しかし各間伐区において、間伐後第2回測定時までの生長量に、間伐した材積を加えてその期間の生長量と見なすときは、同図(2)に示すごとく間伐区は保存区にくらべて著しく大きい数量となり、特に上木の中庸な中林に仕立てた試験区が大きい。近年林分の総収穫量は間伐の有無と関係がなく、おおむね一定であるとの説があるが、この試験結果のみから推測すれば、少なくともアカマツ林の間伐開始期における間伐は、その収穫量に好影響をおよぼすものと認められる。しかしこの試験では枯損木その他の被害木を考慮に入れていないので、これらを収穫物に加えた場合については明らかでない。

ii 下木の第2回目皆伐期における上木間伐の試験

前記の間伐試験は、下木の第1回目皆伐期におけるアカマツの間伐について検討したものであるが、次には下木の第2回目皆伐期に上木を間伐した場合の試験成績について述べることにする。

1) 測 定

福岡試験地の中林作業級内に設定した中林作業法第1試験地(第58図)のうち、中林区1ha(100×100m)は100m²(10×10m)の100プロットに細分されている。1ha内の間伐前における林分構成は上木アカマツの年齢35～37年、平均樹高11.4m、平均胸高直径19.4cm、材積229.3m³、平均疎密度81%、下木広葉樹は34種からなり、年齢18年、胸高直径4cm以上の本数5174本、材積21.9m³であって、下木の第2回目皆伐期に相当する上木の多い中林型アカマツ林であった³⁰⁾。1953年1～2月に下木を皆伐すると共に上木アカマツは間伐によって本数密度を変え、100m²プロットの残存立木本数を3本、4本、5本、7本に分けることによって、それぞれ3本区、4本区、5本区、7本区となし、上木アカマツの生長を毎年測定した。各試験区は3本区15プロット、4本区30プロット、5本区15プロット、7本区40プロットであるが、伐採前における上木本数および材積について試験区間の差の検定を行なった結果有意差が認められたので、同一立地条件にある試験区を比較するため、第58図に太線で示すごとく4本区15プロット、7本区25プロットを除き、各試験区とも15プロットについて間伐後6年間の成果を調べることとした。試験地設定当初の各試験区15プロットについて、間伐前後の本数、材積、疎密度および間伐率を示せば第153表のとおりである。

第153表 各試験区における間伐量

試験区	面 積	間 伐 前			間 伐 後			間 伐 率	
		本 数	材 積	疎密度	本 数	材 積	疎密度	本 数	材 積
	ha		m ²	%		m ³	%	%	%
3本区	0.15	193	41.68	74	47	14.03	32	76	66
4本区	0.15	223	37.65	88	61	14.19	38	73	62
5本区	0.15	214	35.53	81	74	16.50	44	65	54
7本区	0.15	221	43.19	80	104	27.65	60	53	36

また1953年の間伐直後と6年経過した1959年の各プロットにおける本数、平均胸高直径、平均単木幹材積、林分材積を示したのが第154表(1)～(4)である。

第154表(1)に見られるごとく、比較すべき試験区の各プロットにおいて6年間に4本の風倒木を生じた。ゆえに同表(2)～(4)ではこれらの被害木を除き、3本区47本、4本区61本、5本区72本、7本区105本について間伐後の生長状態を比較した。

2) 分 析

(1) 胸 高 直 径

第154表(2)に示す各15プロットの試験区につき、胸高直径の有意差検定を行なうため、まず分散均一性の検定を試みたところ

$$F_0 = 0.781 < F_{0.05}$$

となり、等分散と認められる。ゆえに平均値の差を見るため分散分析を行なえば、

$$F_0 = 6.251^{**} > F_{0.01}$$

であって試験区間に高度の有意差が認められる。よって試験区を組合わせて平均値の差の検定を行なえば、第155表のごとく3本区のみが他の各試験区との間に有意差が認められる。

第 154 表 試験地のプロット別アカマツの構成

(1) プロット別アカマツの本数

行 \ 列	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
10	2 2	7 7	4 4	5 5	5 5	4 4	3 3	2 2	4 4	2 2
9	7 7	1 0	3 3	3 3	5 5	4 4	4 4	2 2	3 3	4 4
8	7 7	7 7	3 3	5 5	1 1	4 4	4 4	4 4	3 3	4 4
7	7 7	7 7	2 2	4 4	4 4	4 4	4 3	4 4	3 3	2 2
6	7 7	7 7	2 2	0 0	3 3	4 4	4 4	3 3	4 4	3 3
5	7 7	7 7	1 1	3 3	4 3	6 6	5 4	4 4	4 4	4 4
4	7 7	7 7	6 6	2 2	6 6	4 4	5 5	4 4	4 4	4 4
3	7 7	7 6	4 4	4 4	5 5	5 5	5 5	4 4	4 4	5 5
2	7 7	7 7	5 5	3 2	5 5	5 5	4 4	5 5	3 3	3 3
1	8 8	7 7	0 0	4 4	5 5	5 4	6 6	5 5	4 4	4 4

(註) 上段は 1953 年, 下段は 1959 年測定の数値で点線内のプロットのみについて比較する。以下同じ。

(2) プロット別アカマツ平均胸高直径 (cm)

行 \ 列	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
10	24.7 26.5	22.5 25.2	25.3 28.6	21.3 23.7	23.1 26.5	27.2 29.6	19.8 22.3	29.5 33.7	27.1 30.3	33.9 36.5
9	20.8 22.4	0 0	28.0 30.9	22.1 25.5	23.6 26.3	23.6 25.5	24.9 29.3	24.5 26.8	25.9 29.5	24.7 28.0
8	21.5 23.9	24.7 27.3	23.3 25.6	24.2 26.5	22.8 26.2	22.2 26.0	24.6 28.1	21.5 25.3	23.4 27.1	22.0 26.7
7	19.9 23.3	26.7 29.2	19.8 21.4	23.8 26.5	31.0 34.5	27.3 30.2	24.2 27.3	19.5 24.5	20.0 24.3	25.2 28.9
6	23.0 24.9	24.1 26.6	31.9 36.0	0 0	29.0 30.8	28.2 32.4	22.7 26.2	21.0 24.7	20.3 24.6	25.4 29.5
5	18.1 19.9	24.2 26.7	27.0 31.0	28.5 30.8	24.9 27.1	25.5 29.0	22.4 24.8	20.3 23.6	19.6 23.5	26.8 29.5
4	20.0 22.2	22.1 24.3	24.4 26.9	26.8 29.5	25.4 28.9	23.4 25.2	19.2 21.7	15.9 19.5	18.3 22.0	22.1 25.2
3	19.6 22.4	18.5 20.6	27.0 29.8	24.9 26.0	23.4 26.7	19.6 22.3	20.2 24.4	18.6 22.7	20.3 23.7	23.7 27.3
2	19.7 21.6	21.2 23.2	23.6 26.5	27.6 30.7	22.8 25.4	17.0 20.4	22.6 25.0	19.8 24.3	21.2 25.3	23.9 25.8
1	22.3 24.4	25.1 27.5	0 0	22.4 25.3	19.1 21.6	16.7 19.6	19.1 21.5	20.0 23.4	24.0 26.1	23.7 27.0

(3) プロット別アカマツ平均単木材積 (m³)

列 行	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
10	0.305 0.367	0.253 0.337	0.344 0.459	0.225 0.296	0.280 0.395	0.338 0.430	0.212 0.295	0.409 0.571	0.353 0.466	0.555 0.696
9	0.224 0.285	0 0	0.413 0.541	0.241 0.339	0.289 0.376	0.245 0.302	0.318 0.464	0.310 0.383	0.343 0.467	0.308 0.422
8	0.228 0.311	0.326 0.415	0.263 0.348	0.283 0.359	0.260 0.350	0.231 0.321	0.284 0.392	0.242 0.333	0.296 0.405	0.252 0.385
7	0.181 0.265	0.355 0.453	0.207 0.257	0.286 0.370	0.493 0.642	0.351 0.451	0.288 0.397	0.202 0.325	0.202 0.311	0.333 0.449
6	0.278 0.341	0.292 0.377	0.540 0.731	0 0	0.419 0.508	0.373 0.528	0.253 0.354	0.216 0.311	0.212 0.314	0.335 0.467
5	0.176 0.224	0.272 0.357	0.375 0.518	0.442 0.544	0.324 0.411	0.308 0.417	0.235 0.310	0.204 0.289	0.185 0.275	0.331 0.436
4	0.208 0.268	0.248 0.318	0.312 0.402	0.379 0.511	0.307 0.415	0.272 0.330	0.203 0.273	0.129 0.202	0.171 0.261	0.257 0.345
3	0.177 0.243	0.202 0.264	0.385 0.503	0.295 0.347	0.267 0.374	0.181 0.244	0.202 0.311	0.169 0.264	0.198 0.286	0.289 0.407
2	0.231 0.294	0.229 0.293	0.300 0.406	0.301 0.472	0.268 0.351	0.142 0.213	0.252 0.329	0.199 0.314	0.215 0.318	0.304 0.382
1	0.318 0.400	0.372 0.471	0 0	0.256 0.345	0.183 0.247	0.134 0.195	0.190 0.251	0.201 0.280	0.283 0.355	0.271 0.376

(4) プロット別アカマツ材積 (m³)

列 行	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
10	0.610 0.735	1.770 2.361	1.377 1.835	1.127 1.478	1.398 1.974	1.351 1.719	0.635 0.884	0.818 1.142	1.410 1.862	1.110 1.391
9	1.570 1.998	0 0	1.240 1.624	0.722 1.018	1.445 1.879	0.978 1.208	1.272 1.856	0.619 0.765	1.029 1.402	1.233 1.686
8	1.597 2.174	2.281 2.907	0.789 1.044	1.415 1.794	0.260 0.350	0.922 1.285	1.137 1.568	0.966 1.330	0.887 1.216	1.009 1.538
7	1.270 1.857	2.482 3.174	0.414 0.513	1.142 1.478	1.973 2.567	1.403 1.802	0.865 1.190	0.807 1.301	0.607 0.934	0.666 0.898
6	1.946 2.384	2.043 2.640	1.080 1.462	0 0	1.257 1.523	1.491 2.112	1.012 1.416	0.647 0.933	0.849 1.255	1.005 1.402
5	1.234 1.571	1.907 2.501	0.375 0.518	1.327 1.631	0.972 1.234	1.849 2.504	0.941 1.240	0.815 1.156	0.741 1.101	1.324 1.745
4	1.459 1.878	1.733 2.224	1.874 2.412	0.757 1.021	1.842 2.492	1.087 1.318	1.013 1.367	0.515 0.808	0.683 1.043	1.029 1.381
3	1.237 1.701	1.416 1.845	1.540 2.010	1.180 1.386	1.334 1.870	0.907 1.222	1.011 1.556	0.675 1.054	0.791 1.142	1.447 2.036
2	1.614 2.056	1.604 2.051	1.502 2.030	0.602 0.943	1.341 1.756	0.710 1.065	1.006 1.315	0.993 1.570	0.644 0.954	0.911 1.147
1	2.541 3.199	2.604 3.299	0 0	1.024 1.378	0.915 1.233	0.536 0.781	1.137 1.507	1.003 1.402	1.132 1.419	1.084 1.502

第 155 表 胸高直径平均値の差の検定

試 験 区	3 本 区	4 本 区	5 本 区
4 本 区	$F_0=9.655^{**} > F_{0.01}$		
5 本 区	$F_0=10.136^{**} > F_{0.01}$	$F_0=0.125 < F_{0.05}$	
7 本 区	$F_0=12.307^{**} > F_{0.01}$	$F_0=0.344 < F_{0.05}$	$F_0=0.035 < F_{0.05}$

すなわち 3 本区の胸高直径は他の各試験区に比し著しく大きく、他の試験区相互間には直径の平均に差がないといえる。しかし間伐当初の胸高直径についても、有意差検定の結果は同様であるから、この差異は間伐率に起因して生じたものと考えられる。

次に 6 年間の直径生長について分散分析を行なえば、

$$F_0 = 6.251^{**} > F_{0.01}$$

となり、試験区間に高度の有意差が認められる。ゆえに各試験地相互間について直径生長平均値の差の検定を行なえば、第 156 表のごとく 3 本区と 4 本区間のみに有意差が見られず、他の各試験区の組合わせについてはいずれも有意差が認められる。

第 156 表 胸高直径生長量の差の検定

試 験 区	3 本 区	4 本 区	5 本 区
4 本 区	$F_0=2.204 < F_{0.05}$		
5 本 区	$F_0=14.613^{**} > F_{0.01}$	$F_0=5.161^* > F_{0.05}$	
7 本 区	$F_0=48.081^{**} > F_{0.01}$	$F_0=22.997^{**} > F_{0.01}$	$F_0=4.642^* > F_{0.05}$

以上の分析結果により 6 年間の直径生長を比較すれば、本数密度の低い 3 本区、4 本区は肥大生長が大きく、5 本区、7 本区と本数密度が高くなるにつれて直径生長は有意に小さくなっている。

(2) 単 木 材 積

前記第 154 表 (3) に示した各試験区 15 プロットごとの平均 1 本当り幹材積につき、分散分析を行なえば

$$F_0 = 5.957^{**} > F_{0.01}$$

となり、試験区間に高度の有意差が認められる。ゆえに各試験区相互間について平均値の差の検定を行なった結果、第 157 表のごとく 3 本区と他の各試験区の間に著しい差が認められる。従って間伐後 6 年を経過した上木の平均単木材積は、3 本区が他の各試験区より大きく、4 本区、5 本区、7 本区相互間には有意差がないものと考えられる。

第 157 表 単木材積平均値の差の検定

試 験 区	3 本 区	4 本 区	5 本 区
4 本 区	$F_0=14.242^{**} > F_{0.01}$		
5 本 区	$F_0=10.608^{**} > F_{0.01}$	$F_0=0.102 < F_{0.05}$	
7 本 区	$F_0=7.963^{**} > F_{0.01}$	$F_0=0.056 < F_{0.05}$	$F_0=0.272 < F_{0.05}$

次に間伐後6年間の単木材積平均値の変化を比較するため、単木材積の定期生長量につき分散分析を行なえば

$$F_0 = 15.944^{**} > F_{0.01}$$

となり、試験区間に顕著な差異が見られる。ゆえに各試験区相互間について平均値の差の検定を行なえば、第158表のごとく3本区と他の各試験区ならびに4本区と7本区の間に高度の有意差が認められる。従って単木材積の生長量は3本区が最も大きく、ついで4本区の順となり、5本区、7本区は小さいものといえよう。

第158表 単木材積生長量の差の検定

試験区	3本区	4本区	5本区
4本区	$F_0 = 12.272^{**} > F_{0.01}$		
5本区	$F_0 = 22.625^{**} > F_{0.01}$	$F_0 = 3.754 < F_{0.05}$	
7本区	$F_0 = 37.802^{**} > F_{0.01}$	$F_0 = 11.422^{**} > F_{0.01}$	$F_0 = 0.930 < F_{0.05}$

(3) 林分材積

前記第154表(4)に示した各試験区15プロットごとのアカマツ材積につき分散分析を行なえば、

$$F_0 = 19.009^{**} > F_{0.01}$$

となり、試験区間に高度の有意差が認められる。ゆえに各試験区相互間について平均値の差の検定を行なえば、第159表のごとく7本区と他の各試験区の間に著しい差異が認められる。すなわち単位面積当りの材積は、立木本数の多い7本区が他の各試験区より大きい。

第159表 林分材積平均値の差の検定

試験区	3本区	4本区	5本区
4本区	$F_0 = 0.055 < F_{0.05}$		
5本区	$F_0 = 2.329 < F_{0.05}$	$F_0 = 1.766 < F_{0.05}$	
7本区	$F_0 = 39.834^{**} < F_{0.01}$	$F_0 = 36.522^{**} > F_{0.01}$	$F_0 = 17.937^{**} > F_{0.01}$

次に各試験区における6年間の林分材積生長量を比較するため、試験区間の分散分析を行なえば

$$F_0 = 6.552^{**} > F_{0.01}$$

となり、高度の有意差が認められる。ゆえに各試験区相互間について平均値の差の検定を行なえば、第160表のごとく7本区と他の各試験区間に有意差が認められる。従って林分

第160表 林分材積生長量の平均値の差の検定

試験区	3本区	4本区	5本区
4本区	$F_0 = 1.097 < F_{0.05}$		
5本区	$F_0 = 1.309 < F_{0.05}$	$F_0 = 0.087 < F_{0.05}$	
7本区	$F_0 = 22.471^{**} > F_{0.01}$	$F_0 = 14.667^{**} > F_{0.01}$	$F_0 = 8.670^{**} > F_{0.01}$

材積と同様に、その定期生長量においても立木本数の多い7本区が他の各試験区より大きいものといえる。しかし3本区、4本区、5本区の間には材積生長量に差異が認められない。

3) 考 察

以上は下木の第2回目皆伐期における上木アカマツの、間伐後6年間の経過について測定結果の分析を試みたものである。いま各試験区の上木構成数値を1ha当りに換算して示せば第161表のとおりである。

第161表 各試験区の総括

試験区	平均直径 cm		6 年間の 直径 生長 cm	6 年間の 単木 材積生 長 m³	1 ha 当 り					
	1953年	1959年			本数	林分材積 m³		林分材積 生長量 m³		材 積 生長率 %
						1953年	1959年	平 均	連 年	
3 本区	23.68	27.53	3.85	0.115	313	91.08	127.03	3.025	5.992	5.70
4 本区	21.16	24.58	3.42	0.093	407	91.91	129.73	3.089	6.303	5.91
5 本区	21.42	24.29	2.87	0.081	480	110.67	149.73	3.565	6.510	5.17
7 本区	21.94	24.27	2.33	0.075	700	177.91	230.36	5.485	8.741	4.40

次に間伐試験結果を要約して考察しよう。

(1) 本 数

この試験地は設定当時の林齢が上木37年、下木18年の上木の多い中林型アカマツ林で、これに強度の間伐を行なうことにより1ha当りの上木本数を300本、400本、500本、700本の4試験区に分け、間伐後6年間に於ける生長を検討したものである。間伐直後における1ha内の総本数は433本であったが、その後2年目の風害によって7本を減少した。その内訳は7本区、5本区で各3本、4本区で1本の風害を生じたもので、最も強度に間伐した3本区には全く被害が見られなかった。この種の長期試験には、しばしば不測の災害を生じ易いため、当初の目的を完全に達成することは困難である。この測定結果のとりまとめについては、風害木が最初から残存されなかったものとして、各試験区とも立地条件の類似する15プロットずつを選び、被害木を除いたアカマツについて間伐後6年間の生長量を比較したものである。

(2) 胸 高 直 径

各試験区における平均胸高直径は6年間を通じて

$$(3\text{本区}) > (7\text{本区}) > (4\text{本区}) > (5\text{本区})$$

の順であって、3本区のみ有意差が認められた。これは3本区の立木本数が間伐前よりやや少なかったことと、間伐率が大きかったために残存木の平均直径が他の試験区より大きくなったことによるものと認められる。しかし7本区は、間伐率が最も小さかったにもかかわらず平均直径がやや大きいことは地位差と見るほかあるまい。

間伐後6年間の平均直径生長は

$$(3\text{本区}) > (4\text{本区}) > (5\text{本区}) > (7\text{本区})$$

であって、本数に反比例して肥大生長することを示すものである。間伐直後の1年間は各試験区とも間伐の影響によって肥大生長の停滞が認められたが、2年目からは生長が旺盛となり、特に3本区、4本区の直径生長が大となった。5年目までは7本区の直径生長の

みが有意に小さい値を示したが、6年後には3本区と4本区間に有意差がないほか、これらと5本区、5本区と7本区の間にも有意差を認めるにいたった。従って7本区程度の間伐では肥大生長促進の効果が少なく、単木の肥大生長と下木再生産を期待する施業法としては、さらに間伐を強度にして林冠を疎開することが必要と認められる。

(3) 単木材積

間伐直後の平均1本当り幹材積は

$$(3\text{本区}) > (7\text{本区}) > (5\text{本区}) > (4\text{本区})$$

の順であったが、4年後からは4本区が5本区より大きくなり、3本区のみが他の各試験区より有意に大きい数値を示すにいたった。また6年間の平均1本当り材積生長量は

$$(3\text{本区}) > (4\text{本区}) > (5\text{本区}) > (7\text{本区})$$

の順となり、3本区の単木生長量は7本区の1.5倍以上となっている。これによってもアカマツは強度の疎開により、きわめてよく受光生長をするものといえることができる。

(4) 林分材積

以上のごとき単木の肥大生長が見られるにもかかわらず、林分材積としては

$$(7\text{本区}) > (5\text{本区}) > (4\text{本区}) > (3\text{本区})$$

の順であって、7本区は他の各試験区より有意に大きい。この点は6年間の生長量においても同様であって、立木本数が多いほど材積およびその生長量は大きいものと認められる。しかし3本区、4本区、5本区の相互間に有意差のないことは、林齢40年程度のアカマツ林においても疎開による肥大生長の必要性を示すものといえよう。すなわち各試験区におけるha当りの材積連年生長量は $6.0 \sim 8.7\text{m}^3$ であって、いずれも旺盛な生長を持続しており、特に6年間の材積生長率が3本区5.7%、4本区5.9%、5本区5.2%、7本区4.4%を示していることは、壮齢期以後のアカマツ林に疎開効果の大きいことを実証するものである。

VI 中林型アカマツ林の造成

以上の各節において中林型アカマツ林の施業に関する若干の調査試験結果を述べたが、これらの研究ならびに各地方のアカマツ林に実施を試みた施業を総合して、天然更新法によるアカマツ林の合理的な造成法につき考察を加えよう。すなわち地力維持増進、優良素質継承、優良形質育成、経済性の4原則に適合するアカマツ林の基準的な施業法として、中林型アカマツ林の全生産過程の取扱いを述べ、ついでアカマツ純林および広葉樹林を中林型アカマツ林に誘導する施業法に論及することとする。すでに述べたごとく垂直的に見た一般天然性アカマツ林の生育分布の基準型は、

- (1) 峯筋はアカマツ純林
- (2) 山腹は中林型アカマツ林
- (3) 沢筋は広葉樹林

であって、生産力に富むアカマツ林の形態は(2)であるとの基本的な考え方に立ち、まず(2)の中林型林分造成法を基準として述べ、しかる後(1)または(3)を(2)に誘導する施業のあり方を考察したい。

i 基準的な中林型アカマツ林の施業法

1) 更新伐

伐期に達したアカマツ林に更新伐を行なう場合には、上木アカマツと同時に広葉樹、灌木類を皆伐しなければならない。皆伐した更新面に利用価値の少ない下木を残すことは、陽性なアカマツの更新上大きな障害となる。また下木を皆伐して1年以上後に上木を伐り、あるいは逆に上木を伐採して1年以上後に下木を皆伐する方法は、上木から林地に落下した種子を更新に利用することが困難となるので、上木と下木は同時に皆伐すべきである。

伐採季節は結実期以後の冬期間に行なうことを必須条件とする。すなわち11～2月の間に伐採搬出を終了せしめ、主伐木からの下種によって天然更新させることが原則である。このことは更新上十分な下種を確保して稚苗の発生を確実にしめるのみでなく、伐期まで保残された良質主伐木からの下種を更新に用いることは、優良素質継承の原則を達成する観点からも重要である。また冬期間に伐出作業を終ることは、更新期間の短縮に役立つほか、伐採木からの下種を十分に着床させる搔起し効果となるが、伐採搬出が春季より夏季にまたがることは、多量に発生する初年度の更新樹に損傷を与え、更新期間を延長せしめて広葉樹の萌芽や雑草の繁茂によるアカマツ稚苗の消失を助長する結果となる。従って更新伐の季節を限定することは、アカマツ天然更新上の最も重要な要素といえよう。

更新伐の伐区形およびその大きさは地形に基づく小面積皆伐がのぞましく、伐区の最小幅員は周辺林分高の2～3倍程度が理想と認められる。伐区面積が過小となるときは、周辺林分の庇蔭が陽性なアカマツ更新樹に影響するおそれがある。しかし伐区面積の大小は、更新保護上の直接的影響のほか、冬期間に伐出作業を完了せしめるための制約から、間接的な更新上の影響としてあらわれるところが多い。すなわち主伐木からの下種を原則とする天然下種更新法においては、主として短期間に伐出作業を完了せしめる関係から、比較的小面積の区劃皆伐が要求されるが、このことは同時に、不慮の作業期間遅延または稀に見る結実不足の場合に施業上安全弁となり、万一更新が十分行なわれなかったときには側方天然下種に依存できる可能性を生ずるものである。

これを要するに、中林型アカマツ林造成の第1段階である天然下種更新には、更新伐の方法と伐採季節がきわめて重要であり、結実期以後の冬期間に上木および下層木をすべて皆伐して搬出し、直ちに天然更新せしめることが必要条件であるといえよう。

2) 筋状下種地拵

アカマツの種子は大部分が11月に落下して翌春4～6月の間に稚苗の発生を見るものがあるが、おくれて発芽した稚苗は、その根が鈹質土壤に深く侵入できないうちに、梅雨明けの暑熱乾燥により枯死するものが多い。ゆえにアカマツの天然更新を確実にしめるためには、なるべく早期に十分の稚苗を発生させることにより、健全な更新樹を保残することが重要である。前記更新伐の要件が充たされ、しかも地表状態が更新に適する場合には、特別の地表処理を行なわなくてもアカマツの天然更新は容易であるが、自然状態の更新伐跡地には、落葉その他の地被物が堆積する部分、シダ類、ササ類などの生えている部分、菌糸網層によって稚苗の発生生育に不利な部分などが比較的多いので、確実に整一な更新を完成するには地拵が必要である。その方法としては3月中旬頃までに地被物を除去して地表の搔起しを行なうことが適当であるが、多数の実地試験結果によれば筋状下種地拵法

が最も効率的である。すなわち更新面を幅員 1m 内外の筋に分けて交互に掻起し筋、掻寄せ筋とし、鉄製熊手によって更新すべき筋を掻起して、その地被物を掻寄せ筋に寄せ集める地拵法を最も適当と認める。掻起し筋の方向は、急斜地では等高線に沿い、緩斜地では傾斜に沿って施行するのが有利であって、林地に多量の種子が落下している場合には、きわめて確実に整一な更新を期待し得るものである。この場合、掻起し筋の両縁部、すなわち掻寄せ筋に近い部分に発生数が多く、かつその消失率も筋の中央部より小さいことは興味深く、整一な筋状更新によってその後の保育作業を能率化するものである。なおシダ類、ササ類の繁茂する林地ではこの種の下種地拵も困難であるが、著者の実地試験では、火入れを行なった後筋状掻起しを行なって好結果をあげることができた。

3) 筋状刈払い

更新初期のアカマツ更新樹は一般に繊弱で諸被害に対する抵抗性が少なく、環境の変動によって多くの消失を見るものである。ことに稚苗発生当初は、陽光関係よりもむしろ水分関係による消長が著しいものごとく、夏季暑熱の候には乾燥に起因すると認められる枯死がきわめて多い。前記筋状地拵地の稚苗が掻起し筋の両縁近くに多い原因は、掻起しによる種子着床の偏りも考えられるが、地被物の掻寄せられた縁縁部によく生育する点から見て、土壤水分に関係するところが多いものと認められる。しかし稚苗の根系が土中に深く定着して苗根が表層に伸長するにいたれば、生長のため十分の陽光を必要とするから、雑草や広葉樹の萌芽などによる被圧が更新樹消失の大きい原因になるものと思われる。立地によって一律ではないが、中林型アカマツ林の皆伐跡地においては、更新の初期には広葉樹の伸長がアカマツ更新樹より大きいので、アカマツの消失を軽減して整一な成林を企図するためには下刈を行なう必要がある。従来の天然更新地に対する下刈法としては、全刈法、中刈法、筋刈法などの実行例があるが、多数のアカマツが不規則に分布生育している更新地に対し、アカマツ更新樹の梢頭を損傷することなく下刈することはきわめて困難であり、しかも多数の労力を要するため、とかく下刈による保育を放棄して林相の不整一をもたらすことになりがちである。また中林型アカマツ林の造成法としては、更新当初より発生した有用広葉樹をアカマツと共に保育して生産対象とする必要があるが、上記のごとき下刈法はその主旨に反するものである。しかるに著者の試みた筋状下刈法は前記の筋状下種地拵と関連して行なわれ、掻起し筋に発生する有用広葉樹をアカマツ更新樹と共に保育するもので、相互の側圧により通直な伸長生長を促進する効果がある。すなわち天然更新地の下刈法としては、更新を期待しない掻寄せ筋の全植生を一律に刈払い、アカマツの更新した掻起し筋は原則として刈払いを行なわない筋刈法がきわめて効果的である。しかし保育対象となる掻起し筋の更新樹に対しても、特に大きく生長する不良樹種、たとえばシイ類、アカメガシワ、ヤマハゼ、ヤマウルシ、キイチゴ、クマイチゴなどや蔓茎類は、下刈の際に除去することがのぞましく、さらに集約に施業する場合には、必要に応じて有用広葉樹の萌芽整理を行なうことが、中林型アカマツ林の造成上理想的である。

筋刈時期およびその回数は更新地によって異なるが、普通には更新後 2～5 年の間に 2 回行なう。特に植生の繁茂が著しい立地では、連年 3 回筋刈することにより好成績を取めた例もあるが、この種の筋刈は 1 回施行しただけでも効果は顕著である。また筋状下種地拵によらないで更新した幼齡更新地においても、この筋刈法はアカマツ更新樹の消失軽減

および保育に有効である。このような下刈方法は従来の筋刈法とは全く逆であるが、アカマツ林の天然更新地に対する実行の結果はきわめてよく、搔起しによって更新したアカマツは、これと混交する広葉樹や雑草のために適当な側圧が加えられ、刈払い筋によって光線射入量を増加するため、被圧による損耗も少なく、通直に上長生長を持続するものが多い。しかも従来の下刈法と違って更新樹損傷のおそれがなく、下刈工期にも著しい効果のあることが知られた。

4) 萌芽整理

前項に触れた広葉樹の萌芽整理すなわち芽搔作業は、中林型アカマツ林の更新期におけるアカマツの保育上有効であるばかりでなく、将来下木として必要な有用広葉樹の育成および増殖にも好結果をもたらすものと認められる。従って集約な施業を行ない得る場合には、初回の下刈に際して筋状更新地内の不良広葉樹および蔓茎類を除去すると共に、残存すべき有用広葉樹をも1～3本立に整理することがのぞましい。残存すべき1株当りの萌芽数は、樹種およびこれと隣接するアカマツ更新樹との位置的関係から決めるべきもので、アカマツ更新樹との競合が激しくこれを被圧するおそれのある場合には1本立に整理し、アカマツ更新樹の少ない部分においては2～3本立とすることが適当と認められる。また広葉樹のうち比較的陽性な有用樹種の多い場合、あるいは下木の生産に重点をおく中林などについては、特に萌芽整理を重視すべきものとする。中林型アカマツ林の地力保持ならびに薪炭材生産上の見地から、保残すべき広葉樹は場所によって異なるが、わが国南西部地帯における下木として適当な耐陰性広葉樹としては、カシ類、マデバシイ、ナナメノキ、リョウブ、エゴノキ、ネジキ、ザイフリボク、シデ類、その他高木性常緑広葉樹があげられる。肥培樹種は林地肥沃化のため混入することがのぞましいが、アカマツ林の随伴的樹種としてその庇蔭下に生育可能なものは、ヤマモモ、オオバヤシヤブシ、ヤマハンノキなどの数種にすぎない。なお薪炭材として優れた特性を有するクヌギ、コナラなどは、上木の多い中林内では下木としての生長が劣るが、上木の少ない中林の下木としては適当と認められる。

5) 除 伐

立地によって一律ではないが、伐採後およそ4～5年以上経過すればアカマツと広葉樹は林地を閉鎖し、アカマツと雑草灌木類との競合は緩和されるが、高木性樹種間の競合は次第にはげしくなる。普通10年前後までは広葉樹の上長生長がアカマツより大きいため、筋状下刈の終了後そのまま放置するときはアカマツの消失する危険があるが、これをすぎるならば、アカマツが広葉樹の林冠をぬいて旺盛な生長をはじめ。その後はアカマツが上層林冠を形成して鬱閉競合し、広葉樹は下層にあって次第に生長が衰へるにいたる場合が多い。ゆえにこの時代には主としてアカマツの優良形質養成に重点をおき、良質アカマツの損耗しない程度にアカマツと広葉樹を密立競合せしめることが必要である。しかし広葉樹とアカマツの林冠層交替期前において、将来に期待すべきアカマツの消失する危険が大きい場合には、林冠の疎開しない程度に暴領木の除伐を行ない、蔓茎類の生育するところでは同時に蔓切を実行しなければならない。除伐の基準としては、正常なアカマツの伸長を阻害する枝樫の拡張した不良広葉樹またはアカマツを除去するにとどめる。すなわち中林型アカマツ林造成のために行なう除伐は、蔓切を兼ねて孤立的に上層を占有する暴

領木に重点をおくもので、劣勢木、灌木などは対象としない。この種の除伐によって良質アカマツの衰勢枯死を防ぐならば、これらのアカマツは一斉に上層林冠を形成し、枝下の長い通直な形質生長を持続して間伐開始期にいたるものである。

6) 初回の下木皆伐および上木の間伐

以上のごとくして形成された中林型アカマツ林に対する下木皆伐期は、広葉樹の種類および地位によって異なるが、わが国の南西部では普通 15～25 年頃である。この時期にいたれば、上層林冠を形成するアカマツは鬱閉競合して優劣差が著しくなり、広葉樹はアカマツの樹冠下において漸次生長が衰えるので、下木広葉樹を伐採利用すると共にアカマツの強度間伐を行なう。アカマツ林の造成過程においては、この時期を境として優良形質養成期より肥大生長促進期に入るのであるが、中林においてはアカマツの受光生長促進と同時に下木広葉樹の再生産をはかるから、間伐はきわめて強度にしなければならない。その基準は間伐後におけるアカマツの疎密度によることとし、残存本数およびその配置を考慮して優良形質木を保残する。すなわち上木の少ない中林に仕立てる場合には B_I 林型（疎密度 3～4）、上木の中庸な中林は B_{II} 林型（疎密度 5～6）、上木の多い中林は B_{III} 林型（疎密度 7～8）の疎密度を基準として間伐を行なう。一般的には上木の中庸な中林型アカマツ林を目標として造成するものであるから、その間伐基準としては前章の間伐年齢を示す収穫表が適当であろう。しかしこの収穫表は第 2 回目の下木皆伐期までの中間に第 2 回目の間伐を行なう施業基準によっているから、間伐を下木皆伐期のみに行なう場合には、間伐率をやや高くして上木の疎開を強める必要がある。いづれにしても中林型アカマツ林造成における初期の間伐は、きわめて強度の間伐を行なうところに特徴があるが、間伐後のアカマツにおよぼす悪影響はほとんど認められないもので、枯死、風雪害、生長減退、その他の被害も少なく、旺盛な受光生長によって健全な生育をすることは前節の実験例からも明らかである。

7) 壮齢期以後の施業

第 1 回目の下木皆伐と上木間伐を終わってがらの中林型アカマツ林を壮齢期と名づけ、良質上木の肥大生長促進と下木再生産のための保育施業を行なう。前項のごとき下木皆伐と上木間伐がなされるならば、林内には再び広葉樹が主として萌芽により更新し、比較的耐陰性に富む樹種はアカマツの庇蔭下においてもよく生長を持続するものである。すなわちアカマツ林内に随伴的に生育する多くの広葉樹は、庇蔭外にある場合よりも株当たり萌芽数がやや少ないこと、直径生長が幾分劣り枝条率が小さいこと、根元直径に対する胸高直径の割合がやや大きく比較的完満通直な形状を呈するものが多いこと、などの点に特徴があるが、萌芽率、萌芽長などは庇蔭外のものよりもかえって優る傾向が認められるから、薪炭材を生産する程度の伐期範囲においては、普通の薪炭林施業⁶²⁾に準じて取扱い得るものである。従って集約に施業する場合には、芽掻、不良樹種の整理、蔓切、除伐などを行なうことによって、下木の第 2 回目伐期にいたれば、第 1 回目の下木伐期収穫とほぼ同量の収穫が期待せられる。

次に壮齢期における上木の間伐であるが、中林型アカマツ林には下層に広葉樹が生育するため、随時間伐を繰返すことは作業上困難である。従って現実の間伐法としては、下木皆伐期のみに間伐を行なうか、またはその中間時期に行なわれる下木の蔓切、除伐と同時に間伐するほかない。前者のみによるときは、間伐期間が下木伐期年数と一致するため、

間伐繰返し期間が長くなって強度の間伐を行なうこととなるが、下木損傷のおそれがなく作業の実行も容易である。これに後者を加えて間伐を繰返す場合には、10年内外の期間ごとに間伐できるため、間伐繰返し期間としては適当と認められるが、蔓切、除伐期の間伐は伐採搬出に技術を要し、下木に損傷を与える危険がともなう。従って現実的な施業の観点から見れば、下木の生産に重点をおく上木の少ない中林に対しては前者、上木の生産に重点をおく上木の多い中林に対しては後者によって間伐を繰返すべきものと認められる。

上木および下木の伐期は地位および生産目的によって異なるものであるが、中林型アカマツ林の作業法としては、下木伐期は上木伐期の整数倍としなければならない。従ってアカマツを比較的短伐期で主伐する場合には、第2回目の下木伐期に上木下木とも皆伐することとなり、良質のアカマツ大径材を生産するためには、下木の3～4回目の伐期において上木の更新伐を行なうものである。福岡試験地の中林作業級では前者が採用せられ、広島試験地区域の民有林には後者が多く用いられている。しかしアカマツ林に短伐期の皆伐を繰返すことは地力保持上避けるべきであり、壮齡期以後の受光作業によって肥大生長による大径材生産を期待することは、アカマツ林の中林作業法としては大きな特徴と考えられるから、施業上の理想としては上木の伐期齢を高くし、少なくともアカマツの1生産期間に3回以上広葉樹を皆伐利用することがのぞましい。

ii アカマツ純林を中林に導く方法

わが国のアカマツ施業林に対して従来行なわれた方法は、大部分がアカマツ純林造成法である。このような施業法は、アカマツ林においては林地の瘠悪化に指向するものであり、アカマツと広葉樹の共存する中林形式の施業こそアカマツ林施業の理想であるとの見解に立つならば、アカマツ純林を如何にして中林型アカマツ林に誘導するかについて検討しなければならない。

一般にアカマツ純林を施業上から大別すると、第1には造林地、下草採取地、広葉樹除伐林分、その他壮齡期以後のアカマツ過密林分などのごとく、現状はアカマツ純林であるが、未だ地力の悪化していないもの、第2には往時より長年にわたって収奪が繰返され、あるいは立地条件が峯筋ないしこれに近い状態にあって地力の悪化したものがあげられる。これらの施業法に対する実験的成果は得られていないが、両者に分けて中林型アカマツ林に誘導する方法を考察して見よう。

1) 地味の良好なアカマツ純林

地味のよい純林状アカマツ林を中林型アカマツ林に誘導することは比較的容易と考えられ、次の要領によって導くことが可能であろう。

- (1) 更新伐後間もない稚苗期のアカマツ林は、広葉樹の下刈をしないで前記施業法による筋状刈払いを行ない、以後中林型アカマツ林の施業法を準用することにより、誘導可能な場合が多い。
- (2) 優良形質養成期にあるアカマツ純林は、劣勢木、下層植生を清掃するとき除伐を禁じ、初回の間伐期において強度に間伐すると共に下層植生を伐除し、林内に下木として出現する広葉樹を保育する。
- (3) 肥大生長促進期にあるアカマツ純林、すなわち壮齡期の間伐された林分については、中林型アカマツ林に準ずる受光間伐を行ない、下木広葉樹の導入をはかる。
- (4) 伐期に近いアカマツ純林は、伐期にいたって皆伐した後において、前記の中林型アカ

マツ林施業に準じて、アカマツと広葉樹の共存する施業法を採用する。

(5) 以上の(1),(2),(3),(4)ともに、林内に下木として適当な広葉樹が発生しない場合、または生育密度が少ない場合には、下木として適当な耐陰性広葉樹を播種または植栽する。福岡試験地においてカン類、マテバシイ、ヤマモモなどを林内に植栽した結果によると³³⁾、アカマツ林内での活着、生育は良好であるから、この種のアカマツ林に広葉樹下木の造成をはかることは可能と認められる。

2) 地力の低下しているアカマツ純林

生長の衰へたアカマツ純林で林内に広葉樹の混生が少なく、わずかに灌木類またはシダ類の生育している場所や、地床植生の乏しい林内裸地の生じている林分は、長年収奪の行なわれたアカマツ林や峯筋のアカマツ林に多い。このような林地は土壌が悪化して水分養分に乏しく、アカマツ以外には生育困難なところであって、その取扱いはアカマツの瘠悪林ないし瘠悪移行林に対する施業法ともいえるものである。この種のアカマツ林に対して直ちに広葉樹の生育を期待することは困難で、耐陰性に富む広葉樹を播種または植栽しても失敗するおそれがある。ゆえにこのようなアカマツ林については、まず広葉樹の生育し得る立地条件をつくる必要がある。その方法としては

- (1) 落葉、柴草などの採取を禁止すること
- (2) 伐期を延長すること
- (3) 肥培樹種を植えること
- (4) 林地施肥をすること
- (5) 水の便ある個所は灌水施設をすること
- (6) その他瘠悪林地改良施業を行なうこと

などがあげられる。また林地として最も瘠悪化し易い峯筋には、帯状に肥培樹種を播植して恒久的保護樹帯とし、いわゆる細胞式森林構成³⁴⁾とすることが、林地林木の保護上からも全森林健全化のためにもものぞましい。アカマツ林内に生育し得る肥培樹種としては、さきに述べたヤマモモ、ヤシヤブシ類、ヤマハンノキなどが適当で、特にヤマモモ、オオバヤシヤブシはアカマツの庇蔭下によく生長を持続し、萌芽更新が容易で薪炭材として利用し得るから、中林型アカマツ林に誘導する場合の下木肥培樹種として適当と認められる。かくして下木としての肥培樹種が繁茂するならば、漸次耐陰性広葉樹の侵入が見られるものであるが、この時期にいたっても下木として適当な薪炭樹種が不足する場所には、耐陰性有用広葉樹を播種または植栽するほかあるまい。

以上のごとくアカマツ純林の瘠悪林または瘠悪移行林に対しては、長期間にわたって林地改良を試みるほかないが、この種アカマツ林の荒廃を防止すると共に生産力を向上せしめるためには、この種の施業を積極的に推進することが重要と考えられる。

iii 広葉樹林をアカマツの中林に導く方法

薪炭林は農用林として重要であるが、広葉樹の薪炭林作業は用材林作業にくらべて一般に収益の劣る生産方式と認められている³⁴⁾。従って広葉樹薪炭林を中林型アカマツ林に誘導し、薪炭材の生産と同時にアカマツの用材生産を行ない得るならば、林地の生産性増大に寄与し得るものとする。しかるにアカマツの天然分布する地域の薪炭林には、アカマツの生育適地が相当多く、現実の中林型アカマツ林よりも地味の優れた林地が少なくない。これらのアカマツ生育適地がアカマツ林になっていない理由については、次の各項が指摘

される。

- (1) 更新伐の際に地被物の堆積が多く、アカマツ種子の定着発生が困難なこと
- (2) 附近にアカマツの母樹がなく、天然下種が行なわれないこと
- (3) 広葉樹や雑草類の繁茂が旺盛で、アカマツが発生しても、これらの被圧により消滅すること
- (4) 従来アカマツ林であった場所が更新伐後に広葉樹林となるのは、(1),(3)のほかアカマツの伐採季節を誤った場合、またはアカマツと広葉樹を同時に伐採しなかった場合に多いこと

従って以上の各項を検討して適当な施業を行なうならば、薪炭林の更新伐に際して中林型アカマツ林に導くことが可能と考えられる。

1) 地被物の堆積が多い林地

一般に広葉樹林には腐植または落葉の堆積が多いので、これにアカマツの下種更新を期待するためには地表処理が必要である。すなわち薪炭林の更新伐を冬季に行ない、地床植生を伐除した後、中林型アカマツ林の取扱いに準じて、おそくとも3月半ばまでに筋状搔起しをしなければならない。著者が広島試験地で試みたところによれば、アカマツ林に近接する薪炭林の皆伐跡地は、この方法により多数のアカマツ稚苗が発生している。しかし附近にアカマツ母樹林分がない場合には、人工植栽によるか、または次項に述べる方法によって人工播種を行なうほかない。

2) 附近に母樹のない林地

アカマツの種子は第3章に述べたように相当遠方まで飛散するもので、附近にアカマツ林がある場合には、少なくとも母樹の樹高の2～3倍程度までの距離には、天然下種更新に必要な程度の種子が落下するものと見て差支えあるまい。従って山腹以上の林地が壮齡期以後のアカマツ林となり、その下部に連なる薪炭林がある場合などは、前項のごとき筋状搔起しを行なうことによって中林型アカマツ林に導き得るものと考えられる。しかしこのような母樹のない場所では、人工造林または人工播種によるほかあるまい。人工播種を行なう場合、著者が広島、福岡両地方で試みたところによると、地表の搔起しを行なった後に播種する従来の方法よりも、地表処理前に播種した後で筋状に搔起す方法が、稚苗発生率が著しく高い。この方法は現在試験調査中であるが、播種用の種子は相当多量を要するため、その経済的施行法については今後の研究にまたねばならない。

3) 植生の繁茂が旺盛な林地

薪炭林のうち、山麓ないし谷筋に近い広葉樹林は一般に比較的地味がよく、その伐採跡地は広葉樹や雑草の繁茂旺盛な場合が多い。この種の林地に対し、1) または 2) によって発生した稚苗をそのまま放置するときは、地床植生の繁茂により被圧され、消失することがきわめて多い。ゆえに肥沃な薪炭林を中林型アカマツ林に転換する場合には、稚苗時代に連年下刈を行なう必要があり、さらに広葉樹の萌芽整理、蔓切、除伐などをも適時に行なわねばならない。その方法は中林型アカマツ林の幼齡期における保育法と同様であるが、広葉樹林の林種転換については一層集約な取扱いが重要と認められる。

4) 中林型林分の伐採法を誤った林地

中林型アカマツ林が更新伐後に広葉樹林化する最も大きい原因は、伐採季節または伐採方法にあるものといえよう。アカマツを伐採して1年以上後に広葉樹を伐採し、あるいは

広葉樹を伐採して1年以上後にアカマツを伐採した場合には、アカマツの更新は広葉樹萌芽その他の地床植生によって阻止されるので、アカマツの伐採は必ず下木広葉樹と同年に行なう必要がある。しかも伐採季節を結実期後の冬期間に行なうことが必須条件であって、この種の伐採跡地が広葉樹林となっている場合は、多くは上記の施業的欠陥によるものと認められる。従って上記のごとき原因による広葉樹林は、本来は中林型アカマツ林の造成適地である。ゆえにこの種の広葉樹林は、皆伐後において前記 1), 2), 3) などによる施業法により、中林型アカマツ林に誘導し得るものと考えられる。

iv 総括

以上項目を分けて、天然下種更新法による中林型アカマツ林の基準的な施業法、ならびにアカマツ純林、広葉樹薪炭林を中林型アカマツ林に誘導する考え方について考察を試みたのであるが、これらはすべて、アカマツ林施業が広葉樹下木との共存的な取扱いによって生産力を維持増進し得るとの基本的考え方に立脚するものである。特にアカマツの天然更新法としては、伐採法、伐採季節、地表処理、筋状刈払いが成林のための4要件ともいえるものであって、少なくともこの程度の更新保育投資を行ない、天然更新は天然放置であるとの観念から脱却するのではなければ、アカマツ林の生産性向上は期待できないものと考えられる。しかし林業の立地条件はきわめて複雑であって、施業については地域的相違が著しいから、叙上の施業法は各章に述べた研究を基礎とする施業の基準を示すにすぎない。従ってさきに述べた施業法についても常に一律に行なうべきではなく、それぞれの現地に即応するように立地条件、植生、林木構成などを十分に検討し、周到な調査と計画の下に実行しなければならないことはいうまでもない。

いま広島試験地域の中林型アカマツ林に試みた多数の応用試験の結果を総括し、中林型アカマツ林造成の全生産過程における基準的施業およびその施業工期を示すと次のとおりである。

更新伐		上木、下木伐採搬出		11~2月	
下木第一伐期間	更新期	1. 地 表 処 理	筋状地拵幅員 1~1.5m	3月 1ha 当り 平均工期	$\frac{10人}{5\sim20}$
		2. 更 新	アカマツ 稚苗 1ha 当り 2~8 万本	4~6月	
		3. 筋 状 刈 払 い	アカマツ 稚樹 2~5 年生の時に 1~3 回	6~7月	〃 $\frac{6人}{4\sim8}$
		4. (萌 芽 整 理)	(広葉樹 2~5 年生の時 1 回)	11~2月	〃 $\frac{6人}{4\sim8}$
	形質養成期	5. 蔓 切, 除 伐	アカマツ の 10 年生前後に 1 回	11~2月	〃 $\frac{7人}{4\sim10}$
		6. 間伐(下木皆伐)	アカマツ の 15~25 年	〃	
下伐木第二間	肥大生長促進期	7. (萌 芽 整 理)	(広葉樹 2~5 年生の時 1 回)	〃	〃 $\frac{6人}{4\sim8}$
		8. 間伐(下木除伐)	(広葉樹の 10 年生前後に 1 回)	〃	
		9. 間伐(下木皆伐)	広葉樹 15~25 年, アカマツ 30~50 年	〃	
下伐木第三間		10. (萌 芽 整 理)	(広葉樹 2~5 年生の時 1 回)	〃	
		11. 間伐(下木除伐)	(広葉樹の 10 年生前後に 1 回)	〃	
		12. 上木、下木皆伐	広葉樹 15~25 年, アカマツ 45~75 年	〃	

(註) (1) 上木の1伐期間に下木を3回皆伐する場合の基準 (2) 括弧内は下木の施業を示す。