

アカマツ中林形作業法の研究(第2報) : 上木庇蔭下のアカマツ更新樹

井上, 由扶

<https://doi.org/10.15017/14949>

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 22, pp.30-52, 1953-12-30. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



アカマツ中林形作業法の研究

第二報 上木庇蔭下のアカマツ更新樹

井 上 由 扶

Yoshisuke INOUE: Study on the Special Type of the Middle Forest System of Akamatsu

(II) Young Trees of Akamatsu Growing under the Canopy

目 次

I	緒 言	V	摘 要
II	調査箇所及び期間		文 献
III	調査方法		(Résumé)
IV	調査結果		

I 緒 言

天然生のアカマツ林は、多くの場合上木がアカマツの同齢一斉林よりなり、その下木として萌芽林を主とする広葉樹が存在する。(写真 Fig. 1~4 参照) これに対する施業として民有林に最も広く見られるのは、上木アカマツの1伐期間に下木広葉樹を薪炭材として2回乃至数回伐採利用するものである。然るにかゝるアカマツ林の作業法は、従来大部分が皆伐用材林作業法として取扱われ、下木たる広葉樹の施業を考慮した施業体系が研究せられていない。この研究は、以上の如き中林形アカマツ林の施業体系を組織付けして、作業法とすることの可能性を検討すると共に、従来 Weise 氏・Guttenberg 氏¹⁾、その他により研究せられた中林作業、即ち上木を択伐し下木を皆伐する方式の作業法が、我国のアカマツ林にも可能であるか否かをも研究することが目的であり、その基礎的研究の一つとして、こゝに上木庇蔭下におけるアカマツ更新樹の生育状態を、現実林について試験したものである。

アカマツの更新調査はこれを二つの目的に分解せられる。第一は現在最も普通に見られる、上木を一斉林、下木を広葉樹とする中林形林分の成因を究明することにより、その合理的施業法を確立するにあり、第二は従来の概念に基づく上木択伐、下木皆伐の中林作業方式²⁾を、アカマツに適用し得るか否かの検討である。第一の目的に対しては主として第一報に述べたので、こゝには第二の目的を中心として調査結果を報告する。

従来の中林概念即ち上木が択伐用材林・下木が薪炭林をなすアカマツ林分が現実

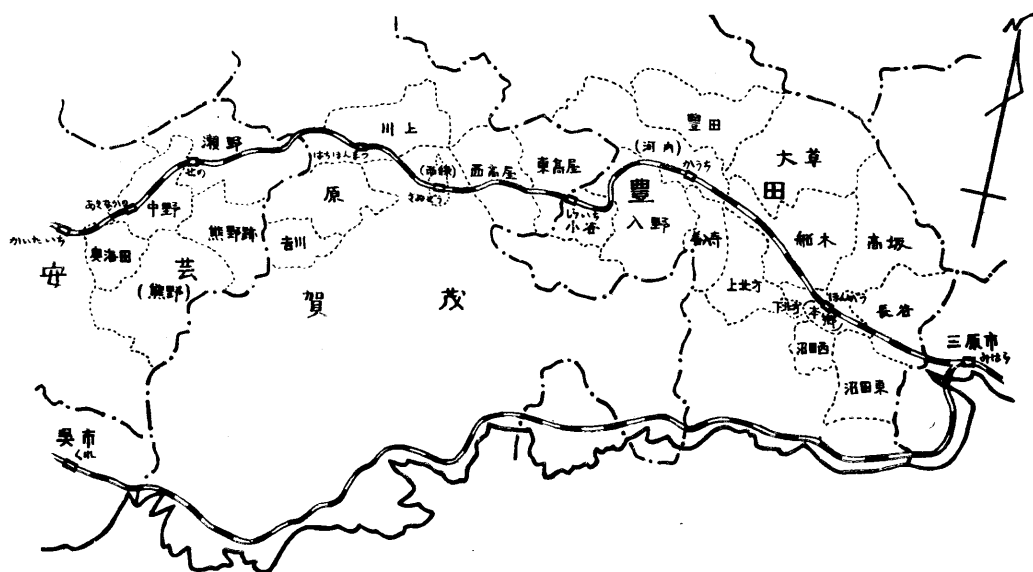
存在するならば、この研究は急速に進捗したであろうが、不幸にして筆者の見聞範囲においては、かゝる中林を求め得なかつたので、普通アカマツ林の上木択伐が行われた場合、何故にその跡地にアカマツ後継樹が生育しないかを、主として庇蔭と更新の関係より検討したのである。但しこの試験に用いた調査区は、下木広葉樹の生育上より見て、中林形林分における上木鬱閉の限度がどこにあるべきかを決定することが主目的であつたが、これについての報告は次の機会に譲る。

アカマツの天然更新につき、地表の落葉層を除去した場合と除去しない場合の更新樹本数並びにその成長比較については第一報²⁾に述べたが、上木鬱閉の程度と更新との関係については特に触れなかつた。この点につき筆者は研究の当初(1935年)において、従来の概念により「鬱閉度とは樹冠の水平投影面積合計のその林地面積に対する比である」として測定し、これを庇蔭度として適度の庇蔭状態を決定すべく調査を進め、アカマツ中林形林分の上木庇蔭度は 0.4~0.5 を下木成長の限界であるとなし、B 及び C 林分を選定したのである。然るにその後の調査進行に伴い、樹冠投影面積が同一であつても樹冠量や樹冠の高さ、質の相違によつて、地表面に及ぼす照射量(直光及び陰光)が異り得る事実より、これを林木の地面利用における指標とすることは不適當な場合があると認めるに至つた。よつてかゝる缺陷をなるべく除去するため、B・C 林分については夫々上木樹冠の略均一と認められるものを調査区として選定することに努めた。より科学的方法として照度計の利用をも試みたが、庇蔭度と照度の関係を表示測定することには今後研究を要する点が尠くないので、その成果は後日に期することとし、一応従来の概念により庇蔭度と更新樹生育との関係を取纏めた。なお本研究の一部は文部省科学研究費によるものであり、調査資料の計算及び製図は長正道氏の助力によるところが多い。ここに記して深甚の謝意を表する。

II 調査箇所及び期間

第一報の調査区と同一地域で、その位置は第 2 図の如く山陽本線海田市より三原に至る東西に細長い鉄道両側一帯の林地を対象とした。調査期間はこれを第一期と第二期に分けることができる。第一期はこの研究を開始した 1934 年より 1941 年に至る 8 ケ年間で、豊田郡を中心とする A・B・C・D・E の各林分を選定し、その伐採と共に順次調査区を設定して、各箇所共に伐採後 1 年・3 年・5 年と隔年毎に調査測定を行つた。然るにその後、戦時伐採によつて B・C 林分調査区の一部が上木アカマツを伐採せられたため放棄を余儀なくされ、遂に 1942 年より 4 年間調査を中断するに至つたのである。第二期は終戦後の 1946 年より現在に至るもので、賀茂・安芸両郡を

第 2 図 調査地位置図



中心として中林形林分及び比較林分を選定し、前期と同様に調査区を設け、隔年毎に測定を続行した。この間においても1951年の森林法改正に際し、アカマツ壮齢林の調査区が相当伐採せられたため、継続測定が不可能となつたものも尠くない。なお底産度とアカマツ稚苗の発生及び消失に関する調査は、1948年4月より翌年3月に至る1ヶ年間、第二期調査区の一部において行つたものである。

このように二回に亘る不慮の経緯により、116箇所の調査区は中途にして放棄するのやむなきに至つたので、計画通り調査測定を行い得た調査区は総計232箇所となつた。その位置・面積・地況等を一括表示すれば第7表の通りで、調査区の一部を写真で示したのが Fig. 1 ~ Fig. 9 である。

以上の調査区の調査区数とその面積を、各林分型につき地況因子別に示せば第8表の通りである。

調査区総数232箇所であつて、その選定に当つては各林分別に傾斜方位・傾斜度・山腹の位置・地位等の地況因子がなるべく均等な数になるように努めたのであるが、総ての条件を平等に満足する調査区を林分型毎に求めることが困難であつたのと、途中で放棄を余儀なくされたものがあつたため、地況因子別の調査区数に多少の相違を生ずることになつた。

第 7 表

調査区	林分型	調査面積	傾斜度	山腹位置	地位	調査区	林分型	調査面積	傾斜度	山腹位置	地位	調査区	林分型	調査面積	傾斜度	山腹位置	地位	調査区	林分型	調査面積	傾斜度	山腹位置	地位				
TH1	A	80	E	中	上	II	TN1	A	80	E	中	上	III	KN5	B1	30	E	中	F	I	AK4	B1	80	E	緩	上	II
2	A	60	S	急	上	III	2	A	70	W	緩	下	II	6	B1	30	N	急	上	III	15	C1	100	S	急	上	III
3	A	70	W	急	下	II	3	B1	90	E	中	上	II	7	D	80	E	中	F	II	16	C1	100	N	緩	下	I
4	A	60	N	中	上	III	4	B1	90	S	緩	上	III	8	D	80	W	急	下	III	17	C1	100	N	中	F	I
5	B1	100	E	緩	下	I	5	B1	90	S	緩	上	II	KS	A	70	S	中	上	III	18	C1	100	W	緩	下	II
6	B1	100	S	急	上	III	6	D	100	E	急	上	II	2	A	70	E	緩	上	II	19	C1	80	S	中	F	II
7	D	50	E	中	上	II	7	D	100	S	中	上	III	3	B1	100	S	中	F	III	20	C1	80	S	中	上	III
8	D	80	W	中	上	I	TN4	A	60	E	中	下	I	4	B1	100	W	緩	上	III	21	C1	80	E	緩	上	III
9	E	100	N	急	上	III	2	A	60	N	緩	上	II	5	B1	100	W	急	上	III	22	C1	80	S	中	上	III
10	E	150	E	緩	下	I	3	B1	100	N	急	上	II	6	D	100	S	緩	上	III	23	C1	100	N	急	下	I
11	E	200	W	中	上	II	4	B1	100	E	中	上	III	7	D	100	W	中	上	III	24	C1	100	W	緩	上	II
TF1	A	60	E	緩	下	I	5	B1	100	N	緩	下	I	KK	B1	90	N	緩	上	I	25	D	50	W	中	F	III
2	A	60	S	緩	下	III	6	B1	100	N	急	下	II	2	B1	90	S	中	F	II	26	D	50	N	急	上	I
3	A	80	N	急	下	II	7	C1	100	W	中	上	II	3	C1	80	E	急	下	III	27	E	150	W	緩	下	I
4	B1	200	W	中	上	II	8	C1	100	S	緩	下	I	4	C1	80	W	中	上	III	28	E	200	W	中	上	II
5	B1	100	N	緩	下	II	9	E	150	N	緩	上	III	5	C1	90	S	緩	上	III	29	E	200	E	緩	上	III
6	D	80	S	急	上	II	TJ	A	50	E	急	上	III	KH4	B1	80	W	中	下	III	30	E	150	S	急	下	II
7	D	40	N	急	上	III	2	A	80	S	緩	下	II	2	B1	80	N	緩	上	II	31	E	100	N	急	上	III
8	E	100	E	中	上	II	3	B1	90	N	中	上	I	3	B1	80	E	中	F	I	AS	A	70	W	中	上	III
9	E	100	S	緩	下	II	4	C1	90	N	急	上	III	4	C1	100	S	緩	下	III	2	A	60	E	急	上	II
TK1	A	60	W	緩	下	I	5	D	100	E	緩	下	I	5	C1	100	N	緩	上	II	3	A	80	N	緩	下	I
2	A	60	N	中	下	II	6	D	100	S	急	上	III	6	C1	100	E	緩	上	I	4	A	80	S	中	下	III
3	A	70	W	緩	上	II	TT	C1	100	S	中	下	I	KY	A	70	E	中	下	II	5	B1	50	W	緩	上	II
4	B1	100	E	中	下	I	2	C1	100	E	急	上	III	2	B1	100	N	急	下	III	6	B1	50	S	中	上	II
5	C1	100	E	中	上	II	3	C1	100	E	緩	下	I	3	C1	100	S	中	上	II	7	B1	100	E	緩	上	II
6	C1	100	W	中	下	II	4	C1	100	N	中	下	I	4	C1	100	E	緩	上	II	8	B1	100	S	緩	下	II
7	D	80	N	緩	上	I	5	E	200	W	急	上	III	5	C1	100	N	中	上	III	9	B1	50	N	中	上	III
8	E	150	W	中	下	I	6	E	200	E	中	下	I	6	D	50	E	中	上	III	10	C1	50	E	中	下	III
9	E	100	S	急	下	III	TN	C1	90	N	緩	上	II	7	D	50	S	緩	下	III	11	C1	80	W	緩	上	II
TI	B1	100	S	急	下	III	2	C1	90	E	急	下	II	8	D	80	N	中	下	II	12	C1	80	E	中	下	III
2	C1	100	E	中	上	III	3	C1	90	W	緩	下	I	9	D	80	N	急	下	III	13	C1	50	N	急	上	II
3	C1	100	S	緩	下	II	4	C1	90	N	急	上	III	AK	A	50	W	急	上	III	14	D	80	E	急	下	II
4	C1	100	N	緩	上	I	5	C1	90	E	急	上	II	2	A	50	E	急	下	II	15	D	40	W	緩	上	II
5	C1	100	W	中	下	II	6	E	150	S	緩	下	I	3	A	60	S	急	下	II	16	E	200	E	緩	下	I
6	D	80	W	急	下	II	7	E	100	N	急	上	II	4	B1	100	W	緩	下	I	AN	A	50	S	急	下	III
TK2	B1	100	N	緩	上	I	TO	B1	90	W	中	下	I	5	B1	100	E	急	上	III	2	A	80	W	中	下	II
2	B1	100	W	緩	下	I	2	B1	90	E	急	下	III	6	B1	100	W	緩	下	II	3	B1	100	E	中	下	I
3	B1	80	N	急	上	III	3	B1	90	N	緩	上	I	7	B1	100	N	緩	上	II	4	B1	100	N	急	下	III
4	B1	100	W	急	上	II	4	E	100	E	急	下	III	8	B1	100	W	急	下	III	5	B1	80	N	中	上	I
5	B1	90	S	緩	下	I	TT	B1	100	W	急	上	III	5	C1	100	W	緩	下	I	6	C1	100	W	急	上	III
6	C1	100	E	緩	下	I	2	C1	100	S	急	下	II	10	C1	100	W	急	下	III	7	C1	80	S	急	下	II
7	D	60	E	緩	上	II	3	C1	100	E	中	下	I	11	C1	100	E	緩	下	II	8	C1	80	E	急	下	III
8	D	80	S	緩	上	I	4	C1	100	W	急	下	II	12	D	80	E	緩	上	III	9	C1	100	N	急	下	II
9	D	50	W	急	上	III	5	E	150	S	中	下	I	13	D	80	W	緩	下	II	10	C1	90	S	緩	下	III
10	D	80	N	中	上	I	KH	A	70	E	急	下	III	14	D	80	N	緩	下	I	11	C1	90	N	急	下	III
TK3	B1	100	E	中	下	II	2	A	50	W	急	下	III	15	E	100	N	中	上	II	12	E	100	S	中	上	II
2	B1	90	S	急	上	III	3	B1	100	E	急	上	III	AK4	A	80	S	緩	上	III	13	E	100	N	緩	下	I
3	B1	90	E	緩	下	II	4	B1	100	W	中	下	II	2	A	80	E	緩	下	II	AO	A	80	W	緩	上	III
4	B1	90	E	中	下	III	5	B1	90	E	緩	上	III	3	A	60	N	急	上	III	2	B1	80	W	中	上	II
5	D	80	E	急	上	III	6	B1	90	N	中	下	I	4	A	80	N	中	下	I	3	B1	100	W	中	下	II
6	D	80	S	中	上	II	7	B1	100	S	急	下	II	5	A	50	S	中	下	II	4	B1	100	S	急	下	III
7	D	60	N	緩	下	II	8	B1	100	W	緩	下	II	6	B1	100	S	緩	上	II	5	C1	90	W	中	下	II
TS	B1	100	S	緩	上	III	9	D	80	E	緩	下	I	7	B1	100	E	中	下	I	6	C1	90	N	緩	下	I
2	B1	100	E	急	下	II	10	D	80	S	中	下	III	8	B1	80	N	急	上	III	7	E	200	W	急	上	III
3	B1	90	E	中	下	I	11	D	80	W	急	上	II	9	B1	100	E	緩	下	I	8	E	100	E	中	下	II
4	B1	90	W	急	下	II	KN	A	80	E	緩	上	III	10	B1	100	S	中	下	II							
5	C1	100	W	急	上	III	2	A	60	W	中	下	III	11	B1	100	W	急	上	III							
6	D	80	E	中	下	I	3	A	70	N	緩	上	I	12	B1	80	N	中	下	II							
7	D	80	N	急	下	II	4	B1	90	S	急	下	III	13	B1	80	S	緩	下	I							

(註) (1) 調査区記号は第1報第1表による。

(2) 林分型記号は次の通りである。

- A アカマツ上木の伐期に上木、下木共に伐採した跡地林分。
 B₁ 広葉樹下木の第一回伐期に上木を間伐、下木を皆伐した箇所、上木の底層度 0.2~0.3 の林分。
 B_{II} 同上の底層度 0.4~0.5 の林分。
 B_{III} 同上の底層度 0.6~0.7 の林分。
 C₁ 広葉樹下木の第二回伐期に上木を間伐、下木を皆伐した箇所、上木の底層度 0.2~0.3 の林分。
 C_{II} 同上の底層度 0.4~0.5 の林分。
 C_{III} 同上の底層度 0.6~0.7 の林分。
 D アカマツ-杉林を伐期において皆伐した跡地林分。(比較区)
 E 広葉樹新成林を伐期において皆伐した跡地林分。(広葉樹比較区)

(3) 以上の中、A、B、C、D 各調査区は 何れも地表落葉層を除去した箇所である。

(4) 傾斜方位は東を E、南を S、西を W、北を N とする。

(5) 傾斜度は緩 (10°未満)、中 (20°未満)、急 (20°以上) とする。

(6) 山腹位置は山腹の上部と下部に分ける。

(7) 地位は A、B、C、D においては後述のアカマツ地位級により、E は広葉樹地位級により夫々 I、II、III に区分する。

(8) 第7表中、A、B_{II}、C_{II}、D、E は第1報の調査区と同一のものである。(9) 第7表中、A、B_{II}、C_{II} の調査地の一部は後述の收穫表標準地を用いた。

(10) E 林分型調査区の結果は次報に譲る。

Fig. 1. C_{II} 林分型 I 等地 上木 58 年 下木 18 年
T K 1 調査区 (A) の伐採直前の林相



Fig. 2. B_{II} 林分型 II 等地 上木 41 年 下木 20 年
AKa 19 調査区 (C_{II}) の下木伐採前



Fig. 3. C_{II} 林分型 II 等地 上木 40 年 下木 0 年
K Y 4 調査区 (C_{II}) 設定作業中

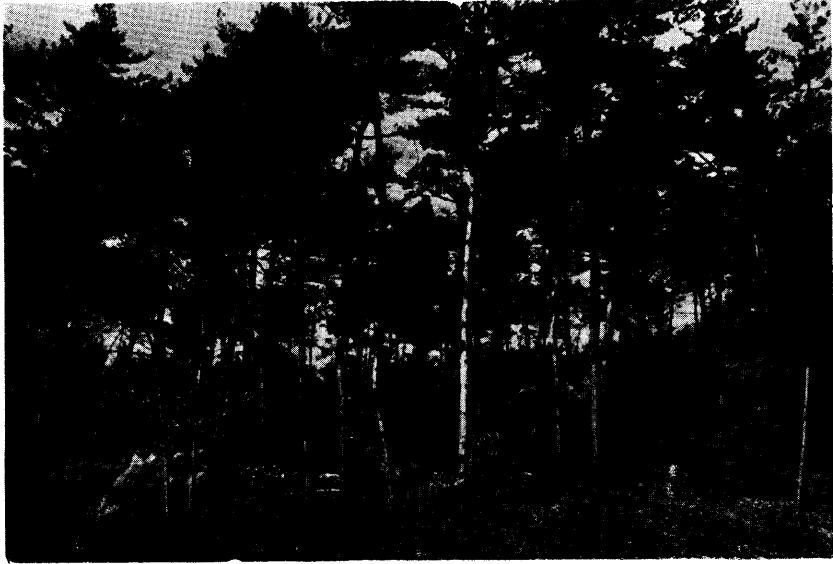


Fig. 4. E_I 林分型 III 等地 上木 28 年 下木 5 年
T To 1 調査区 (B_I)



Fig. 5. A 林分型 III 等地 3 年生 AS4 調査区

手前は A 林分型 24 年生

遠方は B_{III} 林分型 II 等地 AS 6 調査区



Fig. 6. A 林分型 KH1 III 等地上木下木伐採

遠方は C_I 林分型上木 36 年下木 11 年

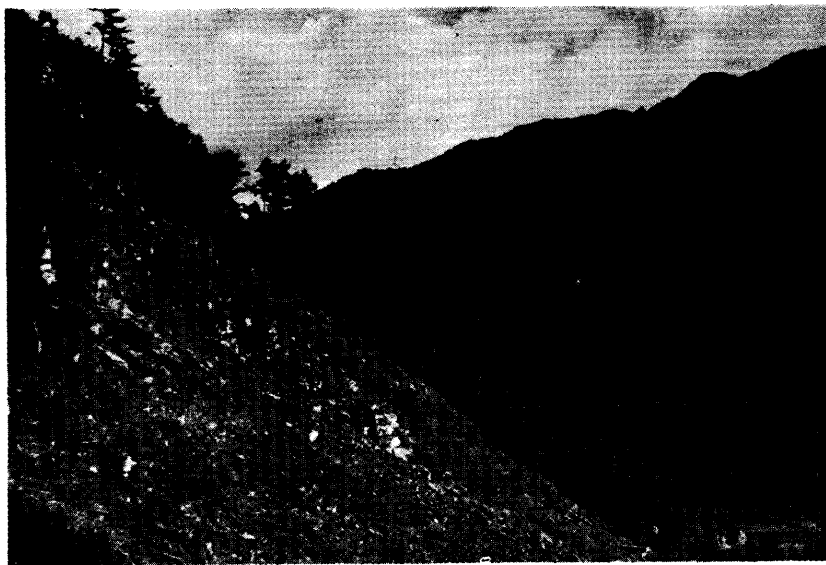


Fig. 7. A 林分型 III 等地 25 年生
伐採後 KN 5 調査区 (B_I)

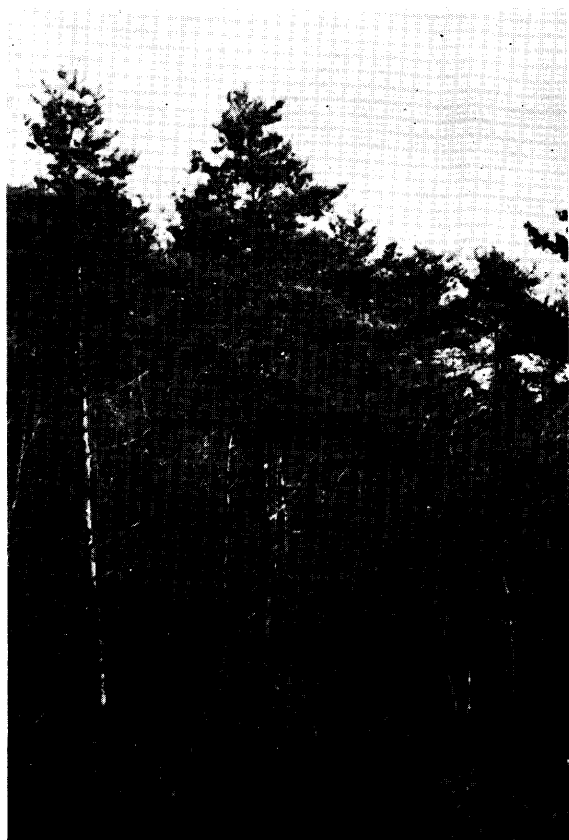
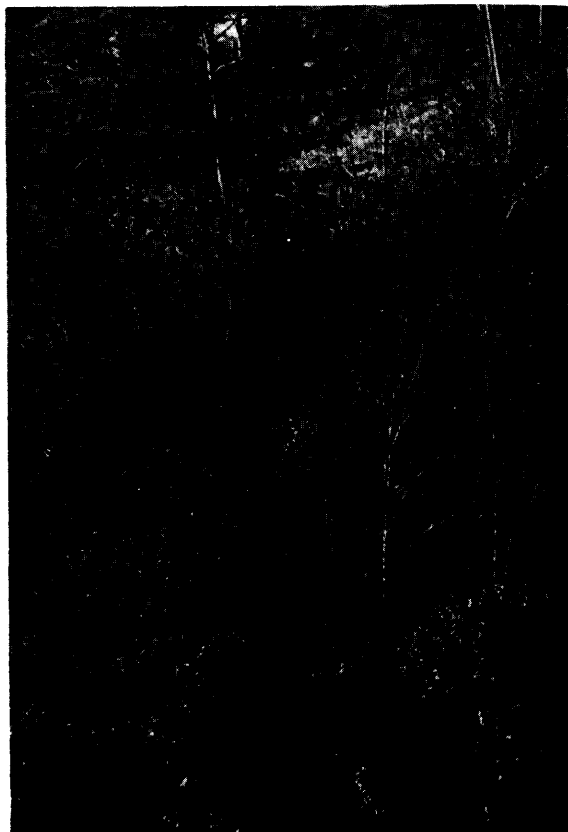


Fig. 8. A 林分型 II 等地 11 年生
AKa 5 調査区



5Fig. 9. A 林分型 II 等地 3 年生 AKa2 調査区
中央の遠方は AKa 9 調査区 (B_{II})



第 8 表 調査区数及び面積

林 分 型	調 査 区 面 積 m ²			地 況 別 調 査 区 箇 所 数												
				傾 斜 方 位				傾 斜 度			山腹位置		地 位			合 計
	範 囲	平均	延面積	E	S	W	N	緩	中	急	上部	下部	I	II	III	
A	50~80	67	2610	12	9	10	8	14	13	12	17	22	6	16	17	39
B _I	80~100	93	1950	5	6	5	5	7	7	7	10	11	7	7	7	21
B _{II}	50~100	93	2870	10	6	7	8	12	10	9	13	18	6	13	12	31
B _{III}	50~200	97	2130	5	5	6	6	7	8	7	11	11	7	8	7	22
C _I	50~100	91	1180	3	3	3	4	4	4	5	6	7	4	4	5	13
C _{II}	80~100	94	2910	10	7	7	7	13	9	9	13	18	6	13	12	31
C _{III}	50~100	92	1200	3	3	4	3	4	5	4	6	7	4	5	4	13
D	40~100	111	2780	11	8	9	9	12	12	13	21	16	9	13	15	37
E	100~200	142	3550	7	6	6	6	8	9	8	12	13	8	9	8	25
計	40~200	91	21140	66	53	57	56	81	77	74	109	123	57	88	87	232

III 調査方法

本研究は最近に至つて調査計画及び統計的处理に再検討をも考慮したのであるが、私有林を調査の対象としたため、所有者の意志による伐採期を待つて逐次調査を行つたものゝあること、中途において一時調査の中止を余儀なくされたこと、無断伐採による一部調査区の破壊が行われたこと、結実年度毎に順次調査区を設定していつたこと等により、その間かなり長年月を要したので、最初の計画通り調査し、算術平均による取纏めを行うほかなかつた。即ち A・B・C・D 各林分の調査区は、総て結実年度の冬季伐採箇所に設定し、伐採搬出による地表面の攪乱露出と広葉樹切株の損傷を防ぐように注意しつゝ、伐採木を取片付け、調査区の 1/2 は地表落葉層 (Litter) を除去し、残る 1/2 は落葉層をそのまゝにした。この報告は落葉層を除去した部分について調査したものである。A に属する各調査区は C 林分型中林の上木・下木が伐期に達した林分より選定し、D に属する各調査区は A 調査区と比較すべくアカマツ一斉純林の伐期林分より選定して、何れも結実年の冬季に皆伐した。B に属する各調査区は A 林分型中林の広葉樹が伐期に達した林分より選定し、C に属する各調査区は B 林分型中林の下木が伐期に達した林分より選定して、何れも結実年の冬季に上木アカマツを間伐し、下木広葉樹を皆伐した。又 B 及び C に属する各調査区は、上木間伐前の

鬱閉度に応じて疎、中、密の階級に分け、上木間伐後の樹冠投影図によりその鬱閉度を算出し、これを地表面に対する庇蔭度として、庇蔭度 0.2~0.3 のものを I、0.4~0.5 のものを II、0.6~0.7 のものを III として区分した。以上の各調査区とも伐採後 5 年間毎年 6 月下旬より 7 月上旬に亘る期間に、更新樹を損傷しないように注意して雑草灌木類を刈払い除去した外、D に属する調査区は広葉樹をも同時に伐除し、A、B、C に属する各調査区は薪炭樹種を残置して 3 年後に至り、状況に応じて 1~3 本立として芽掻きを行つた。かくして行つた調査中、アカマツ更新樹と上木の庇蔭との関係を測定したのは次の二方法である。

(1) アカマツ稚苗の発生及び消失調査

アカマツの天然更新は地床状態が同一の場合には、傾斜方位による差異が最も顕著である事実²⁾より、A・B_I・B_{II}・B_{III}・C_I・C_{II}・C_{III} の各中林型林分調査区及び D 比較区について傾斜方位別に調査した。即ち第 7 表の調査区中より各林分型別に東・西・南・北の方位のものを 1 箇所宛都合 32 箇所を選定し、その各々に対し 10 m² の標準区を設け、伐採後 1 箇年間の稚苗発生数とその消失数を各月の終りに測定した。

(2) アカマツ更新樹の本数及び成長調査

E 林分調査区を除く 207 箇所の全調査区につき、伐採後 1 年、3 年、5 年におけるアカマツ更新樹の本数及び伸長量を測定し、調査区毎に総本数、10 m² 当り本数、上長成長、生育位置散布状態等を求めた。

IV 調 査 結 果

(a) 上木庇蔭下のアカマツ稚苗の発生及び消失

32 箇所の調査区内に設定した 10 m² 標準区につき、伐採後 1 年間のアカマツ稚苗発生数とその消失数を纏めると第 9 表の通りである。

アカマツ稚苗の消長経過を要約すれば次の通りである。

(1) 時期的に見るとアカマツの天然更新は 4 月末より始まり、5 月中に大半の稚苗が発生するが、更に 6 月においても 25~30 % の稚苗が発生し、7 月上旬に至つて終了するものである³⁾。これらの稚苗は第 9 表で明らかな如く、庇蔭の大となる

第 9 表 アカマツ稚苗の発生及び消失

林分型	調査区	傾斜方位	月別稚樹発生数					月別稚樹消失数												残存数	消失率%	
			4	5	6	7	計	4~6	7	8	9	10	11	12	1~3	計						
D	KY 6	E	1	22	11	3	37	2	5	6	3	2	1	0	1	20	17	54.1				
	" 7	S	5	74	30	2	111	5	21	31	11	6	2	3	6	85	26	76.6				
	AKa 25	W	1	75	29	7	112	6	20	29	14	8	4	2	5	88	24	78.6				
	KY 8	N	0	28	9	6	43	3	6	8	6	3	2	1	2	31	12	72.1				
	平均発生率、消失率 %							2.3	65.7	26.1	5.9	100.0	7.1	23.2	33.0	15.2	8.5	4.0	2.7	6.3	100.0	
A	AKa 2	E	1	20	7	3	31	1	4	5	2	1	0	1	1	15	16	48.4				
	" 5	S	4	56	18	2	80	4	12	22	7	4	1	0	6	56	24	70.0				
	AS 1	W	3	42	18	3	66	2	7	17	6	3	2	1	3	41	25	62.1				
	AKa 4	N	0	13	5	3	21	1	2	2	1	0	1	0	0	7	14	33.3				
	平均発生率、消失率 %							4.0	66.2	24.2	5.6	100.0	6.7	21.0	38.7	13.4	6.7	3.4	1.7	8.4	100.0	
B _I	AKa 14	E	1	15	6	2	24	1	2	4	2	1	0	0	1	11	13	45.8				
	" 13	S	2	41	15	4	62	4	8	11	7	3	2	1	5	42	20	67.7				
	AK 8	W	1	31	12	2	46	2	7	9	3	1	1	2	4	29	17	63.0				
	" 7	N	0	8	4	1	13	0	1	1	0	0	0	0	1	3	10	23.1				
	平均発生率、消失率 %							2.8	65.5	25.5	6.2	100.0	8.3	21.4	29.7	14.3	6.0	3.6	3.6	13.1	100.0	
B _{II}	AKa 9	E	0	14	7	2	23	1	3	4	1	0	1	0	2	12	11	52.2				
	" 10	S	1	26	10	2	39	2	4	7	2	1	2	1	2	21	18	53.8				
	" 11	W	0	26	12	4	42	3	4	7	3	2	0	2	3	24	18	57.1				
	" 12	N	0	11	6	2	19	2	3	3	1	1	0	0	2	12	7	63.2				
	平均発生率、消失率 %							0.8	62.6	28.5	8.1	100.0	11.6	20.3	30.4	10.2	5.8	4.3	4.3	13.1	100.0	
B _{III}	AKa 7	E	0	9	4	2	15	2	2	1	1	0	1	1	1	9	6	60.0				
	" 6	S	0	18	8	3	29	1	2	4	1	2	0	2	3	15	14	51.7				
	AS 5	W	0	13	6	2	21	1	2	2	3	1	1	0	2	12	9	57.1				
	AKa 8	N	0	12	6	3	21	2	1	3	3	2	1	1	3	16	5	76.2				
	平均発生率、消失率 %							0	60.5	27.9	11.6	100.0	11.5	13.5	19.2	15.4	9.6	5.8	7.7	17.3	100.0	
C _I	AS 12	E	0	17	7	3	27	1	2	4	2	0	1	1	2	13	14	48.1				
	AKa 22	S	2	34	11	4	51	3	7	11	4	3	1	1	2	32	19	62.7				
	" 24	W	1	31	11	6	49	2	7	9	5	2	1	0	3	29	20	59.2				
	" 23	N	0	7	3	1	11	1	1	1	0	0	0	0	0	3	8	27.3				
	平均発生率、消失率 %							2.2	64.5	23.2	10.1	100.0	9.1	22.1	32.4	14.3	6.5	3.9	2.6	9.1	100.0	
C _{II}	AKa 21	E	0	25	12	5	42	3	5	8	4	3	4	2	3	32	10	76.2				
	" 19	S	1	33	14	4	52	2	6	11	6	5	1	0	4	35	17	67.3				
	" 18	W	0	25	11	5	41	3	6	8	4	3	0	2	3	29	12	70.7				
	" 17	N	0	13	7	3	23	2	3	4	1	2	0	1	2	15	8	65.2				
	平均発生率、消失率 %							0.6	60.8	27.8	10.8	100.0	9.0	18.0	28.0	13.5	11.7	4.5	4.5	10.8	100.0	
C _{III}	AS 10	E	0	18	10	3	31	2	4	7	4	2	3	0	2	24	7	77.4				
	AKa 15	S	0	18	9	3	30	0	3	6	2	3	0	2	3	19	11	63.3				
	AK 9	W	0	41	17	7	65	4	7	15	10	4	5	3	6	54	11	83.1				
	AKa 16	N	0	15	9	4	28	1	4	6	4	2	3	1	3	24	4	85.7				
	平均発生率、消失率 %							0	59.8	29.2	11.0	100.0	5.8	14.9	28.1	16.5	9.1	9.1	4.9	11.6	100.0	

につれて幾分発芽の開始時期が遅れ、庇蔭度 0.6~0.7 の場合そのずれは 10 日乃至 16 日であつた。然るに発芽の終了時期は庇蔭の如何にかゝらず殆んど同時であつて、このことは注目すべきであろう。又これを傾斜方位との関係について見ると、稚苗の発生開始は南面が最も早く、上木のない D・A 等においては 4 月 27 日及び 28 日に、上木庇蔭の最も大きい B_{III}・C_{III} では 5 月 7 日及び 9 日に発生を見、西・東・北面の順に少しづつ、発芽が遅れて、北面においては D 及び A では 5 月 4 日に、B_{III}・C_{III} では 5 月 11 日及び 12 日至つて漸く発芽し始めた。これに対し稚苗発生の終了は各方位ともに殆んど同時で 7 月 10 日頃となつてゐる。稚苗の発芽時期は勿論地面の温度、湿度に関係するところが大きい⁴⁾が、以上の点から見て間接的には陽光量に左右せられるところが多いものと認められるのである。

(2) 稚苗の発生本数は上木庇蔭のない場合に最も多く、庇蔭が大となるにつれて本数減少の傾向が見られる。又傾斜方位については南・西・東・北の順に発生本数少く、この差異は庇蔭度の大小にかゝらず顕著であつた。従つて稚苗の発生量においても、直接間接に陽光量が影響する⁵⁾ものと認められる。

(3) 稚苗消失の原因は乾燥・寒害・病菌害・昆虫その他動物の害・雨水による流失・上木からの水滴や落枝による損傷・落葉被覆・萌芽その他地床植生による被圧等が挙げられよう。従つて稚苗は発生と同時に 1 年中の各季節共に消失が見られたのであるが、その半ば以上は夏季の乾燥による⁶⁾ものであつて、それ以後の消失は比較的少ない。

(4) 稚苗の消失率は庇蔭のない場合に大きく、庇蔭の増大と共に減少の傾向が見られる。但し本調査では庇蔭度の最も大きい B_{III}・C_{III} に於て再び消失率が増大した⁷⁾。庇蔭が大となるにつれ夏季の乾燥による消失が減少しているにも拘らず、B_{III}・C_{III} に於て消失率の大きかつたことは、庇蔭による稚苗の衰勢と関連して乾燥以外の諸被害が多かつたためである。又傾斜方位別の消失率は概して南・西面が大きく東・北面の順に小さい。しかし傾斜方位による消失率の差異は庇蔭度の増大につれて少なくなり、庇蔭の最も大きい B_{III}・C_{III} では却つて北・東面の消失率が大きくなつてゐる。

(5) 稚苗の消長を個体毎に観察すると、早期に発生した稚苗は枯死率が少なく、晩くなつて生じた稚苗ほど夏季に枯死するものが多い。特に晩く発生した幼苗は、梅

第 10 表 アカマツ 更新樹本数取纏表

(10 m² 当り)

種 別	年 齡	1 年								3 年								5 年							
		D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}	D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}	D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}
傾 斜 方 位	東	17.2	11.9	12.8	10.0	6.5	10.8	11.7	5.1	10.7	7.8	6.4	1.1	0.4	6.2	1.4	0.5	9.7	6.7	5.4	0.8	0.3	5.7	1.0	0.4
	南	21.8	14.7	18.6	17.6	10.8	18.4	16.5	11.7	10.6	8.4	7.3	2.8	1.1	7.9	3.7	0.9	9.6	6.7	6.4	2.2	0.6	6.9	2.8	0.5
	西	25.1	24.8	16.7	17.2	8.7	18.9	12.4	9.3	13.3	10.3	6.9	2.2	0.7	7.3	2.5	1.0	12.0	9.5	5.2	1.8	0.4	6.5	2.1	0.5
	北	16.9	13.8	10.0	7.9	5.8	12.2	7.2	4.6	10.8	8.8	5.2	0.5	0.3	6.1	1.2	0.4	10.1	8.1	3.8	0.4	0.3	5.0	0.8	0.3
傾 斜 度	緩	30.1	25.2	16.4	16.8	9.7	15.9	17.1	8.6	17.1	12.9	8.7	2.2	0.8	7.4	2.7	0.7	16.0	11.4	6.7	1.7	0.6	6.4	2.1	0.5
	中	18.7	14.0	14.4	9.8	8.0	16.2	10.8	8.2	10.4	7.8	6.3	1.2	0.6	7.7	2.4	0.8	9.2	6.6	5.3	0.9	0.4	6.5	1.9	0.5
	急	13.6	8.2	12.3	8.8	6.5	13.3	5.6	6.2	7.6	5.0	4.4	1.0	0.3	5.6	1.0	0.5	6.8	4.6	3.7	0.8	0.3	5.1	0.6	0.3
山 腹 の 上 下	上部	22.1	19.8	16.7	12.1	8.4	16.5	14.8	7.5	12.5	9.9	7.1	1.9	0.6	7.3	2.5	0.6	11.2	8.7	6.0	1.5	0.5	6.1	2.0	0.4
	下部	17.6	13.5	12.8	12.3	7.4	13.6	9.8	7.8	9.9	7.9	5.8	1.3	0.5	6.5	1.8	0.7	9.2	6.9	4.3	1.0	0.3	6.0	1.3	0.4
地 位	I	18.3	17.2	15.6	9.0	8.6	14.9	9.3	8.1	11.4	9.5	7.4	0.6	0.7	7.9	1.2	0.7	10.6	8.8	6.1	0.4	0.5	6.8	1.0	0.4
	II	19.0	16.7	13.7	12.4	9.5	15.7	10.2	6.3	10.8	8.8	6.1	1.3	0.7	6.8	1.9	0.6	10.0	7.9	5.4	0.9	0.4	6.2	1.5	0.4
	III	22.2	15.5	14.9	13.7	6.1	14.8	15.1	8.7	11.8	8.5	5.8	2.3	0.5	6.0	2.8	0.9	10.5	7.1	4.1	1.8	0.4	5.1	2.1	0.5
平 均		20.2	16.2	14.6	12.2	8.0	15.1	11.9	8.0	11.3	8.8	6.4	1.5	0.6	6.9	2.1	0.7	10.3	7.7	5.2	1.2	0.4	6.0	1.6	0.4

雨後の急激な乾燥に堪えかねて殆んど枯死した。

(6) 以上の稚苗発生率及び消失率の関係から、その発生本数と1年後の残存本数を比較して観察できることは、稚苗の生存本数は月日の経過につれて傾斜方位による差異が漸次少なくなり、均一化の方向にあることである。

(b) 庇蔭下のアカマツ更新樹本数

第7表の調査区中、Eに属する調査区を除いた207箇所について、各林分型別・立地条件別にアカマツ更新樹の1年・3年・5年生における生育本数を取纏め、その平均値を10m²当りに換算表示すると第10表となり、これを要約すれば次の通りである。

(1) 一般にアカマツ上木の庇蔭が大となるにつれてその更新樹本数は減少し、且その差異は年齢と共に顕著となる。これを立地条件別に見ると、概ね庇蔭の如何にかゝらず傾斜方位では南・西・東・北の順、傾斜度では緩・中・急の順、山腹位置では上部・下部の順にその本数少なく、地位による差異には一定の傾向が見られない。以上の相違を明らかにするため、年齢別・立地条件別に、各林分型ともその平均値を100とした場合の本数率を算出したのが第11表である。

(2) アカマツ中林形作業の各林分型に於ける更新樹本数を、アカマツ一斉純林の皆伐跡地における更新樹本数と比較するため、第10表のDの本数を基準として、各林分型の立地条件別本数率を算出図示すると第3図の通りである。即ちDに対する本数率から見ると

$$A > C_I > B_I > C_{II} > B_{II} > C_{III} > B_{III}$$

であつて、その数値を各林分型別に表示すると第12表の通りである。

第12表 Dを基準とする中林各林分型の本数率(%)

林分型	1 年 生		3 年 生		5 年 生	
	範 囲	平均	範 囲	平均	範 囲	平均
A	60~99	80	66~83	78	68~83	75
C _I	53~98	75	43~75	61	40~75	58
B _I	54~90	72	48~69	57	38~67	50
C _{II}	41~76	59	11~35	19	8~29	16
B _{II}	47~81	60	5~26	13	4~23	12
C _{III}	27~54	40	4~8	6	3~5	4
B _{III}	27~50	40	3~10	5	3~6	4

庇蔭度が同一の場合、B と C の兩林分型では一般に多少 C 林分型における本数率が大きい。この傾向は 1 年生においては顕著でないが 3 年生・5 年生になるに従い比較的明瞭に観察できるものである。

(3) 第 10 表において 1～3 年生の更新樹の本数差より初めの 2 年間の消失率を、3～5 年生の本数差より次の 2 年間の消失率を、夫々立地条件別に求めたのが第 13 表である。

本表によると概してアカマツの更新樹は年齢経過と共に消失率が減少し、且庇蔭度大なるほど消失率も大であつて、平均値について見れば

$$B_{III} > C_{III} > B_{II} > C_{II} > B_I > C_I > A > D$$

第 13 表 アカマツ天然更新樹の消失率 (%)

種別	年齢 林分型	1～3 年 の 消 失 率								3～5 年 の 消 失 率							
		D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}	D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}
傾 斜 方 位	東	38	34	50	89	94	43	88	90	9	14	16	27	25	8	29	20
	南	51	43	61	84	90	57	78	92	9	20	12	21	45	13	24	44
	西	47	58	59	87	92	61	80	89	10	8	25	18	43	11	16	50
	北	36	36	48	94	95	50	83	91	6	8	27	20	0	18	33	25
傾 斜 度	緩	43	49	47	87	92	53	84	92	6	12	23	23	25	14	22	29
	中	44	44	56	88	93	52	78	90	12	15	16	25	33	16	21	38
	急	44	39	64	89	95	58	82	92	11	8	16	20	0	9	40	40
山 腹 の 上 下	上部	43	50	57	84	93	56	83	92	10	12	15	21	17	16	20	33
	下部	44	41	55	89	93	52	82	91	7	13	26	23	40	8	28	43
地 位	I	38	45	53	93	92	47	87	91	7	7	18	33	29	14	17	43
	II	44	47	52	90	93	57	81	90	7	10	11	31	43	9	21	33
	III	47	45	61	83	92	59	81	90	11	16	29	22	20	15	25	44
平 均		44	46	56	88	93	54	82	91	9	13	19	20	33	13	24	43

第 14 表 アカマツ 更新樹上長成長取纏表 (cm)

種 別	年 齡	1 年								3 年								5 年							
		D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}	D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}	D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}
傾 斜 方 位	東	6.8	7.1	6.7	4.4	3.9	6.8	4.5	4.0	32.4	31.6	26.3	21.7	12.6	27.2	22.5	11.9	104.8	100.3	72.5	48.2	19.2	74.8	51.8	19.6
	南	7.0	7.1	7.2	4.6	4.5	7.2	4.7	4.4	33.5	31.8	27.7	23.0	13.4	28.4	23.5	13.3	109.2	102.8	75.2	52.9	22.7	81.9	56.1	21.7
	西	7.2	7.2	6.9	4.7	4.1	6.7	4.9	3.9	34.0	31.7	26.2	23.9	12.6	26.9	25.2	13.0	113.2	101.4	73.7	55.0	20.9	73.1	59.6	21.1
	北	6.6	6.7	6.1	4.0	3.2	6.4	4.1	3.6	30.5	30.4	25.5	19.1	10.5	26.1	20.0	10.2	99.4	97.2	66.9	44.3	18.5	70.9	45.6	17.7
傾 斜 度	緩	6.9	7.0	7.2	4.4	4.1	6.7	4.5	3.9	32.7	31.3	27.2	22.2	12.4	26.7	21.8	12.9	106.2	100.0	73.3	49.1	21.1	75.8	52.5	19.6
	中	6.9	7.0	6.5	4.3	3.8	6.9	4.4	4.2	32.7	31.2	26.6	20.7	12.6	27.8	21.6	11.8	106.1	100.1	71.8	48.7	20.4	75.1	52.1	19.8
	急	6.7	7.1	6.6	4.4	3.7	6.8	4.6	3.8	31.8	31.9	26.4	22.1	11.8	27.1	23.1	11.6	106.5	102.6	71.0	50.4	19.5	74.6	53.7	20.7
山 腹 の 上 下	上部	6.8	6.6	6.5	4.2	3.8	6.7	4.3	3.8	32.0	29.9	25.3	20.8	11.4	26.9	21.5	11.8	96.6	95.7	67.1	46.1	19.2	72.7	48.2	19.5
	下部	7.0	7.2	7.0	4.5	4.0	6.9	4.7	4.2	33.3	32.4	27.5	22.3	13.2	27.4	23.5	12.5	109.9	105.9	76.8	51.1	21.4	77.6	55.9	20.6
地 位	I	9.0	9.5	9.0	5.1	4.3	8.7	5.3	4.2	41.5	41.6	32.8	25.0	13.5	34.0	26.1	13.1	143.5	137.3	90.8	58.9	23.6	88.9	63.0	22.9
	II	7.0	6.9	6.4	4.4	3.8	6.7	4.5	4.0	32.8	30.9	26.7	22.2	12.6	27.1	23.4	12.1	105.7	102.3	76.5	51.0	20.1	75.3	53.5	20.4
	III	4.7	4.6	4.8	3.7	3.4	5.1	3.7	3.7	23.4	22.0	19.9	18.0	10.9	20.6	16.9	11.2	69.4	64.3	48.7	38.9	17.2	61.4	38.6	16.8
平	均	6.5	6.3	6.7	4.3	3.9	6.8	4.4	4.0	30.8	28.7	26.4	21.1	12.3	27.2	22.0	12.1	99.2	91.1	72.0	47.8	20.3	75.2	50.8	20.0

第 15 表 各林分型の平均伸長量を基準とした立地条件別伸長率 (%)

種 別	年 齡	1 年								3 年								5 年							
		D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}	D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}	A	D	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}
傾 斜 方 位	東	105	113	100	102	100	100	102	100	105	110	100	103	102	100	102	98	106	110	101	101	95	99	102	98
	南	108	113	107	107	115	106	107	110	109	111	105	109	109	104	107	110	110	113	104	111	112	109	110	109
	西	111	114	103	109	105	99	111	98	110	110	99	113	102	99	115	107	114	111	102	115	103	97	117	106
	北	102	106	91	93	82	94	93	90	99	106	97	91	85	96	91	84	100	107	93	93	91	94	90	89
傾 斜 度	緩	106	111	107	102	105	99	102	98	106	109	103	105	101	98	99	107	107	110	102	103	104	101	103	98
	中	106	111	97	100	97	101	100	105	106	109	101	98	102	102	98	98	107	110	100	102	100	100	103	99
	急	103	113	99	102	95	100	105	95	103	111	100	105	96	100	105	96	107	113	99	105	96	99	106	104
山 腹 の 上 下	上部	105	105	97	98	97	99	98	95	104	104	96	99	93	99	98	98	97	105	93	96	95	97	95	98
	下部	108	114	104	105	103	101	107	105	108	113	104	106	107	101	107	103	111	116	107	107	105	103	110	103
地 位	I	138	151	134	119	110	128	120	105	135	145	124	118	110	125	119	108	145	151	126	123	116	118	124	115
	II	108	110	96	102	97	99	102	100	106	108	101	105	102	100	106	100	107	112	106	107	99	100	105	102
	III	72	73	72	86	87	75	84	93	76	77	75	85	89	76	77	93	70	71	68	81	85	82	76	84
平	均	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

の関係にあり、特に庇蔭度 I と II の間に劇然たる差異が認められる。これを庇蔭別に見るに、上木庇蔭のない D・A に於ては、1~3 年の 2 年間の消失率は平均 44 % 及び 46 % であつて、稚苗発生後 1 年間の消失率平均 74 % 及び 60 % (第 9 表参照) よりも少なく、更に 3~5 年生の 2 年間に至ればその消失率は著減して平均 9 % 及び 13 % となり、殆んど更新樹として安定した感がある。然るに C・B 両林分においては上木庇蔭が大となるに従つて消失率も大となり、C_{III}・B_{III} においては I~3 年生の 2 年間の消失率は平均 91 % 及び 93 % となり、稚苗発生後の 1 年間の消失率平均 79 % 及び 61 % よりも大きく、3~5 年生の 2 年間の消失率においてもなおその平均は 43 % 及び 33 % であつて、5 年生になつても相当の消失を見る。このことは、稚樹発生当初の消失が乾燥を主因とするのに対し、後年の消失は上木並びに下木萌芽による庇蔭を主因とすることを示すものである。又立地条件について見ると、傾斜方位別には南・西面の消失率多く東・北面が少ないこと、傾斜の急なほど消失率の多いこと等が挙げられるが、かゝる関係は更新樹の年齢経過に伴い不分明になると同時に、庇蔭下に於ては却つて逆の傾向すら認められるのである。

(c) 庇蔭下のアカマツ更新樹上長成長

第 7 表の調査区の中で、E に属する調査区を除いた 207 箇所について、各林分型別・立地条件別にアカマツ更新樹の 1 年・3 年・5 年生における上長成長を測定し、その樹高平均値を算出表示すると第 14 表の通りである。以下これについて調査結果を要約する。

(1) 一般にアカマツ上木の庇蔭が大となるにつれて更新樹の伸長量は小さい。その差異は 1 年生ではさほど大きくないが、3 年生・5 年生と年齢を増すにつれて顕著となる。こゝに注目すべきことは、庇蔭下においては前述の如く衰勢更新樹が年と共に淘汰され、残存した比較的優勢な更新樹の平均値であるにもかゝらず、なおかゝる顕著な差異を生ずることである。

(2) 伸長量を立地条件別に見ると、先ず地位による差異が最も明瞭に顕われていることは当然であるが、庇蔭が強くなるにつれて地位差が小さくなっていることは注意すべき点であろう。傾斜方位による更新樹の樹高差も比較的顕著であつて、南面が最も大きくついで西又は東面となり、北面は最も小さい。この関係は庇蔭が大なるほど明瞭であつて、上木のない D・A 等においては方位による樹高差は僅少である。な

お山腹の上部と下部では多少下部の伸長量が大きく、傾斜度による差異には一定の傾向が見られない。以上の相違を明らかにするため、年齢別・立地条件別に、各林分型ともその平均値を 100 とした場合の伸長率を算出したのが第 15 表である。

(3) 各林分型の中林における更新樹の樹高を、アカマツ一斉純林の皆伐跡地における更新樹と比較するため、第 14 表の D の樹高を基準として、各林分型の伸長率を立地条件別に算出図示すると第 3 図の通りである。即ち各年齢につき D に対する伸長率から見ると概ね

$$A > C_I > B_I > C_{II} > B_{II} > C_{III} > B_{III}$$

であつて、前述の本数率と同じ関係にある。これを各林分別に数値で示すと第 16 表の通りである。

第 16 表 D を基準とする中林各林分型の伸長率 (%)

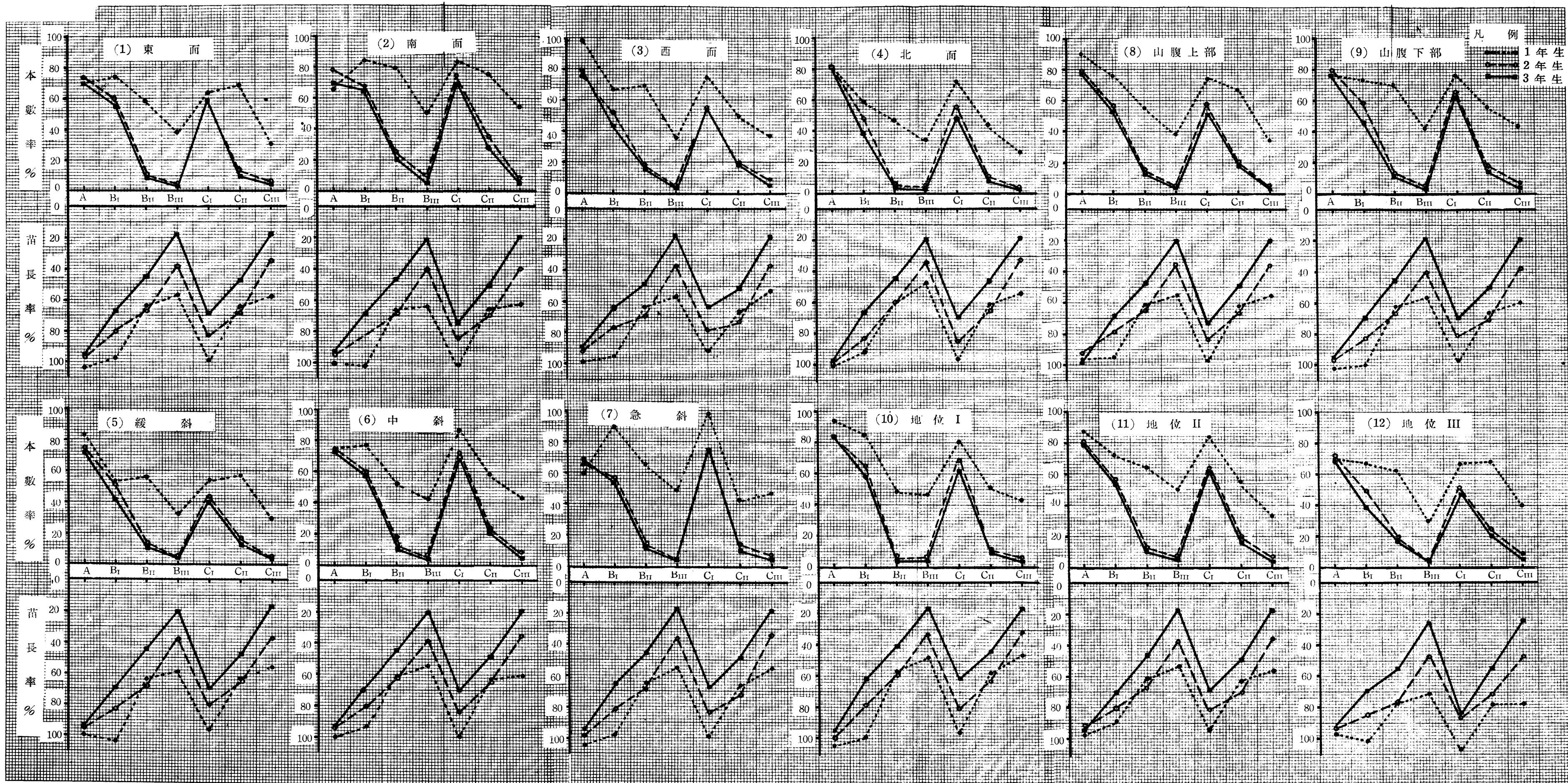
林分型	1 年 生		3 年 生		5 年 生	
	範 囲	平 均	範 囲	平 均	範 囲	平 均
A	97~106	97	93~100	93	90~99	92
C _I	93~109	105	79~88	88	62~88	76
B _I	91~104	106	77~85	86	63~72	73
C _{II}	59~79	68	63~74	71	44~56	51
B _{II}	57~79	66	60~77	69	41~56	48
C _{III}	47~79	62	32~48	39	16~24	20
B _{III}	48~72	60	33~47	40	16~25	20

(註) 範囲は立地条件別伸長率について示す。

庇蔭度が同一の場合、B と C の両林分型では、概して幾分 C に於ける伸長量が多い。又ここに注意を惹くことは、1 年生更新樹において、上木の庇蔭が全く無い D 及び A に比し、上木庇蔭度 0.2~0.3 の B_I・C_I 等が却つて伸長率の大きいことである。かゝる現象は第一報の第 5 表に示した A 林分型における林縁よりの距離別成長調査²⁾にも見られたところであり、林内測定の際にも屢々観取したのである。

(4) 一般にアカマツ更新樹の樹高連年成長量は年齢と共に増加するが、上木庇蔭下に於てはその増加割合が減少し、特に庇蔭の強い場合には殆んど連年成長の増加が見られず、遂には却つて衰勢減退して枯死するに至る。この関係を明らかにするため、第 14 表の調査より各林分型における更新樹の平均樹高につき連年成長量を算出すれば第 17 表の通りである。即ち各林分型における樹高連年成長量の平均につい

第 3 圖



第 17 表 アカマツ更新樹の樹高連年成長量 (cm)

種別	林分 年齢	D			A			B _I			B _{II}			B _{III}			C _I			C _{II}			C _{III}		
		1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
傾方位	東	6.8	12.8	36.2	7.1	12.3	34.4	6.7	9.8	23.1	4.4	8.7	13.3	3.9	4.4	3.3	6.8	10.2	23.8	4.5	9.0	14.7	4.0	4.0	3.9
	斜南	7.0	13.3	37.9	7.1	12.4	35.5	7.2	10.3	23.8	4.6	9.2	15.0	4.5	4.5	4.7	7.2	10.6	26.8	4.7	9.4	16.3	4.4	4.5	4.2
	西	7.2	13.4	39.6	7.2	12.3	34.9	6.9	9.7	23.8	4.7	9.6	15.6	4.1	4.3	4.2	6.7	10.1	23.1	4.9	10.2	17.2	3.9	4.6	4.1
	北	6.6	12.0	34.5	6.7	11.9	33.4	6.1	9.7	20.7	4.0	7.6	12.6	3.2	3.7	4.0	6.4	9.9	22.4	4.1	8.0	12.8	3.6	3.3	3.8
傾度	緩	6.9	12.9	36.8	7.0	12.2	34.4	7.2	10.0	22.9	4.4	8.9	13.5	4.1	4.2	4.4	6.7	10.0	24.6	4.5	8.7	15.4	3.9	4.5	3.4
	中	6.9	12.9	36.7	7.0	12.1	34.5	6.5	10.1	22.6	4.3	8.2	14.0	3.8	4.4	3.9	6.9	10.5	23.7	4.4	8.6	15.3	4.2	3.8	4.0
	急	6.7	12.6	37.4	7.1	12.4	35.4	6.6	9.9	22.3	4.4	8.9	14.2	3.7	4.1	3.9	6.8	10.2	23.8	4.6	9.3	15.3	3.8	3.9	4.6
山腹の上下	上部	6.8	12.6	32.3	6.6	11.7	32.9	6.5	9.4	20.9	4.2	8.3	12.7	3.8	3.8	3.9	6.7	10.1	22.9	4.3	8.6	13.4	3.8	4.0	3.9
	下部	7.0	13.2	38.3	7.2	12.6	36.8	7.0	10.3	24.7	4.5	8.9	14.4	4.0	4.6	4.1	6.9	10.3	25.1	4.7	9.4	16.2	4.2	4.2	4.1
地位	I	9.0	16.3	51.0	9.5	16.1	47.9	9.0	11.9	29.0	5.1	10.0	17.0	4.3	4.6	5.1	8.7	12.7	27.5	5.3	10.4	18.5	4.2	4.5	4.9
	II	7.0	12.9	36.5	6.9	12.0	35.7	6.4	10.2	24.9	4.4	8.9	14.4	3.8	4.4	3.8	6.7	10.2	24.1	4.5	9.5	15.1	4.0	4.1	4.2
	III	4.7	9.4	23.0	4.6	8.7	21.2	4.8	7.6	14.4	3.7	7.2	10.5	3.4	3.8	3.2	5.1	7.8	20.4	3.7	6.6	10.9	3.7	3.8	2.8
平均		6.5	12.2	34.2	6.3	11.2	31.2	6.7	9.9	22.8	4.3	8.4	13.4	3.9	4.2	4.0	6.8	10.2	24.0	4.4	8.8	14.4	4.0	4.1	4.0

て、1 年生に対する 3 年生の連年成長の倍数並びに 3 年生に対する 5 年生の樹高連年成長の倍数を求めると、次表の如く庇蔭度及び年齢の増加につれて小となる。

林 分 型	D	A	C _I	B _I	C _{II}	B _{II}	C _{III}	B _{III}
I 年生に対する 3 年生の連年成長量の倍数	1.9	1.8	1.5	1.5	2.0	2.0	1.0	1.1
3 年生に対する 5 年生の連年成長量の倍数	2.8	2.8	2.4	2.3	1.6	1.6	0.97	0.95

以上の傾向は立地条件別に見ても殆んど同様であつて、アカマツ更新樹が上木庇蔭下に於ては後継樹として期待できないことを示すものである。

第 18 表 アカマツ更新樹の樹高成長率 (%)

種 別	年 齢	1 ~ 3 年 の 成 長 率								3 ~ 5 年 の 成 長 率							
		D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}	D	A	B _I	B _{II}	B _{III}	C _I	C _{II}	C _{III}
傾 斜 方 位	東	65	63	59	66	53	60	67	50	53	52	47	38	21	47	39	24
	南	65	63	59	67	50	60	67	50	53	53	46	39	26	49	41	24
	西	65	63	58	67	51	60	67	54	54	52	48	39	25	46	41	24
	北	64	64	61	65	53	61	66	48	53	52	46	40	28	46	39	27
傾 斜 度	緩	65	63	58	67	50	60	66	54	53	52	46	38	26	48	41	21
	中	65	63	61	66	54	60	66	48	53	52	46	40	24	46	41	25
	急	65	64	60	67	52	60	67	51	54	53	46	39	25	47	40	28
山 腹 の 上 下	上部	65	64	59	66	50	60	67	51	50	52	45	38	25	46	38	25
	下部	65	64	59	66	53	60	67	50	53	53	47	39	24	48	41	24
地 位	I	64	63	57	66	52	59	66	51	55	53	47	40	27	45	41	27
	II	65	63	61	67	54	60	68	50	53	54	48	39	23	47	39	26
	III	67	65	61	66	52	60	64	50	50	49	42	37	22	50	39	20
平 均		65	64	60	66	52	60	67	50	53	52	46	39	25	47	40	25

(5) 樹高成長率は一般に年齢が小なるほど大きいもので、この関係は庇蔭下の被圧状態にあるアカマツ更新樹についても同様である。第 18 表は各調査区の庇蔭別、立地条件別の更新樹、樹高平均値より、Pressler 氏の近似式によつて樹高成長率を算出したものである。本表によると、樹高成長率が年齢並びに上木庇蔭の増すにつれて小さくなることが明らかに示されている外、その特徴として、傾斜方位・傾斜度・山腹位置、地位等の相違に関係なく、林分型毎に成長率が殆んど等しいことが指摘せられるのである。

V 考 察

この研究は立地の異なる多数の調査区を対象とし、広い地域に亘り長期間測定されたもので、その間多種多様の複雑な因子が加わっているから、測定した数値そのものには普遍性を認め得ないであろうが、実地に於ける多年の観察と符合する点より見て、少くとも庇蔭下のアカマツ更新に関して、その傾向を把握できるであろう。かゝる見地より測定結果に対して一応の考察を試みるものである。

(a) アカマツの天然更新による稚苗発生は殆んど 5~6 月の候に行われ、落下した種子が確実に着床するならば、適度の温度と湿度により多数の稚苗が発生するものである。勿論立地条件や庇蔭の程度によつて、その発生数に顕著な差異はあるにしても、稚苗の発生数のみについていえば、立地条件や庇蔭の如何を問わず、更新上十分な本数が発生する。然るに稚苗の発生完了は概ね梅雨期の終りと一致するため、梅雨明け直後の夏季乾燥期に遭遇して相当数の消失を見る。これを通り越すと秋季より冬季にかけての消失は著しく減少するが、なお広葉樹萌芽その他地床植生による被圧、落葉被覆・上木からの水滴や落枝による損傷・雨水による流失・昆虫や人為その他動物被害・病菌害・寒害等によつて徐々に稚苗の損耗を見られる。しかしながら 1 箇年後における稚苗本数より見るならば、多くの場合、必要以上の更新樹が残存するものである。従つてアカマツの天然更新は、結実年に伐採して地床の搔起しを行うならば、この段階においては更新上十分な稚苗が存在するものである。

(b) アカマツの天然更新作業上、更新樹の本数より見て稚苗期について重要な時期は、稚樹発生後 1~3 年の間にあるであろう。この期間に、アカマツ中林形作業の各林分においては、アカマツ更新樹と下層植生との競合が激化され、殊に上木下の更新樹

は庇蔭によつて強健な生育を阻まれるため、庇蔭に堪え得る広葉樹に被圧損耗せられるものが多く、 $B_{III} \cdot C_{III}$ 等のアカマツ更新樹は概ね 3 年生前後より本数的にも著しく不足するに至っている。このことは上木のない A 及び D の更新樹本数においても顕われているのであつて、林業上より見た生育本数としては両林分型とも十分であるけれども、下木広葉樹の伐除せられた D の本数が広葉樹を残置した A に比し、概ね本数が多いのである。

又アカマツ更新樹の生育上或る程度以上の陽光量が必要なことは、庇蔭度別更新樹本数からも明らかである⁷⁾。このことは、一般に南斜面に更新樹多く北斜面に少ないこと、殊に北面急斜地に著しく少ない事実からも判断せられるし、傾斜方位による更新樹本数の差異が庇蔭の大なるほど顕著であることよりも立証せられるであろう。

かくして上木庇蔭の少ない場合は、伐採後 5 年に至れば概ね更新樹の消失率は減少して略安定したかに認められるが、庇蔭度の大なる上木下にあつては更新樹の大部分が衰勢或るいは消失して、残存したものも殆んど後継樹としての価値を有せざるに至るものである。

(c) アカマツ更新樹が、その根より養分を吸収し葉の同化作用によつて成長することはいふまでもない。従つて庇蔭度が更新樹に及ぼす影響の最も顕著にあらわれるのは成長関係である。土地条件が略同一と見られる場合、庇蔭度の大なるほど樹高成長の小さいことは、主として陽光量の多少に関係するものと考察される。このことは傾斜方位による差異から見ても、他の条件が等しいと見られる場合には、南面の成長が最も大きく北面が最も小さいことから傍証せられるであろう。但しこゝに注目すべきことは、1 年生における樹高は庇蔭による差異が少なく、3 年・5 年生と大きくなるにつれて漸次その差が顕著となることである。その原因は単に上木の庇蔭のみでなく、下木広葉樹の被圧にもよるものであるが、牧野における草丈が適度の庇蔭下に於て最大である⁸⁾ことや、広葉樹萌芽についても同様の傾向が認められる点から見て、必ずしも陽光量の大なるほど上長成長が大なるものではなく、少くとも更新の当初は多少の庇蔭がある場合に最もよく伸長するのではあるまいか。このことは A 林分型における林縁よりの距離別成長調査⁹⁾にも見られたところであり、傾斜方位による伸長量の差異が庇蔭のない A・D 等よりも庇蔭のある B・C 等において顕著にあらわれている事実と併せ考察しても首肯せられるであろう。

又 B・C 両林分において、庇蔭度が同一の場合に僅少な差ではあるがいづれも C 林分の伸長量の大きい点を指摘しよう。何故ならば更新樹の本数についても同様な差異が認められたからである。元来両林分型の異るところは、C 林分型のアカマツ上木が下木の一伐期間だけ年齢が大きく、従つて平均樹高が大であり樹冠の枝葉も疎生している点にある。かゝる観点からして、両林分型における更新上の差異は、直光及び陰光量の相違を直接の因子として説明する外はあるまい。

以上アカマツ更新樹の成長と上木庇蔭との関係について、二・三の特徴ある傾向を考察したのであるが、これを総括して林業における更新上より見るならば、上木を有しない場合の樹高成長は D・A とともに正常であること、庇蔭度 0.2~0.3 程度の上木を有する場合にも更新樹の上長成長は或る程度期待できること、庇蔭度 0.4 以上の上木下においては年と共に樹高成長が著しく減退して後継樹としての期待ができないこと等が挙げられよう。

(d) 叙上のアカマツ天然更新に関する観点から、アカマツにおいては如何なる作業法によつて天然更新が可能であるかという点に触れて見よう。アカマツを結実年に伐採し地床の落葉層を除去するならば、上木庇蔭の如何にかゝらず多数の稚苗が発生することは明らかとなつた。しかも上木を有しない皆伐跡地においては、下木萌芽の有無を問わず正常な成長をなし、且十分な更新樹数を保有し得るから、普通の皆伐作業法並びにアカマツ更新期に皆伐方式を取り入れた中林形作業法は可能である。又庇蔭度 0.2~0.3 程度の上木を有する場合にも成立本数及び成長の点からアカマツの生育は、持続し得るものと見られるから、保残木作業又は漸伐作業法は可能であろう。そこで次の問題は、択伐林又は従来の概念による中林造成は果して可能かということになる。即ちアカマツを択伐して跡地にアカマツ後継樹を育成し得るか、或るいは上木を択伐下木を皆伐してその跡地にアカマツ及び広葉樹の後継樹を育成し得るかにある。然るに 0.4 以上の庇蔭下においては、少くともアカマツ更新樹の成長は困難であるため、択伐作業法は勿論、従来の概念による中林の造成も困難であると結論せざるを得ない。従つてアカマツを上木とし広葉樹を下木とする中林作業法としては、上木庇蔭下にアカマツの更新を期待しないところの、所謂中林形作業法による外ないものと認めたのである。

文 献

- (1) A. v. GUTTENBERG, Die Forsteinrichtung. 2 Aufl. 1911
- (2) 井上由扶、赤松中林形作業法の研究第一報、九州大学演習林報告 第 19 号 1951
- (3) 成田恒美、アカマツ天然更新に関する研究 第一報、関西林学会 四国大会研究講演集 1953
- (4) 瀬瀬理一郎、生理植物学 1931
- (5) 原田泰、森林と環境因子、植物及び動物 1944
- (6) 大迫元雄、本邦原野に関する研究 1937
- (7) P. J. Kramer, H. J. Oosting and C. F. Korstian: Survival of pine and hardwood seedlings in forest and open. Ecology 33: 1952

STUDY ON THE SPECIAL TYPE OF THE MIDDLE FOREST SYSTEM OF AKAMATSU

(2) Young Trees of Akamatsu Growing under the Canopy

(Résumé)

Yoshisuke INOUE

In regard to the special type of the middle forest in which the upper storey is the even-aged uniform forest of Akamatsu and the lower is coppice, investigations were made on the number and height increment of natural young growth of Akamatsu with several crown densities.

The results obtained by these investigations are as follows :

(a) Growth and death of the natural seedlings.

1. As a rule, the germination of natural seedlings of Akamatsu began in the end of April and ended in the beginning of July, but it started 10 to 16 days later in case the crown density was dense (0.6 to 0.7), and ended almost at the same time with all crown densities.
2. The number of seedlings on the slope change according to the direction it faced ; the number was greatest on the south side and gradually decreased in order of the west, the east and the north sides. The same thing was recorded in case of the crown density, that is, the number decreased in order of the open, broken and dense ones.
3. The death-rate of the late-grown seedlings were greater than the early-grown seedlings.
4. A great number of the natural seedlings were dead by the drought in summer, and the death-rate of the seedlings on the slope changed according to the direction it faced, that is, the rate was greatest on the south side and gradually decreased in order of the west, the east and the north sides. The same thing was recorded in case of the crown density, the rate decreasing in order of the open, broken and dense ones.

(b) The number of the natural seedlings in 1 year to 5 years.

5. Generally, the number of the natural seedlings on each stand type showed the following relationship :

$$D > A > C_I > B_I > C_{II} > B_{II} > C_{III} > B_{III} .$$

6. The number of the natural seedlings on each slope changed according to the direction it faced, and showed the relation: $S > W, E > N$. These differences were distinctly according to the crown density in order of the open, broken and dense ones.
7. In one year to three years, a great part of the natural seedlings were suppressed to death overgrown by weeds, and after this period, the remaining seedlings had a remarkably decreased death-rate.
8. On the stand type B and C, under the similar crown density, the number of seedlings in case of C were slightly greater than B, by reason of the shade by the upper storey C which was taller than B.
- (c) The height increment of the natural seedlings in 1 year to 5 years.
9. The height increment on each stand type showed the following relationship:

$$D > A > C_I > B_I > C_{II} > B_{II} > C_{III} > B_{III}.$$

Especially remarkable differences were seen between the height increment in B_I and C_{II} .
10. The height increment of the natural seedlings on each slope changed according to the direction it faced, and, $S > E, W > N$.
11. The height increment by site class decreased according to the crown density in order of open, broken and dense.
12. It is possible to expect the growth of the natural seedlings as the succeeding trees when the crown density is less than 0.2~0.3, but when the crown density is more than 0.4, the number decreases and the height increment decreases remarkably, the seedlings being suppressed to death year after year.

Judging from the results of the forementioned investigations, it is possible to take the clear-cutting system, the preregeneration system, the reserved-tree system and the special type of the middle forest system from the view point of the natural seedlings of Akamatsu, but the middle forest system of the traditional conception and the selection system may be very difficult to apply to Akamatsu stand, from the stand point of breeding the succeeding trees.