

経営	180
高萩試	1

飼料作物等の林内栽培維持年限



昭和57年2月



02000-00130759-2

農林水産省林業試験場高萩試験地

I はじめに

本研究は林業と農業や畜産との複合経営技術の確立を目的として、スギ及びアカマツの幼令造林地を対象に、作物栽培の可能性を明らかにしようとしたものである。

林内での作物栽培には光条件が最も重要である。そこで、間作にとって最も好ましい光環境を見出すために、林木の植栽様式とその密度を異にした数種の試験区を設定した。そこに、牧草、青刈ライムギ、陸稻、里芋及び落花生を栽培しながら、林木の成長と間作物の収量及び作付け可能年限について検討してきた。

なお、本研究は元林業試験場営農林牧野研究室長井上揚一郎が設計し、試験期間中の調査と試験地の管理は、前半を佐藤枝之、小川澄、山脇泉が、後半を岡野誠一、渡部貢、松本栄重が担当した。さらに、とりまとめには岡野誠一が当り、岩波悠紀が協力した。

II 試験方法

1. 試験地の概況

本研究は茨城県北部の林業試験場高萩試験地内の一隅で実施した。同地は1938年にクヌギ、ヤシャブシ、オオシマザクラ、トチュウの4樹種を植栽したが、戦後アカマツが密に侵入してきたところであり、それらの樹高は7~8mに達していた。地形は平坦で、土壤は適潤性黒色土であり、B層はカベ状ちみつで、やや通気不良である。

表1 試験区の種類

区名	植栽樹種	植栽様式	植栽木数 (本/ha)	間作有無
A1-30	スギ、アカマツ	1列植え	3,000	有
A1-45	"	"	4,500	"
A2-24	"	2列植え	2,400	"
A2-30	"	"	3,000	"
B-30	"	群状植え	3,000	"
B-50	"	"	5,000	"
C-30	スギ	正方形植え	3,000	無
C-44	アカマツ	"	4,400	"
D-00	無植栽	—	—	有

2. 試験区の種類

1963年秋にアカマツなどの立木を伐採し、枝条類の整理後、翌年の4月上旬にトラクターで、耕耘、整地したところに、表1のような試験区を設けた。供試樹種はスギ、アカマツとし、その植栽様式を正方形植えの他に、列状植え（1列植え、2列植え）、群状植え（1群5本植え）をとり、それに植栽密度を組合せた。さらに、林地と対照に無植栽区を設けた。

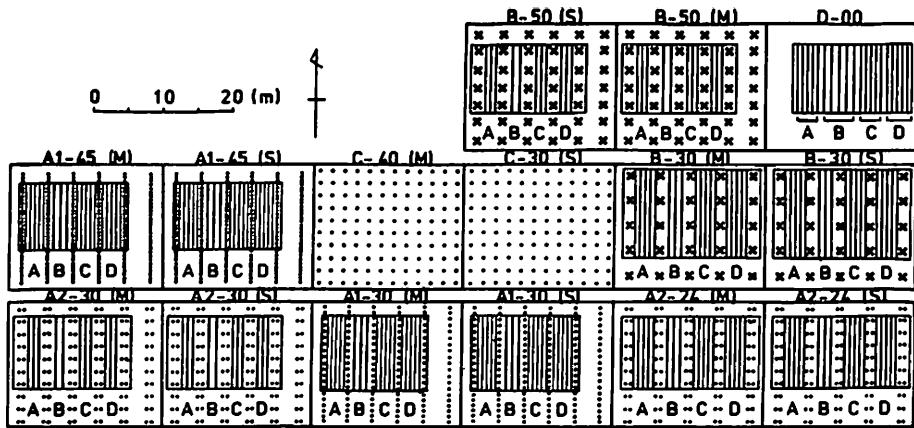


図1 試験区の配置図

(M) アカマツ, (S) スギ

A,B,C及びDは初年次の間作物で、それぞれ牧草、里芋、陸稻及び落花生を示す(表4参照)。

試験区の配置は図1のとおりである。各試験区の面積は396m²(18m×22m)であるが、間作面積は試験区により多少異なり160~178m²である。

3. 作物の栽培

作物の間作試験は林木の植栽当年から5年間行ったものであるが、牧草についてのみ、9年生林の枝打ち後にも実施した。そこで牧草に関しては、植栽初期と枝打ち後の試験をそれぞれ「第1期」と「第2期」試験として区別した。

表2 牧草の栽培基準

	導入牧草		施肥量 (Kg/10a)	
	種類	播種量 (Kg/10a)	造成時	次年以降
第一期	オーチャードグラス	1.0	堆肥: 2000	0
	メドウフェスク	0.8	N: 6.5	6.5
	スムースプロームグラス	0.7	P ₂ O ₅ : 12.5	13.2
	ホワイトクローバ	0.3	K ₂ O: 6.5	6.5
	バーズフートトレフォイル	0.2		
第二期	オーチャードグラス	4.0	N: 4.8	9.6
	トルフエスク	4.0	P ₂ O ₅ : 6.6	13.2
			K ₂ O: 4.8	9.6

注1) 第1期試験は牧草5種類を混合条播し、第2期試験ではオーチャードグラス及びトルフエスクを別々に散播した。

注2) 次年以降の施肥は3回に分けて与えた。

牧草の栽培基準を表2に示す。第1期試験では、オーチャードグラス、メドウフェスク、スムーズプロームグラス、ホワイトクローバ、バーズフートトレフォイルの5種類の牧草種子をよく混合したうえで、60cm間隔に条播した。その際の畦巾は10~15cmである。播種したのは1964年の9月であるが、収穫調査は翌年から実施している。したがって、牧草の収穫調査1

年次は、植栽木の2年生に相当する。

第1期試験の収穫調査は4年間続けたが、3年目にはメヒンバなどの耕地雑草が著しく繁茂し、牧草の収量が大幅に減少した。そこで、翌春（5年生林）に牧草地を全面に耕起して、オーチャードグラス、ペレニアルライグラス、トールフェスク、ラジノクローバーの4種類を追播した。

条蔵き栽培の第1期試験に対し、第2期試験では試験区の全面に播種した。第1期試験で5種類の作物を栽培した全面積の1/2～2/3に相当する面積を2分し、オーチャードグラス及びトールフェスクをそれぞれ単播した。その播種は1972年（9年生林）9月中旬であり、収穫調査はその翌年からである。なお、第2期試験では林木の正方形植栽を行ったC-30及びC-44区にも牧草を導入した。

表3 農作物の栽培基準

作物名（品種名）	播種量 (Kg/10a)	基肥量(Kg/10a)					追肥量(Kg/10a)		
		堆肥	タンカル	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
青刈ライムギ(ベンクーヴ18号)	6.5	1000	0	4.0	10.0	10.0	4.0	0	0
陸 稲(農林モチ26号)	4.6	750	0	6.0	9.0	9.0	2.0	0	0
里 芋(土 垂)	(1穴2個)	2500	0	4.6	13.7	12.1	9.0	0	0
落 花 生(千葉白油7号)	(1穴2粒)	800	800	2.1	7.2	6.0	0	0	18.0

表4 輪作の組合せ

年次	A	B	C	D
1	牧 草	里 芋	陸 稲	落花生(青刈ライムギ)
2	"	落 花 生	里芋(青刈ライムギ)	陸 稲
3	"	陸稻(青刈ライムギ)	落 花 生	里 芋
4	"	—————	以下繰返す	—————

注) 青刈ライ麦は冬作として導入した。

牧草は原則として年3回刈取り秤量し、その合計の生重量をその年の収量とした。

農作物の栽培基準を表3に示す。青刈ライムギと陸稻は60cm間隔に条播した。畦巾は10～15cmである。里芋は90cm×50cm、落花生は60cm×15cm間隔の点播とした。

陸稻、里芋及び落花生は1964年（林木植栽当年）の春から栽培試験を実施し、青刈ライムギはそれらの裏作として導入したものである。これらの農作物は連作を嫌うので、表4に示した順序で輪作栽培を行った。

なお、陸稻、落花生は5月上旬、里芋は5月下旬に播種し、いずれも10月中・下旬に収穫し

た。青刈ライムギは11月上旬に播種し、翌年の4月中旬に刈取った。

作物は条播栽培をとったために、林木の植栽様式やその密度の違いによって、定面積当たりの作付け畝数を異にした（図1参照）。すなわち、試験区によって、土地の利用率が異なることになった。そこで、無立木地のD-00区における作付率を100として、各試験区の作付率を算出すると、表5のようになる。林床

表5 林木の植栽様式と作付率（%）

区名	牧草	青刈ライムギ	陸稻	里芋	落花生
A1-30	79	79	79	69	79
A1-45	79	79	79	69	79
A2-24	54	54	54	45	54
A2-30	48	48	48	38	48
B-30	54	54	54	45	54
B-50	48	48	48	38	48
D-00	100	100	100	100	100

4. 試験地の管理

各作物とも生育期間中には、除草及び中耕を行った。一方、植栽木の保育作業として、スギ林は7年目に樹高の $1/3$ の下枝を、さらに翌8年目に $1/2$ の下枝を除去した。アカマツ林では、7年目に $1/3$ 、9年目に $1/2$ の下枝を落とした。この枝打ち作業はいずれも9月に実施した。なお、2～5年次及び9年次の秋に、各試験区の樹冠疎密度の調査を行った。

III 試験結果

1. 植栽木の成長

スギの樹高成長の経過を図2に、胸高直径の推移を図3に示す。

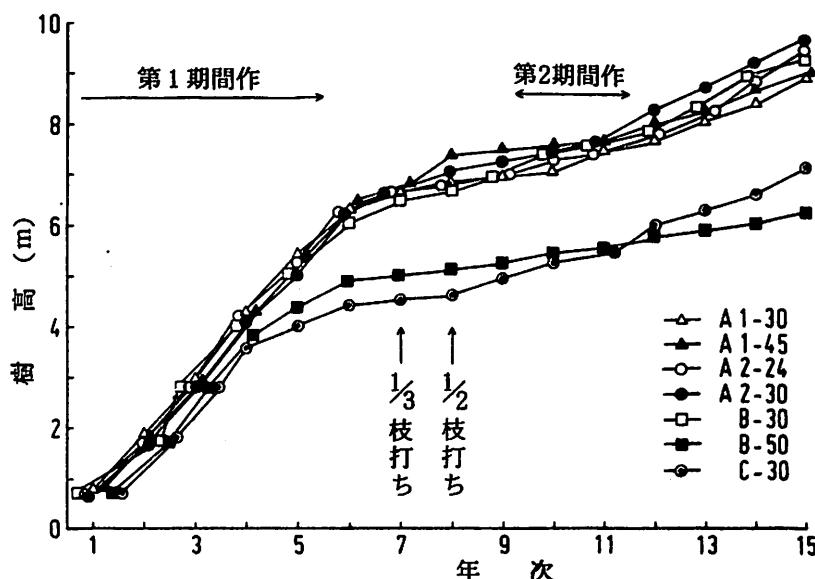


図2 スギの樹高の推移

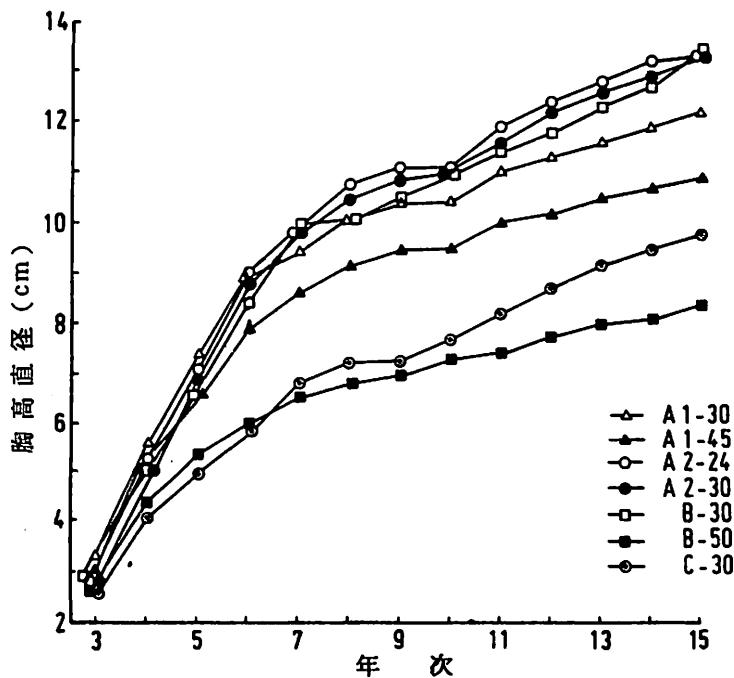


図3 スギの胸高直径の推移

植栽初期の3年間は、各試験区間に樹高差はみられなかったが、4年次頃から間作区の成長が目立ちはじめ、無間作のC-30区に比べ、5年次で約1m、8年次以降で約2mの差が出た。15年次の樹高は、無間作区の7mに対し、間作区では9m前後を示した。このような間作区の成長がまさる傾向は、胸高直径の推移にもみられた。

しかし、間作区のうち群状植栽のB-50区は4年次頃から成長が停滞した。このことは、同区一帯の土壤表層が他区より若干浅いことの影響とみられた。次に述べるアカマツ試験でも、このB-50区に隣接する区の林木成長は劣った。

全体的にみて、8年次前後に林木成長の停滞があるが、これは強度の枝打ちの結果であろう。12年次以降には成長の回復がみられるが、これは枝打ち傷害からの脱出と、第2期牧草導入試験のために、C-30も含めて、9~11年次の3カ年間施肥をした影響が出たものであろう。

アカマツの伸長成長及び肥大成長の推移をそれぞれ図4及び図5に示す。

アカマツの成長もスギ同様、4年次頃から間作の影響がみられた。しかし、林木の特性上、スギのような顕著な効果はなく、15年生林の樹高をみても、C-44区と他の間作区との差は1

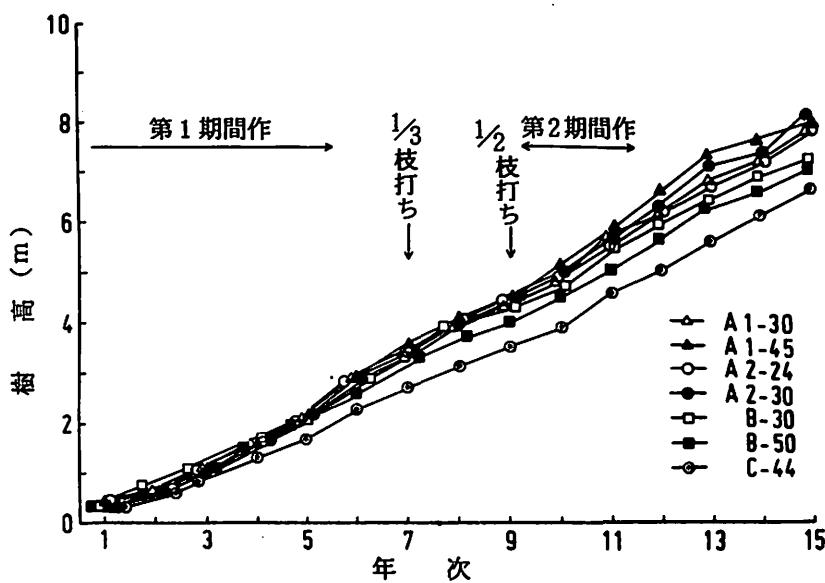


図4 アカマツの樹高の推移

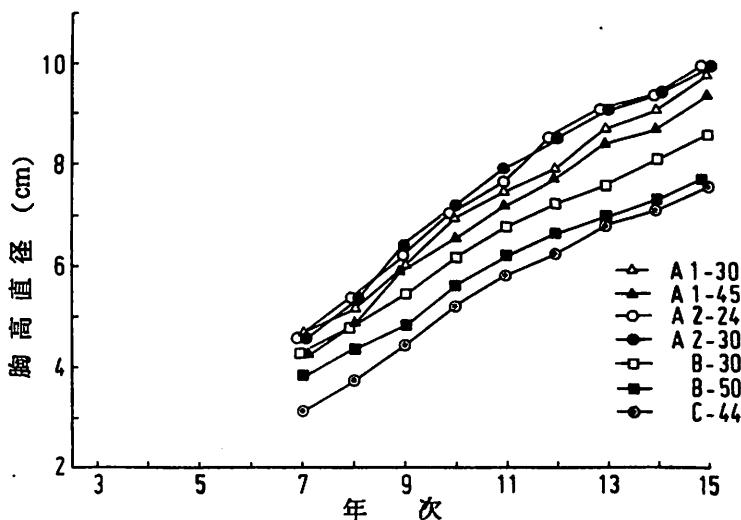


図5 アカマツの胸高直径の推移

m以内にとどまった。

以上のように、スギ、アカマツ林とも、間作に伴う肥培効果がみられたものの、林木の植栽様式が正方形以外の区では、林木の主幹基部に曲りが生じた。特にこの根元曲りが多発したのは、群状植えと1列植え区であって、地際から1mの高さまでに根曲りが集中した。また、群状植栽（1群5本植え）の中央木も成長が悪いなど、林床の受光体制改善を目的とした植栽様

式には、林業的にみて多くの問題を残した。

2. 林木の植栽様式と樹冠疎密度

各試験区の樹冠疎密度を表6に示す。

全体的にみて、スギ林よりもアカマツ林の方が樹冠疎密度は小さいが、これは樹種の特性によるものである。植栽様式が同じ場合は、植栽密度の高い方が、樹冠の疎密度も高い。林木の植栽様式の相違が樹冠疎密度に影響をもたらすのは、幼令林期の後半である。しかし、本試験の設計では、植栽様式に植栽密度を複雑に組合せたために、4、5年生林や9年生林のデータをみても、植栽様式間での相違は明らかでない。

スギ試験における9年生林

の樹冠疎密度は、枝打ちのために5年生林よりも10%ほど低かった。しかし、アカマツ林は、そのような傾向はみせていない。

3. 間作物の収量推移

1) 牧 草

牧草第1期試験における収量の年次変化を図6に示す。1年次の10a当りの牧草収量はスギ林で5~7.5ton(平均5.5ton)、アカマツ林で4.5~5.5ton(平均5ton)、無立木地(D-00区)では4.9tonに達した。2年次には、3番刈りの時点で夏枯れがみられ、草生は劣勢となり、メヒシバの侵入が目立った。そのために、

表6 林木植栽様式別の樹冠疎密度(%)

	区名	2年林	3年林	4年林	5年林	9年林
スギ	A1-30	26	37	50	62	51
	A1-45	25	40	62	65	55
	A2-24	20	40	56	65	54
	A2-30	25	49	67	76	59
	B-30	24	39	54	63	44
	B-50	38	47	62	66	66
アカマツ	C-30	—	—	—	68	51
	A1-30	12	20	44	60	54
	A1-45	13	28	47	59	66
	A2-24	10	21	44	60	64
	A2-30	6	28	48	63	83
	B-30	15	26	43	61	55
無立木地	B-50	13	25	45	67	74
	C-44	—	—	—	75	80

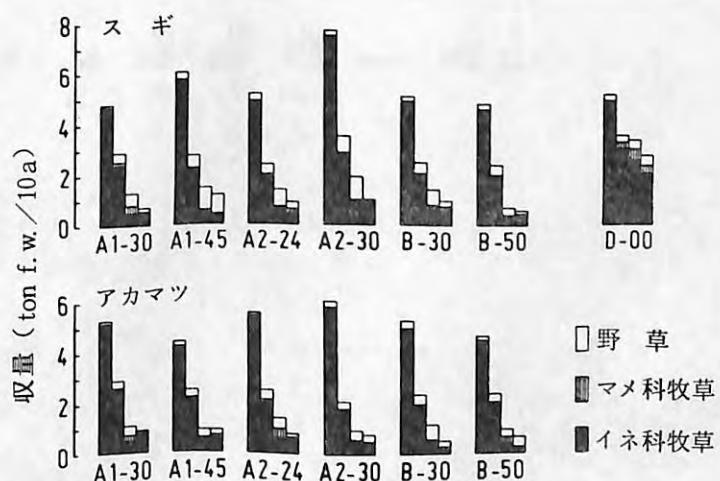


図6 牧草第1期試験における収量の年次変化
各区の左より1, 2, 3, 4年次を示す。

10a 当りの牧草収量は、スギ林で 2 ~ 3 ton (平均 2.3 ton)、アカマツ林は平均 2.1 ton に落ち、無立木地でも 3.3 ton にすぎなかった。3 年次では、林内の牧草収量がさらに減少し、スギ林、アカマツ林とも約 0.7 ton / 10a にすぎず、刈取りも 2 回にとどまった。そこで、4 年次 (5 年生林) の春に牧草を更新した。各処理区とも、牧草の発芽は良好であったものの、林地の樹冠疎密度が 60 % を越えているため、その後の生育が思うようになかった。したがって、更新後の牧草は 3 年次よりさらに低く、スギ林で平均 0.6 ton / 10a、アカマツ林で 0.5 ton / 10a にすぎなかった。

牧草第 2 期試験の収量調査結果を図 7 に示す。無立木地 (D-00 区) では、オーチャードグラス、トールフェスク共に、その収量は 2.3 ~ 2.9 ton / 10a を示したもの、林内の牧草収量は

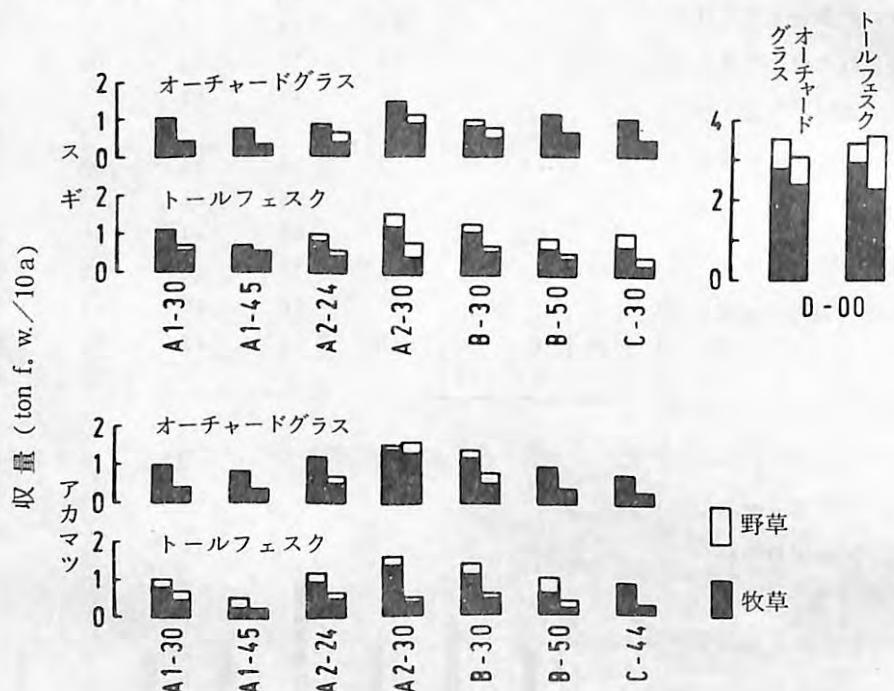


図 7 牧草第 2 期試験における収量の年次変化
各区の左より 1, 2 年次を示す。

極めて悪かった。すなわち、スギ林、アカマツ林とも、1 年次の牧草収量は 0.9 ~ 1.0 ton / 10a にすぎず、2 年次に至ってはその半分に減少し、その反面ヒメジョオン、チガヤ、メヒシバなどの野草類が多くみられた。3 年次には、施肥をしなかったことも重なって、牧草は野草に底圧されて消失した。

2) 青刈ライムギ

家畜飼料としての青刈ライムギの収量の推移を図 8 に示す。冬作として林内に導入した青刈

ライムギは、1～3年次にはほぼ良好な生育を示し、10a当たりの収量は1年次1.9～2.7t/m²、2年次4～5.5t/m²であった。3年次もアカマツ林のB-50区を除けば、2.6～4t/m²に達した。しかし、4年次になると、無立木地(D-00区)の3.1t/m²/10aに対し、林内の青刈ライムギは照度不足のために、ほとんどの区が、0.5t/m²/10aに達しなかった。

3) 陸 稲

陸稻の精粉収量の調査結果を図9に示す。初年次の収量は260～360kg/10aであったが、2年次の収量はそれを上まわり、400～500kg/10aに達した。3年次に入ると、アカマツ林の収量は無立木地(D-00区)とほぼ同じ300kg/10a内外を示したもの、スギ林では前年の半分以下に下がった。スギ林はアカマツ林よりも林内が暗くて、稻の生育が遅れ気味であったところに襲来した台風による結実直前の倒伏が大きく影響した結果である。また、4年次では植栽木の樹冠の発達と、早魃のために、各区とも収量はさらに低下した。5年次になると、林内での収量はほとんど期待出来なかった。

4) 里 芹

里芹の収量変化を図10に示す。3年次までは、林内の里芹も比較的良好な生育を示した。しかし、耐陰性に富むといわれる里芹においても、4、5年次に入ると大巾に減収した。ただし、4年次は早魃の影響による生育停滞も関係した。

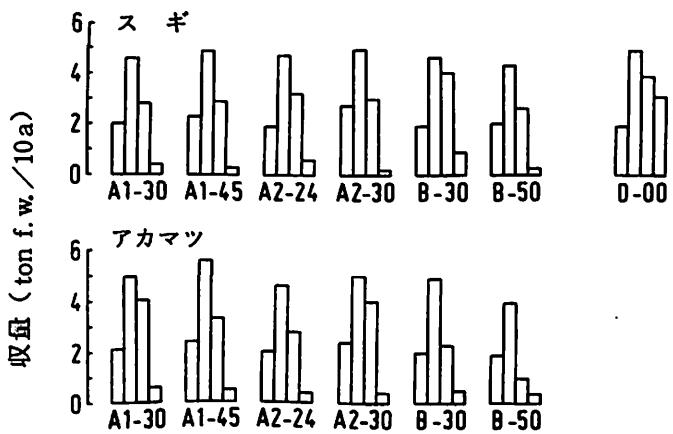


図8 青刈ライムギ収量の年次変化
各区の左より1, 2, 3, 4年次を示す。

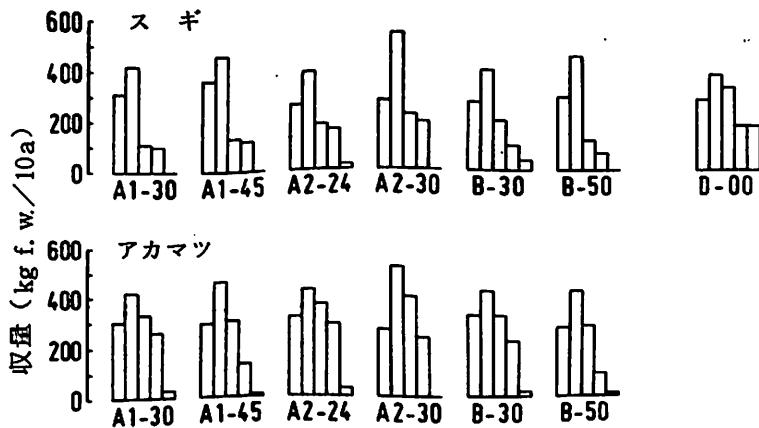


図9 陸稻収量の年次変化
各区の左より1, 2, 3, 4, 5年次を示す。

5) 落花生

落花生の収量の推移を図11に示す。2年次のみ落花生収量は200kg/10a前後を示したもの、3年次以降、林内での収量低下が目立った。その傾向は、アカマツ林よりも、樹冠疎密度の高いスギ林で顕著であった。なお、5年次の収量が無立木地も含めて皆無になっているのは、種実成熟の初期より続いたキジの被害のためである。

6) 林木の植栽様式・密度と間作物の収量

間作に当たり、林木の正方形型の植栽様式を、並木植えや群状植えに変更し、さらに、それに植栽密度を組合せた多くの試験区を設けた。この植栽様式の変更は、林床を明るくすること

により、間作物の増収を期待したものである。そこで、林木の植栽様式及び密度と間作物の収量との関係を図12~18に示す。

全体的にその増収効果をみると、最も高い効果を期待した群状植えの成績が必ずしも良くない（本試験地に隣接するスギ幼令林内で牧草を栽培した試験では、群状植えの収量が最も高かった。¹⁾ただし、その増加率は正方形植えの約10%程度であった）。牧草の試験では、A 2-30

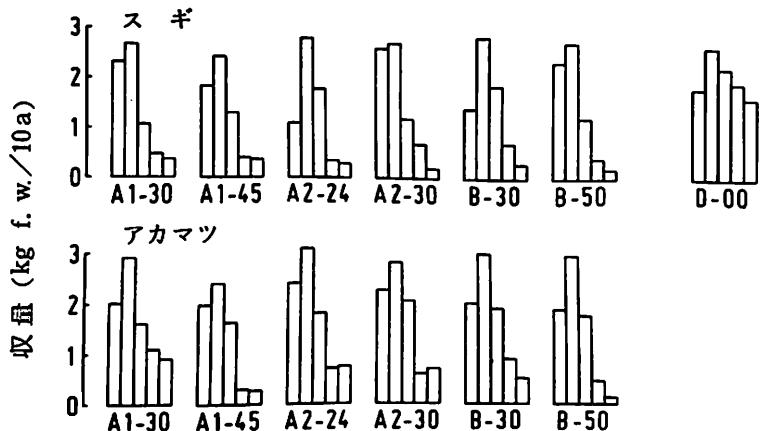


図10 里芋収量の年次変化
各区の左より1, 2, 3, 4, 5年次を示す。

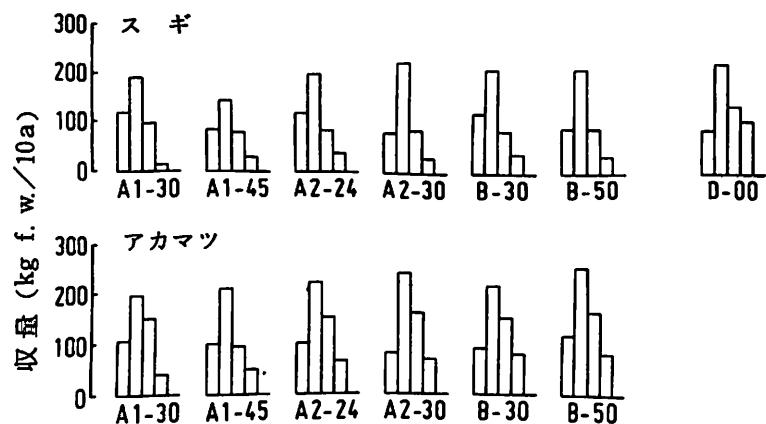


図11 落花生収量の年次変化
各区の左より1, 2, 3, 4, 5年次を示す。

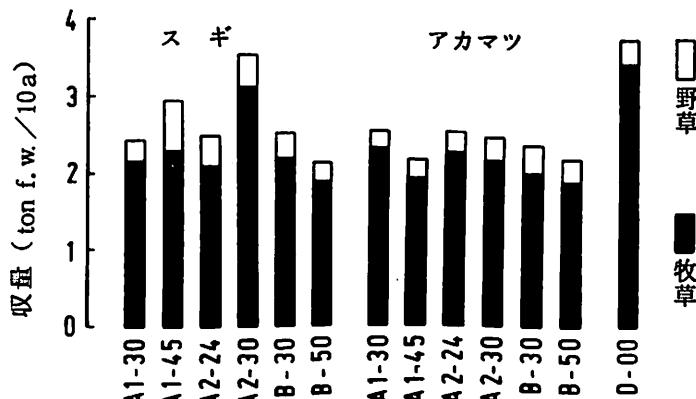


図12 牧草1期試験における4年間の年平均収量

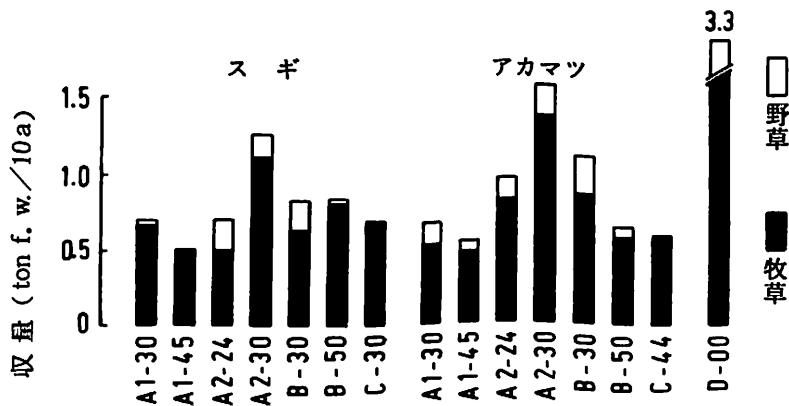


図13 牧草第2期試験におけるオーチャードグラスの年平均収量

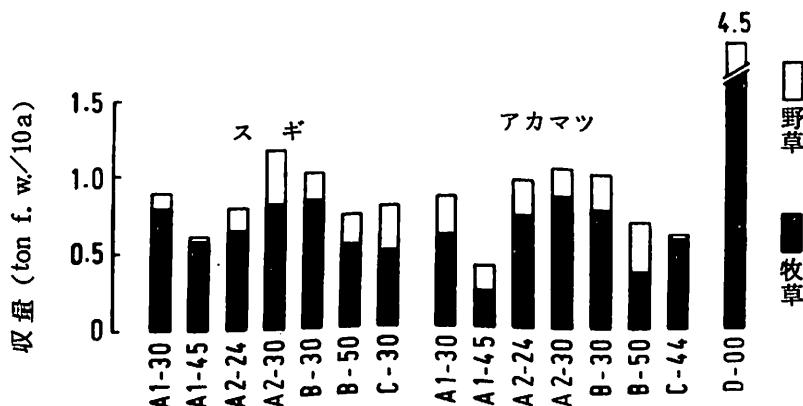


図14 牧草第2試験におけるトルフェスクの年平均収量

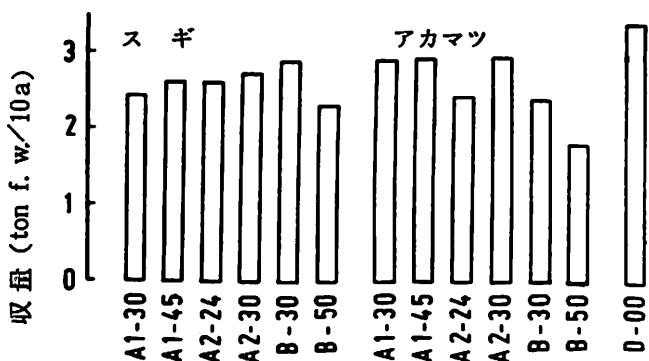


図15 青刈ライムギ間作試験の4年間における年平均収量

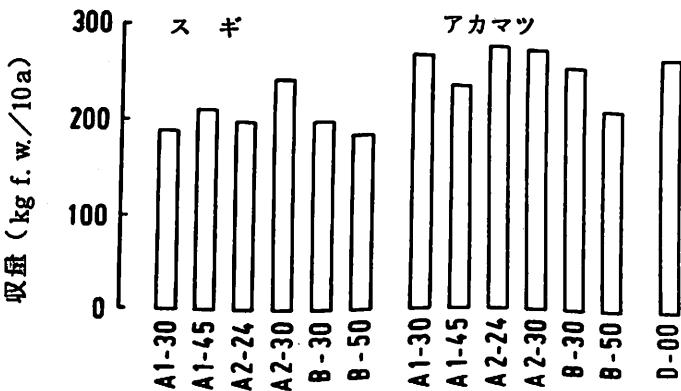


図16 陸稲の5年間間作試験における年平均収量

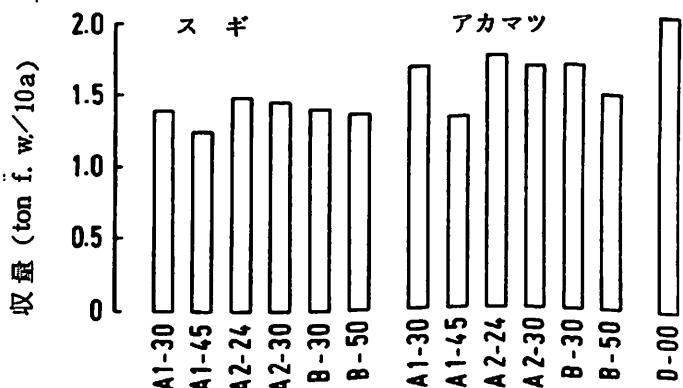


図17 里芋の5年間間作試験における年平均収量

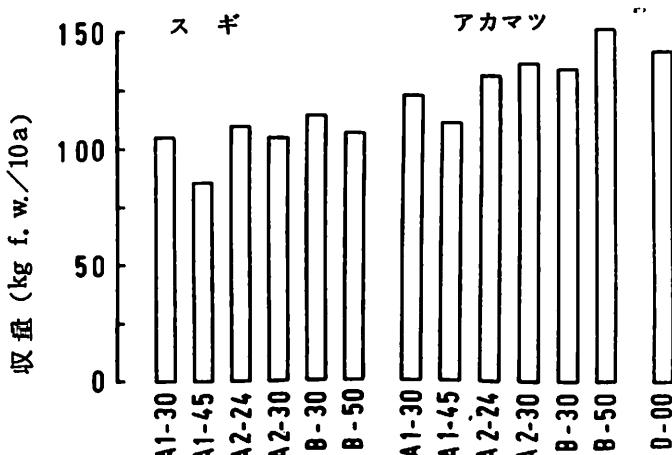


図18 落花生の4年間間作試験の年平均収量

区の収量が高く、他の作物でも高収量の部類に入る。一方、同じ植栽様式をとりながら、さらに植栽密度が2400本/haと少ないA2-24区はそれほど好成績を示さなかった。このように、林木の植栽様式や密度と間作物の収量との関係は明らかでなかった。

IV 考 察

作物の林内間作試験は陸稻、里芋、落花生で5年間、牧草（第1期試験）と青刈ライムギは4年間で終った。このうち、青刈ライムギは冬作であることを考慮すると、本試験に関しては、ほとんどの作物の林内栽培試験は5年生林までしか続かなかったことになる。しかし、これらの作物が営農的に意味を持つ栽培維持年限となると、さらに、短期間となつた。

先ず、牧草（第1期試験）をみると、1年次の牧草生草収量は、無立木地（D-00区）も含めて、5t/10a前後であり、2年次になると、無立木地で3.3t/10a、林内では2~2.5t/10aにとどまり、林内の3年次、4年次ともなると、0.6~0.7t/10aにすぎなかつた。これからみると、家畜の飼料生産として期待できる年限は2年次までが限度であろう。また、枝打ち後に実施した10~11年生林の第2期試験の結果も、牧草栽培としては無意味であることを示している。

同様に、青刈ライムギ、陸稻、落花生及び里芋の場合も、間作が可能なのは3年次位までであった。

ただし、栽培技術の向上により、さらに、1、2年の間作の期間延長は可能であろう。例えば、牧草を例にとれば、我国の牧草多収穫技術の水準から言うと、ほとんどの立地条件で6~8t/10aの生草収量を得ることが出来るし、粗放な不耕起造成草地でも生草収量3t/10a

以上が普通である。その点から考えると、本試験の牧草収量は無立木地も含めて大分低い。これには、肥培管理などに問題があり、事実、本試験の隣接地の5～6年生スギ林内でも、2.5t/m²／10a¹⁾前後の牧草を収穫している。¹⁾また、東北で実施した同様の試験でも、3年次以降の施肥量を増すことにより好成績を得ている。²⁾

以上の結果からみて、作物の間作技術の改善をみたとしても、林地での作物栽培は4～5年が限界であると考えられる。

一方、間作によって、スギ、アカマツの成長は共に促進されており、特に、前者が顕著であった。

本試験における林木植栽の様式と密度に関する設計は極めて複雑にもかかわらず、試験区の面積がこの種の試験として著しく小さく、且つ繰返しがない。従って、本試験の結果だけから、林木の植栽様式と密度とのからみで、間作物の収量を比較することには無理があった。

さらに、収穫量の増加によかれとして採用された試験区の作付率が必ずしも高くない点は、土地生産性の点から問題である。

一方、このような植栽様式をとることにより、いわゆるあばれ木が多発し、用材木の生産を志向する林業経営としては好ましくなかった。

V ま と め

営農林の経営に当っては、何よりも林木を育てる施業が優先されなければならない。間作物は1年サイクルで世代の交代が可能であるが、用材木の育成には数十年以上の歳月が必要である。従って、途中の失敗も、農業サイドでは直ちに回復が可能であるが、林業サイドでは数十年のブランクを招くことになりかねない。枝打ちや除間伐の実施で間作を成功させるには、荷が勝ちすぎる。³⁾まして、わずか4、5年の間作のために、林木の植栽様式を変えることは、営農林経営にとって好ましいことではないことが明らかとなった。

以上みてきたように、林内での作物栽培は4、5年しか続かないが、いわゆる“こば作”は下刈りをかねることになり、土地を有効に使うための一つの方策と言える。

参考文献

- 1) 林試高萩試験地：針葉樹人工幼令林の放牧利用、未発表
- 2) 神長毎夫・川崎金治・岡野誠一 (1977)：アカマツ造林地における牧草栽培と林木の生育。
林試東北支場年報、18、111-118
- 3) 神長毎夫・川崎金治 (1981)：アカマツ林内牧草栽培試験。
林試東北支場年報、22、117-120

