

岩手県立農業試験場研究報告
第18号：47-90（1974）

航空機利用による草地造成ならびに 管理技術（施肥）に関する研究

大森秀雄・小原繁男*

目 次

I まえがき	VI 野草の植生および牧草の生育状況
II 試験方法	VII 航空機利用の経済性と利用技術
III 草地造成における散布精度	VIII 摘 要
IV 施肥（追肥）における散布精度	IX 参考文献
V 作業時間および作業能率	

I まえがき

岩手県は、150万ヘクタールの広大な面積を有するが、その約80%は林野で占められ、しかも、未利用地が多い。なかんずく、北上山系地域106万ヘクタールの大部分は、耕地率70%と低く、県は県勢発展を図るため、これら地域の開発計画に着手している。その一つとして、大規模畜産開発があげられ、約5万ヘクタールの草地造成と10数万ヘクタールの混牧林利用による乳・肉用牛30万頭の一大畜産主産地の形成を図ろうとしている。

しかし、これらの対象地域は、急傾斜地や林地等で起伏が錯綜した地形が多く、しかも、道路が未整備のため、従来の草地造成方式では、資材の運搬および機械作業等に困難な面が多い。特に、草地造成の大型化、奥地化は、今後、一層労働力の確保と機械作業を困難にし、あるいは、生態系の破壊から害虫の異常発生を誘発するなど問題が残るので、これに代わる新しい省力的な造成ならびに管理技術の開発が強く要望されている。

* 岩手県畜産試験場

** 試験当時の名称

近年、畜産分野において、草地の不耕起造成技術（蹄耕法）が確立され、省力技術として高く評価されている。不耕起造成技術の実績を基に、その普及拡大を図るため、資材の散布に航空機が利用できないものか、という試みが昭和44年ごろから農林水産航空協会を中心として行われた。

このような動向を背景に、岩手県が、昭和45・46年に国の委託を受けて実施した「航空機利用による草地造成と管理技術に関する試験」も、その一環であって、その成果は、すでに県から公にしたところである。この試験を行うに当り、筆者らは、試験計画、調査、取まとめを担当した経緯もあって、今回、単年度毎の成績書を一括整理し、考察を加え、中型機利用の技術としてまとめ、本報告とした。今後、北上山系地域をはじめ大規模に開発されようとしている草地造成と管理に、いささかでも参考になれば幸いである。

試験の実施にあたりご指導をいただいた農林省畜産局自給飼料課、東北農政局、農林水産航空協会、県農務部畜産課、県農地林務部北上山系開発調査室の関係者に深謝の意を表す。また、岩手

県肉牛生産公社、岩手県経済農業協同組合連合会、朝日ヘリコプタ株式会社には多大のご協力を賜った。さらに、調査、取まとめには、畜産試験場草

地部、同外山分場、農業試験場環境部の諸氏のご援助をいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

II 試験方法

I 試験実施場所の概要

1) 実施場所

岩手県岩手郡玉山村大字藪川、岩手県肉牛生産公社玉山牧場地内(第1図)

2) 地形および土壌条件

北上山系地内に位置し、第1図に示したように東南または西南に傾斜したススキ型原野の山腹丘陵の地形で、標高は720~850mにわたる地域である。

土壌は、古生層、頁岩上に被覆された火山灰を母材とするやや軽しうな土壌で、代表地点の土壌断面形態ならびに化学性は第1表に示すとおりである。第I層は、すこぶる腐植に富む土壌でやや発達した粒状構造を示し酸性は強くないが、りん酸吸収力が極めて強く、塩基にも乏しい。第II層は、腐植に富む埴壤土で塊状構造を示し第I層よりやや緻密である。酸性は第I層同様強くないが、塩基に乏しく、りん酸吸収力は一段と強い。第III層は、腐植を含む埴壤土で粘着性大きく、構

造は発達していない。酸性の程度は第II層と同様で塩基に乏しくりん酸吸収力も大きい。また、置換容量も低い脊薄な土壌である(第1表)。

3) 気象条件

試験地最寄りの藪川農業気象観測所における平年の気象概況は、第2表のとおりである。

4) 管理方法の概要

昭和45年度の造成前後の管理状況の概要は第3表に示すとおりである。立地条件はかなりよい方で、林木の伐採、刈払い等の作業は全く不要であった。

予備放牧は、航空機造成区は7月17日から同月30日まで2週間行われたが、野草に対する抑圧は均一でなかった。それにくらべ慣行区は、8月上旬に10日間やや強度の放牧がなされ、野草に対する抑圧度は高かった。

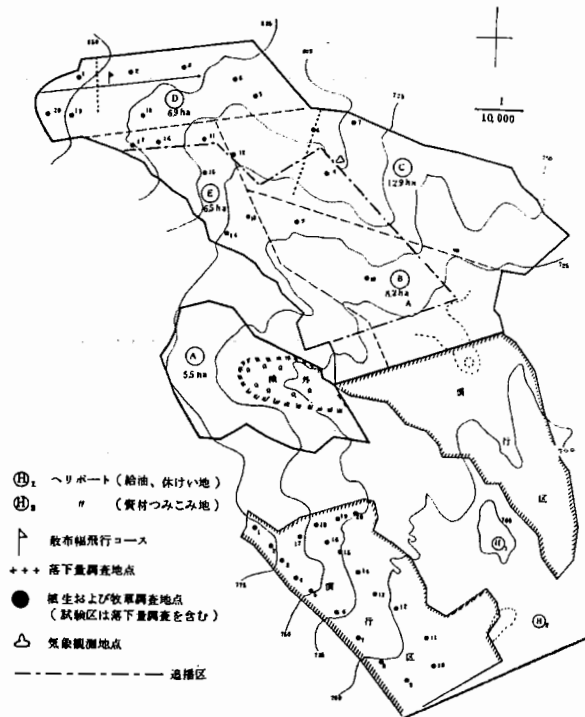
なお、野草の植生についてはⅥ項で述べるが、造成前の草種は68種(食草60種)で、ススキ類が最も多く、また裸地率は平均86%であった。

第1表 土壌断面および化学性

厚さ・層界	試料	色		腐植・泥炭性	土(農学会法)	構造	孔隙		粗密	可塑性	粘着性	湿	植物根の分布
		湿	乾				大きさ	量					
-0cm 17	I	10 YR	2/2	3	L	gn	a	1	17	2	2	W ₁	3
-20 40 48	II	"	2	2	CL	B _l	a	1	20	3	3	W ₁	2
-60 80	III	"	5/8	-	CL	-	-	-	15	3	3	W ₁	1

層位	PH		置換酸度 Y ₁	腐植 %	T-C %	磷酸 吸収 係数	有効 磷酸 mg/100g	CEC m.l	置換性塩基 mg/100g		
	H ₂ O	KCl							CaO	MgO	K ₂ O
I	6.07	4.98	1.3	13.12	7.61	2660	3.25	26.1	112	48	7
II	6.20	5.37	0.4	11.45	6.64	2820	1.75	29.0	85	45	4
III	6.52	5.85	0.4	5.03	2.92	2800	1.50	19.7	54	29	2

航空機利用による草地造成ならびに管理技術（施肥）に関する研究



第1図 航空機利用による試験区配置

第2表 平年の気象概況

藪川農業気象観測所

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
最高気温	-1.5	0.9	3.3	10.7	17.5	21.0	24.2	25.8	21.5	15.4	8.1	1.6	12.3
最低 //	-13.3	-12.5	-8.3	-2.0	3.3	8.6	14.1	15.2	9.8	2.7	-3.0	-9.0	0.5
平均 //	-7.3	-6.7	-2.5	4.4	10.3	14.8	19.2	20.5	15.5	9.1	2.6	-3.7	6.6
降水量	73	67	欠	94	90	113	174	149	166	109	95	81	(1211)

項目	初 日	終 日
積 雪	11月18日	4月13日
降 霜	10月1日	5月28日

第3表 管理放牧状況

項目	区 別	航 空 機 造 成 区		慣 行 区			
		期 間	実頭数	延頭数	期 間	実頭数	延頭数
火 入 れ		5月17日		5月17日			
予 備 放 牧		17/VII~30/VII	154	2156	31/VII~9/VIII	154	1540
施 肥		5~7/VIII	炭カル, 化成		28/VIII~5/IX	炭カル, 化成	
播 種			溶りん, 種子		12/IX~15/IX	尿素, 塩加	
ストツキング		9/VIII~18/VIII	132	1320	3/IX~6/IX	溶りん, 種子	
管 理 放 牧		4/X~10/XI	132	5016	5/IX~8/IX	154	616
					30/IX~3/X	200	800

第4表 草地造成および追肥・追播における投下資材量

年	項目 区別	面積 ha	投下資材量 Kg/ha					成分量 Kg/10a			総量 Kg
			炭カル	化成肥料	溶りん	珪カル	種子	N	P	K	
昭45	航空機造成区	40	1,000	500	240	—	50	7	20	7	1,600
	慣行区	21	2,000	480	530	—	50	11.3	26.7	12.8	68,460
昭46	追肥	40	—	400	—	—	—	8	4	8	16,000
	追播	12	—	—	—	300	21	—	—	—	3,852

注 1：慣行区はさらに尿素100Kg/ha、塩加100Kg/haを施用

2：46年追肥は、BB尿素高度複合肥料

2 試験区の構成および面積

草地造成(45年)および翌年度の追肥・追播における投下資材量は第4表のとおりである。

なお、45年は、諸調査のため試験区を第1図に示したように5ブロックに分けて散布した。また、46年の追播区は、牧草生育の悪い、B、C Eにわたる12haの区域とした。

3 散布資材の規格

〔炭カル〕

- ① アルカリ分 53%
- ② 粒度分布
 - 20メッシュ以下 31.0%
 - 20~16 4.2
 - 16~10 12.2
 - 10~6 28.2
 - 6 以上 24.4

〔化成肥料〕

- ① 成分
 - 窒素 14% (うちアンモニア態 9.5%)
 - りん酸 28
 - 加里 14

〔溶成りん肥〕

- ① 成分 苦溶性りん酸 25%
- ② 比重 1.32

③ 粒度分布

- 100メッシュ以下 20.3%
- 100~65 17.9
- 65~48 30.5
- 48~35 22.0
- 35~28 8.8
- 28 以上 0.5

〔BB尿素高度複合肥料〕

① 成分

- 窒素 20% (うちアンモニア態5%)
- りん酸 10
- 加里 20

〔珪カル〕

- ① 比重 1.95
- ② 粒度分布
 - 200メッシュ以下 12%
 - 200~100 9
 - 200~48 19
 - 48~28 22
 - 28~9 38

〔牧草種子〕

第5表のとおりである。

種類	45年(造成)		46年(追播)	
	ha当り	重量比	ha当り	重量比
オーチャードグラス	15Kg	30%	6Kg	28.6%
ペレニアルライグラス	7	14	3	14.4
イタリアンライグラス	5	10	2	9.5
チモングラス	5	10	2	9.5
トールフェスク	5	10	2	9.5
レットトップ	5	10	2	9.5
アカクローバ	5	10	2	9.5
シロクローバ	3	6	2	9.5
合計	50	100	21	100

4 散布月日および方法

1) 散布月日

昭和45年（造成） 8月5日, 7日

昭和46年（施肥） 8月26日

2) 機種・散布装置

ベル204-B型 朝日ヘリコプタKK

朝日式粒剤散布装置（容量 1,000ℓ）

3) 資材の積込み方法

資材は短時間での積込み作業が要請されるので、予めコンテナバックへつめた。炭カル、化成肥料、BB肥料は200Kg包装とし、種子は溶りん（25+125=145Kg）、または珪カル（10.5+150=160.5Kg）と混合した。

散布装置（ホッパー）への積込みは、大型ブルドーザーのショベルの爪に1回4袋を吊り下げて行った。

4) 飛行諸元

飛行高度 20±10m

飛行速度 30~35MPH（48~56Km）

散布幅 25m, ただし追播20m

なお、所定量の資材を散布するために、予め吐出量の調査を行った。それにもとづく飛行計画は第6表のとおりである。

5 調査方法

1) 気象調査

作業の開始から終了まで、第1図のCブロックにおいて、風向、風速を10分毎に調査した。

2) 散布幅調査

初年度は、8月5日に予め標示した飛行コース上を、資材別に所定の回数を飛行させた。翌年は珪カル・種子についてのみ行った。調査は、コース上に直角に調査用のポリバケツ（内径29cm, 面積660.5cm²）を2mおきに配置し、ポリ袋で覆い、散布後回収し資材別に秤量した。

第6表 散布飛行計画

年	資 材	項 目		散 布 量 Kg / 回	開 度	吐 出 量 Kg / 分	速 度 Km (M)	所定量散布 のための 散布回数
45		炭カル		1,000	全開	780	56 (35)	3
		化成肥料		500	6	580	56 (35)	2
		溶りん・種子		290	全開	580	48 (30)	1
46		化成肥料		400	7	933	56 (35)	1
		珪カル・種子		321	5~6	600	56 (35)	1

3) 資材の落下分散状況調査

ある飛行断面における落下状況のばらつき、あるいは地域面としてのばらつき等、いわゆる散布の精度をみるために行った。飛行断面の調査は、5m（46年4m）おきに、また、面の調査は、野草の植生調査を行った地点に、それぞれポリバケツを配置した。調査方法は散布幅調査に準じた。

4) 作業能率調査

航空機の給油基地の発着、散布のための往復、ホッパー交換、給油、休けい等について、回数毎に時刻および時間を記録した。これから、時間当たり作業面積（資材量）を求めた。

5) 野草の植生および牧草生育調査

第1図に示した20カ所の地点において、野草の実態および播種後の牧草生育状況を調査した。野草は1m²25分画のコトラート法によった。裸地率は50mライン法を用い、5cm以上を裸地とみなした。

牧草は、20×20cm内について調査した。

III 草地造成における散布精度

1 散布時の気象概況

調査結果は第7表のとおりである。8月5日はやや曇りがちで、南西または南々西の風があったが散布に支障を来すほどでなかった（0.5~3.9m/S）、8月7日は早朝から実施し、風も前回よりやや弱く（0.3~3.6m/S）、好条件であった。

2 散布順序および散布実績

散布実施地域の概況は第1図に示したとおりで、散布地区と積込み作業を行ったヘリポートとの距離は約550~1,500mであった。また、その間の標高差は40~170mであった。

第7表 散布時における気象

8月5日

時刻	風向	風速, m/S	備考
12. 00	西	3.0	
10	南 西	3.2	
20	//	3.7	
30	//	3.7	
40	南々 西	3.0	
50	南 西	2.5	炭カル, 吐出量, テスト
13. 00	西南 西	2.3	炭カル散布
10	西南 西	3.0	
20	南々 西	2.0	
30	南 西	2.3	
40	西南 西	2.0	} 故障, 休けい
50	//	2.3	
14. 00	南 西	1.5	
10	//	0.5	
20	//	2.3	
30	//	3.1	
40	西南 西	1.2	} 故障, 休けい
50	西南 西	2.5	
15. 00	南 西	1.8	} 故障, 休けい
10	//	2.6	
20	//	3.0	
30	//	2.5	
40	//	2.7	
50	//	3.0	
16. 00	南 西	3.2	化成肥料, 吐出料, テストおよび散布
10	西南 西	1.9	
20	西南 西	3.0	
30	南々 西	3.0	休けい
40	南 西	3.6	
50	西南 西	3.2	
17. 00	西南 西	2.4	溶りん, 種子テストおよび散布
10	西南 西	3.9	
20	西南 西	3.4	
30	//	3.2	休けい
40	//	2.9	
50	//	2.7	
18. 00	//	2.5	

8月7日

時刻	風向	風速, m/S	備考
6. 40	北 東	1.8	
50	//	1.8	溶りん, 種子散布

航空機利用による草地造成ならびに管理技術（施肥）に関する研究

時	刻	風 向	風 速, m/S	備 考
7	00	//	1.0	
	10	//	1.5	
	20	東 北	0.7	
	30	北	2.3	
	40	北 々	0.5	
	50	北	0.3	休けい
8	00	北 々	1.0	
	10	北	1.2	化成散布
	20	//	2.5	
	30	東 北	2.7	
	40	北	1.5	
	50	//	2.0	
9	00	北 々	1.5	
	10	//	2.8	休けい
	20	//	2.8	(朝食)
	30	北	2.3	
	40	//	1.2	
	50	//	2.0	
10	00	//	2.4	
	10	//	1.0	
	20	北 々	1.9	
	30	北	2.1	
	40	東 北	3.2	休けい
	50	//	2.0	炭カル散布
11	00	北	0.9	
	10	//	1.2	
	20	北	2.2	故 障
	30	北 々	2.4	
	40	//	1.9	
	50	北	1.6	
12	00	北 々	3.0	
	10	//	1.5	
	20	//	2.5	
	30	//	3.1	
	40	北	3.6	休けい
	50	//	2.0	(昼食)
13	00	//	2.6	
	10	北 々	2.2	
	20	//	2.5	
	30	北	1.0	
	40	北 々	2.0	
	50	北 々	2.1	
14	00	北	1.7	
	10	北 々	2.0	休けい

テスト散布以外の散布順序および散布実績ならびに集計は第8表、第9表のとおりである。

すなわち、8月5日は、A、Eブロックを主に1.28haの面積について、36回の飛行（往復）を行い、8月7日は残りのB、C、Dブロック2.72haについて65回の飛行を行った。積込み回数と往復回数にちがいはあるのは、炭カルで吐き出しが悪く、故障などが生じたためである。

3 散布資材の落下分散状況

1) 資材の吐出状況

〔炭カル〕 工場でコンテナバックに詰め、運搬途中の降雨（4日）および現地集積地

での雨（6日）で吸湿したため、粒度のあらい製品にもかかわらずほぐれが悪かった。中には塊状となったり、また、ホッパー下部でかたまり、しばしば故障を生じた。

〔化成肥料〕 本資材も炭カル同様吸湿し、塊状となった袋もあったが、積込みに当たってホッパー上面で金網をとおしたため吐出には支障がなかった。

〔溶りん、種子〕 吸湿程度は少なく支障はなかったが、容積の前半で多く、後半から終りにかけて減少し、いわゆる吐出量に濃淡が観察された。

第8表 資材の散布順序および実績

月日	資材	ブロック	面積 ha	積込			Kg/ha	往復回数	規定量散布の回数	開度
				Kg	回数	計				
8月5日	炭カル	A	5.5	400 800	2 6	5.600	1018	9	3	8
		※D	0.8	800	1	800	1000	1	//	
		E	6.5	800	8	6.400	985	11	//	
		計	12.8		17	12.800	1000	21	//	
	化成肥料	A	—	800	3.5	2.800	509	4	2	6
		※D	—	800	0.5	400	500		//	
		E	—	800	4	3.200	492	4	//	
		計	12.8		8	6.400	500	8		
	溶りん種子	A	—	580	2.75	1.595	290	6	1	8
		E	—	580	3.25	1.885	290		//	
		※※D	2	580	1	580	290	1	//	
		計	14.0		7	4.060	290	7		
8月7日	溶りん種子	D	4.9	580	2.5	1.450	296	9	1	8
		C	12.9	580	6.5	3.770	292		//	
		B	8.2	580	4	2.320	283	4	//	
		計	26.0		13	7.540	290	13		
	化成肥料	D	6.1	800	3.9	3.120	510	12	2	6
		C	—	800	8.1	6.480	502		//	
		B	—	800	5	4.000	488	5	//	
		計	27.2		17	13.600	500	17		
	炭カル	C	—	800	16	12.800	992	17	3	8
		D	—	800	8	6.400	1049	8	//	
		B	—	800	10	8.000	976	10	//	
		計	27.2		34	27.200	1000	35		
総計		40		96	71.600	1790	101			

※ 散布幅調査コース 0.8ha (25m×320m)

※※ 同上のほかを含めて2ha

2) 有効散布幅

散布は炭カル、化成肥料、溶りん・種子の順に行い、風向はいずれも南西の風であった。そのため調査容器は風下側に多く配置した。散布後資材毎に計量し、平方メートル当りに換算したのが第10および第2図のとおりである。

各資材とも風の影響で風下側に多く流れた。風上側では、炭カル 6m、化成肥料 8m、溶りん・種子 6mまでしか落下が認められなかった。

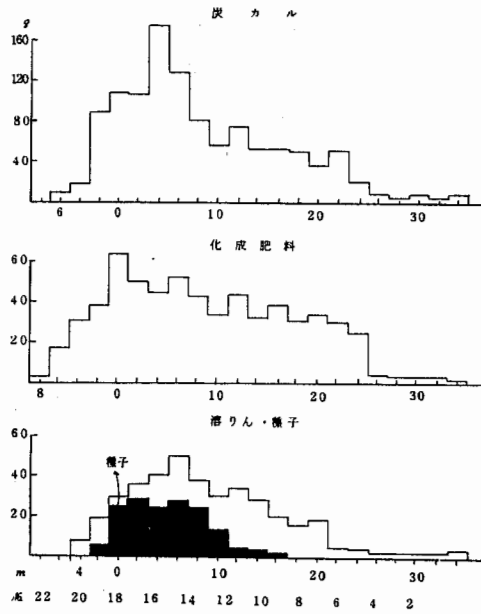
散布幅調査における有効落下量の下限をどこにおくべきか、であるが、その基礎となるデータはない。一応ここでは理論値 $\frac{1}{2}$ に基準をおいて資材別にみると、炭カル 24m、化成肥料 28m、溶りん・種子 22m程度であった。これからみると、炭カルおよび化成肥料は計画した散布幅 25mは妥当であったが、粒子の小さい溶りんおよび比重の軽い種子では飛散距離が劣り、25m

には達しなかった。

次に、溶りんと種子をそれぞれ分けてみると、溶りにくらべ種子の分散幅が狭く、飛行位置附近に集中落下する傾向が認められた。この集中した範囲での種子の落下量は、理論値の3~5倍にも達した。ところで牧草種子の場合、種子落下量が最低どの位あればよいかである。これまでの経験的な知見からすると、越冬前の株数はおよそ平方メートル当たり1000本（最終的には100株を確保）が一応の目標とされている。これを前提として、本年実施した調査地点での種子落下量と、播種1か月後の株数調査（第3図）から推定すると、期待株数を確保するためには、種子落下量は平方メートル当たり約225gとなる。この落下量を基準に第10表から種子の有効散布幅を求めると16mとなり、計画の25mにはとうてい達し得なかった。

第9表 資材の散布実績集計表

資材	プロック	面積 ha	積込量			kg当たり散布量	往復回数	規定量散布の回数	備考
			Kg	回数	計				
炭カル	A	5.5	400	2	5,600	1018	9	3	1回当たり 200Kg×4
	B	8.2	800	10	8,000	976	10	//	
	C	12.9	//	16	12,800	992	17	//	
	D	6.9	//	9	7,200	1048	9	//	
	E	6.5	//	8	6,400	985	11	//	
	計	40.0	400 800	2 49	40,000	1000	56	3	
化成肥料	A	—	800	3.5	2,800	509	3.5	2	1回当たり 200Kg×4
	B	—	//	5	4,000	488	5	//	
	C	—	//	8.1	6,480	502	8.1	//	
	D	—	//	4.4	3,520	510	4.4	//	
	E	—	//	4	3,200	492	4	//	
	計	40	800	25	20,000	500	25	2	
溶りん・種子	A	—	580	2.75	1,595	290	2.75	1	1回当たり 145Kg×4
	B	—	//	4	2,320	283	4	//	
	C	—	//	6.5	3,770	292	6.5	//	
	D	—	//	3.5	2,030	294	3.5	//	
	E	—	//	3.25	1,885	290	3.25	//	
	計	40	580	20	11,600	290	20	1	
総合計		40		96	71,600	1790	101		



第2図 散布幅調
における落
下量の分布
(g/m^2)

第10表 散布幅調査における落下量

No.	炭 カ ル	化 成 肥 料	溶 り ん, 種 子 g/m^2		
			溶 り ん	種 子	計
1	5.75	1.97	2.73		2.73
2	3.18	2.27	1.21		1.21
3	5.15	3.48	1.21		1.21
4	3.33	3.03	1.21	0.30	1.51
5	8.18	3.79	1.51		1.51
6	19.38	24.98	2.73		2.73
7	51.17	30.73	3.48		3.48
8	38.15	34.52	18.32	0.30	18.62
9	49.66	31.04	16.35		16.35
10	52.69	39.06	19.38	0.76	20.14
11	53.44	31.49	24.67	3.04	27.71
12	74.49	43.60	29.30	4.77	34.07
13	57.23	33.91	16.62	12.90	29.52
14	81.45	42.85	13.81	24.04	37.85
15	128.54	51.93	22.64	27.32	49.96
16	177.74	45.87	14.62	24.74	39.36
17	107.19	49.66	6.83	29.51	36.34
① 18	110.22	63.29	3.80	26.48	30.28
19	86.60	37.55	13.77	5.16	18.93
20	18.62	30.73	6.51	0.76	7.27
21	8.78	17.11	0.00	0.00	0.00
22	0.00	3.03	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00			
24		0.00			
計	1140.94	625.89	220.70	160.08	380.78
平均	91.28	50.07	17.66	12.80	30.46
理論値	100.00	50.00	24.00	5.00	29.00

注 ①印, 飛行位置

平均値は、散布幅 25mとして、合計値を 125で除した。

Noは北から南へ(2mおき) 風向SW

3) 落下量の分布

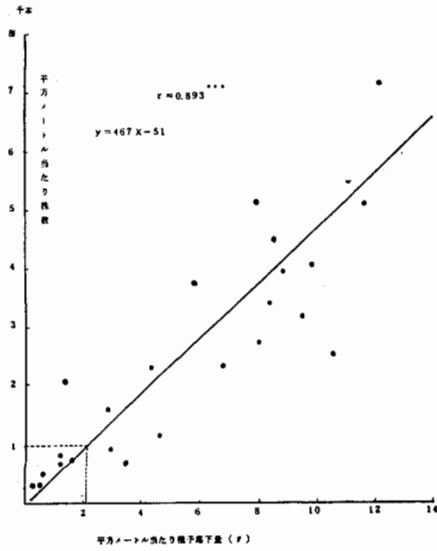
(1) 飛行断面における落下量の均一性

飛行断面150mにわたって資材毎の落下量を前項に準じて調査した結果は、第10表、第4図のとおりである。この場合は、一応25mの散布

幅で所定量を散布した後の一断面の分布であるが、落下量のばらつきをみると、炭カルが大きく、化成肥料および溶りんは変異係数(CV)50%以下で、かなり均一であった。しかし、種子のばらつきは最も大きく、散布幅について、検討すべき

第11表 飛行断面における落下量の分布

No	炭 カ ル	化 成 肥 料	溶 り ん ・ 種 子		
			溶 り ん	種 子	計
1	29.37	72.37	19.99	4.69	24.68
2	64.35	74.64	5.16	1.66	6.82
3	9.99	33.46	14.69	0.75	15.44
4	10.30	17.87	26.80	0.15	26.95
5	51.02	31.49	6.21	0.30	6.51
6	31.95	20.14	21.20	1.21	22.41
7	37.40	30.43	27.71	9.84	37.55
8	36.03	31.34	31.94	13.63	45.57
9	89.03	38.76	11.96	4.39	16.35
10	69.03	18.32	7.27	3.02	10.29
11	86.60	20.29	33.30	2.73	36.03
12	257.98	17.87	30.13	1.36	31.49
13	213.02	32.25	14.38	1.21	15.59
14	101.14	37.24	14.99	2.88	17.87
15	115.37	42.85	1.52	4.54	6.06
16	72.23	62.53	8.02	10.60	18.62
17	51.32	55.72	20.28	16.51	36.79
18	131.87	65.25	30.72	15.15	45.87
19	116.12	53.44	27.71	8.78	36.49
20	49.36	51.93	23.16	7.57	30.73
21	21.20	34.21	28.46	4.85	33.31
22	31.19	24.22	27.10	4.39	31.49
23	20.59	33.00	14.08	7.57	21.65
24	67.22	57.99	10.30	4.54	14.84
25	147.62	37.24	17.71	8.33	26.04
26	60.56	29.22	14.54	3.33	17.87
27	62.38	18.32	9.09	1.36	10.45
28	64.50	0.76	20.44	0.45	20.89
29	30.58	33.16	21.50	0.30	21.80
30	106.59	28.46	10.14	2.88	13.02
31	66.77	68.58	16.50	2.88	19.38
合計	2,303.60	1,173.35	567.00	150.85	717.85
平均	74.31	37.85	18.29	4.87	23.16
S	55.87	18.44	8.85	4.52	11.07
C V	75.1%	48.7%	48.3%	92.7%	47.7%
回収率	74.3%	75.7%	76.2%	97.4%	79.9%



第3図
牧草種子
落下量と
越冬前株
数

問題である。また、投下量に対する落下量の割合、すなわち回収率は、各資材ともかなり高く、74%以上であった。

(2) 平面(各地点)における落下量の均一性

次に、Aブロックを除いた各ブロックにおいて、野草等の調査を行った20箇所について落下量を示したのが、第12表である。この場合は、地形、飛行方向は一定していないし、また、2日間をわたって散布した結果を示したものである。

総計19点(№6欠測)のうち、炭カル、化成肥料は全地点で落下が認められたが、溶りん・種子は3地点で全く確認できなかった。

各資材毎の落下量のばらつきは、概して飛行断面の調査より小さかった。それは、1地点3カ所

第12表 平面(各地点)における落下量の分布

№	炭カル	化成肥料	溶りん・種子		
			溶りん	種子	計
1	32.37	11.76	34.47	9.5	43.97
2	74.88	19.63	15.01	2.6	17.61
3	46.48	41.43	0.00	0.0	0.00
4	63.66	38.71	35.64	1.3	36.94
5	77.59	71.41	17.37	5.9	23.27
7	47.03	20.59	8.39	12.2	20.59
8	107.25	55.14	14.77	3.5	18.27
9	107.35	39.97	33.48	13.3	46.78
10	34.91	21.45	20.87	8.0	28.87
11	35.78	25.44	33.94	7.9	41.84
12	76.91	25.69	39.83	11.6	51.43
13	33.76	28.97	41.60	6.8	48.40
14	79.43	43.35	33.09	8.5	41.59
15	112.49	54.96	7.58	1.2	8.78
16	87.26	72.12	5.91	0.6	6.51
17	98.17	39.56	41.36	15.5	56.86
18	45.73	15.84	6.67	1.6	8.27
19	43.33	28.31	0.00	0.0	0.00
20	45.85	11.00	0.00	0.0	0.00
合計	1,250.23	665.33	389.98	110.0	499.98
平均	65.80	35.02	20.53	5.79	26.25
S	27.59	18.33	15.34	5.05	19.24
C V	41.9%	52.3%	74.7%	87.1%	73.2%

注 各地点とも3カ所の平均値である。

№6は欠測

の容器の平均値を用いたためであるが、それにしても地形の錯綜した広い地域でも、平面的分布はかなり均一とみてよい。しかし、この場合でも、種子の変動が最も大きかった。

散布資材の回収率は、断面調査の場合より炭カル、化成肥料でやや低く、溶りん・種子では逆に多かった。

4 牧草密度のばらつき

牧草の生育状況については、Ⅵ項において詳記するが一応、ここでは散布精度と関係ある牧草着床密度と裸地の出現頻度についてのみ述べる。

牧草の着床密度を、播種1か月後および越冬前の10月29日に実施し、その結果を第13表に示した。着床密度の変異係数は、越冬前で約73%であって、さきに述べた種子の落下量のばらつきよりも幾分精度が高いが、しかし、均一性からはまだ問題がある。また、有効密度(1000本/m²)以上の地点数は、全体の約80%となっている。

次に、牧草密度別の出現頻度を、主としてC、

第13表 牧草着床密度とばらつき

区	項目	地点数	調査日	平方メートル当たり本数				越冬前の有効密度以上の地点率	
				最低	最高	平均	CV	イネ科のみ	合計
航空機散布	断面調査	10	9.8	650	6,475	3,130	72.1%	70.0%	80.0%
			10.29	300	4,000	1,920	72.8		
慣行手まき	平面調査	16	9.8	425	13,500	5,248	81.2	75.0	81.2
			10.29	500	9,900	3,602	73.1		
慣行手まき		20	11.10	725	4,000	1,920	48.9	85.0	90.0

第14表 牧草の密度別頻度率

密度		密	中	疎	無	備考
航空機散布	東西方向/400m	18.5%	21.4%	35.5%	24.6%	10月29日
	南北方向/329m	38.8	10.2	33.8	17.2	ライン法 50m
	平均	28.7	15.8	34.6	20.9	6~8回反覆
慣行手まき		17.4	33.7	32.0	16.9	11月10日 ライン法 50m 5反覆

第15表 裸地の大きさ別頻度率

区	大きさm	0	1.1	2.6	5.1	7.6	10.0	15.0	20.0
		1.0	2.5	5.0	7.5	10.0	15.0	20.0	
航空機散布	東西方向	8.4%	34.7	25.0	12.5	12.5	4.0	1.3	1.3
	南北方向	2.4	17.1	36.6	14.6	7.3	7.2	9.7	4.8
	平均	5.4	25.9	30.8	13.5	9.9	5.6	5.5	3.5
慣行手まき		19.1	44.9	28.0	5.6	2.2	0.0	0.0	0.0

Dブロックにおいて調査した結果は第14、15表のとおりである。それは東西方向(飛行方向)では、疎から無(裸地)の頻度が、南北方向では、密・疎の頻度が高かった。全く牧草が生えていない裸地は、東西方向24.6%、南北方向17.2%であった。また、裸地の大きさ別では、東西方向では1~2.5m大のものが多く、全体の34.7%であった。これに対し、南北方向では、2.5~5.0m大の裸地が36.5%も占め、さらに、15m以上に及ぶ大きい裸地もみられた。

このような、牧草密度のばらつきは、種子の有効散布幅以上に広すぎた散布幅のためによっておきた裸地(南北方向)が主な原因であるが、さらに、種子のホッパーからの吐出が均一でなかった(肉眼観察)ことによって生じた裸地(東西方向)との重なりによってもたらされたものであろう。いずれにしても、種子の散布における散布幅25mは広すぎて精度の上から狭める必要がある。

5 考 察

草地造成に航空機を使用して資材を散布する場合、まず問題となるのは散布精度である。果して現行の慣行作業と比較してどの程度であるか、そして、散布精度の評価をどうするかである。

この試験では、対照の慣行作業における調査は平行して実施しなかつたので、専ら、航空機散布区について、散布資材の分布のばらつきおよび回収率、牧草密度のばらつき、裸地の出現頻度から検討することにした。なお、ばらつきには変異係数(CV)を用い、均一性の基準として、農薬散布等の例から一応、変異係数60%を指標とした。

1) 散布資材のばらつきと回収率

資材別の分布状況は、Ⅲ-3の項で示したが、それを整理したのが、第16表である。調査場所によってばらつきに差があるも、それぞれ変異係数が、炭カル 42~75%、化成肥料 49~52%、溶りん 48~75%、種子 87~93%となっている。熊本県種畜場(昭45)では、大型ヘリコプタ パートルを使用して草地造成を行っているが、その際の変異係数は、炭カル75%、化成 54%、溶りん 45%、種子

100%であった。また、農林省福島種畜場(昭45)でのそれは、炭カル45~51%、化成 33~35%、溶りん 38~50%、種子 44~49%であった(機種ベル204 B型)。

以上、3地区での飛行諸元や資材の規格は一定ではないが、福島県の場合は各資材ともばらつきが少なく、かなり均一な分布になっている。熊本県の場合は、本県と大差ないばらつきで、散布量の少ない、また散布幅の小さい種子が最も不均一な分布となった。このようなばらつきの変動は、主として、散布幅、散布量(同一場所への散布回数)に大きく影響される。例えば、散布幅は、岩手県25m、熊本県20~25m、福島県20mとなっており、狭い程、均一な分布となっていることがわかる。また、散布量が多ければ、同一場所への散布が2~3回の重ね散布となるので、ばらつきが少なくなってくる。岩手・熊本両県で種子のばらつきが他資材より大きかった原因は、散布幅が広すぎた他に、散布量が少なく、1回の散布に終わったことによるものと考えられる。

ところで、散布幅25mの条件で均一性をみると、巨额的には種子を除いた他の資材は容認でき

第16表 資材別落下分布のばらつき

場 所	区	調査 点数 数	資 材	落 下 量 g / m ²	C V %	回 収 率 %	備 考
岩 手	断面 調査	31	炭 カ ル	74.31	75.1	74.3	機種 ベル204B 散布幅 25m
			化 成	37.85	48.7	75.7	
			溶 り ん	18.29	48.3	76.2	
			種 子	4.87	92.7	97.4	
手	平面 調査	19	炭 カ ル	65.80	41.9	65.8	25m
			化 成	35.02	52.3	70.0	
			溶 り ん	20.53	74.7	85.5	
			種 子	5.79	87.1	116.0	
熊 本	蹄 耕 区	21	炭 カ ル	67.82	75.4	67.8	機種 パートル 散布幅 20~25m
			化 成	51.54	53.8	85.9	
			溶 り ん	53.78	45.4	107.5	
			種 子	5.26	100.8	99.2	
福 島	F Ⅲ	10	炭 カ ル	18.81	45.7	15.7	機種 ベル204B
			化 成	37.49	32.8	62.5	
			溶 り ん	18.41	38.3	61.4	
			種 子	4.84	48.5	107.5	
島	F Ⅳ	11	炭 カ ル	31.01	50.9	25.8	散布幅 20m
			化 成	50.34	35.2	83.9	
			溶 り ん	21.72	49.6	72.4	
			種 子	4.21	43.6	93.6	

注 熊本 熊本県種畜場
福島 農林省福島種畜場

る精度とみてよからう。種子の場合は、散布幅調査でもわかるように分散幅が狭いので、20 mぐらいに狭める必要がある。さらに、種子は溶りん等と混合散布の形式をとることになるが、その場合、吐出量を少なくし、重ね散布の方法をとることも均一性の上から望ましい。しかし、精度にあまり重点をおけば、必然的に作業能率が低下して行くことも考えておかなければならない。

次に、散布資材の回収率、すなわち、資材の単位面積当たり理論値と実際の調査値との比率は、炭カル66~74%、化成肥料70~76%、溶りん76~86%、種子97~116%であって、落下量のばらつきが大きかった種子が最も高かった。この回収率を、熊本・福島両県における試験と比較すると、熊本県の場合は、本県とあまり差がみられないが、福島県では、炭カルの回収率が悪く、僅か16~26%にすぎなかった。それは、おそらく炭カルの粒子が細かすぎてdriftが大きく、殊に、調査面積が狭小であったため区域外への飛散が大きかったものと考えられる。

2) 牧草密度のばらつきと裸地率

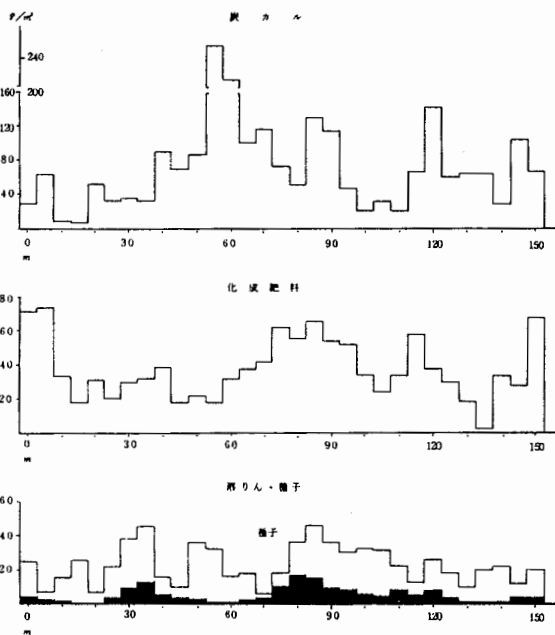
牧草密度については、試験区隣接の慣行手まき区においても調査したので、それとの比較で散布精度をみることにする。調査結果は、第13~15表に示したほか第5~6図のとおりである。

散布幅25 mの条件で散布した場合の牧草着床密度の変異係数は、越冬前でみると慣行手まき区49%に対し、航空機散布区約73%で変動がかなり大きい。また、有効密度(1000本/m²)以上の地点頻度率も、慣行手まき区より低い。さらに、裸地の出現頻度は、慣行手まき区の17%にくらべ、航空機散布区21%とやや高い。しかも、裸地の大きさからみても、慣行手まき区が殆んど5 m以下(特に2.5 m以下が全体の64%)の小さな裸地であったが、航空機散布区は5 m以上の裸地が38%もあって、これらの点からみても精度は劣った。

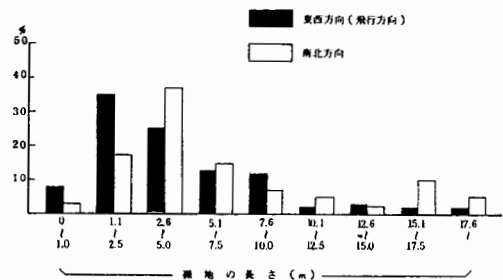
以上のとおり、精度の上からは慣行手まき区に劣り、牧草密度が大きく変動し、大きい裸地がかなり目だった。しかし、これは再三述べたとおり散布幅が広すぎたことが最大の原因であって、航空機散布そのものの精度ではない。散布幅調査の結果をみてもわかるように、種子の散布に当たっては、20 m以上の散布幅は無理であるし、さらなるべく重ね散布をしてばらつきを少なくするなど散布法の改善が大きく望まれるところである。

IV 施肥(追肥・追播)における散布精度

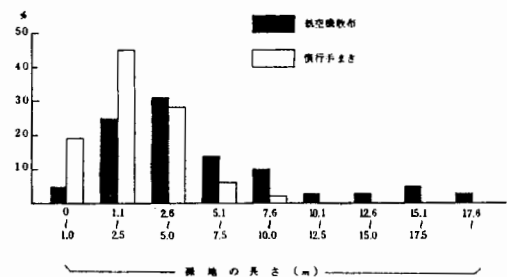
昭和45年度において、航空機で草地造成した地区へ翌年度も航空機で、追肥、追播を行った。



第4図 散布資材の落下分散状況



第5図 航空機散布における裸地の大きさ別頻度



第6図 裸地の大きさ別頻度の比較

1 散布時の気象概況

天気は、晴れ～うす曇りで条件はよかったが、風がやや強く、特に8時以降は3～4 m/Sの風があった(第17表)。

2 散布順序および散布実績

散布は、前年度の散布で牧草密度の少ない地域に対する追播(種子と珪カル混合)から始めた。吐油量調整のため散布地域の周辺を2回散布し、3回めに有効散布幅の散布を行い、その後残りの地区を散布した。

追肥(化成肥料)は、なるべくターンの回数が少なくなるようコースはパイロットの判断にまか

せた。

飛行回数は、種子・珪カル6回、化成肥料21回(実質20回)となった(第18表)。

3 散布資材の落下分散状況

1) 種子の有効散布幅

追播区において、1飛行における種子の分散状況を調査した結果は、第19表のとおりである。約2 m/Sの横風を受けた散布で、風下側に多く流れた。有効散布幅の基準を、理論値の1/2程度においてその幅を推定すると約16 mで、前年と全く同様であった。すなわち、種子の増量剤として、溶りんでも珪カルでも、種子の分散幅には

第17表 散布時の風向、風速

時刻	風向	風速 m/s	備考
7 20	南々西	1.8	
25	"	2.0	
30	"	1.9	
35	"	1.3	
40	"	2.0	種子散布開始 7 43
45	"	2.2	
50	南	2.2	
55	"	2.5	
8. 00	南々東	2.8	
05	南	3.0	種子散布終了 8 07
10	南々東	3.6	化成散布開始 8 07
15	南	2.7	
20	"	3.4	
25	"	3.2	
30	南々西	4.0	
35	"	3.4	
40	南	4.1	
45	"	4.1	
50	南々西	4.0	
55	"	3.9	休けい 8 56
9. 00	"	4.1	
05	"	3.7	
10	南	4.8	
15	西南西	4.7	散布継続 9 13
20	南々西	4.3	
25	"	3.8	
30	南	3.4	
35	南々西	3.2	
40	"	4.6	化成散布終了 9 39

差がなく、散布装置または種子そのものによるものと考えられる。したがって、種子散布における散布幅は、最大でも20mぐらいになりそうである。

2) 落下量の分布

本年は、降雨による資材の吸湿もなく吐出状況は極めて良好であった。ただ、やや風が強く、そ

のため特に珪カルスの飛散が多く観察された。

散布幅は、追播の種子・珪カルスを20mにしたほか、化成肥料は前年同様25mとした。各資材別の落下量調査は、飛行断面120mにわたって行い、その結果は第20表とおりである。分布のばらつきの指標として変異係数を資材別にみると、化成肥料62%、珪カル67%、種子81%となってお

第18表 追肥、追播の散布実績

区	資材	面積	積込量			往復回数
			Kg	回	計	
追播	種子・珪カル	12ha	624	6	3,852	6
追肥	化成肥料	40	800	20	16,000	※21
合計		延52		26	19,852	27

※は、間違っ空のホッパで1往復した。

第19表 散布幅調査における落下量

g/m²

No.	珪カル	種子	合計	備考
1	0	0	0	
2	0	0	0	
3	0	0	0	
4	0.41	0.04	0.45	
5	1.72	0.05	1.77	
6	2.56	0.03	2.59	
7	4.56	0.10	4.66	
8	4.00	1.11	4.11	
9	21.06	1.59	22.65	
10	18.46	1.23	19.69	
◎11	19.48	0.93	20.42	飛行位置
12	12.65	0.68	13.33	
13	14.20	1.01	15.21	
14	23.35	2.10	25.45	
15	12.71	1.04	13.75	
16	16.34	1.32	17.66	
17	15.02	0.93	15.95	
18	12.86	0.37	13.23	
19	3.89	0.18	4.07	
20	2.22	0.03	2.25	
21	0.89	0.09	0.98	
22	0.98	0	0.98	
23	4.95	0.90	5.85	
24	0.11	0	0.11	
25	0	0	0	
26	0	0	0	

註 調査地点2mおき

り、やはり、散布量の多い、化成肥料、珪カルが、種子よりも均一な分布となっている。

次に、落下量測定値から求めた散布資材の回収率は51~69%で、前年の経験からすると全般的に低かった。一断面だけの調査であって、調査地

点が果して全域を代表する地点として適当であったか、どうかである。

なお、越冬前における牧草密度のばらつきは、10地点調査の変異係数47.4%であって、種子量測定値のそれよりも均一な分布となった。

第20表 飛行断面における落下量の分布

No	化成肥料	珪 カ ル ・ 種 子		
		珪 カ ル	種 子	計
1	14.05			容器のセットお くれ調査せず。
2	7.50			
3	10.66			
4	15.10			
5	27.93			
6	27.92			
7	12.79			
8	35.29	4.77	0.23	5.00
9	31.88	9.20	1.32	10.52
10	26.57	9.79	0.58	10.37
11	65.25	16.38	1.22	17.60
12	34.95	14.26	1.08	15.34
13	22.15	18.95	2.14	21.09
14	15.32	15.60	2.05	17.65
15	8.64	19.02	1.00	20.02
16	16.24	37.58	3.13	40.71
17	10.92	42.25	4.36	46.61
18	9.50	37.25	3.43	40.68
19	12.40	30.07	2.34	32.41
20	2.60	28.75	1.62	30.37
21	5.42	18.98	0.77	19.75
22	12.87	6.70	0.15	6.85
23	12.65	4.43	0.06	4.49
24	13.75	1.92	0.07	1.99
25	15.74	3.01	0.07	3.08
26	19.23	7.75	0.21	7.96
27	16.71	16.91	2.14	19.05
28	11.46	15.59	2.14	17.73
29	34.19	19.31	1.99	21.30
30	44.56	32.00	2.20	34.20
31	36.77	8.53	0.45	8.98
合計	631.01	419.00	34.75	453.75
平均	20.36	17.46	1.45	18.91
S	12.63	11.68	1.17	12.83
C V	62.0	66.9%	81.0%	67.8%
回収率	50.9%	58.2%	69.0%	58.9%

註 調査地点4mおき

4 考 察

追播、追肥のための種子や肥料の散布は、原則的には草地造成の場合と変りないが、種子の散布において、散布幅が広すぎてばらつきが大きかったので、今回の追播は、散布幅を20mに縮小した。化成肥料については、前年同様25mで行った。

種子の分布状況は、既に述べたとおりであって、散布幅25mにおける変異係数87.1~92.7%より若干均一な分布となったが、数字の上からはまだ十分とはいえない。しかし、越冬前の牧草密度のばらつきを前年と比較してみると、散布精度の向上がみられた。内容的には散布量が前年より少なく、極端に高密度の所がなかったための影響とも考えられる。いずれにしても、種子のように量が少なく、しかも、分散幅が小さいものは、なるべく多量のお資材で増量して、さらに、できるだけ吐出量をしばって、2回ぐらいの重ね散布(または井げた散布)をすることが、散布精度の上から望ましい方法である。

化成肥料の分布は、変異係数62%で前年よりやや悪い。おそらく散布量の問題であろう。造成時の場合は量が多く、2回散布になったが、追肥の場合はそれよりも少なく、したがって、1回散布になったことの影響と考えられる。しかし、1回散布でこの程度のばらつきは、巨視的には許容できそうである。

V 作業時間および作業能率

1 草地造成における散布作業時間

1) 飛行回数および作業時間

航空機の基地発着、散布のための往復時間、ホッパー交換時間、故障、休けい等の一連の作業記録は省略して、それらの集計が、第23、24表のとおりである。

8月5日は、吐出量のためのテスト散布があったり、炭カルが詰りがあって必ずしも順調でない点もあったが、作業に大きく影響する程ではなかった。散布作業のために航空機が、ヘリポート(給油地)を発着したフライト数は5回で、その平均飛行時間は約37分であった(テスト散布を除く)。1フライトにおける散布地間の平均往復回数は7.2回であまり多くなかった。それは、散布地区を小分けにしたことや、試験調査のためにやむを得なかったことである。また、現地での散布作業を含めた往復時間の平均は、5分10秒であった。したがって、当日の作業時間は、面積12.8ha、資材量23,260kgを散布するに、飛行時間3時間6分、給油・休けい時間、1時間43分、計4時49分を要した。給油・休けい時間の割合が、約36%も占め、やや高いが、それは、故障で54分も休んだためである。

8月7日は、前回より故障も少なく作業が順調に進んだ。散布地区との往復時間が短縮されたために、1フライトにおける往復回数が増した。今回も、給油・休けい時間が長く、全体の42%を

第21表 散布量、散布幅と散布精度

資 材	45年(造成)		46年(追肥、追播)	
	Kg/ha	CV %	Kg/ha	CV %
炭カル	1,000	41.9~75.1	—	—
化成肥料	500	48.7~52.3	400	62.0
溶りん	240	48.3~74.7	—	—
珪カル	—	—	300	66.9
種 子	50	87.1~92.7	21	81.0
備 考	散布幅 25m		散布幅 化成肥料25m 珪カル・種子20m	

第22表 越冬前牧草密度の比較

年 度	散 布 量 Kg/ha	調 査 地 点	調 査 日	平方メートル当たり本数			
				最低	最高	平均	CV%
45	50	10	10.29	300	4,000	1,920	72.8
46	21	10	10.21	45	323	169	47.4

第23表 日別作業時間集計表

月 日	面 積 ha	資 材 量 t	① ₁ 発着 (フライト数)	1フライト当たり		散布往 復時間 の 平 均	作 業 時 間		
				平均飛 往復 行時間 回数	散布飛 行時間		給 油 休 け	計	
8.5	12.8	23.26	5	* 分 回 37.2 7.2	5-10"	分 186	分 103	分 289	
						% (64.3)	% (35.7)	% (100)	
8.7	27.2	48.34	8	38.1 8.1	4-42"	分 305	分 226	分 531	
						(57.6)	(42.4)	(100)	
計	40.0	71.6	13	37.8 7.8	4'-52"	分 491	分 329	分 820	
						(59.9)	(40.1)	(100)	

注 *テストのための飛行時間は除いた。①₁は給油基地

第24表 作業時間および散布時間

① 8月5日 面積12.8ha 散布資材量23.260Kg

基地(① ₁)の発着				Aテ スト 時 間	B 散 布 飛 行 時 間				C 給 油 休 け 等	備 考
No.	発 時 刻	着 時 刻	飛行 時間		往復時間 /回数	ホッパー交換 時間/回数	その他	合計		
1	12.47	13.34	47'	14'	29'02"/7	3'28"/6	.30"	33'	18 54 16 15	炭カル
2	13.53	14.30	37'	—	32.26/7	4.02/6	.32	37'		炭カル
3	15.25	16.22	57'	6	42.49/11	5.03/8	3.08	51'		炭カル途中着地化成
4	16.39	17.24	45'	5	37.02/6	2.55/5	.30	40'		化成 溶りん 種子
5	17.40	18.05	25'	—	22.05/5	2.24/4	.30	25'		溶りん 種子
合 計			211'	25'	163'24"/36	17'52"/29	5'10"	186'	103'	
平 均			42.2'		4'-32"	.37"		5'-10"	25'-45"	

作業総時間 ① (A+B+C) 314分(5時間14分) ② (B+C) 289分(4時間49分)

散布飛行時間 (B) 186分(3時間6分)

② 8月7日 面積27.2ha 散布資材量48.340Kg

基地(① ₁)の発着				Aテ スト 時 間	B 散 布 飛 行 時 間				C 給 油 休 け 等	備 考
No.	発 時 刻	着 時 刻	飛行 時間		往復時間 /回数	ホッパー交換 時間/回数	その他	合計		
1	6.47	7.52	65'	—	58'04"/13	6'28"/12	28"	65'	15' 67 30 27 58 15 14	溶りん 種子
2	8.07	8.45	38'	—	34.27/8	3.17/7	16	38'		化成
3	9.53	10.35	42'	—	36.59/9	4.34/8	27	42'		化成
4	11.05	11.18	13'	—	11.31/3	1.13/2	16	13'		炭カル
5	11.46	12.17	31'	—	24.54/6	1.58/4	4.08	31'		炭カル、一時着地
6	13.15	13.55	40'	—	35.45/9	4.15/8	—	40'		炭カル
7	14.10	14.56	46'	—	40.16/10	5.16/9	28	46'		炭カル
8	15.10	15.40	30'	—	26.05/7	3.34/6	20	30'		炭カル
合 計			305'	—	268'02"/65	30'35"/56	6'23"	305'	226'	
平 均			38.1'		4'-05"	33"		4'-42"	28'-15"	

作業総時間 (B+C) 531分(8時間51分)

散布飛行時間 (B) 305分(5時間5分)

占めたが、それは、朝食、昼食時間と重なり、やや意識的に時間を長びかせたためでもあろうが、実用化に当っては、30%以下にしたいものである。8月7日の作業は、実施面積27.2ha、資材量48,340kgを散布するに、飛行時間5時間5分、給油・休けい、3時間46分、計8時間51分を要した。

結局、40haの面積に約71.6トンの資材を散布するに要した時間は、飛行時間8時間11分、給油・休けい時間5時29分、合計13時間40分であった。

2) 資材別作業時間

資材別の重量割合は、炭カル56%、化成肥料28%、溶りん・種子16%で、したがって、散布飛行回数も飛行時間も炭カルが最も多く、次いで化成肥料であった。炭カルの飛行時間は273分（4時間33分）で時間比率55.6%は重量比率と同じであった。しかし、日別でみると8月5日は60.7%と著しく効率が悪いが、それは吐出不良で実際の往復回数が理論値より多くなったためである。また、溶りん・種子は99分（1時間39分）で、資材の重量比にくらべ、約4%もオーバーしたのは積込み量が580kgと少なかったためである。その影響で化成肥料の時間比率がそ

の重量比率を下まわった。

資材別の平均往復時間は、各資材とも5分以内で大差なく、8月5日の炭カルの詰り部分を除けば順調であった（第25表）。

3) 散布作業の項目別時間

これまでの調査資料を基に、作業項目別に集計してみたのが第26表である。資材によっては、往復回数、作業時間など前表と若干の差があるが、それは、記録が割合に正確なものだけをまとめたためである。

作業別にみると、現地作業時間は1回当たり平均2分10秒で、1往復の作業時間の平均4分45秒に対し、45.7%に当たった。その中で、ターンに要する時間が、50~60秒で、総時間に対しても19.4%と予想よりも高い比率を示した。それは、ターンの回数が多いためで今後検討を要する問題でもある。

ヘリポートと現地の往復のみの時間は、平均2分7秒、総時間に対する割合が44.5%と、かなり高いが、その間の平均距離が1,000mではやむを得ない時間と考えられる。一方、ホッパーの交換時間は、積込み作業が順調で待ち時間が少なかったため、平均28秒と短かく、全体の10%以内に終わった。

第25表 資材別作業時間

資材	月日	面積 (ha)	資材量 (Kg)	往復回数		散布飛行時間 (分)	資材別飛行時間割合 (%)	平均往復時間 (分秒)
				実績	理論値			
炭カル	8.5	12.8	12,800	21	16	113	60.7	5-23
	7	27.2	27,200	35	34	160	52.5	4-34
	計	40.0	40,000 (55.9)	56	50	273	55.6	4-53
化成肥料	8.5	12.8	6,400	8	8	39	21.0	4-53
	7	27.2	13,600	17	17	80	26.2	4-43
	計	40.0	20,000 (27.9)	25	25	119	24.2	4-47
溶りん種子	8.5	12.8	4,060	7	7	34	18.3	4-54
	7	27.2	7,540	13	13	65	21.3	4-55
	計	40.0	11,600 (16.2)	20	20	99	20.2	4-55
合	計	40.0	71,600 (100)	101	95	491	100.0	4-52

第26表 散布時間の内訳

単位・秒

資材	月日	往復回数	現地作業時間			往復のみの時間	ホッパー交換時間	計	吐量/分
			実散布	ターン/回数	計				
炭カル	8.5	7	487 (24.6)	416/31 (21.1)	903 (45.7)	869 (44.0)	204 (10.3)	1,976 (100)	690
	7	9	620 (25.3)	495/38 (20.1)	1,115 (45.4)	1,098 (44.6)	248 (10.0)	2,461 (100)	697
	合計平均%	16	1,107 69 (24.9)	911/69 57 (20.5)	2,018 126 (45.4)	1,967 123 (44.4)	452 28 (10.2)	4,437 277 (100)	694
化成肥料	8.5	8	644 (27.5)	455/35 (19.5)	1,099 (47.0)	1,011 (43.2)	230 (9.8)	2,340 (100)	597
	7	17	1,281 (26.9)	806/62 (17.0)	2,087 (43.9)	2,199 (46.2)	471 (9.9)	4,757 (100)	637
	合計平均%	25	1,925 77 (27.1)	1,261/97 50 (17.8)	3,186 127 (44.9)	3,219 128 (45.3)	701 28 (9.8)	7,097 284 (100.0)	623
溶りん・種子	8.5	5	393 (26.7)	308/24 (21.0)	701 (47.7)	625 (42.5)	144 (9.8)	1,470 (100)	442
	7	13	1,015 (26.4)	767/59 (20.0)	1,782 (46.4)	1,670 (43.5)	388 (10.1)	3,840 (100)	446
	合計平均%	18	1,408 78 (26.5)	1,075/83 60 (20.3)	2,483 138 (46.8)	2,295 128 (43.2)	532 29 (10.0)	5,310 295 (100)	445
平均	秒%	75 (26.3)	55 (19.4)	130 (45.7)	127 (44.5)	28 (9.8)	285 (100.0)		

註 全散布回数のうち記録の正確なものだけについて集計した。
()内は作業項目別の比率

第27表 資材積みこみ時間

資材	積載量		月日	回数	1回当たり積みこみ時間		
	Kg	袋			最低	最低	最低
炭カル	800	4	8.5	13	1分55秒	3分56秒	2分55秒
			7	12	1-51	4-14	2-34
			平均	-	-	-	2-45
化成肥料	800	4	8.5	8	1-44	3-21	2-22
			7	17	1-39	4-44	2-39
			平均	-	-	-	2-31
溶りん・種子	580	4	8.5	7	1-51	4-00	2-23
			7	13	1-47	3-58	2-29
			平均	-	-	-	2-27
総平均			70	1-39	4-44	2-33	

付記、40Kg詰め炭カル20袋の積みこみ時間は4分4秒であった。

次に、ホッパーへの資材積み込み時間を調査した結果は第27表のとおりで、平均2分33秒であった。この時間は、航空機がヘリポートを往復した時間（第23表）を大きく下まわっているのので、実質的には、散布作業時間には入ってこない。いわゆる、ブルドーザーのショベルを利用して、4袋を吊り下げて行なう積み込み方式で十分間に合ったことになる。

2 追肥・追播における散布作業時間

1) 飛行回数および作業時間

追肥および追播のため散布した資材は、僅か20トン足らずで、したがって、2回フライト（給油1回）で終わった。散布時間の記録を整理したのが第28表であって、散布のためヘリポートと現地の往復回数は27回（実散布は26回）で、飛行時間1時39分、給油・休けい時間17分、合計1時間56分かかった。総時間に対する給油・休けい時間の割合は15%で前年の半分以下となったが、それは、フライト数と給油回数の関係と、故障などが少なかったためである。

第28表 追肥、追播における作業時間

フライト	散布作業時間					合計	備 行
	往復時間/回数	ホッパー交換時間/回数	その他	小計	給油休けい		
1	66-04/20	6-16/20	40"	73'	17'	116'	種子、化成
2	23-35/7	1-36/6	49	26			化成
合計	89-39/27	7-52/26	1-29	99	17	116'	
平均	3-19"	18"		3'-40"			

面積 延 52ha 資材量 19.852Kg

第29表 作業別散布時間の内訳

資材	往復回数	現地作業時間			往復のみの時間	ホッパー交換時間	合計	吐Kg出/量分
		実散布	ターン/回数	小計				
追播	6	411	208/15	619	692	129	1,440	
	平均	68.5	34.7/2.5	103.2	115.3	21.5	240	584
	%	28.6	14.4	43.0	48.0	9.0	100.0	
追肥	*20	1,319	630/46	1,949	1,954	343	4,246	
	平均	66.0	31.5/2.3	97.5	97.7	17.1	212.3	718
	%	31.0	14.8	45.9	46.0	8.1	100.0	

* 空のホッパーで往復した分を除外した。

資材の積込み時間については記録しなかったが、いずれも、航空機が現地を往復する時間以内（最短時間は2分28秒）に積込みが終り、ロスタイムはなかった。

3 考察

1) 作業項目別時間の検討

草地造成および追肥、追播の作業時間については、それぞれ示したとおりで、基本的には作業の種類による差はみられない。したがって、作業の項目別内容の検討は、草地造成作業について、また、他県における詳細な記録は少ないので、ここでは、主に本県の試験例を中心に考察を加えることにする。

草地造成において、資材を散布するために、ヘリポートと現地を往復する時間は、1回当たりの平均が4分52秒であった。しかし、これには炭カルの詰りによる故障の分も含まれているので、もしも、作業が順調にいくとすれば、4分45秒となる。その場合、平均的な作業項目の時間は第30表のとおりである。

〔ホッパー交換時間〕

ホッパーの交換に要した実際の時間は、第24表から33～37秒（平均34.2±8.9）となっており、上表の28秒とかなりちがうが、それは、往復回数（交換回数より多い）で除したためである。調査記録によれば、20秒程度で終わっている事例も少なくないので、作業の馴れによっては、かなりの短縮ができそうである。

〔往復時間〕

ヘリポートと現地を往復するだけの時間は、2分7秒で全体の4.45%に当たりかなり高い数値となった。この往復時間は、現地との距離と飛行速度によってきまり、能率化の上からはなるべく近距離での作業であることが望ましい。しかし、今後の牧野造成を考えると、莫大な資材を運搬する道路網の整備には巨額の投資が必要で、また、これが航空機利用のメリットでもあることからすれば、ある程度の距離はいたし方がない。したがって、往復時間の短縮には、スピードアップということになる。

いま、距離を平均1kmとした場合、平均速度を70kmとすれば、往復に1分42秒はかかる。短い距離でのスピードアップはあまり期待できないので、往復時間の大幅な短縮は望めそうがない。

次に、ヘリポートと現地との距離が、全体の散布作業時間にどのようにひびいてくるかを試算してみたのが第31表である。距離が遠ざかる程、往復に要する時間の割合が高まり、例えば、2kmの場合は、その比率が全体の64%にも達し、結果的には散布料金に対し大きな負担となる。

〔ターンの時間〕

ターンの回数は、散布幅とコースの長さによって決定されるが、実際には散布幅は資材毎に一定なので、飛行コースの長さ、すなわち、地形に左右される。

草地造成の場合の1回当たり平均巡回回数は、炭カル4.3回、化成肥料3.9回、溶りん・種子4.6回となっており、かなり多く、時間の割合も高い。これは、試験調査のため地区を小分けにしたためであるが、実用化に当っては、30秒程度にさげることがさほど無理でなからう。

〔実散布時間〕

現地における資材の実散布時間、すなわち、吐出時間は、吐出量（シャッター開度）と速度によって変わる。初め、速度をきめて、面積当たり散布量から吐出量（kg/分）がきまる。また、散布装置の吐出量にも限界があるので、散布量が多い場合は、どうしても、2～3回の重ね散布となるが、その関係は第32表のとおりである。作業能率の上からは、なるべく吐出量を多くして、短時間で散布する方がよいが、資材の散布量、拡がり（散布幅）からくる分布の精度からは、むしろ、吐出量をおさえた重ね散布が好ましい。

なお、実散布時間は、シャッター開度が一定であっても資材の性状によって異ってくる。例えば、炭カルと溶りん・種子の開度は、ともに全開であったがテストでの吐出量に差があったほか、全散布時間から計算した平均吐出量との間にも差がみられた。炭カルや溶りん・種子が雨のため吸湿し、ほぐれが悪かったための影響でもあろうか。いずれにしても、資材毎にテストして吐出量をみておく必要がある。

〔資材の積込み時間〕

本試験での積込み時間は、平均2分33秒であった。航空機が現地を往復する時間内に終了したため、全体の作業時間には影響はなかった。しかし、中には雨で吸湿した袋があって、航空機がヘリポート上空で待空させた例もあった。その意味

第30表 平均往復時間および作業項目別内訳

岩手・45

項目	炭カル	化成	溶りん・種子	平均	同比率
1往復の時間	4' - 37"	4' - 47"	4' - 55"	4' - 45"	100%
ホッパー交換	0 - 28	0 - 28	0 - 29	0 - 28	9.8
往復	2 - 03	2 - 08	2 - 08	2 - 07	44.5
ターン	0 - 57	0 - 50	1 - 00	0 - 55	19.4
実散布	1 - 09	1 - 17	1 - 18	1 - 15	26.3
吐出量kg/分	694	623	445	-	-

平均は、総時間を回数で除した。現地との距離 550~1,500m

第31表 ヘリポートと現地の距離と往復時間

距離	往復時間 (A)	散布時間 その他 (B)	1往復計 (C)	Aの割合	備考
500m	51秒	115	166秒	30.7%	化成肥料800kg積みみの1往復時間である。
750	77		192	40.0	
1,000	102		217	47.0	
1,500	153		268	57.1	
2,000	204		319	64.0	

往復時の速度 70km/時

散布時間 66秒、ターン 32秒、交換 17秒

第32表 散布量と吐出量・散布回数

散布量	資材・散布量	溶りん+種子		炭カル		化成肥料	
		20m		25m		30m	
		吐出量	回数	吐出量	回数	吐出量	回数
ヘクタール	200kg	370kg	1	-kg	-	560kg	1
	300	560	1	-	-	840	1
	400	370	2	-	-	560	2
	500	-	-	580	2	700	2
	600	-	-	700	2	840	2
	800	-	-	600	3	-	-
	1,000	-	-	780	3	-	-

散布飛行速度 56km/時

吐出量はkg/分で、4捨5入値

第33表 資材および開度と吐出量

資材	積込	開度	テストの吐出量	実散布時間(平均)	左からの吐出量
炭カル	800kg	8(全)	780kg	69秒	700kg
化成肥料	800	6	580	77	620
溶りん・種子	580	8(全)	580	78	450

吐出量はkg/分で、4捨5入値

からも、資材の吸湿防止対策が必要である。

2) 播種・施肥作業の能率化

前項において、45年度の造成作業における項目別時間について、いくつかの問題点を指摘した。46年度はこれをふまえて、同一場所において作業能率の上から、播種、施肥作業を行い、能率化の程度をみたのが第34表である。

播種作業においては、1往復の時間で55秒の短縮となり約18.7%の能率向上となった。一方、施肥作業では、1往復で1分12秒も短縮され約25%と大幅なアップとなった。

このように能率化された主な原因は、ともに、ターンの時間とホッパー交換時間の短縮であった。すなわち、播種についてみると、45年の場合は、雨で吸湿したため溶りん・種子の吐き出しが悪く、実散布時間が長びき結果的にターンの回数を多くした(1往復4.6回)が、翌年の場合は順調で、1往復2.5回に減った。また、施肥の場合をみても、45年は試験調査の関係で5ブックに小分けし、1往復のターンが3.9回であったのに対し、46年は全域を対象としたため2、3回に減少した。ホッパー交換時間の短縮は、主に作業の馴れに

第34表 作業別・項目別作業の能率化

項目	作業	種			肥		
		45年	46年	能率化	45年	46年	能率化
積込量	Kg	580	642	%	800	800	%
開度		全	5~6		6	全	
吐出量	Kg/分	446	584		624	718	
往復時間		4'-55"	4'-00"	18.7	4'-44"	3'-32"	25.3
内訳	ホッパー交換	0-29	0-22	24.1	0-28	0-17	39.3
	往復	2-08	1-55	10.0	2-09	1-38	24.0
	ターン	1-00	0-35	41.7	0-50	0-32	36.0
	実散布	1-18	1-08	12.2	1-17	1-06	14.3

第35表 作業別作業能率の実績

45-46年

作業	資材	散布量 Kg/ha	積込み Kg	往復時間 分 秒	トン当たり 所用時間 分 秒	1時間当たり	
						面積	資材量
造成	炭カル	1,000	800	4-37	5-46	4.9 (5.35)	8,750 (9,500)
	化成	500	800	4-44	5-55		
	溶りん・種子	290	580	4-55	8-29		
追肥	化成	400	800	3-32	4-25	34	13,590
追播	珪カル・種子	321	642	4-00	6-14	30	9,630

註 ()内は、炭カルの散布作業が順調な場合の能率

第36表 草地造成における散布能率の期待値

資材	Kg/ha	積込量 Kg	吐出量 Kg/分	散布飛行時間		1時間当たり 作業面積
				1往復	トン当たり	
炭カル	1,000	800	780	3-27	4-20	7.14 ha
化成	500	800	700	3-32	4-25	
溶りん・種子	300	750	560	4-22	6-13	12,850Kg
計	1,800	-	-	-	-	8-20'/ha

註 ヘリポートと現地の距離 1,000m

よるものと考えられる。

その他、実散布時間では、吐出量を多くしたため短縮であり、また、施肥における往復時間の短縮は、やはり地区を小分けしないためである。

3) 資材量(トン)当たり作業時間

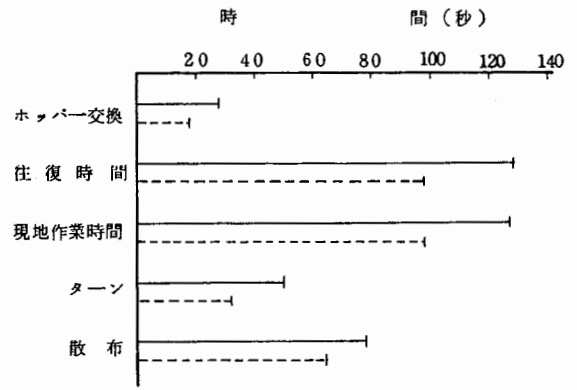
これまでの作業時間から、各資材のトン当たり散布作業時間を計算してみたのが第35表である。

草地造成の場合、炭カルと化成肥料は約5分50秒前後であったが、溶りん・種子の散布は約8分30秒もかかった。それは、重量の割合に容量がかさばり必然的に積込み量が少なかったためである。もしも、1回に5袋(725kg)を積んだとすれば、トン当たり7分27秒となって、4袋の場合にくらべ、58秒ほど短縮される。

追播のための播種では、珪カルと混合し、また、積込み量、吐出量を多くしたこともあって、トン当たり6分14秒となった。追肥のための化成肥料の場合も同様で、吐出量を多くし、さらに、作業の馴れ等もあって、トン当たり4分25秒と大幅に作業時間が短縮された。

4) 時間当たり作業能率

作業別に作業能率をまとめ第35表に示した。すなわち、草地造成では1時間当たり4.9haの作業となるが、しかし、作業が順調であった8月7日で見ると、5.4ha、散布資材量9.5トンの能率



第7図 施肥作業における作業項目別時間の比較
実線 45年、破線 46年、岩手県

となる。1日の飛行時間は、継続作業かどうかで異なるも、およそ5~6時間とみれば、1日当たり約30haとなる。

また、この場合は、試験区を小分けにしたり、作業の不馴れ等からくるロスタイムもあったので、第34表の能率化から散布時間を試算してみると第36表のようになる。すなわち、1時間当たり約7.14ha(12.85t)となって第35表の実績より約34%もアップされ、これを基準にすれば、1日40haの作業が可能となる。

追肥作業では、1時間当たり34ha、13.6ト

第37表 草地造成における機種と作業能率

項目	場所	岩手	十勝	福島	熊本
散布量	Kg/ha	1,790	1,487	1,545	2,153
1回の積込	Kg	580	800	690	1,000
		800	1,600	800	1,200
時間当	資材量 Kg	9,500	19,900	7,400	11,480
	面積 ha	5.4	13.4	4.8	5.3
航空機		中型	大型	中型	大型
現地との距離	m	600	-	1,500	-
		1,400		2,000	
実施面積	ha	40	38	10	4

1. 散布量は、炭カル、化成、溶りん、種子の合計
2. 航空機の大型はバトル107II型、中型はベル204B型
3. 十勝：農林省十勝種畜場
 福島：農林省福島種畜場
 熊本：熊本県種畜場阿蘇支場

ンの散布が可能であって、1日作業では約170 Aa(ただし400 Kg/Aa)に達する。

ところで、航空機による作業能率は、機種との関連が深く、積込量、吐出量が異なるので当然能率に差が生じてくる。また、同一機種でも、ヘリポートと現地との距離、散布地の地形なども作業能率に影響を及ぼす。第37・38表は、昭45年度農林水産航空協会・新分野開発試験の中から、

作業能率について本県の場合と比較したものである。それぞれ、散布量や諸条件が異なるので単純に比較することに無理があるが、1時間当たり散布資材量でみれば、造成作業では、中型機7.4~9.5トン、大型機11.5~19.9トンとなっている。また、追肥では、中型機13.6トンに対し、大型機はその1.7倍の23.2トンであった。大型機のこのような能率向上は、積込量が多いこと、吐出量が多いことが主な原因である。中型機における福島県と岩手県の差は、現地との距離(往復時間)、吐出量(実散布時間)の差によるものである。(第30表と第37表の比較および第7図)。

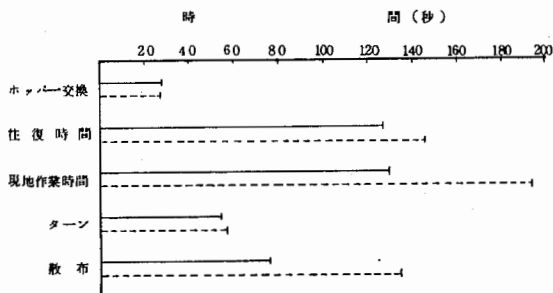
VI 野草の植生および牧草の生育収量

1 野草の植生実態

試験地は、長年採草地として利用されてきた典型的なスキ型野草地である。全域から、落下量調査(平面)を行った20地点をえらんで、3回にわたって野草の実態を調査した。

[入牧前調査] 7月8~9日

調査で得られた草種は、31科68種(うち食草種は60種)で、平方メートル当たり平均して22種であった。主要草種の植生状況は、第40



第8図 中型機による草地造成の作業項目時間

実線 岩手県、破線 福島県

第38表 追肥作業における機種と作業能率

項目	場所	岩手	熊本	比
資材	化成肥料	溶りん	—	—
散布量	Kg/Aa	400	500	—
1回の積込	Aa	800	1,200	1.50倍
吐出量	Kg/分	718	1,274	1.77
時間	資材量Kg	13,590	23,230	1.71
当り	面積 Aa	34	46.5	—
航空機	中 型	大 型	—	—
実施面積	Aa	40	14.4	—

第39表 作業項目別時間の内訳

福島・45

項目	炭カル	化成	溶りん・種子	平均	同比率
1往復の時間	3-56"	5-26"	6-56"	6-06"	100%
ホッパ交換	0-26	0-31	0-23	0-27	7.4
往復	2-22	2-20	2-36	2-26	40.0
ターン	0-48	0-51	1-15	0-58	15.8
実散布	2-20	1-44	2-42	2-15	36.8
吐出量Kg/分	342	464	256	—	—

平均は、単純平均値。現地との距離1,500m~2,000m

表のとおりである。すなわち、優占種はススキ類で、出現頻度はオオアブラススキ82.9%、ススキ34.6%と圧倒的に多く、ハギは11.2%であった。被度も、ススキ、オオアブラススキがともに20%前後で最も多く、また、平方メートル当たり本数もオオアブラススキ87.5本、ススキ29.1本であって、ススキ類が非常に多い所であった。不食草の中では、スズラン、ワラビ、ウマノアシガタが主要な種類であった。

10アール当たりの野草量は、480~1460Kg 平均860Kgでかなり多く、そのうち、食草の占める割合は87%であった。

なお、牧草の定着と関係ある裸地率は0~20%、平均8.6%とかなり野草の密度が高かった。

〔散布道前調査〕 8月3日

播種前の予備放牧として、肉牛154頭を7月17日から7月30日まで2週間、延2156頭放牧した。野草の生育は、ハギなど若干伸びたものもあったが、大部分のものはほとんど変りなかった。野草量は、全重で683Kg、食草重で568kgと、前回より約173Kg(20~23%)の減少となった。採食率は0~50%でむらが多く、全体の平均では僅か6.3%にすぎなかった。採食された主な草種は、オオバギボウシ、ススキ類でハギはほとんど食われていなかった。

第41表 牧草種子の発芽率

草種	区別	発芽率 %					X ² 値	区間差 (P)
		2日後	4	6	8	10		
アカクローバ	混合区	46	63	63	66	67	3.073	0.05~0.1
	無処理	33	53	54	54	54		
シロクローバ	混合区	96	97	97	97	97	1.120	0.2~0.5
	無処理	92	97	98	99	99		
オーチャードグラス	混合区	1	26	39	51	58	0.082	0.5~0.95
	無処理	1	40	45	55	60		
イタリアンライグラス	混合区	20	66	71	73	74	0.612	0.2~0.45
	無処理	13	55	63	69	69		
ベレニアルライグラス	混合区	20	69	77	79	80	2.190	0.1~0.2
	無処理	14	55	64	70	71		
レットトップ	混合区	7	35	46	49	50	0.000	0.99
	無処理	4	26	40	44	50		
チモシー	混合区	7	62	73	76	78	0.676	0.2~0.5
	無処理	0	63	68	70	73		

註 混合期間 7月16日~7月21日
温度 27~30℃

調査 7月22日~7月31日

以上のとおり、播種直前の播種床の条件は、予備放牧による野草の抑圧は必ずしも十分とはいえないが、若干の効果が認められ、播種に重大な影響を及ぼすほどではなかった。

〔播種1月後調査〕 9月8~9日

播種翌日から10日間、延1320頭を放牧し、牧草種子のストックングを行った。この間の採食率は、平均27.4%で前回よりも増加し、被度は、採食程度の大きいススキ類、オオバギボウシで著しく低下した。また、10アール当たり野草重もさらに減り、全重で532Kg(150Kg減)、食草重で、466Kg(102Kg減)となり、入牧前にくらべ、食草で37%の減少となった。さらに、裸地率が若干ふえて11.8%となった。

このように、播種後の放牧である程度の野草に対する抑圧効果がみられたものの、一方、日照度は2~34.5%、平均22.3%となっており、かなり光線不足で牧草の生育には必ずしも好条件でなかった。

2 牧草の生育・収量

1) 溶りんと混合種子の発芽試験

航空機を使用した牧草種子の播種は、散布むらを少なくするため、他の資材と混合(増量)して散布するのが普通で、本試験では溶りんと混合することにした。混合から散布まで数日の期間を要するが、牧草種子に対する影響を知るために発芽

試験を行った。

シャーレーに、溶りん20、種子1の割合で混合し5日間おいたものを使用し、10日間にわたって発芽率を調査した。その結果は、次に示すとおりで、各種子とも無処理とほとんど同じか、むしろ、ややまさる傾向さえあって、溶りんととの混合による発芽への影響は全くなかった(第41表)。

2) 造成地における牧草の生育・収量

播種後の牧草の生育については、落下量調査を実施した地点(断面・平面調査)について46年度まで追跡調査を行った。その中で、散布精度に関係ある牧草密度のばらつきについては既に記したので、ここでは、専ら、牧草の生育および翌年度の収量についてのみ述べる。

[播種1月後調査] 9月8~9日

調査結果の概要を平均値で示したのが第42表である。いわゆる野草の調査を行った落下量の平面調査地点についてみれば、草丈は、いね科16.4cm、まめ科5.3~6.3cmで、平方メートル当たり着床密度は、いね科4826本、まめ科422本、合計5248本で、いね科の割合は92%を占めた。しかし、場所による変動が極めて大きく、最低42

5から最高13500本にわたった。観察による被度は、いね科34%、まめ科5%であって、この数値から単純に野草との割合を読みとれば、牧草が40%で野草比率が高くなっている。

次に、落下量の断面調査地点についてみると、草丈はあまり変りないが、着床密度は全体に少なめであった。

[越冬前調査] 10月29日

平均草丈は、いね科9~13cm、まめ科3~4cmとなっており、前回より低下した。それは、急にきた寒波と霜のために伸びすぎた葉先が傷めつけられたこと、さらに放牧牛によって採食された結果と推察される。

株数は、いね科で33~41%、まめ科で17%ほど前回より減少し、越冬前の株数密度は、平面調査地点3602本、断面調査地点1881本であった。このような株数の減少は、場所によってまちまちだが概して密度の高い所ほど大きい傾向があった。ところで、岩手県畜産試験場の成績によればオーチャードの場合、平方メートル当たり必要株数は最終的に100株程度と推定されるところから、越冬前の株数の目標を、一応その10倍の1000株とすれば、今回の調査では平均値か

第40表 主要草種の植生状況

時期	主要草種 項目	ス	オラ	オヨ	ハ	オエ	ミチ	トシ	オポ	ス	*ワ	*ス	*ウ	10a当たり 野草量 kg	裸地率 %
		スキ	オス アスキ	トモ コギ	ギ	ミ ナシ	ツ グ バ ツ リ	リ ヨ シ マ	オ オ ウ バ ギ シ	ゲ	ラ ビ	ズ ラン	マ ガ ノ タ		
入 牧 前	草丈cm	80.4	47.1	42.8	42.6	21.1	13.0	41.0	30.3	21.7	64.2	16.9	14.6	A.全重 860.0	8.6
	頻度%	34.6	82.9	35.5	11.2	29.0	56.4	9.2	2.7	52.4	12.1	39.6	17.4		
	被度%	21.9	19.8	4.7	6.3	4.3	1.9	6.1	3.8	4.8	11.3	6.3	0.2	B.食草重 740.4	
	本/m ²	29.1	85.7	14.1	8.0	16.7	28.2	4.5	0.9	54.0	3.3	5.8	3.8		
播 種 前	草丈cm	78.2	52.0	42.9	51.9	21.2	12.2	28.5	-	23.4	63.7	15.2	15.6	A.682.7	
播 種 月 後	草丈cm	79.4	46.8	34.6	51.4	15.7	12.8	26.8	15.4	26.7	65.8	13.5	9.7	A.532.2	11.8
	被度%	12.2	7.7	4.0	5.7	3.0	2.8	4.2	1.4	6.5	3.1	0.8	0.5	B.466.0	
備 考	総草種; 31科 68種(うち食草60種) 平方メートル当たり平均草種数; 22.3±4.77 採食率; 播種直前 0~50% 平均 6.3% 播種1月後 0~80% 平均27.4% *印不食草														

らみる限り必要株数は十分確保されている。

観察による被度は、57～75%で、前回より牧草比率がかなり好転した。また、日照度も72～77%と著しく高まった。この変化は、家畜による採食よりも強い降霜による野草の枯れあがり原因であろう。

以上のように、前回よりも牧草比率や日照度が好転しており、牧草の生育にはさしたる障害はないものと推測されるが、ただ、部分的にはかなり強い被圧箇所が存在がみられた。

〔越冬歩合調査〕 4月28日

越冬直後の調査結果は、第43表のとおりである。草丈は、越冬前にくらべ指数で、いね科49、まめ科58といずれも短い、寒冷地ではよくみられる現象である。株数の越冬歩合は、いね科45%、まめ科22.3%で、まめ科で著しく劣った。しかし、それにしてもまだ十分な密度で、本数的には全く問題はない。

〔利用1年めにおける生育および収量調査〕

航空機造成区および慣行手播区のそれぞれについて、禁放区を設けて生育、収量を調査した（第44表）。なお、慣行区は、播種条件・管理条件（第3表）や施肥量が異なるので対照区として問題はあるが、一応、参考として比較したものである。

草丈についてみると、最も長かったのは、いね科の1回刈りで46.0cm、まめ科の3回刈りで19.2cmであった。4回の平均では、いね科35.4cm、まめ科16.5cmで、対照区よりやや劣った。

収量では、10アール当たり最高は1回刈時472.7Kg、最低は3回刈時288.0Kg、年間2418Kgとなった。この中で、まめ科率は平均8.9%で低かった。

一方、野草収量では、2回刈時が最高で10アール当たり628.7Kg、最低は4回刈時の175Kg、年間合計では1015.7Kgであって、うち、57.3%は食草で占められた。牧草・野草の全収

第42表 牧草生育状況

項目	場所 時期	平面調査地点(16)		断面調査地点(10)	
		1月後	越冬前	1月後	越冬前
草丈	いね科	16.4±4.64	12.8±3.85	17.0±5.01	9.1±2.09
	アカクロ クローバー	6.3±1.37	4.4±1.30	6.1±1.74	3.1±1.35
	ラジノ クローバー	5.3±1.52		4.6±0.96	
密度 本/m ²	いね科	4826±4022	3262±2377	2935±2194	1720
	まめ科	422±327	350±253	195±212	161
	計	5248±4264	3602±2414	3130±2258	1881
割合	いね科	92.0%	90.3	93.8	91.4
	まめ科	8.0	9.7	6.2	8.6
被度	いね科	34.2%	57~75	-	-
	まめ科	5.0		-	-
比 照 度		22.3	71.8	-	76.9

第43表 牧草の越冬歩合（平面調査地点）

項目	時期	越冬前	越冬後	指数(歩合)
		10月29日	4月28日	
草丈	いね科	12.8±3.85	5.1±1.15	49.0±19.5
	まめ科	4.4±1.30	2.5±0.85	57.9±26.4
株数 本/m ²	いね科	3252±2377	1202±925	54.5±28.0
	まめ科	350±253	50±49	22.3±21.1
	計	3602±2414	1252±936	38.4±29.4

越冬前 10月29日
越冬後 4月28日

量では3434 Kgであった。これらの収量を対照区と比較した指数でみると、全収量90、牧草だけでは85であって、おおむね10～15%の減収となった。

牧草化率は、調査時期によって変動がみられるも、最終時には95.7%に達し、対照区と殆んど差がなく、利用1年めとしては高い牧草化率が確保された。

3 利用1年めにおける牧養力

45年度に航空機で草地造成した地区に対し、翌年度放牧した状況は第45、46表のとおりである。放牧期間は、5月30日から11月20日まで175日間で、1日当たり成牛63.5頭、仔

牛42.0頭であった。1牧区当たり輪換放牧回数2～5回、平均3.8回となった。

供用牛の平均体重は、成牛で入牧前395 Kg、終牧後426 Kg(31 Kg増)、仔牛で入牧前55 Kg、終牧後、135 Kg(80 Kg増)であった。したがって、1日当たり増体量に換算すると、成牛0.177 Kg、仔牛0.457 Kgであって、仔牛の場合は、一応通常の成績とみなされる。

牧養力は、生草収量と正の相関があるのが普通であるが、実際には家畜の輪換の仕方、放牧の強度等が大きく影響してくる。そこで、刈取りによる収量判定のほかCow-day方式によって牧養力を試算した。その結果、航空機造成区全体と

第44表 利用1年めの生育、収量比較

区別	項目	1回刈 6月15日	2回刈 7月23日	3回刈 8月24日	4回刈 10月20日	年間計	
航空機造成区	草丈	いね科	46.0cm	43.7	26.8	25.1	35.4
		まめ科	15.2	18.6	19.2	13.0	16.5
	牧草 (10a当たり)	いね科	949.3Kg	684.3	226.5	394.3	2,254.4
		まめ科	23.4	33.0	62.3	45.2	163.9
		小計	972.7	717.3	288.8	439.5	2,418.3
	野草	食草	69.8	492.7	130.9	4.4	697.8
		不食草	143.5	136.0	25.4	13.2	318.0
		小計	213.3	628.7	156.2	17.5	1,015.7
	合計	1,186.0	1,346.0	445.0	457.0	3,434.0	
	手播区	草丈	いね科	50.2cm	48.4	27.2	29.4
まめ科			17.6	17.4	17.6	17.9	17.6
牧草 (10a当たり)		いね科	1,015.6Kg	963.0	225.3	474.1	2,678.0
		まめ科	11.5	40.9	36.4	62.2	151.0
		小計	1,027.1	1,003.9	261.7	536.3	2,829.0
野草		食草	216.9	342.9	125.3	16.2	701.3
		不食草	122.0	91.2	59.4	11.1	283.7
		小計	338.9	434.1	184.7	27.3	985.0
合計	1,366.0	1,438.0	446.4	563.6	3,814.0		
まめ科率	航空区	4.6	3.3	18.6	9.2	8.9	
	手播区	0.9	5.8	20.7	13.6	10.3	
野草の食草率	航空区	46.6	82.2	84.0	116.5	57.3	
	手播区	66.2	73.9	62.1	55.9	64.5	
牧草化率	航空区	78.8	52.4	61.7	95.7		
	手播区	74.2	69.6	54.8	95.4		
対手播指数	収量合計	87	94	100	81	90	
	牧草収量	95	71	110	82	85	
	牧草化率	106	75	113	100		
	草丈	92	90	99	85	91	

第45表 放牧牛の体重と頭数

区別	平均体重 Kg		Kg 差	放牧期 放牧間	放牧頭数/日	延放牧頭数	増体量 Kg/日	面積 ha	Cow-day (500Kg換算)
	入牧前	終牧後							
成牛	395.0	426.0	31.0	175	63.5	11,114	0.177	-	-
仔牛	55.0	135.0	80.0	175	42.0	7,349	0.457	-	-
合計	450.0	561.0	111.0	-	105.5	18,463	-	40.0	263

第46表 放牧輪換状況

牧区	月	5	6	7	8	9	10	11	面積 ha	放牧回数
3		-	-	-	-	-	-	-	9.0	4
4		-	-	-	-	-	-	-	7.3	5
5		-	-	-	-	-	-	-	12.8	5
6		-	-	-	-	-	-	-	5.7	3
7		-	-	-	-	-	-	-	5.2	2
合計									40.0	19.0
平均									-	3.8

してとらえると、体重500Kg換算で263 Cow-day/haであった。

4 考察

播種後の牧草の生育は、播種時期の差に影響されるほか、不耕起栽培においては、野草の植生とその抑圧程度によって変わってくる。本試験条件と同一方法で実施した例はないが、2~3の例について述べ検討を試みる。

まず、牧草の被度についてまとめたのが第47表のとおりである。十勝の場合は、本試験に近い条件で播種され、40日後の被度は40.6%で、本県の1月後の被度と同程度であった。65日後にはさらに牧草化がすすんだが、寒地のため、本

県の85日後の被度より劣った。熊本県の場合は、更新時の播種であって、播種1月後で約90%に近い被度に達した。いずれにしても、本県の場合、8月播種としては決して悪い牧草化率ではなかった。

牧草の着床密度については第42表に記したとおりで、播種1月後で平方メートル当たり、3130~5248本（割合は、いね科92、まめ科8）であった。熊本県の場合は、播種20日後の密度は、1542本（割合は、いね科98、まめ科2）であって、落下粒数の約47%が着床している（第48表）。本県の場合、熊本県の2~3倍、特に、まめ科では6~13倍の高密度となったが、それは、まめ科の播種量が多いこと、また、数地点でいね科の密度が異常に高い（1万本以上/m²）所があったためと考えられる。なお、越冬前の生育を隣接した慣行手播区と比較してみると、草丈はややまさり、密度においては約2倍であった。慣行区の調査時期が約2週間もおくれたための影響も考えられようが、越冬前における生育はすこぶる良好なものとみなされる。

次に、牧草の収量についてみると、播種翌年度

第47表 播種後の牧草被度

項 目	岩手（造成）		十勝（造成）		熊本（更新）	
	30日後	65日後	40日後	65日後	散布前	1月後
牧草	39.7	57~75	40.6	53.0	70.0	88.0
いね科	34.2	-	30.9	40.7	66.0	84.0
まめ科	5.0	-	9.7	12.3	4.0	4.0
野草	60.2	25~43	39.4	34.7	19.0	12.0
裸地その他			21.0	12.3	13.0	-
備考	45、8、7 播種 50Kg/ha		45、8、11 播種 46Kg/ha		45、10、23 播種 50Kg/ha	

十勝； 農林省十勝種畜場

熊本； 熊本県種畜場阿蘇支場

おける4回刈りの合計が10アール当たり2418 Kgで、いね科が約93%を占めた。この牧草収量は、慣行区にくらべ15%ほど少ないが、それは、造床手段の差というよりも、むしろ、施肥量（基肥のN、Kは約60%、Pは30%増）の差によるものと判断される。福島県では、春播きで、3カ月後に刈取った成績があるが、それによると牧草が829 Kgであって、全収量に対する割合、すなわち牧草化率が63.5%に達した。本県の場合

は、利用1年めで、刈取り時期によって牧草化率に変動がみられるが、最終的には95%となり、殆んど慣行区と差がなかった。

以上述べたとおり、航空機利用によって草地造成を行った場合、牧草の生育・収量には、特に問題はなく、慣行手播き並みの成績は十分期待出来るのである。要は、散布精度上からの散布幅、播種前後の管理の精粗などが重要な点であろう。

第48表 牧草の着床密度

項 目	場 所	本/m ²			
		岩手 (30日後)		熊本 (20日後)	
		断面調査	平面調査	本数	発芽定着率
いね科		2935	4826	1509	48.4%
まめ科		195	422	33	24.0
合計		3130	5248	1542	47.4
草種と播種量		オーチャード } ベレニアルライ } イタリアン } 42 チモシー } トールフエスク } レッドトップ } アカクローパー } 8 シロクローパー }		オーチャード } H.ライグラス } 50 アカクローパー } 3	

第49表 越冬前における牧草の生育比較

項 目	区	航空機造成 (16点)	慣行手播 (20点)
		10月29日調査	11月10日調査
草丈	いね科	12.8±3.85	10.6±1.65
	まめ科	4.4±1.30	3.7±0.68
本/m ²	いね科	3252±2377	1739±849
	まめ科	350±253	181±135
	計	3602±2414	1920±901

第50表 利用初年度における牧草収量

項 目	場 所	岩手 (造成翌年度)		福島 (播種3月後)	
		4回刈計	比 率	1回刈	比 率
		Kg	%	Kg	%
牧草		2418	70.4	829	63.5
いね科		2254	—	754	—
まめ科		164	—	75	—
野草		1016	29.6	470	36.5
合計		3434	100	1299	100

Ⅶ 航空機利用の経済性と利用技術

これまで、航空機による草地造成ならびに施肥作業について技術的な面、すなわち、散布精度、作業能率および牧草の生育等から検討し、若干、問題があるものの、技術的には十分利用できるものと考えられる。

今後、航空機利用が実用化されていくためには、技術的な問題のほか、航空機利用の諸経費と有利性を明らかにするとともに、作業手順等の技術体系を組み立てる必要がある。

ここでは、主として岩手県で実施した実績を基に、これに農林水産航空協会新分野開発試験の中から成績を引用して、経済性を比較した。なお、諸経費の金額は、すべて試験実施年度のものである。

Ⅰ 草地造成における諸経費

1) 航空機利用の実績と慣行法との比較

昭和45年に実施した航空機による草地造成の諸経費は、第51表のとおりである。この場合の契約料金は、岩手県が朝日ヘリコプタ株式会社と事前調査に基づいて契約した料金であって、ヘクタール当たり41,060円となった。結局、積み込み作業料金を含めると43,260円であった。これら諸経費のうち、最も高いのは散布料金で全体の80.4%を占め、次いで空輸料12.4%、プルトーザー借上料4.1%の順である。

次に、航空機造成区の近くで、岩手県肉牛生産公社が実施した慣行の手播き散布の経費は、ヘクタール当たり23,760円であって、大部分が、散布のための賃金となっている（第52表）。

第51表 航空機造成区における経費

岩手45

項 目	金 額	積 算	ha 当 たり 金 額	比 率	
契約料金	散布料	1,392,000円	40ha×34,800円	34,800円	80.4%
	空輸料	214,400	1.34時間×160,000円	5,360	12.4
	副資材送料	36,000	ホッパー2基その他	900	2.1
	小計	1,642,400	—	41,060	(94.9)
積込作業料金	プルトーザー借上料	71,200	運搬 2日×20,000円 使用 12時間×2,600円	1,780	4.1
	人夫賃	16,800	10人(2日)×1680円	420	1.0
	小計	88,000	—	2,200	(5.1)
	合計	1,730,400	—	43,260	100.0

註、40ha造成・散布時間 464分の計画；中型機空輸料は、秋の宮往復

第52表 慣行手播区における経費

45、岩手

資 材	ヘクタール当り				比 率	
	散布量	人 員	単 価	金 額		
散 布 料	炭カル	2,000kg	7.9人	1,680円	13,276円	—
	化成	480	—	—	—	—
	溶リン	530	3.5	1,680	5,920	—
	種子	50	—	—	—	—
	尿素	100	0.8	1,680	1,280	—
塩加	100	—	—	—	—	
小計	3,260	12.2	1,680	20,476	86.2	
小運搬	—	1.95	1,680	3,280	13.8	
合計	3,260	14.15	1,680	23,756	100.0	

註、人員は、2.1ha当り人員から換算した。場所 玉山地区

以上の散布実績から、経費の単純な比較だけで見れば、航空機利用の草地造成経費は、慣行法の約1.8倍に達した。

また、熊本県で昭和45年に実施した、大型航空機による草地更新の経費は第53表のとおりで、ヘクタール当たり約55,000円であって、対照の機械・人力区の約1.8倍となった。なお、これには空輸料金が含まれていないので、実際にはさらに高額となるであろう。

2) 考察

航空機散布実績の経費は、現状においては明らかに慣行法より高がついたが、それらについて若干考察を加え、果してどの程度まで下げられ得るか検討してみたい。

まず、岩手県で実施した契約料金は、現地調査の結果見積った料金であって、散布作業時間の実績から計算したものではない。例えば、40haの面積に対し、7.16tもの資材を散布する時間として464分と予定したが、作業が滞りであった8月7日の作業能率を基準にすれば447分となる。さらに、作業の馴れや溶りん・種子の積込量増加による能率化等、いわゆる第36表によって計算すると、技術的には中型機の散布料金はヘクタール当たり25,000円台まで下げられそうである(第54表)。また、空輸料金は、空輸距離のほか利用面積が大きく影響するので、例えば、造成面積が100haともなれば、第51表の空輸料(含む副資材送料)は、ヘクタール当たり2,504

第53表 草地更新における経費の比較

熊本 45

項目	金額	積算	ha当り金額
航空機 4ha	210,015円	炭カル・種子 4.21 ^t 19 ^分	52,504 (95.6)
		溶りん 2.0 14	
		化成 2.4 12	
		計 45分×4,667円	
散布材費	3,000	1時間1台1000円×3台	750 (1.4)
ユニット車	6,723	1時間2,500円+オペレーター861円の2時間分	1,681 (3.0)
計	219,738		54,935
機械・人力 1.44ha	38,857	デスクハロー 6、時20分	27,755 (89.2)
		ツースハロー 2、40	
		ライムソー 1、10	
		ブロードキャスター 2、10	
		ローラー 1、10	
		トラック 7.5 Km	
人夫	4,697	いね科 7、30 ^{時分} ×397円 まめ科 4、20×397	3,355 (10.8)
計			31,110

註、 航空機は大型機で、散布料には空輸費を含まない。
()内は百分比

第54表 航空機草地造成の散布料金の期待値

資材	散布時間/t	40ha当り			ha当り金額
		散布量	散布時間	金額	
炭カル	4-20	40t	177.3	519,900円	13,000円
化成	4-25	20	88.3	264,900	6,620
溶りん・種子	6-13	12	74.6	223,800	5,595
計	-	72	336.2	1,008,600	25,215

註、 作業能率は、第36表を基準にした。
散布料金は、1時間1.8万円とした。

円ほどになる。このようにして計算すると、実績経費より約30%ほど節約できそうである。

いま、ひとつのモデルを考えて、諸経費を計算してみたのが第55表であって、造成面積の増加につれ減少し、100ha前後では、約31,000円台になり、人力手播き散布とさほど差がなくなってくる。また、対照とした手播き区は、地形的に恵まれており、さらに、労働力の確保も比較的容易であったこともあって安価になったのであるが、立地条件が悪い例えば、遠野市和山地区の造成経費は、ヘクタール当たり17.9人、30,430円となったことから考えると、航空機利用の経費は決して高いものではない。しかも、作業能率に大きな差があって、慣行法では21haの作業に約20日も要しており、適期内作業に問題があるの

で、今後、草地造成規模の拡大と奥地化に伴って、航空機利用はむしろ効率的・経済的な望ましい技術とさえいえる。

ところで、散布料金について岩手県と熊本県の実績をみると、機種、散布量が異なるので同一条件とはいえないものの、トン当たり散布料で比較すれば、岩手県(中型機)は、19,441円で熊本県(大型機)の24,392円より安く、能率的であった。

2 施肥(追肥)における諸経費

1) 航空機利用の実績と慣行法との比較

昭和45年に航空機で造成した草地に、翌年化成肥料の追肥ならびに追播を行った場合の諸経費は第56表のとおりである。ヘクタール当たり約20,000円で、空輸料および散布料等が殆んど

第55表 航空機による草地造成の面積とヘクタール当たり経費

積 項目	35ha	70ha	100ha	140ha
作業日数	1日	2日	3日	4日
散布料	25,200	25,200	25,200	25,200
空輸料	13,710	6,860	4,800	3,430
幅資材送料	1,370	690	480	340
ブル借上料	1,540	1,200	1,140	1,030
賃金	240	240	260	240
合計	42,060	34,190	31,880	30,240

散布量、1.8t/ha.

ⓐと現地の距離/1,000m.

散布料は第53表による。

空輸料 3時間×16万円=480,000円

副資材送料 48,000円.

ブル借上料 1日30,000円,その他運搬24,000円

賃金 1日 5人×1,700円=8,500円

第56表 航空機追肥・追播区の経費

46、岩手

項目	金額	積算	ha当たり金額	比率	
契約 料金	散布料	390,000円	26回×5分×3,000円	7,500円	37.5%
	空輸料	544,000	3.2時間×170,000円	10,460	52.0
	幅資材送料	48,000	ホッパーその他	923	4.6
	小計	982,000		18,883	(94.1)
積込 作業料	ブルドーザー 借上料	54,000	1日分、運搬料を含む	1,040	5.1
	人夫賃	8,500	5人×1,700円	160	0.8
	小計	62,500		1,200	(5.9)
合計	1,044,500		20,083	100.0	

註、追肥40ha,追播12ha,計52ha;中型機,
空輸料は米沢往復. 321~400Kg/ha

で全体の94%を占めた。結局、この経費は、隣接地で岩手県肉牛生産公社が実施した人力施肥の経費(400Kg換算)5260円の約3.8倍に達した。

次に、熊本県で行った航空機による施肥作業の経費は、ヘクタール当たり10,384円で、人力施肥3,991円の2.6倍となっている(第58表)この場合の散布料には、空輸費が含まれていないので、岩手県での経費との比較はできないが、大差ないものと考えられる。

2) 考察

航空機利用の場合、空輸料が最も高い額を占めたのは、山形県米沢市から空輸し、しかも、利用面積が少ないためである。また、散布料金は、前年実績(資材が吸湿し作業不順)から見積ったため、実際の散布時間より30分も多く予定された。さらに、現場での積込料金も、作業時間は僅か2時間であったけれども、1日の料金としたため割高となり、結局、約20,000円の経費となったのである。

したがって、46年度の作業実績をもとに、しかも、利用面積の拡大を前提にモデルをつくって、

経費を試算すると、第59表のとおりで、かなり低下できそうである。例えば、300Kg施肥の場合、2~3日作業(440~650ha)で、ヘクタール当たり5,000~5,400円に、また、400Kg施肥でも6,600~7,300円程度まで引き下げられそうで、慣行法と大差なくなってくる。

一方、人力散布の能率は、散布量と傾斜度に大きく影響され、特に平地と傾斜地の差が大きい。北海道農業試験場草地開発第一部の調査によれば、12~15°の傾斜地では、2倍の労力がかかると言われており、北上山系地域のように起伏のはげしい地形では、機械力はもちろん、人力作業も困難を伴うことは必至である。しかも、ある期間内における施肥作業を考慮した場合、航空機利用のメリットが大きく、したがって、面積がまとまりさえすれば、経済的にみても決して不利とはならない。

また、熊本県で行った施肥作業の経費の中で、散布料金は本県の場合よりやや高いが、それは、散布量が500Kgと多いためである。逆に、散布料金以外の経費が安いのは、作業の実時間で計算したからであって、機種や積込方法の差ではない。

第57表 人力作業における施肥の経費

岩手 45

項目	30ヘクタール		ha当たり金額
	金額	積算	
散布料	102,000円	300Kg×30ha 20人×3日×1,700円	3,400
小運搬料	16,320	9.6人×1,700円	544
計	118,320	—	3,944 (5,260)

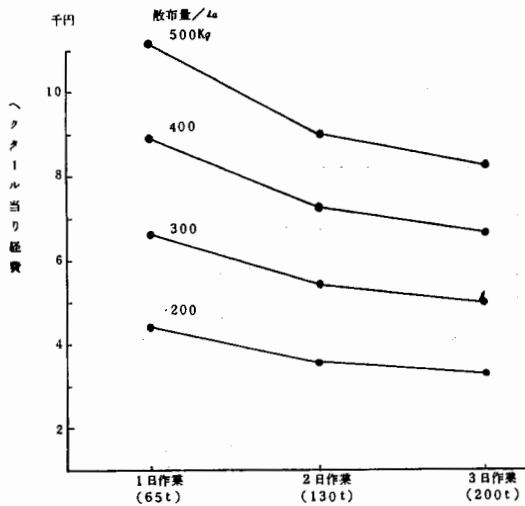
註、()内は、400Kg散布の換算

第58表 施設作業における経費の比較

熊本 45

区	項目	金額	積算	ha当たり金額
航空機	散布料	144,677	散布時間31分×4,667円	10,047
	散布材費	1,500	1,000円×3台×0.5時間	104
	ユニット車	3,361	借上2,500円、オペレーター861円	233
	計	149,538		10,384
人力	人夫賃	56,826	7.2t分 22人×2,583円	3,946
	トラック代	648	1Kg0.09円×7.2t	45
	計	57,474		3,991

註、面積は、各14.4ha、大型機使用、施肥量、溶りん500Kg/ha、散布料には空輸費を含まない。



第9図 施肥量および利用規模と散布経費 (昭和46年, 中型機使用経費)

なお、熊本県の場合は、空輸料金が含まれていないので、実用化に当たっての総経費は、さらにアップされるものと見なければならぬ。

3 航空機利用の有利性

航空機利用における諸経費は、試験条件のもとでは、慣行の人力作業に比較してかなり高いが、しかし、利用面積の規模によっては、人力作業に近づけることがわかった。さらに、航空機は、作業能率が、人力や機械作業とは比較にならない程巨大であって、しかも、散布地域の地形にあまり影響されないという有利な面を持っていることである。

第60表はその一例であって、ヘクタール当たり300Kg施肥の場合、人力では、ヘクタール当たり14.7~28.7時間、機械では、2~4時間かかり、しかも、傾斜度によって大きく能率が低

下する。これに対して、航空機は僅か、0.02時間(1分10秒)で、人力の約1000倍、機械の約100倍の能率となる。

また、面積100haへの施肥散布日数の比較でも、航空機は半日足らず(2時間)で終了するのに、人力では、延210~410人日を要する。もし、10日間で作業を終えたとすれば、毎日21~41人の作業員を必要とすることになる。したがって、草地面積が増加するほど労働力の確保が困難となって、適期作業が不可能におちいってくる。また、機械作業においても、道路の整備はもちろん、ことに傾斜度の関係で作業が出来ないなど、かなり問題がある。

今後、開発されようとしている北上山系地域は、傾斜地の多い過疎地帯であるばかりではなく、道路網の整備も悪く、労働力確保や機械力導入にかなりの制約を受けることは必至である。草地の大型化、奥地化は、この問題を一層困難にし、草地の造成、管理に、ひいては、大規模畜産開発に支障を来すことになる。その意味で、航空機利用による新技術の果す役割は極めて大きい。

4 草地造成等作業手順と留意点

以上の結果から、草地造成資材および肥料散布に航空機が十分実用化できるものと考えられるので、次に、中型機(ベル-204B)利用における作業手順や実施上参考となる事項について述べる。

1) 障害物の除去

山林原野等を草地化する場合には、立木等の障害物を整理しなければならないが、家畜保護のため無計画な皆伐をさけ、庇陰林、防風林等を考慮して計画的に残す。また、牧草の生育上からも30

第59表 施肥量・利用面積と散布経費の試算 円/ha

施肥量 Kg/ha	散布料金 円/ha	1日作業		2日作業		3日作業	
		面積	経費	面積	経費	面積	経費
200	2,650	330ha	4,440円	660ha	3,600円	1,000ha	3,320円
300	3,975	220	6,660	440	5,410	650	5,000
400	5,300	160	8,990	320	7,270	500	6,640
500	6,625	130	11,170	260	9,040	400	8,290

1日作業の総散布量を65t前後とした。

散布料金は、3分-32秒/tを基準し、1時間18万円から求めた。

散布料金以外の経費は第55表に基づき、面積割りとした。

%程度の庇陰が望ましい。

火入れは、雑かん木整理と種子の着床に効果は大きいが、山火事の防止には十分留意する。

2) 隔障物、給水施設等の整備

牧区の大きさは、蹄耕効果を高めるために5haを越えないことが望ましい。外柵は、原則として4段張りとする。

家畜の1日当たり飲水量の一応の基準は、乳牛60~80ℓ、幹涸牛、肥育牛および12月以上の育成牛は、15~20ℓとなっているが、実際には、30~50%の安全率をみて十分給水できるようにする。

3) 播種前放牧

この放牧は、家畜による野草の生育抑圧と地表攪乱によって、種子の着床を促すために行うものである。放牧程度は、植生と家畜の採食量のかねあいで決定すべきで、おおむね野草量が、300~400kg/10a程度の時は延2~3頭を目安とする。

4) 施肥、播種、追肥

〔施肥〕 施肥量の基準は、下記のとおりである。土壌改良資材は、不耕起の場合、地表散布となるので一度に多量投下の必要がない。炭カル

は、PH 5.5以下では、100~150kg/10a。PH 5.5以上では50~100kg/10aを目安とする。溶りん(25%)は50~100kg/10a程度とする。

10アール当たり基肥基準量 (Kg)

対象地	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
シバ型野草地	10~15	15~20	8~12
長草型野草地	8~10	10~15	6~8
森林伐採跡地	6~8	10~15	6~8

〔播種〕 牧草の播種期は、土壤水分の豊かな梅雨期と秋が適しているが、長草型野草地では、野草との競合の少ない秋播きが安全である。

牧草の種類は、野草との競合から初期生育の旺盛なイタリアンライグラス、オーチャードグラス、ベレニアルライグラスを基本草種として、立地条件、利用条件によって、さらに、3~4種を加える。航空機利用では散布むらが耕起法等より大きいので、播種量も慣行より割増しとする。

〔追肥〕 利用1年次(目標収量5トン/10a)の施肥量は、10アール当たり、N20、P₂O₅10、K₂O20kgを、また、利用3年次以降は、N12、P₂O₅5、K₂O10、CaO10kgを一応の基準とする。

第60表 施肥(300kg/ha)散布の能率比較

作業別		傾斜	ha当たり散布時間	100ha当たり散布日数
人力利用	6~8人	10°未満	14.7時	210人日
		10~12°	26.6	380
		12~15°	28.7	410
機械利用	ブロードキャスター 0.3t	10°未満	2.0	12.9日
		10~12°	4.0	57.1
		12~15°	-	-
航空機	ベル204B 0.8t	-	0.02	0.4日

註、人力・機械の能率は、北農試草地開発第一部の資料から

第61表 施肥量と作業時間

施肥量 kg/ha	積込量 kg/回	吐出量 kg/分	飛行時間			1時間当り 面積ha
			1往復	トン当り	ha当り	
200	800	560	3-32	4-25	0-53	67.9
300	800	840	3-03	3-50	1-09	52.2
400	800	560	3-32	4-25	1-46	34.0
500	800	700	3-14	4-03	2-01	30.0

46年度 実績から計算

5) 航空機による散布作業

〔機種〕 ベル 204-B (中型)

〔現地作業準備〕 ヘリポートは、周辺に障害物がなく、進入、発進が容易で、地面が固い場所を選ぶ。

資材の集積は、ホッパーへの積込み作業を考慮し平坦な場所で、また、降雨に対する防湿対策を厳重に行う。

また、ヘリポートの場所は、できるだけ散布地域に近い方が作業能率から好ましい。第31表に示したように、現地との距離が遠ざかるほど、往復時間の割合が高まる。

なお、散布地域の境界や危険物には標識を明示する。

〔散布資材の包装、積込方法〕 肥料等の資材はコンテナバックを使用し、200Kg包装とする（種子と溶りんの混合の場合も、なるべく200Kgに近い量）。なお、散布地域は山地で風が強いいため、資材の粒度はあまり微細すぎると飛散が多く問題がある。炭カルは40メッシュを中心に、粉（300メッシュ）は含まないものとする。

積込みは、大型ブルドーザーのショベルの爪にコンテナバック4袋を吊り下げてホッパーへ積込む方式を取り、作業員は5～6人必要である。将来、使用機種や散布面積によっては、包装単位やクレーン車使用についても検討する必要がある。

〔散布飛行基準〕

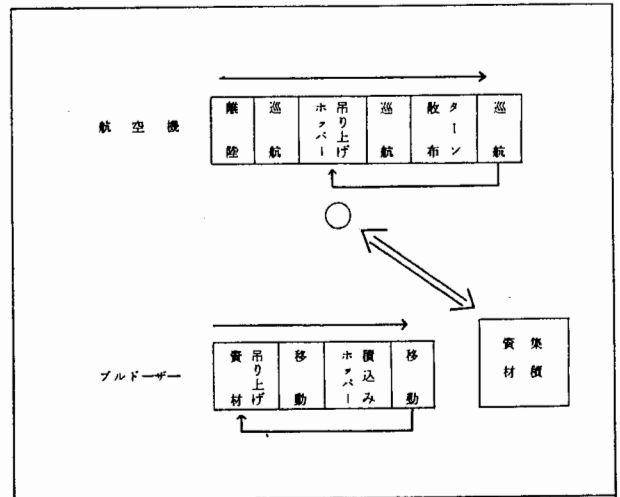
散布飛行速度	56 m (35 マイル)
散布飛行高度	20 m 対地散布装置
散布飛行幅	化成肥料 30 m
	炭カル 25 m
	溶りん 25 m 混合の場合
	種子 20 m 20 m

〔利用技術のための資料〕

- ①資材別散布量と散布回数 第32表
- ②草地造成における作業能率 第36表
- ③施肥（追肥）の作業能率 第61表
- ④ヘリポートと現地の距離と往復時間 第31表
- ⑤草地造成面積と経費 第55表
- ⑥施肥量・利用面積と経費 第59表

〔利用上の問題〕

散布技術の改善 一般に散布精度と作業能率は相反するものであるから、あまり精度にこだわる



第10図 散布作業図

と能率が低下し、結果的に散布料金の高騰を招く。ばらつきが最も大きかった牧草種子については、先づ、草地というマクロな栽培法において、果して、定着株数の密度とばらつきが実的にみてどこまで許されるかを明らかにする必要がある。

また、飛行時間の短縮という点からは、散布作業でのターンの回数、ヘリポートと現地の距離が最も大きな要因となるので、実施に当っては十分考慮の要がある。

利用の共同化 散布経費の中で、航空機の大空輸費の占める割合が大きいので、できるだけ利用面積を拡大し、また、近距離空輸が望ましい。それには、各地域で共同して利用面積の拡大を図るほか、各県が連携し合って、あるいは他産業との関連で共同利用を行い、空輸費の低減に努めるべきである。

小規模利用においては、中型機よりは、むしろ小型機の方が有利である。

6) 播種後の放牧管理

播種後直ちに家畜を放牧し、牛蹄による踏圧を行う。放牧の強度は、野草残存量300Kg/10α程度の場合、延4～5頭とする。また、牧草は4～5日で発芽するので、放牧は短時間で切りあげる。

管理放牧は、発芽した牧草が野草との競合をさけて生育を助長させるために行うものである。第1回目の管理放牧は、梅雨期播種の場合は播種後放牧のあと20日以内に、秋播きでは40日以内に行う。その後は、牧草と野草の草生を見ながら

適宜繰り返す。

Ⅷ 摘 要

1 本報告は、航空機が草地造成資材ならびに施肥の散布に利用できるかどうかについて、技術的・経済的な資料を得る目的で、岩手県が国の委託を受けて実施した調査を中心に取まとめたものである。

2 試験の実施は、岩手県肉牛生産公社玉山牧場地内約40ヘクタールの原野において、昭和45年は蹄耕法で草地造成を、翌年は施肥散布を行った。使用した航空機は、ペルー204B(中型)で、1回の積載量は800Kgとし、吊り下げ方式をとった。なお、ヘリポートと作業現地の距離は、平均約1Kmである。

3 航空機による資材の散布精度は、散布飛行幅25mの条件では、炭カル、化成肥料、溶りん等比較的散布量の多い資材は、均一性が確保されたが、種子ではばらつきが大きく、変異係数87%以上であった。また、牧草の着床密度の変異係数も73%で、慣行手まき区の49%よりも変動が大きく、裸地率の出現頻度も高かった。

このように、種子の散布精度が劣ったのは、散布幅が広すぎたためであって、均一性の上からは、20mが限界と考えられ、さらに、重ね散布方式等により精度の向上が期待できる。

4 草地造成において、40ヘクタールの面積に71.6トンの資材を散布するに要した飛行時間は、8時間11分、また、1回の往復時間は、4分52秒であった。この時間には、資材が雨で吸湿し、ホッパーからの吐出が悪く、しばしば故障した時間も含まれており、作業が順調であった場合だけについてみると、往復時間4分45秒、トン当たり6分19秒、1時間当たり5.4ha(9.5トン)の能率となる。

5 施肥散布(化成肥料)における能率は高く、往復時間3分32秒、トン当たり4分25秒、11時間当たり34ha(13.6トン)であった。

6 飛行時間の内訳は、ホッパー交換8~10%、往復45~46%、ターン15~19%、実散布26~31%となっており、往復時間やターンの時間の占める割合が高かった。

作業の馴れや散布技術の改善による能率化を前提に、造成作業能率を試算すれば、1時間当たり

7.1ha(12.8トン)で、1日約40haの面積が可能となる。

7 資材の積込み時間は、平均、2分23秒であってほとんどが往復時間内に終了し、問題はなかった。

8 播種牧草の生育は、野草の抑圧は十分でなかったものの、翌年度の収量で比較すれば、対照の手播きより10~15%減程度、また、牧草化率も最終的には95.7%に達し、かなり良好であった。

なお、牧養力は、体重500Kg換算で263Caw-day/haであって、利用1年目としては満足すべきものであった。

9 航空機利用による草地造成の諸経費は、ヘクタール当たり43,260円で、慣行の人力散布の約1.8倍に達した。この経費の約95%が、散布料・空輸料等いわゆる契約料金であって、利用面積が小さいため割高となった。造成面積が100ha(3日作業)ともなれば、ヘクタール約3万円となって、慣行作業とあまり差がない。

10 航空機で施肥散布した場合の経費も、利用面積が小さく、しかも、遠距離空輸のため、ヘクタール当たり2万円で、人力作業の3.8倍となった。しかし、この場合も、利用面積の拡大によっては、人力作業に近い経費まで下げられ得る。

11 航空機利用の作業経費は、現状では、慣行作業にくらべ割高であった。しかし、航空機の作業能率は、人力等の慣行作業とは比較にならない程大きく、しかも、地形に影響されることが少ないので、大規模な山地の草地管理への利用に適した新しい技術と言える。

- 1) 岩手県(1971) 昭和45年度航空機利用による草地造成ならびに管理技術に関する調査成績書
- 2) ———(1972) 昭和46年度航空機利用による草地造成ならびに管理技術に関する調査成績書
- 3) 農林水産航空協会(1970) 昭和44年度農林水産航空事業新分野開発試験成績書
- 4) —————(1971) 昭和45年度農林水産航空事業新分野開発試験成績書

- 績書
- 5) _____ (1972) 昭和46年度農林水産航空事業新分野開発試験成績書
- 6) _____ (1974) 昭和48年度農林水産航空事業新分野開発試験成績書
- 7) 大原久友 他(1968) 航空機利用による草地造成。帯広畜産大学術研究報告 第1部 第5巻 第3号(英文)
- 8) 大分県(1970) 航空機利用による草地造成調査成績書
- 9) _____ (1971) 航空機利用による草地造成調査報告書(第2年次-追跡調査)

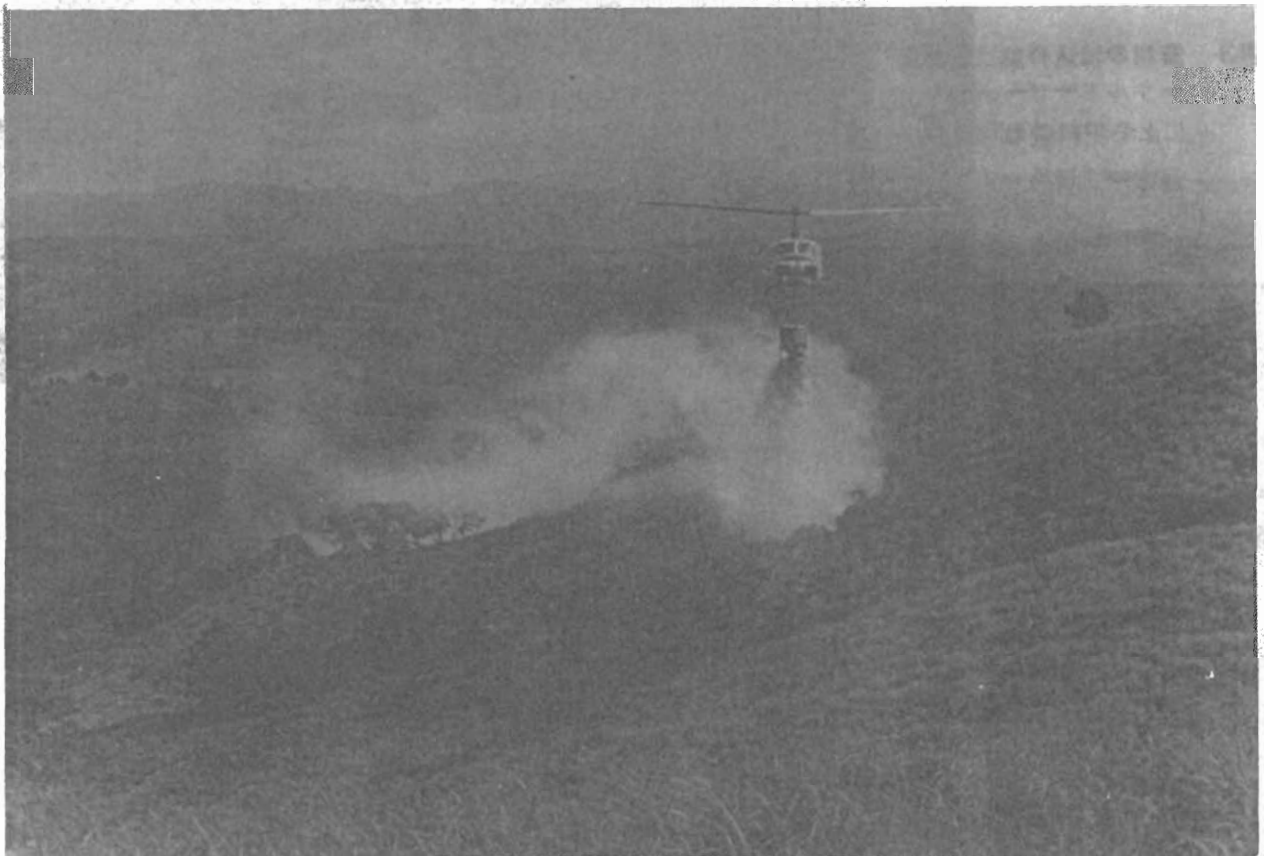


写真1 炭カルの散布状況



写真2 ホッパーの交換



写真3 資材の積込作業
—ブルドーザー
による肥料袋の
運搬—



写真4 散布資材の落下状況