

岩手県における牧野土壤調査および牧草に 対する施肥法に関する研究

内田修吉、中野信夫、関沢憲夫、高橋良治

目 次

I 緒 言	2 施用体系と多収施肥法
II 牧野土壤の調査	3 追肥用量および種類別追肥効果
1 調査方法	4 小 括
2 調査結果	VI 加里肥料の施用方法
III 野草と牧草の施肥感応	1 用量による効果
1 野草に対する施肥	2 施用継続および中止の影響
2 追播牧草に対する施肥	3 施用方法および石灰の併用
3 小 括	4 小 括
IV 牧草と三要素	VII 石灰、苦土、銅の施用効果
1 牧草に対する三要素の感応	VIII 深耕、土壤改良の効果
2 牧草の追肥効果	IX 総合考察
3 小 括	X 摘 要
V 磷酸肥料の施用方法	引 用 文 献
1 用量および施用配分	Summary

I 緒 言

牧野の問題は畜産の振興とともに、その飼料供給源としての重要性が高まり、かつ、畜産振興のいかんは、草資源の確保に負うところが大きい。近年にいたり、家畜の飼養頭数の増加にともない、家畜を放牧し、または採草をする土地として牧野の検討が必要とされてきた。本県には今なお、未利用の牧野適地が多く分布しており、その実態を把握する意義は大きい。次いで、草地造成の促進による飼料自給の態勢を確立することが急務である。

わが国における牧草栽培の歴史は比較的新しく、不適切な肥培管理が、牧草の収量のみか質的低下をもたらし、その結果、畜産経営の不振を助長する原因の一つとなっている場合が多い。したがって、畜産の振興をはかり、その基盤を確固たらしめるには、合理的な牧草の肥培管理が重要な課題であり、検討されねばならない。

以上の見地から、まず、岩手県内の広く分布する牧野の実態を明らかにし、次いで牧草に対する合理的施肥法を確立しようとして、1956年からこの調査、研究に着手した。その結果は、

本県の牧野土壌は非常に瘠薄しており、牧野の高度利用の面から特に土壌改良の必要性を痛感した。また、立地条件により、あるいは利用形態により著しく様相が異なった。

施肥法については、野草と牧草では施肥感応が異なり、草の生産量および施肥効率において牧草がはるかに有利で、集約栽培に適することが確認された。また、本県の牧草栽培地は大部分が火山灰土壌であり、リン酸が作物生産上最大の制限因子であり、三要素試験の結果からもその重要性が確認されたので、特にリン酸肥料の施用方法についての試験を継続的に実施した。一方、牧草栽培における加里の奪取量はきわめて多く、追肥管理上からも、かつ県内には加里欠乏土壌の分布も少なくないので、以後はリン酸と加里の施肥方法に関する試験を重点に実施した。さらに、本県には三要素以外の種々の要素欠乏土壌が分布しているので、牧草に対してもこれら要素の補給による効果を検討すると同時に、土壌改良による牧草の多収穫への方向に試験を発展させた。

本報告は、1956年から1967年までに行なった以上の調査、研究を集約したもので、すでに試験の一部は学会講演会その他で報告^{29)~36)}した。もちろん今後検討しなければならない問題点は数多く残されているが、農政の転換を機に畜産業の振興が強く叫ばれている時期にあたり、ここに急ぎとりまとめたものである。

この調査、研究の実施にあたり、種々御指導御便宜いただいた農林省の関係各位、岩手県畜産課藤島富嘉雄課長、県武久技師および小岩井農場における調査、試験を通じて種々御教示いただいた岩手大学農学部吉田稔博士に対し、また、種山高原における試験以来有益な助言と御指導をいただいた岩手県畜産試験場小原繁男部長、蛇沼恒夫専門研究員に対し、さらには現地試験の遂行に御協力いただいた水沢、花巻、西根各農業改良普及所および若柳農業協同組合の担当者に厚く感謝の意を表する次第である。

なお前化学部長夏井和七氏、同黒沢順平氏からは調査、試験実施上、常に御配慮と全般の指導をいただいた。厚くお礼を申し上げる次第である。

Ⅱ 牧野土壌の実態調査

牧野の高度利用は、農業経営上重要な役割をもつが、しかるにこれら放牧地および採草地は概して略奪的、粗放的経営から脱せず荒廃の極に達し、豊富な資源の維持が困難な状態にある。したがって、早急に適切な改善を迫られているが、合理的利用計画を策定するにあたっては、牧野の実態を把握する必要がある。そのためには、牧野土壌の実態、すなわちその理化学的諸性質を科学的に調査究明するとともに、牧野の植生利用形態などの概要を調査しなければならない。したがって、当該牧野の具体的改良対策を明確にするとともに、牧野造成の効率をはかることを、この調査の目的とした。

調査は1956年より1961年まで実施し、その内訳は放牧地82地区16,992ha、採草地152地区11,671ha、計234地区28,663haである。

1 調査方法

1) 土壌調査

調査地区内において、25haに1ヶ所の試坑を行ない土壌断面形態の調査を実施し、補足的に試穿を行なった。土壌は各層位ごとに採取し、分析を行なった。

2) 植生調査

代表地点において、コドラート法により植生の頻度、草丈および採草量について調査を行った。

3) 利用形態調査

当該利用組合において、簡単な聴取調査を実施した。

2 調査結果

1) 郡市別調査面積および分布

調査対象地区はほとんど全県下にわたっているが、一部の町村が含まれてない。これらの除外町村については、経営形態が明らかに異なり、全域が水田単作などに依存する度合が強く、牧野に対する必要が少ないものと考えられる。第1表に郡市別調査面積を示した。これによれば、いわゆる畜産により依存する度合の強い町村は、県北部ならびに北上山間地帯における町

第1表 郡市別調査面積（'56～'61）

郡市別	利用形態	調査面積 ha	地区数			
			町	村	別	小計
九戸郡	採放草牧	768 780	軽米町 1、山形村 6、 野田村 2、山形村 2、大野村 4	九戸村 6	13	22
					8	
久慈市	採放草牧	345 1,642			4	13
					9	
二戸郡	採放草牧	1,040 700	一戸町 3、安代町 6 福岡町 1、浄法寺町 2、安代町 3		9	15
					6	
岩手郡	採放草牧	1,027 3,330	雫石町 4、葛巻町 1、西根町 1、 岩手町 2、葛巻町 3、西根町 2、	玉山村 3、松尾村 1 玉山村 3、松尾村 4	10	24
					14	
盛岡市	採放草牧	230 240			4	5
					1	
下閉伊郡	採放草牧	1,060 3,718	山田町 3、岩泉町 1、田老町 4、 山田町 2、岩泉町 8、田老町 3、	田野畑村 3、川井村 1 川井村 4	11	28
					17	
紫波郡	採草	385	紫波町 6、矢巾村 1		7	7
稗貫郡	放牧	101 160	石鳥谷町 4 大迫町 1		4	5
					1	
和賀郡	採放草牧	966 736	和賀町 5、湯田町 6、沢内村 11 和賀町 4、湯田町 1、沢内村 1		22	28
					6	
遠野市	採放草牧	1,570 1,200			14	18
					4	
釜石市	採放草牧	60 820			1	4
					3	
上閉伊郡	採放草牧	120 740	宮守村 2 宮守村 3、大槌町 1		2	6
					4	
胆沢郡	採放草牧	80 286	前沢町 1、金ヶ崎町 3 胆沢町 2		4	6
					2	
水沢市	採草	30			1	1
江刺市	放牧	1,215 500			7	8
					1	
西磐井郡	採草	145	花泉町 3		3	3
一ノ関市	放牧	245			7	7
東磐井郡	放牧	1,105	大東町 9、東山町 1、室根村 5		15	15
気仙郡	放牧	1,960	住田町 3、三陸村 1		4	4
陸前高田市	採草	646			9	9
大船渡市	放牧	533 180			5	6
					1	
計		28,663			234	234

村であることがある程度推察できる。そして、北上川流域の水田単作地帯では当然調査対象にならない町村もあり、また調査を実施したにしても、そのヶ所数および面積はきわめて少ない。

2) 立地条件

(1) 標高

利用別に見て、全般的に放牧地の方が高い標高に位置しており、600m以上のところが多くなり、中でも岩泉町、川井村、葛巻町には1,000m以上の高地にもその分布が見られる。第2表から明らかのように、放牧地は標高が高い。これに対して、採草地では1,000mを越すものはなく、ほとんどが200~600mに分布している。これらの地区を地図上にスポットして見ると第1図のとおりで高標高の放牧地は、多く北上山地に集中し、また一部は奥羽山系北部に分布している。また、低い標高の放牧地は、北部沿岸部および奥羽山系の麓部に分布する。これに対し、採草地では一定の集中傾向は見られず、ほとんど全県下にわたりその分布が見られる。

(2) 傾斜

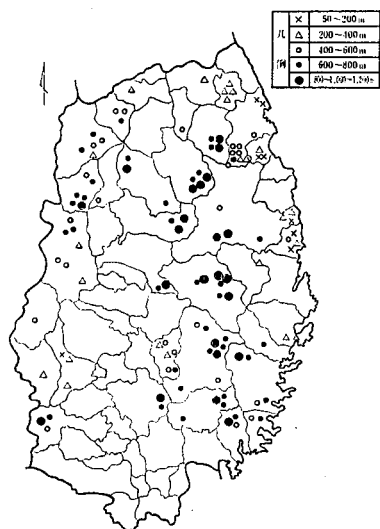
ほとんどが傾斜地帯に立地しており、利用形態別には放牧地の場合は大部分が20°以下にあることが特徴的である。しかし、一部久慈市、岩泉町に30°近い急傾斜地も分布している。これに対して、採草地は20°以上での分布頻度が多く、特に県南東部に多い。これらを第2図に示した。このように放牧地は地形的に見て緩やかであるが、採草地の場合には急傾斜が多い。放牧、採草地とも全般的に、10°以下、10~20°がもつとも多く、両者の割合は同程度である。

第2表 利用形態別標高分布

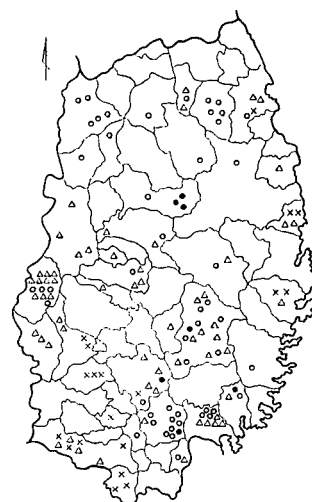
利用形態	標高範囲 m	市 町 村 別 地 区 数	合 計
放 牧	50~ 200	野田村 1、久慈市 2、岩泉町 1、田老町 1	5
	200~ 400	野田村 1、大野村 1、福岡町 1、雫石町 1、山田町 2、岩泉町 2、田老町 1、和賀町 5、湯田町 1	15
	400~ 600	久慈市 4、安代町 1、雫石町 3、葛巻町 1、西根町 1、岩泉町 1、田老町 1、宮守村 1	13
	600~ 800	久慈市 2、浄法寺町 1、安代町 2、雫石町 2、玉山村 1、松尾村 3、岩泉町 1、大迫町 1、遠野市 1、釜石市 2、宮守村 1、住田町 1、三陸村 1	19
	800~1,000	山形村 2、浄法寺町 1、岩手町 2、葛巻町 1、玉山村 2、松尾村 1、盛岡市 1、岩泉町 1、遠野市 2、釜石市 1、大槌町 1、胆沢町 2、江刺市 1、住田町 2、大船渡市 1	21
1,000<	葛巻町 2、岩泉町 2、川井村 4、遠野市 1	9	
採 草 地	50~ 200	久慈市 1、田老町 2、和賀町 3、前沢町 1、金ヶ崎町 3、水沢市 1、江刺市 1、花泉町 3、一ノ関市 3	18
	200~ 400	軽米町 1、九戸村 2、久慈市 1、雫石町 3、盛岡市 2、山田町 3、田野畑村 3、紫波町 5、矢巾町 1、石鳥谷町 4、和賀町 2、湯田町 6、沢内村 7、遠野市 5、宮守村 2、江刺市 1、一ノ関市 4、大東町 1、陸前高田市 1、大船渡市 2	56
	400~ 600	山形村 6、九戸村 3、久慈市 1、安代町 5、松尾村 1、盛岡市 2、岩泉町 1、田老町 2、紫波町 1、沢内村 5、遠野市 5、宮守村 1、江刺市 3、大東町 3、東山町 1、室根村 3、陸前高田市 4	47
	600~ 800	安代町 1、玉山村 3、川井村 1、遠野市 2、釜石市 1、江刺市 2、大東町 5、室根村 2、大船渡市 1	16
	800~1,000	遠野市 2	2

(3) 表土（腐植層）の厚さ

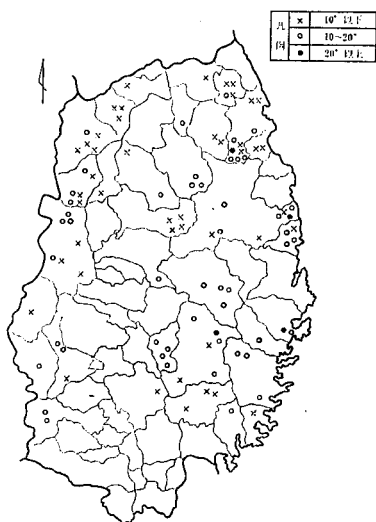
全般的に、20cm以上の厚さの地区がもつとも多く（70%）、次いで10~20cm（25%）、10cm以内のところは部分的に（5%）に分布するにすぎない。利用形態別には、とりわけ差異はない



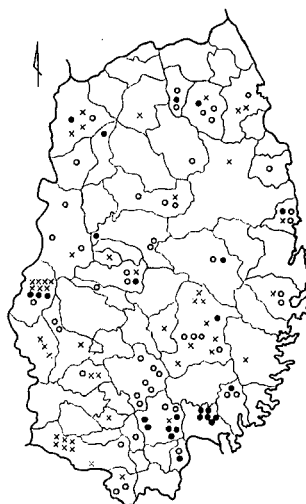
第1—1図 標高 (放牧地)



第1—2図 標高 (採草地)



第2—1図 傾斜 (放牧地)

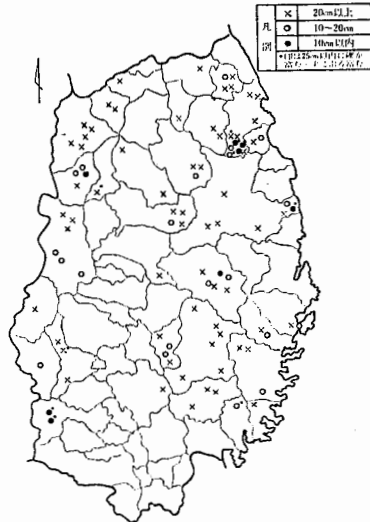


第2—2図 傾斜 (採草地)

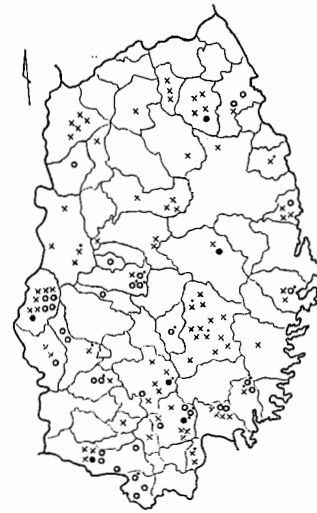
第3表 利用形態別における傾斜と表土の厚さ

利用形態	傾斜	表土の厚さ (cm)	地区数	同左比率 %	利用形態	傾斜	表土の厚さ (cm)	地区数	同左比率 %
放	10°>	10>	0	0	採	10°>	10>	0	0
		10 ~ 20	8	10			10 ~ 20	20	13
		20 ~ 30	7	8			20 ~ 30	10	6
		30<	23	27			30<	47	30
	10°~20°	10>	1	1		10°~20°	10>	1	1
		10 ~ 20	12	13			10 ~ 20	16	10
20 ~ 30		12	13	20 ~ 30	10		6		
牧	20°~30°	30<	16	19	草	20°~30°	30<	23	15
		10>	1	1			10>	0	0
		10 ~ 20	1	1			10 ~ 20	7	4
	30°<	20 ~ 30	0	0		20°~30°	20 ~ 30	11	7
		30<	1	1			30<	6	4
		10>	2	2			10>	3	2
地	30°<	10>	2	2	30°<	10>	3	2	
		10 ~ 20	0	0		10 ~ 20	0	0	
		20 ~ 30	3	2		20 ~ 30	3	2	

が県北部の採草地ではほとんどが20cm以上であることが特徴的である。これらを地図上に示したのが第3図である。表土の厚さと傾斜との関連を見ると、第3表に示すとおり、傾斜急なもののほど表土薄く、傾斜緩かであれば表土が厚いといった全般的な傾向は見られる。しかしながら、この表に見るとおり傾斜が急であつても表土が厚いところもあり、また傾斜が緩かであつても表土が薄かつたりすることは地形と関連があろう。すなわち、山頂部では傾斜が緩かでも表土が薄いといった現象はたまたま見られることであらう。その他、現地の複雑な地形あるいは傾斜の方向など種々の条件によつて、必ずしも傾斜と表土の厚さが一致しないところも見られる。



第3—1図 表土(腐植層)の厚さ(放牧地)

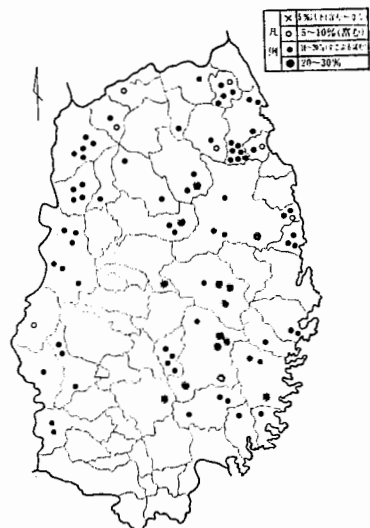


第3—2図 表土(腐植層)の厚さ(採草地)

3) 土壌の化学的性質

(1) 腐植

県南部の丘陵地帯に、5%以下の土壌が数点分布する他、全般的に見て10%以上のすこぶる富む土壌である。第4図に示したように、腐植10%程度までの分布は、放牧地に比し採草地での頻度が高く、一方、20~30%程度の腐植土は、放牧地の方がはるかに多くなつている。このことは採草地において、火入れが従来行なわれたことと関連するものと考えられる。



第4—1図 腐植含量(放牧地)



第4—2図 腐植含量(採草地)

(2) pH

放牧地、採草地ともに pH 6.0以下の酸性土壌が大部分であり、pH 5.0以下の強酸性土壌も30%程度を占め、全般に未墾地と同様に酸性が強い。地域別では、北部奥羽山地々域、奥羽山間ならびに奥羽山麓地域と中南部北上山地々域が他に比し酸性が強くなっている。

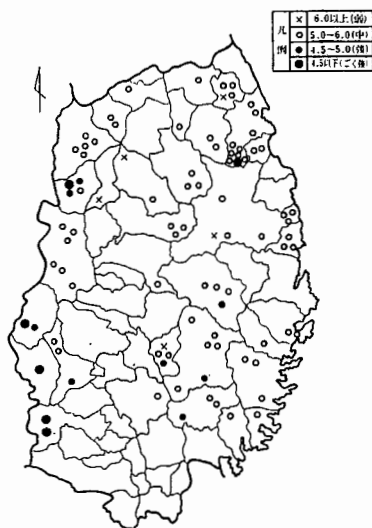
なお、利用別では特異な傾向は認められない。

これら土壌反応を気象条件との関連、特に降水量との関係を見たのが第6—1図～第6—4図である。

年間降水量から見ると、明らかに降水量の多い西部奥羽山系寄りでは pH は低く、1月の降水量によってもこの関係は認められる。しかし、中南部北上山地々域では降水量との関係は不明である。このことはこれらの地域では、土壌反応の低下には必ずしも降水量が大きく影響しているのではなく、土壌本来の性質によるところが大きいと考えられる。

(3) 置換酸度 Y_1

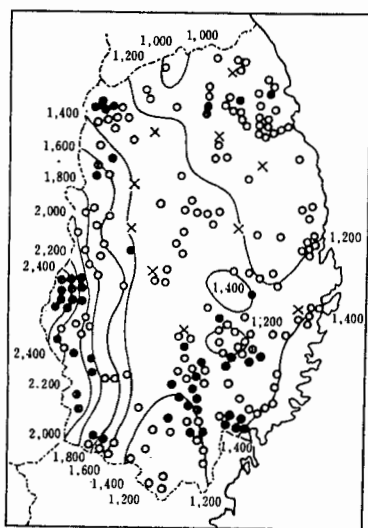
地域別の強度は第7図に示すとおり、pHとおおむね同様な傾向を示す。なお、特異なこととしては放牧、採草地ともに県中部以北では、pH 5.0~6.0の中酸性が Y_1 では大部分が3以下



第5—1図 pH (H₂O) 放牧地

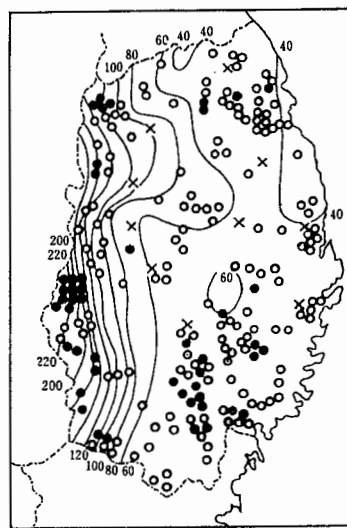


第5—2図 pH (H₂O) 採草地

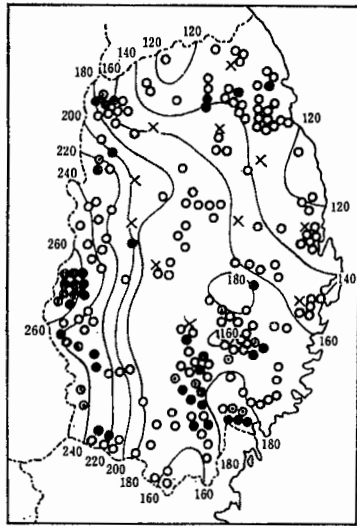


第6—1図 年降水量 ('31~'60) と土壌反応 (pH)

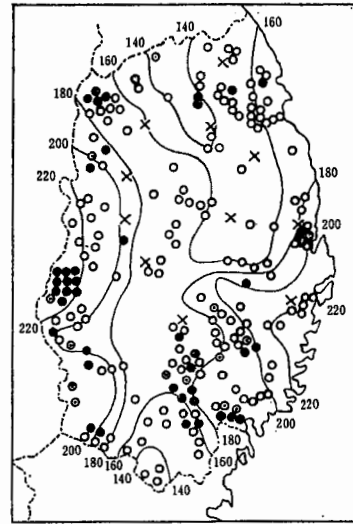
凡例
 x 第5図
 o ● ① 同じ



第6—2図 1月降水量 ('31~'60) と土壌反応 (pH)



第6—3図 7月降水量（'31～'60）
と土壌反応（pH）



第6—4図 9月降水量（'31～'60）
と土壌反応（pH）

となり、これと反対に以南では、6～15、15以上の強～ごく強となっている。このことは土壌の特性によるものか、県北県南と大きく様相を異にしている。

(4) 置換性石灰

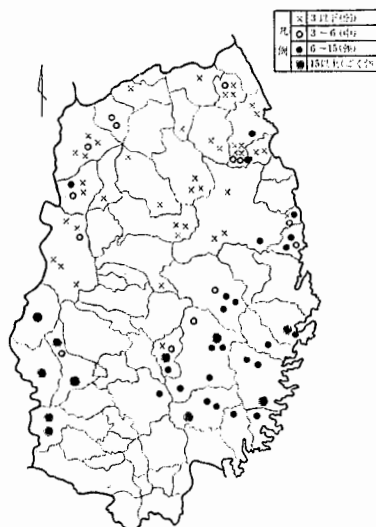
利用別の差がなく、置換性石灰含量は全般に非常に少なく、調査結果では200mg以上含有せる土壌はごく一部であり、100～200mgが30%程度、残りの70%は100mg以下の含有を示し、うち半分は50mg以下という欠乏状態を示している。

(5) 磷酸吸収係数

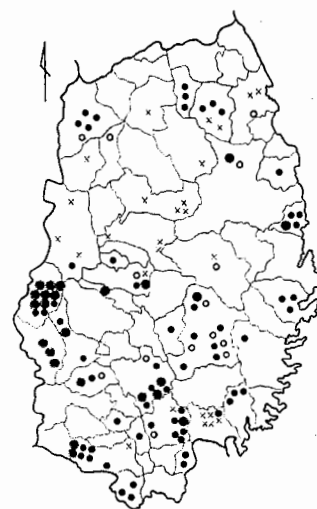
磷酸吸収係数は全般に大きく、一部県南丘陵地に1,000以下のところが点在するが、大部分は地域、利用別を問わず、1,000～2,000以上の値を示しており、2,000以上が30%、1,500～2,000が50%、1,000～1,500が20%程度となっている。

(6) 中和石灰量とpH、 Y_1 、置換性石灰含量の関連

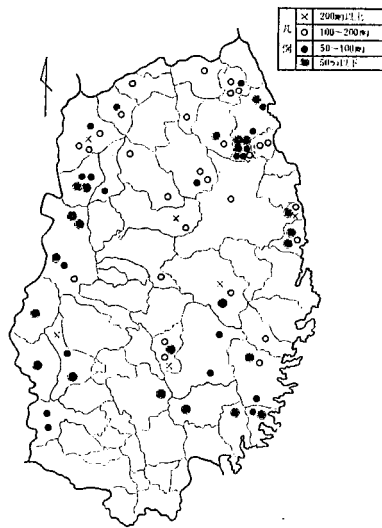
本調査結果から、中和石灰量（炭カル）とpH、 Y_1 、置換性石灰含量との関連をそれぞれ平均値でみると、第4表のように多少の乱れはあるが、一応の傾向が認められる。すなわち、pHと Y_1 では従来知られるように、pHが高いほど Y_1 は低下の傾向にあり、置換性石灰含量もおお



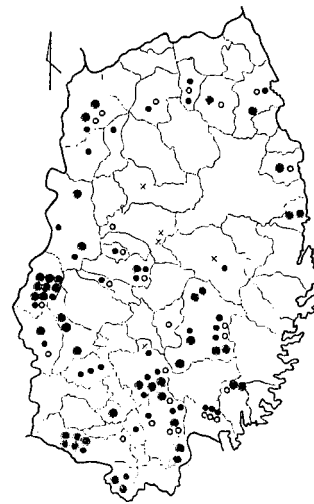
第7—1図 置換酸度 Y_1 (放牧地)



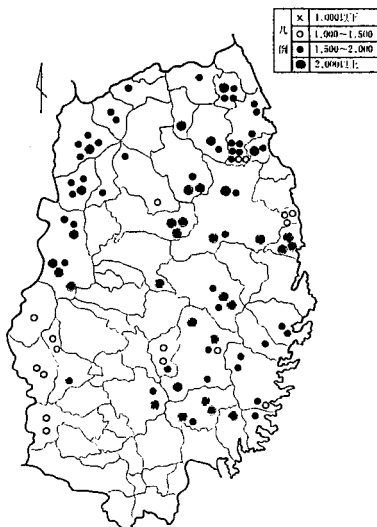
第7—2図 置換酸度 Y_1 (採草地)



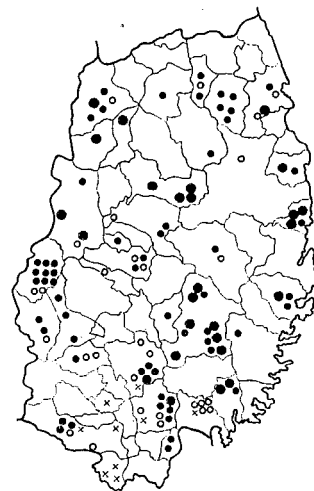
第8—1図 置換性石灰含量（放牧地）



第8—2図 置換性石灰含量（採草地）



第9—1図 磷酸吸収係数（放牧地）



第9—2図 磷酸吸収係数（採草地）

よそ同じ傾向にある。

しかし、pH、置換性石灰含量では、中和石灰量500kg以上と400~500kgにおいて逆転している。

第4表 中和石灰量とpH、Y₁、置換性石灰含量との関連

中和石灰量 kg/10a	pH	Y ₁	置換性石灰 mg/100g
500<	5.2 { 4.5 ~ 5.0 (50%) 5.1 ~ 5.5 (50%)	15.0 (12.3~30)	71.5(30~100)
400 ~ 500	5.1 { 4.5 ~ 5.0 (40%) 5.1 ~ 5.5 (60%)	11.5 (7 ~ 28)	54.0(20~110)
300 ~ 400	5.5 { 4.7 ~ 5.0 (20%) 5.0 ~ 5.8 (80%)	9.0 (3 ~ 16)	74.0(25~180)
300>	5.7 { 5.0 ~ 6.0(100%)	4.3 (1 ~ 6)	122.6(55~210)

4) 植生と土壤反応

植生と土壤との関連については、従来種々論議されてきたが、山根ら¹⁾²⁾は、宮城県川渡の山

地草原で、この両者の関係について明らかにしている。本調査結果では、必ずしも明確でなく、特に同一地区においては不明であった。このことは本来調査方法の相違と考えられる。

しかし、一応植生と土壌との関連、なかでも土壌反応との関連を放牧地について見ると第5表のとおりである。これによれば、前述のように明確な傾向は見られないが、 Y_1 が6以下の場合には樹林型が多く、6以上になるとシバ、ワラビ、ササなどの植生が主体をなす。このことは、落葉による腐植の集積などとあいまって、土壌の不良化の抑止と考えられる。

第5表 放牧地における Y_1 ならびに出現植生型

Y_1	出現植生型ならびに地区数
$3 >$	シバ型 5、シバ・ススキ型 1、シバ・ワラビ型 2、シバ雑草型 1、シバ灌木型 2 シバ・広葉樹林型 8 ススキ・ハギ型 4、ススキ・灌木型 1、ワラビ・灌木型 1 灌木型 2、灌木雑草型 5、灌木広葉樹林型 1、針葉樹林・灌木型 1
$3 \sim 6$	シバ型 1、シバ・ススキ型 1、シバ・ワラビ型 1、シバ・広葉樹林型 1、ハギ・灌木型 1 灌木・雑草型 1 広葉樹林型 2、広葉樹林・灌木型 1、店葉樹林・雑草型 1
$6 \sim 15$	シバ型 2、シバ・ススキ型 1、シバ・ワラビ型 1、シバ・雑草型 2、シバ・広葉樹林型 2 ススキ・ワラビ型 2、ワラビ型 1、ワラビ・雑草型 1、ススキ・灌木型 1 ササ・雑草型 1 灌木型 2 広葉樹林・灌木型 2
$15 <$	シバ・ワラビ型 1、シバ灌木型 1 ススキ・ワラビ型 2、ススキ・ササ型 2 ワラビ・灌木型 1 雑草型 1 灌木・雑草型 1 広葉樹林型 2

Ⅲ 野草と牧草の施肥感応

本県の野草地は、長年にわたる家畜の飼料、および自給肥料の原料として略奪的利用状態におかれ、そのため草生の不良な低位生産地をなしている。この不良性を改良するには、土壌診断によって石灰類、磷酸質肥料の施用が不可欠である。これら野草地の改良対策としての施肥試験は、いままで各方面で試験が行われてきた³⁾。古くは大迫ら⁴⁾の試験があり、近年に至っては小原⁵⁾をはじめ各農業試験場、種畜場などで多方面にわたる試験が実施されている。本県においては、1952年より野草に対する施肥効果と同時に、追播牧草に対する施肥試験を行ない、両者の施肥感応を検討するとともに、試験終了後跡地土壌について2、3の調査を行なった。

1 野草に対する施肥 (1952年～1957年)

(1) 試験の方法

試験は江刺市米里、岩手県営種山牧野内のシバ型野草地で実施した。試験地土壌は、埴壤土で強酸性、磷酸吸収力が強い。

試験規模 1区 13.2m² 3連

試験区名施肥量 第6表参照

第6表 試験区名、施肥量

kg/10a

区	名	硫	安	過	石	塩	加	消	石	灰
1	無肥料	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	消石灰	—	—	—	—	—	—	—	—	232
3	〃・硫安	18	—	—	—	—	—	—	—	232
4	〃・過石	—	—	41	—	—	—	—	—	232
5	〃・硫安・過石	18	—	41	—	—	—	—	—	232
6	〃・硫安・過石・塩化	18	—	41	—	—	5	—	—	232

註) 施肥は、毎年5月、刈取りは年1回8月中旬実施した。硫安、過石、塩加は消石灰施用後、7日~10日経って施用。

(2) 試験結果および考察

1) 収量

試験結果は第7表に示した。これによると、窒素、燐酸、加里の三要素に消石灰を加えたものが、もつとも収量が高い。次いで、硫安・過石→硫安→過石→消石灰→無肥料の順であり、本土壤のように強酸性で、燐酸の欠乏した土壌に対しても、過石と消石灰を施用したものが、それほど増収になっていない。その原因は、比較的透過しにくい燐酸や石灰が草でおおわれた地表面に施されるため、下層に透過しがたく、吸収利用が少なかったものと考えられる。このことは、燐酸および石灰の施用はじめよりも、年次の経過にしたがって肥効が高まる、傾向を示していることから、累積による効果と見ることができる。なお、消石灰単用も過石ほどではないが、ほぼ同様の傾向を示した。

第7表 収量調査成績(生草重)

kg/10a

区	名	1952年		1953年		1954年		1955年		1956年		1957年		平均	
		実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%
1	無肥料	369	100	497	100	398	100	341	100	249	100	366	100	371	100
2	消石灰	388	105	592	119	464	116	593	174	298	120	478	130	469	127
3	〃・硫安	436	118	696	140	531	133	641	188	709	284	771	210	630	179
4	〃・過石	332	90	542	109	396	100	544	159	713	287	581	159	518	151
5	〃・硫安・過石	521	141	782	157	564	142	533	156	767	308	889	242	675	191
6	〃・硫安・過石・塩加	589	160	853	172	620	166	855	251	844	338	990	270	791	226

以上のように、野草地(シバ型)に施肥することにより、50~100%とかなり高い増収率を示した。しかし、その量的増大およびある程度の質的改善も向上されると考えられるが、刈取り回数の制限もあって、実数ではせいぜい500~800kgと決して大きな数字ではない。

2) 草種構成

野草の草種構成を第8表に示した。これによれば、施肥することによって植生は著しく変遷し、たとえば燐酸の施用されている区には白クローバーやハギ、ミヤコグサなどのマメ科草が多く見られるようになった。一方、硫安単用区には、概して粗剛なイネ科草が目につくようになった。なお、燐酸単用区あるいは硫安との併用でも白クローバーなどの増加が認められたが、それらには明瞭な加里欠乏の症状を呈した。

第8表 野草の草種構成 (1957年)

区	名	10 a 当 生 草 収 量 kg					総収量	%
		禾本科	荳科	菊科	その他			
1	無肥料	120	158	63	22	366	100	
2	消石灰	298	70	22	88	478	130	
3	〃・硫安	405	89	90	187	771	210	
4	〃・過石	240	17	22	302	581	159	
5	〃・硫安・過石	217	137	107	428	889	242	
6	〃・硫安・過石・塩加	247	247	106	390	990	270	

3) 跡地土壌の性質

試験終了後、各試験区を深度別に土壌を採取して調査した。その結果は、第9表～第13表および第10図のとおりである。以下項目別に見ると、

pH、置換酸度 Y_1 : いずれの区も上昇しており、特に0～20cm間において土壌酸性が矯正され、以下の層位ではその影響が微弱である。 Y_1 も同様の傾向である。

第9表 pH (Kcl)、置換酸度 Y_1

区	名	pH (Kcl)					置換酸度 Y_1				
		0～2cm	2～5	5～10	10～20	20～30	0～2	2～5	5～10	10～20	20～30
1	無肥料	4.2	4.1	4.2	4.2	4.8	26.1	23.1	21.0	18.8	4.0
2	消石灰	7.3	6.0	5.0	4.6	5.2	1.3	0.8	1.9	8.0	0.8
3	〃・硫安	6.9	5.0	4.6	4.6	4.9		2.0	8.4	6.8	3.1
4	〃・過石	6.6	6.4	4.8	4.7	5.0	1.0	0.4	6.1	9.2	2.3
5	〃・硫安・過石	6.7	5.6	4.4	4.8	5.1	0.8	0.9	12.9	4.6	1.5
6	〃・硫安・過石・塩加	6.3	5.4	4.5	4.7	5.1	1.0	0.6	9.2	4.6	1.3

置換性石灰、置換性加里：置換性石灰は、0～5cm層位では増加したが、5～10cmの層位では硫安、塩加を施用した区のみその傾向が見られない。この土壌の加里含量は普通土なみであるが、0～2cm間では、施肥区はどれも増加を示し、2～5cm間では塩加施用区のみ、やや増加し、5cm以下では全く傾向は認められない。

第10表 置換性石灰、置換性加里

区	名	置換性石灰 mg/100g					置換性加里 mg/100g				
		0～2cm	2～5	5～10	10～20	20～30	0～2	2～5	5～10	10～20	20～30
1	無肥料		60	118	17	11	24	19	11	6	5
2	消石灰	772	558	239	16	7	38	17	10	6	3
3	〃・硫安	764	430	110	25	25		17	7	5	4
4	〃・過石	692	495	176	29	12	26	15	11	5	3
5	〃・硫安・過石	835	609	52	20	44	36	21	11	5	4
6	〃・硫安・過石・塩加	715	585	109	30	20	37	23	11	6	3

腐植、全窒素：腐植は施肥区が0～2cmの層位で明らかに減少し、2～5cm間においても、その傾向が認められる。このことは、施肥により土壌中の微生物活動が活発化し、表層腐植の分解が進んだためではないかと考えられる。全窒素も、腐植の場合と全く同一傾向を示し、

やはり腐植の分解と関連があるものと考えられる。

第11表 腐植、全窒素

区名	腐植 %					全窒素 %				
	0~2 cm	2~5	5~10	10~20	20~30	0~2	2~5	5~10	10~20	20~30
1 無肥料	36.7	31.5	27.2	28.4	—	1.31	1.17	0.92	0.72	0.44
2 消石灰	33.2	30.5	28.5	28.8	—	1.14	1.12	0.98	0.76	0.44
3 "・硫安	—	28.7	25.6	—	—	—	1.00	—	—	—
4 "・過石	28.9	29.8	28.1	—	—	1.00	1.00	—	—	—
5 "・硫安・過石	—	31.9	28.3	—	—	1.15	1.14	—	—	—
6 "・硫安・過石・塩加	28.9	30.7	27.9	27.4	—	1.14	1.12	0.93	0.68	0.41

磷酸吸収係数、有効磷酸：0~5 cmの層位まで減少および富化が認められた。

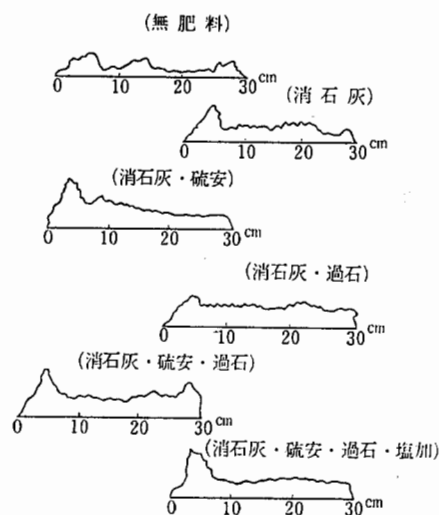
第12表 磷酸吸収係数、有効磷酸

区名	磷酸吸収係数					有効磷酸 mg/100g
	0~2 cm	2~5	5~10	10~20	20~30	0~5
1 無肥料	1,500	1,760	1,880	2,220	2,250	0.6
2 消石灰	1,390	1,470	1,930	2,250	2,270	0.8
3 "・硫安	1,270	1,570	2,000	2,130	2,250	0.8
4 "・過石	1,230	1,440	1,940	1,900	2,230	2.4
5 "・硫安・過石	1,230	1,580	2,120	2,280	2,260	2.0
6 "・硫安・過石・塩加	1,220	1,540	2,080	2,270	2,270	2.4

硬度：土壤の硬度を押込式硬度計により、その集積圧力面積を指数で調査した結果が第13表である。これによると、各区別の生草収量に比例して、硬度が高くなっている。そして、三要素区がもっとも硬く次いで硫安・過石→硫安→過石→消石灰→無肥の順となっている。これが原因としては、施肥することにより収量が増大し、草の土壤中における根張りが著しく密になり、このことが硬度に影響したものと考えられる。なお、第10図に示すとおり、硬度を土壤の深さとの関連において見ると、一般に施肥区は表層において硬く内部ほど柔くなる傾向を示している。特に、窒素の施用区において、その傾向が大きい。無肥区では、表層の硬さは他の区に対し柔らかく、消石灰区では無肥区よりもいくらか硬度が

第13表 土壤の硬度指数

区名	硬度指数
1 無肥料	100
2 消石灰	117
3 "・硫安	164
4 "・過石	147
5 "・硫安・過石	173
6 "・硫安・過石・塩加	200



第10図 土壤硬度(0~30cm間)の深度別抵抗

増しているが他区にくらべては柔かくなっている。なお、過石区における硬度は、上層下層を通じて比較的均一である点が特徴的である。

2 追播牧草に対する施肥 (1957年~1959年)

(1) 試験の方法

1の試験地に対して1957年8月に野草を刈取り、のち同様の施肥で牧草を追播して、施肥効果を検討した。

試験区名、施肥量 第6表参照 (ただし、消石灰は施用せず)

供試牧草 オーチヤードグラス、ペレニアルライグラス、イタリアンライグラス
ラジノクローバーの混播

なお、追播にあたっては地上を棒でたたきつけた程度である。

(2) 試験結果および考察

1) 収量

牧草を導入した場合の肥料効果を第14表に示した。すなわち、刈取り1年目では、野草を含めた全生草収量は三要素併用区が最高であった。次いで、硫安区および硫安・過石区であって、過石単用区はクローバーの占める割合は多かったが、全体の収量は他区に比し劣った。2年目は2回刈取りを実施した。その結果、三要素併用区は無肥料区に対し927の指数を示し、生草重で4,400kg程度であり過去行なった野草の施肥試験に比しはるかに多収をあげた。しかも、野草と牧草の重量比が1年目の50%に比し、2年目では実に90%以上となり、野草はほとんどこん跡をとどめるに至った。なお、草種比率もラジノクローバーの56%に対して、オーチヤードグラスが44%とかなり望ましい状態に近づいた。しかし、牧草の比率の高いのは三要素併用区であって、その他の区では野草割合が多かった。収量順位は、野草に対する施肥試験結果とほぼ同様の傾向であった。

第14表 牧草導入による肥料効果

区名		1958年		1959年		草種別生草重			野草割合%
		生草重	%	生草重	%	オーチヤードグラス	ラジノクローバー	野草	
1	無肥料	393	100	473	100	2	114	357	76
2	消石灰	849	216	858	181	56	141	661	77
3	〃・硫安	1,344	342	1,365	289	170	67	1,128	83
4	〃・過石	1,107	282	1,686	356	274	375	1,037	62
5	〃・硫安・過石	1,338	340	2,593	548	461	1,012	1,123	43
6	〃・硫安・過石・塩加	1,740	443	4,387	927	1,713	2,214	460	11

註) 1958年1回刈、1959年1、2回刈の計

2) ラジノクローバーの比率

刈取り1年目は、各区ともイネ科牧草類の生育は、ほとんど認められなかった。これは、種子が発芽しても他の野草に抑圧され、その後の生育が続かなかったためである。これに対し、ラジノクローバーはブロックによりかなりの差は認められたが、一般に発芽後の生育は良好であった。第15表に刈取り1年目のラジノクローバーの比率を示した。これによると、ラジノクローバーは硫安区にもっとも少なく、わずかに追播の跡が認められた程度であり、無肥料区および消石灰区は大差なく全収量の4~5%であった。過石区になると21%にふえ、三要素区ではおよそ50%近くがラジノクローバーによって占められ、非常によい結果を示した。また、硫

安・過石区はむしろ過石区に劣る結果を示し、硫安区と同様であり、したがって硫安がクロバーの生育にマイナスの影響をあたえたのではないかと考えられた。

第15表 追播によるラジノクロバーの占める比率(%)

区	名	Iブロック	II	III	平均
1	無肥料	+	+	16.6	5.5
2	消石灰	+	+	13.0	4.3
3	//・硫安	+	+	#	+
4	//・過石	21.8	25.0	16.6	21.1
5	//・硫安・過石	14.3	14.9	23.6	17.6
6	//・硫安・過石・塩加	67.1	13.3	66.6	49.0

註) +やや認め得る。#やや多く認め得る。

3) 跡地土壌の性質

跡地土壌についての分析結果は、第16表に示すとおりである。これによれば、牧草導入前では無肥料区に比し、施肥区はすべて腐植含有の低下を見たのであるが、導入後は逆に施肥区の方が増加した。全窒素も傾向的に同様である。このことは、牧草栽培による地力向上の一面と見ることができよう。その他、牧草栽培による奪取量増大のためか、加里含量がやや低下し磷酸吸収係数は野草跡地とほぼ同様である。

第16表 牧草導入試験跡地の土壌分析(0~5cm)

区	名	pH (KCl)	腐植 %	全窒素 %	磷酸 吸収 係 数	置換性塩基 mg/100g		
						CaO	MgO	K ₂ O
1	無肥料	4.5	29.0	1.00	1,740	87	27	28
2	消石灰	6.2	31.5	1.04	1,510	807	62	18
3	//・硫安	—	—	—	—	—	—	—
4	//・過石	6.4	32.2	1.07	1,330	797	49	20
5	//・硫安・過石	5.8	31.1	0.97	1,400	861	35	20
6	//・硫安・過石・塩加	5.9	31.7	1.06	1,340	847	45	15

3 小 括

同一施肥量で、野草と牧草に対する施肥効率の試験を実施した結果、草の絶対生産量から見て牧草の方が大きいことが明らかに認められた。ただ野草の場合は、年1回刈の生草量であり、これを2回刈にした場合には当然生産量の増大が考えられる。これについては、別に実施した試験でも2回刈が、いずれの施肥区でも1回刈より増収率が高いことが認められている。しかし、生草重で50%以上の増収を示すが、絶対生草量は牧草にははるかにおよびない。本試験地のようなシバ型野草地に対しての施肥効果は、経済的収益性は成立するかも知れない。しかし、同一条件での対比では牧草に対する施肥感応が大きく現われ、野草にくらべて非常に高い生産をあげた。したがって、施肥効率の面からみた場合、牧草の集約栽培が有利であり、必要であることが確認された。それには、各要素を併用することが必要で、本試験では三要素区が圧倒的に高収量をあげた。

IV 牧草と三要素

1 牧草に対する三要素の感応

牧草は多年生であり、数多くの草種があるが、イネ科牧草とマメ科牧草にわかれる。本県において、基幹草種となっているものは、イネ科でオーチャードグラス、マメ科ではラジノクローバーであり、実際の栽培にあたってはこれら両草種が混播される場合が多い。そこで、これら両草種の三要素に対する感応の特異性を把握するため、土壌タイプをかえて1956年より試験を実施した。いづれの試験地も、火山灰土壌で黒色の軽しょうな土壌である。試験地土壌の特性は第17表に示すとおりである。

第17表 試験地土壌の化学性 (表土)

試 験 地	pH		置 換 酸度Y ₁	腐 植 %	燐酸吸 収係数	置換性塩基 mg/100g		
	H ₂ O	Kcl				CaO	MgO	K ₂ O
玉 山 (岩手山麓地域)	5.9	5.4	0.5	9.0	1,723	215	37	20
金ヶ崎 (奥羽山麓地域)	5.1	4.8	1.6	11.3	1,566	170	17	11
一 戸 (二戸高原地域)	6.5	5.0	0.6	7.7	1,720	58	10	10

岩手山麓、奥羽山麓地域における試験 (1956年~1958年)

(1) 試験方法

試験場所 岩手郡玉山村渋民、胆沢郡金ヶ崎町六原

試験規模 1区9.9m² 3連

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバーの単播ならびに混播

試験区名、施肥量 第18表参照

第18表 試験区名、施肥量

kg/10a

区	名	N (硫 安)	P ₂ O ₅ (過石)	K ₂ O (塩 加)
1	無 肥 料	—	—	—
2	無 窒 素	—	3.75	3.75
3	無 磷 酸	3.75	—	—
4	無 加 里	—	3.75	—
5	三 要 素	—	—	3.75
6	窒 素 倍 量	7.5	—	—
7	“ 4 倍 量	15.0	—	—
8	磷 酸 倍 量	3.75	7.5	—
9	“ 4 倍 量	—	15.0	—
10	加 里 倍 量	—	3.75	7.5
11	“ 4 倍 量	—	—	15.0

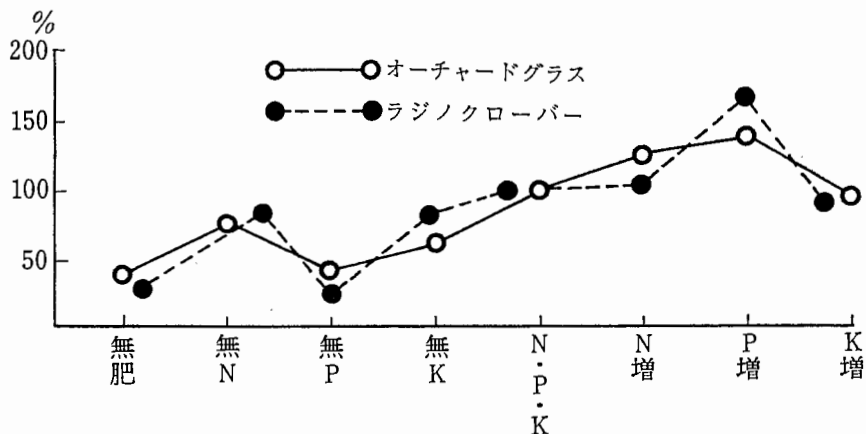
註) 刈取り回数は年2回、追肥は早春ならびに第1回刈取り後の2回に施用。

(2) 試験結果および考察

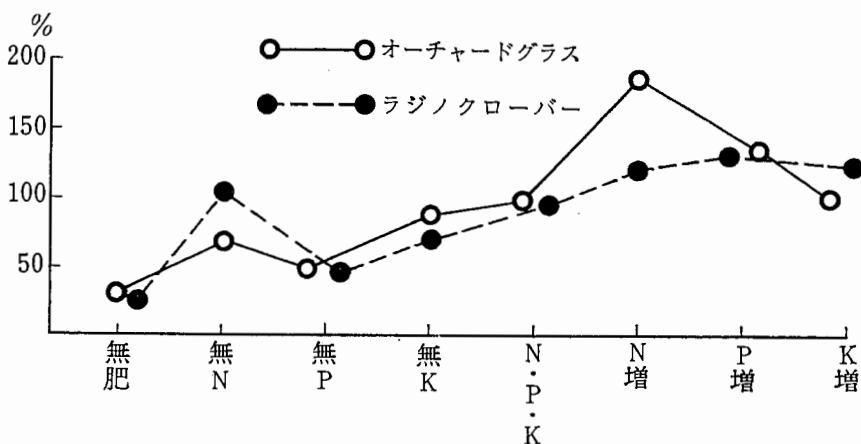
1) 収 量

試験結果を、生草重指数で第11図および第12図に示した。これらの図から見られるとおり、両土壌ともほぼ同様な傾向を示した。ただし、金ヶ崎土壌は玉山土壌に比し非常に瘠薄で、特

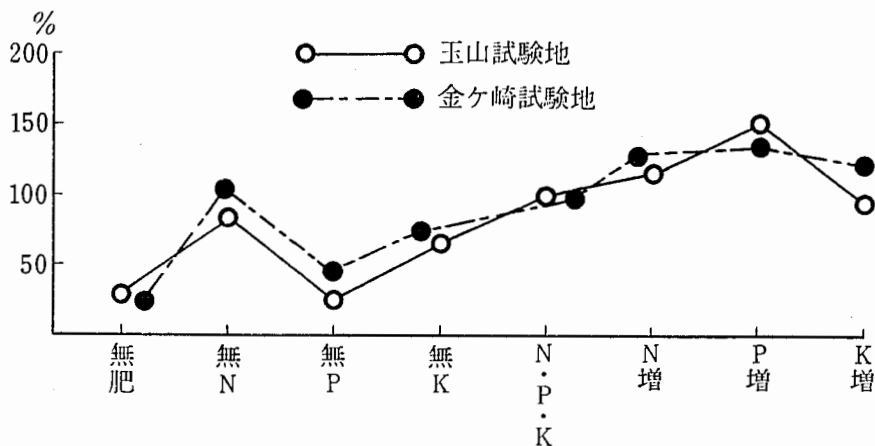
に窒素の肥効が大きく現われ、マメ科のラジノクローバーにおいてさえ増収が認められた。これに対して、窒素的に肥沃な玉山土壌では、試験開始後3年目の牧草の生育収量は全般にラジノクローバーの減収が目立った。このことは、試験年次の経過にともない乾物生産に対する施肥量の不足と、磷酸特に加里の奪取量が大きく影響したのではないかと考えられ、その現われとして、金ヶ崎土壌でラジノクローバーに対して加里増施の効果が認められた。



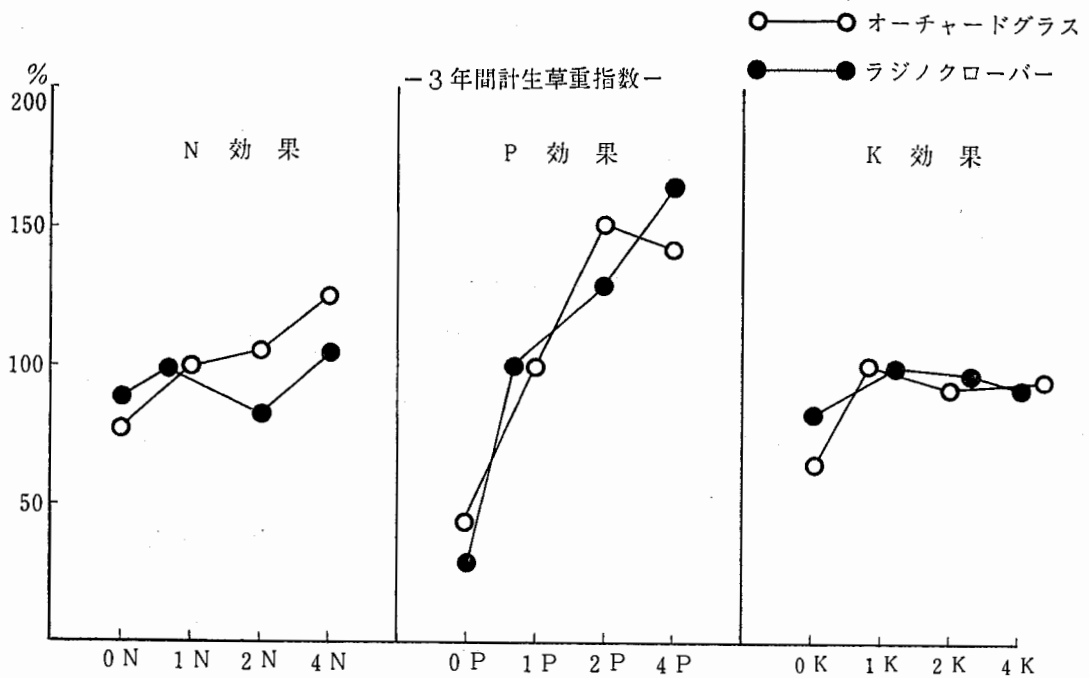
第11-1図 各単播草種に対する要素の影響 (玉山)
—3年間計生草重指数—



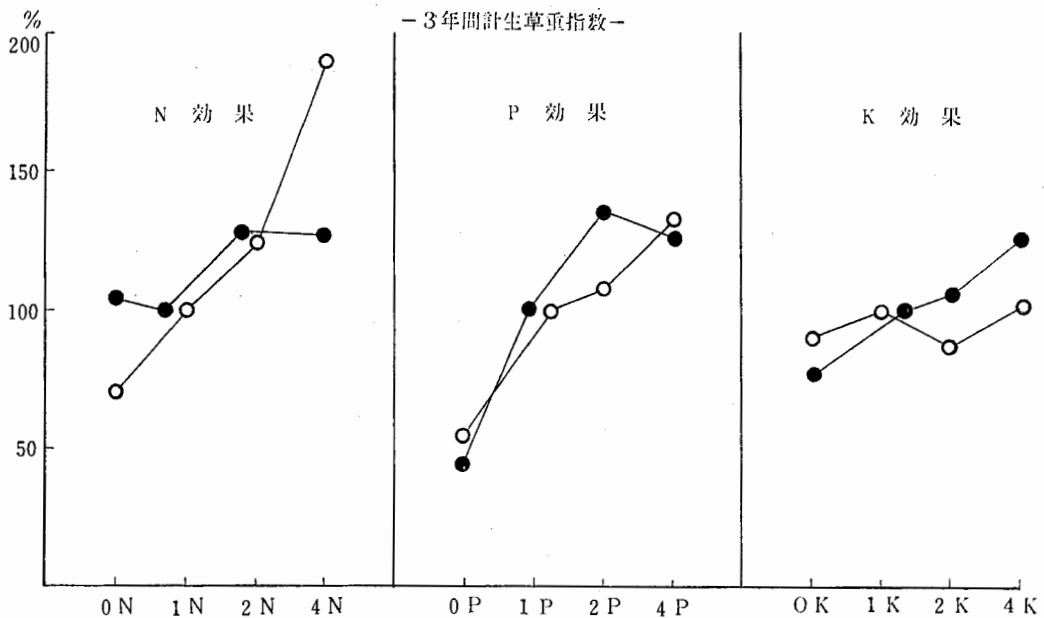
第11-2図 各単播草種に対する要素の影響 (金ヶ崎)
—3年間計生草重指数—



第11-3図 混播に対する要素の影響
—3年間計生草重指数—



第12-1図 3要素の増施肥効果(玉山)
—3年間計生草重指数—

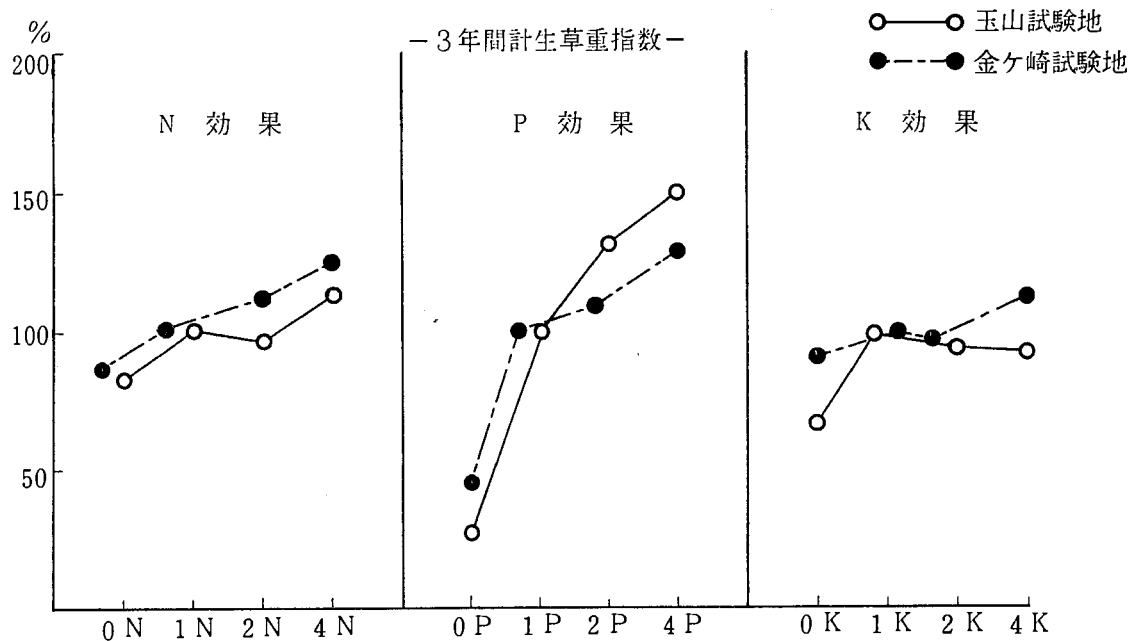


第12-2図 3要素の増施肥効果(金ヶ崎)
—3年間計生草重指数—

各要素ごとの主要な点は次のとおりである。

窒素に対する感応——

第12-1、2図に見るとおり、両土壌とも窒素増量の効果は、オーチャードグラスでは上昇曲線を描き、特に金ヶ崎土壌で増施の影響が大きく認められた。しかし、ラジノクローバーは玉山土壌では、増減の影響が不明であり、一方肥効の大きな金ヶ崎土壌では増施の効果が認められるが、ただちに頭打ちの状態になる。火山灰土壌における窒素効果の発現程度は前図の示



第12—3図 混播に対する3要素の増施効果

すとおりに、両土壌のリン酸施肥による増施効果と深く関連が見られる。リン酸効果のより大きく現われた玉山土壌では、金ヶ崎土壌に比し、感応曲線は低い水準にある。このことは、さらにリン酸増施の条件があたえられることにより、感応曲線も高い水準に達するものと考えられる。さらには乾物生産の継続にともない加里施肥との関連も存するものとする。

リン酸に対する感応——

火山灰土壌における、牧草生産上の制限因子として、当初より大きく影響をおよぼし、欠除の影響は特にラジノクローバーで著しく現われた。そして、両土壌間では、両草種ともに、玉山土壌がリン酸に対する感応が大きく認められた。なお、オーチャードグラスの収量曲線は下降点ができるが、ラジノクローバーではさらに上昇曲線を描いた。一方、金ヶ崎土壌のオーチャードグラスでは窒素の感応がもっとも大きい、ラジノクローバーはやはりリン酸にもっとも感応しており、マメ科牧草に対してリン酸の感応の大きいことが認められた。ただし、第12—1、2図における上昇曲線のある段階より下降することについては窒素、加里など他要素との関連によるものであろう。そして、これらの要素を補給することによって、第12—3図の混播例のようにさらに上昇を続けたであろう。

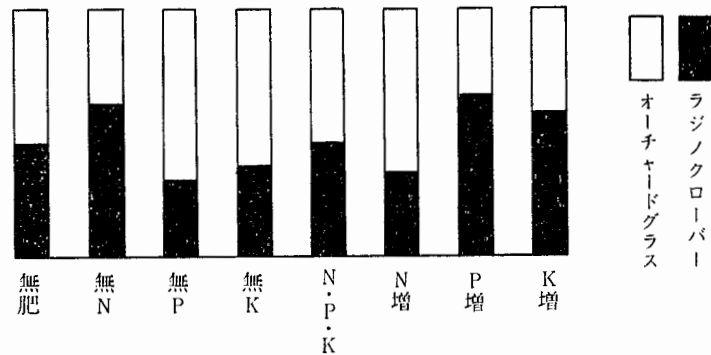
加里に対する感応——

両土壌とも、リン酸欠除に次いで加里欠除の影響が大きく現われ、特に玉山土壌で低下が認められた。一方、金ヶ崎土壌ではラジノクローバーに対する感応が特に顕著で、増施にともなって上昇曲線を示した。これに対して、オーチャードグラスの増施効果が認められなかったのは、本土壌は前述のとおり窒素効果がもっとも高い土壌であって、この制約をうけたものであろう。したがって、窒素を補給することにより、ラジノクローバー同様、上昇曲線を示したものと考えられる。一方、玉山土壌で増施効果が認められなかったことも他要素との関連によるものとする。

2) 草種構成

混播区における草種構成を、第13図および第19表に示した。これによると、三要素の影響に

より著しく草種の構成が変化してくることが認められる。すなわち、ラジノクローバーの割合は、窒素の施用により減少し、リン酸、加里の施用により逆に増加する。特に、その変遷等では各要素欠除区の3年目の増減が著しい。



第13図 混播区の草種構成 (玉山、3ヶ年通算)

第19表 混播区における草種構成の変遷 (マメ科率%)

— 玉山試験地 —

区名	1956年	1957年		1958年		3年間通算
	10月刈取り時	6月	9月	6月	8月	
1 無肥料	79	77	45	6	15	45
2 無窒素	67	68	85	33	45	60
3 無リン酸	75	50	27	4	3	32
4 無加里	64	52	45	20	9	38
5 三要素	39	53	50	42	33	44
6 窒素倍量	53	47	45	24	27	39
7 " 4倍量	77	37	30	25	10	35
8 リン酸倍量	60	73	75	44	33	57
9 " 4倍量	80	76	81	43	47	65
10 加里倍量	81	57	56	41	44	56
11 " 4倍量	88	62	57	38	38	57

3) 牧草の成分含有率

混播区における成分含有率を第20表に示した。これによれば、牧草の窒素含有率は、オーチヤードグラスでは、窒素多施にともない増加した。リン酸含有率は両草種ともに、施用量にともない明らかに増加し、収量増加とあいまって利用された。次に、加里含有率は加里施用量にともないもっとも明らかな変化を示し、増施区はいずれも体内含有率が大幅に増大した。しかし、加里増施区がむしろ減収したことより見て、加里の増施分はよく吸収されたが牧草の増産には活用されず、つまり「ぜいたく吸収」をしていたことになる。かつ、加里肥料の増施にしたがって、牧草の窒素含有率が低下する傾向を示し、窒素肥料吸収における効率が悪い結果となった。なお、顕著な加里欠症状が発現したラジノクローバーの加里含有率は、明らかに濃度が低下した。2年目、および3年目の6月刈取り時までには、両草種の加里含有率はほぼ接近していたが、8月刈取り時には土壌中の加里含量の低下にともない、ラジノクローバーがオーチヤードグラスに比し含有率が低下した。

第20表 混播区における成分含有率（玉山試験地）

（風乾物％）

区名	1958年6月刈取時						1958年8月刈取時						
	オーチャード			ラジノ			オーチャード			ラジノ			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	無肥料	1.32	0.17	1.38	3.09	0.28	1.12	2.26	0.31	1.92	3.87	0.31	1.41
2	無窒素	2.71	0.27	1.47	1.24	0.26	1.76	2.11	0.59	2.24	3.12	0.57	1.36
3	無磷酸	2.24	0.19	2.16	2.78	0.28	2.00	2.26	0.21	2.64	2.76	0.26	1.84
4	無加理	1.49	0.25	0.64	3.24	0.34	0.64	2.21	0.52	0.88	3.65	0.58	0.70
5	三要素	1.35	0.26	1.28	3.06	0.29	1.04	2.26	0.51	1.70	3.24	0.57	0.99
6	窒素倍量	1.45	0.16	0.96	2.89	0.28	1.01	2.27	0.49	1.31	3.24	0.56	1.09
7	// 4倍量	1.66	0.19	1.15	2.92	0.31	1.25	2.60	0.49	1.28	3.20	0.47	0.99
8	磷酸倍量	1.35	0.30	1.12	3.09	0.40	1.15	2.28	0.70	1.68	3.00	0.68	0.96
9	// 4倍量	1.31	0.43	0.80	3.92	0.70	0.67	2.39	0.90	1.18	3.94	0.90	0.96
10	加里倍量	1.25	0.19	1.84	2.71	0.27	1.89	2.10	0.56	2.96	3.17	0.48	1.76
11	// 4倍量	1.23	0.09	2.11	2.78	0.25	2.96	1.66	0.39	2.82	2.96	0.48	3.20

二戸高原地域における試験（1957年～1959年）

(1) 試験方法

試験場所 二戸郡一戸町奥中山

試験規模 1区60m²3連

供試草種 オーチャードグラス、レッドクローバーの単播ならびに混播

試験区名、施肥量 第21表参照

第21表 試験区名、施肥量

区番	10 a 当り要素量 (貫)			10 a 当り要素量 (kg)		
	N (硫安)	P ₂ O ₅ (過石 溶磷)	K ₂ O (塩加)	N (//)	P ₂ O ₅ (//)	K ₂ O (//)
1	—	3	1	—	11.25	3.75
2	1	—	1	3.75	—	//
3	1	3	—	//	11.25	—
4	1	3	1	//	//	3.75
5	1	6	1	//	22.5	//
6	1	9	1	//	33.75	//
7	2	3	1	7.5	11.25	//
8	2	6	1	//	22.5	//
9	2	9	1	//	33.75	//
10	3	3	1	11.25	11.25	//
11	1	3	2	3.75	//	7.5
12	2	3	2	7.5	//	//
13	1	6	2	3.75	22.5	//
14	1	3	3	//	11.25	11.25
15	2	3	3	7.5	//	//
16	1	6	3	3.75	22.5	//
17	2	6	2	7.5	//	7.5

註) 刈取り回数は年2回、追肥は早春ならびに第1回刈取り後の2回に施用

(2) 試験結果および考察

1 収量

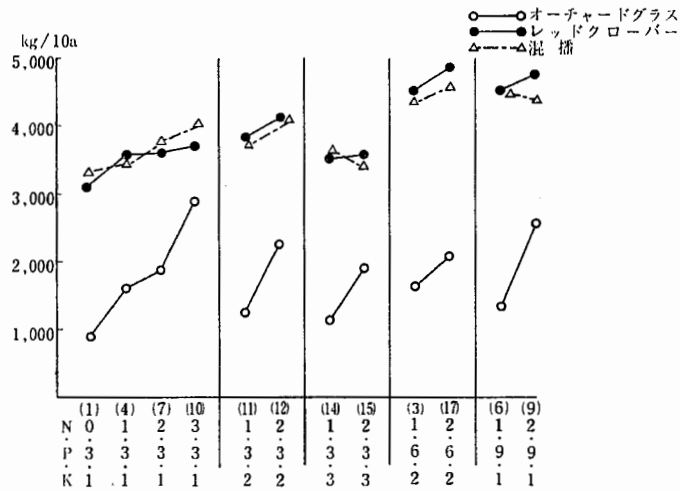
試験結果を第14図に示した。各要素ごとの主要な点は次のとおりである。

窒素に対する感応——

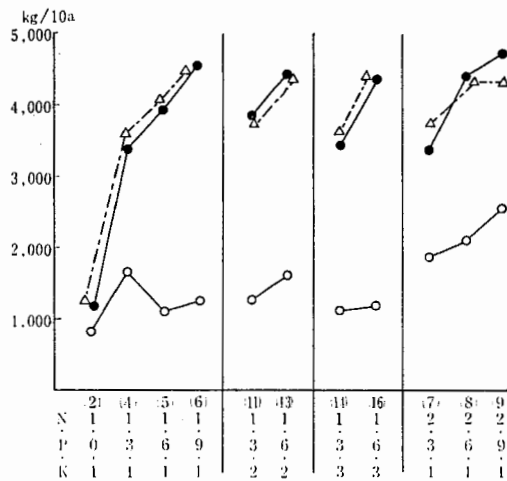
第14—1図に示すとおり、オーチャードグラスは窒素に影響が大きく認められ、磷酸加里の比率にかかわらず上昇曲線を描き特に、磷酸の増施で顕著である。また、加里増施でも上昇曲線を示す。したがって、オーチャードグラスにおける窒素増施の感応曲線は、磷酸の多施条件下で、さらに上昇し十分多収が期待される。これに対して、レッドクローバーはオーチャードグラスほど期待はできないが磷酸、加里の増施条件で若手上昇曲線を示す。

磷酸に対する感応——

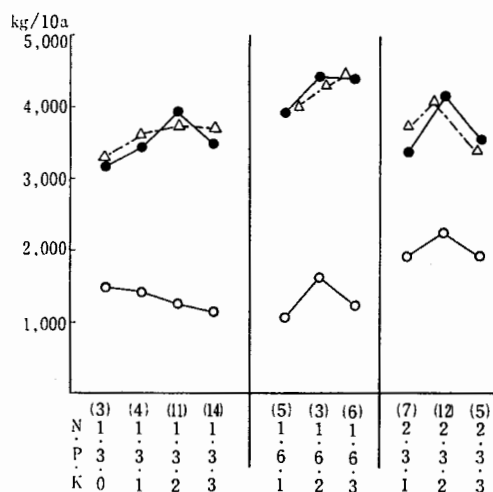
第14—2図に示すとおり、窒素とは逆にレッドクローバーに大きく影響が認められ、特に加里の増施で曲線は上昇する。したがって、レッドクローバーでは窒素、加里の適量条件をあたえることにより、磷酸増施に対する感応曲線は上昇し、さらに牧草の多収が期待される。一方、オーチャードグラスでは窒素施用量の制約により、十分な磷酸増施効果が発揮されていない。したがって、この発現のためには、窒素増施が絶対必要であり、それによって感応曲線も



第14—1図 N効果 (年平均生草収量)



第14—2図 P効果 (年平均生草収量)



第14—3図 K効果（年平均生草収量）

かなり高水準に達するものと期待される。

加里に対する感応——

第14—3 図に示すとおり、磷酸と同様にレッドクローバーに感応し、磷酸増施でさらに曲線は上昇する。しかし、やがて下降傾向を示す。オーチャードグラスに対しては窒素、磷酸増施で上昇曲線を示すが、レッドクローバー同様にやがて下降を示した。その原因は不明である。

2 牧草の追肥効果

牧草地造成後における施肥管理の重要性は云うまでもない。先に実施した試験より、牧草に対する施肥の効果は、基肥と追肥にわけた方が実際の施肥を行なう場合に好都合ではないかと考えた。そこで、基肥に三要素をあたえ牧草を一様に育てた上で、各要素の追肥の効果を検討した。

九戸高原地域における試験（1957年～1960年）

(1) 試験方法

試験場所 九戸郡大野村字蒲の口

試験地の土壌 第22表参照

第22表 表土の土壌分析

pH		置換酸度Y ₁	置換性石灰 mg/100g	磷酸吸収係数	有効磷酸	腐植%
H ₂ O	Kcl					
5.7	4.8	1.2	145	2,044	僅 含	13.6

試験規模 1区19,8m² 3連

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバーの混播

試験区名、施肥量 第23表参照

第23表 試験区名・施肥量

kg/10a

試験区	基肥 (1957年)			追肥 (1958年)			追肥 (1959年)			追肥 (1960年)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1) 無肥料	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2) 無N	—	11.25	7.50	—	—	—	—	11.25	7.50	—	—	—
3) 無P	3.75	—	7.50	—	—	—	3.75	—	7.50	—	—	—
4) 無K	3.75	11.25	—	—	—	—	3.75	11.25	—	—	—	—
5) 基肥三要素無追肥	3.75	—	7.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6) // NP追肥	3.75	—	—	3.75	11.25	—	3.75	11.25	—	3.75	11.25	—
7) // NK追肥	3.75	—	—	3.75	—	7.50	3.75	—	7.50	3.75	—	7.50
8) // PK追肥	3.75	—	—	—	11.25	7.50	—	11.25	7.50	—	11.25	7.50
9) // NPK追肥	3.75	—	—	3.75	11.25	7.50	3.75	11.25	7.50	3.75	11.25	7.50

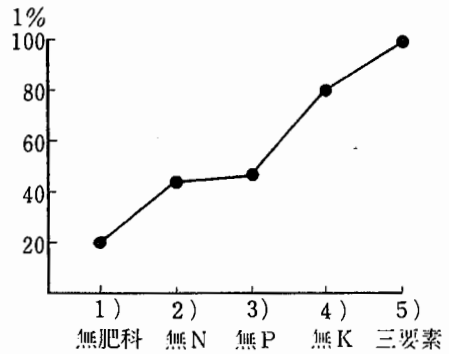
註) ・N=尿素、P₂O₅=熔燐、K₂O=塩加
 ・炭カルはpH(KCl)6.2矯正相当量10a当り190kgを基肥に施用
 ・追肥は4月中旬に半量、1番刈後に半量施用。

(2) 試験結果および考察

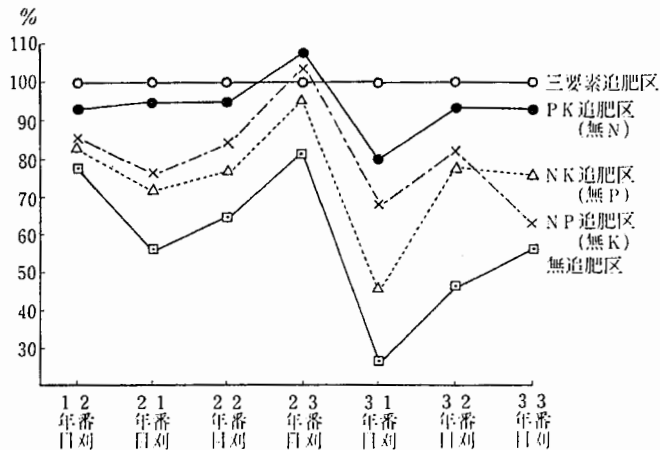
1) 収量

まず、三要素の基肥効果、すなわち1年目1番刈の収量を第15図に示した。これによれば、本土壌では特に窒素と燐酸の影響が著しく認められた。

次に、追肥における収量の変遷を第16図に示した。これによれば、三要素追肥区に対し収量差のもっとも大きく現われたのは1番刈時であり、早春追肥の重要性がうかがわれる。一方、無追肥区でも刈取り1、2年は三要素追肥区の60~80%の収量を示す。このことは、混播牧草では一般畑作物と異なり、基肥に十分な施肥を行ない根系を確立させておけば、再生力および吸肥力が強く、しかも空中窒素の利用もあるので、以後無追肥でもある程度の収量は確保できることを示すものと考えられる。ただし、3年目では三要素追肥区に対し無追肥区43、無肥料区は30と低下し、追肥の意義が強まった。



第15図 三要素の基肥効果 (1年目1番刈生草重指数)



第16図 追肥による生草収量指数の変遷 (オーチャードグラス+ラジノクローバー)

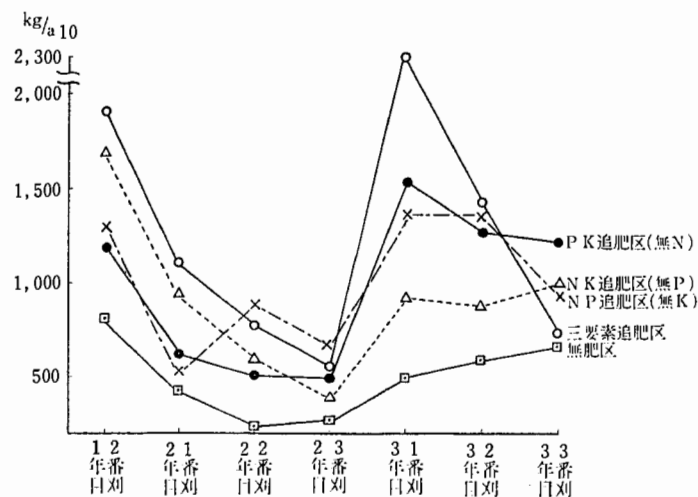
次に、草種別の収量の変遷を第17、18図に、各要素別の追肥効果を第24表に示した。これによれば、両草種に対して各要素の効果が特徴的に認められる。すなわち、

窒素効果——

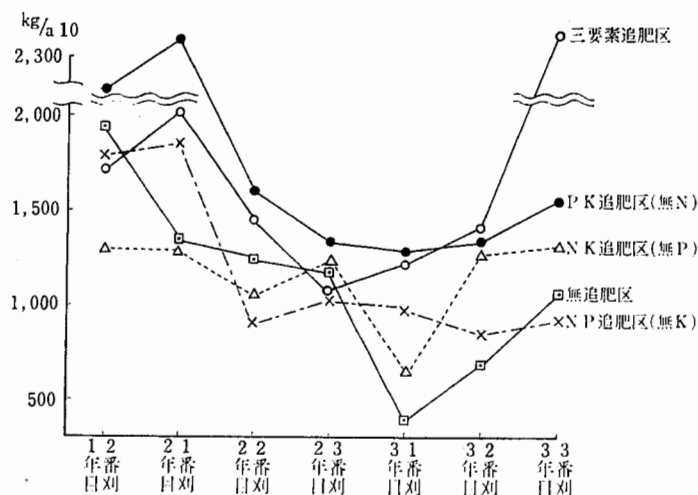
オーチャードグラスでは、刈取り2年目までは窒素の効果が大きい、3年目ではむしろリン酸の効果が大きく認められる。このように、年次の経過にしたがって窒素効果が低下するのは、ラジノクローバーの生育旺盛にともなう窒素供給のためかと考えられる。一方、ラジノクローバーでは3年目1番刈りまではマイナスの効果をもたらしており、この点は基肥の場合と相違する。したがって、全生草重においても、3年間を通じ、無窒素区は三要素追肥区に比し93%という大差ない収量であった。

リン酸効果——

オーチャードグラスでは、2年目2番刈りまではリン酸の効果はそれほど認められないが、3番刈り以降はもっとも大きい制限因子となった。一方、ラジノクローバーでは1年目から大きく影響し、無リン酸区は無追肥区とほぼ同様に経過した。第24表に見られるとおり、リン酸の増収率は3年間合計で36%と単独要素としてはきわめて高い。一般に牧草追肥としては効果が低いと云われているリン酸、しかも溶リンで高く認められたことは注目すべきことである。



第17図 オーチャードグラスにおける生草収量の変遷



第18図 ラジノクローバーにおける生草収量の変遷

加里の効果——

加里の効果は、磷酸に次いで大きく認められ、3年間平均の増収率は27%となった。草種では特にラジノクローバーに顕著に認められ、2年目2番刈り以降その傾向が著しい。前記の図表から見て、さらに牧草を継続栽培することにより、加里が牧草生産上最大の制限因子となったであろうと考えられる。

二要素の相剰効果——

第24表に示すとおり、単肥の追肥効果より見て磷酸・加里の相剰効果がもっとも高く認められ、その増収率は64%を示した。これに対して、窒素・加里効果がもっとも低く30%である。このことは、同表より見て、加里の効果は高いが窒素効果が低いためであり窒素・磷酸効果は両者の中間となった。

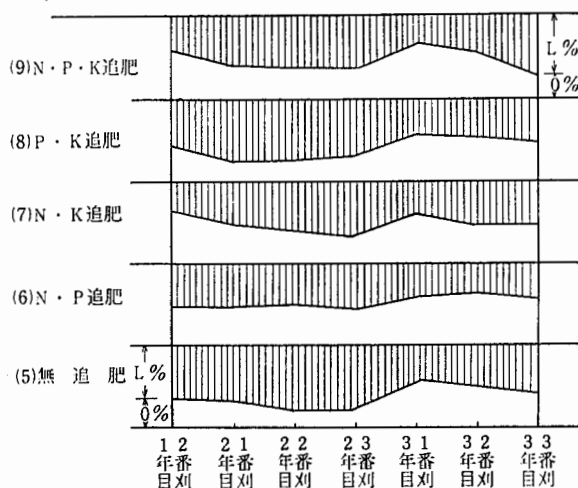
第24表 各要素別の追肥効果（オーチャードグラス+ラジノクローバー） kg/10a

		1年目—2番刈		2年目—1番刈		2年目—2番刈		2年目—3番刈	
		増収量 (kg/10a)	増収率 (%)	増収量 (kg/10a)	増収率 (%)	増収量 (kg/10a)	増収率 (%)	増収量 (kg/10a)	増収率 (%)
N 効果	9) — 8)	235	7	162	5	98	5	-201	- 11
P 〃	9) — 7)	638	21	874	38	506	29	51	37
K 〃	9) — 6)	540	17	774	32	361	19	- 50	- 3
N P 効果	6) — 5)	292	10	605	34	431	30	343	24
N K 〃	7) — 5)	194	7	505	28	286	20	242	17
P K 〃	8) — 5)	599	21	1,217	68	694	48	444	37
N P K 〃	9) — 5)	832	30	1,379	77	792	55	293	20
		3年目—1番刈		3年目—2番刈		3年目—3番刈		3ヶ年 合計	
		増収量 (kg/10a)	増収率 (%)	増収量 (kg/10a)	増収率 (%)	増収量 (kg/10a)	増収率 (%)	増収量 (kg/10a)	増収率 (%)
N 効果	9) — 8)	702	25	165	6	210	7	1,362	7
P 〃	9) — 7)	1,898	117	605	28	730	31	5,302	36
K 〃	9) — 6)	1,118	61	460	20	1,100	55	4,303	27
N P 効果	6) — 5)	1,459	154	1,025	80	230	13	4,385	38
N K 〃	7) — 5)	679	72	910	71	580	33	3,396	30
P K 〃	8) — 5)	1,875	198	1,350	105	1,110	63	7,289	64
N P K 〃	9) — 5)	2,577	275	1,515	118	1,330	76	8,718	76

例) $N \text{ 効果} = \frac{NPK - PK}{PK} \times 100$ $NP \text{ 効果} = \frac{NP - 0 \text{ (無追肥区)}}{0 \text{ (無追肥区)}} \times 100$

3) 草種構成

草種構成の変遷を第19図に示した。すなわち、三要素の影響により草種の構成が変化してくることは、前記1の玉山試験地における場合と同一傾向である。ただし、マメ科牧草の減少におよぼす影響は磷酸より加里が大きく認められる。



第19図 草種構成の変遷

奥羽山麓地域における試験 (1961年~1964年)

(1) 試験方法

試験場所 花巻市笹間清水野

試験地の土壌 第25表参照

第25表 表土の土壌分析

pH		置換酸度 Y_1	置換容量 ml	置換性塩基 mg/100g			石飽和 灰度 %	腐植 %
H ₂ O	Kcl			CaO	Mgo	K ₂ O		
5.4	4.5	6.4	29.1	193	16	15	23.7	12.2

試験規模 1区15m² 3連

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバーの混播

試験区名、施肥量 第26表参照

第26表 試験区名・施肥量

kg/10a

試験区	基肥 (1961年)			追肥 (1962~1964年)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1) 無追肥	8	20	8	—	—	—
2) N·P追肥	8	20	8	4	10	—
3) N·K	8	20	8	4	—	4
4) P·K	8	20	8	—	10	4
5) N·P·K	8	20	8	4	10	4
6) N ² ·P·K	8	20	8	8	10	4
7) N·P ² ·K	8	20	8	4	20	4
8) N·P·K ²	8	20	8	4	10	8
9) N ² ·P ² ·K ²	8	20	8	8	20	8

註) · N=尿素、P₂O₅=過石・熔燐、K₂O=塩加

· 炭カルは、pH(Kcl)6.2矯正相当量、10a 当り280kgを基肥に施用。

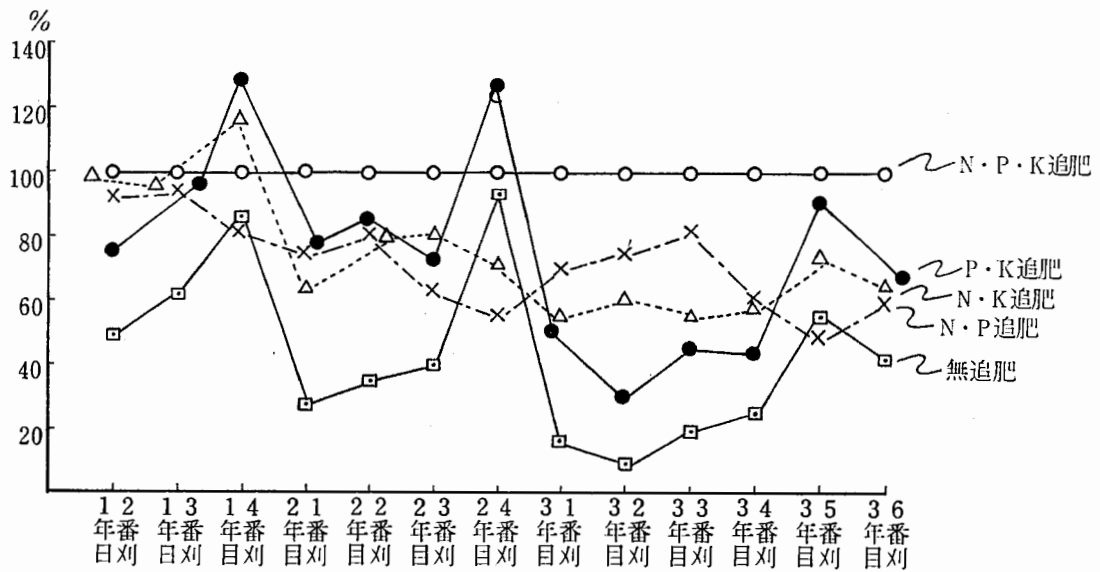
· 追肥~N、Kは早春および各刈取り後、上計量追肥を原則、ただし最終刈取り後は施用しない
Pは早春1回のみ施用。

(2) 試験結果および考察

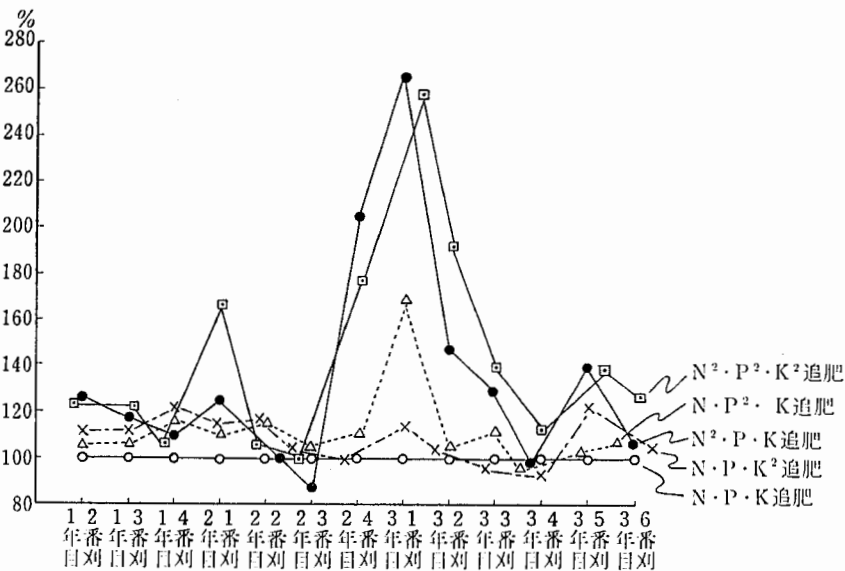
この試験は1961年9月に、同一基肥で播種し翌年より3年間各要素の欠除および増施の各区を設け実施した。

1) 収量 要素欠除区の傾向——

各要素欠除区の影響は第20図に見られるとおり、1年目では3要素施肥区に対し大差がない。しかし、2年目以降は急激に下降曲線を描き、窒素、燐酸、加里いずれもその影響が大きく現われた。特に本試験では、1年目に全然影響の認められなかった燐酸欠除区が、2年目以降急激に生育不良となった。さらに、加里欠除区では2年目1番刈り時からラジノクローバーに明瞭な加里欠症状が発現し、その後急激に生育不良をたどったことが特徴的であった。しかし、3年目になると窒素が大きな因子となり、窒素欠除区がもっとも減収した。なお、同区にはラジノクローバーが増加し60~70%と高い比率を占めたが、生育不良であり、したがって収量は低下するのみであった。さらに、無追肥区の指数も69→36→29と下降し施肥の必要性が強く認められた。



第20図 各要素欠除追肥による生草収量指数の変遷

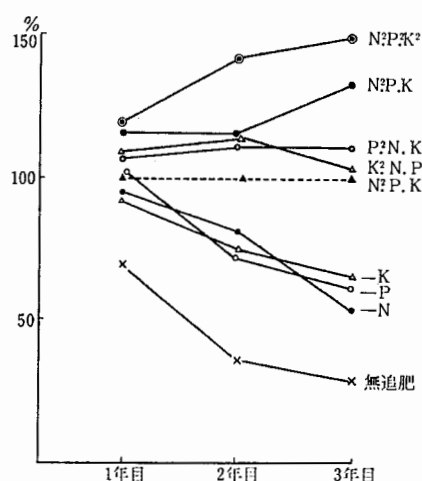


第21図 各要素増施追肥による生草収量指数の変遷

要素増施区の傾向——

各要素増施の影響を第21図に示した。この図から明らかなとおり、1年目から窒素増施の効果が認められ、3年目では3要素中もっとも高い増収率を示した。磷酸増施の効果は、各年次とも10%内外の増収であった。また、加里増施区は1、2年目とも10%内外の増収が認められるが、3年目では3%と低下した。これに対して、三要素の増施区は生育がもっとも良好で、2、3年目には40~50%と高い収量増加が認められ、三要素増施が牧草の生産維持には重要であることが確認された。

以上を要約して、各区における3年間の生草収量指数の変遷を第22図に示した。これによりさらに要素の欠除および増施の影響が明らかとなる。



第22図 3年間の生草収量指数の変遷

次に、各要素効果の季節的变化を見ると(第20、21図)窒素欠除の影響は明らかでないが、増施の効果は春先および秋にも認められる。また、磷酸の効果は主として春季に認められるが、加里は季節的に明らかでない。

2) 草種の構成

各試験区におけるマメ科比率の変化を第27表に示した。これによれば1年目1番刈り以降、窒素、磷酸、加里の施用によってマメ科比率は変化をきたした。すなわち、窒素の欠除によりマメ科率は明らかに増大し、増施にともなって減少した。また、磷酸および加里を欠除することによっても減少する傾向を示した。このことは、前記1の三要素試験の場合と同様の結果で

第27表 草種構成の変遷(マメ科率%)

年間通算、生草中%

試 験 区	1962年	1963年	1964年	3ヶ年通算
1) 無 追 肥	62	45	65	57
2) N・P 追 肥	18	21	8	16
3) N・K //	18	24	5	16
4) P・K //	67	52	77	65
5) N・P・K //	33	22	11	22
6) N ² ・P・K //	20	15	6	13
7) N・P ² ・K //	24	23	22	23
8) N・P・K ² //	29	25	11	22
9) N ² ・P ² ・K ² //	18	12	9	13

ある。

3) 牧草の成分含有率および成分奪取量

第28表に刈取り3年目の牧草の成分含有率および成分奪取量を示した。これによれば、窒素含有率は6) 9) 区の窒素増施区が3%以上の含有率を示している。なお、窒素欠除区が他区に比しむしろ高い含有率を示しているが、これはマメ科率の増大によるためであろう。次に、リン酸含有率は各区とも大差はないが、リン酸欠除区が明らかに低下している。特に1番刈りでは0.5%まで低下した。これに対し、リン酸増施区は増大が認められ、同様の傾向は窒素、加里の増施区でも認められる。加里含有率は加里欠除区以外は、全般に4%以上で不必要程度の高濃度を示し、加里増施区では5%以上と明らかにぜいたく吸収が行われた。石灰含有率は加里と結抗的關係にあり、加里増施区においてその低下が認められる。

成分奪取量は、生草収量に比例し、三要素増施区が窒素をはじめリン酸、加里の奪取量が多とも多く認められ、次いで窒素増施区となっている。加里奪取量は、同様に窒素増施区が高く次いで加里増施、リン酸増施区の順となった。もちろん、各要素欠除区においてはそれぞれの成分がもっとも少なくなっている。石灰は、窒素増施区リン酸増施区が多く、加里増施区で減少の傾向となり、苦土も同様の傾向となった。

第28表 各区牧草の成分含有率ならびに成分奪取量——1964年

試 験 区	年間通算成分含有率 (風乾物)					成分奪取量 $kg/10a$				
	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1) 無 追 肥	2.61	0.85	3.51	0.88	0.53	5.99	1.97	7.43	1.97	1.22
2) N・P 追 肥	2.92	1.13	1.81	0.72	0.66	13.99	5.44	8.68	3.44	3.30
3) N・K //	2.73	0.69	5.10	0.43	0.39	12.31	3.18	23.03	2.00	1.78
4) P・K //	2.95	1.34	4.83	1.11	0.53	10.70	4.90	17.02	3.87	1.87
5) N・P・K //	2.66	0.85	4.76	0.47	0.50	17.03	5.56	30.65	3.04	3.21
6) N ² ・P・K //	3.36	1.01	4.37	0.51	0.50	29.67	8.91	37.83	4.21	4.34
7) N・P ² ・K //	2.69	1.02	4.75	0.56	0.52	18.72	7.25	33.58	3.96	3.70
8) N・P・K ² //	2.58	1.00	5.61	0.37	0.42	17.17	6.75	36.86	2.47	2.80
9) N ² ・P ² ・K ² //	3.07	1.04	5.67	0.40	0.50	30.04	10.21	55.30	3.66	4.81

3 小 括

(1) 牧草に対する三要素の感応

噴出源の異なる3地帯の火山灰土壌で、牧草に対する三要素ならびにその用量試験を実施した。その結果、土壌の種類により三要素の肥効の発現には大小の差異が認められた。しかし、牧草に対する一応の共通の施肥感応を検知することができた。すなわち、草種ごとに三要素の感応が異なり、オーチャードグラスは特に窒素に敏感であり、ラジノクローバーおよびレッドクローバーなどのマメ科牧草では、リン酸と加里に敏感であった。また、それらを混播した場合のマメ科の変遷では窒素施肥により禾本科がリン酸、加里の施肥によりマメ科牧草の比率が優勢になることが確認された。さらに、それぞれの要素の増施により、草種ごとの増収が得られ、また火山灰土壌であるので、全般的にリン酸の効果が大きく認められた。

次に三要素に対する感応程度を各試験地間で比較すると第29表のとおりで、土壌により三要素の肥効に差異のあることが認められる。これらのことは今後の牧草栽培上、施肥に関し留意すべきことと考える。

牧草の成分含有率については、若干の乱れはあるが、一般的に施肥により高まり収量の増加とあいまってよく利用されている。しかし、この試験では3試験地を通じて加里増施の効果が顕著でなく、成分含有率は増大するが収量が上らず、ぜいたく吸収傾向となった。このことは、後記の試験にもあるが、他要素とのバランスにもよるものと考えられる。

(2) 牧草の追肥効果

牧草に対する追肥試験を実施した結果、施肥の影響が大きく現われ、三要素施肥区に対して無追肥区の収量指数は九戸高原試験地で80%→65%→43%、奥羽山麓試験地で69%→36%→29%と著しく低下した。要素間では、1年目は影響が少なかったが、2年目以降急速に各要素の影響が現われた。すなわち、九戸高原試験地では磷酸がもっとも大きく、次いで加里であり、窒素はきわめて小さかった。このことは、磷酸については基肥磷酸の量的な問題、窒素ではマメ科牧草の生育旺盛による窒素供給力が影響したのではないかと考えられる。なお、加里については4年目以降、牧草生育にとっては最大の制限因子となったであろう。一方、奥羽山麓試験地では前試験地と異なり、マメ科比率の減少により窒素がもっとも大きく、次いで磷酸であった。以上2試験地を通じて、磷酸追肥の効果が大きく現われ、このことは基肥施用量と深く関連することであるが、普通基肥に効果的と云われる磷酸が追肥としてもかなり期待できることが注目された。もちろん、追肥段階では三要素追肥がもっとも効果が高かった。

第29表 地域別3要素の感応比較

地 域	窒 素	磷 酸	加 里
岩手山麓地域	小	大	大
奥羽山麓地域	大	小	中
二戸高原地域	大	中	小

V 磷酸肥料の施用方法

本県の牧草栽培地は大部分火山灰土壌でおおわれ、その性格上磷酸が最大の制限因子である。過去実施した試験からも基肥における効果が大きく、さらに追肥の必要性のあることも示唆されたので、基肥の用量、基肥追肥の施用配分に関する試験を主として実施し、さらには磷酸肥料の種類別追肥効果の差異について検討した。試験はすべて岩手山の噴出に由来する火山灰土壌で実施した。

1 用量および施用配分 (1958年～1961年)

(1) 試験方法

試験場所 岩手郡玉山村松島

試験地の土壌 第30表参照

第30表 表土の土壌分析

pH		置換酸度 Y_1	置換性塩基 (mg/100g)			磷酸吸収 係 数	全 窒 素 %	腐 植 %
H ₂ O	Kcl		CaO	MgO	K ₂ O			
6.4	5.9	0.5	215	37	9	2,223	0.56	12.2

試験規模 1区20m² 3連

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバーの混播

試験区名、施肥量 第31表参照

第31表 試験区名・施肥量

試験区	10 a 当り kg						
	N (硫安)	P ₂ O ₅ (過石熔燐)				計	K ₂ O (塩加)
		1年目	2年目	3年目	計		
1) P多量基肥	5	55	5.5	5.5	66	7	
2) " 分施(A)	"	22	22	22	66	"	
3) " 分施(B)	"	(11×3)	(5.5×4)	(2.75×4)	66	"	
4) P中量基肥(A)	"	33	22	11	66	"	
5) " 基肥(B)	"	33	—	—	33	"	
6) P少量基肥	"	22	5.5	5.5	33	"	
7) " 分施	"	11	11	11	33	"	

註)・Nは基肥に7kg施用、炭カル、340kgを2回に分けて施用。

・N、Kは早春および各刈取り後、上記量を追肥した。ただし、最終刈取り後は施用せず。

・2年目以降のPは3)区を除き春春1回のみ施用、3)区はNKと同じ施用法。

・Pの1年目とあるのは、刈取り年次の前年の基肥量であり、2年目、3年目はそれぞれ早春施用の意味、ただし3)区は11kgを基肥に刈取り1年目1、2番刈り後に11kgづつ施用、以下2、3年目は早春各刈取り後施用。

(2) 試験結果および考察

この試験は、1958年8月に牧草を播種し翌年より3年間、試験を実施した。

1) 収量

年次ごとの風乾物収量は第32表に示すとおり、全般的に2年目、3年目と増大し特に3年目が高収であった。

第32表 年次ごとの風乾物収量の推移

kg/10a

試験区	1959年		1960年		1961年		計	
	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%
1) 55+5.5+5.5	898	122	859	109	1,151	113	2,908	114
2) 22+22+22	772	105	941	119	1,161	115	2,882	113
3) (11×3)+(5.5×4)+(2.75×4)	648	88	957	121	1,107	109	2,712	106
4) 33+5.5+5.5	870	118	877	111	1,036	102	2,783	109
5) 33+0+0	834	113	803	102	822	81	2,459	96
6) 22+5.5+5.5	736	100	790	100	1,020	100	2,546	100
7) 11+11+11	615	84	819	104	1,027	101	2,461	96

2) 草種の構成

各年次のラジノクローバー生草重の全生草重に対する割合は第33表のとおりで、7)区を除き全般的に年次の経過とともに低下している。このことは、施肥のバランスに影響したものか、刈取り回数かあるいは他の要因によったかは不明であるが、少なくとも燐酸の施用については、ある程度の傾向が現われている。すなわち、1年目では燐酸の多施肥区ほどマメ科率が高く、7)区の少量区が減少している。しかし、2、3年目には追肥燐酸の効果が大きく現われ一方マメ科の増大も顕著に認められる。なお、2年目以降燐酸追肥を中止した5)区は他区に比し急速に減少が目立った。

第33表 年次ごとのマメ科率（年間通算生草重%）

試 験 区	1959年	1960年	1961年
1) 55+5.5+5.5	45	34	26
2) 22+22+22	41	36	24
3) (11×3)+(5.5×4)+(2.75×4)	36	36	25
4) 33+5.5+5.5	38	38	26
5) 33+0+0	48	25	20
6) 22+5.5+5.5	39	35	22
7) 11+11+11	26	38	37

3) 基肥燐酸の持続効果

試験の結果を第34表に示した。すなわち、基肥に11~55kgまで4段階に分け施用した結果、牧草の収量は施用量に比例して明らかに増収し、風乾物重でおよそ300kgの差がある。また、1)4)6)区に5.5kg（年間の奪取量程度）の早春追肥をしてその持続効果を検討した。その結果、6)区の22kg施用区に比し、増施肥は2年目でそれぞれ10%、3年目でも55kg施用区はなお10%以上の増収を示し持続効果が認められた。これらの効果の季節的变化を見ると、3年目では秋の4番刈りにもその影響が現われるが主として早春1, 2番刈り時に大きく現われる傾向がある。

第34表 基肥燐酸の持続効果（風乾物%）

試 験 区	1959年				1960年					1961年					合 計
	1番刈	2〃	3〃	計	1年刈	2〃	3〃	4〃	計	1番刈	2〃	3〃	4〃	計	
1) 55+5.5+5.5	141	116	106	122	131	100	103	99	109	119	120	103	110	113	114
4) 33+5.5+5.5	117	115	111	118	129	110	101	103	111	95	107	102	107	102	109
6) 22+5.5+5.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7) 11+11+11	76	84	94	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

4) 施用配分による収量差異

66kgと33kgの2系列で施用配分による差異を検討した。その結果は第35表のとおりである。まず、66kg系列では1)基肥重点区が連年かなりの収量を維持した。2)配分区も2年目からの追肥効果が大きく認められ、2、3年目は1)基肥重点区より増収したが、3年間合計では同程度である。一方、3)区の各刈取り後追肥は2、3年目ではかなり累積効果も高く現われ増収率も大きい、1年目が低収であるため合計では前2者に劣る結果となった。次に、33kg

第35表 施用配分による収量差異（風乾物%）

試 験 区	1959年				1960年					1961年					合 計	
	1番刈	2〃	3〃	計	1番刈	2〃	3〃	4〃	計	1番刈	2〃	3〃	4〃	計		
66 系列	1) 55+5.5+5.5	141	116	106	122	131	100	103	99	109	119	120	103	110	113	114
	2) 22+22+22	117	92	109	105	126	120	115	114	119	124	125	97	114	115	113
	3) (11×3)+(5.5×4)+(2.75×4)	65	99	105	88	137	110	113	125	121	103	126	100	112	109	106
33 系列	5) 33+0+0	135	102	102	113	105	105	98	97	102	75	78	83	92	81	96
	6) 22+5.5+5.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	7) 11+11+11	76	84	94	84	99	102	109	105	104	98	107	95	109	101	96

系列では6) 基肥重点区がもっとも多収であり、5) 区の基肥施用のみでは2年目3番刈り時よりしだいに収量が低下し、3年目では20%の減収を示した。7) 配分区は、基肥磷酸が少ないため、2、3年目もそれほどの増収は認められない。以上、3年間の試験結果から、施用配分の牧草収量におよぼす差異は大差が認められなかった。しかし、施肥当初からかなりの収量を継続して維持するためには、基肥をできるだけ多施し、以後各年とも牧草刈取りによる奪取量程度を補給することが望ましい。また、磷酸肥料の影響は3) 試験同様に主として春に現われる傾向にあるので、その施用は早春に重点をおくべきと考える。

5) 早春の追肥中止による影響

第36表に示すとおり、1年目33kgを施用し13%の増収を示した5) 区も、2年目以降早春の追肥を中止すると、しだいに収量は低下してくる。すなわち、2年目は6) 区とほぼ同程度となり、3年目では20%の減収が認められた。早春5.5kgの施用効果も見逃しできない問題である。

第36表 磷酸の追肥中止による影響(風乾物%)

試 験 区	1959年				1960年					1961年					合 計
	1番刈	2 //	3 //	計	1番刈	2 //	3 //	4 //	計	1番刈	2 //	3 //	4 //	計	
4) 33+5.5+5.5	117	115	111	118	129	110	101	103	111	95	107	102	107	102	109
5) 33+0+0	135	102	102	113	105	105	98	97	102	75	78	83	92	81	96
6) 22+5.5+5.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

6) 牧草の成分含有率

第37表に1年目における各草種の年間通算成分含有率を示したが、各草種とも磷酸施用量の増加にともなって明らかに磷酸含有率の増大が認められる。

第37表 1年目における年間通算成分含有率

試 験 区	草 種	年 間 通 算 風 乾 物 中 %					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
1) 55+5.5+5.5	オーチャード ラ ジ ノ	2.4	0.73	3.5	0.81	0.53	0.18
		4.0	1.00	3.2	2.90	1.02	0.34
2) 22+22+22	オーチャード ラ ジ ノ	2.3	0.56	3.1	0.73	0.45	0.16
		4.1	0.80	2.8	2.90	0.76	0.36
3) (11×3)+(5.5×4)+(2.75×4)	オーチャード ラ ジ ノ	2.4	0.65	4.1	0.75	0.50	0.05
		3.8	0.85	2.8	3.10	0.92	0.31
4) 33+5.5+5.5	オーチャード ラ ジ ノ	2.3	0.68	3.7	0.73	0.53	0.20
		3.7	0.89	3.6	3.10	0.78	0.23
5) 33+0+0	オーチャード ラ ジ ノ	2.5	0.65	3.6	0.86	0.51	0.16
		4.3	0.99	3.2	2.90	0.91	0.30
6) 22+5.5+5.5	オーチャード ラ ジ ノ	2.4	0.51	3.5	0.61	0.63	0.15
		3.5	0.65	2.8	2.40	1.15	0.29
8) 11+11+11	オーチャード ラ ジ ノ	2.5	0.53	4.1	0.82	0.57	0.11
		3.9	0.64	2.9	3.20	0.84	0.25

次に、磷酸の吸収状況に対する他成分との関係を見ると窒素、加里、石灰、苦土、ナトリウムなどの吸収状況は、磷酸濃度の変化にともなう成分含有率の変化は明らかではない。また、牧草生産に対する磷酸施用の季節的变化は主として早春1、2番刈に現われる傾向があるが、

成分含有率の変化は各年次とも一定の傾向がなく各刈取り時とも増大している。次に、施用総量が同一となった66kgと33kgの2系列の3年目における年間通算成分含有率を第38表に示した。

第38表 3年目における年間通算成分含有率（混合草種）

試 験 区	年 間 通 算 風 乾 物 中 %			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
66 系 列	1) 55+5.5+5.5	2.9	0.53	3.8
	2) 22+22+22	3.2	0.67	3.8
	3) (11×3)+(5.5×4)+(2.75×4)	3.0	0.67	4.2
44	4) 33+5.5+5.5	2.9	0.52	4.3
33 系 列	5) 33+0+0	3.0	0.41	4.0
	6) 22+5.5+5.5	2.9	0.45	3.8
	7) 11+11+11	3.0	0.53	4.2

同表に示すとおり、窒素濃度では明らかではない。磷酸について基肥重点施用の1) 4) 6) 区を比較して見ると、3年目に至ってもなお成分含有率の差が認められ、多量施用区ほど増大している。次に、いずれの系列間でも収量上では大差がないにもかかわらず、基肥重点区に比し配分区の方が明らかに成分含有率の増大が認められ、追肥磷酸の利用率の高いことを示している。

7) 成分奪取量

牧草の成分奪取量は第39表に示すとおりである。これによれば窒素、磷酸、加里の奪取量は前項の成分含有率とほぼ比例している。特に、基肥重点1) 4) 6) 区の年次別および合計奪取量は磷酸施用量の増加にともない明らかな差が認められ、収量指数と一致する。次に、配分の2) 3) 7) では、やはり成分含有率と同じ傾向を示し2年目以降奪取量の増加が明らかに認められる。結局、3年間合計では磷酸の施用方法いかんにかかわらず、磷酸の奪取量はおおむね磷酸施用総量に順じて増大した。なお、窒素は全く同傾向であるが、加里については一定の傾向は認められない。

第39表 年次別および合計の成分奪取量

kg/10 a

試 験 区	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
	年 1959	年 1960	年 1961	計	年 1959	年 1960	年 1961	計	年 1959	年 1960	年 1961	計
1) 55+5.5+5.5	24.8	24.4	33.1	82.3	6.8	5.8	5.9	18.5	28.8	30.4	42.5	101.7
2) 22+22+22	20.7	25.5	34.3	80.5	4.7	6.2	7.6	18.5	22.2	37.9	42.7	102.8
3) (11×3)+(5.5×4)+(2.75×4)	18.3	26.1	32.8	77.2	4.4	7.5	7.2	19.1	26.1	37.6	46.0	110.2
4) 33+5.5+5.5	22.7	23.3	28.6	74.6	6.4	4.8	5.2	16.4	31.5	36.5	44.6	112.6
5) 33+0+0	24.0	22.8	23.9	70.7	6.0	5.1	3.2	14.3	27.0	33.6	33.4	94.0
6) 22+5.5+5.5	19.3	18.6	28.6	66.5	4.0	3.7	4.5	12.2	25.2	33.6	38.4	97.2
7) 11+11+11	16.8	20.5	30.3	67.6	3.4	4.1	5.2	12.7	24.0	33.0	41.9	98.9

8) 磷酸の吸収状況

施用した磷酸肥料の各区における吸収程度を見るために、吸収割合を算出し比較したのが第40表である。すなわち、総施用量に対して3年間に牧草が吸収した磷酸は、66kg系列では28%程度であるが、33kg系列では37~43%と上まわった。特に、基肥のみ施用した5) 区が1、2

年の吸収量が多く42.7%と著しい割合を示した。

第40表 3年間の P₂O₅ の吸収状況

kg/10a

試 験 区	1959年～1961年		
	施 用 量	吸 収 量	吸収量(3年間) 施用量(3年間) × 100
1) 55+5.5+5.5	66	18.5	28.0
2) 22+22+22	66	18.5	28.0
3) (11×3)+(5.5×4)+(2.75×4)	66	19.1	28.9
4) 33+5.5+5.5	44	16.4	37.3
5) 33+0+0	33	14.1	42.7
6) 22+5.5+5.5	33	12.2	37.0
7) 11+11+11	33	12.7	38.5

2 施用体系と多収施肥法 (1962年～1967年)

(1) 試験方法

試験場所 岩手郡滝沢村砂込、県農試圃場

試験地の土壌 下記のとおり

土壌断面形態

- 第1層 0～15cm 腐植にすこぶる 富む 黒色 (2/N) のL、細粒状構造、風化及び腐朽細角礫あり、ち密度19
- 第2層 15～26cm 腐植にすこぶる 富む 黒色 (7.5YR_{1/2}) のL、細粒状構造、風化及び腐朽細角礫を含む、ち密度17
- 第3層 26～44cm 腐植に富む 黒褐 (7.5YR_{2/3}) のSL、細粒状構造、風化及び腐朽細角礫に富む、ち密度23
- 第4層 44～60cm 腐植に富む 黒色 (10YR_{1/4}) のSL、均質連結状、風化及び腐朽細角礫あり、ち密度22
- 第5層 60cm～ 腐植を含む 褐灰 (7.5YR_{4/2}) のScL、均質連結状、礫なし、ち密度18

土壌分析

第41表 理 学 分 析

層 位	水分 %	細土無機物中 %					土性	現地における理学性100cc容中					容積重
		粗砂	細砂	砂合計	ミルト	粘土		容積重 g/積	固相容 cc	水分容 cc	空気容 cc	孔隙率 %	
I 0～15cm	7.6	28.7	34.3	63.0	31.2	5.8	L	122.4	33.1	42.9	24.0	66.9	78.4
II 15～26cm	12.0	9.9	38.9	48.8	39.1	12.1	L	97.1	20.3	42.2	37.5	79.7	61.9
III 26～44cm	11.4	18.5	55.8	74.3	19.4	6.3	S L	103.6	20.2	40.8	39.0	79.8	65.9
IV 44～60cm	11.1	10.3	63.6	73.9	21.3	4.8	S L	112.2	27.2	47.2	25.6	72.8	68.6
V 60cm～	10.8	12.6	52.5	65.1	15.8	19.1	SCL	107.7	28.1	46.0	25.9	71.9	68.5

第42表 化学分析

層位	pH		Y ₁	腐植 %	T-C %	T-N %	C/N	置換性塩基 mg/100g			C.E.C me	石灰飽和度 %	P吸収 係数	有効P mg
	H ₂ O	KCl						CaO	MgO	K ₂ O				
I 0~15cm	6.1	5.4	0.4	11.6	6.76	0.53	12.8	334	39	7	28.3	42.1	2,340	2.4
II 15~26cm	6.6	5.8	0.2	12.1	7.09	0.52	13.6	431	54	4	32.0	48.1	2,580	2.4
III 26~44cm	6.6	5.8	0.5	7.6	4.42	0.26	17.0	291	39	4	23.8	43.7	2,600	1.2
IV 44~60cm	6.7	6.0	0.3	7.1	4.16	0.32	13.0	362	34	4	23.1	55.8	2,560	0.4
V 60cm~	6.8	6.0	0.2	3.8	1.91	0.17	11.2	270	23	4	21.6	35.6	2,560	0.4

試験規模 1区25m² 3連 (1965年より2連)

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバーの混播

試験区名、施肥量 第43表参照

第43表 試験区名、施肥量

試験区	P ₂ O ₅ (kg/10a)						基肥量 (kg/10a)		
	1年目	2 "	3 "	4 "	5 "	計	N	K ₂ O	MgO
1) P-0	—	—	—	—	—	—	6	8	6
2) P-基肥 30kg	30	—	—	—	—	30	"	"	"
3) P-基肥 10kg 追肥10kg	10	10	10	10	10	50	"	"	"
4) P-基肥 50kg	50	—	—	—	—	50	"	"	"
5) P-基肥 50kg 追肥10kg	50	10	10	10	10	90	"	"	"
6) P-基肥 50kg 追肥20kg	50	20	20	20	20	130	"	"	"
7) P-基肥 90kg	90	—	—	—	—	90	"	"	"
8) P-基肥130kg	130	—	—	—	—	130	"	"	"
9) P-基肥 90kg N・K増	90	—	—	—	—	90	9	12	"
10) P-基肥130kg N・K増	130	—	—	—	—	130	"	"	"

註) N—尿素、P—過石、K—塩加、Mg—硫マダ

炭カル180kgを2回に分けて施用、刈取り後の施肥管理は1試験と同様。P、Mgは早春1回施用。
なお、刈取り3年目に全区に炭カル40kg施用。

(2) 試験結果および考察

この試験は、1962年8月に牧草を播種し、翌年より5年間試験を実施した。

1) 収量

牧草栽培年次の経過にともない3年目以降の収量は全区を通じてしだいに高収となり、特に3、4年目は気象的にも恵まれ、生草で10a当り7,000kg~7,600kgであった。無磷酸区は1、2年に比し3年目以降は高い収量を維持した。第44表の各区の風乾物収量を示した。これによれば、各年次とも基肥磷酸は90kgで頭打ちとなり窒素、加里の増施で収量増となった。特に、130kg水準での収量は5年間を通して最高を示した。粗蛋白収量(第45表)も、おおむね同傾向にあるが5年目の減収は全般にマメ科率の低下によるものである。

第44表 年次ごとの風乾物収量の推移

kg/10a

試 験 区	1963年		1964年		1965年		1966年		1967年		計	
	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%
1) P—(0+0+0+0+0)	543	82	467	59	761	65	645	54	654	57	3,070	61
2) P—(30+0+0+0+0)	700	106	731	92	992	85	881	73	825	72	4,129	83
3) P—(10+10+10+10+10)	663	100	796	100	1,170	100	1,206	100	1,135	100	4,970	100
4) P—(50+0+0+0+0)	768	116	825	104	1,053	90	1,038	86	965	85	4,649	93
5) P—(50+10+10+10+10)	817	123	887	111	1,181	101	1,189	99	1,171	103	5,245	105
6) P—(50+20+20+20+20)	729	110	877	110	1,242	106	1,243	103	1,194	105	5,285	106
7) P—(90+0+0+0+0)	854	129	867	109	1,197	102	1,183	98	1,089	96	5,190	104
8) P—(130+0+0+0+0)	791	119	857	108	1,195	102	1,186	98	1,110	98	5,139	103
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	843	127	870	109	1,181	101	1,229	102	1,283	113	5,406	109
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	885	134	899	113	1,292	110	1,298	108	1,347	118	5,721	115

第45表 年次ごとの粗蛋白収量の推移

kg/10a

試 験 区	1963年		1964年		1965年		1966年		1967年		計	
	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%	風乾重	%
1) P—(0+0+0+0+0)	112	82	96	52	174	65	114	48	117	62	613	61
2) P—(30+0+0+0+0)	160	118	174	94	226	85	171	73	138	73	869	86
3) P—(10+10+10+10+10)	135	100	185	100	267	100	235	100	188	100	1,010	100
4) P—(50+0+0+0+0)	154	114	187	101	259	97	212	90	169	90	981	97
5) P—(50+10+10+10+10)	155	115	201	109	288	108	252	107	201	107	1,097	109
6) P—(50+20+20+20+20)	145	107	206	111	301	113	260	111	205	109	1,117	111
7) P—(90+0+0+0+0)	162	120	199	108	308	115	250	106	184	98	1,103	109
8) P—(130+0+0+0+0)	159	118	191	103	294	110	255	109	186	99	1,085	107
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	186	138	208	112	298	112	260	111	243	129	1,195	118
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	178	132	213	115	312	117	281	120	248	132	1,232	122

2) 草種の構成

年次ごとのマメ科率は第46表に示すとおり、無磷酸区を除き大きな変化は認められない。ただ、9) 10) 区の窒素、加里増施区で3年以降やや低下の傾向が認められるにすぎない。なお各年次とも刈取り時別との関連は明らかでなかった。

第46表 年次ごとのマメ科率(年間通算生草重%)

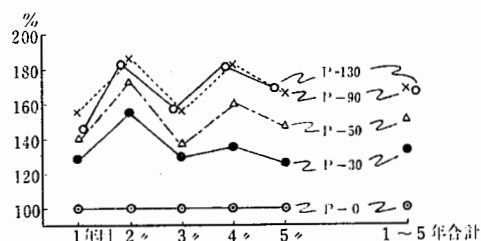
試 験 区	1963年	1964年	1965年	1966年	1967年
1) P—(0+0+0+0+0)	36	26	16	14	4
2) P—(30+0+0+0+0)	36	40	30	26	10
3) P—(10+10+10+10+10)	39	49	30	28	14
4) P—(50+0+0+0+0)	38	51	33	28	11
5) P—(50+10+10+10+10)	35	51	31	27	10
6) P—(50+20+20+20+20)	39	49	30	30	13
7) P—(90+0+0+0+0)	38	50	29	27	10
8) P—(130+0+0+0+0)	41	54	31	28	10
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	40	57	30	25	7
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	39	51	26	25	6

3) 基肥磷肥の持続効果

基肥に 30~130kg を施用した 5 年間の持続効果を第23図に示した。これによれば基肥に施用した磷肥の持続効果は 5 年を経過しても顕著に認められ、多施肥ほど連年増収している。しかし、90kgが一応限界であり、130kgとの差はほとんど認められない。なお、量的差異を 5 年間の収量推移から見ると、特に30kg区が 4 年目頃より急速に減収傾向が明瞭となり次いで 50kg区もしだいにその傾向が現われ出したことである。このことは、肉眼観察でも明らかに認められ、前記の収量結果にも現われている。しかし、90kg以上の施用区では 5 年を経過してもかなりの持続効果が認められる。すなわち、50kg水準までは、牧草という長年月の栽培期間を要する作物の収量を維持し、家畜への飼料補給という面を考慮するならば次項の磷肥追肥が必要と考えられる。

4) 磷肥追肥の効果

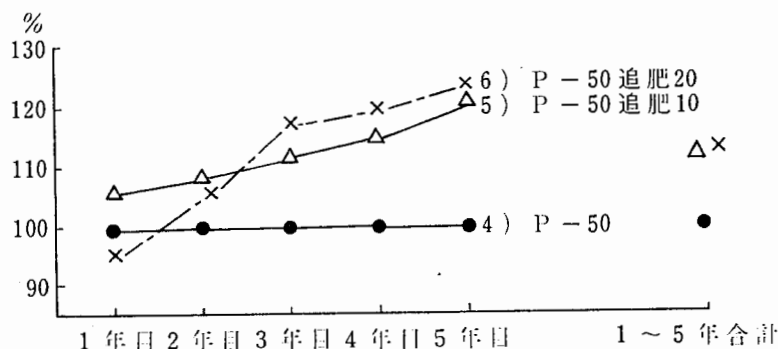
磷肥を基肥に 50kg 施用して、以後毎年早春に 10kg および 20kg の追肥を実施した結果を第24図に示した。すなわち、磷肥追肥の効果は顕著であり、追肥磷肥は累積効果もあって無追肥区に比し年々その差が大きくなっていく。しかし、10kg と 20kg 追肥区の収量差はそれほど認められない。このことは、後記の試験(3、追肥用量および種類別追肥効果)と同様の結果であった。



第23図 基肥磷肥の持続効果 (風乾物収量指数の推移)

5) 窒素、加里増施による磷肥の効果

磷肥基肥 90、130kg 区の収量差は前記のとおり認められなかった。しかし、この両区に窒素、加里を増施することによりその差が認められ、130kg区が連年明らかに増収を示した(第47表)。なお、90kg水準では 4 年目に若干、5 年目にかなりの増収結果を示したが、130kg水準では 1 年目より毎年窒素、加里増施区がまさった。また、粗蛋白収量では窒素、加里増施区の方がいずれも 10~15% の増収が認められた(第45表)。



第24図 磷肥追肥の効果 (風乾物収量指数の推移)

第47表 窒素、加里増施による磷肥施用の効果 (風乾物%)

試 験 区	1963年	1964年	1965年	1966年	1967年	計
7) P-90	100	100	100	100	100	100
9) P-90 N・K 増	99	100	99	104	118	104
8) P-130	93	99	100	100	102	99
10) P-130 N・K 増	104	105	108	109	124	111

6) 施用配分による収量差異

磷酸肥料の施用配分による収量差異を第48、49表に示した。3年経過の第48表に見られるとおり、30kg系列では、1年目は基肥区が多収であるが、2、3年目としいに追肥の効果が現われ、結局配分区がまさる結果を示した。次に、90kg系列では追肥区の収量は2年目以降に増加するが、3年間計では基肥区に比しやや低下した。また、5年間の経過を見ると(第49表)、50kgでは配分区がまさるが、90kg以上の系列ではほとんど両者の差はない結果が認められた。すなわち、基肥量の多少によりそれ後の追肥効果の現われかたも異なるようである。

第48表 3年間の施用配分による収量差異(風乾物%)

試 験 区	1963年	1964年	1965年	計
2) P-30 (30+ 0+ 0)	100	100	100	100
3) P-30 (10+10+10)	94	109	118	109
7) P-90 (90+ 0+ 0)	100	100	100	100
6) P-90 (50+20+20)	85	101	104	97

第49表 5年間の施用配分による収量差異(風乾物%)

試 験 区	1963年	1964年	1965年	1966年	1967年	計
4) P- 50 (50+ 0+ 0+ 0+ 0)	100	100	100	100	100	100
3) P- 50 (10+10+10+10+10)	86	96	111	116	118	107
7) P- 90 (90+ 0+ 0+ 0+ 0)	100	100	100	100	100	100
5) P- 90 (50+10+10+10+10)	95	102	99	101	108	101
8) P-130(130+ 0+ 0+ 0+ 0)	100	100	100	100	100	100
9) P-130 (50+20+20+20+20)	92	102	104	105	108	103

7) 牧草の成分含有率

年次ごとの牧草の成分含有率を第50表に示した。窒素含有率は、刈取りの時期ならびにマメ科率などによって変化するものであろうが、特に4年目以降、全般に低下したのはマメ科率の減少によるためと考えられる。加里は、2年目以降高い含有率を示しぜいたく吸収の傾向が続いたので、4年目以降追肥を半量以下にしたが、なお高濃度に経過した。牧草体内の磷酸含有

第50表 年次ごとの牧草の成分含有率(年間通算乾物中%) 1963~1967年

試 験 区	N					P ₂ O ₅					K ₂ O				
	1年目	2 "	3 "	4 "	5 "	1年目	2 "	3 "	4 "	5 "	1年目	2 "	3 "	4 "	5 "
1) P-(0+ 0+ 0+ 0+ 0)	3.80	3.58	3.75	2.95	3.06	0.61	0.47	0.55	0.45	0.41	4.13	4.59	5.32	5.17	4.82
2) P-(30+ 0+ 0+ 0+ 0)	3.70	3.98	3.63	3.34	2.90	0.69	0.75	0.74	0.59	0.48	3.84	4.96	5.54	5.31	4.90
3) P-(10+10+10+10+10)	3.70	3.96	3.68	3.39	2.89	0.62	0.87	0.98	0.74	0.74	3.80	4.90	5.31	5.40	3.74
4) P-(50+ 0+ 0+ 0+ 0)	3.80	3.90	3.91	3.43	3.02	0.78	0.81	0.94	0.65	0.57	3.66	4.95	5.64	5.44	4.60
5) P-(50+10+10+10+10)	3.80	3.90	3.91	3.52	2.91	0.78	0.97	0.98	0.75	0.73	3.66	4.78	5.05	4.96	3.84
6) P-(50+20+20+20+20)	3.80	4.07	3.91	3.56	2.94	0.78	1.11	1.19	0.93	0.86	3.66	4.94	5.35	5.00	4.02
7) P-(90+ 0+ 0+ 0+ 0)	3.50	3.94	4.13	3.63	2.94	0.94	0.96	1.00	0.76	0.66	3.97	4.69	5.37	5.34	3.94
8) P-(130+0+ 0+ 0+ 0)	3.70	4.02	3.97	3.70	2.90	0.93	0.95	1.11	0.80	0.65	4.21	4.81	5.37	5.07	4.03
9) P-(90+0+0+0+0)NK増	3.81	4.08	4.06	3.65	3.24	—	0.92	0.99	0.73	0.53	—	5.38	6.23	6.27	5.79
10) P-(130+0+0+0+0)NK増	3.68	4.07	3.87	3.65	3.22	—	1.01	1.05	0.76	0.59	—	5.51	6.48	6.08	5.62

試 験 区	CaO					MgO				
	1年目	2 "	3 "	4 "	5 "	1年目	2 "	3 "	4 "	5 "
1) P—(0+0+0+0+0)	0.59	0.53	0.56	0.58	0.53	0.28	0.32	0.41	0.32	0.29
2) P—(30+0+0+0+0)	0.73	0.97	1.02	0.80	0.66	0.35	0.33	0.47	0.29	0.31
3) P—(10+10+10+10+10)	0.70	1.02	1.14	0.84	0.75	0.30	0.33	0.51	0.38	0.39
4) P—(50+0+0+0+0)	0.66	1.00	1.41	1.15	0.72	0.29	0.32	0.49	0.29	0.33
5) P—(50+10+10+10+10)	0.66	1.07	1.54	1.07	0.69	0.29	0.33	0.54	0.42	0.36
6) P—(50+20+20+20+20)	0.66	1.30	1.57	0.97	0.81	0.29	0.34	0.51	0.32	0.39
7) P—(90+0+0+0+0)	0.79	1.04	1.30	1.04	0.66	0.31	0.34	0.50	0.33	0.39
8) P—(130+0+0+0+0)	0.65	1.18	1.47	1.20	0.74	0.30	0.34	0.47	0.40	0.36
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	—	1.14	1.22	0.95	0.52	—	0.27	0.44	0.33	0.23
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	—	0.89	0.85	0.93	0.65	—	0.29	0.42	0.28	0.36

率は、磷酸施用量の増加にともなって各刈取り時とも明瞭に高まった（刈取り別成績省略）。また、磷酸追肥区における体内濃度の増大は著しく、このことは追肥量の差でも明らかである。磷酸基肥10kg施用の3)区と50kg施用の5)区に対して、2年目以降10kgの追肥を行なった結果、3年目以降では全く同様の含量を示した。なお、磷酸の吸収状況に対する他成分の関係は2～4年目に石灰が、3、4年目には窒素が増大の傾向を示したにすぎず、全般的には磷酸濃度の変化にともなう影響は1試験同様に顕著には認められなかった。

8) 成分奪取量ならびに成分の収支

5年間における各成分の奪取量、および成分の収支を第51、52表に示した。これによれば、成分の奪取量は磷酸増施により窒素、磷酸、加里、石灰、苦土などいづれも増大している。特に、磷酸追肥区においては風乾物重の増大とともに著しい。

一方、成分の収支は、窒素については、磷酸50kg以上の区で奪取量が超過しているが、これはマメ科牧草による吸収利用の結果と考えられる。加里は、磷酸施用区でいづれも施用量を上まわって奪取されており、土壌中の加里が吸収された結果を示している。なお、磷酸については無磷酸区を除き蓄積された数値となった。

第51表 各区牧草の成分奪取量（5年間）

kg/10a

試 験 区	N						P ₂ O ₅					
	1年目	2 "	3 "	4 "	5 "	計	1年目	2 "	3 "	4 "	5 "	計
1) P—(0+0+0+0+0)	17.6	15.7	26.6	18.0	18.6	96.5	2.7	2.2	3.8	2.7	2.5	13.9
2) P—(30+0+0+0+0)	25.1	27.3	34.3	27.5	22.1	136.3	4.2	5.1	6.9	4.9	3.6	24.7
3) P—(10+10+10+10+10)	23.8	29.8	40.3	37.6	30.1	161.6	4.0	6.6	10.9	8.4	7.5	37.4
4) P—(50+0+0+0+0)	24.2	30.1	38.9	33.5	27.1	153.8	5.1	6.2	9.5	6.5	5.1	32.4
5) P—(50+10+10+10+10)	24.5	32.5	44.2	33.1	32.1	166.4	5.4	8.1	10.8	8.4	7.7	40.4
5) P—(50+20+20+20+20)	23.0	33.2	45.6	41.7	32.7	176.2	4.8	9.2	14.2	11.0	9.3	48.5
7) P—(90+0+0+0+0)	25.5	32.1	46.4	40.2	29.4	173.6	6.8	7.9	11.3	8.6	6.2	40.8
8) P—(130+0+0+0+0)	25.2	32.3	44.4	40.7	29.8	172.4	6.4	7.7	12.3	8.8	6.4	41.6
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	26.6	33.5	44.9	41.6	38.9	185.5	—	7.6	11.1	8.5	6.3	—
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	26.1	34.5	46.9	44.9	39.7	192.1	—	8.6	12.8	9.3	7.3	—

試 験 区	K ₂ O						CaO					
	1年 目	2 "	3 "	4 "	5 "	計	1年 目	2 "	3 "	4 "	5 "	計
1) P—(0+0+0+0+0)	17.8	20.9	38.6	31.7	29.4	138.4	2.9	2.3	4.0	3.5	3.5	16.2
2) P—(30+0+0+0+0)	19.7	34.0	52.0	41.7	37.6	185.0	4.1	6.6	9.7	6.7	5.3	32.4
3) P—(10+10+10+10+10)	18.7	36.6	58.5	60.6	39.6	214.0	3.9	7.7	12.4	9.3	7.7	41.0
4) P—(50+0+0+0+0)	20.3	38.6	56.2	53.4	42.1	210.6	4.1	6.4	14.2	11.3	6.5	42.5
5) P—(50+10+10+10+10)	21.5	39.4	56.5	55.6	42.1	215.1	4.6	8.6	17.1	11.6	7.0	48.9
6) P—(50+20+20+20+20)	19.2	40.7	62.5	58.3	47.2	227.9	3.9	10.3	18.5	11.6	8.5	52.8
7) P—(90+0+0+0+0)	22.6	38.2	60.4	58.5	40.0	219.7	5.3	8.2	14.5	11.6	6.5	46.1
8) P—(130+0+0+0+0)	21.9	38.8	60.6	57.1	41.0	219.4	3.9	9.3	17.0	13.1	7.8	51.1
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	—	44.3	71.1	72.5	67.6	—	—	9.0	13.6	11.1	6.1	—
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	—	46.7	79.0	74.8	70.0	—	—	7.6	10.2	11.3	8.4	—

試 験 区	MgO					
	1年 目	2 "	3 "	4 "	5 "	計
1) P—(0+0+0+0+0)	1.2	1.5	2.8	1.9	1.9	9.3
2) P—(30+0+0+0+0)	1.7	2.3	4.3	2.6	2.4	13.3
3) P—(10+10+10+10+10)	1.6	2.5	5.6	4.3	3.9	17.9
4) P—(50+0+0+0+0)	1.7	2.4	4.8	2.8	3.1	14.8
5) P—(50+10+10+10+10)	1.8	2.7	6.0	4.7	3.7	18.9
6) P—(50+20+20+20+20)	1.6	2.7	5.9	3.7	4.0	17.9
7) P—(90+0+0+0+0)	2.1	2.8	5.5	3.7	3.9	18.0
8) P—(130+0+0+0+0)	2.1	2.8	5.4	4.2	3.6	18.1
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	—	2.3	4.8	3.9	3.1	—
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	—	2.6	5.1	3.2	4.5	—

第52表 5年間の成分の収支

kg/10a

試 験 区	施肥量 + 奪取量 - (5年間合計)	各成分5年間の収支			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1) P—(0+0+0+0+0)	+	139.0	0.0	172.0	36.0
	-	96.5	13.9	138.4	9.3
収 支		+ 42.5	- 13.9	+ 33.6	+ 26.7
2) P—(30+0+0+0+0)	+	139.0	30.0	172.0	36.0
	-	136.3	24.7	185.0	13.3
収 支		+ 2.7	+ 5.3	- 13.0	+ 22.7
3) P—(10+10+10+10+10)	+	139.0	50.0	172.0	36.0
	-	161.6	37.4	214.0	17.9
収 支		- 22.6	+ 12.6	- 42.0	+ 18.1
4) P—(50+0+0+0+0)	+	139.0	50.0	172.0	36.0
	-	153.8	32.4	210.6	14.8
収 支		- 14.8	+ 17.6	- 28.6	+ 21.2
5) P—(50+10+10+10+10)	+	139.0	90.0	172.0	36.0
	-	166.4	40.4	215.1	18.9
収 支		- 27.4	+ 49.6	- 43.1	+ 17.1
6) P—(50+20+20+20+20)	+	139.0	130.0	172.0	36.0
	-	176.2	48.5	227.9	17.9
収 支		- 37.2	+ 81.5	- 55.9	+ 18.1
7) P—(90+0+0+0+0)	+	139.0	90.0	172.0	36.0
	-	173.6	40.8	219.7	18.0
収 支		- 34.6	+ 49.2	- 47.7	+ 18.0
8) P—(130+0+0+0+0)	+	139.0	130.0	172.0	36.0
	-	172.4	41.6	219.4	18.1
収 支		- 33.4	+ 88.4	- 47.4	+ 17.9

9) 磷酸の吸収状況

施用した磷酸肥料の各区における吸収程度を見るために、吸収割合を算出し、比較したのが第53表である。すなわち、総施用量に対して5年間に牧草が吸収した磷酸は、特に追肥区で数値が高くよく牧草に利用されていることがわかる。

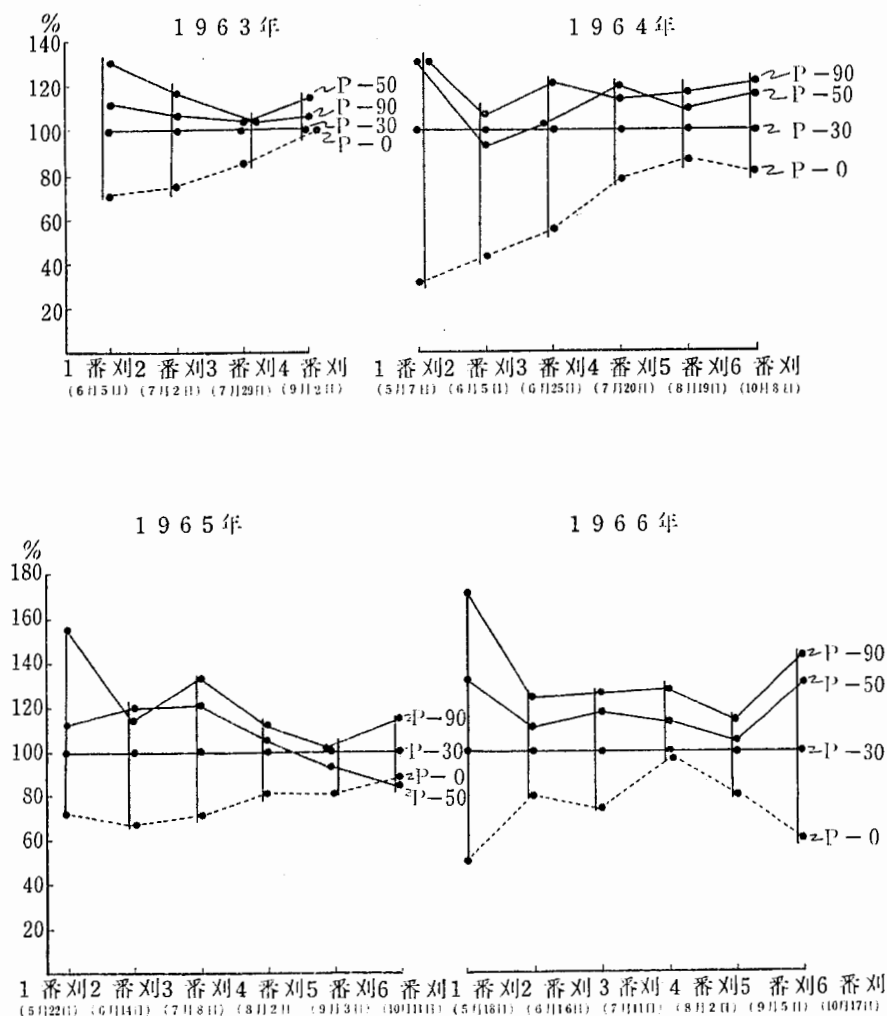
第53表 5年間の P_2O_5 の吸収状況

kg/10a

試 験 区	1963年～1967年		
	施 用 量	吸 収 量	$\frac{\text{吸収量(5年間)}}{\text{施用量(5年間)}} \times 100$
2) P-(30+0+0+0+0)	30	24.7	82.3
3) P-(10+10+10+10+10)	50	37.4	74.8
4) P-(50+0+0+0+0)	50	32.4	60.5
5) P-(50+10+10+10+10)	90	40.4	44.9
6) P-(50+20+20+20+20)	130	48.5	37.3
7) P-(90+0+0+0+0)	90	40.8	45.3
8) P-(130+0+0+0+0)	130	41.6	32.0

10) 磷酸施用効果の季節的变化

第25、26図に磷酸基肥区、追肥区の効果の季節的变化を示した。これによれば、磷酸施用の



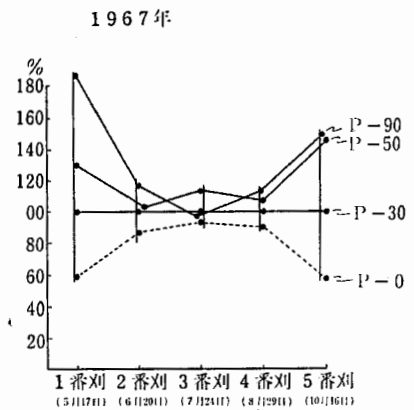
第25図 磷酸基肥施用の季節的效果 (風乾物収量指数)

効果は早春1番刈にもっとも大きく認められる。次いで、2、3番刈時に現われることもあり、また最終刈の秋期に現われることも多い。しかし、全般に夏期には効果は小さい。

11) 跡地土壌の調査成績

1967年11月に、5年間の刈取りを実施した跡地土壌について、調査ならびに土壌を採取し分析を行なった。その結果は次のとおりである。

なお、各区における5年間の施肥量および牧草の収量を第54表に示す。



第54表 5年間の施肥量、収量の一覧

試 験 区	5年間の施肥量 $kg/10a$					5年間の風乾物収量 ($kg/10a$)	収 量 指 数
	N(尿素)	P_2O_5 (過石)	K_2O (塩加)	MgO (硫マグ)	CaO (炭カル)		
1) P-(0+0+0+0+0)	139	0	172	36	117	3,070	61
2) P-(30+0+0+0+0)	〃	30	〃	〃	〃	4,129	83
3) P-(10+10+10+10+10)	〃	50	〃	〃	〃	4,970	100
4) P-(50+0+0+0+0)	〃	50	〃	〃	〃	4,649	93
5) P-(50+10+10+10+10)	〃	90	〃	〃	〃	5,245	105
6) P-(50+20+20+20+20)	〃	130	〃	〃	〃	5,285	106
7) P-(90+0+0+0+0)	〃	90	〃	〃	〃	5,190	104
8) P-(130+0+0+0+0)	〃	130	〃	〃	〃	5,139	103
9) P-(90+0+0+0+0)NK増	208.5	90	258	〃	〃	5,406	109
10) P-(130+0+0+0+0)NK増	〃	130	〃	〃	〃	5,721	115

土壌硬度——

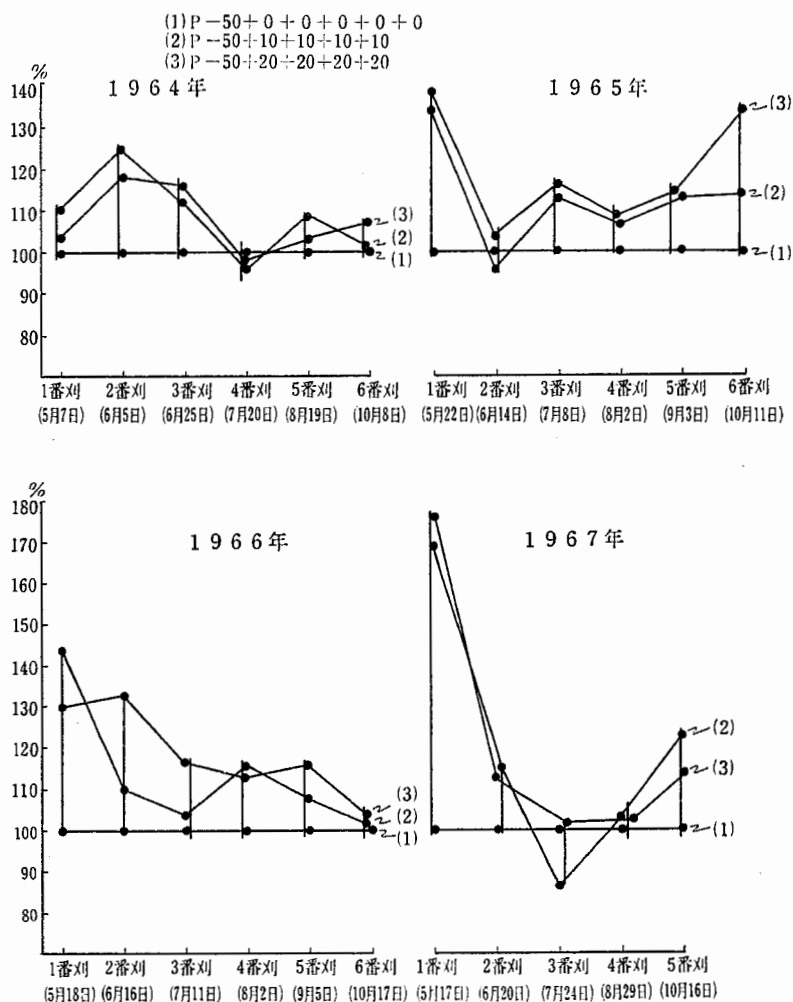
0~5cmの上層では、磷酸多量(90kg以上施用)区が低い傾向を示した。断面調査結果より根系の発達程度は明瞭に無磷酸区が少なく、特に9)10)区が多かった。また、触感でも多収区ほど土壌は膨軟状態で、低収土壌では他区に比較して緻密な状態であった。

3相の分布および孔隙率——

3相の分布割合および孔隙率は第55表のとおりで、磷酸施用区は各深度を通じて固相、水相が減少し、気相が増大する傾向を示し土層(0~10cm)において特に顕著に認められた。若干の乱れはあるが、磷酸多施区、多収区ほどその傾向がみられた。一方、孔隙率は各深度を通じ

第55表 3相の分析および孔隙率

試 験 区	深度 0~10cm				10~20 ^{cm}				20~30 ^{cm}			
	固相 %	水相 %	気相 %	孔隙 %	固相 %	水相 %	気相 %	孔隙 %	固相 %	水相 %	気相 %	孔隙 %
1) P-(0+0+0+0+0)	39.6	47.2	13.2	60.4	38.7	46.8	14.5	61.3	31.1	47.4	21.5	68.9
2) P-(30+0+0+0+0)	37.4	45.1	17.5	62.6	32.8	47.4	19.8	67.2	30.2	47.5	22.3	69.8
3) P-(10+10+10+10+10)	37.3	45.5	17.2	62.7	37.6	49.9	12.5	62.4	29.6	47.9	22.5	70.4
4) P-(50+0+0+0+0)	40.8	46.2	13.0	59.2	36.8	51.0	12.2	63.2	29.6	46.7	23.7	70.4
5) P-(50+10+10+10+10)	37.1	45.5	17.4	62.9	37.9	44.8	17.3	62.1	29.7	46.7	23.6	70.3
6) P-(50+20+20+20+20)	34.5	43.8	21.7	65.5	32.4	51.3	16.3	67.6	28.6	47.8	24.0	71.4
7) P-(90+0+0+0+0)	36.6	42.4	21.0	63.4	39.4	45.1	15.5	60.6	27.6	43.9	28.5	72.4
8) P-(130+0+0+0+0)	39.0	47.2	13.8	61.0	31.4	49.8	18.8	68.6	27.4	48.5	24.1	72.6
9) P-(90+0+0+0+0)NK増	32.6	44.2	23.2	67.4	39.3	46.3	14.4	60.7	30.6	46.9	22.5	69.4
10) P-(130+0+0+0+0)NK増	36.1	41.5	22.4	63.9	32.4	44.4	23.2	67.6	30.0	46.4	23.6	70.0



第26図 燐酸追肥施用の季節的効果（風乾物収量指数）

て増大の傾向が認められ、やはり上層でその傾向が大きい。

容積重（仮比重）最大容水量、圃場容水量、水中沈定容積——

第56表のように、容積重（仮比重）は上部下部ともに4）区以上が明らかに小さくなっている。最大容水量は、逆に各深度を通じてともに明瞭に高まった。圃場容水量は、下部では乱れ一定の傾向は認められないが、上部では低下の傾向が認められた。

水中沈定容積は、上部、下部ともに大きくなっており、特に上部で、より明瞭にそれが認め

第56表 容積重（仮比重）、最大容水量、圃場容水量、水中沈定容積

試 験 区	容 積 重		最大容水量 %		圃場容水量 %		水中沈定容積 cc	
	0~8 cm	8~15 cm	0~8 cm	8~15 cm	0~8 cm	8~15 cm	0~8 cm	8~15 cm
1) P-(0+0+0+0+0)	76.9	78.2	81.7	85.2	49.0	42.5	58.4	60.9
2) P-(30+0+0+0+0)	78.9	78.7	84.1	89.4	47.5	39.8	61.5	61.0
3) P-(10+10+10+10+10)	77.7	79.0	86.6	90.7	46.5	41.3	62.4	60.1
4) P-(50+0+0+0+0)	74.0	76.2	87.7	89.3	46.7	39.3	62.1	62.9
5) P-(50+10+10+10+10)	75.8	73.6	86.4	89.1	45.3	41.3	62.2	62.7
6) P-(50+20+20+20+20)	76.2	77.1	89.3	90.0	46.3	42.6	60.2	62.7
7) P-(90+0+0+0+0)	75.5	78.0	87.8	88.2	50.1	45.5	61.2	61.2
8) P-(130+0+0+0+0)	75.7	75.7	86.4	91.0	47.7	43.0	62.1	63.0
9) P-(90+0+0+0+0) NK増	75.1	77.9	89.1	89.4	45.7	43.3	62.2	63.0
10) P-(130+0+0+0+0) NK増	76.0	76.0	86.3	90.1	45.0	40.3	63.0	61.7

られた。以上は、一応無磷酸区を基準として比較したものである。

化学的性質——

一般の化学的性質を第57、58表に示した。

PH：各區別、深度別にほとんど差は認められない。

Y₁：Y₁は9) 10) 区が他区に比し、明らかに高くなっていることが認められる。ただし、8～15cmの下部では必ずしも明瞭ではない。

全C：無磷酸区に比し上部、下部ともに明らかに増加しており、特に上部10) 区の増加が著しい。

全N：明らかな変化は認められないが、一般的にわずかな増加傾向が見られる。特に10) 区の増加がやはり著しいが目立つ。しかし、8～15cmの下部では、ほとんど変化は認められない。

炭素率：全Cと同様に上部、下部ともに増大の傾向が認められる。

塩基置換容量：磷酸施用により、明らかに上部下部ともに増大が認められ、特に上部で増大が著しい。なお、磷酸施用量に比例して増大の傾向となった。これらのことは、下部では上部ほど明らかではない。

置換性塩基：この試験では、磷酸以外の成分は試験の遂行上支障のないように考慮し、過不足にならないよう追肥管理を行ってきたので各区間に大きな差異は認められない。ただ、全般に5年の間に石灰含量が著しく減少している。これは、収支のバランスから考えても5年間の試験経過の中に相当量の溶脱が行われたものと考えられる。特に、0～8cmの上部の含量低下が目立っており、無磷酸区を除くと、9) 10) の窒素加里増施肥区が他区に比し、上部、下部ともにもっとも低含量を示す。苦土、加里、ナトリウムについては各区とも差がないが、ただ加里含量は上部に多くやはり9) 10) 区が上部下部ともに明らかに多くなっている。

磷酸吸収係数：全区を通じて上部下部ともに磷酸施用による変化は認められない。

有効態磷酸：トルオーグ法による有効態磷酸は、上部では磷酸施用により含量が増加し、特に磷酸追肥区で著しく認められる。ただし、下部では上部ほど明らかでない。

第57表 一般化学的性質—その1—

(風乾細土中)

試験区	深度0~8cm		Y ₁	全C %	全N %	炭素率	置換基容量 me	置換性塩基 mg/100g				磷酸係数	有効態磷酸
	pH							CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		
	H ₂ O	KCl											
1) P—(0+ 0+ 0+ 0+ 0)	5.3	4.3	2.8	9.14	0.55	16.6	25.2	124	24	27	7	2,250	1.2
2) P—(30+ 0+ 0+ 0+ 0)	5.3	4.3	1.9	9.49	0.55	17.3	26.6	167	27	25	8	2,120	2.8
3) P—(10+10+10+10+10)	5.3	4.3	1.7	9.67	0.57	17.0	27.5	183	25	18	8	2,260	3.2
4) P—(50+ 0+ 0+ 0+ 0)	5.3	4.4	2.4	9.31	0.59	16.3	26.8	165	32	30	8	2,130	2.8
5) P—(50+10+10+10+10)	5.2	4.3	2.6	10.14	0.55	18.4	27.8	153	26	19	8	2,290	10.0
6) P—(50+20+20+20+20)	5.2	4.2	2.7	9.49	0.55	17.3	28.8	206	35	11	8	2,040	14.4
7) P—(90+ 0+ 0+ 0+ 0)	5.2	4.3	2.9	9.90	0.57	17.4	27.4	159	43	16	8	2,100	6.8
8) P—(130+0+ 0+ 0+ 0)	5.3	4.4	2.1	9.43	0.57	16.6	29.2	229	51	12	9	2,190	5.3
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	5.2	4.2	4.2	9.43	0.57	16.6	28.7	120	36	34	8	2,270	5.6
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	5.2	4.2	4.3	11.02	0.63	17.5	30.3	142	30	34	7	2,050	11.2

第58表 一般化学的性質—その2—

(風乾細土中)

試験区	深度8~15cm		Y ₁	全C %	全N %	炭素率	置換基 容量me	置換性塩基 mg/100g				磷酸係数	有態 磷酸
	H ₂ O	KCl						CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		
1) P—(0+0+0+0)	5.4	4.5	1.0	8.84	0.53	16.8	25.7	221	38	22	7	2,200	1.2
2) P—(30+0+0+0)	5.6	4.7	0.8	8.93	0.53	16.7	26.7	299	37	20	7	2,100	1.8
3) P—(10+10+10+10)	5.7	4.7	1.0	9.78	0.54	18.1	26.8	284	32	13	8	2,220	1.6
4) P—(50+0+0+0)	5.7	4.7	0.8	9.37	0.54	17.4	27.1	308	30	18	8	2,170	1.4
5) P—(50+10+10+10)	5.5	4.7	0.9	8.93	0.51	17.7	26.2	268	28	7	8	2,280	1.6
6) P—(50+20+20+20)	5.3	4.5	1.0	9.19	0.50	18.6	27.2	269	21	6	8	2,060	2.2
7) P—(90+0+0+0)	5.5	4.6	0.8	9.63	0.53	18.4	27.2	297	26	7	8	2,190	2.2
8) P—(130+0+0+0)	5.7	4.9	0.8	9.72	0.53	18.6	28.6	383	32	8	9	2,040	2.0
9) P—(90+0+0+0)NK増	5.4	4.5	1.0	8.96	0.52	17.2	27.8	248	30	28	7	2,280	1.2
10) P—(130+0+0+0)NK増	5.5	4.5	1.5	9.64	0.55	17.6	27.6	213	36	24	7	2,240	3.0

窒素肥沃度の検討—

磷酸施用が収量および養分吸収におよぼす影響と同時に、跡地の窒素肥沃度にあつた影響を調査した。全Nについては、前に述べたように上部において僅少なう増加の傾向がみられたが同土壌について無機態窒素(生土について)、乾土効果、保温効果などを測定した。無機態窒素については第59表に示すようにほとんど区間の差は判明しなかつた。

第59表 無機態窒素(mg/乾土100g)………生土について測定

試験区	深 度 0~8cm			8 ~ 15 ^{cm}		
	NH ₃ -N	NO ₃ -N	計	NH ₃ -N	NO ₃ -N	計
1) P—(0+0+0+0)	0.46	0.36	0.82	0.56	0.30	0.86
2) P—(30+0+0+0)	0.62	0.16	0.78	0.57	0.20	0.77
3) P—(10+10+10+10)	0.49	0.23	0.72	0.72	0.24	0.96
4) P—(50+0+0+0)	0.71	0.24	0.95	0.45	0.24	0.69
5) P—(50+10+10+10)	0.55	0.21	0.76	0.27	0.23	0.60
6) P—(50+20+20+20)	0.58	0.18	0.76	0.46	0.20	0.66
7) P—(90+0+0+0)	0.43	0.27	0.70	0.28	0.20	0.48
8) P—(130+0+0+0)	0.76	0.25	1.01	0.56	0.27	0.83
9) P—(90+0+0+0)NK増	0.62	0.25	0.87	0.65	0.34	0.99
10) P—(130+0+0+0)NK増	0.72	0.21	0.93	0.49	0.32	0.81

第60表 畑状態に4週間保温した土壌のNH₃-NとNO₃-Nの含量

(保温温度27°C) —その1—

(Nmg/乾土100g)

試験区	深 度 0~8cm			風 乾 土 使 用		
	生 土 使 用	生 土 使 用	計	NH ₃ -N	NO ₃ -N	計
1) P—(0+0+0+0)	0.85	7.10	7.95	0.85	15.60	16.45
2) P—(30+0+0+0)	1.18	6.42	7.60	1.06	12.90	13.96
3) P—(10+10+10+10)	1.38	7.96	9.34	1.20	13.50	14.70
4) P—(50+0+0+0)	1.42	8.72	10.14	0.83	17.00	17.83
5) P—(50+10+10+10)	1.58	7.73	9.31	0.85	15.10	15.95
6) P—(50+20+20+20)	1.07	7.93	9.00	1.19	13.20	14.39
7) P—(90+0+0+0)	1.22	7.60	8.82	1.80	13.70	15.50
8) P—(130+0+0+0)	1.44	8.47	9.91	0.72	18.30	19.02
9) P—(90+0+0+0)NK増	1.07	7.76	8.83	0.83	12.40	13.23
10) P—(130+0+0+0)NK増	1.08	10.47	11.55	0.81	17.70	18.51

乾土効果および保温効果：生土および風乾土試料をとり、畑土壌の水分に調整して27°Cに4週間保温したときの無機態窒素含量を第60、61表に示した。

第61表 畑状態に4週間保温した土壌のNH₃-NとNO₃-Nの含量
(保温温度27°C) —その2— (Nmg/乾土100g)

試験区	生 土 使 用			風 乾 土 使 用		
	NH ₃ -N	NO ₃ -N	計	NH ₃ -N	NO ₃ -N	計
1) P—(0+0+0+0+0)	1.27	4.77	6.04	0.69	14.00	14.69
2) P—(30+0+0+0+0)	1.52	4.25	5.77	1.05	13.90	14.95
3) P—(10+10+10+10+10)	1.32	5.27	6.59	0.84	13.40	14.24
4) P—(50+0+0+0+0)	1.56	3.77	5.33	1.32	15.10	16.42
5) P—(50+10+10+10+10)	1.36	5.38	6.74	1.07	16.10	17.17
6) P—(50+20+20+20+20)	1.40	4.30	5.70	0.85	13.40	14.25
7) P—(90+0+0+0+0)	1.97	5.24	7.21	1.11	16.80	17.91
8) P—(130+0+0+0+0)	1.06	7.01	8.07	0.88	18.30	19.18
9) P—(90+0+0+0+0)NK増	1.12	4.49	5.61	0.74	16.20	16.94
10) P—(130+0+0+0+0)NK増	1.80	6.07	7.87	0.72	16.50	17.22

第59表と第60、61表より、風乾することによって無機化した窒素量(乾土効果)と生土を保温することによって無機化した窒素量(保温効果)を計算して第62表に示した。

第62表 乾土効果および保温効果により無機化した有機態窒素
Nmg/乾土100g

試 験 区	0 ~ 8 cm		8 ~ 15 cm	
	乾 土 効 果	保 温 効 果	乾 土 効 果	保 温 効 果
1) P—(0+0+0+0+0)	8.50	7.13	8.65	5.18
2) P—(30+0+0+0+0)	6.36	6.82	9.18	5.00
3) P—(10+10+10+10+10)	5.36	8.62	7.65	5.63
4) P—(50+0+0+0+0)	7.69	9.19	11.09	4.64
5) P—(50+10+10+10+10)	6.64	8.55	10.43	6.14
6) P—(50+20+20+20+20)	5.39	8.24	8.55	5.04
7) P—(90+0+0+0+0)	3.95	8.12	10.70	6.73
8) P—(130+0+0+0+0)	9.11	8.90	11.11	7.24
9) P—(90+0+0+0+0) N・K増	4.40	7.96	11.33	4.62
10) P—(130+0+0+0+0) N・K増	9.69	10.62	10.35	7.06

乾土効果は、0~8cm間土壌では4~9mgと区間の差が大きく一定の傾向は認められないが、下部では全般的に磷酸施用区の方が大きい傾向を示した。これに対して、保温効果は下部では若干の乱れはあるものの全般に増加しており、特に上部(0~8cm)では7mg台から10mg台に増加し、中でも10)区が最高収量に比例して増加しているのが注目された。

型態別P₂O₅含量——

上部土壌における型態別のP₂O₅含量を第63表に示した。これによれば、磷酸の施用により、Fe態Ca態では不明瞭な値が示されているがAl態—P₂O₅は磷酸施用量の多い区ほど含量の増加が認められる。このことは、Al態—P₂O₅が磷酸肥料の施用量ともっとも相関が高いことを指摘した山本ら⁶⁾の実験と同様の傾向であった。なお、試験地の隣接土壌の含量は55~58mgであ

った。

第63表 型態別P₂P₅含量 (0~8 cm)

試 験 区	Al — 態 P ₂ O ₅	Fe — 態 P ₂ O ₅	Ca — 態 P ₂ O ₅	Al, Fe, Ca態計 P ₂ O ₅	可溶性(0.1NHCl 全P ₂ O ₅ (0.5NH ₄ OH可溶)
1) P—(0+0+0+0+0)	87.5	23.5	4.4	115.4	185.0
2) P—(30+0+0+0+0)	93.8	20.5	14.7	129.0	197.0
3) P—(10+10+10+10+10)	106.3	20.9	8.4	135.6	220.0
4) P—(50+0+0+0+0)	115.6	24.9	4.4	144.9	200.0
5) P—(50+10+10+10+10)	103.1	25.3	4.7	133.1	260.0
6) P—(50+20+20+20+20)	233.1	40.7	18.7	292.5	415.0
7) P—(90+0+0+0+0)	134.4	26.4	4.0	164.8	253.0
8) P—(130+0+0+0+0)	166.9	30.8	8.0	205.7	280.0
9) P—(90+0+0+0+0) N・K増	187.5	36.3	8.7	232.5	303.0
10) P—(130+0+0+0+0) N・K増	268.8	45.1	13.3	327.2	373.0

3 追肥用量および種類別追肥効果 (1965年~1966年)

(1) 試験方法

試験場所 岩手郡滝沢村砂込、県農試圃場
 試験地の土壌 2試験に同じ
 試験規模 1区10m² 2連
 供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバー、ペレニアルライグラスの
 混播

1964年春、前記3草種を混播し(基肥P₂O₅50kg施用)、同年は均一栽培し翌年より試験を実施した。

試験区名、施肥量 第64表参照

第64表 試験区名・施肥量

kg/10a

試 験 区	N (尿 素)	P ₂ O ₅		K ₂ O (塩加)
	追 肥 (1965~ 66年)	基 (1964年)	追 肥 (1965年)	追 肥 (1965~ 66年)
1) P—0	6×n	50	0	8×n
2) P—10 (過 石)	〃	〃	10	〃
3) P—20 (過 石)	〃	〃	20	〃
4) 〃 N・K増	9×n	〃	20	12×n
5) P—40 (過 石)	6×n	〃	40	8×n
6) 〃 N・K増	9×n	〃	40	12×n
7) P—20 (熔 燐)	6×n	〃	20	8×n
8) 〃 (トリポリP)	〃	〃	20	〃

注) 燐酸追肥は1965年早春1回のみで、翌1966年は残効。その他刈取り、追肥法は前試験の場合と同様。

(2) 試験結果および考察

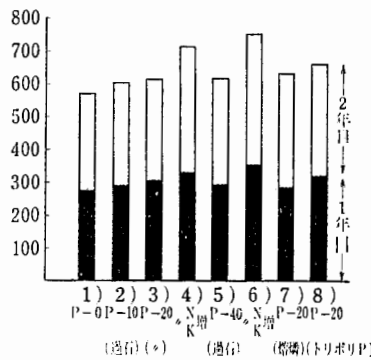
1) 収 量

第65表に各区の風乾物収量成績を示した。これによれば、過石の収量におよぼす追肥量の差は、追肥当年および残効ともほとんど認められない。熔燐区は、追肥当年では特に早春の生育

不良で過石区に比し若干劣るが、翌年の残効はむしろ良好に経過した。これに対し、トリポリ
 磷酸施用区は兩年とも比較的良好であった。また、全区を通じてもっとも効果の認められたの
 は磷酸の増施量に関係なく窒素・加里の増施区であった。もちろん、磷酸無追肥区は兩年とも
 10%の減収を示した。

第65表 刈取り時期別風乾物収量指数の推移

試 験 区	1965年							1966年							2ヶ年 合 計
	1番刈	2〃	3〃	4〃	5〃	6〃	計	1番刈	2〃	3〃	4〃	5〃	6〃	計	
1) P-0	79	106	87	94	92	102	91	73	94	103	97	95	95	89	90
2) P-10 (過石)	94	118	91	105	96	104	100	82	98	113	109	107	90	96	98
3) P-20 (過石)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4) " N・K増	107	124	101	98	101	108	106	129	103	113	105	115	108	115	111
5) P-40 (過石)	94	112	99	105	94	102	100	109	101	115	97	101	97	104	102
6) " N・K増	110	137	93	107	101	104	108	133	91	107	116	117	120	115	112
7) P-20 (熔 磷)	83	110	89	97	103	112	97	106	100	111	123	108	96	106	102
8) " (トリポリP)	92	126	99	107	95	107	102	106	93	122	121	112	104	107	105



第27図 年次別粗蛋白質収量kg/10a

粗蛋白質収量——第27図に示すとおり、窒素・加里増施区
 がもっとも高い他は、磷酸の用量による差は、ほとん
 どない。むしろ、磷酸肥料の種類別により、風乾物収
 量に比例して、過石区に比しトリポリ磷酸、熔磷区が
 やや増大した。

2) 草種の構成

磷酸肥料の施用によるマメ科率の変化は、ほとんど認
 められなかった。すなわち、各区とも1年目は25~30%
 2年目は20%程度でわずかに窒素・加里増施区で減少の
 傾向が認められたにすぎない。

3) 牧草の成分含有率

第66表に刈取り時期別磷酸含有率を、第28図に年間通算三要素含有率を示した。これによれ
 ば、磷酸（過石）施用量の増加により牧草体内の磷酸含有率は、各刈取り時とも明らかに増大
 する。そして、2年目の残効でもその差は小さいが、同様の傾向が認められる。しかし、窒
 素・加里含有率の変化は判然としない。過石、熔磷、トリポリ磷酸の比較では、トリポリ磷酸

第66表 刈取り時期別P₂O₅含有率（乾物）

試 験 区	1965年						1966年					
	1番刈	2〃	3〃	4〃	5〃	6〃	1番刈	2〃	3〃	4〃	5〃	6〃
1) P-0	0.75	0.83	0.66	0.77	0.83	0.58	0.52	0.55	0.61	0.69	0.64	0.61
2) P-10 (過石)	1.22	0.98	0.73	0.81	0.87	0.73	0.53	0.62	0.64	0.71	0.72	0.65
3) P-20 (過石)	1.28	0.98	0.96	0.92	0.96	0.79	0.63	0.66	0.66	0.80	0.68	0.67
4) " N・K増	1.09	0.94	1.10	0.92	0.91	0.81	0.61	0.70	0.66	0.84	0.76	0.73
5) P-40 (過石)	1.15	1.20	1.28	1.13	0.96	0.96	0.65	0.74	0.80	0.83	0.90	0.74
6) " N・K増	1.20	1.09	1.28	1.04	1.00	0.96	0.77	0.79	0.78	0.80	0.81	0.76
7) P-20 (熔 磷)	0.77	0.86	0.95	0.91	0.90	0.84	0.65	0.69	0.76	0.80	0.78	0.73
8) " (トリポリP)	1.02	1.03	1.11	0.91	0.94	0.88	0.61	0.68	0.72	0.81	0.79	0.66

は1、2年ともほぼ過石と同じ傾向を示した。

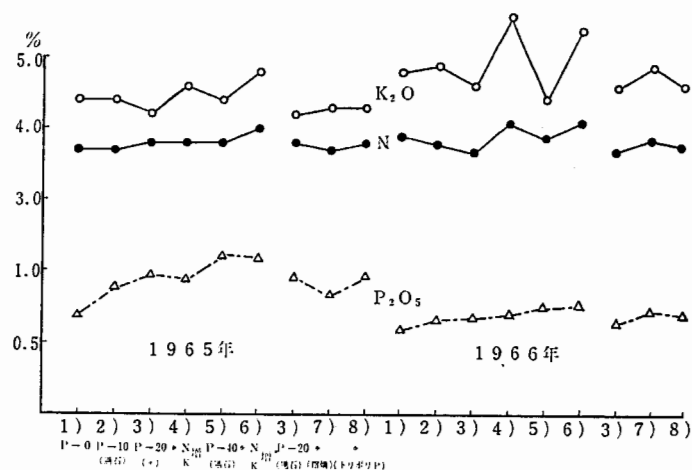
一方、熔磷区は風乾物収量の推移とほぼ比例して変化を示し、特に1年目の1、2番刈りには、低下が認められた。しかし、2年目には過石、トリポリ磷酸に比し増大の傾向を示したことが特徴的である。なお、窒素、加里含有率においても同様の傾向を示した（第28図参照）。

また、磷酸20kgおよび40kg水準に窒素、加里を増施すると窒素、加里含有率はもちろん増大するが、磷酸含有率の変化は判然としなかった。

第67表 成分奪取量

kg/10a

試 験 区	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	1965年	1966年	計	1965年	1966年	計	1965年	1966年	計
1) P-0	41.6	47.2	88.8	8.4	7.2	15.6	50.1	58.3	108.4
2) P-10 (過 石)	44.4	49.7	94.1	11.4	8.3	19.7	54.5	64.9	119.4
3) P-20 (過 石)	46.6	49.3	95.9	12.6	9.3	21.9	51.2	62.8	114.0
4) " N・K増	50.2	61.1	111.3	12.9	10.7	23.6	60.8	88.9	149.7
5) P-40 (過 石)	46.3	52.5	98.8	13.9	10.6	24.5	54.1	61.4	115.5
6) " N・K増	52.8	63.7	116.5	14.7	12.4	27.1	64.2	85.3	149.5
7) P-20 (熔 磷)	43.5	54.5	98.0	10.2	10.3	20.5	51.2	67.3	118.5
8) " (トリポリP)	48.3	54.5	102.8	12.6	10.3	22.9	55.5	67.2	122.7



第28図 年間通算三要素含有率（乾物）

4) 成分奪取量

成分奪取量は第67表のとおり、磷酸の増施により磷酸はもちろん、窒素も増大する傾向を示した。過石追肥区に比し熔磷、トリポリ磷酸区では窒素、加里の奪取量が増大する傾向で、特にトリポリ磷酸区の増大が認められる。また、磷酸20kgおよび40kg水準に窒素、加里を増施すると、磷酸成分含有率では変化は認められないが、風乾物収量の増加とあいまって若干磷酸奪取量が増大する結果を示した。

4 小 括

火山灰土壌において、磷酸肥料の基肥用量、施用配分、さらに種類別追肥効果の差異について検討した結果、

1) 基肥に施用した磷酸の持続効果は、5年を経過しても顕著に認められ、多施区ほど増収

の傾向が認められた。

2) 磷酸追肥の効果も明らかに認められ、施肥磷もよく牧草に吸収利用された。しかし、基肥として一定量 ($50\text{kg}/10\text{a}$) を施用した以後の磷酸追肥量の差 ($10\text{kg}\sim 40\text{kg}$) は、ほとんど認められない。

3) 施用配分の収量比は、一般に低水準では配分区がまさるが、 90kg 以上では、ほとんど差が認められない。すなわち、磷酸基肥量の多少により、それ以後の追肥効果の発現も異なる。

4) 磷酸施用量の増加にともない、各刈取り時とも磷酸の含有率は高まる。特に、磷酸追肥区における成分含有率の増大が著しい。

5) 粗蛋白収量は、基肥磷酸の多いほど、および追肥によって増大し、また窒素の増施によって著しく増収となった。

6) トリポリ磷酸は過石、熔磷に比しやや良好な結果を示し、熔磷は、追肥当初は過石に劣るが、しだいに吸収利用されやがて過石にまさった。

7) 磷酸肥効の季節的变化は、基肥追肥ともに早春にもっとも大きく、ついで秋にも現われる。

8) これらの試験結果の適用性は本県の火山灰土壌において、原則的には大差がないと考える。したがって、集約牧野など耕地以外の草地造成にあたっては、地域別土壌別に多少の差はあるが、その増収率、経済性から見て、 $30\sim 50\text{kg}$ の基肥と毎年 $5\sim 10\text{kg}$ の磷酸を早春追肥することによって良好な草生を維持することができる。なお、磷酸の肥効を発揮させるには窒素、加里など他成分の補給も留意しなければならない。

VI 加里肥料の施用方法

牧草栽培によって、土壌中より奪取される成分としては加里がもっとも多い。そして、その施用量いかんによって混播牧草の草種構成をかえ、また急速に収量が低下する例が多く見られる。同時に、牧草栽培中の土壌肥沃度の減退も問題で、その重要性が強く指摘され、その効果に関する試験が各方面で発表されている。本県では、1957年より加里の肥効に関する試験を下記のとおり実施し、検討した

1 用量による効果 (1957年～1961年)

(1) 試験方法

試験場所 岩手郡玉山村松島
試験地の土壌 Vの1試験に同じ
試験規模

本試験は、1区 66m^2 の3区3連で開始したが、下記のように3年目には、K—5.6、K—11.2の両区を半分に区切り、K—8.4、K—15.0の区を設けた (1区 33m^2 3連となる)。すなわち、年次ごとの試験区の構成は次のとおりである。

1958年	1959年	1960年	1961年
K—0	→ K—0	→ K—0	→ K—0
K—5.6	→ K—5.6	→ K—5.6	→ K—5.6
		→ K—8.4	→ K—8.4
K—11.2	→ K—11.2	→ K—11.2	→ K—11.2
		→ K—15.0	→ K—15.0

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバーの混播
 試験区名、施肥量 第68表参照

第68表 試験区名・施肥量

試験区	10 a 当り kg			
	N (硫 安)	P ₂ O ₅ (過石熔燐)		K ₂ O (塩 加)
		基 肥	追 肥	
1) K—0	5.6	30	8	0
2) K—5.6	〃	〃	〃	5.6
3) K—8.4	〃	〃	〃	8.4
4) K—11.2	〃	〃	〃	11.2
5) K—15.0	〃	〃	〃	15.0

註) 追肥方法は前試験の場合と同様、炭カル 340 kgを2回に分けて施用

(2) 試験結果および考察

1) 収 量

刈取り1年目の風乾物収量は、第69表に示すとおりである。すなわち、1番刈では各区とも生育差は判然としなかったが、収量調査の結果では、加里施用区が5%、10%の増収となって認められた。しかし、1番刈以降では各区間に生育差が認められ、無加里区ではラジノクローバーの葉も他区に比し小形でこの時期から明瞭な加里欠乏症が発現した。同表より、2番刈以降加里施用区は、特にラジノクローバーの増収が著しいことがわかる。次に、4年間の各年次別風乾物収量を第70、71表に示した。これらの表から明らかとなり、加里増施の効果が明瞭に現われており、加里の増施にともなって収量が上昇している。2年目以降、生育の著しく不良な無加里区はしだいに消失するのではないかと見られたがその後も風乾物で750 kg程度の生産を維持した。しかし、ラジノクローバーは年を追うごとに激減し、ほとんどオーチャードグラスが主体となった。なお、加里施用による効果の季節的变化は1、2番刈に現われる傾向も見られたが、全般的に季節的影響は認められなかった。

第69表 1年目各刈取り時期の風乾物収量

kg/10 a

試験区	草 種	1 番 刈		2 番 刈		3 番 刈		計	
		収 量	%	収 量	%	収 量	%	収 量	%
1) K—0	オーチャード	268	100	399	100	176	100	843	100
	ラジノ	15	100	44	100	28	100	87	100
	計	283	100	443	100	204	100	930	100
2) K—5.6	オーチャード	280	104	443	111	140	80	863	102
	ラジノ	16	107	67	152	73	261	156	179
	計	296	105	510	115	213	104	1019	110
4) K—11.2	オーチャード	300	112	455	114	156	89	911	108
	ラジノ	14	93	70	159	52	186	136	156
	計	314	111	525	118	208	102	1047	113

第70表 年次別風乾物収量とその合計(1)

kg/10a

試 験 区	1958年		1959年		計	
	収 量	%	収 量	%	収 量	%
1) K-0	930	100	564	100	1,493	100
2) K-5.6	1,019	110	870	154	1,889	127
4) K-11.2	1,047	113	1,015	180	2,062	138

第71表 年次別風乾物収量とその合計(2)

kg/10a

試 験 区	1960年		1961年		計	
	収 量	%	収 量	%	収 量	%
1) K-0	743	100	754	100	1,497	100
2) K-5.6	890	120	1,074	142	1,964	131
3) K-8.4	929	125	1,133	150	2,062	138
4) K-11.2	979	132	1,186	157	2,165	145
5) K-15.0	970	131	1,259	167	2,229	149

2) 草種の構成

各年次のラジノクローバー生草重の全生草重に対する割合は、第72表のとおりで加里増施にともなって明らかに増大している。なお、マメ科率の変化は1年目2番刈以降から認められた。

第72表 年次ごとのマメ科率(年間通算生草重%)

試 験 年 次	試 験 区				
	K-0	K-5.6	K-8.4	K-11.2	K-15.0
1958年	17	27	—	23	—
1959年	17	37	—	37	—
1960年	14	19	21	24	27

3) 成分の吸収状況

加里施用量の差による牧草の成分含有率ならびに成分奪取量を第73~75表に示した。これによれば、加里施用量を増加するにともなって、加里含有率は増大し奪取量も増加する。なお、1年目に生育差の明らかでなかった1番刈時においても、無加里区のオーチャードグラス、ラジノクローバーは、ともに加里施用区に比し含有率の低下が認められる。

第73表 1年目各刈取り時における草種別K₂O含有率(風乾物%)

試 験 区	1 番 刈		2 番 刈		3 番 刈		K ₂ O吸収量 kg/10a
	オーチャード	ラジノ	オーチャード	ラジノ	オーチャード	ラジノ	
1) K-0	1.6	1.0	1.5	1.2	1.1	0.9	15.8
2) K-5.6	2.6	1.7	3.1	2.2	2.4	1.9	27.6
3) K-11.2	3.1	2.2	3.7	3.3	3.3	3.1	35.3

第74表 牧草の各刈取り時における草種別成分含有率(1960年)

	試験区	草種	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
			%	%	%	%	%	%
1 番 刈	1) K—0	オーチャード	3.2	0.70	1.7	0.76	0.42	0.60
		ラジノ	5.3	0.92	1.4	3.11	0.61	0.58
	2) K—5.6	オーチャード	3.1	0.68	2.8	0.47	0.53	0.47
		ラジノ	5.0	0.86	2.7	2.88	0.42	0.30
	3) K—8.4	オーチャード	2.9	0.67	3.4	0.42	0.72	0.37
		ラジノ	4.6	0.94	3.4	2.61	0.66	0.24
	4) K—11.2	オーチャード	2.9	0.58	3.2	0.62	1.01	0.28
		ラジノ	5.6	1.02	3.5	2.45	0.44	0.20
	5) K—15.0	オーチャード	2.7	0.60	4.0	0.38	0.23	0.18
		ラジノ	4.5	0.82	4.1	2.25	0.46	0.18
2 番 刈	1) K—0	オーチャード	3.2	0.84	1.2	0.87	1.08	0.78
		ラジノ	4.2	1.09	1.4	2.55	1.11	0.67
	2) K—5.6	オーチャード	3.4	0.78	2.9	0.72	0.83	0.58
		ラジノ	4.5	1.00	2.4	2.44	0.97	0.40
	3) K—8.4	オーチャード	2.6	0.74	4.6	0.59	0.83	0.09
		ラジノ	4.1	1.08	3.6	2.14	1.24	0.32
	4) K—11.2	オーチャード	3.1	0.74	5.0	0.49	0.52	0.17
		ラジノ	4.3	0.96	4.2	1.81	0.67	0.14
	5) K—15.0	オーチャード	3.3	0.82	4.9	0.68	0.25	0.15
		ラジノ	4.4	0.94	4.4	1.91	0.96	0.18
3 番 刈	1) K—0	オーチャード	2.8	0.64	0.8	0.83	0.83	0.87
		ラジノ	3.8	0.76	0.7	2.29	1.00	0.80
	2) K—5.6	オーチャード	2.6	0.74	3.4	0.61	1.12	0.49
		ラジノ	4.2	0.84	2.2	2.52	1.01	0.47
	3) K—8.4	オーチャード	2.7	0.62	3.8	0.71	0.90	0.22
		ラジノ	3.5	0.70	2.7	2.86	1.06	0.35
	4) K—11.2	オーチャード	2.7	0.64	4.4	0.62	1.56	0.23
		ラジノ	3.3	0.79	3.8	2.24	0.97	0.33
	5) K—15.0	オーチャード	2.7	0.60	4.6	0.72	0.51	0.10
		ラジノ	4.2	0.80	4.2	2.21	0.69	0.17
4 番 刈	1) K—0	オーチャード	3.0	0.82	1.0	0.85	1.68	1.15
		ラジノ	4.3	0.84	0.8	2.12	1.09	1.07
	2) K—5.6	オーチャード	3.1	0.81	3.8	0.54	1.17	0.65
		ラジノ	4.2	0.87	3.0	2.00	0.82	0.67
	3) K—8.4	オーチャード	2.9	0.70	4.5	0.45	1.46	0.33
		ラジノ	4.0	0.90	3.8	1.82	1.03	0.54
	4) K—11.2	オーチャード	3.0	0.67	5.1	0.54	0.63	0.12
		ラジノ	3.8	0.76	4.6	1.60	1.22	0.22
	5) K—15.0	オーチャード	3.0	0.64	5.5	0.48	0.83	0.18
		ラジノ	3.8	0.81	5.8	1.64	1.22	0.18

第75表 成分奪取量(1960年)

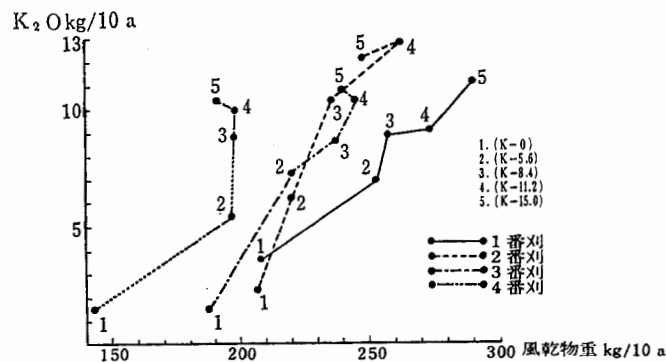
試験区	草種	10 a 当り奪取量 (kg)						風乾草1,000kg当り奪取量 (kg)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
1) K—0	オーチャード	20.5	5.0	7.8	4.7	4.1	5.5						
	ラジノ	3.3	0.5	0.8	3.7	1.5	0.5						
	計	23.8	5.5	8.6	8.4	5.6	6.0	32.0	7.4	11.6	11.3	7.5	8.1

試験区	草種	10 a 当り 奪取量 (kg)					風乾草1000kg当り奪取量 (kg)						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
2) K-5.6	オーチャード	23.8	5.8	23.2	4.6	7.0	4.2						
	ラジノ	4.8	1.0	2.7	2.7	0.7	0.5						
	計	28.6	6.8	25.9	7.3	7.7	4.7	32.1	7.5	29.1	8.2	8.6	5.3
3) K-8.4	オーチャード	22.2	5.4	32.4	4.4	7.7	2.0						
	ラジノ	5.9	1.2	4.2	2.9	1.1	0.4						
	計	28.1	6.6	36.6	7.3	8.8	2.4	30.2	7.1	39.2	7.8	9.5	2.6
4) K-11.2	オーチャード	24.3	5.5	36.4	4.7	7.8	1.7						
	ラジノ	6.2	1.3	5.6	2.9	1.1	0.3						
	計	30.5	6.8	42.0	7.6	8.9	2.0	31.2	6.9	42.9	7.7	9.1	2.0
5) K-15.0	オーチャード	22.9	5.3	37.0	5.3	5.8	1.2						
	ラジノ	8.0	1.5	8.1	1.9	0.6	0.3						
	計	30.9	6.8	45.1	7.2	6.4	1.5	31.9	7.0	45.5	7.4	6.6	1.5

加里と他成分の吸収状況の関係は、次のような傾向を示す。
 窒素——成分含有率には大差がないが、風乾物収量が増加するので、奪取量は若干増大する。
 磷酸——窒素と同様、成分含有率には大差がなく奪取量は若干増大する。
 石灰——加里施用量の増加にともなって、成分含有率は低下し、奪取量も減少する。特に、ラジノクローバーの奪取量低下が著しい。
 苦土——成分含有率は乱れがちで、一定の傾向は認められない。加里施用量の増加で奪取量は若干増大するが、15kg施用で逆に低下する。
 ナトリウム——加里の吸収と、もっとも顕著な結抗的關係を示し、成分含有率と奪取量の低下がもっとも明らかに認められる。

4) 加里奪取量と風乾物収量

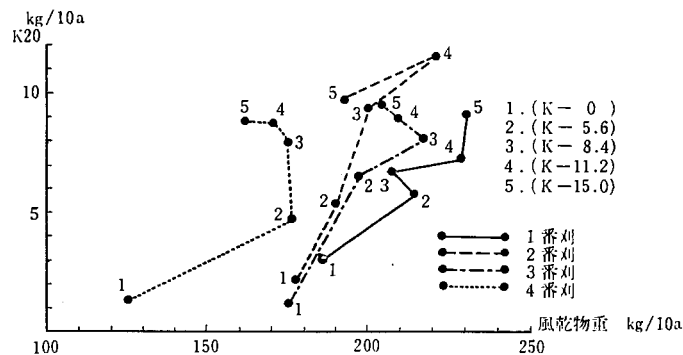
牧草の加里奪取量と風乾物収量の間を、第29～31図に示した。第29図に見られるとおり、1番刈では加里奪取量の増大にともない、風乾物収量はゆるやかであるが増収曲線を示す。しかし、2番刈以降では11.2kg区から収量曲線は減少の方向を画いた。そして、4番刈では5.6



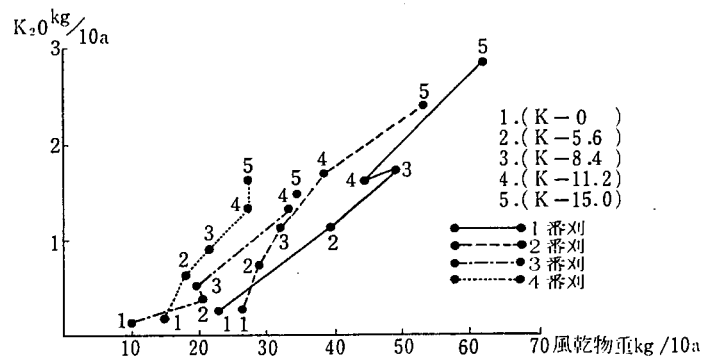
第29図 K₂O奪取量と風乾物収量(その1) 1960年 (オーチャードグラス+ラジノクローバー)

kg以上の施用区は、いずれもこの点より垂直となり、収量の変化は見られず明らかにぜいたく吸収を示している。

これを草種別に見ると（第30、31図）、オーチャードグラスではこの傾向が強く現われている。一方、ラジノクローバーは4番刈の一部を除き、各刈取り時とも曲線は傾斜する。なお、加里含有率と風乾物収量の相関においても同様の傾向である。



第30図 K₂O奪取量と風乾物収量（その2）1960年（オーチャードグラス）



第31図 K₂O奪取量と風乾物収量（その3）1960年（ラジノクローバー）

5) 加里の収支

各年次における、牧草の加里奪取量を第76表に示した。これによれば、試験4年目の奪取量は前年までに比し、著しく増大している。すなわち、各区とも施用量をはるかに上まわって奪取されており、ことことは前記の風乾物収量の増加ともなって現われた。このように、牧草の

第76表 加里の収支

kg/10a

試 験 区	1958年			1959年			1960年			1961年		
	施用量 (A)	奪取量 (B)	(A)-(B)	施用量 (A)	奪取量 (B)	(A)-(B)	施用量 (A)	奪取量 (B)	(A)-(B)	施用量 (A)	奪取量 (B)	(A)- (B)
1) K-0	0	15.8	-15.8	0	5.5	-5.5	0	8.6	-8.6	0	9.3	-9.3
2) K-5.6	16.8	27.6	-10.8	16.8	22.6	-5.8	22.4	25.9	-3.5	22.4	39.2	-16.8
3) K-8.4	—	—	—	—	—	—	33.6	36.6	-3.0	33.6	51.0	-17.4
4) K-11.2	33.6	35.3	-1.7	33.6	45.0	-11.6	44.8	42.0	2.8	44.8	58.2	-13.4
5) K-15.0	—	—	—	—	—	—	60.0	45.1	14.9	60.0	68.7	-8.7

加里吸収が促進されたことについては、後記の土壌条件とも関連があると考えられるが、この試験からは判然としなかった。

6) 土壌反応および置換性塩基の消長

第77表に示すとおり、土壌反応および石灰、苦土などの塩基含量が4年目に急速に低下しているのが認められる。しかし、逆に加里含量は前年までに比し各区とも増加が認められた。

第77表 土壌反応および置換性塩基の消長

年次別	試験区	pH		置換性塩基mg/100g		
		H ₂ O	KCl	CaO	MgO	K ₂ O
1958年 最終刈取り後	1) K-0	—	—	—	—	5
	2) K-5.6	—	—	—	—	13
	4) K-11.2	—	—	—	—	25
1959年 "	1) K-0	6.5	5.7	343	55	10
	2) K-5.6	6.6	5.7	390	36	13
	4) K-11.2	6.4	5.7	351	31	25
1960年 "	1) K-0	5.9	5.4	182	34	5
	2) K-5.6	5.9	5.5	229	22	7
	3) K-8.4	5.8	5.2	273	22	14
	4) K-11.2	6.2	5.5	211	23	23
	5) K-15.0	6.2	5.5	184	13	22
1961年 "	1) K-0	5.4	4.6	150	11	12
	2) K-5.6	5.3	4.6	142	13	19
	3) K-8.4	4.9	4.5	71	23	24
	4) K-11.2	5.0	4.5	109	10	26
	5) K-15.0	5.2	4.5	124	12	47

2 施用継続および中止の影響 (1961年)

(1) 試験方法

試験場所 1試験地に同じ
試験地の土壌 "

前記1試験の各区を半分に区切り、加里肥料の継続施用と中止の両区を設け、その影響を検討した。なお、無加里区に対しては、11.2kgの加里追肥を実施した。すなわち、試験区名、施用量は第78表のとおりであり、施肥管理その他は1試験と同様に実施した。

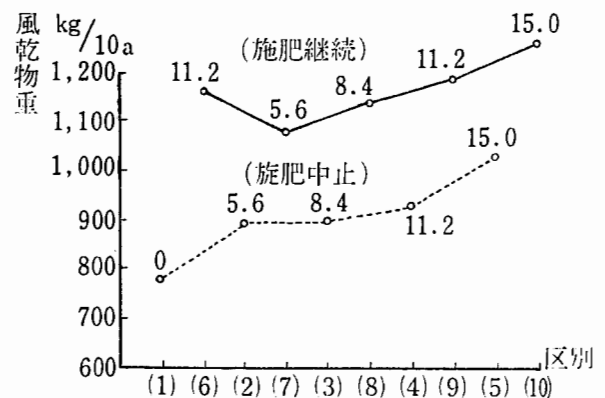
第78表 試験区名、施肥量 kg/10a

試験区	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1) K-0-0	5.6	8	0
2) K-5.6-0	"	"	0
3) K-8.4-0	"	"	0
4) K-11.2-0	"	"	0
5) K-15.0-0	"	"	0
6) K-0-11.2	"	"	11.2
7) K-5.6-5.6	"	"	5.6
8) K-8.4-8.4	"	"	8.4
9) K-11.2-11.2	"	"	11.2
10) K-15.0-15.0	"	"	15.0

(2) 試験結果および考察

1) 収量

試験結果は第32図のとおりで、1番刈時から前試験同様に、明らかにその影響が認められた。すなわち、加里肥料を中止した各区の収量は、継続区に比し風乾物重で200~250kgの減収となった。なお、生育の著しく不良な無加里区に対して加里追肥を実施した結果、急速に風乾物収量は高まり無加里区に比し50%以上の増収が認められ



第32図 加里施用の継続・中止の影響

た。

2) 加里の吸収状況

第79表に示すとおり、加里肥料の継続および中止による影響は、牧草の加里含有率にも明らかに認められた。また、年間の奪取量も風乾物収量と全く比例しており、15.0kgの残効区でもかなり多量の加里を奪取している。なお、加里追肥を実施した無加里区の加里含有率も、1番刈時から急速に高まり奪取された。

第79表 牧草のK₂O含有率、奪取量、および土壌の置換性加里

試 験 区	1 番 刈	2 番 刈	3 番 刈	4 番 刈	K ₂ O奪取量 合計kg/10a	4 番刈跡地の置換 性カリ mg/100g
	%	%	%	%		
(1) K—0—0	1.4	0.8	1.2	1.8	9.3	12
(2) K—5.6—0	2.2	1.6	2.1	1.6	17.1	8
(3) K—8.4—0	2.6	1.8	1.7	1.7	22.3	13
(4) K—11.2—0	3.3	2.6	2.4	1.8	24.9	8
(5) K—15.0—0	4.3	5.7	3.9	3.3	44.8	14
(6) K—0—11.2	4.0	4.1	4.4	4.3	48.1	45
(7) K—5.6—5.6	3.1	4.4	3.0	4.9	39.2	19
(8) K—8.4—8.4	2.6	5.1	3.7	4.7	51.0	24
(9) K—11.2—11.2	6.0	5.7	2.5	5.0	58.2	26
(10) K—15.0—15.0	5.4	6.0	5.3	5.2	68.7	47

3 施用方法および石灰の併用に関する試験 (1959年～1961年)

加里肥料を早春1回にまとめて施用する場合と、早春ならびに刈取りごとに分施する場合、それが収量および牧草の体内濃度におよぼす影響を検討した。

(1) 試験方法

試 験 場 所	岩手郡玉山村松島
試験地の土壌	第30表参照
試 験 規 模	1区20m ² 3連
供 試 草 種	オーチャードグラス、ラジノクローバーの混播
試験区名、施肥量	第80表参照

第80表 試験区名、施肥量

kg/10a

試 験 区	基 肥			追 肥			K ₂ O (塩 加)		
	N (硫酸)	P ₂ O ₅ (過石、熔燐)	K ₂ O (塩加)	N (硫酸)	P ₂ O ₅ (過石、熔燐)	K ₂ O (塩 加)			
						1959年	1960年	1961年	
1) K—分 施	7	22	7	5×n	5.5	7×3	7×4	7×4	
2) K—早春1回	7	22	7	5×n	5.5	21	21+7	28	

註) 追肥管理は前記試験と同様、ただし2)区の21+7は早春21kgと3回目刈取り後7kg施用の意(刈取り回数が4回となったため)

(2) 収 量

第81表に示すとおり、早春1回区は分施区に比し1番刈あるいは2番刈で増収が認められる。しかし、刈取りが進むにつれて減収の傾向を示し、特に1年目でその傾向が著しい。結局年間の収量計では3年間を通じて両区とも、ほとんど差が認められない結果を示した。

第81表 年次別、刈取り期別、風乾物収量指数

試験区	1959年				1960年					1961年					3年間合計
	1番刈	2〃	3〃	計	1番刈	2〃	3〃	4〃	計	1番刈	2〃	3〃	4〃	計	
1) K一分施	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2) K-早春1回	123	92	87	102	104	103	98	99	101	90	114	93	102	98	100

(3) 草種の構成

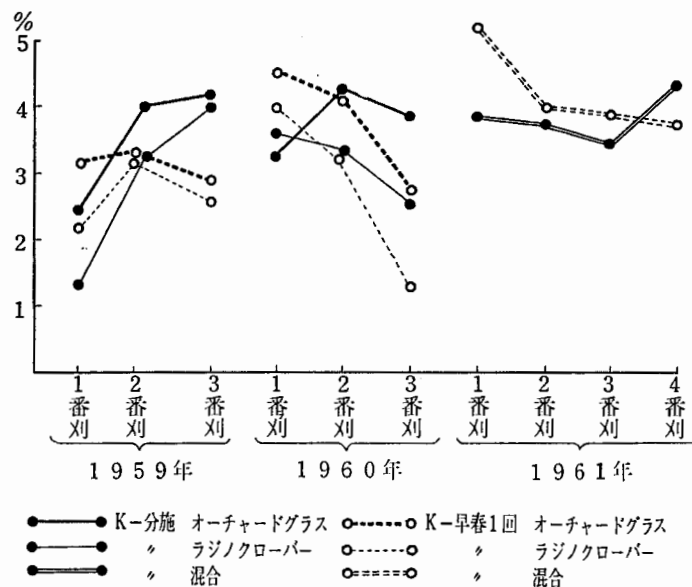
第82表に示すとおり、早春1回区が分施区に比しマメ科率の増大が認められる。このことは前記加里用量試験で示されたとおり、当初の段階での加里多施により、マメ科率が増加しその後減少しないで経過したものと考えられる。

第82表 年次ごとのマメ科率（年間通算生草中％）

試験区	1959年	1960年	1961年
1) K一分施	39	25	22
2) K-早春1回	45	35	29

(4) 牧草の加里含有率

牧草体内の加里含有率は第33図に示すとおり、各年次とも1番刈では当然早春1回区が高い含有率を示す。しかし、2番刈以降は逆に分施区の方が増大する。ただし、3年目では刈取りが経過しても高濃度を維持した。



第33図 草種別K₂O含有率の推移

施用方法および石灰併用に関する試験（1965年～1966年）

(1) 試験方法

試験場所 岩手郡滝沢村砂込、県農試験場
 試験地の土壌 V、2試験の項参照
 試験の規模 1区10m² 2連

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバー、ペレニアルライグラスの混播
 試験区名、施肥量 第83表参照

第83表 試験区名施肥量

kg/10a

試験区	N (尿素)		P ₂ O ₅ (過石)		K ₂ O (塩加)		炭カル	
	1965年	1966年	1965年	1966年	1965年	1966年	1965年	1966年
1) K-0	8×n	6×n	20	20	—	—	—	—
2) K-早春1回 (2年目残効)	8×n	6×n	20	20	50	—	—	—
3) K-分 施	8×n	6×n	20	20	10×5	8×n	—	—
4) K-〃 Ca 施用	8×n	6×n	20	20	10×5	8×n	30	50

註) 2) 区は2年目加里を施用せず、残効区とする。炭カルは早春施用

(2) 収 量

年次別風乾物収量を第84表に示した。1年目の2番刈以降、無加里区のラジノクローバーに若干加里欠症状が発現したが、収量的にはそれほど減収になっていない。しかし、6番刈以降急速に収量の低下が認められた。施用方法別では、1回施用区が常に分施肥区にまさり、前記試験とほぼ同様の傾向を示した。なお、石灰施用区は2番刈以降良好に経過し、兩年とも増収が認められた。2年目には、2) 区の加里追肥を中止し、残効を検討した。その結果、1番刈以降ラジノクローバーに加里欠症状が発現し、2番刈以降は症状も顕著になり急速に収量低下をきたしその影響が強く認められた。

第84表 年次別、刈取り期別風乾物収量指数

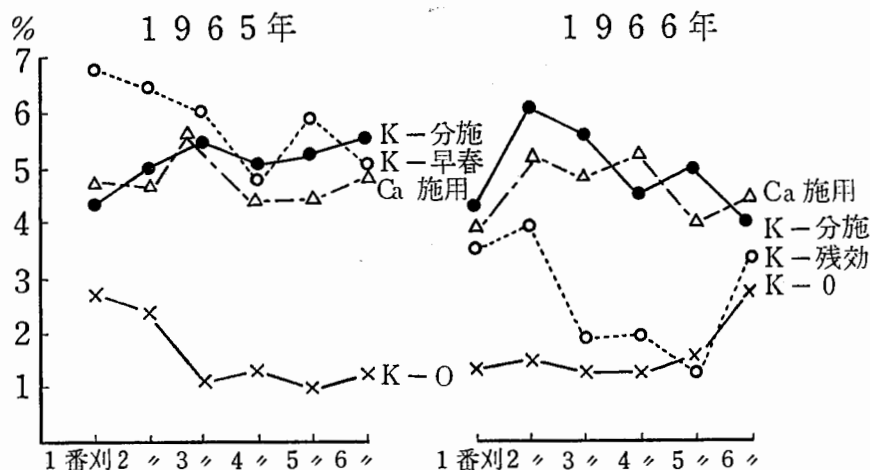
試験区	1965年							1966年						
	1番刈	2〃	3〃	4〃	5〃	6〃	計	1番刈	2〃	3〃	4〃	5〃	6〃	計
1) K-0	97	90	99	102	98	76	93	71	68	55	59	72	58	64
2) K-早春1回 (残効)	103	102	117	119	106	99	106	93	78	79	77	88	77	83
3) K-分 施	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4) 〃 Ca 施用	98	112	116	110	115	102	107	104	108	96	100	100	112	104

(3) 牧草の加里含有率

第34図に示すとおり、加里肥料の施用により加里含有率は明らかに増大した。一方、無加里区の含有率はしだいに低下し3番刈以降は1%程度を示している。また、2) の加里残効区は3番刈以降急速にその低下が認められ、ほとんど無加里区と接近した。施用方法別では、前記試験の場合と同様の傾向を示し、1回施用区における最終刈取り牧草の加里含有率もそれほどの低下を示さない。なお、石灰施用による牧草の石灰および加里含有率の変化は判然としなかった。

(4) 成分奪取量

各区における成分奪取量を第85表に示した。これによれば、加里肥料の施用により加里奪取量が増大し、特に1回施用区が著しく認められた。なお、石灰施用区における石灰奪取量は、兩年とも若干増加の傾向が認められる。



第34図 K₂O含有率(風乾物)の推移

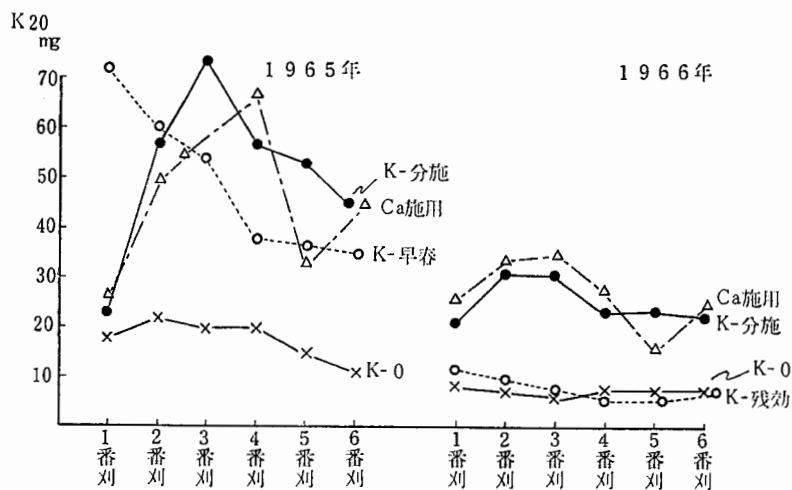
第85表 成分奪取量

kg/10 a

試 験 区	1965年				1966年				
	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
1) K-0	21.5	15.4	5.3	3.4	6.1	14.0	8.6	2.5	6.2
2) K-早春1回 (残効)	80.2	13.7	4.3	1.8	8.1	31.5	10.4	2.5	5.9
3) K-分施	63.3	12.1	4.2	2.2	9.1	65.0	10.3	3.2	5.8
4) Ca施用	65.5	14.5	3.1	2.8	9.7	62.1	12.0	2.8	6.8

(5) 置換性加里の消長

2年間の置換性加里の消長は、第35図のとおりである。両年を通じて、特に顕著な点は2)区であり2年目残効区では1番刈時より無加里区と同水準まで低下した。このことは、牧草による奪取および土壌中よりの流亡がいかにも速いものであるかを示すものである。



第35図 置換性加里の消長

4 小 括

本県の火山灰土壌は、一般に加里含量が豊富でない。これらの試験を実施した場所は、岩手

山の噴出に由来する火山灰土壌で、加里の天然供給力に乏しいことがすでに認められている⁷⁾⁸⁾。また、三要素試験の結果からも、加里に対する感応が大きく認められた土壌である。試験を実施した結果、加里肥料の施用が牧草の生育に大きく影響をおよぼすことが判明し、追肥過程における加里肥料の重要性が確認された。また、加里不足の状態では、マメ科率が減少し急速に減収をまねくが、逆に多施すれば牧草の加里含有率が不必要に上昇する。しかも、石灰、苦土、ナトリウムなどの含有率を低下させ、このことは加里肥料の無駄ばかりでなく飼料価値上からも成分の不均衡を生じ不利になるであろう。加里の施肥にあたっては、分施ならびに早春にまとめて施しても収量的に差異は認められなかった。しかし、牧草の加里吸収速度および土壌中よりの流亡などを考慮すれば、数回に分施することが合理的と考えられる。施用量については、土壌の種類によって異なり土壌肥沃度、草地の状況に応じた施肥が必要である。この試験結果からは、生草重1,000 kgの刈取りに対して5 kg内外の追肥が必要と考えられた。

Ⅶ 石灰、苦土、銅の施用効果 (1963年～1966年)

(1) 試験の方法

試験場所 胆沢郡胆沢町若柳愛宕原
試験地土壌 第86表参照

第86表 表土の土壌分析

pH		置換酸度 Y ₁	腐植 %	全窒素 %	磷酸吸 収係数	置換性塩基 mg/100g			1:10 可溶 HCl CuO ppm	T—CuO ppm
H ₂ O	KCl					CaO	MgO	K ₂ O		
6.5	5.2	0.6	9.9	0.37	1,820	387	45	40	21.4	37

試験規模 1区12m²3連

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバーの各単播

試験区名、施肥量 第87表参照

第87表 試験区名、施肥量

kg/10a

試験区	基 肥							追 肥					
	N (尿素)	P ₂ O ₅ (過石)	K ₂ O (塩加)	硫酸銅	硫 苦 土	炭カル	N (尿素)	P ₂ O ₅ (過石)	K ₂ O (塩加)	硫酸銅	硫 苦 土	炭カル	
1) 無 処 理	8	20	8	—	—	—	8 (2)	10	8	—	—	—	
2) Cu	〃	〃	〃	4	—	—	〃	〃	〃	2	—	—	
3) Mg	〃	〃	〃	—	25	—	〃	〃	〃	—	20	—	
4) Cu+Mg	〃	〃	〃	4	25	—	〃	〃	〃	2	20	—	
5) Cu+Ca	〃	〃	〃	4	—	150	〃	〃	〃	2	—	30	
6) Cu+Mg+Ca	〃	〃	〃	4	25	150	〃	〃	〃	2	20	30	

註) P、硫酸銅、硫酸苦土は早春1回のみ施用。炭カルは最終刈取り後施用。ラジノクローバーのNは、早春1回2kg施用のみ。他は前試験同様。

(2) 試験結果および考察

1) 収 量

刈取り2年目、オーチャードグラスに試験障害があって1965年9月に再播種した。年次別風乾物収量は第88表に示すとおりで、これを草種別に検討すると、

オーチャードグラス——

無処理区をはじめ、各区に要素欠乏らしい症状は認められなかった。銅施用区では、2年間の各刈取り時とも明らかに収量が増大し、その効果が認められた。特に石灰、苦土との併用区が127%と最多収を示した。なお、3年目では銅単独施用よりも石灰との併用効果が認められた。また、苦土単独施用も若干増収が認められた。

ラジノクローバー——

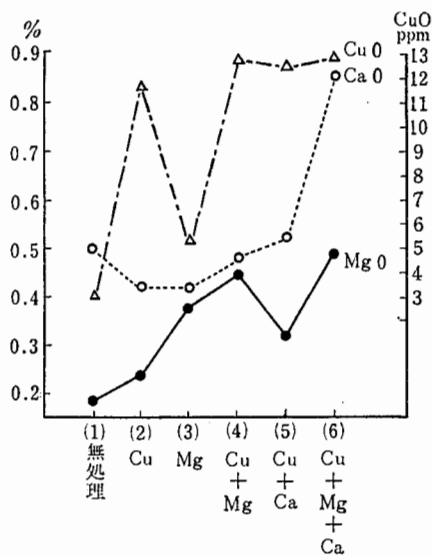
無処理区をはじめ、各区に要素欠乏らしい症状は認められなかった。3年を通じて見て、銅、苦土の単独施用およびそれらの併用効果はラジノクローバーに対しては判然と認められなかった。しかし石灰・苦土・銅の併用区は連年良好な成績を示し増収が認められた。

第88表 年次別風乾物収量指数

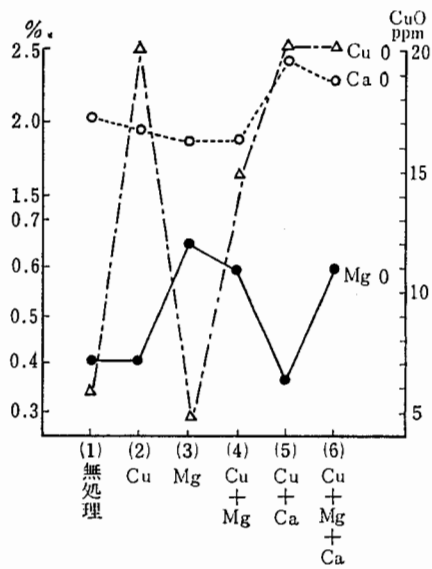
試 験 区	オーチャードグラス				ラジノクローバー			
	1964年	1965年	1966年	計	1964年	1965年	1966年	計
1) 無 処 理	100	(試	100	100	100	100	100	100
2) Cu	121	験	105	112	105	105	99	102
3) Mg	105	障	108	107	102	97	98	98
4) Cu+Mg	119	害)	112	115	109	100	103	103
5) Cu+Ca	122		122	122	99	100	97	100
6) Cu+Mg+Ca	127		127	127	114	111	109	111

2) 牧草の成分含有率

両草種を通じて窒素、磷酸、加里については各区とも一定の傾向は認められなかった。しかし石灰、苦土、銅施用区におけるこれらの成分含有率は、いずれも明らかに増大しており特に銅含有率の増大が著しい(第36、37図参照)

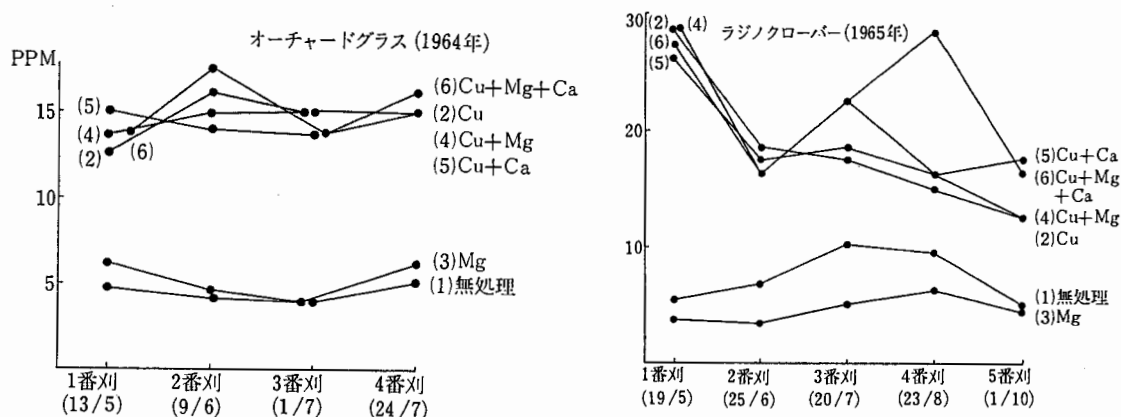


第36図 オーチャードグラスの年間通算成分含有率(風乾物)(1966年)



第37図 ラジノクローバーの年間通算成分含有率(風乾物)(1966年)

さらに、特徴的なことでは銅施用区のオーチャードグラスでは、各刈取り時とも14~17PPmの含量を示し、刈取りごとの変動がなくほぼ一定した含有率を示す。一方、ラジノクローバーでは13~29PPmと季節的にかなり変動が認められていることであり、これを第38図に示した。



第38図 各刈取時におけるCuO含有率（風乾物）

3) 成分奪取量

各区の成分奪取量は、第89表のとおりである。これによれば、銅の施用による奪取量差がもっとも大きく、石灰、苦土においても、両草種ともに明らかに多く奪取されている。特に銅・苦土・石灰併用区は収量の増大とともに、各成分の奪取量も区間中でもっとも多く認められた。

第89表 年間成分奪取量（1966年）

kg/10 a

試験区	オーチャードグラス						ラジノクローバー					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	CuO (g)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	CuO (g)
1) 無処理	23.9	6.3	50.0	4.0	1.5	2.4	29.4	7.7	42.2	15.4	3.1	4.5
2) Cu	21.1	8.3	48.2	3.5	2.0	10.0	29.0	7.6	39.5	14.3	3.1	15.1
3) Mg	20.4	8.3	43.5	3.6	3.3	4.7	27.4	8.0	42.0	13.5	4.8	3.6
4) Cu+Mg	21.7	9.3	53.3	4.3	4.1	11.6	31.2	8.8	42.0	14.2	4.7	11.6
5) Cu+Ca	29.5	10.4	61.0	5.1	3.1	12.3	30.7	8.7	37.7	18.4	2.8	15.3
6) Cu+Mg+Ca	27.6	10.8	59.3	8.9	5.0	13.2	33.2	9.6	43.8	19.1	5.0	16.8

4) 跡地土壌の調査

試験終了後の1966年10月に、各試験区の跡地土壌分析を実施した。その結果は第90表のとおりである。これによれば、石灰施用区の5) 6) 区では、pHの上昇、置換性石灰の増加が当然認められる。

また、苦土無施用区では明らかに置換性苦土が減少し、1) および2) 区では10mg以下に低下している。一方、銅無施用区の1:10HCl可溶のCuO含量は10ppm程度で過去実施した銅欠乏発現土壌のCuO含量の範囲内⁹⁾にある。

第90表 跡地土壌分析

試験区	オーチャードグラス跡地						ラジノクローバー跡地					
	pH		置換性塩基 mg/100g			1:10 HCl可 溶CuO ppm	pH		置換性塩基 mg/100g			1:10 HCl可 溶CuO ppm
	H ₂ O	Kcl	CaO	MgO	K ₂ O		H ₂ O	Kcl	CaO	MgO	K ₂ O	
1) 無処理	5.2	4.3	63	9	47	11.1	5.6	4.5	144	10	88	14.0
2) Cu	4.9	4.2	86	7	49	63.1	5.5	4.4	111	7	68	59.9
3) Mg	5.3	4.3	97	20	42	10.4	5.6	4.6	132	22	98	11.0
4) Cu+Mg	4.9	4.2	102	24	56	61.1	5.5	4.5	133	57	83	45.3
5) Cu+Ca	6.0	5.0	235	13	43	53.9	6.1	5.2	251	17	73	54.3
6) Cu+Mg+Ca	5.9	5.0	255	21	48	56.0	6.2	5.2	270	23	77	48.7

VIII 深耕、土壌改良の効果 (1964年~1966年)

磷酸肥料の施用量および深耕、土壌改良の実施による土壌の理化学性の改善が、牧草の生育収量にいかん影響をおよぼすかを知らうとして試験を実施した。

(1) 試験の方法

試験場所 岩手郡西根町字平館

試験地土壌 第91表参照

第91表 表土の土壌分析

pH		置換酸度 Y ₁	全窒素 %	置換容量 me	置換性塩基 mg/100g			石炭飽和度 %	磷酸吸 収係数	有効 効酸 mg
H ₂ O	Kcl				CaO	MgO	K ₂ O			
5.9	5.4	0.3	0.58	41.6	763	60	27	46.5	1,710	3.8

第92表 試験区名施肥量

試験区	基 肥 kg/10 a						
	N (尿素)	P ₂ O ₅			K ₂ O (塩加)	炭カル	堆肥
		(熔 磷)	(過 石)	計			
1) P-0	8	—	—	—	8	300	—
2) P-20	8	16	4	20	8	300	—
3) P-30	8	24	6	30	8	300	—
4) P-50	8	40	10	50	8	300	—
5) P-90	8	72	18	90	8	300	—
6) P-170	8	136	34	170	8	300	—
7) P-50 N・K増	12	40	10	50	12	300	—
8) P-170 N・K増	12	136	34	170	12	300	—
9) 土 壌 改 良	8	208	52	260	8	300	8,000
10) 深耕・土壌改良(A)	8	408	102	510	8	500	16,000
11) " (B)	8	208	52	260	8	300	8,000

註) 深耕区は50cmの深さ。炭カル、堆肥は1963年基肥に施用。Pの追肥は早春10kg、その他は前試験と同様。

試験規模 1区 20m² 2連

供試草種 オーチャードグラス、ラジノクローバー、ペレニアルライグラスの混播

試験区名、施肥量 第92表参照

本試験は1964年1番刈以降、雪腐褐色小粒菌核病の被害により同年9月再播種した。なお、再播種の際無リン酸区を除き全区にリン酸10kgの追肥を実施した。したがって、リン酸の施用量は第92表のとおりとなった。以後は、追肥量を一定にしてその持続効果を検討した。

(2) 試験結果および考察

1) 収量

3年間の風乾物収量を第93表に示した。試験地土壌は試験開始までによく、管理されていたため無リン酸区の収量もかなり高く認められる。したがって、リン酸用量の収量におよぼす差異は大きく認められなかった。しかし、土壌改良の効果は1年目より大きく現われこの傾向は2年目以降も持続した。第94表に示すとおり、土壌改良区における風乾物収量は1、2年を通じてしかも各刈取り時とも明らかに増収しているのが特徴的である。しかも、生草重で10a当り10,000kgを超過する収量をあげた。なお、深耕による効果は認められなかった。一方、7)8)

第93表 3年間の風乾物収量

kg/10a

試験区	1964年		1965年		1966年		計	
	風乾重 (1回刈)	%	風乾重 (6回刈)	%	風乾重 (5回刈)	%	風乾重 (12回刈)	%
1) P-0	261	101	1,196	93	1,105	90	2,562	92
2) P-20	258	100	1,290	100	1,220	100	2,768	100
3) P-30	278	108	1,356	105	1,261	103	2,895	104
4) P-50	283	110	1,435	111	1,218	100	2,936	106
5) P-90	297	115	1,261	98	1,225	100	2,783	101
6) P-170	319	124	1,362	106	1,313	108	2,994	108
7) P-50 N・K増	343	133	1,444	112	1,340	110	3,127	113
8) P-170 N・K増	373	145	1,500	116	1,294	106	3,167	114
9) 土壌改良	403	156	1,611	125	1,361	112	3,375	122
10) 深耕・土壌改良(A)	437	169	1,555	121	1,305	107	3,295	119
11) " (B)	401	155	1,610	125	1,360	112	3,371	122

第94表 2、3年目における刈取り時別風乾物収量指数

試験区	1965年(2年目)							1966年(3年目)					
	1番刈	2"	3"	4"	5"	6"	計	1番刈	2"	3"	4"	5"	計
1) P-0	77	103	102	83	96	94	93	80	94	83	99	104	90
2) P-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3) P-30	113	108	89	101	112	89	105	106	104	94	99	107	103
4) P-50	110	112	117	103	118	106	111	95	95	109	104	104	100
5) P-90	104	88	98	86	120	87	98	99	92	86	117	112	100
6) P-170	122	94	102	99	117	96	106	118	80	110	115	117	108
7) P-50 N・K増	140	106	92	86	126	106	112	122	86	99	117	118	110
8) P-170 N・K増	146	109	95	94	127	115	116	110	98	90	117	113	106
9) 土壌改良	154	118	114	109	127	119	125	114	109	103	121	110	112
10) 深耕・土壌改良(A)	137	126	102	109	119	112	121	100	106	104	117	114	107
11) " (B)	150	127	122	102	124	108	125	114	109	111	114	109	112

の窒素加里増施肥区が増収を示したことより、土壌改良区に対しても窒素、加里を増施することにより増収の可能性が期待される。

Ⅺ 総合考察

本県が今後食糧基地として進むべき方向に、畜産構想が大きくかけられ、すでに一步一步大畜産基地化が進みつつある。本県には広大な牧野が存在し、将来の畜産発展の鍵をにぎるものは、この未開発牧野をいかにして優良な草地に造成し、そして維持してゆくかにかかっている。牧草栽培は、わが国では比較的歴史が新しい。そして、単位面積あたりどのくらいの牧草を収穫しうるか、それが栄養価としてどのくらい有利なものであるかについても、特に家畜との関連において十分なデータがあるとは云えない。畜産経営は急速な進展振りを示しているがその過程を顧み、また今後の進展を考えると、改良草地の運営にはいくたの問題が残されている。堅実な酪農、肉牛生産を行ないその生産性を高めるためには、飼料の自給化に問題はしぼられてくる。

ところで、既成草地はもちろん予定草地の実態は、調査結果に示すとおり大部分は生産力がきわめて低いか、立地条件の悪い位置に存在する。土壌の性質は、そこに生育する草の成分に大きな影響をおよぼし、これを飼料とする家畜の成長に大きく影響する。たとえば、酸性の強い地帯の草は当然石灰含量が少なく、これを採食する家畜は骨の発育が悪く、時には骨軟症をおこすこともある。野草には通常施肥を行なわないし、牧草も野草と大同小異と考え、施肥には無関心の人も多かった。しかし、実際牧草を栽培して見ると、施肥しなければほとんど満足な生育収量は期待できないし、かえって一般作物なみかそれ以上の肥料を要することが判明した。野草地は、既耕地に比し、植物の生育を抑制する悪条件が極端に多く、開墾して作物を作っても不合理な施肥法では収穫を期待できない場合が多い。

本県において、牧野草地の造成事業が開始されたのは1953年であり、1960年頃より本格的な栽培が各地ではじめられた。当時は、いまだ牧草一草の観念が強く、施肥量の不足、肥料の合理的施用などに欠け、造成ならびに維持に対し失敗する例が見られた。したがって、早急にこれが試験研究の要請に迫られ、1956年より6年間その基盤をなす県内の牧野土壌の調査を実施した。施肥効果については、まず野草と牧草の施肥感応試験より着手し、次いで牧草に対する各種施肥方法の試験を実施した。その結果は次のとおりである。

1 牧野土壌の調査

県内における牧野の実態を放牧地、採草地の利用別に分けて調査した。その結果、立地条件すなわち標高、傾斜度などでその様相を異にし、全般的に放牧地の方が高い標高に位置しており、大部分が600 m以上の高地に分布し、中には1,200 mのところもある。これに対して、採草地は大部分600 m～400 m以下の地帯に分布している。一方、傾斜度は放牧地が大部分20°以下に分布するのに対して、採草地の場合は20°以上の分布頻度が多い。また、表土の厚さは全国的な傾向¹⁰⁾では、10 cm以下10～20 cmと簿いものが60%以上を占めているが、本調査結果からは全般的に20 cm以上の厚さを有する地区が70%程度を占めた。次いで、10～20 cmが多く、10 cm以内のところは部分的(5%)に分布するにすぎなかった。しかし、ところにより表土に巨岩が露出したり、表層に石礫がかなり富む地帯も見られた。また、一部には地下水位の高いところもあった。標高、傾斜度、表土の厚さについての関連は不明であるが、傾斜度と表土の厚さに

については、部分的に認められる。

次に、牧野土壌の化学性については、大部分が火山灰であるが火山灰の影響を強くうけているために、火山灰土壌としての性格が強い。すなわち、腐植含量が多く20~30%のところもあり、かつpH6.0以下の酸性反応を呈し、うちpH5.0以下の強酸性土壌が30%程度もあり、一般の未墾地と同様に酸性が強い。なお、地帯別の傾向としては、一般畑地帯と同様の傾向を示している。これら土壌反応は気象条件との関連、特に降水量との関係においても認められるが、土壌本来の性質による場合もある。置換性石灰は70%近くが100mg以下の含量を示し、うち50%が50mg以下という欠乏地である。また、置換性苦土、加里含量も全般的に少ない地帯が多い。磷酸吸収力は全般的に強く、有効態磷酸にも極度に不足している。すなわち、吸収係数1,000以上がほとんどで、うち2,000以上のものが30%も分布する。緩衝能曲線による中和石灰量を算出した結果、10a当り300kg以上必要なものが70%、そのうち50%が500kg以上の必要量を示した。この中和石灰量とpH、 Y_1 、置換性石灰含量の間には一応の関連が見られ、今後牧野造成に対しての石灰施用量の算出に際し応用できる面もあると考えられる。植性と土壌との関連については、本調査結果からは判然としなかったが、放牧地において、 Y_1 が6以下では樹林型が多い傾向が認められた。

以上、本県における牧野土壌の実態を明らかにしてきた。今後、これら牧野の高度利用という面での草地更新が逐次行なわれるであろうが、火山灰土壌の野草地という条件下では種々の点に注意が必要である。すなわち前述のとおり、特に磷酸の欠乏が著しく、かつ強酸性土壌であるので多量の磷酸肥料と石灰を要し、なお加里についても十分な配慮が必要である。また、立地条件においても大部分が傾斜地であるので、土壌侵蝕を防ぐような措置が必要であろう。特に、機械を導入して行なう場合は、牧草地になるまでの間に土壌侵蝕が起らないように注意すべきである。その他、土壌の腐植含量がきわめて多いので乾燥しやすい条件にある。したがって、牧草種子の播種にあたっては、よく鎮圧を行なうか雨の多い時期に行なうなどの配慮が必要である。

2 野草と牧草の施肥感応

野草地の多くは大部分略奪的利用状態におかれ、草生の貧弱な低位生産地で、土壌的にも不良状態におかれている。したがって、野草地の改良対策としては、古くから各方面で施肥試験が行なわれている。わが国においては、もっとも古くは大迫(1919~1925年)から近年では小原らに至るまで各氏によりその施肥効果が論ぜられてきた。野草地といっても植生型に種々あり長草型、ススキ型、シバ型、ササ型などがあり、これら各植生型に対する施肥効果はいずれも明らかに認められたことが報ぜられている¹¹⁾。

本県においては、1952年よりシバ型野草地に対して、6年間の施肥効果の試験を実施した。その結果、各要素単用では窒素(硫安)の効果が施用1年目よりもっとも高く、強酸性で磷酸欠乏の土壌に対しても、過石と消石灰の施用はあまり増収が認められなかった。このことについては磷酸、石灰などは地表面に撒布されるため、下層に浸透しがたく吸収利用が少なかったものと考えられる。なお、磷酸、石灰の施用効果は3年目~4年目と年次の経過にしたがって肥効が高まる傾向を示すことから累積の効果と見ることができよう。収量的には、硫安・過石・塩加の三要素に消石灰を施用したものが最多収をあげ、次いで硫安・過石→硫安→過石→消石灰の順であった。次に、施肥することによって植生に著しい変化が認められた。すなわち、磷酸の施用で白クローバーやハギ、ミヤコグサなどのマメ科草が多く見られるようになり、硫安単用では概して粗剛なイネ科草が増大した。このことは、特にシバ地は施肥による

草種の変化が鋭敏で、多くの場合磷酸、加里、石灰施用でマメ科野草が極端に増大すると云われる¹²⁾ことと一致している。

試験終了後の跡地土壌分析結果では、それぞれ施肥の影響が現われており、地表面施肥によるため特に0～2 cm、2～5 cmの層位において化学性の変化が認められた。中でも腐植、全窒素の減少傾向が認められたことは、施肥により土壌中の微生物活動が活発化し、腐植の分解が促進されたためではないかと考えられる。また、施肥することによって収量は増大し草の土壌中における根張りが著しく密になり、土壌硬度にも変化が現われる結果になった。

次に、同試験地を利用して6年目の野草刈取り後、同一施肥で牧草（ペレニアルライグラス、イタリアンライグラス、オーチャードグラス、ラジノクローバーの4草種）を追播して、同一条件で牧草に対する施肥効率を比較検討した。追播は、地上部を棒でたたきつけした程度の鎮圧を行なったが、期間を要しながらも定着し試験の目的を達することができた。しかし、刈取り2年目において三要素併用区は90%程度が牧草で占められ、生草収量もおおよそ4,400 kgと野草の場合に比し5倍以上の収量を得た。しかしながら、硫安、過石単用区では収量もそれほど高くなく、野草地も60～80%以上であった。

以上、同一施用量での野草と牧草に対する施肥試験の結果では、草の絶対生産量から見ても施肥効率は牧草の方がはるかに高く認められ、牧草の集約栽培が有利であり、その必要性が確認された。前記試験は、不耕起の場合の牧草導入であり、耕起をとまなえばさらに期待ができるものと考えられた。ただし、それには各要素を併用することが必要で、試験結果からも三要素区が最高収量をあげることができた。なお、以上の試験から追播方式によるシバ型草地への牧草導入の可能性について、一つの方向を見い出すことができたもののように考えられた。

3 牧草に対する三要素の感応

牧草に対する施肥の影響は、イネ科牧草とマメ科牧草で異なる。したがって、肥料成分の吸収状況もそれぞれ特徴的であるので、単播の場合には各草種の特性に応じた施肥で一応多収方向に到達でき得る。しかし、一般的には混播の例が多く、高収ならびに草種構成におよぼす施肥の影響は複雑であり、絶えず牧草の生育状況に応じた施肥が必要である。

そこで、1956年より県内における噴出源の異なる地帯の火山灰土壌で、牧草（単播、混播）の施肥感応について検討を行なった。その結果、草種により一応共通の施肥感応を知り得た。すなわち、草種ごとに三要素の感応が異なり、オーチャードグラスは特に窒素に敏感であり、ラジノクローバー、レッドクローバーなどのマメ科草では磷酸さらには加里に敏感であった。また、それらを混播した場合の草種の変遷を見ると、窒素施肥により禾本科が磷酸、加里の施用によりマメ科草の比率が優勢になることが確認された。さらに、それぞれの要素の増施により草種ごとの増収が得られ、今まで行なわれた各地での成績と同様の結果であった。しかし、いずれの試験地も火山灰土壌であるため、全般的に磷酸の効果が非常に大きく現われ、基肥に磷酸を施用しないと無肥料同様の収量であった。

なお、各要素の増施効果をより大きく発揮させるためには、常にこれら要素間のバランスに十分注意する必要があることが知られた。県内には種々性格の異なる火山灰土壌が分布し、それぞれ土壌肥沃度を異にしている。本試験を実施した3地帯の土壌では、三要素の感応に対して基本的にはそれぞれ共通の傾向を示したが、その程度にはかなりの差があることが認められた。これらのことは、今後の牧草栽培上、施肥に関して注意すべきことである。

4 牧草の追肥効果

牧草地造成後における草生の維持をはかることは、もっとも重要なことと云われている。しかし、草生が不良であったり、あるいは退化する例もあり、これらはその後の施肥管理の不適によるものが多い。先に実施した牧草の施肥試験結果などを検討したところ、牧草に対する施肥の効果は、いわゆる基肥と追肥に分けて考えた方が実際の施肥を行なう場合にも好都合ではないかと考えられた。

そこで、基肥に三要素を施用し牧草を一様に育てた上で刈取りを行ない、以後それぞれの要素を欠除あるいは増施して、その影響を検討した。その結果、草地造成の段階（基肥）と以後の生産維持の段階（追肥）では、肥料要素に対する牧草の感応（収量および草種の構成）には顕著な差異のあることが認められた。しかし、土壌の天然供給力には差異があり土壌別に検討する必要がある。県北（九戸高原）と県中部（奥羽山麓）火山灰土壌での試験結果では、基肥効果としては窒素、リン酸の肥効が大きく現われ、加里の効果は認められなかった。しかし、追肥段階における施肥の影響は大きく、無追肥区は施肥区に比し3年目で30～40%に低下し、追肥管理の必要性が強く認められた。同時に、要素間では基肥段階では影響が少なかったものが、2番刈以降急速にその影響が現われた。もちろん、欠除要素の影響に関しては、基肥時の処理状況ならびにその後の草種構成なども関係するわけであるが、全般に加里欠除の影響が大きく認められた。このことは、牧草の加里成分の奪取量の大きさに起因するもので、これについては岩手山麓熟畑土壌での試験¹³⁾、あるいは同じく開墾畑での試験¹⁴⁾でも明瞭に認められている。

また、本試験を通じて両土壌ともに、リン酸追肥の効果が大きく認められた。このことは、基肥施用量とも深く関連するが、普通基肥に効果的と云われるリン酸が、追肥としてもかなり期待でき得ることは注目すべきことであった。これらの成果は、その後実施したリン酸の施肥方法に関する試験遂行上参考となった。

以上より、牧草の施肥感応は草種によって異なり、混播畑で一定の草種構成を維持する上にも、施肥法は播種段階と1番刈以降の段階で考慮すべきである。特に播種段階では、リン酸を十分施用する必要がある。これらに関して、北岸ら¹⁵⁾および早川ら¹⁶⁾も牧草畑造成後の第1回の刈取り時はリン酸の肥効が大きく現われるが、1番刈以降の施肥の重点は、窒素または加里に移行することを指摘している。各要素の肥効の季節的变化についても、北岸および岩手山麓における小岩井農場での試験成績¹⁷⁾でも本報告とほぼ同様の傾向を認めている。追肥は牧草地の管理のうちではもっとも重要なので、特に高い生産を望む場合は、それに対応した多量の肥料を追肥しなければならない。

5 リン酸肥料の施用方法

火山灰土壌はリン酸が制限因子であり、一般にリン酸の肥効が大きく現われることが普通である。特に、牧草体内のリン酸含量は飼料給与上からも注意しなければならない問題である。小柳ら¹⁸⁾が行なった調査、実験によれば、家畜のリン欠乏は土壌中にリンが少ないことが原因で、特に乳牛に多いと云われ、外国の例でも土壌中にリンが少ない地方に多いことが報告されている。岩手県内で186頭の農家の飼育牛について、血清中無機リン含量をしらべ、リン欠乏を起す限界といわれている4 mg/dl以下のものが26%もあったと報告している。また、リン成分を不足にあたえた乳牛は、特に受胎率に影響があったとしている。このことは、本県には火山灰土壌が多く比較的リン酸成分が不足していることと、十分なリン酸成分をあたえないで乳を多量にしぼって

るためと推定されている。

リン酸施用に対する作物の相対的な感応は、普通生育速度の早い生育初期が最大で成熟期に近づくにつれて低下する¹⁹⁾。当初実施した牧草に対する三要素試験、ならびに追肥の試験結果からも、基肥における効果が大きく、さらに追肥の必要性のあることも示唆された。そこで、さらに具体的に長期にわたってその効果の持続性ならびに基肥、追肥の施用配分に関して検討を行なった。その結果、基肥に施用したリン酸の持続効果は、刈取り5年目を過経しても顕著に認められ、基肥に多施したほど増収の傾向となった。E. J. Russel²⁰⁾によれば、イギリスで行なったいくつかの牧草試験から、リン酸の肥効は施用後4年でほとんど見られなくなり、最高30%の高い吸収率は若い牧草を刈取った圃場であったという。また、アラバマの壤土で綿に対する5年間の過リン酸石灰の施用は、最後の施用からその後10年間も肥効を示しかつ10年後においてはリン酸の多施ほど大きいことを認めている。この試験では、施肥播種後6年目、刈取り5年目で一応試験を打ち切った。しかし、最終年の牧草体の成分含有率、ならびにリン酸奪取量からみて以後も栽培を継続することにより、その肥効はかなり持続することは十分推察されるところである。そして、施用リン酸の回収率は前述の例よりもかなり高く、特に追肥リン酸の吸収率が大きく現われたことは注目すべきことであった。

以上のように、リン酸追肥の効果は収量増として明らかに認められ、施肥リンもよく牧草に吸収利用された。しかし、基肥として一定量施用した後の追肥量の差(10a当り10~40kg)は、成分含有率は増し奪取量も多くなるが、収量的にはほとんど差が認められなかった。これらリン酸の肥効の季節的变化は、他の試験同様に基肥、追肥とも早春にもっとも大きく、ついで秋にも現われる。

リン酸肥料の種類別では、トリポリリン酸は過石、熔リンに比しやや良好な結果を示した。これに対して、熔リンは追肥当初は過石に劣るが、しだいに吸収利用が高まり、やがて過石にまさった。リン酸肥料の施用にあたっては、石灰、苦土、硫黄その他の成分補給上からも過石、熔リンを併用あるいは交互に施用することが合理的と考える。

一般に、リン酸肥料は土壌に施用されると難溶性の形態に変化し、比較的少部分しか作物に吸収されないとされている。今まで実施した試験、さらに小岩井農場における試験においても、他の1、2年生作物に比し相当量の土壌リン酸を持続的に吸収し得ることが認められた。これらのことは、北岸らの報告にもあるとおり、多年生牧草は根系が確立した段階では、土壌のある種の難溶性リン酸をも利用し得るようになること。その程度は草種により異なり、マメ科牧草に比し禾本科牧草の方が大きいこと。また、禾本科牧草では窒素の多施によっても促進されるということと、傾向的に同様の結果であった。

リン酸施肥についての施用配分の収量比は、低水準では配分区がまさるが、高水準の施用では、両者の差はほとんど認められない。すなわち、リン酸基肥量の多少により、それ以後の追肥効果の現われかたも異なる。一般的には基肥重点、連年均等施肥、あるいは刈取りごと追肥方法などでは、基肥にある程度多量施し、以後は牧草の奪取量程度を毎年早春に追肥してゆくことがよいように考えられる。また、窒素と加里の十分な補給がともなわないと収量曲線は上昇せず、リン酸の効果が十分に期待できないことも判明した。

リン酸増施区のリン酸含有率は、窒素、加里の増施いかにかわらず、明らかな変化は認められないが、乾物重が増大するので奪取量は当然増大する結果となった。成分の吸収状況としては、リン酸施用量の増加にともない、各刈取り時ともリン酸の含有率は高まり、奪取量は増大する。しかし、全般的にはリン酸水準の変化にともなう窒素、加里、石灰、苦土、ナトリウムなどの吸収状況は顕著に認められなかった。

なお、燐酸肥料の多施により牧草の生育は旺盛となり、燐酸の奪取量のみでなく他の成分も同時に奪取されるので、牧草の高位生産には他成分の補給も十分考慮しなければならない。土壌分析の結果、燐酸肥料の施用量ともっとも相関が高く認められたのはA1態燐酸であった。

本県には各種性格の異なる火山灰土壌が分布するが、これまで実施した燐酸肥料に関する試験結果の適用性は、原則的には各地域とも大差がないと考える。したがって、飼料給与上からも、集約牧野などには基肥に対し多施することが望ましい。しかし、その増収率、経済性などから見て10a当り30~50kgの基肥と、以後は年間の奪取量ないし10kg程度を早春追肥することにより良好な草生を維持することができるものとする。

6 加里肥料の施用方法

一般的には、牧草作は畑地力の維持増進に役立つ²¹⁾と云われているが、牧草畑の管理のしかたにより、どのように変化するかが問題であろう。岩手山麓にある小岩井農場において、牧草を含む輪作と地力の変化について調査した結果²²⁾からも、牧草栽培にもなってしばしば認められる地力の減退は、施肥不適によりおこった加里欠乏によることが指摘された。これらのことは、後作大豆の低収要因として、吉田らの²³⁾報告でも明らかにされている。

牧草に対する加里肥料の施用については、北岸¹⁵⁾²⁴⁾をはじめとしてその重要性を指摘した成績が数多く発表されている。牧草の加里吸収力については、根のカチオン置換容量の大小に係り²⁵⁾特に混播草地における置換性加里含量の低下条件下においては、競合上問題であり、マメ科牧草を維持する上にも加里補給の重要なことが知られている。

本県の火山灰土壌は、全般に加里含量が豊富でない。特に、岩手山の噴出に由来する火山灰土壌は、加里の天然供給力に乏しいことがすでに認められている⁷⁾⁸⁾。三要素試験の結果からも、加里の感応がもっとも大きく認められ、また、追肥段階においてもその影響が強く現われ以後の牧草生育にとっては顕著な制限因子となった。このことは、牧草の加里奪取量が特に多く、補給が奪取量におよばない結果に起因するものであった。

以上のとおり、加里施用のいかんが、ただちに牧草の生育に大きく影響をおよぼすことが判明し、追肥過程における加里肥料の重要性が強く確認された。なお、効果の季節的变化は判然としなかった。しかし一方、一定量以上の施用は、牧草体内の加里含有率が不必要に上昇し易く、石灰、苦土、ナトリウムなど他のカチオン成分の含有率を低下させる。このことは、加里肥料の無駄のみでなく、飼料価値上からも成分の不均衡を生じ不利になるであろう。

加里の施用にあたっては、分施ならび早春にまとめて施しても収量的に差異は認められなかったが、牧草の加里吸収速度、および土壌中よりの流亡を考慮すれば、数回に分施することが合理的であろう。追肥量の決定は、種々の条件によろうが土壌に対する加里の収支、あるいは跡地土壌の肥沃度、増施効果、草種の割合などを考慮する必要がある。本試験結果からは、生草重1,000kgの刈取りに対して5kg内外、すなわち奪取量程度の追肥が必要と考えられた。なお牧草栽培に際しての加里含有率の適当な濃度範囲は、一応2.5~4%程度とみなされ、2%以下は加里不足、4%以上は不必要な濃度と云えそうである。しかし、土壌中の置換性加里含量を15mg以上にたもつことが、草地を良好に維持する上に必要と考えられた。

7 石灰、苦土、銅の施用効果

本県の胆沢町若柳地帯の土壌は、焼石岳の噴出に由来する火山灰土壌で県内ではもっとも劣悪土壌であり、また銅欠乏発生地帯でもある。近年、これらの地帯から奥羽山系にかけて酪農が盛んとなり、牧草栽培面積が増加しつつある。そこで、オーチャードグラスおよびラジノク

ローバーに対して石灰、苦土、銅の施用効果について試験を実施した。

その結果、両草種ともに無処理区をはじめとして全区に要素欠乏らしい症状は認められなかった。また、試験地土壌の性質から塩基施用の効果は顕著に認められなかったが、苦土施用区はオーチャードグラスにおいて増収が認められた。成分吸収では石灰、苦土、施用区はいずれも含有率が増大し、奪取量も増加した。本土壌では、すでに麦類に対して銅施用の効果が顕著に認められているが、牧草を供試した結果では、ラジノクローバーでは判然としないが、オーチャードグラスに対しては明らかにその効果が認められた。このことについては、同時に実施した施用適量の試験²⁶⁾からも明らかにされており、かつ麦類と異なり施用適量は、より高い水準にあることが認められている。そして施用量は、施用方法にもよろうが、10a 当り 6~8 kg の硫酸銅の施用が適当と考えられた。ただし、飼料作物に対する微量要素の施用については、収量のみを論ずることは一方的で、家畜の存在を無視することはできないであろう。

銅無施用区における牧草体の銅含量は、1年目より 5PPm 前後であり、これは串崎の²⁷⁾家畜の障害を推定指標としてまとめた欠乏含量とほぼ同程度の数字である。1:10 HCl 可溶の土壌中の銅含量も 10PPm 程度で過去実施した銅欠乏発現土壌の銅含量の範囲内にある。また、銅施用区のラジノクローバーでは 13~29PPm と季節的に変動が現われたが、オーチャードグラスでは各刈取り時とも 14~17PPm の含量を示し、刈取りごとの変動がなく、ほぼ一定した含有率を示したことが特徴的であった。なお、石灰、苦土、銅の併用区は収量の増大とともに各成分の吸収量も区間中でもっとも高かった。

8 深耕、土壌改良の効果

火山灰土壌において、深耕と改良資材（燐 4：過石 1）および堆厩肥の増投により土壌改良が牧草の生産にいかに関与をおよぼすかを検討した。圃場条件が熟畑化過程の状態であったが、かなり高い収量水準において、土壌改良の効果が現われ、また持続効果も認められた。山本ら²⁸⁾によれば、改良資材の施用効果のもっとも著しいのは火山灰土壌未墾地であり、開墾後の年次が経過し熟畑化過程が進行した状態では、しだいに減少すると云われている。この試験も比較的新しい開墾地で実施したならば、さらに顕著な効果を示したものと考えられる。なお、同時に実施した燐酸用量試験において、窒素加里増施区が増収を示したことより見て、改良資材施用区に対しても同様の増施を行なうことにより、さらに増収の可能性が期待された。牧草栽培における深耕問題は島根、宮城農試での 25~40cm 耕の比較試験²⁹⁾の結果では、増肥がともなわぬかぎり、深耕による増収はあまり期待できないとしている。他にも牧草に対する深耕試験は多く実施されているが、顕著な効果は、あまり期待できない例が多い。この試験からも深耕の効果は認められず、下層に不良土層が存在しないかぎり、（普通耕+施肥）段階での考慮をすれば、かなりの高位生産量の維持は可能であると考えられる。

9 む す び

牧草栽培は、大別して一般耕地と集約牧野への導入がある。本県は地形地質が複雑であり、地帯ごとに火山灰土壌の性格、土壌肥沃度に相違があるので、草地改良と同様、追肥も常に画一的にすることは不当であり、絶えず変化する草地の状況に応じた施肥が必要である。このためには、土壌診断、牧草の栄養診断を実施し、その結果より適切な施肥基準をたててゆくべきである。なお、草地は距離的にも、しかも傾斜地など不便な地域も多く存在する。したがって、草地用肥料については三要素その他の必要成分も考慮した、施肥労力も少ない高成分の複合肥料で、しかも肥効の持続性のより大きな緩効性肥料が望ましい。以上、肥料の合理的施用

なくして、草地の造成ならびに維持は成功するものではない。

X 摘 要

岩手県下の牧野土壌について調査を行なった結果、ならびに草地に対する施肥試験の結果について、要約すれば次のとおりである。

- 1 全般的に、放牧地の方が高い標高に位置し、600 m以上の高地に分布する。これに対し、採草地は大部分600 m～400 m以下の地帯に分布する。
- 2 傾斜は、放牧地が大部分 20°以下に分布するのに対して、採草地は 20°以上の分布頻度が高く認められる。
- 3 表土の厚さは、20cm以上の厚さを有する地帯が多く、10cm以内の地帯はきわめて少ない。
- 4 土壌の化学性については、全般的にきわめて酸性が強くなっており、磷酸吸収係数が大きく、しかも腐植含量も高い。
- 5 土壌反応と気象条件、特に降水量との関係については、概して降水量の多い地帯では一般的に酸性が強い傾向にある。
- 6 植生と土壌との関連については、おおよそその傾向として放牧地において Y_1 が 6 以下では樹林型が多い傾向が認められた。
- 7 シバ型野草地に施肥することにより植生は著しく変遷し、50～100%の増収率を示した。その中でも窒素、磷酸、加里の三要素に消石灰を加えた区が最多収であった。
- 8 同一施肥量での野草と牧草に対する施肥試験の結果では、草の絶対生産量からみても、施肥効率も牧草の方がはるかに高く認められ、牧草の集約栽培が有利であり、その必要性が確認された。
- 9 牧草は草種ごとに三要素の感応が異なり、オーチャードグラスは窒素に敏感であり、ラジノクローバー、レッドクローバーなどのマメ科草では磷酸さらには加里に敏感であった。
- 10 草地造成の段階（基肥）と以後の生産維持の段階（追肥）では、肥料要素に対する牧草の感応には顕著な差異のあることが認められた。
- 11 基肥効果としては窒素、磷酸の効果が大きく、追肥段階では加里欠除の影響が大きく現われ、また磷酸追肥の効果も認められた。
- 12 基肥に施用した磷酸の持続効果は、刈取り 5 年目を経過しても顕著に認められ、基肥に多施したほど増収の傾向となった。
- 13 磷酸追肥の効果も明らかに認められ、施肥磷酸もよく牧草に吸収利用された。しかし、基肥として一定量施用した以後の追肥量の差は、収量的にほとんど認められなかった。
- 14 磷酸施肥についての施用配分の収量比は、低水準では配分区がまさるが、高水準の施用では両者の差は判然としない。すなわち、磷酸基肥量の多少によりそれ以後の追肥効果の現われかたも異なる。
- 15 トリポリ磷酸は過石、熔麟に比しやや良好であり、熔麟は追肥当初は過石に劣るが、やがて過石にまさった。
- 16 磷酸肥効の季節的变化は、基肥追肥ともに早春にもっとも大きく、ついで秋にも現われる。
- 17 土壌分析の結果、磷酸肥料の施用量ともっとも相関が高く認められたのは Al 態磷酸であった。

- 18 増収率および経済性から見て10a当り30~50kgの基肥と毎年5~10kgの燐酸を早春に追肥することにより良好な草生を維持することができる。
- 19 加里肥料施用の意義は大きい、その過剰は牧草体の加里濃度が不必要に上昇し易く、加里肥料の無駄のみでなく飼料価値上からも成分の不均衡を生じ不利になると考えられる。
- 20 加里体内濃度の適当な範囲は、一応2.5~4%程度とみなされ、2%以下は加里不足、4%以上は不必要な濃度と云えそうである。
- 21 銅施用の効果は、ラジノクローバーでは判然としなかったが、オーチャードグラスに対しては明らかにその効果が認められた。
- 22 牧草中の銅含有率は、オーチャードグラスでは各刈取り時とも変動がなく一定しているが、ラジノクローバーでは季節的にかなり変動のあることが特徴的であった。
- 23 土壌改良の効果も明瞭であり、かつ持続効果も認められた。

引用文献

- 1) 伊藤巖、山根一郎(1955) 宮城県川渡山地草原の植生と土壌について
東北大農研彙 7:33—74
- 2) 山根一郎、伊藤巖、佐藤勝信、熊田伝三郎(1957) // (第2報)
主要草種の生育過程、無機、有機成分含量と土壌の二三の性質
8:227—264
- 3) 農林省振興局研究部(1958) 土壌肥料全編 515—516 養賢堂(東京)
- 4) 大迫元雄(1937) 本邦原野に関する研究 76—84 興林会(東京)
- 5) 小原道郎(1964) 野草地に対する施肥効果 畜試研究報告 2—4
- 6) 山本毅、宮里愿(1960) 岩手火山灰畑土壌の加里供給力 日土肥講演要旨集
第7集 71
- 7) 吉田稔、中館興一(1961) 土壌の塩基天然供給力について //
第8集 臨時大会:8
- 9) 黒沢順平ほか(1965) 銅欠乏土壌に関する調査研究(第1報) 岩手農試報告 8:6
- 10) 三井計夫(1966) 飼料作物・草地ハンドブック 223 養賢堂(東京)
- 11) 農林水産技術会議事務局(1965) 粗飼料の生産技術 37~41
- 12) 小原道郎(1968) 草地土壌の肥沃度 日土肥誌 39(1):71
- 13) 千葉春雄、吉田稔、中館興一(1961) 牧草栽培における施肥量、日土肥講演要旨集
内田修吉、亀井茂 収量、養分奪取量の関係 第7集:53
- 14) 黒沢順平、内田修吉(1963) 牧草に対する、カリの肥効試験 加里研究 5:2—13
- 15) 北岸確三、宮里愿、沖田正(1959) 施肥に対する多年生牧草の反応(第2報)
反応の特異性とその草種間差異 日土肥誌30(3):
97—101
- 16) 早川康夫、橋本久夫(1959) 根釧地方火山灰地における牧草地土壌の 北海道農試集報
理化学的特性とその施肥法に関する試験 4:9—19、
20—44
- 17) 吉田稔、中館興一、内田修吉、亀井茂(1968)
草地の施肥管理が収量および土壌肥沃度におよぼす 岩手大農学部報告
影響——岩手山麓の火山灰土壌における例 9(1):17~37

- 18) 小柳達男、晴山信一、三浦定夫 (1966) 乳牛の生産力に対する飼料中の磷の影響
木下善一、富永信 日本畜産学会報 37 (6) : 198—203
- 19) Black, C. A. (1957) Soil-Plant Relationships, John Wiley and Sons
New York N.Y. : 277—288
- 20) E. J. Russell : 植物生育と土壌 (藤原彰夫、大平幸次、黒沢諦、堤道雄、小島邦彦共訳) (1956)
朝倉書店 (東京) : 542—544
- 21) 錦織英夫、森英夫 (1959) 畑作改良講座 (2) : 88—101 朝倉書店 (東京)
- 22) 吉田稔、内田修吉、亀井茂、中館興一 (1961)
牧草を含む輪作と地力の変化 日土肥講演要旨集 第7集 : 53
- 23) 吉田稔、亀井茂、中館興一 (1960) 牧草畑跡地のカリ欠乏について // 第6集 : 8
- 24) 北岸確三、宮里愿、沖田正 (1959) 施肥に対する多年生牧草の反応 (第1報)
カリに対する牧草の反応 日土肥誌30 (1) : 5—9
- 25) 青木茂一 (1956) 根のカチオン置換容量と作物 農業及園芸31 (5、6) : 653—656
—特に牧草の養分競合について— 779—783
- 26) 黒沢順平ほか (1968) 銅欠乏土壌に関する調査研究 (第2報) 岩手農試報告
12 : 99—103
- 27) 串崎光男 (1965) Soil-Plant-Animal Relationship
土壌肥料分野における試験研究上の問題点第1集 : 104
(農林省農業技術研究所編)
- 28) 山本毅、高橋達児 (1967) 改良資材による畑土壌の肥沃化 (第2報)
改良資材の施用が土壌および作物の要素吸
収におよぼす影響 東北農試研究報告 35 : 19—35
- 29) 夏井和七、内田修吉、千葉明 (1962) 岩手県における牧草に関する試験 (第1報)
野草、牧草の施肥感応試験 日土肥講演要旨集
第8集・臨時大会 : 10
- 30) " (1962) " (第2報) "
牧草の追肥に関する試験 "
- 31) 黒沢順平、内田修吉、関沢憲夫 (1964) " (第3報) "
混播牧草に対する磷酸肥料の用量及び施肥
法に関する試験 第10集・臨時大会 : 16
- 32) 黒沢順平、内田修吉、関沢憲夫 (1967) " (第4報) "
高橋良治、佐藤久仁子 磷酸肥料の追肥効果について 第13集 : 110
- 33) 内田修吉、中野信夫、高橋良治、佐藤久仁子 (1968) " (第5報) "
牧草に対する石灰、苦土、銅の施
用効果について 第14集 : 127
- 34) 内田修吉、高橋良治、黒沢順平、関沢憲夫 (1968) " (第6報) "
磷酸肥料の用量及び施肥法に関
する試験 —その2— "
- 35) 内田修吉 (1961) 東北地方における牧草の栽培とその問題点 東北農業研究
3、土壌肥料分野からみた牧草の意義・役割 3 : 7—10
- 36) 高橋良治、内田修吉 (1967) 牧草に対する磷酸の施用方法特に追肥
の効果について 9 : 177—179

Summary

Studies on the Fertilization for the Pasture and the Soil Survey of Grassland in Iwate Prefecture

Shukichi Uchida, Nobuo Nakano,
Norio Sekizawa, Ryoji Takahashi

As well known, Iwate Prefecture has long been proud of the importance in rice production of high yields with nation-wide approve. But today, because of the increasing demand for dairy products, agricultural condition of the prefecture is now under drastic changes. Accordingly, we should establish good grassland for cattle growing. So, soil survey and the effect of fertilization for grassland in the prefecture had been examined. Results obtained were as follows :

- 1) Pastures were distributed higher altitude of 600 m asl. Meadows were distributed lower altitude around 400-600 m asl.
- 2) Slopes of pastures were usually under 20°, but slopes of meadows were usually over 20°.
- 3) Humus surface layer depths of grassland were usually over 20 cm, scarcely the depths under 10 cm were observed.
- 4) Characteristics of soil chemical properties were in the strong acidities, high phosphorus fixing powers and high contents of humus.
- 5) Higher precipitation seemed to result higher soil acidities.
- 6) Forest type land seemed to appear on the soils of lower exchange acidities, namely of Y₁ under 6 .
- 7) If fertilizer applied on sod type grassland, yield was increased especially by combined application of N, P, K and Ca.
- 8) Effect of fertilizer application sharply appeared in forage crops, and yields of them were clearly higher than those of unimproved grassland. So, improvement of grassland by forage crops was believed to be necessary for future development.
- 9) Higher response by N application for Orchard grass and higher response by P and K application for legumes like Ladino and Red clover were observed.
- 10) Effect of basal fertilizer application was different from that of top-dressing fertilizer application.
- 11) N and P showed higher effect as basal fertilizer than as top-dressing fertilizer but K and sometimes P showed higher effect as top-dressing fertilizer.
- 12) Duration of P application effect as basal fertilizer was continued for five years. Higher the application, the better growth of grasses was observed.
- 13) Top-dressing P showed good effect on growth of grasses. But if heavy P application was done as basal fertilizer, no significant relationships between top-dressing P application and growth of grasses were observed.

- 14) Effect of top-dressing P application depended on the amount of basal P application. Higher effect of top-dressing P application was observed in less basal P application, but no strong necessities were observed for top-dressing P application if heavy amount of P was applied as basal fertilizer.
- 15) Tripoly-phosphate showed better effect than fused-and super-phosphate. Just after the application, super-phosphate showed better effect but after some duration it showed lower effect than fused-phosphate.
- 16) the best effect of P application was obtained in early spring and also some effect in autumn.
- 17) By soil chemical analysis, Al-type P in soils had the highest correlations with amount of applied P.
- 18) Judging from economic use of fertilizer, 30-50 kg $P_2O_5/10a$ for basal and 5-10 kg $P_2O_5/10a$ for yearly top-dressing fertilizer were recommended.
- 19) K application showed great effect for the improvement of growth of grasses. But sometimes, too much application of K resulted its luxury absorption. The condition was believed to be avoided for the prevention of meaningless consumption of K fertilizer and also for better mineral feeding of cattle.
- 20) K_2O contents of grasses in oven-dry basis should be between 2.5-4.0%. Over 4.0% contents of K_2O was believed to show luxury absorption. Under 2.5% contents of K_2O , grasses were suffered from K deficiencies.
- 21) Cu application had good effect for growth of Orchard grass but not significantly appeared for Ladino clover.
- 22) Cu contents in Orchard grass showed no seasonal variation but those in Ladino clover showed seasonal variations.
- 23) Effect of soil improvement by the heavy application of phosphate was clearly observed and its duration continued for long time.