

第61表 燐酸施用量と澱粉含有率(%)

試験区別	北 海 5 号							馬 鈴 薯 農 林 1 号						
	7月 13日	7月 23日	8月 3日	8月 13日	8月 23日	9月 2日	収穫	7月 13日	7月 23日	8月 3日	8月 13日	8月 23日	9月 2日	収穫
燐酸無施用区	7.8	10.5	10.9	11.8	13.7	15.3	14.1	7.9	10.9	11.8	12.1	13.8	14.6	15.1
燐酸 1.87 kg 区	8.5	11.0	11.8	12.4	15.1	15.9	14.7	8.4	11.9	14.3	15.5	15.5	16.1	16.4
" 3.75 kg 区	8.7	11.3	12.5	13.5	15.8	16.0	15.7	8.7	12.1	14.2	16.0	16.0	16.3	17.0
" 7.50 kg 区	8.1	8.7	12.4	13.7	15.5	16.3	16.1	8.6	11.7	13.0	15.9	15.9	16.4	17.1
" 11.25 kg 区	8.2	8.6	12.1	14.6	16.1	16.5	15.8	8.3	9.9	12.6	16.1	16.1	16.8	17.4
" 18.75 kg 区	7.4	7.8	11.4	12.7	15.5	15.7	15.5	8.0	9.7	12.5	14.0	14.5	15.6	16.1

11.25 kg であった。

小 括 開墾後約 25 年経過した 根室支場試験圃場において「北海 5 号」「馬鈴薯農林 1 号」を用い燐酸用量試験を行なった。

その結果燐酸を多用すると初期生育が促進され茎葉重の増加が著しい。ただし燐酸 18.75 kg 区では塊茎肥大期に枯渇し減収した。

燐酸の多用によって塊茎の着生開始時期が促進され、かつ着生数も増した。しかし塊茎肥大期直前ころより消滅するもの多く、成熟時には着生数および収量が燐酸少用区に劣るものもあった。

(3) 摘 要

根釧地方の馬鈴薯の慣行施肥法は燐酸重点であって窒素と加里の施用量はあまり多くない。しかし今回薬剤防除につとめ馬鈴薯疫病をほぼ完全に防いで試験を行なったところ、燐酸よりも窒素増施の効果が顕著であった。しかし塊茎肥大の初期までは燐酸増施により生育促進され収量も多かったものであり、後半にいたって窒素増施の効果が認められたものである。

根釧地方は寡照多湿であって、馬鈴薯疫病の蔓延しやすい気象条件を有している。その上採種圃場の設置が不十分ため無病種子薯の入手が困難で、病害による減収が著しく、茎葉の枯渇も早かった。従って根釧地方の馬鈴薯増収技術の第 1 段階は塊茎肥大の完了する 9 月上、下旬まで緑葉を保たせることが先決であり、このような条件が満たされたとき燐酸よりも窒素に重点においた施肥法が増収をもたらすものであった。

しかし窒素の増施は疫病に侵されやすい環境を作りやすいので、このような施肥法を採用するか

否かは、疫病防除対策如何にかかっているといえる。

3. 牧草の施肥法

根釧地方の農業経営は穀類よりも酪農が安定であるといわれているが、家畜の飼料となる牧草収量は低く、根釧地方牧草の主体をなす永年牧草地の乾草収量は 10 アール当り 100 kg に満たぬものが多かった。これは牧草には施肥を行なわぬものとしていた慣行にもよるが、稀れに施肥を行なう者があっても燐酸を重点としていたので効果の見られぬ場合が多かった。

牧草は一般穀類作物と異なり宿根性であって施肥法も多少異なるものがあり、また牧草地の土壌も一般畑土壌と異なるものであると見なされているので、まずこの点から検討した。

(1) 牧草地土壌としての特性発現過程と窒素、燐酸、加里の供給力について

牧草地の土壌は牧草地土壌あるいは草地土壌、牧野土壌などと称せられ、一般穀類作物を栽培する畑地土壌と区別して取り扱われる場合が多い。牧草地の土壌が一般畑作土壌にくらべどのような点で区別を要するのであるか、更に牧草地の土壌を特別な形態の土壌として区別して考えねばならないものであろうかの是非についてはしばらくおき、牧草地の土壌がほかの一般畑地土壌と区別を要するとすれば、牧草がほかの一般畑作物と耕種上あるいは生理上異なる特性を持ち、これがほかの作物の場合と異なった作用を土壌に与え、一般畑地土壌と区別されるような特性を保有するにいたらしめると考えられるからにほかならない。

根釧地方で牧草地と称せられているのは酪農経営のもとで家畜の飼料となる牧草生産の場となっている人工牧草地のことであって、STEPPE や PRAIRIE などのいわゆる草原とは区別さるべきものであることはいうまでもない。また根釧地方は約250年前に降灰した摩周統a火山灰が最地表部に堆積した地帯であって、降灰以後に再生発達した柏、樺などの闊葉樹の下草にススキ、ヤマハギ、チャシバグなどが繁茂しているが、いずれも栄養価の低い草種であり乳牛の飼料としては利用度が低く、これらは一般に牧野と呼ばれているので今回の調査対象からは除くことにした。根釧地方で普通牧草地と呼ばれているのは、上述のような未墾地を耕起開墾し直ちに牧草を播種したものかあるいは開墾後数年または10数年間穀類作物を栽培した後、牧草地に転換したものである。このうちには管理不十分で荒廃したものもあり、当地方農家はこのような低位生産牧草地を永年牧草地と称しているけれども、根釧地方に酪農が導入されたのは昭和6、7年の大凶作以後であるから、最も古い牧草地でも20年を越えるものはまれである。

この程度の年限内で一般畑地土壌と区別して特に牧草地土壌といわれるような特性をもたらすと考えられる牧草耕種の条件、あるいは生理的特徴のうちで最も顕著な点は、大部分の牧草が宿根多年生であって施肥法も初年度の基肥以外はもっぱら地表散布により補給され、耕起されることなしに栽培が継続されることである。更に家畜の踏圧を受ける機会も多く土壌が緊密化したり、また、牧草は根の発育がおう盛で土壌中に残留する有機物が多いため、root-mat ができるといわれているが、このような条件がいわゆる牧草地土壌としての特長を保持させるにいたる経過について、年次を追って調査したのでこれについて報告する。

なお、牧草地土壌の特長と関連して、特に窒素、磷酸、加里の天然供給力について一般畑地土壌と異なる点を検討した。

試験方法 まず牧草地が耕起されずに継続栽培されることの影響を検討するために、2カ年間裸地休閑した圃場で(開墾後約30年経過し、その間一

般穀類を栽培してきた根室支場試験用圃場)一方を耕起、他方を耕起せずにチモシーを播種して肥料3要素試験を実施し、耕起の有無の影響を検討した。

また一般普通作物を栽培していた畑を牧草地に転換した後、いわゆる牧草地土壌としての特徴を保有するに至る経過を検討するために播種初年目2年目、3年目(以上はチモシー、赤クローバーの両者の畑よりそれぞれの土壌を採集した)8年目、16年目(終わりの2つはチモシー畑の土壌のみ)の牧草畑から土壌を採集し、土壌の3相分布、団粒分析および可給態養分含量について分析した。分析の方法は次のとおりである。

土壌の3相分布……………美園の方法による

団粒分析……………湿式篩別法による

$\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ ……0.25 N KCl 浸出後 CONWAY 微量拡散分析法による

N/5 HCl 可溶性 P_2O_5 および K_2O ……わが国において常用されている N/5 HCl 分析法による

この場合特に耕作期間内とみなされている6~10月間に3週間ごとに各区土壌を採集し上述各理化学性ならびに可給態養分含量の推移を検討した。

このほか牧草地土壌の窒素、磷酸、加里の供給量の調査に用いた試料および分析の方法についてはそれぞれ各項に詳述したが、主なものは次のとおりであった。

腐植	{	アセチルブロマイド可溶性 …… SPRINGER 法に準じた
		ピロ磷酸可溶性 …… BREMNER 法に準じた
		NaF および NaOH 可溶性 …… SIMON 法に準じた

^{32}P を含む過磷酸石灰の製造 …… 三井の方法による。

鉱物組成のうち重鉱物の分割はブロムホルム・ニトロベンゾール混液(s. g. 2.75)を用いた。

試験成績

1. 耕起した場合と耕起しない場合のチモシー肥料

3要素試験の比較

チモシーの肥料3要素試験のうち一方は深さ約15 cm に耕起後整地し、他方は耕起せず直ちに肥料、種子を散布、レーキで極く浅く攪拌した後ローラーをかけ鎮圧した。初年目における播種は6

月8日、収穫は9月18日、2年目の追肥は5月15日、収穫は7月21日で両年度の各区の収量は第62表に示したとおりであり、その際の各区チモシーの養分含有率および10アール当り吸収量を第63

表に、また収穫跡地土壌についての分析値を第64表に掲げた。

初年度における無窒素、無磷酸、無加里区のうち、耕起の有無による収量差が最も大きく現われたのは無窒素の場合で、耕起せざる区の乾草収量は耕起した区の1/3であった。開墾後年月を経た古い畑では、一般に土壌中の粗腐植が減少し無機化窒素量に乏しく、特に禾本科牧草などは窒素欠乏に陥りやすい状態にあるが、耕起せざる場合はことに窒素欠乏の症状著しく、茎葉黄化し生長が停止したのみでなく遂に出穂を見るにいたらなかった。窒素含有率は耕起しないものが耕起したものにまさっていた。これは耕起した区のチモシーがともかく出穂して登熟期に達したのに対し、耕起せざる区では生育初期の高窒素含有率を示す段階に停滞し、その後の進展を見なかったためである。しかし耕起せざる区の10アール当り窒素吸

第62表 耕起の有無によるチモシー肥料3要素試験の差異 (kg/10アール)

試験区別	初 年 目			2 年 目		
	生草重	乾草重	同左百分比	生草重	乾草重	同左百分比
無肥料	耕起せず	66	18	7	245	78
	耕起す	156	49	18	263	84
無窒素	耕起せず	102	23	8	278	82
	耕起す	246	78	29	339	106
無磷酸	耕起せず	642	198	72	1,527	514
	耕起す	564	164	60	1,640	539
無加里	耕起せず	678	210	77	1,180	386
	耕起す	852	265	97	1,334	443
3要素	耕起せず	738	225	82	1,311	439
	耕起す	876	274	100	1,586	545

第63表 耕起の有無によるチモシー肥料3要素試験における養分含有率と吸収量

試験区別	養分含有率 (乾物百分比)						10アール当り養分吸収量 (kg)					
	初 年 目			2 年 目			初 年 目			2 年 目		
	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
無肥料	耕起せず	1.57	0.47	1.50	0.92	0.31	0.91	0.28	0.08	0.27	0.71	0.24
	耕起す	1.35	0.48	1.35	1.07	0.31	1.06	0.66	0.24	0.66	0.90	0.26
無窒素	耕起せず	1.57	0.55	1.53	1.07	0.35	1.16	0.36	0.13	0.35	0.87	0.29
	耕起す	1.21	0.38	1.38	1.07	0.38	1.38	0.94	0.30	1.08	1.13	0.40
無磷酸	耕起せず	1.07	0.36	1.32	0.89	0.23	1.02	2.11	0.71	2.61	4.57	1.18
	耕起す	1.07	0.38	1.53	0.92	0.25	1.12	1.75	0.62	2.51	4.96	1.35
無加里	耕起せず	1.07	0.31	1.28	0.92	0.31	0.71	1.61	0.65	2.69	3.55	1.20
	耕起す	1.11	0.42	1.14	0.92	0.28	0.73	2.94	1.11	3.02	4.08	1.24
3要素	耕起せず	1.01	0.52	1.60	0.92	0.25	0.96	2.27	1.17	3.60	4.00	1.09
	耕起す	0.92	0.37	1.26	0.89	0.25	0.90	2.52	1.01	3.45	4.85	1.36

第64表 耕起の有無によるチモシー肥料3要素試験跡地土壌の養分量 (乾土 100 g 中 mg)

土 壌 区 別	初 年 目				2 年 目			
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無肥料	耕起せず	2.63	0.42	18.6	19.4	2.45	0.86	19.3
	耕起す	5.71	1.17	16.6	18.3	4.17	1.36	17.8
無窒素	耕起せず	2.31	0.10	17.3	17.5	2.72	0.51	16.5
	耕起す	5.71	0.92	15.8	16.5	3.35	0.99	15.8
無磷酸	耕起せず	5.02	0.42	17.6	13.8	3.26	0.54	13.3
	耕起す	6.26	1.89	15.0	15.3	3.54	1.36	13.6
無加里	耕起せず	4.15	0.36	17.8	12.3	2.99	0.54	16.8
	耕起す	5.71	1.84	15.3	13.8	4.62	2.26	15.5
3要素	耕起せず	4.23	0.48	16.2	14.3	3.26	0.82	14.6
	耕起す	4.08	1.69	14.3	15.6	4.05	1.54	14.3

収量は含有率が高くとも収量が劣るので耕起区に及ばなかった。耕起の有無が土壤窒素に及ぼす影響について、供試圃場が経年畑であったので無機態の窒素は一般に低い値を示すものであるが、特に耕起せざる区の $\text{NO}_3\text{-N}$ が痕跡量であって、耕起しないということが土壤粗腐植の酸化分解を阻害し無機態化する窒素量を低下させるようでありこのことが耕起せざる区の収量の劣る主な原因になっているものと考えられた。

無磷酸の場合について、ほかの処理では耕起した方の収量が耕起せざるものにまさっていたのに無磷酸区のみは逆に耕起せざる場合の収量がまさっていた。また 10 アール当り磷酸吸収量も多く、更に土壤中の可給態磷酸含量も高い値を示していた。

無加里の場合については耕起の有無が直接加里の吸収に影響するような理由が考えられなければならないけれども、耕起した土壤では根の伸長が良好になっており、収量および 10 アール当り加里吸収量が高くなっていた。

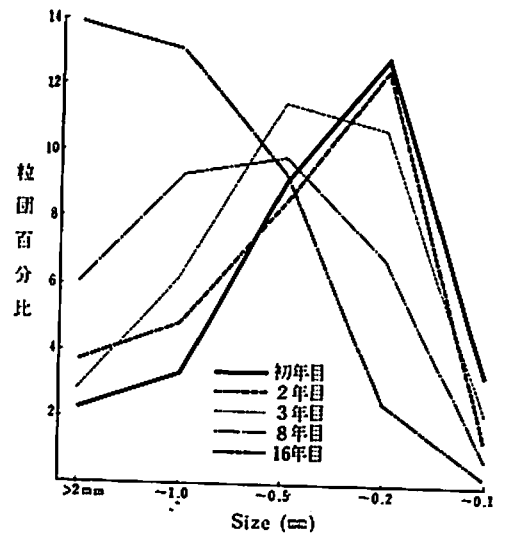
2 年目になると初年度耕起した場合も土壤は相当緊密化し、耕起しなかったものに近い状態になった。すなわち開墾後磷酸肥料を十分に施用しながら一般穀菽作物を長期間栽培したような畑を牧草地とした場合、先報にのべたように 2 年目以後は特に窒素欠乏が激しく、ついで無加里区の収量比が低下するが、磷酸の欠乏はむしろ緩和されるものであって今回もおおむねこのような傾向を認めた。すなわち耕起の効果持続期間はおおよそ実

施当年間のみであって、2 年目以降では耕起についての残効を認めることが困難であった。

2. 牧草地土壌の粒団形成ならびに 3 相分布の経過

輪作体系の中に牧草がとり入れられることが団粒構造の造成に顕著な影響を与えることを理論づけた WILLIAMS の業績が紹介されて以来、わが国でも塩入によりまず多年生牧草の意義が強調されまた畑土壌の肥沃度を増進させる手段としての立場から北岸、柏木、小田切、西潟らの多くの研究が発表された。このように牧草根圏において粒径の大きな粒団の形成がおこる理由として、江川らは

1. 生きている牧草の根のはたらき
2. 根圏微生物のはたらき



第39図 牧草地土壌の粒団分布 (地表~5 cm 間)

第65表 牧草地土壌の耐水性粒団 (粒団百分率)

土 壌 区 別		地表 ~ 5 cm					地表下 5 cm ~ 10 cm					地表下 10 cm ~ 15 cm				
		>2.0 mm	2~1 mm	1~ 0.5mm	0.5~ 0.2mm	0.2~ 0.1mm	>2.0 mm	2~1 mm	1~ 0.5mm	0.5~ 0.2mm	0.2~ 0.1mm	>2.0 mm	2~1 mm	1~ 0.5mm	0.5~ 0.2mm	0.2~ 0.1mm
初年目	{ チ モ シ ー	2.21	3.35	9.07	12.88	3.22	3.63	7.05	9.86	12.67	2.26	0.21	1.93	9.44	18.60	1.57
	{ 赤クロバー	2.61	3.05	7.75	14.86	5.36	1.24	3.73	12.02	8.85	7.39	0.08	1.66	7.06	15.05	4.03
2 年 目	{ チ モ シ ー	3.71	4.92	8.42	11.55	1.21	4.91	7.33	12.92	9.78	0.10	0.26	2.50	9.57	16.14	1.00
	{ 赤クロバー	2.50	3.64	8.49	14.13	4.50	1.65	3.85	13.35	12.87	4.45	0.43	1.87	10.91	13.42	4.81
3 年 目	{ チ モ シ ー	2.82	6.25	11.51	10.66	2.08	3.82	7.75	14.38	10.54	1.60	1.39	2.56	6.95	9.95	1.17
	{ 赤クロバー	2.76	3.66	12.14	11.93	1.66	0.69	2.88	10.85	14.22	4.33	0.44	2.76	10.51	11.39	2.82
8 年 目	チ モ シ ー	6.03	9.25	9.86	6.81	0.80	6.74	10.07	11.07	7.70	2.08	1.72	4.87	14.96	15.40	0.63
16年目	チ モ シ ー	13.89	13.03	9.47	2.41	0.15	21.58	9.21	5.22	1.45	0.17	2.44	5.39	12.09	10.95	0.79

3. 根の分解生成物体および微生物体に基づく有機物

の3つの因子の総合作用によるとし、特に粒団形成に役立つ有機物は耐久性の腐植酸でなくて、より可溶性の腐植化の進まないものであろうとのべている。これらの研究はいずれも牧草跡地畑土壌の肥沃度の増進を目的としており、牧草それ自体に対する影響についての関心は薄いようであった。しかしその目的のいかに問わず牧草を栽培することによって大きい粒径粒団の形成が促進さ

れることには変わりなく、この点について根室支場試験圃場内牧草地（摩周統火山灰の経年畑）のうち初年目、2年目、3年目、8年目および16年目のものの土壌について測定した結果を第65表に示し、また第39図にはこのうち最上層（0~5cm）のものをグラフにして掲げた。

すなわち一般穀類畑から牧草地に転換後の年次の浅い場合では、粒径0.5~0.2mmのいわゆる初年粒団が多いが、3年目ころより第2次粒団（大粒団）の形成が認められ、8年目および16年目の牧草

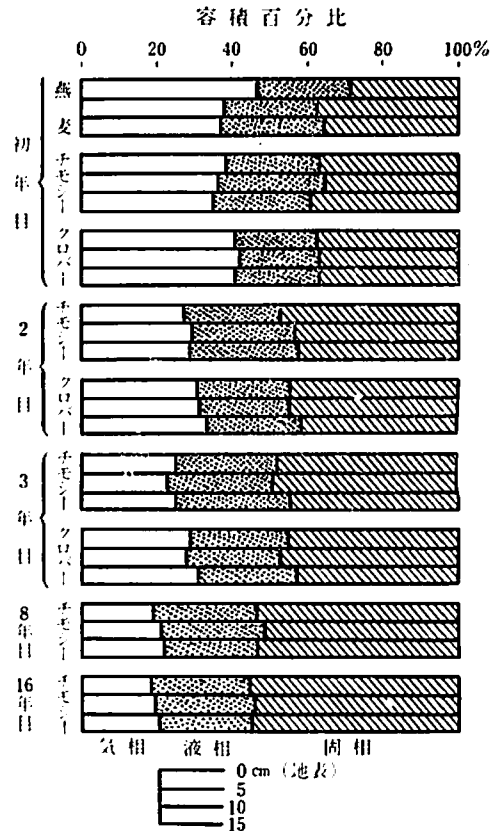
第66表 牧草地土壌における3相分布（容積百分比）

土 壌 区 別 (深さcm)		7 月 8 日			8 月 6 日			10 月 7 日			
		気 相	液 相	固 相	気 相	液 相	固 相	気 相	液 相	固 相	
初 年 目	燕 麦	5	46.7	25.3	28.0	40.5	21.5	38.0	32.7	23.3	44.0
		10	38.2	24.3	37.5	37.0	23.5	39.5	28.7	25.8	45.5
		15	37.9	27.1	35.0	35.9	23.6	40.5	33.2	24.3	42.5
	チモシー	5	38.6	25.1	36.3	38.1	22.0	39.9	29.5	24.1	46.4
		10	37.1	27.6	35.3	37.4	21.8	40.8	37.2	22.0	40.8
		15	35.6	25.2	39.2	33.0	24.2	42.8	32.5	23.0	44.3
	クロバー	5	41.0	22.0	37.0	39.1	22.4	38.5	33.6	23.9	42.5
		10	41.6	21.4	37.0	39.4	26.0	34.6	37.9	22.7	39.4
		15	40.6	22.4	37.0	37.0	22.6	40.4	35.8	23.3	40.9
2 年 目	チモシー	5	27.4	24.9	47.7	28.6	24.7	46.7	24.1	25.1	50.8
		10	29.1	28.2	42.7	30.2	25.6	44.2	27.8	24.9	47.3
		15	28.2	29.5	42.3	27.9	25.4	46.7	29.7	24.5	45.8
	クロバー	5	31.4	23.3	45.3	31.6	22.6	44.8	25.8	25.2	49.0
		10	31.6	23.1	45.3	30.6	26.2	43.2	31.6	20.8	47.6
		15	33.4	24.9	41.7	34.0	24.7	41.3	30.2	23.5	46.3
3 年 目	チモシー	5	24.1	27.1	48.8	26.9	25.4	47.7	26.0	25.8	48.2
		10	23.3	27.4	49.3	26.1	25.7	48.2	30.5	24.8	44.7
		15	24.6	30.8	44.6	29.0	21.9	49.1	29.0	22.6	48.4
	クロバー	5	29.3	24.1	46.6	28.1	24.8	47.1	31.2	23.6	45.2
		10	27.6	24.3	47.9	33.9	23.0	43.1	33.5	22.3	44.2
		15	31.5	24.9	43.6	31.2	24.7	44.1	32.9	22.0	45.1
8 年 目	チモシー	5	19.6	26.1	55.3	21.5	25.2	53.3	18.4	28.8	52.8
		10	21.0	28.2	50.8	18.7	29.3	52.0	22.7	27.0	50.3
		15	21.4	25.3	53.3	22.7	26.3	50.8	20.4	28.3	51.3
16 年 目	チモシー	5	18.1	26.6	55.3	19.4	26.0	54.6	17.0	27.9	55.1
		10	19.7	26.3	54.0	19.5	26.9	53.6	19.6	26.8	54.6
		15	19.9	25.1	55.0	20.4	23.5	56.1	20.5	27.4	52.1

地では粒径1mm以上の大型の粒団が著しく多くなっていた。またチモシーと赤クロバーでは前者が粒団形成におよぼす影響が強いようであり、更に最表層部よりも、これに続く下層部において粒団の形成が著しかった。しかし年次の古いイネ科牧草地、特に16年目のものでは粒団が非常に固く耐水性も大きくて粒団百分比が高くなったのであるが、このような緊密化した土塊の多くなることが牧草それ自体の生育に良い影響を与えるものであろうか、はなはだ疑わしい感を受けた。

島根らは牧草導入による土壌の変化について研究し、牧草栽培によって土壌の粒団構造は顕著に発達するけれども、大量の根群によって充填されるために土壌孔隙はかえって減少するとのべているが、根鉋地方火山灰永年牧草地土壌もきわめて緊密化して強固な一大土塊となり、しかも凍結ならびに融凍作用を受け、山田らの指摘するような板状構造となっている場合が少なくなかった。このような状況は土壌中の3相分布を測定すると明確に比較できるので、美蘭の考案した土壌実容積測定装置を用いて、初年日から16年目の牧草地において、深さ0~5、5~10、10~15cmの3段階に分け測定し、その結果を第66表に示したが、7月8日測定のものについて特にこれを図示し第40図として掲げた。

一般畑土壌では春に耕起してから秋にいたるまで、また牧草地では更に年次を重ねるごとに土壌は緊密化をたどるものである。一般穀類作物を代表して燕麥畑土壌を選び実容積を測定したが、燕麥は6月中旬に中耕を行なうので最地表部の気相の占める割合が高く7月8日で50%に近い値を示したが、10月に跡地土壌を調査したところ30%強にまで低下していた。牧草地でも初年目ののは気相の占める割合が高く40%以上となっていたが、2年目から急に減少し30%前後まで下り、8年目以降のものでは20%に達しないものもあった。また初年目のものは、最地表部分(深さ0~5cm)における気相の占める割合が高く、これより下層(5~15cm)では漸次低下する傾向がみられたのに、年次を経た牧草地では地表部に腐植が集積し吸湿性が増して、気相の占める割合が下層に劣るように



第40図 牧草地土壌における3相分布(7月8日)

なった。以上のように古い牧草地では固相が50%以上も占め孔隙が僅少となるうえに水分が増すので、土壌中の空気含量が低下して土壌の還元が免れないものと思う。またチモシーとクロバー畑を比較すると前者の土壌がやや緊密化しやすく、腐植の蓄積量も多いので特に液相の占める割合が高くなっていたが、クロバーは深根性であるため、深い層においても気相の占める割合が高くなったものと思う。

年次の経過に伴う土壌還元化の傾向は、酸化還元電圧を測定することにより直接確認しうるのであるけれども、測定には相当大きな誤差を伴った

第67表 牧草地土壌の酸化還元電位の推移(Eh,mV)

測定した月	2年目		3年目		8年目		16年目
	初年目	チモシー	クロバー	チモシー	クロバー	チモシー	チモシー
6月	550	430	440	390	450	250	210
8月	520	410	460	370	420	270	230

ので5日ごとに測定した値の平均値を第67表に示した。測定は牧草地土壌を大きな土塊として実験室に運び、窒素ガス中で水に浸しBROWNの方法に準じ行なった。

すなわち年次の経過とともに牧草地土壌の酸化還元電位が著しく低下したが、このような傾向は古い牧草地にスギゴケあるいはミズゴケが簇生し(ミズゴケはスギゴケの根元あるいは凹地等陰湿条件の個所に生えていた)牧草を駆逐することによっても知ることができる。これは蘚苔類が湿地等水分の比較的高い個所、従って土壌中の気相の量の低い所に多く繁殖し、牧草にくらべ還元性の環境に耐える特性を有しているものとみなされているからである。参考として永年牧草地に生育中のチモシー、レッドトップと含有組成を比較した表を掲げた。ただし採取は8月1日でイネ科牧草はいずれも開花が終了していた。

第68表 スギゴケとチモシー、レッドトップとの成分比率

草 種		チモシー	レ ッ プ ト ッ プ	スギゴケ
新鮮物中の水分(%)		60.5	55.5	58.0
乾物中の無機組成(%)	SiO ₂	2.84	3.40	1.67
	Al ₂ O ₃	0.23	0.16	0.79
	Fe ₂ O ₃	0.19	0.18	0.61
	CaO	1.20	0.72	0.44
	MgO	0.80	0.94	0.42
	K ₂ O	0.62	0.28	0.04
	Na ₂ O	0.12	0.08	1.65
	P ₂ O ₅	0.45	0.55	0.22
有機組成(%)	灰 分	6.55	6.49	5.88
	リグニン	25.20	21.84	33.28
	纖 維	29.77	29.82	20.82
	澱 粉	27.91	30.88	30.08
	蛋白質	6.48	6.54	6.81
	脂 肪	2.59	2.82	3.09

すなわちスギゴケは同一圃場に生育中のイネ科牧草にくらべ、特にSiO₂、CaO、MgO、K₂O、P₂O₅など作物が最も多量に必要とするといわれている成分に乏しく、Fe₂O₃、Al₂O₃、Na₂Oなどに富んで

いた。また有機組成でも繊維の代わりにリグニン含量が異常に高く、スギゴケがいわゆる一般作物にくらべ特異な組成を有しているものであることを知った。

3. 牧草地土壌の窒素、磷酸、加里供給力と牧草の生育に及ぼす影響

窒 素 上述のように年数を経た牧草地ではroot matといわれる植物遺体の集積層が形成されたりするので、土壌有機物含有の増加が起こりやすい。しかしこれが更に分解して腐植酸にまで進展しているか否かについて、各年次の牧草地土壌をアセチルブロマイドで処理し、未分解有機物を除去した後腐植含量を測定したり、またN/8 NaOH、NaF、ピロ磷酸ソーダ可溶性の腐植含量を検討した。あわせて塩基置換容量、全窒素ならびに乾土を24°Cに27日間湛水状態に保ったものと水分80%にした場合におけるNH₄-N、NO₃-N量を測定し(処理前の無機態窒素量も含む)その結果を第69表に掲げた。

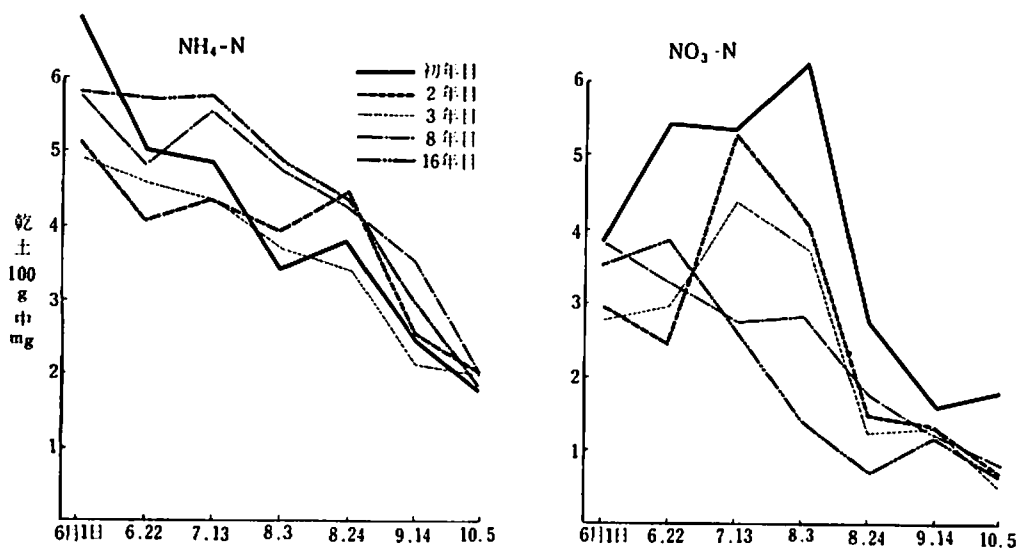
牧草地土壌の全腐植(全炭素量を1.72倍したもの、未分解有機物を含有する)が年次の経過とともに増加する傾向のあることは、これまでに発表された多くの報告でみられた一般的傾向であり、今回の試験でも永年牧草地と呼ばれている8~16年目の牧草地は初年度のものより約3%も高い値を示していた。しかしアセチルブロマイド不溶の腐植は1.5%弱の増加量であって、このことから年次の経過に伴い増加した土壌全腐植中には未分解有機物の占める割合が多く、このことは炭素率の上昇からも推察された。同様に永年牧草地ではNaOH可溶性腐植が初年度のものにくらべ2%強増加していたのに対し、もっぱら真性腐植酸を溶解すると考えられているNaFまたはピロ磷酸ソーダ可溶のものは1%弱の増加にとどまっていた。また腐植化の進んだものは塩基置換容量も大きいといわれているが、全腐植含量の高い永年牧草地土壌でもこの値の増加は僅少であって(置換塩基は苛鹼しており、後述するようにpHの低下を伴っていた)結局牧草地土壌では年次の経過に伴い腐植が増すといわれているが、この中には根などが未分解のまま堆積されているものが多く、腐植化の進んだ部分

第69表 牧草地土壌の腐植と窒素含量

土 壌 区 別	炭素 (%)	C/N	腐 植 (%)						塩基置換容量 (m.e./100g)	飽和塩基	全窒素 (%)	Incubate 後の N 量 (mg/100g)			
			全 腐植	Br- アセナル 不溶	Br- アセナル 可溶	N/8 NaOH 可溶	N/8 NaF 可溶	ピロ 磷酸 可溶				脱水 NH ₄ -N	水分80% NH ₄ -N	NO ₃ -N	
初年目	チ モ シ ー	6.91	15.3	11.92	7.05	4.87	8.36	3.58	4.37	22.2	11.6	0.45	4.7	2.4	4.5
	赤クロバー	6.79	15.8	11.71	6.91	4.81	8.17	3.55	4.63	22.4	12.8	0.43	6.4	2.9	3.8
2 年 目	チ モ シ ー	7.10	15.1	12.25	7.00	5.00	8.47	3.67	4.70	22.7	4.8	0.47	6.8	2.6	3.2
	赤クロバー	7.16	16.7	12.35	6.85	5.50	8.69	3.83	4.76	21.5	4.0	0.43	7.5	2.5	3.4
3 年 目	チ モ シ ー	7.86	16.4	13.56	7.93	5.63	9.09	3.74	4.92	22.8	4.2	0.48	10.3	8.4	2.2
	赤クロバー	7.43	16.4	12.82	7.49	5.33	9.14	4.02	5.14	21.9	2.3	0.44	8.9	5.9	2.9
8 年 目	チ モ シ ー	8.26	16.9	14.25	8.09	6.16	10.10	4.30	4.98	23.5	3.2	0.49	11.4	9.5	1.9
16年目	チ モ シ ー	8.77	16.9	15.13	8.47	6.66	10.51	4.46	5.31	23.8	2.8	0.52	13.8	15.1	1.4

第70表 牧草地土壌中の NH₄-N と NO₃-N 含量の年間変化

土 壌 区 別	NH ₄ -N (100 g 中 mg)								NO ₃ -N (100 g 中 mg)							
	6月 1日	6月 22日	7月 13日	8月 3日	8月 24日	9月 14日	9月 24日	10月 5日	6月 1日	6月 22日	7月 13日	8月 3日	8月 24日	9月 14日	9月 24日	10月 5日
初年目	チモシー	6.80	4.99	4.82	3.45	3.81	2.45	1.73	3.81	5.43	5.35	6.26	2.72	1.63	1.85	
	赤クロバー	—	—	5.48	4.08	3.45	2.99	1.46	—	—	5.63	6.53	2.72	1.90	1.24	
2年目	チモシー	5.17	4.08	4.35	3.94	4.44	2.45	2.00	2.99	2.45	5.30	4.04	1.49	1.36	0.72	
	赤クロバー	5.71	4.90	4.44	4.26	3.81	2.62	1.73	2.92	2.63	5.98	4.35	1.20	2.08	2.18	
3年目	チモシー	4.90	4.58	4.35	3.72	3.44	2.18	2.00	2.72	2.99	4.40	3.72	1.27	1.36	0.54	
	赤クロバー	5.71	4.90	4.98	4.08	4.72	3.26	1.73	3.44	3.26	3.81	4.35	1.49	1.17	1.70	
8年目	チモシー	5.80	4.82	5.57	4.76	4.21	3.54	1.88	3.85	3.26	2.72	2.81	1.17	1.26	0.82	
16年目	チモシー	5.80	5.71	5.76	4.90	4.35	2.99	1.73	3.54	3.81	2.62	1.62	0.75	1.15	0.66	

第41図 牧草地土壌(チモシー)の NH₄-N と NO₃-N の推移

の増加は比較的少ないものと推定された。またチモシー畑と赤クロバー畑では前者における全腐植含量が高くなっていた。これはチモシーが浅根性で、しかも刈り取りごとに球茎下部より新芽を生じ更新されるので、古い根や茎は枯死して土壤中に集積されてゆくのに対し、赤クロバーは刈り取ってもその切株から直ちに新しい茎葉を生じ根の更新を伴わないからである。

全窒素も年次の経過に従い増加しているが、このものは大部分腐植および未分解有機物中に蛋白態として含有されているもので、両者の土壤中における含有率は関連が深い。このうちの可給態化しうる量を推定するため各年次の牧草地乾燥土壌を湛水および半湿状態に incubate した。このうち湛水状態のもとで無機化した窒素全量は年次を経たものほど多くなっていたが、半湿状態の場合では年次を経た土壌は硝酸態化せず、ほとんどアンモニア態のままで存在していた。このように年を経ても有機物の蓄積した牧草地土壌で、硝酸化成の進み難いことは季節別に牧草地土壌中の無機態窒素量の推移を調査した第70表および第41図の結果においても認められた。

すなわち $\text{NH}_4\text{-N}$ は各区とも初春に最も高い値を示し、その後漸次低下していた。ただし古い牧草地ではこのような低下の始まる時期が遅くなっており(7月中旬)、また初年度あるいは2年目のような新しい牧草地では地温が最高となる8月下旬に再びわずかに上昇した。しかし $\text{NO}_3\text{-N}$ は6月中旬～8月上旬に最高値に達したのであり、しか

も初年度の牧草地では硝酸化成がおう盛で高い値を示したのに、2～3年と年次の経過とともに漸次低下して、最も古い牧草地では硝酸化成がきわめて低かった。すなわち古い牧草地では腐植や窒素含量が増加するけれども、酸分解が緩慢であって耕起播種後年月の浅い牧草地あるいは一般穀類耕地にくらべると可給態化する窒素の量は少ないようであった。

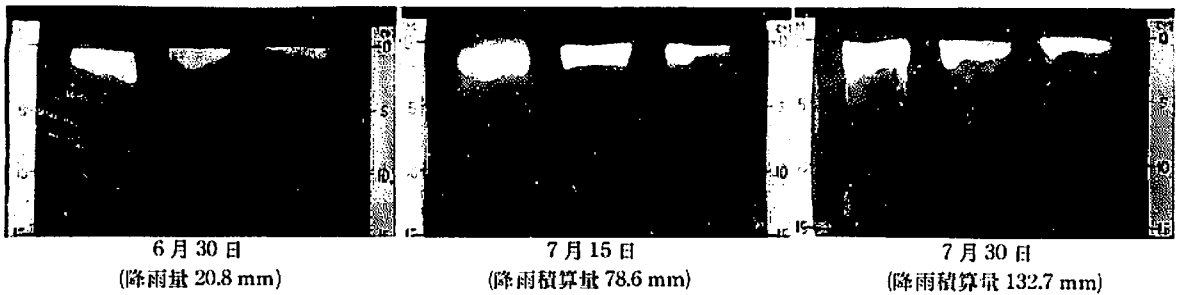
燐 酸 土壌中の燐酸のうち特に N/5 HCl 可溶性のものについて6月1日より3週間ごとに測定した結果を第71表に示した。なおこの表には6月22日採集の土壌について 2 N HCl で溶出した燐酸量をもあわせて掲げた。

この表で各年次の牧草地土壌の N/5 HCl 可溶性 P_2O_5 量の推移をみると、地温の最も高くなる8月に最高値を示し、可給態燐酸量が地温の上昇とともに増加するという多くの報告に一致していた。またチモシー畑とクロバー畑では前者がまさっており、全般に年次を経るに従い N/5 HCl 可溶性燐酸および 2 N HCl 可溶性が低下していた。

しかし牧草地に転換する前に多量の燐酸質肥料が施用されてあった場合には(このような条件の土壌は一般に 2 N HCl 可溶性燐酸量が多い) 播種当年に燐酸施肥の効果が高くとも次年度以後は燐酸の欠乏はほとんどみられず追肥の効果が少なく、極端な場合は無燐酸で栽培しても収量の低下が全く見られぬこともあった。(このように燐酸の肥効が鈍くなるのはすでに初年度2番草から現われていた) チモシーにおけるこのような燐酸肥効の変遷は第71表

第71表 牧草地における N/5 HCl 可溶性 P_2O_5 の年間推移 (mg/100 g)

土 壌 区 別		N/5 HCl 可 溶 性 P_2O_5							2 N HCl 可 溶 性 P_2O_5
		6月1日	6月22日	7月13日	8月3日	8月24日	9月14日	10月5日	
初年目	チモシー	12.7	15.1	13.9	14.3	14.7	13.5	14.6	147.5
	赤クロバー	—	—	14.3	16.8	13.9	15.7	16.0	152.5
2年目	チモシー	8.8	12.3	15.0	15.4	12.8	13.9	12.8	147.5
	赤クロバー	8.1	7.5	8.8	9.6	10.0	8.4	10.3	140.0
3年目	チモシー	10.9	12.4	12.0	12.7	10.7	9.8	9.8	120.0
	赤クロバー	9.6	8.5	9.8	10.9	10.3	9.6	9.0	107.5
8年目	チモシー	6.6	7.0	9.0	8.4	9.2	6.8	8.8	97.5
16年目	チモシー	4.4	4.0	6.0	6.3	4.1	3.6	3.4	55.6



牧草地における追肥磷の透過ラジオオートグラフ (6月15日地表散布)
(各写真中3つの Profile は左より16年目, 3年目, 初年目チモシー畑)

に示した牧草地土壌 N/5 HCl 可溶性磷酸含量の推移と全く相反する傾向と思えるが、これは第3報で推定したように2年目以降のチモシーが N/5 HCl 可溶性磷酸のような易溶性のもののみでなく、もっと難溶性のものをも一部利用しうようになるためと思う。(今回供試した永年牧草地土壌中には 2N HCl 可溶性磷酸がはなはだ少なかった。これは相当長い年数にわたり追肥を欠いていたため土壌中に蓄積された磷酸が枯渇したものであるが、この程度にまで 2N HCl 可溶の磷酸が低下してしまうと再び磷酸追肥の効果が増大するものと思う)

2年目以降のチモシーが難溶性磷酸をも吸収利用しうようになる原因は、まずチモシー自体の磷酸吸収能力が強くなることのほかに、牧草地が長期にわたり耕起されないという条件によって土壌中の酸素が不足し、ひいては土壌の還元化に伴う磷酸鉄など易溶態化の影響を受けるためではないかと思う。

この問題に入る前に追肥した磷酸肥料がどの深さまで透過するかをラジオオートグラフで確かめた。すなわちチモシー初年目, 3年目, 永年畑の

3カ所に6月15日に 30 cm² 当り ³²P を含む過磷酸石灰 2.25 g (10アール当り P₂O₅ として約 5 kg に相当) を施用しておき、6月30日, 7月15日, 7月30日の3回、長方形の鉄枠を差し込み上述の3区から土壌を垂直に採り、冷凍した後 X-ray 用フィルム上にのせてラジオオートグラフに撮った。ただしこの期間内に降った雨量は合計 132.7 mm であった。

すなわち初年度の牧草地では地表面に追肥された磷酸は、地表の極く薄い部分に固定されてしまうのに対し、永年牧草地では追肥後比較的短時間の間に相当深い土層にまで透過することが認められた。永年牧草地土壌で磷酸の透過が大きい理由は腐植が蓄積していることと、土壌の還元化が起きているために、易溶性の磷酸化合物が生成されやすいことによるものと推定する。

次に年次を経たチモシー自体が土壌中の難溶性磷酸を吸収利用する能力の高くなる傾向について ³²P を用いて行なった若干の結果をのべる。発芽直後の作物は主に磷酸肥料として施用された水溶性の磷酸を吸収するものであり、生育段階の進む

第72表 牧草の肥料磷酸 (³²P₂O₅) の吸収経過 (乾物%)

試 験 区 別		6 月 12 日			6 月 26 日			7 月 10 日			7 月 24 日		
		全磷酸 (%)	³² P ₂ O ₅ (%)	³² P/P ×100	全磷酸 (%)	³² P ₂ O ₅ (%)	³² P/P ×100	全磷酸 (%)	³² P ₂ O ₅ (%)	³² P/P ×100	全磷酸 (%)	³² P ₂ O ₅ (%)	³² P/P ×100
播 当 種 年	播 麦	1.251	0.829	66.3	0.735	0.323	43.5	0.686	0.234	31.8	0.616	0.185	30.0
	チ モ シ ー	—	—	—	0.899	0.384	42.7	0.871	0.274	31.5	0.685	0.189	27.5
	赤 ク ロ バ ー	—	—	—	0.743	0.390	52.6	0.781	0.293	37.5	0.928	0.282	30.3
	ラデノクロバー	—	—	—	0.805	0.379	47.1	0.992	0.355	35.8	1.050	0.312	29.7
播 2 種 年 後 目	チ モ シ ー	0.614	0.231	37.6	0.683	0.178	26.1	—	—	—	0.504	0.118	23.4
	赤 ク ロ バ ー	0.692	0.273	39.5	0.714	0.209	29.3	—	—	—	0.789	0.191	24.2
播 3 種 年 後 目	チ モ シ ー	0.556	0.201	36.1	0.578	0.157	27.2	—	—	—	0.507	0.110	21.7
	赤 ク ロ バ ー	0.719	0.266	36.9	0.777	0.231	29.7	—	—	—	0.751	0.216	28.7

第73表 10アール当たり乾草収量ならびに土壤磷酸(P_2O_5)と肥料磷酸($^{32}P_2O_5$)吸収量(kg)

供 試 作 物		6 月 26 日				7 月 24 日				
		乾草収量	燐 酸 吸収量	内 訳		乾草収量	燐 酸 吸収量	内 訳		³² P 利用率
				P ₂ O ₅	³² P ₂ O ₅			P ₂ O ₅	³² P ₂ O ₅	
初年目	燕 麦	235	1.73	0.97	0.76	545	3.36	2.35	1.01	22.4
	チ モ シ ー	90	0.81	0.46	0.35	210	1.46	1.06	0.40	8.9
	赤 ク ロ バ ー	55	0.41	0.20	0.21	95	0.88	0.61	0.27	6.0
	ラデノクロバー	50	0.40	0.21	0.19	80	0.84	0.84	0.26	5.8
2 年目	チ モ シ ー	290	1.98	1.46	0.52	630	3.18	2.44	0.74	16.4
	赤 ク ロ バ ー	325	2.32	1.64	0.68	460	3.63	2.71	0.92	20.4
3 年目	チ モ シ ー	260	1.50	1.09	0.41	595	3.02	2.37	0.65	14.4
	赤 ク ロ バ ー	220	1.71	1.20	0.51	390	2.93	2.09	0.84	18.7

につれ土壤中の難溶性のものを吸収する割合の高くなることについては、既に多くの研究者により報告されている。従って土壤中に利用残として磷酸の累積している場合には、2年目(または1年目2番草)からこれを利用するので、追肥された磷酸肥料を吸収しなくとも磷酸不足に陥ることの少ないことは容易に推察されることである。根釧地方火山灰地の牧草についてもこのような傾向が認められたのであり、これについて第72表に燕麦および各種牧草の磷酸含有率とこのうち ^{32}P でlabelした肥料磷酸から由来する磷酸の含有率を分別測定し、生育に伴う変遷を示した。(磷酸は10アール当り P_2O_5 4.5 kgに相当する過磷酸石灰を ^{32}P でlabelして地表に散布補給した) また10アール当りの乾草収量ならびに磷酸吸収量(土壤中にあった磷酸と ^{32}P を含む

肥料磷酸の2つにそれぞれ由来を分けた)を計算し第73表に掲げた。

この表から明らかなように生育の伸展に伴い ^{32}P でlabelした磷酸、すなわち肥料として施与した磷酸の含有率が低下しており、特に生育の後半例えば6月26日から7月24日の間では土壤磷酸(P_2O_5)のみ吸収されて肥料磷酸 $^{32}P_2O_5$ の吸収量はほとんど少なかった。 ^{32}P の吸収量から磷酸利用率を計算したところ従来の方法(磷酸吸収量から天然供給量を差し引く方法)による値に近い結果が得られ、従って根釧地方火山灰地の2,3年目以降の牧草地において磷酸肥料を地表面に散布する方法を用い追肥しても、牧草はこれを相当多量に吸収するものであることを再び確認したが、磷酸利用率の計算に際しどの程度同位体置換が起こったかに

第74表 年次を異にした牧草の固定磷酸利用の差異

草 種 播 形 態	当 年 播 種 の も の (7月14日刈取)			播 種 後 2 年 目 の も の						
	全P ₂ O ₅ (%)	³² P ₂ O ₅ (%)	³² P/P ×100	1 番 草 (6月25日)			2 番 草 (7月14日)			
				全P ₂ O ₅ (%)	³² P ₂ O ₅ (%)	³² P/P ×100	全P ₂ O ₅ (%)	³² P ₂ O ₅ (%)	³² P/P ×100	
チ モ シ ー	固定磷	0.390	0.150	38.5	0.718	0.430	59.9	0.480	0.218	45.4
	水溶磷	0.493	0.265	53.8	0.620	0.400	64.5	0.538	0.265	49.3
オ ー チ ャ ー ド	固定磷	0.380	0.095	25.0	0.628	0.368	58.6	0.527	0.219	41.6
	水溶磷	0.464	0.210	45.0	0.683	0.421	61.6	0.657	0.282	42.9
赤 ク ロ バ ー	固定磷	0.542	0.143	26.4	0.481	0.154	32.0	0.500	0.134	26.8
	水溶磷	0.636	0.251	39.5	0.524	0.267	51.0	0.507	0.247	48.7
ラデノクロバー	固定磷	0.510	0.153	30.0	0.474	0.119	25.2	0.596	0.164	27.5
	水溶磷	0.798	0.362	45.4	0.670	0.281	41.9	0.666	0.271	41.7
燕 麦	固定磷	0.424	0.204	48.1	—	—	—	—	—	—
	水溶磷	0.820	0.459	56.0	—	—	—	—	—	—

については不明であった。ただし初年目の牧草の磷酸利用率が低いのは収量が低いためで、根釧地方における初年目の牧草収穫は9月以降であり、6月あるいは7月に刈り取る場合は一般にこの程度の収量しか得られないものであった。

更に年次を経た牧草が播種当年のものより難溶性磷酸を吸収する能力の高いことについて、直接比較するために³²Pを浮石粉末(珪土性が高く磷酸固定力が強い)に吸収乾固させ、これをTrough液で洗滌し易溶性磷酸を除いたもの(固定磷)と、濾紙末に吸収させたもの(水溶性磷)をそれぞれP₂O₅として1gずつを根室支場試験圃場耕土をつめた1/2,000アールのPotに加え(N, K₂Oもそれぞれ1gずつ施用した)6月1日に燕麦および各種牧草を播種、また別に2年目の牧草を移植しそれぞれ磷酸含有率を測定し第74表に示した。

この表から明かなように播種当年のもののうち、磷酸を固定させた後与えたものは磷酸含有率特に³²P含有率が低く、外植物が固定磷酸を利用し難いことを示したのに対し、2年目のイネ科牧草では固定された磷酸を与えても、水溶性磷酸施用の場合と同程度利用していた。ただしクロバー類は2年目のものでも固定磷酸の利用がやや劣っており、2年目以降においてもなお磷酸追肥の効果が顕著にあらわれるものと思われた。

経年畑牧草地において2年目以降のイネ科牧草が難溶性磷酸をも吸収利用しうようになることについて、これを土壌的な条件に原因を求めると、まず先にのべた年次の経過に伴う土壌還元化の影響が考えられる。すなわち大杉、川口あるいは青木、藤原らは水田土壌においては鉄が還元を受けて磷酸第1鉄となるので、水稻は土壌磷酸の利用性が高いと報告している。牧草地においても年次の経過に伴い土壌の還元が起こるとすれば、磷酸第1鉄の生成により磷酸が可給態となりうるものと予想される。まずその手掛りとして各年次別の牧草地土壌について高井の方法に従い3N H₂SO₄に可溶のFe⁺⁺を α - α' -dipyridylで比色定量しその結果を第75表に掲げた。なおこの表にはFe⁺⁺⁺の含有および全鉄中でFe⁺⁺の占める比率を計算し併記した。

第75表 Fe⁺⁺とFe⁺⁺⁺量およびAl₂O₃(100g中mg)の年次変化

供試土壌別	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	$\frac{\text{Fe}^{++}}{\text{Fe}^{+++}} \times 100$	Al ₂ O ₃	pH	
初年目 牧草畑	6.8	146.3	4.4	2,434	5.8	
2年目	チモシー畑	7.5	233.9	3.1	2,656	5.8
	クロバー畑	10.2	119.7	7.9	2,656	5.9
3年目	チモシー畑	14.5	112.2	11.4	2,496	5.5
	クロバー畑	8.7	109.4	7.4	2,258	5.7
8年目	チモシー畑	11.2	79.9	14.0	2,013	5.2
16年目	チモシー畑	15.9	89.4	15.1	2,589	4.9

この表によれば牧草地土壌中のFe⁺⁺は年次の経過に伴い増加しており、これと結合する磷酸が易溶性に変わる可能性の-highいことが予想された。このこととまた年次を経た牧草地では次第に酸性が強くなる傾向があつて、このために作土中のFe⁺⁺⁺は洗脱されて年次とともに次第に減少する傾向が認められたが、礫土については顕著な変化がみられなかった。

更にイネ科牧草特にチモシーでは主根の最下節が肥大して貯蔵器官の役割(球茎)を果たしており、1番草刈り取り後にはこの下端より新芽を生じ、これが2番草として発達してゆく(この経過の概略は先報にのべた)。しかるに生育の初期に吸収する磷酸は前述のように主として肥料として施与された水溶性のものであつて、土壌中に固定蓄積されていた磷酸は生育の後半以降になって初めて吸収される傾向があつたが、2番草となる新芽は球茎から磷酸の補給を受けるため、新たに磷酸の補給を受けることがなくとも極端な磷酸欠乏症状を示すことは少なく、時には2番草以下のイネ科牧草に磷酸を追肥してもその効果が全く認められない場合にも遭遇した。このような実態は次のような実験によって立証することができる。すなわち³²Pを含む過磷酸石灰を施用して栽培したチモシーを³²Pを含めぬ土壌に移植し球茎を残して刈り取り、球茎の下端より伸長してくる新芽について全磷酸と³²Pを測定した。また同時にはじめ³²P

* このような磷酸の転移についての可能性は北海道農試畑作部五十嵐考典技官が早くから指摘していた。

を含め磷酸肥料を与えて栽培したものを ^{32}P を含む土壌に移植した場合についても同様に処理し、この両者から新芽中に含有されていた磷酸のうち球茎あるいは古い根から転移してきたとみなされる部分と、主根刈り取り後に新たに土壌から吸収した部分とに分けてそれぞれの比率を第76表に掲げた。ただし新芽が発根し自ら養分を摂取するようになるのは第4葉期以降といわれているが、新芽の発根以前にあっても古い根が土壌中の磷酸を吸収し新芽に供給するようであった。

第76表 1 番刈り後の新芽の磷酸含有率と供給源の区分

新芽の生育段階	古い根の P_2O_5 (%)	球茎の P_2O_5 (%)	新芽の P_2O_5 (%)	新芽磷酸含有率内訳 古い根茎などから転移した部分	刈り取り後新たに土壌から吸収した部分
1 葉期	0.71	0.38	1.93	1.82	0.11
2 葉期	0.77	0.46	1.86	1.50	0.36
3 葉期	0.68	0.64	1.53	0.84	0.69
4 葉期	0.55	0.57	1.13	0.36	0.77

加里 根釧地方に分布する火山灰は一般に易溶性の加里に富み、従って新墾地では加里欠乏に陥ることはきわめてまれであるが、数年後から加里欠乏の症状が散見されるようになり、特に牧草のような加里奪取量の多い作物を栽培すると更に早い時期から欠乏症が現われ、かつその症状も激しかった。

火山灰土壌における主な加里供給源は1次鉱物として加里長石、黒雲母、絹雲母等、2次鉱物で

は Illite 系が多いとされているが、北海道の主な火山灰の鉱物組成を調査された山田の報告ではこのような鉱物はほとんど含有されておらず、火山灰土壌が加里の補給に持続性のないのはこのためであると指摘されている。また青峰は火山灰が一般に重鉱物に乏しく若干の斜長石と多量の火山ガラスからなるが、ガラスはほかの鉱物にくらべ全加里含有量は低いけれども、風化の条件により一時に多量の加里を解放することがあるとのべている。

根釧地方に分布する摩周統火山灰層のうち主なものについて鉱物組成を調査し、その結果を第77表に掲げた。

摩周統の火山灰はいずれも重鉱物含量がきわめて低く、粗砂と細砂で前者がやや多く含まれていた。すなわち根釧地方の火山灰は粘土鉱物含量が少なく、大部分が1次鉱物特に火山ガラスによって占められ、これに若干の斜長石が混在するのみであって、重鉱物にはシソ輝石、磁鉄鉱、普通輝石が認められたが、全体の組成から見ると微々たる量であった。

これら火山灰の加里含有率を測定し第78表に掲げた。

置換性加里および N/5 HCl 可溶性加里など易溶性加里含量は軽鉱物にまさっており、特に摩周統 a および c 層ではこの種の加里に富んでいて、加里肥料の施用を必要としないとの判定を下せる程度であった。しかし軽鉱物では濃塩酸あるいは全加里含量が重鉱物の半量以下であって、このこ

第77表 鉱物組成

火山灰層	粒 径	重 量 比 %		重 鉱 物 組 成 Vol. %				軽 鉱 物 組 成 Vol. %			
		重鉱物	軽鉱物	普通輝石	シソ輝石	磁鉄鉱	その他	斜長石	透明ガラス	褐色ガラス	その他
摩周 a 層	粗砂	3.6	96.4	45	33	18	4	19	40	31	10
	細砂	2.0	98.0	14	32	48	6	16	33	45	6
摩周 b 層	粗砂	9.5	90.5	33	44	21	2	24	11	59	6
	細砂	5.7	94.3	33	30	32	5	37	16	42	5
摩周 c 層	粗砂	1.6	98.4	27	35	35	3	18	17	59	6
	細砂	2.0	98.0	30	33	32	5	22	18	55	5
摩周 d 層	粗砂	9.5	90.5	27	43	18	12	21	12	61	6
	細砂	5.1	94.9	32	20	40	8	23	15	57	5

第78表 摩周統火山灰土壌の加里含有量 (mg/100g)

供 試 土 壌			置換性加里	N/5HCl可溶加里	Conc. HCl可溶加里	全 加 里
摩周 a 層	軽鉱物	粗 砂	20.3	32.3	86.3	341.8
		細砂以下	17.2	28.8	85.3	324.9
	重鉱物	粗 砂	16.5	26.6	265.6	521.4
		細砂以下	12.3	21.8	346.8	681.9
摩周 b 層	軽鉱物	粗 砂	6.2	14.7	99.7	168.6
		細砂以下	9.6	19.0	131.5	240.0
	重鉱物	粗 砂	5.8	15.2	310.2	427.4
		細砂以下	8.6	21.5	393.0	531.7
摩周 c 層	軽鉱物	粗 砂	15.6	24.9	91.9	215.2
		細砂以下	18.5	29.1	98.6	250.4
	重鉱物	粗 砂	10.8	23.4	220.9	873.0
		細砂以下	19.6	31.5	267.5	799.1
摩周 d 層	軽鉱物	粗 砂	10.4	20.8	105.8	151.4
		細砂以下	11.0	21.6	115.5	166.5
	重鉱物	粗 砂	9.0	18.4	424.4	556.3
		細砂以下	9.6	20.2	482.7	647.9

第79表 牧草についての加里収奪量試験 (1)

鉢 処 理 別		乾草収量 (鉢当たりg)					牧草加里含有率 (%)					加里収奪量 (鉢当たりmg)						
		初年目	2 年 目		3 年 目		初年目	2 年 目		3 年 目		初年目	2 年 目		3 年 目		3 カ年間合計	
			1 番 草	2 番 草	1 番 草	2 番 草		1 番 草	2 番 草	1 番 草	2 番 草		1 番 草	2 番 草	1 番 草	2 番 草		
摩周 a 層 (C)	チモシー	加里施用	7.2	21.3	15.2	14.0	10.8	5.25	4.27	4.36	3.41	3.96	378	910	663	478	428	2,857
		無加里	6.0	12.1	9.6	11.5	6.5	3.15	2.35	1.16	0.71	0.60	189	284	111	82	59	705
	クロバー	加里施用	5.8	23.5	10.7	5.2	3.7	7.35	5.95	5.08	5.20	5.15	426	1,398	544	270	191	2,829
		無加里	4.7	13.8	6.9	2.0	2.1	6.25	2.81	1.32	0.99	0.93	294	388	91	20	26	813
摩周 b 層	チモシー	加里施用	10.9	19.3	14.0	12.0	10.3	3.86	3.41	3.18	2.60	3.76	421	658	446	312	387	2,224
		無加里	9.3	7.8	5.6	3.7	3.6	1.35	1.07	0.98	0.54	0.34	126	83	55	20	12	296
	クロバー	加里施用	9.9	21.5	15.8	10.6	6.0	5.22	3.72	3.06	3.04	2.22	517	800	483	327	133	2,260
		無加里	6.7	13.6	10.5	7.5	3.1	1.22	0.77	0.70	0.56	0.57	82	105	74	42	16	319
新泉畑	チモシー	加里施用	12.4	39.0	20.7	13.5	10.5	5.63	3.02	3.16	3.27	0.30	698	1,177	654	441	347	3,317
		無加里	9.6	27.6	14.2	8.5	7.6	3.95	2.02	1.32	0.62	0.42	379	558	187	53	32	1,209
	クロバー	加里施用	8.1	31.9	19.3	12.5	5.7	7.25	4.51	4.07	3.81	4.50	587	1,439	786	476	256	3,544
		無加里	7.2	22.2	11.0	7.2	3.8	6.75	3.02	1.72	1.05	0.95	486	670	189	76	36	1,457
普通畑	チモシー	加里施用	6.8	25.5	13.2	14.5	10.7	5.35	4.26	3.94	2.64	3.75	364	1,086	520	383	401	2,754
		無加里	4.4	15.1	7.8	10.0	5.2	3.25	2.11	0.97	0.56	0.61	143	319	76	56	32	626
	クロバー	加里施用	7.3	27.9	18.6	15.1	5.5	5.20	3.86	3.62	3.56	3.10	380	1,076	673	538	171	2,838
		無加里	6.8	18.5	9.4	6.6	1.8	3.05	1.95	1.05	0.64	0.86	207	361	99	42	16	725
牧草跡地	チモシー	加里施用	8.1	24.5	11.2	12.7	8.2	4.36	4.10	2.95	2.02	3.06	353	1,045	330	257	251	2,236
		無加里	3.4	9.3	6.8	5.3	4.0	1.20	0.95	0.49	0.40	0.48	41	88	33	21	18	201
	クロバー	加里施用	5.9	27.3	10.5	8.1	4.3	5.22	4.36	3.26	3.58	2.76	308	1,190	342	290	119	2,249
		無加里	4.2	9.1	5.2	3.4	1.2	0.88	3.63	0.70	0.54	0.65	37	57	36	18	8	156

とが摩周統火山灰土壌に加里補給力の持続性を欠く主な原因であると思われた。全加里の測定は LAWRENCE SMITH の方法に従い NH_4Cl と CaCO_3 を加え加熱したが、この場合粗砂は粉碎することなく直接処理したので、粗砂の全加里含量が細砂以下のものに劣ったことに幾分か影響したかも知れない。

牧草は加里収奪量がきわめて高く生草収量 10 アール当り 3 ton 前後の場合には加里収奪量が 7 ~ 10 kg 以上もあって麦類の 2 ~ 3 倍量に達し、土壌中に含有されている水溶性および置換性加里のみでは到底不足であった。HOAGLAND らの研究によれば置換性加里含量が一定の限度まで低下した後は置換性加里含量がほぼ一定の値に保たれ、非置換性の加里が利用されるようになるとのべている。いま摩周統 a と h (浮石火山灰であるのでこれを若干粉碎した) 層および根室支場試験圃場から新墾

地、普通畑、牧草跡地 (10 年間以上継続して牧草を栽培した畑) の表土をとり、1/5,000 アールポットに詰め (土壌重量は乾土で 4 kg ずつ、ただし摩周 h 層土壌は 3 kg) それぞれ加里施用区と無加里区に分け、これにチモシーと白クロバーをそれぞれ単播した。施肥量は鉢当り N , P_2O_5 , K_2O 各 0.4 g ずつ (白クロバーは窒素を施用せず) を毎春および 1 番草刈り取り後施用した。従って供試年限 3 カ年における加里施用区の K_2O 施用量合計は鉢当り 2 g であった。各区の鉢当り乾草収量および加里収奪を第 79 表に、また各鉢土壌の加里含有を第 80 表に掲げた。

収量は 2 年目 1 番草が最高で以後漸減していた。このうち摩周統 h 層、牧草跡地土壌の無加里区は低下が特に著しかったが、この区は牧草の加里含有率の低下も激しく、加里欠乏の症状が歴然としていた。牧草が吸収する加里は肥料として施用した加里のほかに土壌に保有されていた可給態

第 80 表 牧草についての加里収奪量試験 (2)

鉢 処 理 別			乾土 100 g 当たり加里含有量 (mg)						鉢 当 たり 加 里 含 有 量 (mg)						置 換 性 加 里 減 量		
			原 土		初 年 目 跡 地		3 年 目 跡 地		原 土		初 年 目 跡 地		3 年 目 跡 地		鉢 当 り mg		
			水溶性加里	置換性加里	水溶性加里	置換性加里	水溶性加里	置換性加里	水溶性加里	置換性加里	水溶性加里	置換性加里	水溶性加里	置換性加里	初年目 —原土—	3年目 —原土—	
摩周 a 層 (C)	{	チモ	加里施用	—	—	5.05	13.23	0.85	4.63	—	—	201	529	34	185	+ 58	-477
		シー	無加里	5.76	14.13	2.02	8.16	0.36	3.98	230	565	81	326	14	159	+ 50	-299
		クロ	加里施用	—	—	4.87	12.95	0.73	4.16	—	—	195	518	29	166	+ 47	-433
		バー	無加里	—	—	1.85	5.62	0.38	3.45	—	—	74	225	15	138	+ 46	-386
摩周 h 層	{	チモ	加里施用	—	—	3.50	7.82	0.77	3.85	—	—	105	235	53	116	+ 13	- 71
		シー	無加里	4.88	8.95	1.12	5.35	0.33	2.75	146	269	33	161	10	83	- 19	-111
		クロ	加里施用	—	—	3.34	5.15	1.52	4.06	—	—	100	158	46	122	- 6	-113
		バー	無加里	—	—	0.88	4.96	0.34	1.95	—	—	27	149	10	59	+ 11	- 99
新墾 畑	{	チモ	加里施用	—	—	6.10	17.36	2.19	4.56	—	—	244	694	88	182	- 43	-550
		シー	無加里	8.85	23.72	1.26	12.19	0.60	3.10	354	949	50	488	24	124	+ 82	-384
		クロ	加里施用	—	—	5.93	18.11	2.06	4.13	—	—	287	724	82	165	+ 38	-760
		バー	無加里	—	—	0.82	9.83	0.52	2.72	—	—	33	393	21	109	+ 70	-617
普通 畑	{	チモ	加里施用	—	—	4.42	12.12	1.52	4.48	—	—	177	485	51	179	+ 81	-391
		シー	無加里	4.52	13.25	1.17	8.28	0.38	3.28	181	530	47	331	16	131	+ 56	-235
		クロ	加里施用	—	—	5.85	11.96	1.26	3.65	—	—	234	478	50	146	+ 72	-473
		バー	無加里	—	—	0.96	7.80	0.32	3.05	—	—	39	312	13	122	+ 11	-317
牧草 跡地	{	チモ	加里施用	—	—	3.42	4.16	1.04	3.93	—	—	137	166	42	158	+ 85	-192
		シー	無加里	2.40	5.05	0.65	3.38	0.38	2.83	96	202	26	135	15	113	+ 26	- 89
		クロ	加里施用	—	—	5.13	4.56	0.96	3.52	—	—	205	182	38	141	+112	-188
		バー	無加里	—	—	0.74	3.68	0.42	2.76	—	—	36	147	17	110	+ 18	- 64

第81表 牧草地における N/5 HCl 可溶性 K₂O の年間推移 (mg/100 g)

土 壌 区 別	6月1日	6月22日	7月13日	8月3日	8月24日	9月14日	10月5日
初年目 {チモシー	17.28	21.68	24.08	18.20	16.64	14.80	14.72
初年目 {赤クロバー	---	---	25.60	14.48	15.14	14.80	14.72
2年目 {チモシー	14.63	12.60	12.35	12.03	13.88	12.35	13.60
2年目 {赤クロバー	13.85	13.05	13.82	11.81	12.33	13.65	14.06
3年目 {チモシー	13.28	9.84	10.68	9.28	10.72	11.20	10.88
3年目 {赤クロバー	12.48	9.84	9.28	9.28	10.72	10.72	10.48
8年目 チモシー	9.84	9.84	10.72	9.28	9.28	10.12	9.68
16年目 チモシー	9.12	8.80	7.68	7.68	6.96	8.08	8.76

加里, 主に置換態のもの(第80表に掲げた置換性加里とは 1N 醋酸アンモンで置換溶出されたもので水溶性加里を含めた価である)を利用するものと考えられる。初年目および3年目跡地土壌の置換性加里減量と牧草の加里収奪量を比較した場合, 初年目では土壌の放出した置換性加里(原土の置換性加里量-初年目跡地土壌の置換性加里量)と牧草が吸収した加里では前者にまだ余剰量のあることが多く, 第80表ではこれに+の符号をつけて区別したが(水溶性加里の減量が特に著しく, 牧草はまず水溶性のものを迅速に利用することが明らかであった)このことは播種当年の牧草が顕著な加里の欠乏に陥る危険性の少ないことを示すものである(根圏土壌に局所的な加里欠乏は当然起こりうる)。しかし3年目跡地では加里を施肥した区にあっても牧草の吸収した加里量が施肥加里ならびに土壌が放出した加里との合計量を遙かに越えており, 非置換態加里を利用したことは明らかで, これを第80表では-の符号をつけて示した。これによれば加里施用区は無加里区よりも非置換態加里の利用が多くなっていたが, 加里施用区では根の発達がおう盛で土壌に作用する影響が大きいと思う。非置換態加里の利用量は浮石(特にガラス質に富む)からなる摩周統h層や牧草を連作した跡地土壌に少なく, 摩周統a層あるいは新墾畑においてはなはだ多かったが, これは土壌の鉍物組成すなわち非置換加里の給源の多少, あるいはその枯渇程度に関連が深いものと思う。

各年次別牧草地土壌の N/5 HCl 可溶性加里含量の推移を第81表に掲げた。

牧草は加里を多量にかつ迅速に吸収するので,

年次を経た牧草地上壌の加里含量は非常に下っていた。また年間の推移をみても牧草の生育の最もおう盛な時期, すなわち初年目の牧草地では8月中旬以降, 2年目以上のものでは7~8月に土壌中の加里含有率が低下し, 秋になって生育が停滞したところには再び増加していた。これは難溶性加里の一部が易溶化するため, 冬季間牧草の生育が停止している間に再び N/5 HCl 可溶性加里量が若干増加回復するようであった。

小 括 根釧地方火山灰土壌牧草地から年次別に土壌を採取し, 特性の推移を検討した。その結果

- 1) 耐水性粒団は増加していたが土壌の緊密化が著しかった。
- 2) 年次の経過とともに土壌中の気相が低下し還元状態になった。
- 3) 腐朽物質が酸分解されずに堆積し, これに附随して窒素含量も上昇したが, 無機態化する窒素は少なかった。
- 4) 牧草は2年目以降難溶性磷酸の利用能力が増大するが, 特に固定磷酸の蓄積量の多い経年畑ではこのことが著しい。
- 5) 摩周統火山灰土壌は火山ガラスの易溶性加里量は高かったが, 重鉍物が極端に乏しく加里補給に持続性がなかった。牧草は特に加里収奪量が多く土壌の置換性加里のみでは到底みだし得ないものであった。

(2) 新墾畑と経年畑牧草地における施肥法の比較

根釧地方は摩周岳, 雌阿寒岳, 跡佐登山を噴出源とする火山灰に厚く被われ地力もまたはなはだ

新製畑と経年畑における蒸収収量比較 (%)

	無肥料	無窒素	無燐酸	無加里	3要素 (子実収量)	窒素単用	燐酸単用	加里単用
新製畑	9.1	45.4	10.1	90.5	100 (282kg/10a)	12.3	78.5	11.8
経年畑	42.5	58.1	63.1	70.3	"	64.8	59.7	54.8

注) 3要素区の子実収量を100とし他区の比率を求めた。

第82表 新製畑における牧草の肥料3要素試験収量調査 (kg/ha)

チモシー単播

試験区別	初年目			2年目									3年目								
				1番草			2番草			1番草			2番草								
	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*
無肥料	55	12	5	1,281	391	35	1,240	218	67	733	204	38	426	118	74						
無窒素	1,020	259	97	2,162	691	61	1,086	249	77	1,041	271	51	585	150	94						
無燐酸	84	18	7	1,263	384	34	1,018	226	70	786	218	41	406	111	69						
無加里	843	213	80	3,116	1,075	95	1,645	336	103	1,903	527	99	616	153	96						
3要素	1,110	267	100	3,413	1,130	100	1,454	325	100	1,933	531	100	674	160	100						

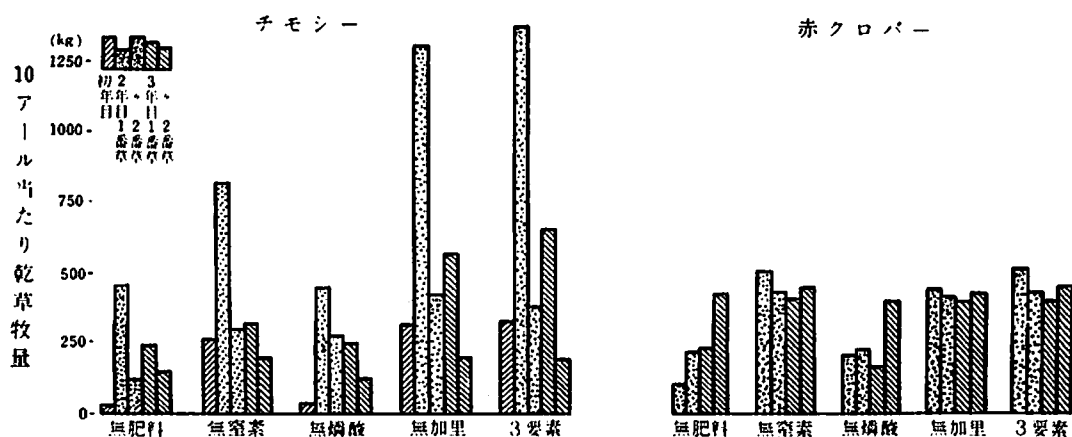
赤クロバー単播

無肥料	刈	352	86	20	1,109	184	52	952	190	59	1,863	313	83
無窒素	取	2,059	426	101	2,297	354	101	1,992	349	107	2,082	375	100
無燐酸	中	772	173	41	1,169	197	56	852	173	53	1,824	332	88
無加里	止	1,799	376	88	2,119	345	101	1,705	333	102	1,972	361	96
3要素		2,017	424	100	2,241	354	100	1,650	325	100	2,171	376	100

チモシー、赤クロバー混播

試験区別		1番草									2番草								
		チモシー			赤クロバー						チモシー			赤クロバー					
		生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	百分比*
初年目	無肥料	26	4	181	35	207	39	11											
	無窒素	896	213	351	50	1,247	263	95											
	無燐酸	17	3	102	20	119	23	9											
	無加里	763	187	278	45	1,041	232	87											
	3要素	853	207	454	60	1,307	267	100											
2年目	無肥料	500	152	112	23	612	175	25	738	153	443	74	1,181	227	58				
	無窒素	1,595	494	586	115	2,181	609	86	711	145	1,015	192	1,726	337	86				
	無燐酸	379	110	216	44	595	154	22	434	111	739	131	1,173	242	62				
	無加里	1,654	510	425	86	2,078	596	84	995	230	822	142	1,817	372	95				
	3要素	2,044	632	415	76	2,459	708	100	1,008	203	1,008	189	2,016	392	100				
3年目	無肥料	733	198	367	79	1,100	277	43	456	124	773	139	1,229	263	59				
	無窒素	885	330	971	189	1,856	519	80	638	162	1,573	282	2,211	444	93				
	無燐酸	516	135	506	105	1,022	240	37	466	107	1,074	200	1,540	307	74				
	無加里	1,711	496	496	106	2,207	602	93	615	149	1,378	245	1,994	394	95				
	3要素	2,032	539	539	108	2,571	647	100	565	138	1,526	276	2,091	414	100				

注) * 百分比は各3要素区の乾重収量を100とし他区の比率を求めた。



第42図 新墾における牧草3要素試験収量比較

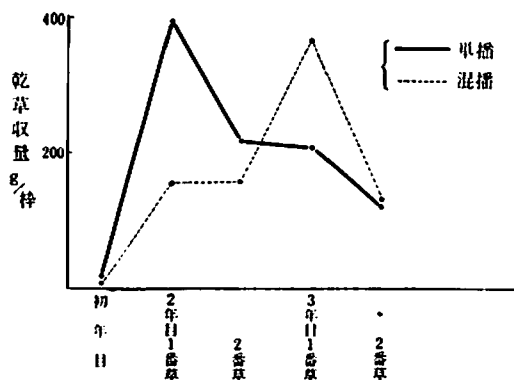
低い。根釧原野可耕地50余万ヘクタール中現在利用されているのは、わずかに5分の1で、しかも更にこの3分の2すなわち約6万ヘクタールが荒廃低生産牧草地である。また一方にはパイロットファームなど新墾地の草地造成も行なわれている。以上2つのタイプの牧草地において肥料3要素試験を行なうことにしたが、新墾地土壌とこれを長年月間耕作を続けたいわゆる経年畑土壌の理化学的特性の相異については既に検討し報告してある。肥料3要素試験も蕎麦については既に実施され、その結果は下表のとおりであった。

すなわち新墾畑では燐酸の肥効がすこぶる高く燐酸を欠くときは生育はなほだしく阻害され子実収量は3要素区の10%であったが窒素、加里は土壤中に未だ多量に保有されているので、燐酸を単用したのみで3要素区子実収量の80%に達する成績が得られた。これに対し経年畑では窒素欠乏が目立つようになったが、燐酸も新墾地ほどではないにしろなお多量の施用を必要とすることには変わりがなかった。

しかし牧草は蕎麦と異なり、その大部分のものが多年生作物であって養分吸収様式が異なるうえに、播種後耕起されことなく耕作が継続されるので土壌の理化学的諸条件も1年生普通作物の場合とおのずから異なってくることが予想されることから、牧草についての肥料3要素試験を改めて検討することとした。

試験方法と成績

新墾畑における牧草の肥料3要素試験 根釧地方における従来の方法による開墾は普通3寸起しといわれ、地表10~15cmの厚さに分布している摩周a層が耕土として利用される。90cm平方の本枠に未墾地より摩周a層を運び、これにつめて常法による肥料3要素枠試験を実施した。供試牧草はチモシーと赤クロバーで単播および混播した場合について調査した。播種量はチモシー10アール当り900g、赤クロバー450gであり、また3要素区の施肥量は10アール当り窒素3.75kg、燐酸4.88kg、加里3.75kgであって、それぞれの肥料区分に従って毎春1回施肥した。播種は昭和31年6月5日で初年度の刈り取りは9月3日、2年目の1番刈りは7月20日、2番刈りは9月24日、3年目の1番刈りは7月5日、2番刈りは8月23



第43図 チモシー無肥料区単播の収量推移

日であったが、初年度は天候不順のため、特に赤クロバーの生育が遅延したので赤クロバー単播区は刈り取りを中止した。

各年次における収量の推移は第82表のとおりであり、表中の乾重はいずれも105°Cで乾燥した値である。またこれを経年畑牧草地の試験と比較する便を考え10アール当り収量に換算し第45図に示した。

火山灰新墾地は磷酸が最も欠乏しており、チモ

シー単播初年目の無磷酸区の生育が極端に悪く、収量ははなはだ低くて燕麦の場合と同様な傾向にあった。2年目以降はこのような激しい磷酸欠乏症状は相当に緩和されたが、無肥料区とともに依然として各処理区中の最低値を占めていた。また加里の不足がほとんど認められなかったこと、窒素欠乏が軽微であることなども燕麦の場合の傾向と一致していた。赤クロバーも新墾地の場合は燕麦と類似の傾向を示した。ただし赤クロバーは根

第83表 新墾畑牧草3要素試験における窒素、磷酸、加里含有率(%)

要素	試験區別			チモシー				赤クロバー					
				初年目	2年目		3年目		初年目	2年目		3年目	
					1番草	2番草	1番草	2番草		1番草	2番草	1番草	2番草
窒素	単播	無肥料	1.93	0.78	1.12	0.84	1.28		1.66	2.10	1.84	1.82	
		無窒素	1.64	0.61	0.98	0.78	0.84		1.60	2.10	1.52	2.08	
		無磷酸	2.17	0.78	1.12	0.92	1.54		1.84	2.24	1.84	1.96	
		無加里	1.86	0.75	1.32	0.84	1.40		1.78	2.24	1.80	2.24	
		3要素	1.67	0.75	1.26	0.84	1.26		1.78	2.20	1.80	2.18	
窒素	混播	無肥料	1.83	0.78	1.26	1.26	0.98	2.77	1.68	2.10	1.90	2.08	
		無窒素	1.50	0.75	1.02	0.98	0.92	1.98	1.52	2.10	1.90	2.04	
		無磷酸	2.13	0.82	1.62	1.22	1.40	2.84	1.78	2.32	2.04	2.66	
		無加里	1.93	0.82	1.42	1.12	1.56	2.38	1.84	2.24	1.90	2.52	
		3要素	1.78	0.78	1.32	1.12	1.40	2.26	1.78	2.20	1.86	2.24	
磷酸	単播	無肥料	0.53	0.35	0.37	0.32	0.46		0.53	0.50	0.55	0.48	
		無窒素	0.38	0.37	0.48	0.40	0.46		0.49	0.55	0.53	0.55	
		無磷酸	0.47	0.29	0.34	0.32	0.50		0.47	0.57	0.57	0.50	
		無加里	0.38	0.37	0.41	0.37	0.43		0.54	0.55	0.48	0.67	
		3要素	0.34	0.36	0.57	0.43	0.55		0.53	0.57	0.57	0.63	
磷酸	混播	無肥料	0.42	0.36	0.48	0.34	0.55	0.42	0.55	0.50	0.57	0.53	
		無窒素	0.31	0.34	0.37	0.37	0.60	0.44	0.47	0.60	0.55	0.60	
		無磷酸	0.42	0.30	0.48	0.34	0.46	0.41	0.41	0.57	0.48	0.57	
		無加里	0.35	0.36	0.55	0.37	0.50	0.45	0.47	0.60	0.53	0.67	
		3要素	0.34	0.34	0.53	0.38	0.53	0.50	0.48	0.57	0.57	0.65	
加里	単播	無肥料	3.11	1.91	2.15	1.88	1.91		2.85	3.80	2.75	3.09	
		無窒素	2.19	1.98	2.20	1.91	2.45		3.30	4.10	2.85	3.14	
		無磷酸	3.18	2.03	1.85	2.03	2.40		2.85	3.70	3.24	3.14	
		無加里	2.19	1.78	1.68	1.77	1.88		2.42	3.30	2.10	2.62	
		3要素	2.03	2.03	1.83	1.98	1.98		2.95	4.00	2.45	2.85	
加里	混播	無肥料	3.30	1.88	2.03	1.88	2.03	3.65	2.65	2.95	2.81	2.85	
		無窒素	2.03	2.03	2.40	2.30	2.15	3.51	2.85	3.24	2.66	2.70	
		無磷酸	2.54	1.98	2.15	2.11	2.51	3.38	2.95	2.81	3.02	2.75	
		無加里	2.14	1.53	1.68	1.88	1.88	3.38	2.20	2.65	2.10	2.54	
		3要素	2.03	1.91	1.70	2.03	1.98	3.42	2.45	2.95	2.41	2.75	

細菌により窒素を自給しうるので無窒素区の収量が良好であり、また無磷酸区における磷酸欠乏の障害の程度がチモシーよりもむしろ軽かった。

チモシー、赤クロバー混播の場合も単播に類似の傾向を示したが、混播による両牧草の生育競合や、また養分特に赤クロバー根瘤菌の固定した窒素をチモシーが間接に利用することも考えられる。例えばチモシーと赤クロバーを混播した場合一定面積中に2種の牧草が入ることになるので、個々の牧草収量はこれを単播としたときより減収することが予想されるが、この時両者が同じ比率で下るとは限らない。窒素の添加された区、すなわち無加里区あるいは3要素区ではチモシーの生育がおう盛で赤クロバーを圧倒し、このため混播の赤クロバー収量は単播のものに比してはなほだしく低下する。また第46図にはチモシーの単播と混播の場合の無肥料区における収量を比較したが、初年目、2年目は混播区の収量が低いが3年目以降は逆に混播区の収量が単播区にまさるようにな

った。これは第3年目のチモシーが赤クロバーの固定窒素を利用しうるようになったためと思う。

3カ年間の収穫物を常法により分析し、チモシー、赤クロバーそれぞれの N , P_2O_5 , $K_2O\%$ を第83表に掲げた。

この結果によれば、要素欠如区のうち無窒素区あるいは無加里区は窒素または加里含有率が低い価を示していたが、ただ無磷酸区のみは磷酸含有率が必ずしも低くなかった。これは磷酸が不足すると生育が遅れるので、他区が登熟期となって磷酸含有率が漸次低下してしまう場合であっても、なお磷酸含有率の高い状態に残されることがあるが、たまたまこのような状態のときに刈り取ったためと思う。

また窒素含有率は各年度によりその変差が大きかった。一般に作物は生育の初期段階にあるものが窒素含有率高く出穂後急激に低下するものであるが、初年目のように出穂始めに刈り取った場合は窒素含有率が高く、第2年目1番草のように開

1. 無肥料	6. 毎年無窒素	10. 初年目3要素施用以後窒素単用
2. 初年目のみ無窒素以後無肥料	7. " 無磷酸	11. " 以後磷酸単用
3. " 無磷酸 "	8. " 無加里	12. " 以後加里単用
4. " 無加里 "	9. " 3要素	
5. " 3要素 "		

第84表 経年畑における牧草3要素試験収量調査 (kg/10a)

チモシー単播

試 験 区 別	初 年 目			2 年 目			3 年 目		
	生草重	乾 重	百分比	生草重	乾 重	百分比	生草重	乾 重	百分比
1. 無肥料	112	38	24	469	139	27	400	105	24
2. 初年目のみ無窒素以後無肥料	267	84	53	543	171	34	420	124	28
3. " 無磷酸 "	322	104	65	575	182	36	415	119	27
4. " 無加里 "	401	110	75	528	168	33	335	99	23
5. " 3要素 "	478	162	102	726	237	46	455	131	30
6. 毎年無窒素	281	91	57	648	214	42	435	114	26
7. " 無磷酸	329	101	64	1,508	392	77	1,615	436	100
8. " 無加里	395	128	81	847	279	55	648	182	42
9. " 3要素	487	159	100	1,704	510	100	1,615	438	100
10. 初年目3要素施用以後窒素単用	478	155	97	803	261	51	1,010	307	70
11. " 磷酸単用	514	167	105	513	162	32	340	104	24
12. " 加里単用	478	156	98	528	171	34	420	141	32

赤クロバー単播

試 験 区 別	初 年 目			2 年 目			3 年 目		
	生草重	乾 重	百分比	生草重	乾 重	百分比	生草重	乾 重	百分比
1. 無 肥 料	301	62	66	652	132	49	235	42	23
2. 初年目のみ無窒素以後無肥料	409	81	86	1,110	229	79	360	66	36
3. " 無磷酸 "	410	83	88	804	166	57	195	30	17
4. " 無加里 "	379	77	81	692	134	46	190	35	19
5. " 3 要素 "	402	89	95	1,187	243	84	350	63	35
6. 毎年無窒素	396	78	83	1,418	288	99	995	179	99
7. " 無磷酸	420	85	90	864	179	62	570	96	53
8. " 無加里	369	75	79	720	147	51	205	33	18
9. " 3 要素	452	94	100	1,470	291	100	1,015	181	100
10. 初年目3要素施用以後窒素単用	468	95	101	729	148	51	265	35	19
11. " 磷酸単用	425	87	95	888	181	62	335	58	32
12. " 加里単用	442	90	96	1,097	223	77	945	165	91

チモシー、赤クロバー混播

試 験 区 別		初 年 目				2 年 目				3 年 目			
		生草重	乾重	合計	百分比	生草重	乾重	合計	百分比	生草重	乾重	合計	百分比
1. 無 肥 料	チモシー クロバー	71 120	24 26	50	29	153 441	48 90	138	28	316 88	100 21	121	27
2. 初年目のみ無窒素以後無肥料	チモシー クロバー	172 210	54 43	97	56	251 902	75 183	258	51	456 169	125 33	158	35
3. " 無磷酸 "	チモシー クロバー	238 182	75 33	113	65	191 535	59 110	169	34	320 179	116 38	154	34
4. " 無加里 "	チモシー クロバー	211 179	69 32	101	58	341 217	105 46	151	30	308 29	93 7	100	22
5. " 3 要素 "	チモシー クロバー	372 260	120 53	173	99	619 536	201 108	309	62	465 179	132 34	166	37
6. 毎年無窒素	チモシー クロバー	121 222	38 45	83	48	326 1155	112 236	348	69	570 492	161 90	251	56
7. " 無磷酸	チモシー クロバー	229 162	72 34	106	61	897 379	276 77	353	70	1244 105	327 26	353	78
8. " 無加里	チモシー クロバー	205 166	66 35	101	58	729 435	212 87	299	60	626 15	177 4	181	40
9. " 3 要素	チモシー クロバー	384 248	124 50	174	100	1270 569	388 113	501	100	1335 289	393 57	450	100
10. 初年目3要素施用以後窒素単用	チモシー クロバー	368 228	119 46	165	95	843 210	261 47	308	61	925 451	273 11	281	62
11. " 磷酸単用	チモシー クロバー	379 242	123 49	172	99	482 263	152 55	207	41	400 75	128 14	142	32
12. " 加里単用	チモシー クロバー	364 268	118 54	172	99	405 761	129 166	295	58	650 487	184 118	302	67

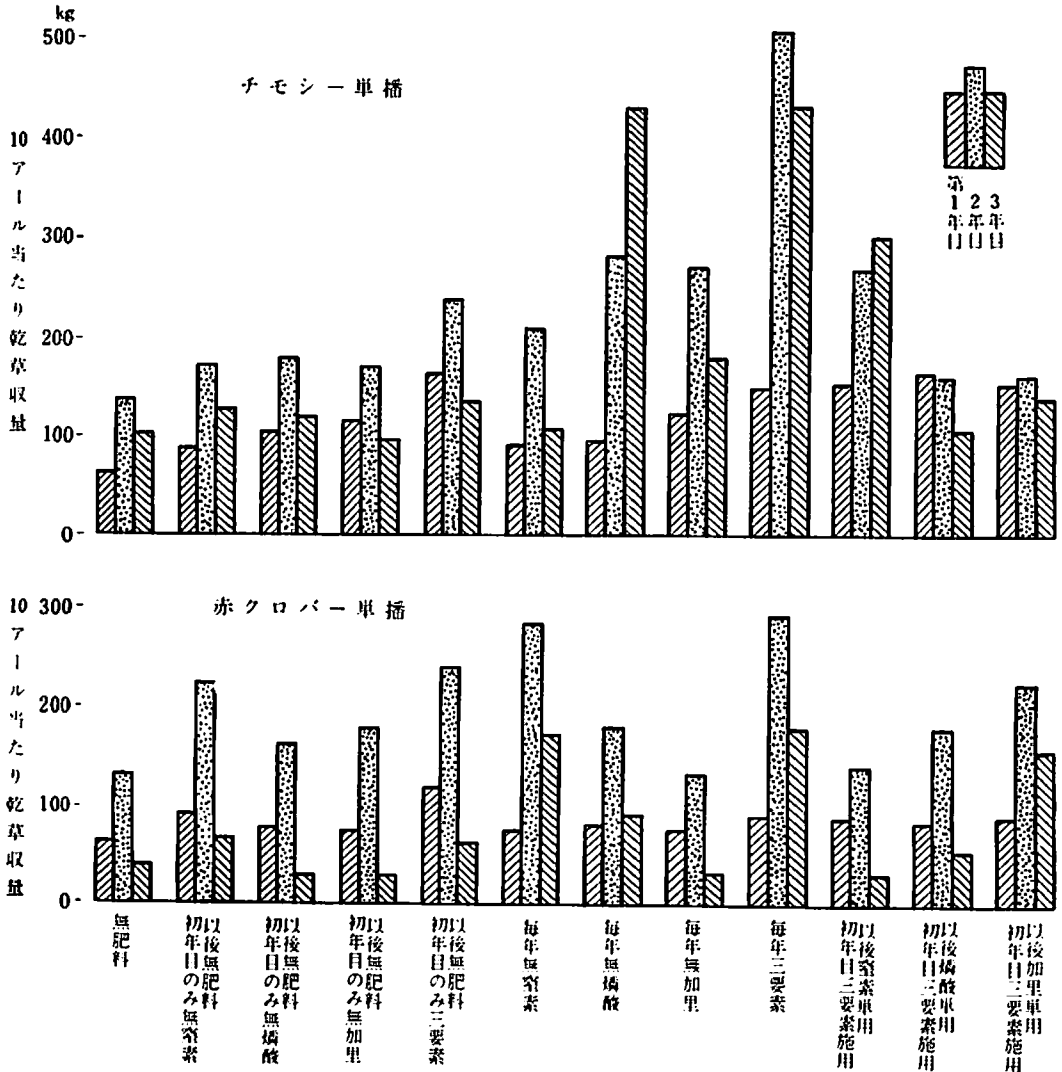
花期に刈ったものはなほ低い値を示すのである。

また混播区のチモシー特に3年目のものは単播区のものより窒素含有率が高かったが、これは赤クロバー根瘤菌の固定した窒素を混播チモシーが間接的に利用し得たものと思う。しかし逆に混播区の赤クロバーは単播区のものより加里含有率が低かった。これはチモシーの加里吸収力が赤クロバーにまさり、従って混播された赤クロバーは競合によって加里に不足するためと思われる。

小 括 新墾地における牧草3要素試験結果ではチモシー、赤クロバーともに磷酸の欠乏著しく、

特に初期生育の障害は甚大であつた。2年目以降では欠乏症状の程度はやや緩和されたが、依然として無磷酸区の収量が最も低かつた。これに対し無加里区の収量は高く加里不足の徴候は未だみられず、また窒素はチモシーのみやや不足の状態にあつた。従って新墾地における牧草は磷酸が卓効あるという点で麦の場合と類似していた。

経年畑における牧草の肥料3要素試験 経年畑牧草地として開墾後30年を経てこの間一般穀菽作物を耕作していた根室支場試験圃場を用いたが、この圃場は地力が相当低い状態にあつた。試験区は下記12区分で、この区分に従いチモシー、赤クロ



第44図 経年畑における牧草(単播)収量比較

バー各単播および混播について実施した。

施肥量は、新墾地の場合と同じく3要素区がN 3.75 kg, P_2O_5 4.88 kg, K_2O 3.75 kgで2年目以降は萌芽期に各区規定量の肥料を散布追肥した。刈り取り時期はチモシーの開花初期を標準としたが、この時期では赤クロバーは既に開花終わりに達していた。昭和29年より3カ年間にわたる収量調査の結果を第84表に掲げる。

これらの成績から次項のような傾向が認められた。すなわち

イ) 初年目は伸長速度が遅く、肥料を多用しても10アール当り収量をあまり高くすることはできない。2年目はチモシー、赤クロバーともに最も収量が高く3年目はやや低下する。特に赤クロバーは半減もしくはそれ以下にまで収量の減退がみられる。

ロ) チモシー単播の場合のうち、まず初年目のみ無窒素、無リン酸、無加里等の処理をして2年目以降全部無肥料としたもの(No. 1~5区)では、この無肥料としたことの影響が大きくて前年度の処理の影響は極くわずかに残ったに過ぎず、更に第3年目にいたると各区すべて同程度の収量となり外観上その影響に区別することができなかった。すなわち肥料特に窒素と加里の実用的残効はその年限り、もしくは次年度までである。

毎年無窒素、無リン酸、無加里、3要素と処理を繰り返えし継続した区(No. 6~9区)では各処理による差異がはなはだしく大きくその効果が歴然としていた。このうち無リン酸区の収量は3要素区について高く無窒素、無リン酸区では収量がはなはだしく低くて新墾地における傾向と全く相異していた。

初年目にのみ3要素を施用して以後それぞれ窒素、リン酸、加里の単用とせるもの(No. 10~13区)は窒素単用区のみ収量が多く、またリン酸単用区では窒素と加里の欠乏症を併発し、収量が最低となった。すなわちチモシー単播の2年目以降では最も欠乏していたものは窒素であり、かつこれは残効が少なく毎年もしくは刈り取り後毎回追肥する必要がある。また加里に欠乏すると、はなはだしい欠乏障害が現われるが、初年目施用した加里の残

効は3年目にもなおわずかに認め得た。リン酸は播種当年の生育初期にのみやや顕著にその肥効を認め得たが、漸次鈍化し3年目にはリン酸を欠くもその障害はほとんどなく、3要素区に匹敵する収量を挙げ得た。

ハ) 赤クロバー単播の場合まず初年目のみ無窒素、無リン酸、無加里および3要素とし、以後無肥料としたもののうち無窒素区の収量が3要素区と同程度の収量を挙げたが、このことはマメ科植物の特性として当然予想される結果である。また無リン酸および無加里区は3年目になるとその収量が3要素区の半量にまで低下したが、このことから赤クロバーがチモシーよりもリン酸、加里を多量に必要とするものであることが分る。

毎年無窒素、無リン酸、無加里、3要素として処理を継続した場合も無窒素区の収量は高かったが無加里区は欠株が多くなりその収量は無肥料区より劣った。

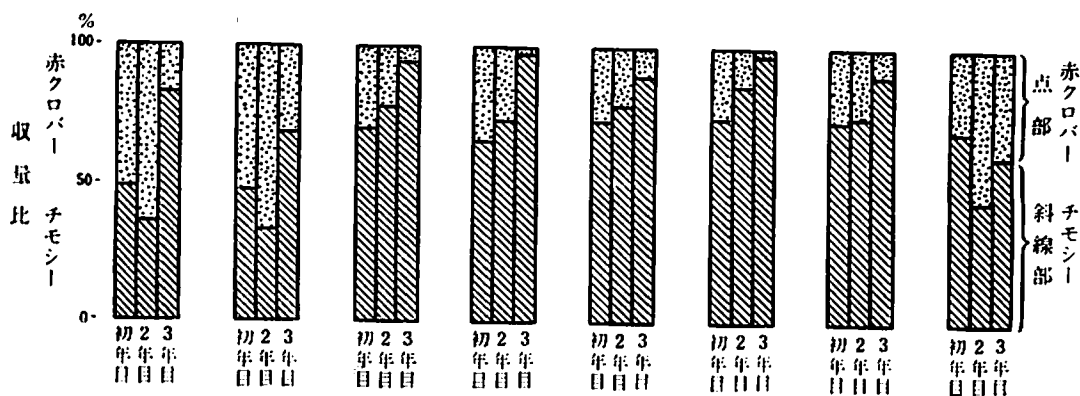
初年目のみ3要素を施用して以後、それぞれ窒素、リン酸、加里を単用せる場合、収量は窒素、リン酸、加里単用区の順に多くなり、ことに加里単用の効果著しく、3年目他区の草勢が衰えかけたときにあってもなお高い収量を保ち続けていた。

ニ) チモシーと赤クロバーを混播した場合、これら特性の著しく異なった2種の牧草は相互に影響しあい複雑な結果を呈するが、これについて予め考えられる主なる点は次項のとおりである。すなわち

① 赤クロバーは農業上おおむね3年生前後の短年性草本として取り扱われているが、このうち2年目が最盛で3年目以降は著しく草勢衰え、チモシーと混播する場合は一層収量の低下をみることが多い。

② 赤クロバーは根瘤菌により窒素の補給を受けるので、窒素を施さずとも高い収量を挙げうるのであるが、しかも2年目以降は赤クロバー根瘤菌の固定せる窒素をチモシーも利用しうる可能性を生ずる。

③ 肥料吸収、競合の問題として特にチモシーは加里吸収力が強く、従って土壤中に加里が少ない場合はその大部分がチモシーに利用され、赤ク



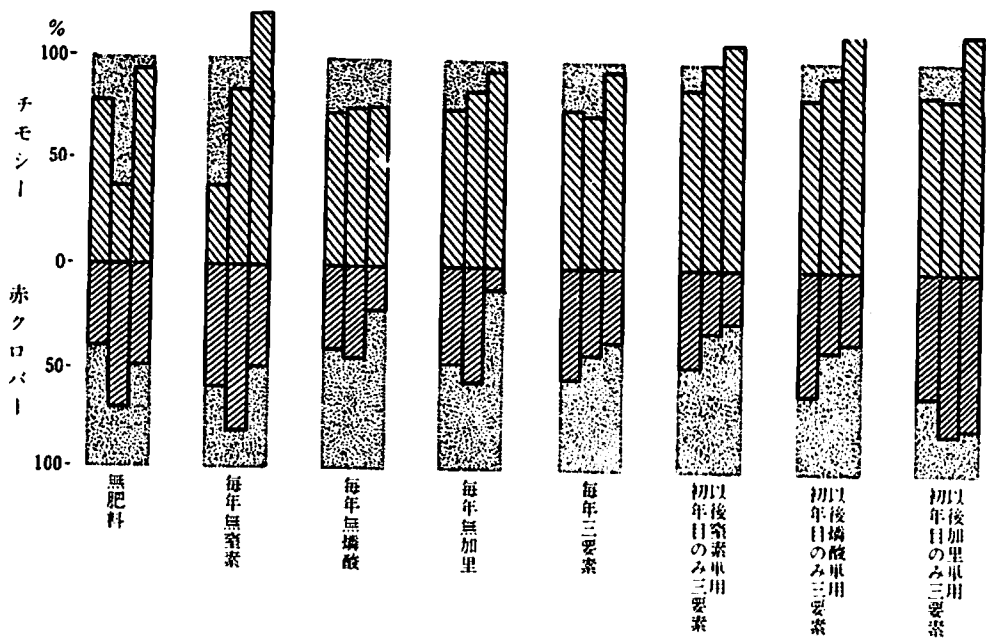
第45図 チモシー、赤クロバー混播の場合の両者の収量比

ロバーは加里欠乏に陥ることが予想される。

まずチモシー、赤クロバー混播時における両者の占める収量割合を比較すると第45図に示したとおりである(12区中2~5区間すなわち初年目のみ無窒素、無磷酸、無加里、3要素とし以後無肥料とした区は考察を簡素とするため省略した)。この図で明らかなように一般に年次の経過とともに赤クロバーの占める割合が漸次少なくなる。これは先にのべた①の項に相当する原因によるものと思われるが、この中で無肥料、無窒素、加里単用の3区においては2年目に赤クロバーの収量割合が高くなり、3年

目に至ってもなお収量比の低下が少なかった。このうち無肥料区と無窒素区は窒素の不足により特にチモシーが生育不振に陥るのに対し、赤クロバーはこの影響が少なく生育が盛であったため、混生比率が上昇したものであり、また加里単用では③の事由により赤クロバーの生育が盛となったもので、これと反対に無加里区では赤クロバーがほとんど絶滅に瀕したのである。

また単播時のチモシーおよび赤クロバー各年次各区の収量をそれぞれ100とし混播時の比率を求め第46図に示した。すなわち混播の場合は単播



第46図 単播時の混播時に対する収量比
(単播時の収量を100とし混播時の収量比を斜線棒グラフで示した)

第85表 経年刈牧草3要素試験における窒素、磷酸、加里、石灰含有率(%)

チ モ シ ー

試 験 区 別	N				P ₂ O ₅				K ₂ O				CaO			
	2年目		3年目		2年目		3年目		2年目		3年目		2年目		3年目	
	単播	混播	単播	混播	単播	混播	単播	混播	単播	混播	単播	混播	単播	混播	単播	混播
1. 無 肥 料	0.77	0.82	0.70	0.75	0.40	0.37	0.33	0.41	1.08	0.90	0.62	0.67	0.53	0.55	0.68	0.72
2. 初年目のみ無窒素以後無肥料	0.65	0.65	0.61	0.77	0.41	0.36	0.41	0.45	1.08	0.88	0.65	0.66	0.51	0.58	0.65	0.72
3. " 無磷酸 "	0.84	0.80	0.73	0.81	0.36	0.33	0.38	0.36	1.25	0.97	0.60	0.63	0.42	0.52	0.64	0.74
4. " 無加里 "	1.05	0.95	0.87	0.90	0.42	0.41	0.52	0.47	0.88	0.81	0.57	0.52	0.66	0.66	0.71	0.81
5. " 3要素 "	0.97	0.91	0.84	0.95	0.40	0.43	0.34	0.47	1.16	1.14	0.62	0.79	0.49	0.52	0.63	0.71
6. 毎年無窒素	0.68	0.70	0.61	0.72	0.44	0.41	0.51	0.50	1.42	1.30	1.04	0.90	0.40	0.42	0.58	0.66
7. " 無磷酸	0.91	0.94	0.87	0.98	0.34	0.35	0.34	0.38	0.95	0.98	0.93	0.84	0.48	0.52	0.73	0.70
8. " 無加里	0.82	1.02	0.80	1.06	0.38	0.40	0.50	0.56	0.24	0.21	0.46	0.45	0.73	0.72	0.76	0.81
9. " 3要素	0.88	0.95	0.98	1.02	0.42	0.40	0.38	0.45	1.08	0.99	0.66	0.65	0.58	0.61	0.72	0.73
10. 初年目3要素以後窒素単用	1.03	1.08	1.11	1.23	0.40	0.38	0.41	0.45	0.97	0.90	0.48	0.49	0.62	0.63	0.62	0.76
11. " 以後磷酸単用	0.98	0.91	0.80	0.83	0.45	0.39	0.45	0.57	1.08	1.12	0.60	0.56	0.59	0.53	0.70	0.79
12. " 以後加里単用	0.77	0.79	0.87	0.96	0.31	0.32	0.46	0.39	1.16	1.16	0.74	0.72	0.57	0.59	0.64	0.71

赤 ク ロ バ ー

1. 無 肥 料	1.64	1.87	2.46	2.36	0.55	0.57	0.68	0.65	0.76	0.78	0.65	0.62	2.58	2.42	2.32	2.35
2. 初年目のみ無窒素以後無肥料	1.40	1.38	2.79	2.50	0.51	0.53	0.72	0.68	0.72	0.64	0.58	0.60	2.63	2.70	2.29	2.25
3. " 無磷酸 "	1.83	1.76	3.09	2.75	0.48	0.50	0.62	0.65	0.80	0.72	0.56	0.63	2.35	2.38	2.14	2.25
4. " 無加里 "	1.68	1.65	3.07	2.78	0.53	0.55	0.66	0.68	0.72	0.74	0.54	0.51	2.72	2.68	2.29	2.48
5. " 3要素 "	1.71	1.84	3.10	3.07	0.56	0.57	0.67	0.69	0.88	0.82	0.72	0.71	2.22	2.30	2.15	2.25
6. 毎年無窒素	1.52	1.43	2.80	2.50	0.53	0.54	0.70	0.70	0.56	1.04	1.24	1.15	2.18	2.03	2.25	2.30
7. " 無磷酸	1.96	1.85	2.75	2.65	0.48	0.50	0.56	0.53	0.90	0.96	1.24	1.14	2.40	2.05	2.07	2.17
8. " 無加里	2.10	1.92	3.05	3.26	0.51	0.53	0.76	0.61	0.68	0.58	0.64	0.52	2.68	2.65	2.35	2.57
9. " 3要素	1.73	1.65	2.77	2.64	0.57	0.59	0.85	0.72	0.92	0.88	1.16	0.89	2.11	2.38	2.25	2.30
10. 初年目3要素以後窒素単用	2.31	2.31	3.11	3.13	0.58	0.62	0.72	0.75	0.92	0.84	0.90	0.78	2.32	2.21	2.52	2.61
11. " 以後磷酸単用	2.26	1.89	2.83	6.65	0.58	0.63	0.95	0.96	1.02	0.84	0.53	0.51	2.53	2.60	2.75	2.84
12. " 以後加里単用	1.59	1.59	3.20	2.96	0.49	0.56	0.64	0.66	1.64	2.06	1.18	1.16	1.85	1.93	1.70	2.03

時と同一面積内に2種の牧草が入るので個々の牧草収量は単播時にくらべ低下することが考えられるが、このうち赤クロバーの低下割合はチモシーよりもはなはだしい。このことは①の理由にも原因するが、しかし無加里区においてその低下割合が特に激しく、また加里単用ではこのような低下の現象が軽微であり、これと反対に加里に欠く区すなわち毎年無加里区あるいは窒素単用区において特に比率の減退がはなはだしいので③の原因も

大きく影響しているものと思われる。また無窒素区あるいは磷酸単用、加里単用等窒素を欠く区の3年目のチモシー収量が単播区よりもかえって収量の増加をきたしたことは②の理由によるものと思う。

2年目および3年目の乾燥収穫物についてN、P₂O₅、K₂OおよびCaOの含有率を求め第85表に掲げた。

この表より次の事項が認められた。すなわち

イ) チモシーと赤クロバーの各要素含有率は加里を除いていずれも後者が高い。一般に加里はその供給量の多少によって植物体の加里含有率が容易に上下するが、ことに赤クロバーはその変動が大きい。一般に赤クロバーの加里含有率はチモシーより高いが、今回は供試土壌中の加里含有量はなほだしく少ないために逆に赤クロバーの加里含有率が低くなったものと思う。

ロ) 各要素欠如区はそれぞれその欠如要素の含有率が低いことは当然な結果であるが、初年目のみ窒素、磷酸、加里のいずれかを欠如させ、以後無肥料とした区(第2, 3, 4区)よりも毎年連続欠如区(第6, 7, 8区)の方が該当欠如要素含有率の低下がはなはだしくなる。また無肥料区はその生育が劣り収量が下っていても養分含有率は平衡していて正常に近い値を保っていた。

ハ) 混播チモシーは単播チモシーよりも窒素含有率が高かった。これは赤クロバーに混播されたチモシーが、赤クロバー根瘤菌の固定した窒素の一部を間接的に利用し得たためと思う。また赤クロバーの加里含有率は、混播したものが単播より低い値を示した。これはチモシーの加里吸収力が赤クロバーにまさり加里に不足するためと思う。

ニ) 二価元素である石灰の含有率は、一価元素の加里と相結抗し無加里区におけるように、加里含有率の低下がおきるときは、必ず石灰含有率の上昇が認められた。

小 括 経年畑における牧草3要素試験の結果では、磷酸の肥効は播種当年の生育初期にわずかに認め得たに過ぎず、特に2年目以降におけるチモシーは無磷酸とするも、その収量はほとんど3

要素区に劣らず磷酸の肥効が判然としなかった。しかし窒素(赤クロバーを除く)と加里の肥効は顕著で、これを欠くときは甚大な障害を受けた。従って経年畑における牧草の施肥法は、初年目にのみ磷酸をやや多く施用するほかは、窒素と加里に重点をおくべきであるが、ただ赤クロバーは窒素の多用によりかえって減収となるので、特に混播の際における窒素用量には充分注意が肝要である。

(3) 主要牧草の肥料適量試験

牧草地はこれを利用目的から大別すると、乾草およびグラスサイレージ等主として冬季間の飼料生産を目的とするいわゆる採草用牧草地と、春から秋にかけ家畜に緑草を直接給与するのを目的とするいわゆる繋放牧用牧草地とになる。後者は一般に多種の牧草を混播し、栄養的にバランスのとれた組み合わせをさせておく必要があり、量よりもむしろ質あるいは再生力が重視されるのに対し採草用牧草地は単播あるいは極く簡単な組み合わせの混播が行なわれ、もっぱら収量の多いことが望まれる。

このために当地方に現に広く栽培されている牧草、また今後その栽培を期待されているものについて、採草用牧草肥培の見地から肥料の適量試験を実施したので、3カ年間の成績をとりまとめ報告する。

試験方法 供試牧草はイネ科ではチモシー、マメ科では赤クロバーをそれぞれ単播し、次の施肥区分により試験したが、これら種子はいずれも雪印種苗株式会社より購入したものをそのまま用い、産地または系統についての検討は行なっていない。

窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	窒素 1.88	無肥料
磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	
加里 1.88	加里 1.88	加里 1.88	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 11.25	加里 11.25	加里 11.25	
窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	窒素 5.63	
磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	
加里 1.88	加里 1.88	加里 1.88	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 11.25	加里 11.25	加里 11.25	
窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	窒素 11.25	
磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	磷酸 1.88	磷酸 5.63	磷酸 11.25	
加里 1.88	加里 1.88	加里 1.88	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 5.63	加里 11.25	加里 11.25	加里 11.25	

試験区分 窒素、燐酸、加里の3因子について 1.88, 5.63, 11.25 kg の3階級を持つ混同試験法に従って処理数 3³ すなわち 27 区とほかに無肥料区を附加した。施肥区分は前記のとおりである。(単位は kg)

1 区面積は 10 m² 1 反覆で以上の施肥処理のほかにマメ科牧草地には炭酸石灰 10 アール当り 375 kg 散布し、肥料は硫酸アンモン、過燐酸石灰、硫酸加里を用い初年度は上記区分により施肥したのち、チモシーは 10 アール当り 450 g、また赤クロバーは 900 g ずつ散播し、表土と攪拌混和したのちローラーをかけ鎮圧を行なった。2 年目以降は春季萌芽期のころ前記区分に従い肥料を固体のまま散布追肥した。

耕種梗概 昭和31年6月2日播種し、7月中旬および9月初旬の2回雑草を抜き取ったが、2年目以降は牧草の伸長がおう盛で雑草を圧倒し除草を必要としなかった。刈り取りは各牧草ともおおむね開花始めに行なったが、初年度すなわち昭和31年度は多雨寡照、気温も低冷に経過したため発芽後の伸長はなほだ緩慢となり、チモシーのみ刈り取りを行なったが、赤クロバーは冬季間の枯損をおそれ収穫をさし控えた。2年目すなわち昭和32年度も多雨寡照低冷な気象条件となりほか

の作物は著しい被害を受けたが、多雨であったことは牧草にはかえって伸長を促進させる結果となり生育良好であった。これに対し3年目すなわち昭和33年度においては6月から8月にいたる伸長最盛期にはなほだしく寡雨となったため牧草の伸長がやや遅滞した。

試験成績

[A] チモシー

生育調査 根拠地方火山灰地のイネ科牧草を代表するものはチモシーであり、これは数多い牧草の中で根拠地方の気象条件に最もよく適合し、また冬季の激しい土壌凍結にもほとんど損傷を受けることなく生育きわめて良好であって、いわゆる永年牧草地と称される低生産牧草地でも、このもののみは雑草と拮抗して残存生育しているので将来とも採草用牧草の中心として広く栽培されるものと思われる。ただ当地方は濃霧の襲来等夏期低冷多湿な地域であるため斑点病の蔓延著しく、とくに播種当年のものあるいは無肥料栽培等で伸長速度のやや遅いものにあつてはその被害程度が一層はなほだしい。

当地方では播種当年のチモシーの生育は振わずその上一般農家では麦類、亜麻、菜種等に間作あるいは混作するので生育は一層抑圧せられ、この

第86表 チモシー 草丈 (cm)

年次	窒素 (kg)	加里 1.88 kg 燐酸 (kg)			加里 5.63 kg 燐酸 (kg)			加里 11.25 kg 燐酸 (kg)			無肥料
		1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	
初 年 目	窒素 1.88	34	35	36	35	37	39	35	42	39	33
	" 5.63	34	47	48	38	38	41	47	49	53	
	" 11.25	32	45	55	40	47	51	49	56	59	
2 年 目	窒素 1.88	98	97	95	110	102	95	108	115	110	86
	" 5.63	111	113	108	117	118	109	124	127	115	
	" 11.25	115	117	110	120	109	112	120	123	121	
3 年 目	一 番 草	窒素 1.88	58	77	76	75	76	87	88	85	60
	"	5.63	90	91	86	88	85	92	96	96	
	"	11.25	94	93	91	95	94	103	102	102	
	二 番 草	窒素 1.88	17	20	18	18	15	21	23	19	20
	"	5.63	20	23	19	17	20	24	25	23	
	"	11.25	23	28	27	33	31	29	36	41	

ため初年度は刈り取らず2年目以降から本格的な刈り取り収穫を行なうことが多いが、この方法によると主作物の倒伏や刈り遅れによって次年度の牧草生産量が激減することもしばしば見受けられる。

播種当年(昭和31年)から3年目までの各刈り取り時における草丈は第86表のとおりである。ただし各年次における刈り取り日は次のとおりであった。

初年目	昭和31年9月5日
2年目	昭和32年7月11日
3年目(1番草)	昭和33年7月5日
3年目(2番草)	昭和33年9月18日

この表から次項のような傾向のあることが認められた。

イ) 初年目におけるチモシーの生育ははなはだ

不振で肥料を最も多く施用した区でも、なお2年目以降の無肥料区の草丈に及ばなかった。しかしこのうち窒素と磷酸の多用区は草丈がやや高かったが、加里を多用してもその効果は小さかった。また初年目のチモシーには「斑点病」が激しく発生し、とくに早期に罹病したものは個体全部が斑点病斑に被われ、灰色ないし黄褐色に変じ草勢はなはだしく衰えた。

ロ) 2年目の草丈は窒素少用区、加里少用区がきわめて低く多用区の1/3に過ぎなかったが、出穂以後急にこれらの区の草丈も伸長を始め、第86表に掲げた程度にまでその差が縮小された。この年は多雨寡照でやや徒長せるものもあり、草丈120cmを越えるもの多く、窒素多量区は倒伏がはなはだしかった。その概略の割合を目測し、百分比をもって表わし第87表とした。

第87表 チモシー、2年目倒伏割合(%)

窒素 (kg)	加里 1.88 kg 磷酸 (kg)			加里 5.63 kg 磷酸 (kg)			加里 11.25 kg 磷酸 (kg)			無肥料
	1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	
	1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	
窒素 1.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
" 5.63	10	0	0	10	5	5	10	20	25	
" 11.25	60	60	70	80	90	90	90	100	100	

第88表 チモシー、10アール当たり乾草収量(kg)

年次	窒素 (kg)	加里 1.88 kg 磷酸 (kg)			加里 5.63 kg 磷酸 (kg)			加里 11.25 kg 磷酸 (kg)			無肥料
		1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	
		1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	1.88	5.63	11.25	
初年目	窒素 1.88	76	92	87	91	122	131	96	128	114	58
	" 5.63	122	185	202	129	184	195	159	217	242	
	" 11.25	130	223	293	170	246	284	193	294	328	
2年目	窒素 1.88	221	216	203	356	314	298	384	328	291	158
	" 5.63	527	482	419	603	595	536	610	589	614	
	" 11.25	559	506	518	785	826	850	879	989	933	
3年目	一 窒素 1.88	169	167	153	254	168	193	302	215	201	106
	" 5.63	395	402	363	404	450	425	418	499	450	
	" 11.25	577	574	547	626	597	605	654	668	620	
	二 窒素 1.88	35	44	35	43	31	68	50	68	48	32
	" 5.63	48	59	45	37	55	52	53	61	68	
	" 11.25	113	102	116	110	104	148	140	96	138	

また加里 1.88 kg 施用区のように加里に乏しい条件のもとで過磷酸石灰を多量に施すと下葉が懸垂枯凋して加里欠乏症状が現われた。この症状は過磷酸石灰の施用量に比例して激化し、草丈の伸長も停止したので、加里少用区では過磷酸石灰施用量の多い区ほど草丈の低下する傾向を認めた。また加里 5.63 kg 施用区でも軽微ながらこのような傾向を認め得た。

ハ) 3 年目は 6~7 月にかけ寡雨多照の天候が続いたので、粗副で草丈も低くなったうえに、やや早刈り(開花初期)を行なったので前年度のような

第 80 表 チモシー 3¹ 試験乾草収量の分散分析表

Factor	f.d.	m. s.		
		初 年 目	2 年 目	3 年 目
N	2	4199.4**	5002.25**	2702.18**
P	2	1507.3**	2007	1767
K	2	3675.9*	1173.24**	1288.9**
NP	4	241.2**	1878	2048
NK	4	312.5**	2035.8**	31
PK	4	47	1511	109
NPK (W)	2			
" (X)	2	131 (X 除く)		
" (Y)	2		1212	460
" (Z)	2			

倒伏はほとんど起こらなかった。その他の傾向は 2 年目に類似していた。また 1 番刈り後追肥を行なわなかったので、2 番草の生産はなほだ振わず、春季窒素 11.25 kg 施用した区のみその残効により葉色は緑色で伸長したほかいずれも窒素欠乏症状をていし草丈はなほだ低かった。

収量調査 3 カ年間の 10 アール当り 乾草収量(105°C で乾燥せる価)を第 88 表に掲げた。

第 88 表の乾草収量について 3¹ 混同試験の方式に従い分散分析を行い、その結果を第 89 表に示した。(ただし、無肥料区および 3 年目 2 番草を除く)

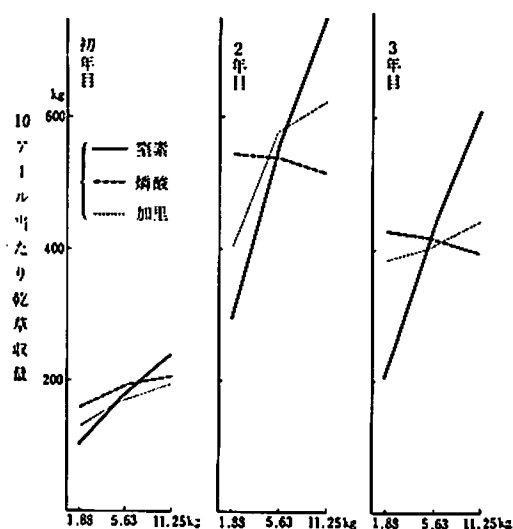
また窒素、磷酸、加里それぞれについて 1.88 kg, 5.63 kg, 11.25 kg ごとの収量を取りまとめ第 47 図に掲げた。

これらの結果より

イ) 初年目におけるチモシーの生育は振わず、その収量は 2 年目あるいは 3 年目 1 番草の 1/2~1/3 程度であった。初年目において 3 要素中増収効果の最も著しかったのは窒素であり、また磷酸効果も高かった。加里も分散分析表では有意差が認められたが、窒素、磷酸にくらべると増収効果に及ぼす影響は劣っていた。

ロ) 2 年目は窒素の増収効果が決定的となり、また加里もその肥効が顕著で F 価が頗る大きな値となるばかりでなく、窒素と加里の交互作用にも有意差が認められた。しかし磷酸の効果の有意性は全く認められぬばかりでなく、磷酸の施用によりかえって減収をみる場合すら起こり、とくに加里を少量施用し磷酸のみ多用する場合には、この傾向が著しかった。すなわち過磷酸石灰の増施により加里欠乏が激化し、かえって減収をきたしたのである。

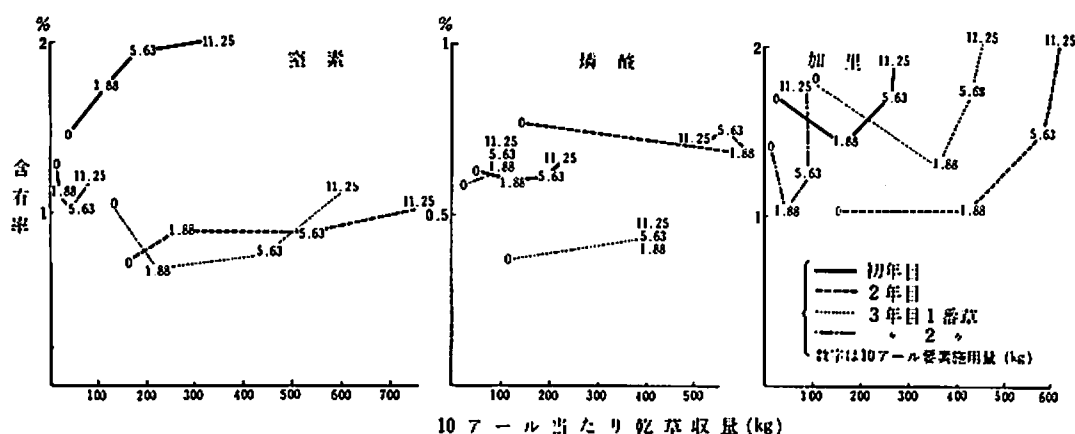
ハ) 3 年目 1 番草の成績は 2 年目に類似せる傾向を示していたが、加里の肥効が 2 年目ほど明瞭にあらわれなかった。このため交互作用は「窒素、加里」よりも「窒素、磷酸」の方が大きな値となった。また 1 番草刈り取り後追肥は行なわなかったため、2 番草は 1 番草の残効の多少により収量が左右されることになるが、磷酸と加里の欠乏はほとんど認められず窒素の欠乏のみ顕著であった。すなわち窒素 11.25 kg 区のみ葉色濃緑で生



第 47 図 窒素、磷酸、加里施用量と
チモシー 10 アール当たり収量

第90表 チモシーの窒素、燐酸、加里含有率(乾物百分比)

年次		窒素 (kg)	加里 1.88 kg			加里 5.63 kg			加里 11.25 kg			無肥料
			燐 酸			燐 酸			燐 酸			
			1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	
窒素	初年目	窒素 1.88	1.40	1.86	1.82	1.82	1.95	2.00	2.03	1.86	1.37	1.51
		" 5.63	2.12	2.05	1.88	1.89	2.02	1.98	2.08	1.91	1.86	
		" 11.25	2.19	2.13	2.08	1.95	1.95	2.02	2.13	1.91	1.99	
	二年目	窒素 1.88	0.83	0.83	0.80	0.83	0.83	0.79	0.69	0.83	0.83	0.87
		" 5.63	1.11	0.89	0.83	0.97	0.87	0.83	0.83	0.83	0.97	
		" 11.25	1.39	1.25	0.83	1.09	1.05	0.97	0.95	0.95	0.95	
燐酸	一番草	窒素 1.88	0.70	0.70	0.79	0.70	0.84	0.56	0.52	0.56	0.56	0.88
		" 5.63	0.88	0.70	0.66	0.98	0.98	0.84	0.96	0.92	0.96	
		" 11.25	0.94	1.12	1.12	1.01	1.12	1.26	1.16	1.16	1.24	
	二番草	窒素 1.88	1.26	1.20	1.20	1.40	1.54	1.30	0.70	0.95	0.67	1.28
		" 5.63	1.26	1.26	1.20	1.40	1.26	1.26	0.74	0.77	0.86	
		" 11.25	1.32	1.40	1.30	1.12	1.26	1.12	1.57	1.23	1.35	
加里	初年目	窒素 1.88	0.64	0.60	0.66	0.64	0.66	0.66	0.64	0.66	0.68	0.62
		" 5.63	0.58	0.64	0.60	0.62	0.64	0.66	0.62	0.64	0.66	
		" 11.25	0.56	0.56	0.64	0.60	0.64	0.64	0.60	0.60	0.64	
	二年目	窒素 1.88	0.87	0.82	0.72	0.72	0.78	0.68	0.60	0.68	0.70	0.78
		" 5.63	0.78	0.86	0.82	0.68	0.76	0.68	0.68	0.70	0.70	
		" 11.25	0.68	0.72	0.82	0.62	0.76	0.72	0.68	0.71	0.72	
燐酸	一番草	窒素 1.88	0.46	0.39	0.39	0.46	0.43	0.46	0.32	0.27	0.41	0.37
		" 5.63	0.37	0.37	0.41	0.34	0.53	0.59	0.41	0.50	0.53	
		" 11.25	0.34	0.46	0.50	0.34	0.41	0.57	0.41	0.53	0.61	
	二番草	窒素 1.88	0.74	0.74	0.69	0.60	0.65	0.74	0.63	0.67	0.69	0.60
		" 5.63	0.65	0.72	0.67	0.60	0.63	0.66	0.65	0.60	0.69	
		" 11.25	0.64	0.64	0.69	0.57	0.58	0.58	0.55	0.56	0.56	
加里	初年目	窒素 1.88	1.83	1.75	1.68	2.24	2.30	2.19	2.32	2.25	2.19	1.69
		" 5.63	1.55	1.44	1.40	2.58	2.25	2.03	2.85	2.32	2.28	
		" 11.25	1.44	1.08	0.98	2.78	2.25	1.60	3.02	2.38	2.32	
	二年目	窒素 1.88	1.10	1.03	0.92	1.71	1.58	1.54	2.12	1.93	1.86	1.02
		" 5.63	1.05	1.03	0.96	1.50	1.60	1.44	2.22	2.12	2.02	
		" 11.25	1.00	1.06	0.90	1.67	1.80	1.52	2.26	1.96	2.08	
燐酸	一番草	窒素 1.88	1.44	1.68	1.62	1.83	1.82	1.80	2.03	2.03	2.07	1.80
		" 5.63	1.22	1.25	1.20	1.79	1.83	1.73	1.83	2.18	2.15	
		" 11.25	1.02	1.10	1.08	1.56	1.68	1.59	2.21	2.27	2.25	
	二番草	窒素 1.88	0.99	1.01	0.97	1.53	1.80	1.06	1.83	1.56	1.68	1.43
		" 5.63	0.92	0.92	0.92	1.50	1.50	1.28	1.83	1.72	1.61	
		" 11.25	0.62	0.83	0.74	0.95	1.05	0.86	1.67	1.91	1.65	



第48図 チモシーにおける肥料供与量の収量と含有率に対する相関

育はやや良好であったが、窒素少用区はリン酸、加里施用量にかかわらず、葉色黄化し生育遅滞した。このことからチモシーの2番草収量をあげるには窒素の追肥が必須であって、リン酸、加里は現状では春季1番草に追肥すれば、2番草はその残効で充分である。ただし根室地方は9月中旬において平均気温が既に 15°C 以下となり、窒素吸収および伸長量が減退するので、1番草は7月中旬までに刈り取りを終えなければ、2番草は充分な生育が期待できない。

3要素含有率および吸収量 チモシーの各刈り取り時における窒素、リン酸、加里含有率を第90表に掲げた。

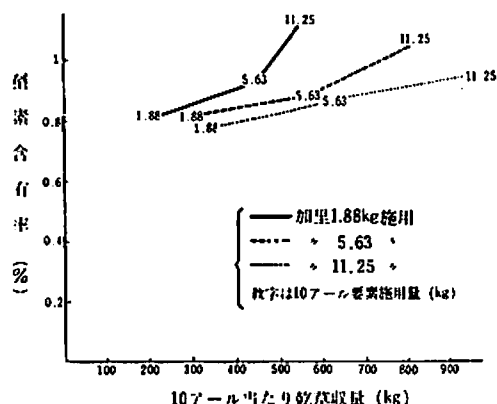
イ) 窒素含有率は初年目と3年目2番草がとくに高い値を示したが、これはともに出穂期以前あるいは出穂初期に刈り取ったため、このように生育の早い段階に刈り取ったものほど窒素含有率は高い。またリン酸を多用した区では窒素含有率の低下がしばしばみられた。これはリン酸の多用により生育が促進されたためと思う。また加里少用区のように加里欠乏によって生育が阻害された場合は、その収量は低下したが、窒素の含有率は高かった。

ロ) リン酸含有率はその施用量を異にしても差異が少なく、とくに2年目以降ではリン酸を多用しても、その含有率は極くわずかに上昇するのみである。

ハ) 加里は養分吸収を起こしやすい要素であり

これを多用するときは加里含有率は容易に上昇する。ただしリン酸を多用すると加里含有率の低下が起こりやすい。すなわちリン酸を多用すると生育が促進され、含有成分の稀釈化が起こると同時に、直接加里欠乏の起こる場合がある。これはリン酸肥料として過リン酸石灰を用いたため、これに含まれる石灰によって加里吸収が抑圧されることも考えられる。

石塚は登熟時の収量と養分含有率との相関を線グラフに現わしたとき、要素含有率のみ上昇して収量増加のこれに伴わない状態を養分吸収または過剰状態とするのべており、これに基づいてチモシーに対する施肥適量の判定を試みた。ただし牧草類は、登熟を待たず出穂期または開花期等に刈り取るので、必ずしも上述の定義に合致しない



第49図 チモシー2年目 加里施用量を異にしたときの収量と窒素含有率に対する相関

第91表 チモシーの窒素、燐酸、加里10アール当り吸収量 (kg)

年次		窒素 (kg)	加 里 1.88 kg			加 里 5.63 kg			加 里 11.25 kg			無肥料
			燐 酸			燐 酸			燐 酸			
			1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	
窒素	初年目	窒素 1.88	1.06	1.71	1.58	1.66	2.38	2.62	1.95	2.38	1.56	0.87
		" 5.63	2.59	3.79	3.68	2.44	3.72	3.86	3.31	4.14	4.50	
		" 11.25	2.84	4.74	6.09	3.32	4.80	5.74	4.41	5.12	6.44	
	二年目	窒素 1.88	1.83	1.79	1.62	2.95	2.61	2.35	2.65	2.65	2.41	1.37
		" 5.63	5.85	4.29	3.48	5.85	5.18	4.45	5.06	4.89	5.96	
		" 11.25	7.77	5.60	4.30	8.56	8.93	8.24	8.35	9.40	8.86	
燐酸	一番草	窒素 1.88	1.18	1.17	1.21	1.78	1.41	1.08	1.57	1.20	1.13	0.93
		" 5.63	3.48	2.81	2.41	3.96	4.41	3.57	4.02	4.59	4.32	
		" 11.25	5.42	6.45	6.13	6.32	6.69	7.64	7.58	7.76	7.69	
	二番草	窒素 1.88	0.44	0.53	0.42	0.60	0.48	0.75	0.70	0.95	0.67	0.41
		" 5.63	0.60	0.74	0.54	0.52	0.69	0.66	0.74	0.77	0.86	
		" 11.25	1.49	1.43	1.51	1.69	1.31	1.66	1.57	1.23	1.35	
燐酸	初年目	窒素 1.88	0.48	0.56	0.58	0.58	0.80	0.86	0.62	0.84	0.78	0.36
		" 5.63	0.70	1.18	1.22	0.80	1.18	1.30	0.98	1.38	1.60	
		" 11.25	0.72	1.24	1.88	1.02	1.58	1.82	1.16	1.76	2.10	
	二年目	窒素 1.88	1.92	1.77	1.46	2.56	2.45	2.12	2.30	2.61	2.36	1.23
		" 5.63	4.11	4.14	3.44	4.10	4.52	3.64	4.15	4.12	4.30	
		" 11.25	3.80	3.64	4.25	4.87	6.28	6.12	5.98	7.01	6.66	
加里	一番草	窒素 1.88	0.78	0.65	0.60	1.17	0.72	0.89	0.97	0.58	0.82	0.39
		" 5.63	1.46	1.49	1.49	1.37	2.39	2.50	1.71	2.50	2.39	
		" 11.25	1.96	2.64	2.74	2.13	2.45	3.45	2.68	3.81	3.79	
	二番草	窒素 1.88	0.26	0.33	0.24	0.25	0.20	0.50	0.32	0.56	0.33	0.19
		" 5.63	0.31	0.42	0.32	0.22	0.35	0.34	0.34	0.37	0.44	
		" 11.25	0.72	0.64	0.80	0.63	0.60	0.86	0.77	0.74	0.74	
加里	初年目	窒素 1.88	1.39	1.61	1.46	2.04	2.81	2.87	2.23	2.88	2.50	0.98
		" 5.63	1.89	2.66	2.83	3.33	4.14	3.96	4.69	5.03	5.51	
		" 11.25	1.87	2.41	2.87	4.73	5.53	4.54	5.83	7.00	7.51	
	二年目	窒素 1.88	2.43	2.22	1.87	6.00	4.96	4.59	8.14	7.41	5.41	1.61
		" 5.63	5.53	4.96	4.02	9.05	9.52	7.72	13.54	12.48	12.40	
		" 11.25	5.59	5.36	4.66	13.11	14.87	12.92	19.86	19.38	19.41	
加里	一番草	窒素 1.88	2.43	2.81	2.47	4.65	3.06	3.47	6.13	4.36	4.16	1.91
		" 5.63	4.82	5.02	4.36	7.21	8.23	7.35	7.65	10.89	9.70	
		" 11.25	5.89	6.31	5.92	9.77	10.03	9.62	14.45	15.20	13.95	
	二番草	窒素 1.88	0.35	0.45	0.34	0.66	0.56	0.72	0.92	1.06	0.81	1.46
		" 5.63	0.44	0.53	0.41	0.56	0.83	0.66	0.97	1.05	1.09	
		" 11.25	0.70	0.85	0.86	1.05	1.09	1.24	2.34	1.85	2.28	

条件にある場合も起こるが、とりあえず窒素、磷酸、加里についてその含有率と収量の平均をとりまとめ、これを第48図に掲げた。

すなわち窒素は、いずれの年次においても最高施用量の11.25 kgを施用して、なお過剰吸収にならなかった。このことからチモシーの収量は窒素施用量に著しく左右され、しかもその必要量はなほだ多いことを知った。

磷酸は初年目のみ必要性が高いが、2年目以降は多用するとかえって収量が減じ、過用による害作用が認められた。すなわち磷酸は初年目に一度にまとめて多量に施用し、以後わずかな量を補給するに止めるべきであろう。

加里は初年目にはなほだ必要量が低く、5.63 kg以上では贅沢吸収となる。2年目以降は必要量がやや多く3.75~5.63 kg程度と推定する。

また2年目は窒素、加里間の相互作用に有意差が認められたので、とくに窒素と加里について収量と含有率の相関を求め第49図に掲げた。

すなわち加里肥料が充分に施されていないときは、窒素を多用してもその効果は充分に発揮されず、窒素5.63 kg以上で既に過剰吸収となる徴候が認められた。このことは加里が窒素の増収効果を積極的に増大させたと考えるよりは、むしろ加里少量区が加里欠乏症に陥ったため、窒素を多用してもその効果を充分に発揮させることができずいたずらに体内の窒素含有率を上昇させるに止ま

ったものと思う。

10 アール当り3要素吸収量をそれぞれ計算し、これを第91表として掲げた。またこの表から窒素、磷酸、加里のそれぞれについて施肥量1.88, 5.63, 11.25 kg区ごとの10アール当り吸収量の平均値を求めこれより無肥料区の吸収量を差し引いて肥料吸収量とし第92表に掲げた。更にこれより窒素、磷酸、加里のそれぞれについての利用率を算出してあわせ掲げたが、無肥料区の要素吸収量を天然供給量とみなして計算したので、磷酸については天然供給量として差し引いた量が少なすぎ、必ずしも当を得た値にならなかった(さきにのべたように2年目以降のチモシー無磷酸区の収量は無肥料区よりもはなはだしく多く、従って磷酸の天然供給量は相当高い値になるはずである)。

イ) 窒素増施による増収効果の顕著なことは前述のとおりであるが、初年目は窒素11.25 kg施用すると利用率が相当低下するので5.63 kg前後に止めた方が経済的である。しかし2年目以降では窒素11.25 kg施用しても利用率の低下は、なお僅少であるから窒素11.25 kg施用することが望ましい。

ロ) 磷酸は初年目においてのみ、磷酸施用量の増加に伴い収量も増加していたが、2年目以降は磷酸施用量の多少にかかわらず、肥料吸収量がほぼ一定値に保たれていた。すなわち磷酸は多用しても吸収されず、その肥効がはなはだしく小さいことを表わしていた。

ハ) 加里の初年目における吸収量は比較的少なく、施肥量を増加すると利用率の低下が著しい。従って初年目では加里を増施しても収量の増加は期待できない。しかし2年目以降では無肥料区における加里欠乏症状はなほだしく生育の中途ではほとんど枯死寸前の状態に陥り、収量、含有率ともに低下し、このため天然供給量はなほだしく低い値となる。これを用い、各加里施用区の肥料吸収量を算定するとその値が著しく高くなり、利用率が100%を超えるものも現われた。しかし施用量5.63 kgを越すと、利用率の低下が相当大きいので経済的には5.63 kg前後が適量と推定される。

小括 チモシーは、多年性作物で播種当年に

第92表 チモシーの肥料吸収量(kg/10アール)と利用率(%)

要素別	施用量(kg)	初年目 肥料吸収量 (利用率)	2年目 肥料吸収量 (利用率)	3年目 肥料吸収量 (利用率)
窒素	1.88	0.95 (50.6)	1.44 (76.8)	0.37 (19.7)
	5.63	2.68 (54.9)	3.62 (64.3)	2.80 (49.7)
	11.25	3.90 (34.6)	6.41 (56.9)	5.92 (52.6)
磷酸	1.88	0.42 (22.4)	2.52 (134.4)	1.19 (63.4)
	5.63	0.81 (14.4)	2.83 (50.3)	1.52 (27.0)
	11.25	0.99 (8.8)	2.48 (27.5)	1.68 (14.9)
加里	1.88	1.14 (60.8)	2.46 (131.2)	2.54 (135.4)
	5.63	2.79 (49.6)	7.58 (134.7)	5.13 (91.2)
	11.25	3.82 (33.9)	11.51 (102.3)	7.70 (68.4)

おける施肥と2年目以降の追肥では、肥料の効果がはなはだしく異なっていた。すなわち根釧地方火山灰地の経年畑を牧草地とした場合、播種当年はほかの一般イネ科作物例えば麦類等と同様に磷酸の肥効が顕著であり、加里の肥効が少ない。また窒素を多用しても麦類のように倒伏による害を被むることが少ないので、窒素を充分施用し増収をはかることができる。従って初年目における施肥量については、もちろんその畑の肥瘠、前作、経済的な理由などからそれぞれ異なるべきであるが、今回の試験結果からは窒素 5.63 kg, 磷酸 5.63 kg 以上、加里 1.88 kg と推定された。

2年目以降では磷酸追肥の効果がはなはだしく減退し、また加里の欠乏障害が現われやすく、こ

れを欠くときは収量が激減する。従って2年目以降の追肥は磷酸を 1.88 kg 以下とし、加里は 5.63 kg 前後施用して加里欠乏に陥ることを完全に防いでおく窒素 11.25 kg 程度までは、その施肥量に比例してチモシー収量が増加する。

またチモシーは肥料吸収量がはなはだ多く、春季施肥した量のうち、特に窒素の大部分を1番草が吸収利用してしまう。従って2番草の収量をあげようとするときは1番草を早く刈り取り、この後再び窒素を主体とした追肥を行なうことが肝要である。

[B] 赤クロバー

生育および収量調査 供試赤クロバーは雪印種苗韓旋のもので品種名不詳であるが、早生で短年性

第93表 赤クロバーの草丈(cm)および10アール当り乾物収量(kg)

要素	年次別	窒素 (kg)	加里 1.88 kg			加里 5.63 kg			加里 11.25 kg			無肥料	
			燐 酸			燐 酸			燐 酸				
			1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg		
草	一年目	一 番 草	窒素 1.88	54	62	65	45	67	76	46	75	76	47
		"	5.63	61	58	51	68	66	64	72	75	65	
		"	11.25	51	54	53	66	68	63	64	63	61	
	二年目	二 番 草	窒素 1.88	65	65	60	55	62	71	48	64	68	49
		"	5.63	60	58	59	62	63	63	70	70	73	
		"	11.25	61	58	57	61	63	65	74	64	70	
丈 (cm)	一年目	一 番 草	窒素 1.88	51	54	51	48	48	58	42	44	76	52
		"	5.63	39	33	33	62	59	47	67	75	72	
		"	11.25	37	28	25	44	42	44	71	60	68	
	二年目	二 番 草	窒素 1.88	45	58	48	55	58	54	66	65	66	46
		"	5.63	45	47	38	64	55	52	65	73	65	
		"	11.25	49	40	35	58	61	50	63	62	59	
一〇アール当り 乾物収量(kg)	一年目	一 番 草	窒素 1.88	156	224	289	82	298	321	87	353	399	69
		"	5.63	199	191	148	257	265	269	287	291	321	
		"	11.25	128	103	84	229	258	266	294	298	308	
	二年目	二 番 草	窒素 1.88	151	189	216	68	247	266	75	296	281	62
		"	5.63	194	194	149	213	215	242	195	248	272	
		"	11.25	188	172	158	201	204	238	184	209	252	
	三年目	一 番 草	窒素 1.88	88	66	40	82	153	104	66	100	300	91
		"	5.63	19	14	11	80	112	59	174	216	166	
		"	11.25	12	2	3	61	61	57	130	115	135	
	四年目	二 番 草	窒素 1.88	127	152	98	117	184	172	188	209	212	139
		"	5.63	43	58	50	101	165	124	239	247	193	
		"	11.25	30	31	26	121	125	114	206	198	211	

であり、かつ1番草は黒色葉枯病、2番草は煤点病に侵されやすく、生育収量ともに良好な品種といい難かった。播種当年の気象条件が冷涼寡照で生育不振であったため、冬枯れをおそれて刈り取りを中止し、2、3年目のみ生育および収量調査を行なった。これらの結果を第93表に示したが、3年目は黒色葉枯病の被害をさけるため、1番刈りを早く行なったので、この年の収量は2番草が1番草よりも多くなった。なお2年目1番草および3年目1、2番草の乾草収量について分散分析を行なった結果を第94表に掲げた。ただし刈り取り日は次のとおりである。

2年目	1番草	昭和32年7月11日
	2番草	昭和32年8月24日
3年目	1番草	昭和33年7月5日
	2番草	昭和33年9月10日

以上の表から次項の傾向が認められた。

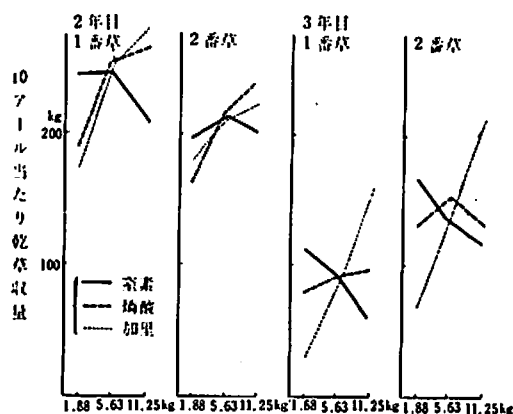
イ) 赤クロバーは叢生するので、イネ科牧草にくらべると施肥量の多少による草丈の高低の差は小さかったが、2年目は磷酸、加里を多用した区の草丈が概して高く、また3年目は加里少量区の生育はなほだ劣って草丈も低かった。

ロ) 赤クロバーの収量は2年目が最高であり、3年目には半量以下になることが多い。特に加里少用区は欠株が多くなり、牧草地として用をなさぬまでに荒廃した。

ハ) 乾草収量の分散分析結果では2年目には磷酸、加里の有意差が高く、3年目は加里にのみ認

第94表 赤クロバー 3³試験乾草収量分散分析表

Factor	f.d.	m.s.			
		2年目		3年目	
		1番草	2番草	1番草	2番草
N	2	2334	759	5119	4439
P	2	14849**	11308*	815	1262
K	2	35605**	4227	36676	46130**
NP	4	14480**	5700	1925	417
NK	4	4715*	1721	1317	2471
PK	4	2657	11041*	2504	527
NPK (W)	2	667 (Xを除く)	1179	2377	3118
" (X)	2				
" (Y)	2				
" (Z)	2				



第50図 窒素、磷酸、加里施用量と赤クロバー 10アール当たり収量

められた。窒素はその肥効が認められないばかりでなく窒素の増施によりかえって減収をきたす場合が多かった。

ニ) 窒素、磷酸、加里それぞれについて 1.88, 5.63, 11.25 kg ごとに収量の平均をとり、これを第50図に示した。

すなわち赤クロバーは根瘤菌が着生するので、窒素施用量を控えるべきであることは周知のとおりであり、今回の試験でも窒素 1.88 kg 以上施用するとかえって収量が低下した。しかもこの傾向は年次とともに激化し、3年目には窒素増施により生育がなほだしく害された。また磷酸の肥効は2年目において最も高かったが、3年目には肥効が鈍り、5.63 kg 以上施用しても増収しない場合もあった。しかし加里は3年目になるとますます肥効が顕著になり、イネ科牧草と対称的な傾向を示した。

3 要素含有率および吸収量 赤クロバーの各刈り取り時における窒素、磷酸、加里の含有率を第95表に掲げた。

以上の表から次項のような傾向を認めた。

イ) 窒素含有率は窒素施用量の増加に伴い上昇する。また磷酸施用量にも関連が大きい。2年目のように磷酸の増施によって生育が促進され、収量増が起きるときは磷酸を増施すると窒素含有率の低下する傾向がみられ、これに対して3年目のように磷酸の肥効が低下し、増施してもあまり増収しなかったときは磷酸の増施により窒素含有

第95表 赤クロバーの窒素、燐酸、加里含有率(%)

要素	年次別	窒素 (kg)	加里 1.88 kg			加里 5.63 kg			加里 11.25 kg			無肥料	
			燐 酸			燐 酸			燐 酸				
			1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg		
窒素	二年目	一番草	窒素 1.88	2.22	2.08	2.08	2.21	2.08	1.86	2.08	2.06	1.80	2.08
		"	5.63	2.36	2.36	2.63	2.49	2.23	2.23	2.34	2.08	2.08	
		"	11.25	2.81	2.81	2.68	2.36	2.32	2.36	2.34	2.49	2.38	
	二年目	二番草	窒素 1.88	2.49	2.26	2.49	2.49	2.26	2.49	1.80	2.08	1.80	1.92
		"	5.63	2.77	2.77	2.36	2.49	2.26	2.26	1.87	1.95	2.16	
		"	11.25	2.32	2.49	2.49	2.08	2.36	2.49	2.22	2.22	2.22	
	三年目	一番草	窒素 1.88	1.68	2.52	2.52	1.54	1.68	2.24	2.10	1.82	2.24	2.10
		"	5.63	2.10	2.40	2.52	1.96	2.10	2.24	2.10	2.10	2.38	
		"	11.25	2.10	2.52	2.54	1.96	2.38	2.24	2.30	2.38	2.66	
燐酸	二年目	一番草	窒素 1.88	1.82	1.82	2.52	1.96	1.26	1.96	1.68	2.10	1.90	1.68
		"	5.63	1.68	1.54	2.24	1.82	1.96	2.10	2.04	1.68	2.10	
		"	11.25	2.26	1.96	2.52	2.08	2.18	2.38	1.82	2.10	2.26	
	二年目	二番草	窒素 1.88	0.81	0.84	0.84	0.86	0.94	1.08	0.84	0.94	0.98	0.84
		"	5.63	0.89	0.91	0.91	0.86	0.89	0.98	0.89	0.89	0.99	
		"	11.25	0.89	0.94	0.91	0.84	0.84	0.89	0.84	0.89	1.06	
	二年目	二番草	窒素 1.88	0.89	0.91	1.03	0.76	0.84	0.86	0.67	0.72	0.76	0.76
		"	5.63	0.89	0.86	0.86	0.76	0.84	0.78	0.62	0.72	0.72	
		"	11.25	0.79	0.76	0.76	0.65	0.73	0.76	0.65	0.65	0.73	
加里	二年目	一番草	窒素 1.88	0.84	0.81	0.84	0.53	0.65	0.69	0.65	0.69	0.60	0.55
		"	5.63	0.79	0.79	0.79	0.60	0.60	0.72	0.60	0.69	0.67	
		"	11.25	0.65	0.65	0.67	0.60	0.65	0.63	0.41	0.63	0.55	
	二年目	二番草	窒素 1.88	0.81	0.84	0.81	0.67	0.72	0.81	0.55	0.76	0.76	0.65
		"	5.63	0.76	0.76	0.79	0.77	0.79	0.79	0.57	0.63	0.65	
		"	11.25	0.76	0.69	0.79	0.65	0.76	0.67	0.46	0.63	0.67	
	三年目	一番草	窒素 1.88	1.53	1.53	1.42	2.16	2.16	2.04	3.18	2.79	2.75	1.64
		"	5.63	1.59	1.50	1.55	2.02	1.95	2.16	2.96	3.03	3.03	
		"	11.25	1.71	1.64	1.55	2.10	2.10	2.04	3.18	3.18	3.22	
里	二年目	二番草	窒素 1.88	0.89	0.75	0.75	1.98	1.79	1.70	1.98	1.85	2.10	1.12
		"	5.63	0.97	0.77	0.89	1.32	1.29	1.29	1.80	1.92	1.92	
		"	11.25	0.97	0.75	0.89	1.03	1.25	1.15	1.80	1.80	1.77	
	三年目	一番草	窒素 1.88	1.22	1.14	1.35	1.48	1.44	1.56	3.50	2.55	2.70	1.28
		"	5.63	1.35	1.10	1.10	1.77	1.56	1.56	2.81	2.81	2.81	
		"	11.25	1.07	1.05	1.20	1.62	2.10	2.36	2.70	2.51	2.85	
	三年目	二番草	窒素 1.88	0.89	1.14	1.13	1.50	1.02	1.20	2.10	2.36	2.36	1.28
		"	5.63	0.95	0.98	1.20	1.20	1.13	1.17	1.80	2.10	1.86	
		"	11.25	1.14	0.81	1.02	1.68	1.63	1.83	1.80	1.98	1.80	

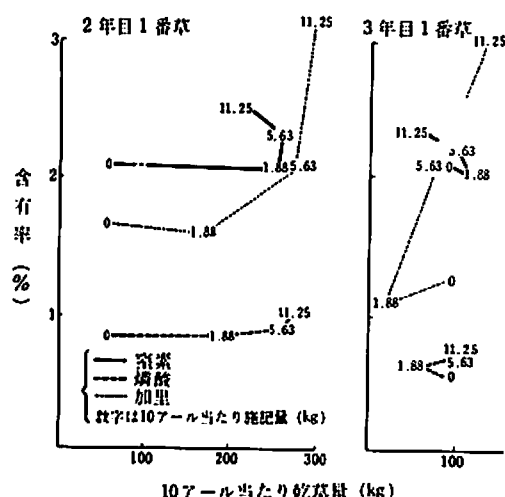
率の上昇が起こった。

ロ) 磷酸はその施用量を増減しても、含有率に大きな変化をきたさないことはイネ科牧草の場合と同様である。この傾向は2年目よりも3年目において著しく、3年目は磷酸施用量を増減しても収量ならびに含有率に大きな差異を生じなかった。

ハ) 加里含有率はその施用量により著しく変化し、その程度はイネ科牧草よりも更に大きかった。すなわち加里少用区における加里含有率は、多用区の1/2以下となった。また2番草の加里含有率は一般に低く1番草の1/2程度であったが、これは土壤中の加里が1番草にほとんど吸収利用されてしまい、残存する量が少なくなったためであろう。また加里含有率は3年目が2年目より低く、かつ施用量の多少による含有率の変化も大きいがこのことは赤クロバーが年次が進むにつれ肥料として供給される加里量によって、その生育が益々大きく左右されるようになることを示すものである。

次に要素含有率と収量との関連をグラフに示すと第51図のとおりになる。

この図より窒素の適量は1.88 kg以下で、これ以上施用すると害作用を与えることが明らかである。また磷酸は2年目では11.25 kg施用するとわずかに過剰吸収状態となるので適量は5.63 kgと思われるが、3年目は5.63 kgでもやや多過ぎるよ



第51図 赤クロバーにおける肥料給与量の収量と含有率に対する相関

うである。これに対し加里は2年目は5.63 kg以上施用して明らかに貧乏吸収状態になるが、3年目は11.25 kg施用するもなお過剰の徴候は軽い。

10アール当り3要素吸収量をそれぞれ計算し、これを第96表として掲げた。

すなわち赤クロバーでは、窒素を多用するとかえって生育が阻害されるので窒素施用量をやや控えたときに、かえって窒素の含有量が最大となりその吸収量はチモシー窒素11.25 kg区における窒素吸収量に匹敵した。特に加里の多用を伴ったときは窒素吸収量がはなはだ多くなった。また磷酸吸収量も窒素少用区ではチモシーよりも相当高く特に2年目において顕著であり、磷酸施用効果の著しいことが考えられるが、3年目では減退したので、土壤中に相当量の磷酸肥料が蓄積してゆくものと思う。加里もチモシーに匹敵する量を吸収するので、多量の加里肥料を補給する必要がある。

小括 赤クロバーについての施肥量試験は、前述のイネ科牧草と対称的な傾向を示した。すなわちイネ科牧草は、窒素の肥効が絶大であるのに対しマメ科牧草は窒素を自給しうるので、初期にわずかに与えるのみで充分であるばかりでなく、1.88 kg以上施用するとかえって害作用が起こり収量が低下した。磷酸施用量は2年目で5.63 kg、3年目は5.63 kg以下と施用適量が漸次低下したのに対し、加里は2年目5.63 kg以下、3年目11.25 kgまでとその適量は漸次上昇した。特に3年目加里少用区は欠株はなはだしく、牧草地として供用し兼ねる状態にまで荒廃したが、加里の不足は収量のみではなく耐用年限に大きな影響を与えた。すなわち根釧地方では一般赤クロバーの耐用年限を3カ年としているが、3年目には既に2年目の約半量にまで減収している。これは早生系外国産種子が多く用いられていることとともに、加里欠乏が更に寿命の短縮を助長しているようである。

(4) 摘 要

わが国における牧草栽培は歴史が新しく、牧草を特殊なものとして扱う風潮がある。たとえばイネ科牧草は同じイネ科の麦類にくらべ肥料吸収量が2~3倍以上であるのに、施肥が行なわれていな

第96表 赤クロバーの窒素、磷酸、加里10アール当り吸収量 (kg)

要素	年次別	窒素 (kg)	加里 1.88 kg			加里 5.63 kg			加里 11.25 kg			無肥料	
			燐 酸			燐 酸			燐 酸				
			1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg	1.88 kg	5.63 kg	11.25 kg		
窒素	二年目	一番草	窒素 1.88	3.46	4.66	6.01	1.81	6.20	5.97	1.87	7.22	7.18	1.43
			" 5.63	4.20	4.51	3.89	6.40	5.91	6.00	6.72	6.05	6.68	
			" 11.25	3.60	2.89	2.25	5.40	5.99	6.28	6.88	7.42	7.27	
	二年目	二番草	窒素 1.88	3.76	4.27	5.38	1.69	5.58	6.61	1.35	5.60	5.06	1.19
			" 5.63	5.34	5.37	3.52	5.30	4.86	5.47	3.65	4.84	5.88	
			" 11.25	4.36	4.28	3.92	4.18	4.81	5.93	4.08	4.64	5.59	
素	三年目	一番草	窒素 1.88	1.48	1.66	1.00	1.26	2.57	2.33	1.39	1.82	6.72	1.91
			" 5.63	0.40	0.33	0.28	1.57	2.35	1.32	3.66	2.54	3.95	
			" 11.25	0.25	0.05	0.08	1.20	1.45	1.28	2.99	2.74	2.24	
	三年目	二番草	窒素 1.88	2.31	2.96	2.47	2.29	2.32	3.37	3.16	4.39	4.03	2.34
			" 5.63	0.72	0.89	1.12	1.84	3.23	2.60	4.87	4.15	4.05	
			" 11.25	0.68	0.61	0.66	2.52	2.72	2.71	3.75	6.26	4.77	
燐	二年目	一番草	窒素 1.88	1.26	1.88	2.47	0.71	2.80	3.47	0.73	3.32	3.91	0.58
			" 5.63	1.77	1.74	1.35	2.21	2.36	2.64	2.55	2.59	3.18	
			" 11.25	1.14	0.97	0.76	1.92	2.17	2.37	2.47	2.65	3.26	
	二年目	二番草	窒素 1.88	1.34	1.72	2.22	0.52	2.07	2.29	0.50	1.94	2.14	0.47
			" 5.63	1.73	1.67	1.28	1.62	1.81	1.89	1.21	1.79	1.96	
			" 11.25	1.49	1.31	1.20	1.31	1.49	1.81	1.20	1.36	1.84	
酸	三年目	一番草	窒素 1.88	0.74	0.54	0.34	0.43	0.99	0.72	0.43	0.69	1.80	0.50
			" 5.63	0.15	0.11	0.09	0.48	0.67	0.42	1.04	1.49	1.11	
			" 11.25	0.09	0.01	0.02	0.37	0.40	0.36	0.53	0.72	0.74	
	三年目	二番草	窒素 1.88	1.03	1.28	0.79	0.78	1.32	1.39	1.03	1.59	1.51	0.90
			" 5.63	0.32	0.44	0.40	0.98	1.30	0.98	1.36	1.56	1.25	
			" 11.25	0.23	0.21	0.21	0.79	0.95	0.96	0.95	1.88	1.41	
加里	二年目	一番草	窒素 1.88	2.39	3.43	4.10	1.77	6.44	6.55	2.77	9.85	10.97	1.13
			" 5.63	3.16	2.37	2.29	5.19	5.17	5.81	8.50	8.82	9.73	
			" 11.25	2.19	1.69	1.30	4.91	5.42	5.43	9.35	9.48	9.92	
	二年目	二番草	窒素 1.88	1.34	1.42	1.62	1.35	4.40	4.52	1.49	4.98	5.90	0.67
			" 5.63	1.88	1.49	1.33	2.81	2.77	3.12	3.51	4.76	5.22	
			" 11.25	1.82	1.29	1.41	2.07	2.55	2.74	3.31	3.96	4.46	
里	三年目	一番草	窒素 1.88	1.07	0.75	0.54	0.95	2.20	1.62	2.31	2.55	8.10	1.16
			" 5.63	2.56	0.15	0.12	1.42	1.75	0.92	4.89	6.06	4.67	
			" 11.25	1.28	0.02	0.04	0.99	1.28	1.35	3.51	2.89	3.85	
	三年目	二番草	窒素 1.88	1.13	1.73	1.11	1.76	1.88	2.06	3.95	4.93	5.00	1.78
			" 5.63	0.40	0.57	0.60	1.21	1.86	1.45	4.30	5.19	3.59	
			" 11.25	0.34	0.25	0.27	2.03	2.03	2.09	3.71	5.90	3.80	

かったこと、あるいは牧草は地力を増進させる最高の手段であると無条件に過大評価するものも多かった。

牧草は多年性のものが多く、耕起されずに長期間栽培が連続するが、このような耕種管理上の相異からもたらされる影響について検討するのが妥当であると思う。すなわち牧草地土壌は緊迫化し気相の占める割合が低下し、還元状態に陥りやすいが、このため茎葉や根などの遺体の分解が阻害され、粗腐植が堆積し全窒素含量が上がる。しかし無機化は進み難く特にイネ科牧草地では有効態窒素含量が低い。磷酸は土壌の還元化に伴い固定磷酸の一部が可給態化する。

牧草は飼料として主として茎葉が収穫の対象となっているのであるから、生殖生長期に入るのを待って収穫する一般穀類作物とは趣きを異にする。すなわち窒素を多用しても倒伏や稔実不良などが致命的な障害をもたらすことは少ない。従ってイネ科牧草は窒素を重点とし、増収をはかることは容易である。また牧草は一般穀類作物にくらべ養分の吸収奪取量が多く、特に加里欠乏も伴いやすいなど、牧草は最も地力を収奪することの大きい作物の1つであるとさえ見なせる。

磷酸は前述のように固定磷酸の一部が可給態化するので、新墾地あるいは播種当年においてのみ肥効が顕著であって、磷酸重点の施肥法が牧草の増収手段でないことが明らかになった。

III. 結 論

根釧地方の組織的な開発は第2次拓殖計画により北海道農事試験場根室支場の設立と同時に発足した。根釧地方の土性調査あるいは施肥法についても予備的なものはこれ以前にも行なわれていたが、本格的な調査研究は支場の設立によって着手されたと見なしてよい。

拓殖の当初は未だ穀類経営を主体とし麦、ソバ、豆類など自給作物が主体であった。これらの作物はおおむね生育期間が短く、初期生育の良否が直接収量に影響しやすい作物であった。しかも根釧地方は火山灰土壌であって、磷酸に欠乏した土壌であり、従って開拓当初は特に磷酸の肥効が顕著

であったのである(新墾地は粗腐植に富み、窒素の補給は十分であり、また根釧地方の火山灰を構成する母岩系の各火山灰には加里、石灰に富むものが多かった。ただしこれらの養分は年次の経過とともに速かに低下した)。しかも麦、ソバは倒伏を忌む作物であるが、根釧地方の気象条件は夏季に寡照多湿に経過し、倒伏を助長する傾向が強く、従って倒伏を防止する意味でも窒素施用を制限し磷酸単用に近い施肥法が慣行されてきたのである。

馬鈴薯は近年根釧地方で最も収益の高い作物として急に栽培面積が拡大した。しかし馬鈴薯も根釧地方のような多湿な気象条件下では馬鈴薯疫病に侵されやすく、収量は罹病の程度に左右される有様であった。従って窒素を多用することは病害の被害を激化させるものとして、馬鈴薯に対しても磷酸を重点にした施肥法が慣行されていたのである。

今回の試験において、春播大麦は磷酸の効果の著しいことが再確認されたが、これは初期生育を促進し登熟を統一にするほかに、生育後期の窒素吸収を抑さえ倒伏を防ぐ効果も大きかった。しかし倒伏が起こらない好天候に恵まれた年では、窒素7.5kgまで増施した区が最高収量を得たのであるが、倒伏した年次における窒素施用の安全限界は2kgであった。

馬鈴薯も疫病の被害のない条件の下では、窒素11.25kgまで増施の効果が認められた。しかし慣行施肥法はこの半量程度であり、磷酸に重点をおいていることは前述のとおりである。

開墾後約30年を経た今日においては、新墾当初における磷酸の顕著な肥効は既に見られなくなっているにもかかわらず、開墾時代に準ずる施肥法が現在も引き続き実施されていることについて、その直接の原因を推察すると、春播大麦では、倒伏を防ぎ、安全に比較的多収が得られるためと思われる。

また馬鈴薯では、薬剤防除の方法が現状では完璧といえないので、病害を回避する間接的効果を期待しなければならぬために磷酸を重点とした施肥法が必要なのであろう。換言すれば、根釧地方の気象その他の環境が純然たる栄養生理上の問題

として施肥法を決定することを許さないのであつて、たとえば春播大麥においては耐倒性品種の育成、馬鈴薯においては薬剤消毒の技術の普及が確立されなければならない。

牧草はこのような障害を回避しやすい特性を有しているので、施肥による増収が比較的容易であつた。すなわち牧草は一般に多年性作物であつて新墾地あるいは播種当初においては燐酸の肥効が著しいが、2年目以降は燐酸よりも窒素加里施用量が収量を左右する影響が大きくなることを認めた。すなわち現状においては牧草においてのみ作物栄養生理上必要とする成分を補給することにより増収が得られたのであつた。

本研究遂行に際しご指導を賜つた恩師北海道大学農学部石塚喜明教授ならびにご助言を頂いた田口啓作教授に深甚の謝意を表する。また実験の遂行に援助下された根室支場橋本久夫、赤堀金平技師に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 青木茂一, 1942: 水田土壌における燐酸の行動に関する研究 (第2報), 日土肥 Vol. 16, 75.
- 2) ———, 1956: 根のカチオン置換容量と作物 (2) 特に牧草の養分競合について, 農及園 31 卷, 782.
- 3) 青峰重範, 1957: 日本火山灰土壌のカリ経済, カリシンポジウム, Vol. 1, 28.
- 4) BOWER, C. A. 1945: Studies on the forms and availability of soil organic phosphorus. Soil Sci. Vol. 59, 277.
- 5) EID, M. T., BLACK, C. A., KEMPTHORNE, O. 1951: Importance of soil organic and inorganic phosphorus to plant growth at low and high temperatures. Soil Sci. Vol. 71, 361.
- 6) 江川友治, 関谷宏三他, 1957: 多年生牧草の導入による土壌理化学性の改良, 農技研報告 B. 7, 53.
- 7) ———, 昭和31年: 粒形成と有機物に関する研究 (第1報), 日土肥講演要旨, Vol. 2, 5.
- 8) 藤原彰夫, 1950: 難溶性燐酸の肥科学的研究, 養賢堂.
- 9) GRAY, B., DRAKE, M., COLLY, W. G. 1953: Potassium Competition in Grass-Legume Associations as a Function of Root Cation Exchange Capacity. Soil Sci. Soc. of Amer. procee. Vol. 17.
- 10) HARDY, F. 1931: Studies in Tropical Soil. II. Some characteristic igneous rock soil profiles in British Guiana. J. Agr. Sci. 21, 739.
- 11) 原田登五郎, 1950: 水田土壌の有機無機膠質複合体について (第1報), 日土肥 Vol. 21, 155.
- 12) 林 武, 瀧島康夫, 1953: 土壌有機物の作物による利用に関する研究 (第1報), 日土肥 Vol. 23, 257.
- 13) ———, ———, 1955: 土壌有機物の作物による利用に関する研究 (第2報), 日土肥 Vol. 26, 135.
- 14) ———, ———, 1955: 土壌有機物の作物による利用に関する研究 (第3報), 日土肥 Vol. 26, 215.
- 15) ———, ———, 1955: 土壌有機物の作物による利用に関する研究 (第4報), 日土肥 Vol. 26, 251.
- 16) 林常 孟, 徳田太四郎, 1937: 土壌腐植の塩基吸収に就いて, 札幌農学会報 第29年度, 222.
- 17) 早川康夫, 昭和33年: 根室地方に分布する摩周統火山灰の腐植の特性について, 道立農試集報 3号, 71.
- 18) ———, 昭和35年: 根釧地方火山灰土壌中における燐酸の行動について, 道立農試集報 5号, 17.
- 19) ———, 橋本久夫, 昭和34年: 根釧地方における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験 (第1報), 道立農試集報第4号, 9.
- 20) ———, ———, 昭和34年: 根釧地方における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験 (第2報), 道立農試集報第4号, 20.
- 21) ———, ———, 昭和35年: 根釧地方における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験 (第3報), 道立農試集報第5号, 1.
- 22) ———, ———, 昭和35年: 根釧地方における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験 (第4報), 道立農試集報第6号, 93.
- 23) ———, ———, 昭和36年: 根釧地方における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験 (第5報), 道立農試集報第7号, 16.
- 24) 細田克己, 高田秀夫, 1952: 黒土の腐植に関する研究, 日土肥 Vol. 23, 92, (谷田沢道彦訳) 1955, 植物の無機栄養 159.
- 25) 石塚喜明, 1946: 小麦の生育と養分の吸収及び利用に関する肥料学的基礎研究, 寒地農学 Vol. 1.
- 26) ———, 1955: 水稻及び麦類の生育過程と養分吸収との関連, 作物生理生態, 136.
- 27) ———, 佐々木清一, 1955: 十勝地方における火山灰土壌について (第1報) 日土肥 Vol. 26, 63.
- 28) ———, ———, 1956: 十勝地方における火山灰土壌について (第2報) 日土肥 Vol. 27, 137.
- 29) ———, 田中 明, 1951: 水稻三要素施用量試験 (第1報) 窒素, 日土肥 Vol. 22, 1.
- 30) ———, ———, 1952: 水稻三要素施用量試験 (第2報) 燐酸, 日土肥 Vol. 22, 183.
- 31) ———, ———, 1953: 水稻三要素施用量試験 (第3報) 加里, 日土肥 Vol. 22, 187.
- 32) ———, ———, 1954: 水稻の生育環境に関する

- 研究 (第1報), 日土肥 23, 23.
- 33) 石塚喜明, 早川康夫, 1953: 根室, 釧路地方に分布する摩周統火山性土の特性とその地力維持に関する研究 (第1報), 日土肥 Vol. 24, 41.
- 34) ———, ———, 1954: 根室, 釧路地方に分布する摩周統火山性土の特性とその地力維持に関する研究 (第2報), 日土肥 Vol. 25, 145.
- 35) ———, ———, 1954: 根室, 釧路地方に分布する摩周統火山性土の特性とその地力維持に関する研究, 道立農試報告 5号, 35.
- 36) ———, ———, 1958: 北海道根釧地方の牧草とカリ, カリシンポジウム, Vol. 2, 63.
- 37) JACKMAN, R. H. 1955: Organic phosphorus in New Zealand soils under pasture. Soil Sci. 72, 174.
- 38) KENTH, E. 1937: Effects of phosphorus and lime in reducing aluminium toxicity of acid soil. Plant Physiol. Vol. 21, 173.
- 39) 川口桂三郎, 大杉 繁, 1942: 畑地状態並びに水田状態における土壌の本質について, 日土肥 Vol. 16, 237.
- 40) ———, 喜田大三, 1956: 水田土壌の耐水性粒団の分析法, 日土肥 Vol. 27, 263.
- 41) 兼松満三, 1960: ニュージーランドの草地, 畜産の研究 14, 208.
- 42) 熊田恭一, 1955: 腐植酸の形態に関する物理化学的研究 (第6報), 日土肥 Vol. 179.
- 43) ———, 1958: 腐植に関する最近の研究, 農及園 32巻, 1489.
- 44) 弘法健三, 1950: 腐植についての覚書, 日土肥 Vol. 21.
- 45) 小島 豊, 川口桂三郎, 1951: 所謂くろぼくの有機態腐酸, 日土肥 Vol. 22, 341.
- 46) 小坂二郎, 井坂 昭, 1950: 土壌型と形態との関係に関する研究, 日土肥, 279.
- 47) MATTSON, S.: The laws of soil colloidal behavior V. Soil Sci. 31, 297.
- 48) ———, HESTER, J. B.: The laws of soil colloidal behavior VII. Soil Sci. 39, 75.
- 49) 西田乾二, 1946: 木材化学工業 上巻, 474.
- 50) 小原通郎ほか, 1956: 草地に対する施肥試験.
- 51) 小田切弘一, 昭和31年: 牧草畑土壌に関する研究, 日土肥講演要旨 Vol. 2, 4.
- 52) 関谷宏三, 昭和30年: 各年生牧草の土壌に及ぼす影響について, 日土肥講演要旨 Vol. 31.
- 53) 瀬尾春雄ほか, 1953: 北海道農業試験場土性調査報告 第2編.
- 54) 島根茂雄, 1960: 牧草輪作による土壌有機物の変化について, 日土肥講演要旨 Vol. 6, 10.
- 55) ———, 1959: 牧草輪作に関する土壌学的研究, 日土肥講演要旨 Vol. 5, 62.
- 56) 佐々木清一, 1960: 北海道土壌地理論.
- 57) SPRINGER U., 1938: Bodenkunde u. Pflanzenernähr 6, 312.
- 58) ———, 1931: Z. Pflanzenernähr Dung u. Bodenkunde. A 22, 135.
- 59) 田中 明, 1957: 葉位別に見た水稻葉の生理機能の特性及びその意義に関する研究 (第6報), 日土肥 Vol. 28, 231.
- 60) ———, 1957: 葉位別に見た水稻葉の生理機能の特性及びその意義に関する研究 (第7報), 日土肥 Vol. 28, 271.
- 61) 山田 忍, 1940: 火山性土土性調査法について, 日土肥 Vol. 14, 673.
- 62) ———, 1941: 根室の土壌, 北農 8.
- 63) ———, 1951: 火山性土土性調査法と北海道における火山性土壌, 北海道農試報告 44.
- 64) ———, 1958: 火山噴出物の堆積状態から見た沖積世における北海火山の火山活動に関する研究, 地団研専報 8.
- 65) 高井康雄, 1956: 水田土壌における鉄化合物の行動について (第1報), 日土肥 Vol. 26, 467.

Summary

EXPERIMENTS ON CHARACTERISTIC OF VOLCANIC ASH SOILS WHICH COVER NEMURO-KUSHIRO DISTRICT, ESPECIALLY AMOUNTS OF NUTRITIOUS MATTER IN SOILS, AND METHOD OF FERTILIZATION FOR THE CHIEF CROPS.

Yasuo HAYAKAWA

Nemuro and Kushiro districts in the eastern part of Hokkaido have unfavorable climate for agriculture. Moreover, they are covered with volcanic ash soils erupted recently from Mt. Mashu. Accordingly, Nemuro and Kushiro are well-known as districts of low productivity in Hokkaido. These districts have been appointed repeatedly, as sites for proposed reclamation work. But, unfortunately, no good results have been obtained. About 200,000 ha of flat land are left unreclaimed. So, the author undertook to make clear the characteristics of the soils which cover these districts and to find a fundamental idea for the maintenance of the fertility of the soil. These districts are covered with more than ten layers of volcanic ashes erupted from Mt. Mashu.

The author selected four layers downward from the surface which have direct on the crops cultivated there and called them : Mashu-a, M-b, M-c, M-d from the top downward.

The soils derived from layers M-a and M-b, are very young ; they suffer weakly from weathering ; and almost all their exchange capacities are due to the presence of humus, not to inorganic colloid. However, the soils derived from M-c and M-d, have some amounts of inorganic colloid which has exchange capacity. But in all these cases, the soils contain free aluminium of considerable amount. So, in the case of M-a and M-b, it is necessary to prevent exhaustion of humus in the soils and in the case of M-c and M-d, to protect plants from the unfavorable influence of free aluminium.

In reclaimed volcanic ash soil, phosphorus has brought more yield than other fertilizers, especially when the soils are plowed deep. But in maturing cultivated fields, a great deal of phosphorus-fertilizer does not bring much increased yield except for barley or oats. In Nemuro and Kushiro districts, heavy fogs gather many times in July and August. Due to lack of sunshine, stems and clumps of barley or oats grow weak in this district and lodging takes place easily. With respect to meadow grass, however, there is no such fear. The plant is encouraged to grow long enough by the increased application of nitrogen and damage of lodging will be averted by early mowing, increased number of mowings, etc.

General crops absorb the most part of their phosphorus in the early stage of growth and the speed of absorption falls after blooming and earing. It is also said that crops absorb at the early state of the growth whatever is contained in the soil. Consequently, timothy in the first year requires a large quantity of phosphorus-fertilizer as does barley or oat and the yield is affected by the application quantity of phosphorus. When the stem is cut, new sprouts and new roots grow immediately below the swollen part and the plant recovers presenting in an appearance as if there were tillers. Thus in any case, the growth after mowing starts in the

latter half of the nutritional growth; the re-growth occurs under conditions different from those of the so-called early stage of growth. For this reason the manurial effect of nitrogen and potassium becoming continuous. Further, the quantity of nitrogen and potassium absorbed by the timothy plant increases remarkably in the second year in comparison with the first. The increase is much greater than in the case of barley or oat. This is why symptoms of deficiency of elements develops much more conspicuously and it is necessary to replenish the plant with them.