

天北地方の鉍質土壤における牧草肥料3要素試験と その欠除要素の施肥効果

大 崎 亥佐雄[†] 奥 村 純 一[†] 関 口 久 雄[†]
豊 田 広 三^{††} 平 島 利 昭^{†††}

EXPERIMENT ON THE THREE FERTILIZER ELEMENTS APPLIED TO THE PASTURE IN UPLAND SOIL IN THE TENPOKU ON THE LACKING ELEMENTS

ISAO ŌSAKI, Jun-ichi OKUMURA, HISAO SEKIGUCHI,
HIROZŌ TOYOTA & TOSHIAKI HIRASHIMA

天北地方の鉍質土壤で採草用草地に対する肥料3要素試験を検討した結果、磷酸の施肥は不可欠で、これに加里を随伴させると、マメ科牧草の維持が可能となる。この場合、石灰による適正な酸性矯正が必要である。また堆肥の施用は造成の初期生育に良好で有力な手段となる。さらに逆転施肥の結果、前歴に磷酸施肥がなされている場合、窒素、加里の施用で高収となり、無磷酸であっても Stand が確保されている無肥料区、加里単用区では窒素、磷酸の併用効果が高い。窒素中心の施肥で草生が荒廃しているところは磷酸を施用しても植生の回復は難かしい。

I 緒 言

天北地方の農業は、従来一般穀菽作物栽培を主体としたが、近年、酪農経営に切換え、草地面積、乳牛頭数は増加の一途をたどっている。しかし、本格的な草地酪農に転換されてからの歴史は浅く、10年を経っていない。このため、草地の造成、肥培に関する諸技術の蓄積はいまだしの感があり、十分な牧草の生産を上げえないでいるのが実情である。

この理由は、当地方の草地造成の基礎をなす土壤が、主として鉍質重粘土であるのに対し、これ

までの草地研究の対象は、火山性土壤を中心として行なわれてきたため、この種の土壤に対する研究はきわめて少なかったことによると思う。

そこで、筆者らは、天北農業試験場ほ場（酸性褐色森林土）を供試し、まず施肥法に関する基礎資料をうる目的で、基本的な肥料3要素試験を実施するとともに、草生の悪化をもたらす要因をは握し、低位生産草地の肥培対策についてもあわせて検討した。

なお本稿のご校閲をくださった中央農業試験場森哲郎化学部長に謝意を表する。

II 試験方法

本報告は次の2項目からなる。

A 牧草に対する肥料3要素試験

B 欠除要素の施用が収量回復に及ぼす効果

[†] 天北農業試験場

^{††} 元天北農業試験場（現農林省農事試験場）

^{†††} 元天北農業試験場（現根釧農業試験場）

前者は当地方の牧草に対する施肥技術の基礎資料をうる目的で、昭和38年から42年までの5か年間にわたり肥料3要素試験を実施した。また後者は前記試験で施肥法間に牧草収量の差を生じたので、その欠除要素を補填することによって草生の回復が可能であるか否かを検討するため、3要素試験跡地を引き続いて用いた。詳細はつぎのとおりである。

A 牧草に対する肥料3要素試験

供試ほ場は、かって一度耕地化されたところであったが、その後管理不十分のまま放置したため、ササ型植生となったところである。

昭和37年えん麦を栽培し、その翌年(38年)より下記の方法にしたがって試験を開始した。

試験区……土壌改良処理(4処理)×肥料(8区)

土壌改良処理…無施用系列, 石灰施用系列,
堆肥施用系列, 石灰・堆肥施用系列

石灰 800~1,000 kg/10a, 堆肥
1,600 kg/10aを造成時に施用

肥 料 処 理…無肥料(0), 窒素単用(N),
磷酸単用(P), 加里単用(K),
窒素・磷酸併用(NP), 窒素・加里併用(NK), 磷酸・加里併用(PK)および3要素(NPK)の8区

供試牧草……チモシー(0.9kg), アカクローバ

(0.45kg)の混播

施肥量(kg/10a)

	初年目	2年目	3年目	4年目	5年目
窒素	2	2	5	5	5
磷酸	10	10	10	10	10
加里	2	2	5	5	5

上記に掲げる年次別、標準施肥量のうち、初年目は基肥として全量施用し、2年目以降の窒素、加里については萌芽期(⅓)、一番草収穫後(⅓)、に分けて追肥した。また磷酸は萌芽期に全量施用した。

B 欠除要素の施肥が収量回復に及ぼす影響

本試験は前記3要素試験区跡を引き続いて供試したものである。すなわち、第1表に示すように、過去5か年間にわたる欠除要素に昭和43年(当年は6年目に相当する)の施肥量を加え、合計6年分およびその半量(3年分)を従来の施肥試験と全く逆の施肥法とした。これを逆転3要素試験(略記:逆転施肥)と仮称することにした。従って逆転施肥によって、いずれの要素区も6年分(3年分)が施用されたことになる。

III 試験成績

A 牧草に対する肥料3要素試験

5年間にわたる収量調査成績を第2表に掲げた。

第1表 試験区の構成 (肥料 kg/10a)

従 来 の 試 験				逆 転 施 肥 試 験						
試験区	本年度までの合計施肥量			試験区	3年分の施肥量			6年分の施肥量		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	—	—	—	NPK	12	30	12	24	60	24
N	24 (5)	—	—	PK	(5)	30	12	(5)	60	24
P	—	60(10)	—	NK	12	(10)	12	24	(10)	24
K	—	—	24 (5)	NP	12	30	(5)	24	60	(5)
NP	24 (5)	60(10)	—	K	(5)	(10)	12	(5)	(10)	24
NK	24 (5)	—	24 (5)	P	(5)	30	(5)	(5)	60	(5)
PK	—	60(10)	24 (5)	N	12	(10)	(5)	24	(10)	(5)
NPK	24 (5)	60(10)	24 (5)	0	—	—	—	—	—	—

注) 1) () 内の数字は昭和43年度も施肥された量

2) 年2回利りのため、萌芽期と、1番草収穫に上記量の半量ずつ施肥した。

第2表 肥料3要素試験における収量成績 (kg/10a)

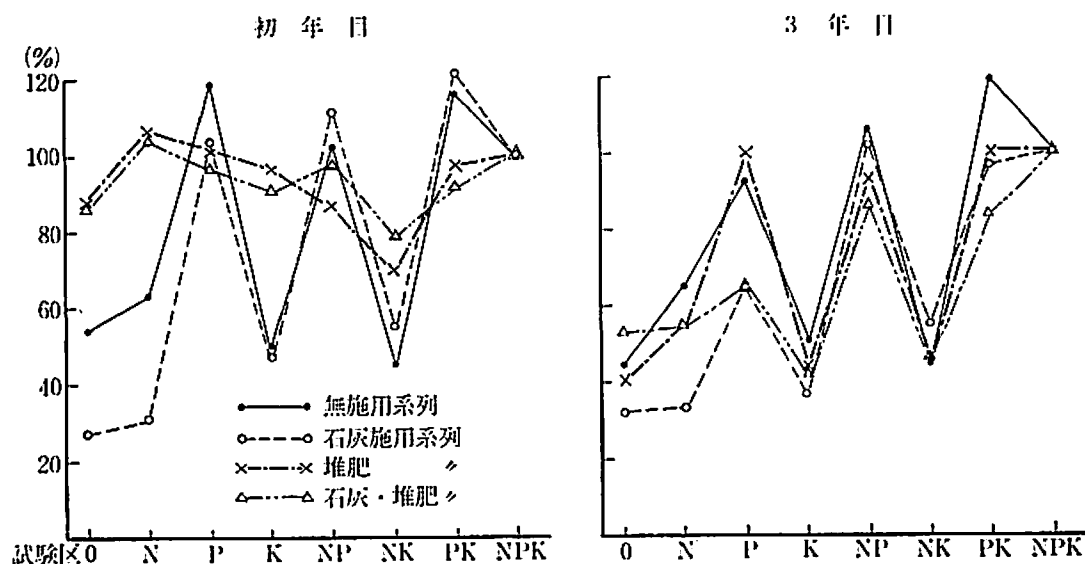
処 理	試 験 区	初 年 目		2 年 目		3 年 目		4 年 目		5 年 目	
		生草重	乾草重	生草重	乾草重	生草重	乾草重	生草重	乾草重	生草重	乾草重
無 施 用 系 列	O	566	128	1,290	291	1,341	359	805	219	787	239
	N	621	149	1,311	300	1,694	514	1,118	324	1,049	309
	P	1,397	281	3,218	684	2,905	742	1,773	341	1,634	447
	K	580	119	1,102	244	1,393	404	815	216	626	187
	NP	1,442	342	3,510	808	3,239	863	3,172	590	1,963	592
	NK	457	108	1,152	266	1,251	363	806	220	829	263
	PK	1,343	276	4,025	847	3,715	966	2,552	600	2,891	685
	NPK	1,176	238	3,516	794	3,138	808	2,449	644	2,475	663
	平 均	998	205	2,390	530	2,335	627	1,561	409	1,515	462
石 灰 施 用 系 列	O	426	93	1,107	273	1,104	293	746	189	634	173
	N	470	106	1,060	238	1,056	306	653	139	572	186
	P	1,828	355	3,690	770	2,972	700	2,142	459	2,124	548
	K	693	162	1,370	410	1,303	345	801	196	904	235
	NP	1,780	375	3,935	899	3,335	965	2,424	638	2,341	673
	NK	879	188	1,981	434	1,858	500	1,189	302	1,111	310
	PK	1,449	411	3,890	818	3,631	903	2,565	572	2,852	752
	NPK	1,630	340	4,149	901	3,507	925	2,625	660	2,731	720
	平 均	1,143	254	2,650	601	2,346	617	1,643	402	1,596	450
堆 肥 施 用 系 列	O	1,524	322	1,836	432	1,286	367	891	227	1,017	291
	N	1,830	385	2,619	628	1,770	504	1,243	343	1,507	396
	P	1,809	370	3,950	984	3,510	913	2,609	646	2,922	771
	K	1,608	356	1,851	444	1,457	395	914	249	1,180	328
	NP	1,531	318	3,907	892	3,118	846	2,473	663	2,313	662
	NK	1,176	254	2,124	449	1,415	404	987	274	1,286	348
	PK	1,839	350	4,360	848	3,840	919	2,699	618	3,283	898
	NPK	1,742	364	4,337	849	3,553	913	2,739	714	2,879	859
	平 均	1,637	340	3,123	691	2,494	658	1,819	467	2,069	566
石 灰・堆 肥 施 用 系 列	O	1,680	362	2,574	605	2,067	615	1,362	329	1,556	407
	N	1,980	426	2,524	579	2,372	641	1,384	305	1,390	399
	P	2,013	400	3,602	794	3,333	895	2,288	518	2,191	634
	K	1,577	377	1,851	412	1,821	492	1,027	283	1,056	301
	NP	2,009	403	4,096	1,162	3,354	1,028	2,440	641	2,450	718
	NK	1,541	323	2,387	553	1,913	546	1,138	298	1,132	337
	PK	2,069	377	3,969	861	3,672	986	2,736	645	3,187	839
	NPK	2,211	410	4,608	1,082	3,798	1,171	2,982	770	3,322	1,032
	平 均	1,885	385	3,201	756	2,791	797	1,920	481	2,047	583

まず、土壌改良処理からみると、造成当年はいずれの処理においても増収効果を示した。

とくに石灰・堆肥併用系列は最高で、次いで堆肥施用系列となり、石灰施用系列は前2者より劣った。これを3要素との関連からみると、造成初

期段階（昭和38年）で特徴的な傾向を示した。この関係を明瞭にするため、各3要素区の収量指数を100とし、処理別に要素効果を示したのが第1図である。

第1図 施用系列別にみた3要素の収量指数



無施用および石灰施用系列は磷酸欠除により極端に低収となるのに対し、堆肥または堆肥併用系列は磷酸無施用区でも、それほど減収とならず、3要素区に匹敵する収量を示した。

一般に堆肥の基肥効果⁵⁾¹⁶⁾は2～3年までであるといわれているが、本試験の結果からは平均収量をみると、5年目に至ってもなお効果が持続されているようである。しかし、第1図の3年目の傾向から、堆肥施用でも無施用系列と類似の収量指数を示し、初年目にみられたような特徴的な堆肥効果が消滅した。このことから堆肥の基肥効果は2～3年目までとみるのが妥当と考えられる。

つぎに各要素の効果をみるために、乾物収量から要素効果指数を算出した。例えば、窒素効果としては窒素単用区を無施用区で除し、100を乗じた値 ($N/0 \times 100$)、窒素・加里併用区を加里単用区で除し、100を乗じた値 ($NK/K \times 100$)、以下同様の

方法で計算した結果を第3表に掲げた。

これによれば、窒素効果はいずれも僅少で判然とした傾向はみられない。しかし、磷酸は初年目からきわめて高収量を上げ、年次経過に伴って漸次増加の傾向すらみられる。このことは造成当初の磷酸施肥が牧草の初期生育を良好にし、本効果が以後の生育を持続させたものと思われる。

加里効果はK/0, NK/Kのように磷酸の投与がない場合は年次を経てもみとめられないが、磷酸が施用されている区、PK/P, NPK/NPでは漸次加里的施肥効果が高まってくる。これは磷酸添加によって高収となり、加里収量が大きく、土壌からの加里供給が追いつかなかった結果と考えられる。

つぎに、マメ科率の推移を第4表に示したが、各要素区とも漸次減少し、この傾向は $N > P > K$ の順であった。本試験の供試マメ科牧草はアカクローバで、耐用年限が3～4年の短命であること

第3表 要素効果の年次別推移

要 素 区		初 年 目	2 年 目	3 年 目	4 年 目	5 年 目	平 均
窒 素 効 果	N/0×100	117	110	119	118	113	116
	NP/P×100	96	107	103	108	102	102
	NK/K×100	91	124	108	116	116	111
	NPK/PK×100	101	102	94	102	93	100
	平 均	101	111	106	111	106	107
磷 酸 効 果	P/0×100	168	213	219	237	222	212
	NP/N×100	138	206	189	216	201	190
	PK/K×100	150	263	215	296	323	249
	NPK/NK×100	166	217	262	262	260	233
	平 均	156	224	221	253	251	221
加 里 効 果	N/0×100	106	91	103	96	94	98
	NK/N×100	83	102	93	94	97	94
	PK/P×100	95	112	117	120	138	116
	NPK/NP×100	100	108	107	114	126	111
	平 均	96	106	105	106	114	106
相 乗 効 果	NP/0×100	159	227	224	256	228	219
	NK/0×100	96	112	111	111	110	110
	PK/0×100	157	239	256	284	306	248
	NPK/0×100	150	242	241	296	286	243

第4表 マメ科率(%)の経年推移(石灰施用系列)

試験区	初年目	2年目	3年目	4年目	5年目
0	60	54	59	38	29
N	59	50	43	26	14
P	74	70	61	48	28
K	64	60	64	42	34
NP	59	33	16	10	7
NK	69	56	53	40	16
PK	72	66	56	41	30
NPK	57	46	34	15	22

第5表 収量指数の経年推移(石灰施用系列)

試験区	初年目	2年目	3年目	4年目	5年目
0	38	100	100	68	58
N	43	100	100	62	54
P	49	100	81	58	58
K	50	100	95	58	65
NP	45	100	85	62	60
NK	44	100	94	60	56
PK	50	100	93	66	73
NPK	39	100	85	64	69

が第一にあげられるが、一般にマメ科牧草に共通の現象として窒素の加用、加里欠乏²⁾¹⁰⁾は収量を低下させる。しかし、本結果から、磷酸、加里またはこれの併用区では5年目に至っても、なお、ある程度のマメ科率を維持している。したがって、当該要素がマメ科牧草の維持作用に卓効があると考えてよい。

また、マメ科率の低下と収量との関係をみるため、石灰施用系列における2年目(昭和39年)の収量指数を100とし、各年次の推移をみたのが第5表である。

この表からN>P>Kの順に収量の減少が著しく、マメ科率の低かった区ほど牧草収量の低下割合も大きい傾向があり、両者に平行関係がみられ

第 6 表 3 要素試験跡地土壌のpH,置換性塩基 (乾土 100g中)

処 理	試験区	pH (H ₂ O)			CEC (me)		Ex-CaO (me)			Ex-K ₂ O (me)		
		初年目	3 年目	5 年目	初年目	5 年目	初年目	3 年目	5 年目	初年目	3 年目	5 年目
無 施 用 系 列	0	5.5	5.6	5.6	16.3	16.8	2.8	2.7	2.3	0.3	0.3	0.2
	NP	6.0	6.0	6.1	17.3	17.0	6.2	6.3	1.8	0.2	0.1	0.1
	NK	5.6	5.5	5.4	16.7	16.6	3.5	3.8	8.0	0.6	0.6	0.4
	PK	5.8	5.6	5.2	18.6	15.4	6.2	3.5	3.0	0.5	0.2	0.2
	NPK	5.7	5.3	5.2	17.1	13.2	2.7	3.3	2.5	0.2	0.1	0.2
石 灰 施 用 系 列	0	6.4	6.3	6.2	16.1	17.0	6.6	7.2	5.8	0.3	0.4	0.2
	NP	6.4	6.1	5.8	19.3	16.5	8.2	9.0	6.7	0.3	0.1	0.1
	NK	6.3	6.2	6.0	17.5	17.5	8.5	8.1	6.0	0.4	0.4	0.2
	PK	6.5	6.2	6.0	17.1	17.7	7.4	7.8	5.2	0.3	0.2	0.1
	NPK	6.4	6.4	6.3	16.4	17.3	8.6	9.5	6.8	0.2	0.1	0.1
堆 肥 施 用 系 列	0	5.7	5.6	5.4	18.0	18.3	2.4	2.5	2.1	0.6	0.5	0.3
	NP	5.6	5.2	5.3	20.0	18.5	3.0	3.4	2.7	0.4	0.2	0.1
	NK	5.6	5.0	5.4	19.4	19.4	3.1	2.9	2.3	0.8	0.6	0.4
	PK	5.7	5.2	5.6	18.0	17.0	2.7	3.0	3.1	0.7	0.3	0.2
	NPK	5.9	5.5	5.2	16.0	16.3	4.9	5.2	2.7	0.4	0.3	0.2
石 灰 堆 肥 施 用 系 列	0	6.0	5.7	6.0	19.3	20.9	7.6	8.6	7.0	0.6	0.4	0.3
	NP	5.9	6.0	6.1	17.3	17.9	9.1	8.6	6.7	0.5	0.2	0.1
	NK	6.0	5.8	6.0	16.2	17.0	6.8	6.3	4.4	0.5	0.6	0.4
	PK	5.9	6.1	6.0	18.6	19.4	8.1	10.1	6.4	0.5	0.3	0.2
	NPK	6.1	6.0	6.2	19.3	19.8	8.3	9.1	7.6	0.6	0.3	0.2

第 7 表 NP 区と PK 区における牧草の加里含有率 (%) と吸収量 (kg/10a)

項 目		石 灰 施 用 系 列						堆 肥 施 用 系 列					
		N P 区			P K 区			N P 区			P K 区		
		含有率 (%)		吸 収 量 (kg)	含有率 (%)		吸 収 量 (kg)	含有率 (%)		吸 収 量 (kg)	含有率 (%)		吸 収 量 (kg)
		イネ科	マメ科		イネ科	マメ科		イネ科	マメ科		イネ科	マメ科	
初 年 目		3.10	3.13	11.69	3.05	3.16	12.84	3.37	5.02	13.26	3.16	4.54	11.96
2 年 目	1 番草	2.35	1.97	21.23	2.54	1.81	19.81	2.60	2.62	24.55	3.05	3.12	28.07
	2 番草	2.65	2.52		2.23	2.93		2.11	3.13		3.74	3.46	
3 年 目	1 番草	1.95	1.40	18.67	2.12	1.84	19.23	2.00	1.62	17.84	1.64	2.18	20.04
	2 番草	1.96	1.72		3.00	2.04		2.82	1.80		3.48	2.66	
4 年 目	1 番草	1.95	1.66	13.27	2.33	2.10	13.86	1.72	1.76	12.72	2.27	2.00	17.02
	2 番草	2.33	1.26		2.48	2.75		2.30	1.76		3.65	2.84	
5 年 目	1 番草	1.23	0.96	7.97	1.92	1.36	13.03	1.62	0.72	8.75	1.74	1.46	14.72
	2 番草	1.13	0.80		1.80	1.26		1.12	1.04		1.74	1.26	

た。

以上のことより、本土壌におけるマメ科牧草の維持は重要で、磷酸、加里が不可欠要素であることを物語っている。

一般に牧草跡地土壌は加里欠乏⁹⁾を招来するといわれている。とくに混播草地ではマメ科率に影響し、かつ荒廃化の要因¹⁰⁾にもなると報告されている。そこで本試験の初年目、3年目および5年目跡地土壌の置換性塩基について調査した結果を第6表に掲げた。

これによれば、とくに顕著なのは pH、置換性加里の動向である。まず、pH は石灰または石灰・堆肥併用系列が当然の結果として高い値を示した。また年次経過においても低下する割合はきわめて少なかった。従って置換性石灰量も同様の傾向で減少量はわずかであった。このことは池ら⁹⁾も小向重粘地土壌で昭和31年より42年の12年間の試験において、なお、効果が持続することを認めている。一方、豊橋地方の鈣質土壌¹¹⁾にあっては年々の石灰補給が不可欠であり、もしこれを怠るときは急速に酸性土壌に逆もどりすると報告されている。

すなわち、これら両土壌の相異は吉田¹²⁾のいう石灰の土壌保持力の差によるもので、この点から考えると、当地方の未耕地における置換性石灰は少なく、強酸性であるが、適正矯正さえすれば、その効果はかなり長く持続されるので有利と思われる。

つぎに、置換性加里は堆肥の施用によって随伴（一般に堆肥中には約0.5%の加里を含むといわれている）増加するが、第7表に示した牧草体内の含有率からもわかるように、その効果は3年目以降になると消滅した。とくに磷酸施用区では高収となるので、これに伴って加里吸収量は増大する。従って NP 区のように無加里区の場合はさらに顕著となった。本試験における加里施肥量が初年目～2年目で 2 kg/10a、3～5年目では 5 kg/10a であったのに対し、吸収量は初年目で施肥量の約6倍、2年目に至ると、実に10～17倍の加里が収奪されている。すなわち、5年間の合計施肥量は 19 kg/10a であるが、総吸収量を算出すると、

	NP区	PK区
石灰施用系列	72.83kg	78.77kg
堆肥施用系列	77.12kg	91.84kg

であった。したがって NP 区ではこの全量が土壌中の加里に依存しているのであるから、天北地方の土壌が加里供給力の多い土壌²⁾¹⁵⁾であるといえども到底供給しきれものではない。

以上、混播条件下における採草用牧草の施肥効果について調査したが、高収をうるためには磷酸の施用が不可欠で、これに加里を随伴させることによって、さらにマメ科牧草の維持が可能となる。従ってマメ科牧草を保持させさえすれば、肥料としての窒素は少量で済むことになるのである。この場合、前提条件として、石灰による酸性矯正を適正にすることが必要であるが、同時に堆肥の加用による効果も大きく、とくに牧草の初期生育の促進には有力な手段となりうる。

B 欠除要素の施肥が収量回復に及ぼす影響

前述のように、3要素試験を実施した結果、施肥法の相違によって牧草収量に顕著な差を生じた。そこでこのような草生状態になった草地が欠除要素の補填施肥（逆転施肥）で牧草収量の回復が可能であるか、前記試験区を用い、引き続いて検討した。

施肥は試験方法の項に従って実施し、年2回の刈取りでその効果を調査した。なおこの場合、土壌改良処理間の差は少なくなったので、これを無視し、3要素の施肥効果のみを取り上げた。また、比較の意味で従来の試験（A試験）における6年目の試験区も併置した。収穫は7月14日、9月10日であり、その結果を第8表、第2図に示した。

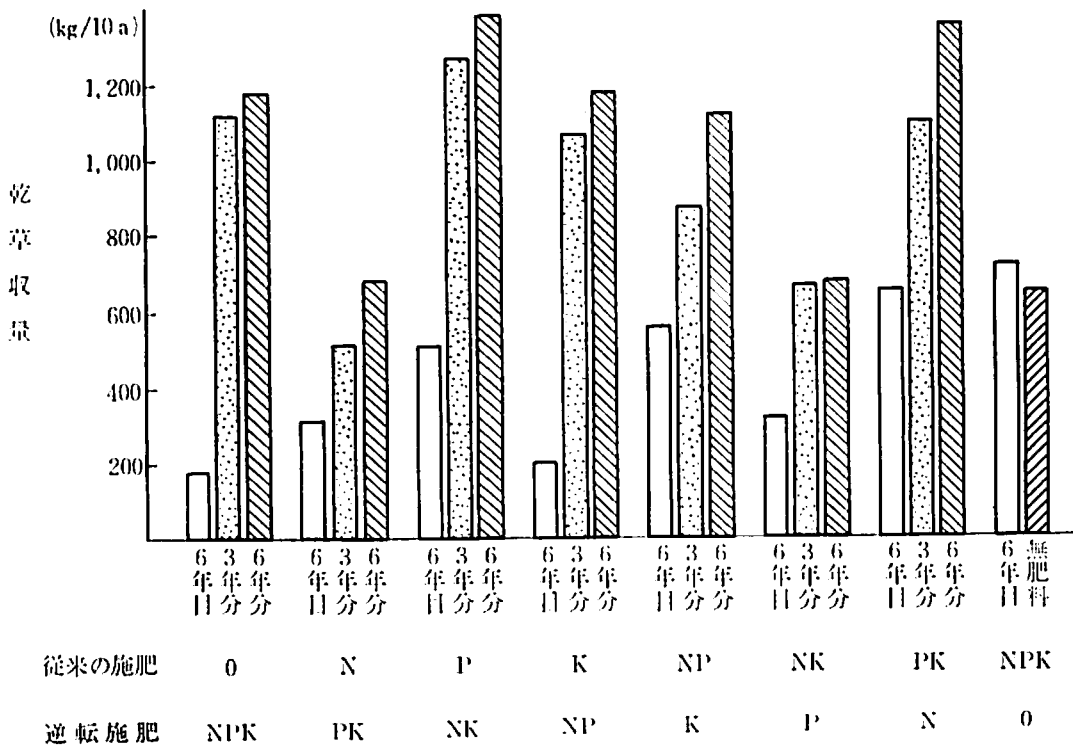
これによれば、6年目（従来の試験区）の収量は A 試験の5年目同様の傾向を示した。すなわち、磷酸または磷酸併用区の NPK, PK, NP, P 区は高収となり、これを欠く区は低収であった。これに対し、逆転施肥で収量の高かった区は NPK(0), NK(P), K(NP), N(PK) で、PK(N), P(NK), 0(NPK) 区は低収であった。

そこで、この逆転施肥による収量回復への貢献度をみるため、6年目の収量で逆転施肥の収量を

第 8 表 従来の 3 要素試験区に対する逆転施肥の収量成績 (kg/10a)

逆 転 施 肥 区	従来の施肥区	従来の施肥 (6 年日)		3 か 年 分 逆 転 施 肥		6 か 年 分 逆 転 施 肥	
		生 草 重	乾 草 重	生 草 重	乾 草 重	生 草 重	乾 草 重
NPK	0	541	182	3,265	1,113	3,885	1,179
PK	N	801	306	1,350	508	1,902	685
NK	P	1,423	499	3,112	1,255	4,085	1,390
NP	K	574	191	3,180	1,062	3,770	1,179
K	NP	1,420	558	2,197	866	3,487	1,108
P	NK	813	303	1,820	670	1,935	680
N	PK	1,898	660	2,915	1,097	3,970	1,356
0	NPK	1,818	719	1,655	651	1,730	635

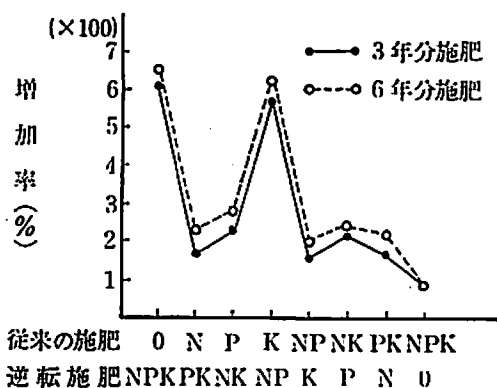
第 2 図 従来の 3 要素試験に対する逆転施肥の収量結果



除し、100 を乗じた値をもって、その増加率と考
えて算出し、得られた結果を第 3 図に示した。増
加率が最も大きかったのは NPK (0), NP (K) の
2 区で、NK (P), P (NK), PK (N), K (NP),
N (PK) は小さかった。これからみられるように
元来収量が高かった区では逆転施肥によって高収
となっても増加率が小さい区 (N (PK), NK (P)) があ

る。これに対し、従来の施肥区では低収であつた
が、逆転施肥により大幅に増収し、従つて極度に
高い指数を示す区 (NPK (0), NP (K)) も出現する。
すなわち、逆転施肥による収量と増加率の関係
から、8 試験処理区を第 9 表のように分類した。
分類基準としては逆転施肥による乾物収量および
増加率を下記により、それぞれ大小に 2 分した。

第3図 逆転施肥による乾物収量の増加率(%)



第9表 逆転施肥による試験区の分類

グループ	収 量	増加率	試 験 区
1	大	大	NPK (0), NP (K)
2	大	小	K (NP), N (PK), NK (P)
3	小	小	PK (N), P (NK)
4	小	—	0 (NPK)

なお0(NPK)区は無施肥なので増加率はない。

乾物収量(kg/10a)……1,000以上…大, 以下…小
 増加率(%) ……500以上…大, 以下…小
 この結果つぎの点が考えられる。

まず①グループについてみると、本区に該当する従来の施肥(本年度も施肥されている)は0, Kでいずれも絶対収量が低く、従って加里吸収量は少なかったため、土壌中の加里は温存されていた。しかも従来磷酸が施用されていないことから、牧草自体が萎縮し、低収となっていたが、ある程度のStandの確保がなされていた。そのため磷酸施肥によって体内養分のバランスが是正され、さらにNまたはNKの併用によって一挙に増収したものと考えられる。

②グループはいずれの区においても、かつて磷酸が多投された区で収量も高かったが、加里不足に陥っており、この要素の添加が増収をもたらした、さらに窒素施用は積極的に働いたと考える。

③グループは両区に共通な窒素の施用でStandも減少しており、①グループにみられたような回復を示さない。従って基本的には草生の回復は難しい。

④グループは無施肥状態なので収量は増加せず、残効は期待できない。

以上のことから、逆転施肥の結果はつぎのように集約されよう。

すなわち、③グループのように窒素中心の施肥によって草生の悪化を招く場合を除くと、窒素磷酸の併用およびすでに磷酸が施肥されていた状態では、ほかの要素がきわめて卓効を示し、草生の回復が可能となる。

IV 考 察

天北地方の酪農基盤として供用される場合は、その性格⁸⁾¹²⁾¹³⁾から、腐植層が薄く、強酸性で、下層が劣悪な土壌であると特徴づけられる。このうち不良下層土は物理性が問題視され、その対策として心土耕、心土破碎、弾丸暗渠などによる改良法⁹⁾が検討され、その成果は顕著である。これに対し、牧草に対する土壌改良、施肥などの化学性に由来する肥培法についての検討はその緒にいったばかりである。

そこで、今回はこの点につき、採草用草地を用いて土改資材を併用した肥料3要素試験を中心に検討を試みたものである。

まず造成時の基肥に施用した堆肥は特徴的な傾向がみられた。すなわち、無施用系列は磷酸欠除によって極度に低収となるが、堆肥施用系列は無磷酸区でも3要素区に匹敵する高収量をうることができた。堆肥の基肥効果は一般に2～3年までといわれているが、本試験の結果からは、5年目に至っても、なお持続されているような傾向がみられた。

そこで、この両現象の相違点を考えてみると、①本土壌はきわめて瘠薄で、このようなところに養分吸収能力の劣る幼牧草が定着しても健全個体を作ることには困難である。②堆肥を施用することによって含有される成分や土壌中で可給態化された養分が付加され、幼牧草の初期生育を良好にするため、以後の生産量をうのに必要な牧草体が造られ確保される。その結果として見掛け上堆肥の持続効果が顕著にみられたものと推察されるのであって、堆肥そのものの基肥効果としては2～

3 年が妥当な年限であろう。

牧草地は一度造成されると耕起することなく、連続的に長期利用を必要とする作物である。この意味からも牧草の初期生育の確保は重要で、当地方のような有機物含量の少ない瘠薄土壌においては堆肥の施用はより有力な手段となりうることは論をまたない。

また石灰施用は収量増加、マメ科率の維持に結びつくが、これはマメ科牧草（この場合アカクロバ）が好石灰性植物であり、根粒菌の着生¹⁾などを良好にすることからも首肯しうる。

従って強酸性で置換性石灰含量の少ないところでは、草地造成に先立って石灰の適正な施用は前提条件となろう。

つぎに 3 要素についてみると、高収量をうるためには磷酸の施肥は不可欠で、これを欠くと低収となるばかりでなく、マメ科率を低下させ、荒廢化の要因ともなることが明らかとなった。

また荒廢草地の標傍ともなるマメ科牧草は加里を随伴施用することによって、その維持効果を高める。このことは本試験の供試マメ科牧草がアカクロバ（その特性として通常耐用年限が 3～4 年の短命）であるにもかかわらず、磷酸・加里または併用区で 5 年目に至っても、なおある程度マメ科率を保持していたことから推察されよう。

著者らは、先に天北地方の土壌は磷酸吸収係数は低い、土壌中の磷酸の絶対量に乏しいために、磷酸の施肥効果が高いことを報告した¹³⁾。従って土壌中の絶対量を高めるような施肥法をとるべきであり、しかも、混播草地の場合、磷酸の追肥効果がみられるので基肥施用のみでなく、一部分施を併用することがマメ科率の維持には効率的であると考えられる。

加里はマメ科牧草の維持には重要な要素であることはすでに多くの報告³⁾¹⁰⁾があるが、本試験の結果から、マメ科牧草の維持ばかりでなく、牧草収量とも平行的な関係がみられた。すなわち、マメ科率の低下は収量の減少をも招来した。このため、混播条件下では加里の適正な施用が必要である。

窒素については判然とした結果が得られなかつ

た。これは混播草地では磷酸・加里の施用さえ潤沢であれば、マメ科牧草から固定窒素の移譲⁷⁾があることを物語るもので、肥料としての窒素は少量で済むと思われる。しかし当該要素は積極的な増収効果を示すものであり、クロバの混生を減少せしめない範囲での施用量が必要である。

つぎに施肥法の相違で牧草収量に顕著な差を生じたが、一般に牧草が低収化する原因としては草種間の競合遮蔽などによって惹起される植生の退化と土壌中の養分欠乏が挙げられる。前者は土壌地力が温存されており、この場合は追播技術⁶⁾でカバーしうる。一方、後者は強酸性、磷酸または加里の欠乏によることが多いため、その状況により更新するか追肥で補給するかを決めなければならない。本試験の逆転施肥は後者の 1 例であって、当地方においては第 9 表で 4 グループに分類したうち、①・③の傾向は極端に過ぎるが、一般に磷酸不足で低収となっている場合と、②・④の状況に大別しうる。ここで一般的にみられる現象としては④の場合が多い。すなわち、造成時には標準量を施用し、2～3 年は高収であるが、その後、磷酸偏重の施肥法や、ほかの要素量の不足から漸次減収となる。さらに無肥料栽培のような事態をも招来するために、より草生の悪化を惹起するようになる。実際、このような経過をたどり低収の原因となっている場合がほとんどである。

以上、高収をうるための施肥法、低位生産草地の草生回復の基本的な対策指針が本試験から得られたものと思う。

V 摘 要

天北農試ほ場において、牧草に対する肥料 3 要素試験を実施した結果

1) 土壌改良処理としての石灰施用は当地方における草地造成の前提条件であって、また堆肥の施用効果はとくに牧草の初期生育を顕著に促進した。

2) 磷酸施肥は高収をうるための不可欠要素で、これに加里を随伴させると、マメ科率も高く維持された。

引き続いて逆転施肥試験の結果

3) 前歴に磷酸が施用されていると、窒素・加里の施用で高収をえた。無磷酸でも Stand が温存されている0区、K区では磷酸、窒素の併用の効果が高かった。

4) 窒素中心の施肥で草生の悪化を招いた場合は、磷酸の施用でも植生の回復は期し難かった。

参 考 文 献

- 1) 青木茂一, 1956; 土壌と植生, 養賢堂
- 2) 原田 勇, 篠原 功, 1968; 草地農業における加里輪廻に関する研究, 第1報, 土壌中加里の溶出と植物吸収加里の関係, 土肥誌, 39, 6, 292.
- 3) 早川康夫, 橋本久夫, 1959; 根鋤地方火山灰地における牧草地土壌の理化学特性とその施肥法に関する試験, 第1報, チモシーおよび赤クローバの肥料3要素試験, 道農試集, 4, 9.
- 4) ———, ———, 1961; ———, 第5報, 牧草地土壌としての特性発現過程と窒素, 磷酸, 加里の供給力について, 道農試集, 7, 16.
- 5) ———, ———, 奥村純一, 1967; ———, 第9報, 厩肥と漚汁の肥効について, 道農試集, 15, 83.
- 6) ———, 1967; ———, 第10報, 永年牧草地の改善策について, 道農試集, 16, 21.
- 7) ———, 橋本久夫, 奥村純一, 1967; 根鋤地方の牧野改良, 第6報, 耐肥性牧草の比較とイネ科牧草へのクローバ固定窒素の移譲, 道農試集, 15, 101.
- 8) 北海道開発局, 1967; 北海道北部の土壌.
- 9) 北海道農業試験場農芸化学部第5研究室, 1967; 試験成績概要.
- 10) 北岸確三, 宮里 愿, 沖田 正, 1959; 施肥に対する多年性牧草の反応, 第1報, カリに対する牧草の反応, 土肥誌, 30, 1, 5.
- 11) 農林省農地局, 1968; 開拓地における地力の変遷と今後の維持増強対策, 505.
- 12) 奥村純一, 大崎玄佐雄, 1968-a; 天北地方に出現する主要土壌型の edaphological な比較検討, 第1報, Catena を中心とした土壌の一般特性, 土肥誌, 要旨集, 第14集, 124.
- 13) ———, ———, 1968-b; ———, 第2報, 土壌と牧草生産力, 土肥誌, 要旨集, 第14

集, 125.

- 14) 大崎玄佐雄, 中村文士郎, 奥村純一, 豊田広三, 1968; 天北地方の牧草に対する磷酸施肥, 北農, 35, 10, 13.
- 15) ———, 奥村純一, 関口久雄, 坂本宜崇, 1968; 天北地方における土壌のK供給力, 土肥道支部, 要旨集, 第2号, 2.
- 16) 天北農業試験場, 1965; 草地土壌指定試験成績書.
- 17) 吉田 稔, 1957; 土壌の吸着能に関する研究, 第2報 Ca と NH₄ イオンに対する土壌の吸着強度の比較, 土肥誌, 27, 6, 241.

Summary

Results of the application of fertilizer elements conducted on the pasture in the field of Tenpoku Agricultural Experiment Station are as follows :

1. Application of lime as means of soil amelioration is a prerequisite for grassland establishment in this district and especially the effect of compost remarkably promoted the early growth of pasture crops.

2. Phosphate is indispensable to secure high yields and potassium applied jointly produced a high legume ratio too.

Results of reversal fertilization conducted sequentially were :

3. A high yield could be secured by application of nitrogen and potassium in cases where phosphate had been applied previously. Even in the experiments lacking phosphate, a combined use of phosphate and nitrogen brought about a successful effect in the nonfertilizer and potassium plot only where the stand was preserved.

4. In cases where deterioration had been caused by manuring with nitrogen as a principal element, it was impossible to expect recovery of vegetation even by application of phosphate.