

# 根釧地方火山灰地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 チモシー及び赤クロバーの肥料3要素試験

早川 康夫† 橋本 久夫†

## I 緒 言

根釧地方も開拓の初期には本邦暖地農業に見ならつて穀類経営をとつたが、気温冷涼で毎年冷害凶作が続き悲惨な体験を味わい、この苦難の後によりやく主畜農業こそ唯一の安全経営型態なることを会得した。しかし主畜農業を標榜しながらその実態は甚だ貧弱で混同農業もしくは商業的な家畜飼養の線に低迷する者が多い。これは資金の不足と飼料生産の不合理に原因するが、このうち後者について酪農先進地たる欧米諸国では牧草を主体とする飼育法がとられ、その生産量も10a当り1~2トンに達しているが、わが国の農家は牧草をみるごとく雑草のごとく施肥管理を全く行わずにただ毎年放牧刈取りを繰返すのみである。このため管内でも10a当り100kg以下の低生産牧草地がこの大部分を占め、乳牛1頭の飼育に2.5ヘクタールの牧草地を要するまでになつた。ここにいたつて根釧地方の家畜飼養も欧米諸国に見ならつて草地農業を基礎として再出発すべきであるとの意見も湧き牧草の合理的な集約栽培の必要が認識

されてきた。この要望に応じて北海道立農業試験場根室支場では牧草の施肥管理に関する一連の試験を開始することになつたが、先ず基本的な調査法の順序に従い肥料3要素試験からはじめ、牧草地土壌の理化学的的特性の検討並びに施肥法の全般について各種試験を実施することになつた。

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甚だ低い。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6万町歩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の建設が世界銀行融資のもとに進められ、新墾地の草地造成が行われている。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的特性の相異については既に検討し報告<sup>3)</sup>してある。肥料3要素試験も燕麦については既に実施され、その結果は下表のごとくであつた。

すなわち新墾畑では磷酸の肥効が頗る高く磷酸

新墾畑と経年畑における燕麦収量比較 (%)

	無肥料	無窒素	無磷酸	無加里	3要素 (子実収量)	窒素単用	磷酸単用	加里単用
新墾畑	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	100(290 " )	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。

を欠くときは生育甚しく阻害せられ子実収量は3要素区の10%であつたが窒素、加里は土壌中に未だ多量に保有せられているので磷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つたが、磷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つた。

しかし牧草は燕麦と異なり、その大部分のものが多年性作物であつて養分吸収様式が異なるうえに、播種後耕起されることなく耕作が継続せられるので土壌の理化学的諸条件も1年性普通作物の場合と自ら異なつ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。

## II 試験方法と成績

牧草地の理化学的特性とその施肥法に関する試験を実施するにあたりその基本的な試験の進め方について北海道大学石塚喜明教授の御指示を仰いだ、更に実施にあつては根室支場長平賀即穂氏に懇切なる御指導を受けた。またこの報告中前半新墾地についての3要素試験の生育及び収量調査は根室支場赤堀金平氏の手をわずらわした。厚く謝意を表する次第である。

### A 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。3尺平方の木枠に未墾地より摩周a層を選びこれにつめて常法による肥料3要素試験を実施した。供試

第1表 新墾地における牧草の肥料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					
				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*
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
無磷酸	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	刈	2,059	426	101	2,297	354	101	1,992	349	107	2,082	375	100
無磷酸	取	772	173	41	1,169	197	56	852	173	53	1,824	332	88
無加里	中	1,799	376	88	2,119	345	101	1,705	333	102	1,972	361	96
3要素	止	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

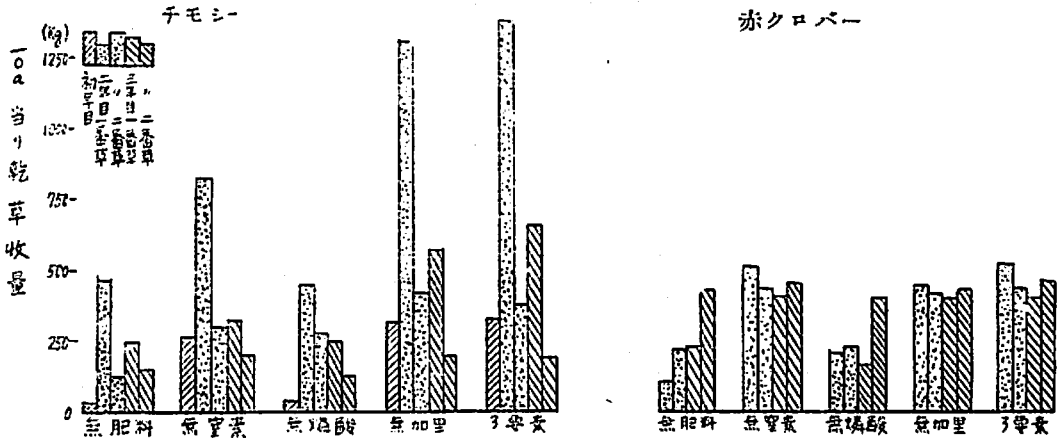
試験区別	1番草						2番草								
	チモシー		赤クロバー		合計		チモシー		赤クロバー		合計				
	生草重	乾重	生草重	乾重	生草重	乾重	百分比*	生草重	乾重	生草重	乾重	百分比*			
初年目	無肥料	26	4	181	35	207	39	11							
	無窒素	896	213	351	50	1,247	263	95							
	無磷酸	17	3	102	20	119	23	9							
	無加里	763	187	278	45	1,041	232	87							
	3要素	853	207	454	60	1,307	267	100							
二年目	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
	無磷酸	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
三年目	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
	無磷酸	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。

牧草はチモシーと赤クロバーで単播及び混播した場合について調査した。播種量はチモシー10a当り900g、赤クロバー450gであり、また3要素区の施肥量は10a当り窒素3.75kg、磷酸4.88kg、加里3.75kgであつて、それぞれの肥料区分に従つて毎春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日であつたが、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取りを中止した。

第1図 新墾地に於ける牧草3要素試験収量比較



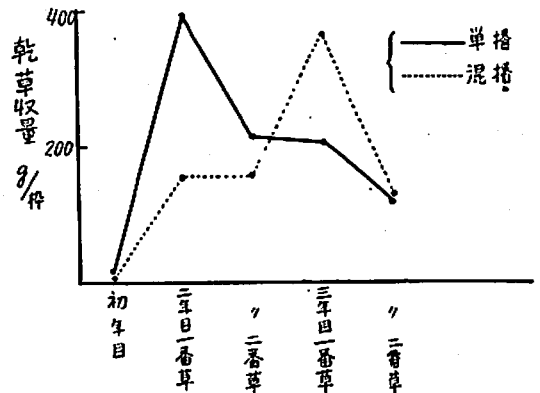
各年次における収量の推移は第1表の如くであり、表中の乾重はいずれも105°Cで乾燥した価である。またこれを経年畑牧草地の試験と比較する便を考え10a当り収量に換算し第1図に示した。

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が甚だ低くて燕麦の場合と同様な傾向にあつた。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つたこと、窒素欠乏が軽微であること等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瘤菌により窒素を自給し得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つた。

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

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旺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甚だしく低下する。また第2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

第2図 チモシー無肥料区単播の収量推移



第2表 新墾地牧草3要素試験における窒素、リン酸、加里含有率(%)

要素	試験区別	チモシー					赤クロパー					
		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
		無リン酸	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
		無3要素	1.67	0.75	1.26	0.84	1.26		1.78	2.20	1.80	2.18
	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
		無リン酸	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
		無3要素	1.78	0.78	1.32	1.12	1.40	2.26	1.78	2.20	1.86	2.24
リン酸	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
		無リン酸	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
		無3要素	0.34	0.36	0.57	0.43	0.55		0.53	0.57	0.57	0.63
	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
		無リン酸	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
		無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
		無リン酸	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
		無3要素	2.03	2.03	1.83	1.98	1.98		2.95	4.00	2.45	2.85
	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
		無リン酸	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
		無3要素	2.03	1.91	1.70	2.03	1.98	3.42	2.45	2.95	2.41	2.75

の収量が単播区に勝るようになった。これは第3年目のチモシーが赤クロパーの窒素を利用し得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、赤クロパーそれぞれのN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O%を第2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値を示していたが、ただ無リン酸区のみはリン酸含有率が必ずしも低くな

かつた。これはリン酸が不足すると生育が遅れるので、他区が登熟期となつてリン酸含有率が漸次低下してしまふ場合にあつても、なおリン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取つたためと思う。

また窒素含有率は各年度によりその変動が大きかつた。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、初年目のごとく出穂始に刈取つた場合は窒素含有率が高く、第2年目1番草のごとく開花期

に刈つたものは甚だ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つたが、これは赤クロパ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パーは単播区のものより加里含有率が低かつた。これはチモシーの加里吸収力が赤クロパーにまさり、従つて混播された赤クロパーは競合によつ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、赤クロパ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。従つて新墾地における牧草は磷酸が卓効あるという点で妻の場合と類似していた。

**B 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類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、赤クロパー各単播及び混播について実施した。

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 "		

施肥量は、新墾地の場合と同じく3要素区がN 3.75kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4.88kg, K<sub>2</sub>O 3.75kg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。刈取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パーは既に開花終に達していた。昭和29年より3カ年間にわたる収量調査の結果を第3表に掲げる。

これらの成績から次項のごとき傾向が認められ

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10a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、赤クロパーともに最も収量が高く3年目はやや低下する。特に赤クロパ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先ず初年目のみ

第3表 経年地における牧草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	1508	392	77	1615	436	100
8. " 無加里	395	128	81	847	279	55	648	182	42
9. " 3要素	487	159	100	1704	510	100	1615	438	100
10. 初年目3要素施用以後窒素単用	478	155	97	803	261	51	1010	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

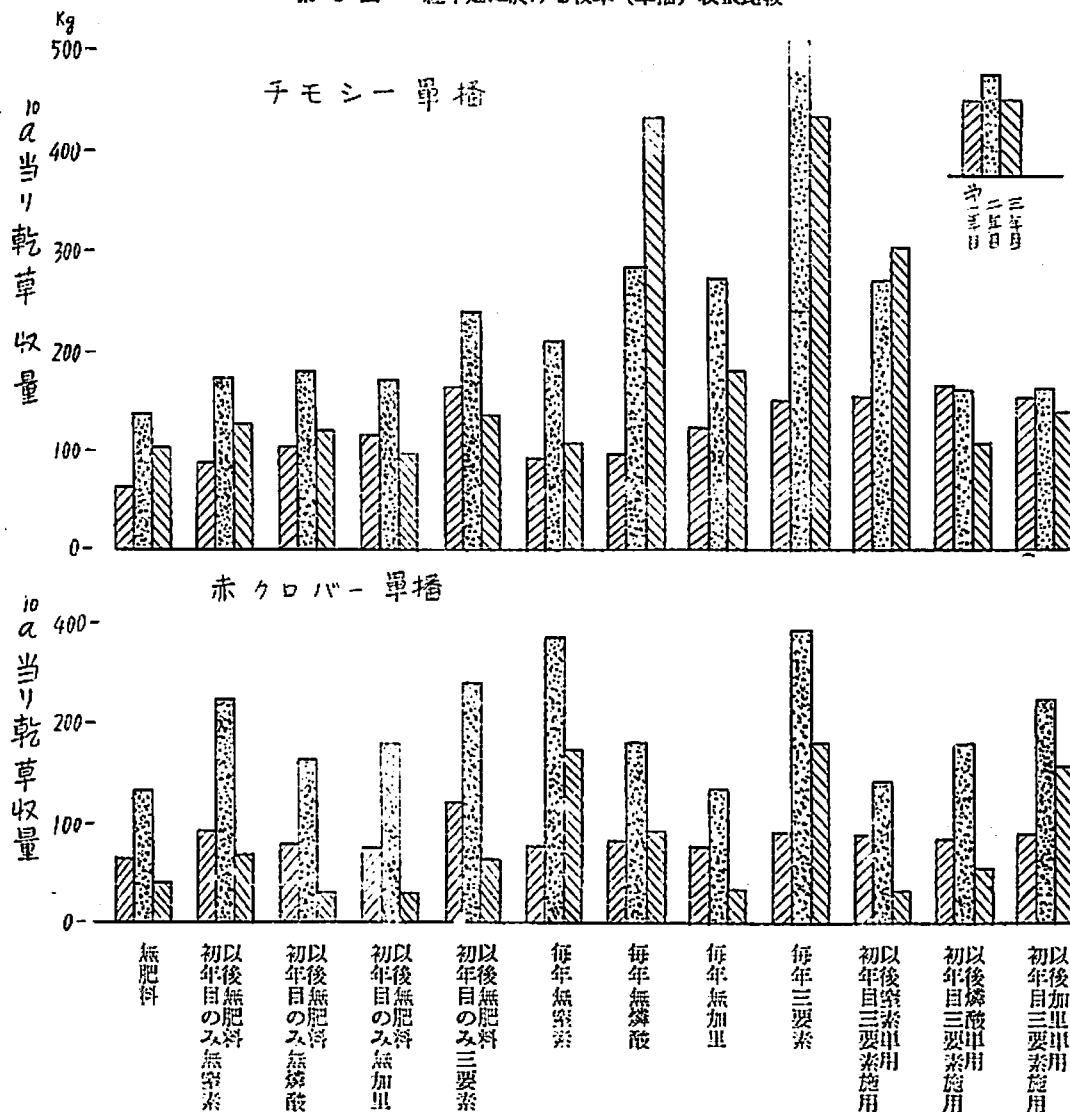
赤クロバー単播

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	1110	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	1187	243	84	350	63	35
6. 毎年無窒素	396	78	83	1418	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	1470	291	100	1015	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	1097	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	71	24	50	29	153	48	138	28	316	100	121	27
	クロバー	120	26		441	90	88		21				
2. 初年目のみ無窒素以後無肥料	チモシー	172	54	97	56	251	75	258	51	456	125	158	35
	クロバー	210	43		902	183	169		33				
3. " 無磷酸 "	チモシー	238	75	113	65	191	59	169	34	320	116	154	34
	クロバー	182	38		535	110	179		38				
4. " 無加里 "	チモシー	211	69	101	58	341	105	151	30	308	93	100	22
	クロバー	179	32		217	46	29		7				
5. " 3要素 "	チモシー	372	120	173	99	619	201	309	62	465	132	166	37
	クロバー	260	53		536	108	179		34				
6. 毎年無窒素	チモシー	121	38	83	48	326	112	348	69	570	161	251	56
	クロバー	222	45		1155	236	492		90				
7. " 無磷酸	チモシー	229	72	106	61	897	276	353	70	1244	327	353	78
	クロバー	162	34		379	77	105		26				
8. " 無加里	チモシー	205	66	101	58	729	212	299	60	626	177	181	40
	クロバー	166	35		435	87	15		4				
9. " 3要素	チモシー	384	124	174	100	1270	388	501	100	1335	393	450	100
	クロバー	248	50		569	113	289		57				
10. 初年目3要素施用以後窒素単用	チモシー	368	119	165	95	843	261	308	61	925	273	281	62
	クロバー	228	46		210	47	451		11				
11. " 磷酸単用	チモシー	379	123	172	99	482	152	207	41	400	128	142	32
	クロバー	242	49		263	55	75		14				
12. " 加里単用	チモシー	364	118	172	99	405	129	295	58	650	184	302	67
	クロバー	268	54		761	166	487		118				

第 3 図 経年畑に於ける牧草 (単播) 収量比較



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僅かに残つたに過ぎず、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を区別することができなかつた。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要素と処理を繰返えし継続した区 (No. 6~9区) では各処理による差異が甚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要素区に次いで高く無窒素、無リン酸区では収量が甚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、収量が最低となつた。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取後毎回追肥する必要がある。また加里に欠乏すると甚しい欠乏障害が

現われるが、初年目施用した加里の残効は3年目にもなお僅かに認め得た。磷酸は播種当年の生育初期のみやや顕著にその肥効を認め得たが、漸次鈍化し第3年目には磷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先ず初年目のみ無窒素、無磷酸、無加里及び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、このことは豆科植物の特性として当然予想される結果である。また無磷酸及び無加里区は第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磷酸、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、無磷酸、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つ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つた。

初年目のみ3要素を施用して以後それぞれ窒素、磷酸、加里を単用せる場合、収量は窒素、磷酸、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、第3年目他区の草勢が衰えかけたときにあつ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つた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べき主なる点は次項のごときものである。すなわち

① 赤クロバーは農業上おおむね3年性前後の短年性草本として取扱われているが、このうち第

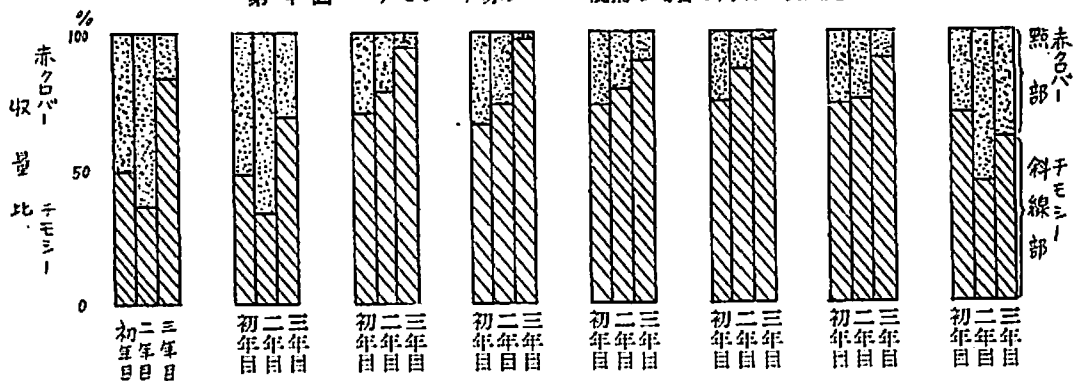
2年目が最盛で第3年目以降は著しく草勢衰えチモシーと混播する場合は一層収量の低下を見ることが多い。

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、しかも第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得る可能性を生ずる。

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、従つ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ロバーは加里欠乏に陥ることが予想される。

先ずチモシー、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4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。これは先に述べた①の項に相当する原因によるものと思われるが、しかしこの中で無肥料、無窒素、加里単用の3区においては第2年目に赤クロバーの収量割合が高くなり、第3年目に至つてもなお収量比の低下が少なかつた。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旺盛であつたため、混生比率が上昇したものであり、また加里単用区では④の事由により赤クロバーの生育が旺盛となつたもので、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。

第4図 チモシー、赤クロバー混播の場合の両者の収量比

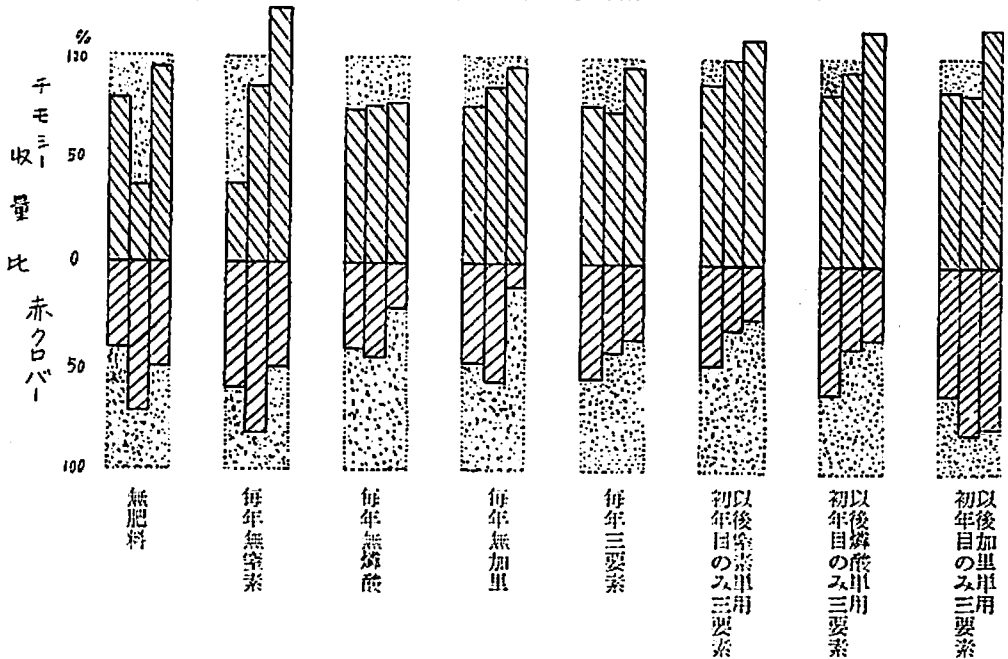




また単播時のチモシー及び赤クロバー各年次各区の収量をそれぞれ100とし混播時の比率を求め第5図に示した。すなわち混播の場合は単播時と同一面積内に2種の牧草が入るので個々の牧草収量は単播時に比べ低下することが考えられるが、このうち赤クロバーの低下割合はチモシーよりも

甚しい。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甚しいので③の原因も大きく影響してい

第5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4表 経年畑牧草3要素試験における窒素、燐酸、加里、石灰含有率 (%)

チモシー

試験区別	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> 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								
1. 無肥料	0.77	0.82	0.70	0.75	0.40	0.37	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. " 以後燐酸単用	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

赤クロパー

試験区別	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> 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	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						
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
7. 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
8. " 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
9. " 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
10. " 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	2.65	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

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第3年目のチモシー収量が単播区よりもかえつ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。

第2年目及び第3年目の乾燥収穫物についてN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O及びCaOの含有率を求め第4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) チモシーと赤クロパ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つて植物体の加里含有率が容易に上下するが、ことに赤クロパーはその変動が大きい。一般に赤クロパ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が甚しく少ないために逆に赤クロパーの加里含有率が低くなつたものと思う。

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なせる区(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甚しくなる。また無肥料区はその生育が劣り収量が下つても養分含有率は平衡していて正常に近い値を保つていた。

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つた。これは赤クロパーに混播された

チモシーが赤クロパー根瘤菌の固定せる窒素の一部を間接的に利用し得たためと思う。また赤クロパ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、赤クロパーに勝り加里に不足するためと思う。

ニ) 2個元素である石灰の含有率は、1個元素の加里と相拮抗し無加里区におけるように、加里含有率の低下が起るときは、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僅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つた。しかし窒素(赤クロパーを除く)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。従つ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、ただ赤クロパーは窒素の多用によりかえつて減収となるので、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。

III 考 察

根釧火山灰地帯の牧草施肥法を考えるにあたり一般の1年性作物に比べ最も特異とする点は磷酸

の肥効に関することである。すなわち牧草特にチモシーは初年目にのみある程度の磷酸の肥効が認められたが、3年目以降はその効果が著しく低下し、特に経年畑では磷酸を欠くもその収量はほとんど3要素区に劣らぬ成績を得るにいたつた。また可給態磷酸に不足する新墾地でさえ2年目の磷酸欠乏症状は、初年目に比して相当緩和される傾向にあつた。この原因について土壌学的にみて牧草地がほかの畑地と異なり、2年目以後も耕起せず従つて土壌の還元化が起こり、固定磷酸の一部が有効化する可能性が考えられることと、更に牧草それ自体が生育初期よりも後期にいたるに従い磷酸の吸収力が強大となり、易溶性以外の磷酸をも容易に吸収し得る能力を保持するようになるためと思うが、ともかく火山灰土壌でありながら磷酸の肥効が低いことは注目に値する。

次に加里の肥効が甚だ顕著であるが、これは牧草の加里含有率が一般に麦類よりも高く吸収量が多いためであろう。ただし新墾地土壌は加里含有量が多いので、未だ加里欠乏を認め得なかつたが4～5年目（一般作物は6年以上）くらいから現われるものと思う。特に赤クロバーは加里が欠乏すると耐用年限の短縮をきたす。このことは当地方の火山灰土が、有色鉱物に乏しく主として火山ガラスより成り、ガラス中に混在する加里が主なる給源となつているので、一度加里に欠乏するとその枯渴の程度が一層激しくなるからであろう。

窒素は赤クロバーは別として、特にチモシーは窒素が欠けると収量減が甚しい。当地方の麦類は窒素の多用で倒伏し、子実収量がかえつて減少するので極力窒素の施用を控え磷酸を多用するが、チモシーはこれと全く反対の施肥法を行う必要がある。

牧草施肥の残効について、チモシーは窒素を多量に必要とするので窒素3.75kg前後の施用量では、次年度に残効を期待することができない。磷酸はその吸収量が少ないばかりでなく、かつ播種当年の生育初期においてのみ易溶性の磷酸肥料の肥効が大きいが、以後土壌中の難溶性磷酸を利用することが可能となるようで、したがつて磷酸は初年目に多量に施しておき、数年後欠乏の徴候が

現われたら再び補給もしくは更新するようにすれば良いと思う。

加里の吸収量は窒素よりも多いが、貧乏吸収を起こしやすいので、この点を考慮するとチモシーでは増収に及ぼす必要最低量は窒素よりも少ないものと思う。従つて欠乏障害は激しいが、あまり多量に施用しても増収効果は大きくなく残効も若干認められる。例えば春追肥を行えば、2番草には加里を控えてもさして著しい減収をきたすようなことはあるまいと思う。ただし赤クロバーは加里に欠けると耐用年限の短縮をきたし、またチモシーと混播した場合は、両者の根の塩基置換容量の甚しく相異なることによつて加里と石灰の吸収競合<sup>2)</sup>を起こやすく、このため赤クロバーは一層加里欠乏に陥ることが多い。

#### IV 摘 要

根釧地方火山灰地の新墾地と経年畑の肥料3要素試験を行つた。その結果新墾地では磷酸の肥効が最も大きく、またチモシーで窒素にやや不足したが、加里は土壌中に相当多量に含まれ無加里とするも収量減をきたさなかつた。経年畑における牧草は加里欠乏の障害が甚しく加里を充分に施用する必要があつたが、磷酸は播種当年の初期生育を旺盛ならしめたほかは収量に影響するところ少なく、新墾地の場合と相反する傾向を生じた。またチモシーは窒素の有無多少によりその収量が著しく左右せられたが、赤クロバーは窒素の施用(N 3.75kg)により過用の害を受けかえつて減収する傾向がみられた。

#### 引用文献

- 1) 青木茂一、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、農業及び園芸、31巻、6号、782。
- 2) Gray B., Drake M., Colby W. G. 1953 : Potassium Competition in Grass-Legume Associations as a Function of Root Cation Exchange Capacity., Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 17, 235.
- 3) 石塚喜明、早川康夫：1954。根室、釧路地方に分布する厚層統火山性土の特性とその地力維持に関する研究、北海道立農業試験場報告、第5号、54。