

根釧地方火山灰地における牧草地土壌の 理化学的特徴とその施肥法に関する試験

第10報 永年牧草地の改善策について

早 川 康 夫†

EXPERIMENTS ON THE PROPERTIES OF GRASSLAND SOIL AND MANURIAL EFFECT ON PASTURE CROPS ON NEMURO-KUSHIRO DISTRICT VOLCANIC ASH SOIL

Part 10. Improvement of Waste Pasture

Yasuo HAYAKAWA

根釧地方など主畜あるいは専業草地酪農地帯には永年牧草地と呼ばれる採草用
低位生産牧草地が存する。この改善には主として耕起し直し新たに種子を播きか
える方式がとられているが、費用がかさむので耕起しないで簡易に増収できる方
策について検討した。

I 結 言

北海道には 20,562 ha の輪栽草地（輪作体系に組
入れられて数年ごとに更新し施肥管理が行きとどいてい
る牧草畑）のほかに、永年牧草地と呼ばれる低位生
産牧草畑が 42,846 ha もある。各支庁別の牧草地
面積は北海道農業基本調査によると右表のとおり
である。

すなわち永年牧草地は釧路、根室、宗谷など草
地酪農地帯と見なされている支庁地域に多い。また
この地域は1戸当たりの農用地所有面積は広い
が、気温冷涼で適作物が少なく輪作体系を保ち難
い条件にもある。このような低位生産牧草地がで
きたのはそれなりの理由があり、単にこれを農家
の怠慢、あるいは地力低下によるものとして責め
ては、恒久的な改善策となりえない。

そもそも北海道で牧草が初めて栽培されたのは
明治7年渡島国七重（現在亀田郡七飯町）の開拓使試
作場においてであった。その後酪農は余り進展せ
ず北海道の畑作は穀類の栽培が中心となった。大
正末期から昭和初頭にかけて畑地の地力回復策と

Area of Grassland in Hokkaido. (ha) ('63.7.1)

SHICHO	Farm Land	Tillable Land	Ley	Waste Pasture
ISHIKARI	61,827	50,687	547	1,193
SORACHI	127,792	112,762	353	795
KAMIKAWA	153,074	126,904	1,449	2,441
SHIRIBESHI	54,284	37,533	461	1,260
HIYAMA	23,014	14,644	151	746
OSHIMA	34,795	24,619	509	1,486
IBURI	55,494	29,520	892	1,270
HIDAKA	38,275	21,277	4,650	2,267
TOKACHI	261,631	178,862	3,375	3,591
KUSHIRO	106,140	30,102	6,880	7,763
NEMURO	85,540	32,230	3,607	7,425
ABASHIRI	160,510	120,860	2,076	4,548
SŌYA	42,490	15,234	2,174	5,435
RUMOI	32,930	18,309	933	2,624
Total	1,237,791	808,539	20,562	42,846

して輪作が奨励され、この一環として緑肥にコン
モンベッチ、アカクロバが利用され牧草類特に
マメ科牧草の作付面積がにわかに増加した。もち
ろんこれは北海道の畑作経営が穀類、根菜栽培に
重点が置かれ、家畜は役用または荒備対策として
の副業にわずかな頭数が繁殖され農業収入の補助

† 元根釧農業試験場（現農林省北海道農業試験場）

的位置におかれていたことにもよる。輪作に組入れられた緑肥(=牧草)は普通2年目の秋に(北海道では間作として播種され、2年目1番草は家畜の飼料、2番草を緑肥にする例が多かった)すき込まれたので、アカクローバが2~3年生の短寿命であることも特に不都合を感じさせなかった。しかし根釧地方のように穀菽輪作が成立し難くて主畜経営に移行した地域では、緑肥のもつ地力付加的特質よりも家畜の飼料として利用されることが主体となった。したがって牧草の作付比率が増し、あわせて短期更新も困難になり、遂にはアカクローバの耐用年限を越えイネ科のみ残存する牧草地として長期間継続利用する慣行を生じた。アカクローバなどマメ科牧草が比較的少量の施肥で増収可能であるのに対し、イネ科牧草は一般に多量の追肥(特に窒素と加里)によって高収量が支えられるもので、イネ科牧草のみ残存する牧草地において追肥を欠くことは直ちに低位生産化を招くことになる。しかし北海道の一般農家は輪作を通じて牧草類になじんだため、その種類を問わずすべての牧草に地力付加的作用があるものと受取っていたのは無理からぬことであって、牧草類の中には一般穀菽作物以上に多量の追肥を必要とするものが含まれていることなど思いも及ばなかったのである。

以上のように永年牧草地とは一般にアカクローバとイネ科牧草(チモシー、オーチャードグラス)が組合わされたいわゆる採草用牧草畑からアカクローバが脱落して低位生産化した牧草畑を指すもので、根釧地方では10アール当たりの乾草収量が100kgを割るものが多い。北海道の規定では造成後7年以上経たものを指すことになっているが、充分な施肥管理を伴わぬときはアカクローバの消滅と同時に低位生産化するもので数年を出ずしてすでに100kg以下の収量におちることも珍しくない。この原因は前述のようにアカクローバの耐用年限が短いために起こる現象とも考えられるのであり、したがって、放牧用牧草地に用いられているラジノクローバのような長寿命のマメ科が組入れた場合には管理法が適切であれば極端な低位生産化は起こらない。すなわち放牧用草地におい

てはたとえ一部の牧草が欠損しても低い草丈の状態でも利用されるので追播を行なった場合でも幼牧草が競合によって受ける障害は軽微である。その上放牧家畜の蹄圧も利用できる条件にあるので、耕起せずに追肥追播のみで行なう草地改善策の適用は容易である。酪農先進国で Permanent pasture と称されているのは主に放牧用に利用されているもので部分的な追播をも併用しており、一般には放牧草地の無耕起改善技術は難しいものでないといえる。しかし根釧地方の永年牧草地は採草用牧草畑が低位生産化したもので草丈が高い状態で利用されるものである。したがって先占牧草との競合を排除しながら追播幼牧草を確立させるには若干の調整が必要である。

いずれにしても最も根本的な改善手段はまず耐用年限の長い草種を利用することである。放牧用草種にはラジノクローバ、シロクローバなどほぼ要望に答えうる草種が整っているが、採草用草種としてはこれを代表するアカクローバの耐用年限が短くこれを用いる限り低位生産永年牧草地の発生を招く根源になることは避けられない。よって採草用永年牧草地改善の抜本的対策は北海道に適した耐用年限の長いマメ科草種を選抜育成することであるが、これにはなお若干の時日を要する*。したがってとりあえず乾草生産を目標とするいわゆる採草用牧草畑に頼らずにフォレージハーベスターなどを利用しグラスサイレージ主体の育成方式をとるか、あるいは採草用牧草畑を次のような手段で改善し低位生産化を防ぐように努力するほかない。すなわち

- 1) 耕起し直して改めて牧草種子を播く。一般に更新と呼ばれ現在奨励されている唯一の改良手段である。輪作に組入れられている牧草畑では更新後若干年穀菽、根菜類を栽培した後改めて牧草が播種される。この方法は確実であるが、牧草生産が一時中断され、費用も相当かさむ。
- 2) 永年牧草地とはマメ科が消滅し低位生産化したものであり、イネ科は残存している。これを更新せずに再び収量を上げるには、

* 長寿命採草用マメ科牧草としてアルファルファが考えられるが目下のところ根釧地方には不適である。

a. イネ科牧草に適した施肥手段を施すことにより、もっぱらイネ科牧草を中心にして増収を図る。ただし追肥代は相当かさむ。

b. マメ科牧草を追播しマメ科を含む牧草畑に戻す。これは最も簡単に見えるが実際にはイネ科牧草が占拠している所にマメ科牧草の割込みを図るのであるから、イネ科の競合力を若干押え両者のバランスを保たせるなど技術的に注意すべき要点がある。

以上の方法の中にはすでに発表済みの事項もあるが、今回要点となる部分について改めて試験を実施し系統的な技術手段の取りまとめを試みたもので、個々の技術それ自体には特に新しいものは含まれていない。

II 試験の順序

1) 耕起し直して改めて種子を播く方法では、まず永年牧草地土壌と未墾土壌を比較分析し、可給態成分含量の相違点を押さえ、ついで肥料三要素および施用量の組合せ試験を行なって、改善技術上の注意点を検討した。

2) 再耕起しないで増収を図る場合のうち、

a) 永年牧草地に残存するイネ科牧草に適した追肥を施すことにより増収を図る方法では

窒素の追肥用量試験

10アール当たり施用量 0~18 kg まで10区分

加里の追肥用量試験

10アール当たり施用量 0~10 kg まで6区分

を行なってそれぞれの適量を調べた。

また磷酸を追肥した場合火山灰地では、加里欠乏を激化させかえって減収することもあるので、このことについて若干の検討を行なった。

なお、永年牧草地にデスクハローを軽くかけることも増収効果があるとして普及奨励されているので、この方法の効果の限界について検討を加えてみた。

b) 永年牧草地にマメ科牧草を追播し、マメ科の混生する牧草畑に戻そうとする方法では、つぎの4つの追播法と施肥量試験を組合わせた。

① 無処理で直ちに種子と肥料を插いたもの

② デスクハローを縦横に1回ずつかけてから追肥追播したもの

③ カルチベーター状のもので浅い作条をつけ追肥追播したもの

④ 追肥追播後家畜を放し蹄踏させたもの
詳細な試験条件については次項に掲げる。

III 試験結果

1) 耕起し直して改めて種子を播き直す方法

耕起した上で改めて施肥播種を行なうものであるから、耕種技術それ自体は牧草畑造成の基本的な方法に準ずるもので、特に検討する事項はない。しかし長年月にわたり継続して牧草を栽培した跡に再び牧草を播種するのであるから、土壌成分の激しい欠乏、あるいは表層集積を伴う場合が多い。その例として播種後20年経た根釧農試内の2

Tab. 1 Vertical distribution of available elements in waste pasture. (mg/100 g air dry soil)

Depth of soil layer (cm)	Inorg.-N			P ₂ O ₅			K ₂ O			CaO			MgO		
	Virgin soil	Waste past.		Virgin soil	Waste past.		Virgin soil	Waste past.		Virgin soil	Waste past.		Virgin soil	Waste past.	
		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B
0~3	8.3	3.4	3.0	13.5	6.9	10.8	37.6	14.0	6.8	475.2	64.8	45.0	59.0	30.3	25.3
3~6	3.7	3.5	3.1	10.4	5.5	9.5	20.8	9.6	4.0	216.4	39.2	22.0	40.3	15.1	20.1
6~9	4.9	2.1	2.3	7.2	5.2	9.5	17.6	9.6	6.0	66.0	32.0	23.4	30.6	20.1	20.3
9~12	3.1	2.3	2.8	4.7	4.9	9.5	26.8	5.2	5.6	54.0	22.4	17.4	29.0	18.4	20.1
12~15	4.3	1.6	2.9	3.3	4.6	9.8	24.8	4.0	5.2	23.2	20.0	19.2	20.3	18.4	20.1
15~18	3.6	3.5	2.8	1.5	4.4	10.5	17.6	3.2	4.4	18.0	24.8	14.4	15.1	15.1	10.3
18~21	3.3	3.6	2.1	1.2	4.6	8.4	16.0	5.2	3.6	14.6	17.6	12.6	15.1	15.4	15.4
21~24	3.1	3.0	2.4	2.4	3.6	5.4	16.8	5.6	6.0	15.8	11.2	14.0	10.4	15.4	10.3
24~27	3.7	3.5	2.9	1.8	2.4	2.1	14.4	6.8	6.2	14.6	8.2	14.4	10.4	15.4	5.4
27~30	3.0	3.6	2.5	1.0	1.8	1.2	16.0	9.4	8.6	10.4	9.4	8.0	15.1	10.3	10.1

か所の永年牧草地から深さ 30 cm の断面をとり、これを厚さ 3 cm ごとに切り分け各層の可給態成分を分析し未墾土壌と比した結果を Tab. 1 に掲げた。このうち無機態窒素は 10% KCl 可溶のもの、ほかは N/5 HCl 可溶成分である。

またこの無機態窒素は未墾地の表層部に特に豊富に含有されており、牧草を 20 年も連続栽培された永年牧草地ではルートマットが形成され、粗腐植含量はましていたが無機態窒素含量は多くなく地表から 12 cm の深さまで無機態窒素含量の低下が認められた。

磷酸は未墾地最地表層にも豊富に保持されていたが、永年牧草地の方にむしろ多く含まれ、深さ 20 cm 位までこのような傾向が及んでいた。

加里は未墾地土壌に著しく多く含まれ加里肥料の施用を必要としない程度であった。しかし永年牧草地では未墾地の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ しかなく激しい欠乏状態に陥っていた。しかも欠乏状態は深さ 30 cm まで影響を及ぼしており、加里の欠乏は永年牧草地の改善に際し最も大きな影響を及ぼすものであることが推定された。

石灰と苦土も永年牧草地で欠乏する成分であるが、この影響は深さ 15 cm 程度にまで及んでいた。

次に永年牧草地を耕起し直して再び牧草畑とする場合の肥料 3 要素ならびに施用量の組合せ試験を行なった。供試圃場は分析用土壌を採集した根釧農試内永年牧草地 A 地区で、およそ 20 年前チモシーとアカクロバを混播したが現在チモシーのみ残存し 10 アール乾草収量が 30 kg 以下になっていた。これをトラクターで深さ約 20 cm に耕起しデスクハローで耕土後再びチモシーとアカクロバを 10 アール当たり各 1 kg ずつを混合播種した。試験区の施肥処理は次の 12 である。

肥料 3 要素試験：無肥料 (—F)，無窒素 (0 N 8 P 8 K)，無磷酸 (8 N 0 P 8 K)，無加里 (8 N 8 P 0 K)，完全区 (8 N 8 P 8 K)。

肥料施用量の組合せ：4 N 4 P 4 K，8 N 4 P 4 K，4 N 8 P 4 K，4 N 4 P 8 K，および 8 N 8 P 4 K，8 N 4 P 8 K，4 N 8 P 8 K。

ただし処理区分の数字は 10 アール当たりの成分施用量を示す。播種は 7 月 5 日、収穫は 10 月 5 日であった。各区の収量ならびに成分含有率を Tab. 2 に掲げた。

3 要素のうち磷酸を欠く場合は最も収量が劣ったが、無加里も収量が少なかった。根釧地方火山

Tab. 2 Combinations of amount of additional fertilizer, forage yield in waste pasture and contents of N·P·K.

Treatment of fertilizer	Forage (kg/10 a)			D. M. (kg/10 a)		Contents of N·P·K (D. M. %)					
						Timothy			Red Clover		
	Tim.	Red C.	Total	Tim.	Red C.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
—F	61	82	143	12	10	2.01	0.54	0.78	3.76	0.76	0.34
0 N 8 P 8 K	139	371	510	24	40	2.28	0.61	2.33	3.89	0.78	2.04
8 N 0 P 8 K	162	56	218	31	7	2.42	0.59	2.66	4.29	0.85	2.17
8 N 8 P 0 K	202	73	275	36	9	2.28	0.60	0.40	4.29	0.94	0.45
8 N 8 P 8 K	521	269	790	105	29	2.42	0.67	2.37	3.62	0.91	1.88
4 N 4 P 4 K	263	256	519	46	27	2.01	0.59	1.66	3.76	0.91	1.96
8 N 4 P 4 K	421	148	569	78	17	2.28	0.59	1.58	3.76	0.90	1.02
4 N 8 P 4 K	255	298	553	42	33	1.74	0.52	1.50	3.76	0.81	1.02
4 N 4 P 8 K	279	345	624	52	37	1.88	0.50	1.99	3.76	0.72	2.37
8 N 8 P 4 K	542	250	792	93	27	2.15	0.57	1.02	4.16	0.78	1.35
8 N 4 P 8 K	562	217	779	99	24	2.42	0.61	2.37	3.49	0.79	2.46
4 N 8 P 8 K	295	385	680	56	41	2.01	0.58	2.21	3.76	0.79	2.04

灰地の未墾地または穀類作物跡地では1年生作物または多年生牧草の播種当年のものにおいてこのように激しい加里欠乏に陥るのは珍しい現象である。かかる加里欠乏状態の下では加里施用量の多寡はチモシーよりもアカクロバの生育に大きく影響を及ぼすもので、したがって播種当初のアカクロバの草生を優位に保とうとするには磷酸と加里を重点とし窒素施用量をやや控えた施肥法をとるべきであって、たとえば“4N8P8K”などはアカクロバの混生比を高く保つのに有利な方式であり、4N8P4K<4N4P8Kで、磷酸よりも加里を増施した方が増収になった。前述のように播種当初の牧草において磷酸よりも加里の増施効果が大きくなることは根釧地方火山灰土では極めて稀な傾向であって、永年牧草地が極端な加里欠乏状態にある証左であり改善技術上特に留意すべき点である。

成分含有率で特に問題になるのは加里で、無肥料区、無加里区では K_2O 0.5% 以下のものもあり加里欠乏が極端に激しく、10アール当たり加里4kgでも未だ施用量が不足で、少なくとも8kg以上必要であることを示していた。

2) 耕起し直さないで永年牧草地の増収を図る場合

a) 追肥によって残存するイネ科牧草を主体に増収を図る方法……永年牧草地はマメ科牧草が消

滅しイネ科のみ残存し、窒素と加里の不足が著しいため低位生産化した牧草地であることは先にも述べた。したがってイネ科を主体に増収対策を樹てるにはまず窒素と加里の追肥が必要であり、その適量決定のため窒素と加里の追肥用量試験を行った。試験区分は下記のとおりである。

窒素追肥用量試験

10アール当たりN施用量区分; 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 kg の10区

ただし共通肥料として K_2O 8 kg を併用 P_2O_5 は欠く。

加里追肥用量試験

10アール当たり K_2O 施用量区分; 0, 2, 4, 6, 8, 10 kg の6区

ただし共通肥料として N 12 kg を併用、 P_2O_5 は欠く。

各処理1区面積は $10 m^2$ 、1連制、1番草に対する追肥は昭和38年5月15日で7月14日に収穫、直ちに同上の規定に基づき再度追肥し9月26日に2番刈を行なった（したがって年間施肥量は上記施用量区分の2倍量になる）。

窒素追肥用量試験の収量は Tab. 3 のとおりであり、収穫物の大部分はチモシーでクロバ類は含まれていなかった。また無肥料区の収量をも併記した。また石塚、田中は収量と成分含有率相関から施用適量の決定を試みているので、この方式

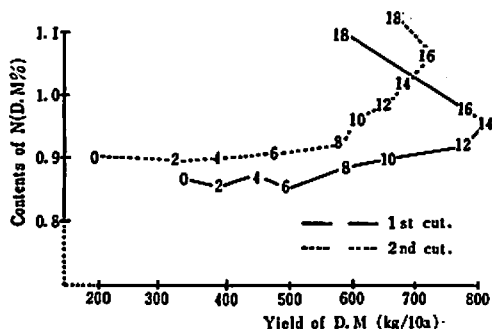
Tab. 3 Effect of amounts of additional nitrogen fertilizer in waste pasture to yield.

Treat. of N. Fert. per 10 a	1st cut.			2nd cut.		
	Forage	D. M.	Perc. of D. M.	Forage	D. M.	Perc. of D. M.
- F	425	138	43	205	58	29
Non-Nitrogen	990	322	100	615	198	100
Nitrogen 2 kg	1,315	398	124	910	318	160
4	1,475	460	143	1,140	381	192
6	1,665	485	150	1,455	475	240
8	1,880	590	183	1,650	582	294
10	2,170	651	202	1,725	605	305
12	2,590	774	240	1,850	653	329
14	2,705	795	246	1,900	673	340
16	2,715	787	244	2,025	718	362
18	2,040	589	183	1,850	656	331

* Supplied 8 kg of K_2O as common fertilizer, non-fertilized plot excepted.

にしたがい相関を Fig. 1 として掲げた。

Fig. 1. Correlation of Amount of Nitrogen Supplying to Yield and Contents of Nitrogen.



まず無肥料の場合は年間乾草収量は 200 kg 弱；無窒素でもこれに加里が加わっただけで約 700 kg になる。窒素の増施効果は 10アール当たり 16 kg (年間合計収量 32 kg) まで認められたが、このうち全く倒伏しなかったのは 8 kg 施用区まで、刈取作業に著しい支障をきたさないとみなしうる範囲は 12 kg 区まで；これ以上は早刈りして倒伏を避ける必要がある。また 1 番草では施用量 14 kg まで、2 番草では 16 kg までは N 1 kg 増施に対して乾草収量 10~30 kg ずつの増加を認めたので、この範囲内では経済的にも採算がとれる(硫安換算で N 1 kg 当約 100 円、また北海道農務部の乾草評価額は 1 kg 当 10 円)。収量と窒素含有率の相関図からは 1 番草に対する窒素施用量の限度は 12~14 kg、2 番草では 10~12 kg までで、これ以上施用したものは贅沢吸収となっていた。以上の結果から永年牧草地に対する窒素追肥適量は 10アール当たり

12 kg (年間 24 kg) となるが、実的な事情も加味して 1 番草は 8~10 kg、2 番草は 6~8 kg 程度と制定した。

加里追肥用量試験の収量ならびに加里含有率、吸収量、利用率を Tab. 4 に掲げた。

加里の増施効果は 10アール当たり 8 kg (年間 16 kg) まで認められた。このうち 4 kg 施用区までは加里 1 kg 増施に対し乾草収量が 20~30 kg 増加したが、なお軽微な加里欠乏症を伴っており、8 kg に増施してようやく消失した。加里含有率と加里欠乏の程度について、根釧地方火山灰土壌で実施した数多の試験例を整理してみると出穂から開花時におけるチモシー乾草については次のような傾向がある。

加里含有率が 1% 以下…激しい欠乏障害のため減収著しい。

” 1.3~1.5%…加里不足による症状と減収を伴う。

” 1.5~1.8%…軽微な欠乏症を見受けるが収量に影響少ない。

したがって正常な生育の下で増収を期待するには含有率 1.8% 以上に保つことが必要である。今回の分析値をこれに当てはめると 10アール当たり 8 kg の加里施用が必要となる。加里利用率では加里施用量 6~8 kg までは 100% を越えてしまうことが多かった。これは無加里区が欠乏症の激化によって生育が途中で停滞し天然供給量の値が低くなったためである。以上の結果から永年牧草地では 10アール当たり加里施用量を 6~8 kg とする必要がある。

次に磷酸は根釧地方火山灰地では播種時の基肥

Tab. 4 Effect of amount of additional potassium fertilizer in waste pasture to yield.

Treat. of potass. fert. per 10 a	Yield per 10 a						Cout. of K ₂ O		Absorption of K ₂ O per 10 a		Utilization ratio of K ₂ O	
	1st cut.			2nd cut.			1st Cut.	2nd Cut.	1st Cut.	2nd Cut.	1st Cut.	2nd Cut.
	Forage	D. M.	Perc. of D. M.	Forage	D. M.	Perc. of D. M.						
No potassium	kg	kg	%	kg	kg	%	%	%	kg	kg	%	%
Potassium 2 kg	950	267	100	925	310	100	0.81	0.85	2.08	2.64		
4	1,275	383	144	1,385	481	155	1.10	1.05	4.21	5.05	107	121
6	1,710	481	180	2,000	705	228	1.32	1.12	6.35	7.90	107	131
8	1,845	531	199	2,125	752	243	1.55	1.18	8.23	9.63	103	116
10	1,945	525	197	2,175	770	248	1.90	1.45	9.98	11.17	99	107
	1,895	502	188	1,995	701	226	2.23	1.76	11.19	12.34	91	97

として卓効が見られるが、追肥の効果は少ない（未墾地を直ちに牧草畑にした場合あるいはマメ科混生量の多い場合に磷酸追肥効果が若干認められる）。加里が不足している火山灰土壌で磷酸を増施すると加里欠乏の激化を招いてかえって減収することも起きる。このことを実証するために加里を併用せずに磷酸を追肥した場合と併用した上で（窒素 12 kg と加里 8 kg）磷酸を追肥した場合に分けて試験を行なった。試験圃場は前述の試験区に隣接した箇所です試験区分は下記のとおりである。

磷酸追肥用量試験；10アール当たり磷酸施用区分 0, 3, 6 kg

共通肥料を伴わぬ場合と N 12 kg K₂O 8 kg 施用した場合について行なった。

この試験の収量ならびに 加里含有率を Tab. 5 に示した。

窒素と加里を併用せずに磷酸を多量に追肥すると永年牧草はかえって減収した。これは小島、虎谷、藤本、川口ら²⁾が指摘しているように、火山灰土壌中のアロフェンが磷酸と結合して Taranakite よう磷酸塩ができ、これが加里固定を行なうので、磷酸の多用によって牧草の加里欠乏障害を激化させた¹⁾ものである。このため磷酸を多用した区では減収と同時に加里含有率の低下が起こっており、特に 1 番草にこの傾向が著しい。

窒素と加里を併用した上で磷酸を追肥した場合はこのような障害は緩和されたが、しかし磷酸追肥による牧草増収率はわずか数パーセント以内で、窒素や加里追肥効果がしばしば200～300%の増収をもたらすのに比べると全く問題にならない。

したがって磷酸の追肥は必要としないという結論になるが、基肥として施用した磷酸も長年月間に利用しつくされることも考えられるので、5～10年ごとに追肥することが望ましい。

デスクハローを永年牧草地にかけ増収を図る技術が奨励普及されている。これは牧草根に軽い傷を付し再生発根をうながすとも説明されているが、また土壌肥科学的にはデスクハローをかけることにより固結した永年牧草地表面を破砕し酸化状態にすることで植物遺体、粗腐植などの分解を促進し、窒素その他養分の可給態化を図ることも考えうる。後者の観点から試験は永年牧草地に10アール当たり加里 8 kg を共通肥料とし、無窒素と窒素 6 kg 施用の2施肥区分；これをさらにデスクハローをかけた区と然らざる区に分け比較した。デスクハローは萌芽直前の5月15日にデスクの角度を小さくして土壌の反転露出を防ぎ縦横に各1回ずつかけたが、この処理で牧草は若干の損傷を被った。この試験の収量は Tab. 6 のとおりである。

すなわち、デスクハローをかけたことによる増収はわずか10%以内で、牧草の耕種技術でこの程度の増収では特に推奨するほどのことはない。このうち窒素を加えた場合よりも無窒素のとき処理効果がやや大きいので、デスクハローを掛けた効果は酸化分解の促進に伴う粗腐植の無機態化窒素の増加に関連があると推定できるが、その量は余り多いとは思えない。

b) マメ科牧草を追播し、マメ科の混生する牧草畑に戻そうとする方法……前述のように永年牧

Tab. 5 Effect of amount of additional phosphorus fertilizer in waste pasture to yield and contents of potassium.

Treatment		1st cut.				2nd cut.			
		Forage	D. M.	Perc. of D. M.	Cont. of K ₂ O	Forage	D. M.	Perc. of D. M.	Cont. of K ₂ O
		kg	kg	%	%	kg	kg	%	%
Phosphate 0 kg	without N and K ₂ O	350	102	100	0.89	155	39	100	0.93
3		325	97	95	0.85	160	42	108	0.89
6		285	88	87	0.69	125	35	90	0.84
Phosphate 0 kg	with N and K ₂ O	2,090	615	100	1.85	1,685	592	100	1.93
3		2,150	648	105	1.52	1,715	605	102	1.69
6		2,635	632	103	1.04	1,820	627	106	1.12

Tab. 6 Effect of increase of yield in applying disk harrow in waste pasture. (kg/10a)

Treatment of fertilizer	Treatment of disk harrow	1st cut.			2nd cut.		
		Forage	D. M.	Perc. of D. M.	Forage	D. M.	Perc. of D. M.
N 0 K 8	Untreated	990 ^{kg}	322 ^{kg}	100%	615 ^{kg}	198 ^{kg}	100%
	Treated	1,075	345	107	675	215	109
N 4 K 8	Untreated	1,475	460	100	1,140	381	100
	Treated	1,620	482	105	1,210	386	101

草地はアカクロバが消滅しチモシーのみになって低位生産化したものであるから、アカクロバを追播混生させれば元に戻るわけである。しかしすでにチモシーに占有されている地表面にアカクロバ種子を播き割込ませるには若干の処置を必要とする。まず種子を鈹質土壤に密着させ発芽に必要な水分の補給を容易にし、次いで発芽種子が土壤に着根し独立して養分吸収を行なえるよう肥料を補給し、さらにチモシーとの競合に打勝って伸長に必要な空間を確保させるため掃除刈りの実施もしくは播種時期の選定に留意すべきである。

まず試験開始第 1 年目には発芽しやすい条件の与え方について次の 4 つの手段を比較した。

- ① 永年牧草に何ら処理を加えず直接肥料とアカクロバ種子を散布追播したもの
- ② デスクハローを縦横に 1 回ずつかけ表土に若干の傷をつけてから肥料と共に追播したもの
- ③ カルチベーター状のもので浅い作条を作り (畦幅 15 cm) ここに肥料とアカクロバ種子を条施したもの
- ④ 追肥追播後家畜を放牧し (10アール当たり馬を 10 頭 2 昼夜放牧) 踏踏させたもの
播種量はいずれもアカクロバを 10アール当たり 1 kg で、チモシーは播かなかった。

以上 4 つの発芽活着促進処理に次のような 4 つの施肥条件を組合わせた。

4 P 4 K (播種時の追肥量 10アール当り P ₂ O ₅ 4 kg K ₂ O 4 kg)	いずれも 窒素を欠く
4 P 8 K (" 4 kg " 8 kg)	
8 P 4 K (" 8 kg " 4 kg)	
8 P 8 K (" 8 kg " 8 kg)	

追播時において窒素肥料の追肥を行なわなかったのは、既存チモシーの生育を押さえ競合力を弱めておいてアカクロバの導入を容易にしようとしたもので、2 番草以降においては各区共通に混播牧草畑に適しているといわれる草地化成 2 号 (6 : 11 : 11) を 10アール当たり 20 kg ずつ (各回の追肥量は N 1.2 kg, P₂O₅ 2.2 kg, K₂O 2.2 kg となる) 散布した。参考までに追播時に窒素肥料を加えた場合についても行なったので後述する。また追播のみ行ない追肥を伴わぬ場合も成功が難しいが、これについても永年牧草地にデスクハローをかけた後アカクロバ種子のみ追播した例を Tab. 7 に併記した。追播は昭和 38 年 5 月 15 日実施、7 月 7 日 1 番草を刈取ったがアカクロバは伸長僅少で秤量できず、9 月 25 日 2 番草から若干収穫できた。根刈地方では一般に牧草は播種当年の伸長量が少なく本格的な収穫は 2 年目以降となるので、今回追播したアカクロバも 2 年目の収量で判定するのが適切と考えられた。2 年目における収穫は 1 番草 7 月 3 日、2 番草 9 月 1 日で Tab. 7 に上述処理、施肥区分に基づく収量ならびにアカクロバの混生比率を掲げた。

このうち特に 2 年目のクロバ混生比を抜粋して次に示した。

	追播時における施肥区分		
	磷酸多用 8 P 4 K	加里多用 4 P 8 K	磷酸加里多用 8 P 8 K
① 無処理で直ちに追播	19%	38%	37%
② デスクハローをかけて追播	33	43	56
③ カルチベーターをかけて追播	37	43	54
④ 追播後放牧踏踏	34	43	56

まず発芽を促進する手段として永年牧草地の地

Tab. 7 Comparison of methods of additional sowing of regume in waste pasture. (Yield kg/10 a)

Treatment		1st year 1st cut.	1st year 1st cut.				2nd year 1st cut.				2nd year 2nd cut.			
		Forage per 10 a	Forage per 10 a	Items			Forage per 10 a	Items			Forage per 10 a	Items		
				Tim.	R. C.	Mix. ratio of R. C.		Tim.	R. C.	Mix. ratio of R. C.		Tim.	R. C.	Mix. ratio of R. C.
Add. sow. without treat.	No-fertilizer	350	155	155	0	~	305	305	0	~	130	130	0	~
	4 P 4 K	645	690	655	35	5	1,715	1,280	435	25	1,180	895	285	24
	4 P 8 K	950	750	660	90	10	1,825	1,140	685	38	1,505	1,095	415	28
	8 P 4 K	830	640	625	15	2	1,715	1,390	325	19	1,195	840	355	30
	8 P 8 K	1,025	845	680	165	20	2,345	1,470	875	37	1,415	970	445	31
Add. sow. with disk harrow	No-fertilizer	425	255	180	75	3	815	805	10	1	590	545	40	9
	4 P 4 K	745	770	705	65	8	1,735	1,160	575	39	1,295	910	385	30
	4 P 8 K	925	860	680	180	21	2,975	1,495	1,480	43	1,510	1,000	510	34
	8 P 4 K	800	790	685	105	14	1,985	1,225	760	33	1,375	960	415	30
	8 P 8 K	925	965	710	255	26	3,065	1,560	1,505	56	1,660	1,105	555	33
Add. sow. with treat. of cultivator	4 P 4 K	690	870	770	100	12	1,860	1,275	585	35	1,190	1,040	150	13
	4 P 8 K	805	940	590	350	37	2,980	1,530	1,450	43	1,405	995	410	34
	8 P 4 K	770	875	680	195	22	2,075	1,310	765	37	1,325	1,085	240	18
	8 P 8 K	930	970	515	455	47	3,115	1,435	1,680	54	1,440	1,035	405	28
Add. sow. with hoof cultivation	4 P 4 K	985	805	690	115	14	1,945	1,195	750	39	1,390	980	410	30
	4 P 8 K	1,095	1,170	795	375	32	2,565	1,460	1,105	43	1,500	1,115	385	26
	8 P 4 K	1,005	980	780	200	20	2,410	1,680	730	34	1,460	1,020	440	30
	8 P 8 K	1,120	1,250	710	540	35	3,240	1,440	1,800	56	1,780	1,155	625	35

表に掻傷をつけ鈣質土壌を露出させたり、家畜を放牧して蹄傷をつけ種子を蹄踏すれば、無処理の場合の2倍弱のクローバ収量となり混生比も5～19%上昇した。さらに活着した幼牧草の生育を促進させ既存のチモシーとの競合に打勝ちチモシー・アカクローバの混生を確立するには燐酸と加里を共に多用する必要があるが、燐酸と加里では後者を多用した場合に混生比が高くなっていた。こ

のように播種当年において燐酸よりも加里の肥効が大きくなる現象は根釧地方火山灰地においてはきわめて稀で、永年牧草草が極端な加里欠乏に陥っている証左である。

次に参考として追播時に窒素の追肥を加えた場合の収量ならびにアカクローバ混生率を Tab. 8 に掲げた。窒素を加えると既存のチモシーの伸長がまずおう盛になりチモシーの収量は上がるが、

Tab. 8 Influence of nitrogen fertilizer in additional sowing of regume in waste pasture.

Treatment		1st Year 1st Cut.	1st year 2nd cut.				2nd year 1st cut.				2nd year 2nd cut.			
		Forage per 10 a	Forage per 10 a	Items			Forage per 10 a	Items			Forage per 10 a	Items		
				Tim.	R. C.	Mix. ratio of R. C.		Tim.	R. C.	Mix. ratio of R. C.		Tim.	R. C.	Mix. ratio of R. C.
Add. sow. with disk harrow	8 P 8 K	kg 925	kg 965	kg 715	kg 255	26 %	kg 3,065	kg 1,560	kg 1,505	56 %	kg 1,660	kg 1,105	kg 555	33 %
	4 N 8 P 8 K	1,495	1,140	1,105	35	3	1,720	1,515	205	12	1,310	1,095	215	16
	8 N 8 P 8 K	1,910	1,385	1,380	5	~	1,755	1,605	150	9	1,295	1,180	115	9

追播したアカクロバはチモシーに圧倒されて活着生育せずに消滅しやすく混生率は上がらず、したがって永年牧草地にアカクロバを導入する目的は達せられなかった。

すなわち、永年牧草地にマメ科を導入活着させるには窒素肥料を控え、一時はイネ科牧草の収量を犠牲にしてマメ科の導入を図るのであり、マメ科が導入されてしまえば再び安価な肥料代で多収できるようになる。あるいは犠牲を最小限にするため1番草には窒素を加え残存するイネ科を主体に増収を図った後、2番草に対し上述の手段に準じ追肥追播を行なうのも良いが、追播時期が遅れると冬枯れを起こすので注意を要する(普通の牧草畑についての秋播限界は8月中旬であったが、この場合のように簡易な表層処理の下では発芽が不齊になりやすいので7月下旬までに播き終えるべきである)。

IV 考 察

永年牧草地とは酪農先進国でいう Permanent pasture とは別のもので、主として根釧地方など主畜農業地域に広く存在する低位生産牧草地である。Permanent pasture がシロクロバ系牧草を中心とし長年限にわたり多収を維持しうる放牧地であるのに対し、永年牧草地はチモシー(稀にオーチャードグラス)・アカクロバの混播採草畑のうちアカクロバが消滅し、これに十分な追肥が伴わぬため低位生産化したものである。最近は酪農の専業経営農家が増して積極的な改善が行なわれ始めたので低位生産永年牧草地は漸次減少の緒が見られる。すなわち根釧地方において輪作を含む混同経営の破綻部分として広大な永年牧草地が発生したが、現在酪農の拡大集約化と共に農家みずから進んで改善にのりだしてきたが、永年牧草地として低位生産化した真の原因を知れば、おのずから対策も立つわけで、このことについてはすでに緒言で記した。

結局根本的には永続性のないアカクロバに代えて耐用年限が長く採草用に適したマメ科牧草を組合わせれば良いのであるが、現在未だ適当な草種が見あたらない。

とりあえず現在の永年牧草地の改良手段を大別すると、

1) 耕起し直して改めて牧草種子を播く方法は最も普遍的で確実であるが、更新に要する種子代、肥料代、耕起整地代など経費がかさむ(昭和39年でおよそ 1ha 当たり 4 万円見当かかる)のが難点である。

2) 耕起し直さないで

- a. 残存するイネ科牧草に適した施肥によって、イネ科を主体に増収を図るのは、窒素肥料を重点に施肥設計が組まれるので肥料代がかさむ。
- b. マメ科牧草を追播し、マメ科の混生する牧草に戻すのは、改善にもまたその後の管理における施肥でも加里もしくは磷酸を重点とし、僅少の窒素肥料の組合せになるので安価にすむ。しかし技術的には若干の注意すべき要点がある。

以上の改善法は実際にはその優劣を競うべきものではない。永年牧草地は主畜もしくは専業酪農経営において見られるもので(穀菽あるいは混同経営では輪作の一環として牧草が組入れられるが短期更新されるので原則として永年牧草地はできない)、このような農家では牧草畑は更新せずにできる限り長期間連続して、安価に、かつ高い収量を維持したいと念願しており、ほかに簡易な改善手段があれば耕起し直して再び牧草を播くことは避けたいのである。したがってチモシー、アカクロバ混播牧草畑造成後数年にしてアカクロバが消滅した場合 2) の a の方法により残存したチモシーを主体に増収を図ったり、あるいは 2) の b のようにしてアカクロバを導入し直したり、を若干繰返えした後、最後に耕起し直し更新ということになるべきものであろう。

V 摘 要

永年牧草地とは主畜あるいは専業酪農地帯においてチモシー・アカクロバ混播採草用牧草のうちアカクロバが消滅し低位生産化したものである。改善対策として、

- 1) 耕起しなおし改めて造成——確実だが費用がかさむ——磷酸と共に加里を充分補給。
- 2) 耕起しなおさないで
 - a) 残存イネ科牧草に窒素肥料を多給——追肥代がかさむ。

- b) マメ科牧草を追播——安価にすむ——追播幼
牧草を定着させるため先占イネ科牧草の生育を
一時押さえる。

引用文献

- 1) 早川康夫, 奥村純一, 昭和38年; 根釧地方火山灰土壌
中における磷酸の行動(第3報) 磷酸の多用に伴う加
里欠乏症の発現について, 道農試集12号, 11頁.
- 2) 小島愼, 虎谷博一, 藤本弘, 川口桂三郎, 昭和37年;
Taranakite ようリン酸塩によりカリウムの固定, 日
土肥誌臨時大会講演要旨, 8号, 7頁.

Summary

The waste pasture in livestock or dairy farm-

house-hold area is cutting-grassland once sown
with timothy and red clover in which the red
clover has disappeared and productivity has
decreased.

The counterplots of the improvement of the
waste pasture are:

1) To establish the pasture over again by
plowing. This is sound but costly. Not only
phosphorus but potassium should be supplied
completely.

2) To establish it not by plowing.

a) Supplying much nitrogen fertilizer to
grass. The additional fertilizer costs much.

b) Sowing additional legume. This is low-
priced. The grass should be checked for a time
to establish the additional young legume.