

根 釧 地 方 の 牧 野 改 良

第 6 報 耐 減 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

早川 康夫† 故橋本 久夫†† 奥村 純一†††

IMPROVEMENT OF RANGE PASTURE IN NEMURO-KUSHIRO DISTRICT

VI Comparison of Tolerance of Forages in the Case of Small Manuring, and Transferring of Nitrogen fixed by Legume to Grass

Yasuo HAYAKAWA, The late Hisao HASHIMOTO & Jun-ichi OKUMURA

北海道の酪農家は、現在搾乳と若牛育成をあわせ行なっているが、後者は利益率が小さいので、個別経営から分離し公共草地で集団育成する計画が進められている。しかし育成事業は利潤が少ないので、特別な低コスト草地の維持管理法が必要であり、その1つとしてマメ科の固定する窒素をイネ科に移譲利用させ窒素肥料の施用を節約する方法について検討した。

I 緒 言

北海道の一般酪農家は搾乳と共に併、若牛の育成を行なっているが、いわゆるブリーダーを除くと育成部門は利潤が薄く、むしろこれを分離して公共草地などに預託し、自らは搾乳牛を集中管理し利益率を上げたいと思っている者が多い。一方このような利益率の低い育成部門を分担しようとする公共草地では、一般酪農家よりも低いコストの飼養技術を投入する必要があり、放牧用草地でも特に低コスト維持管理技術、たとえば収量をあまり下げずに廉価な追肥で長年月維持できる方式の開発が必要となる。

農業経営は土地、資本、労力から構成されるが、わが国では経営面が狭少であることに規制され、運営経費や労力を多投する多収技術がとられてき

た。しかし公共草地では地形、地力に損色ありとしても面積的には個人経営よりも余裕があり、むしろ若牛育成事業が利潤薄く資金、運営費に不足しがちなこと、あるいは人里離れた地区に設置される場合が多くて、稼働労力の獲得が難しいなどの理由から、省力低コスト運営に徹し、若干の減収は面積で補う方式が有利になる。特に夏季間は徹底した終日放牧を行ない、しかも低コスト、利用年限の延長を重点とした草地維持管理技術の採用が必須なのである。

低コスト維持管理手段の1つとして、著しい減収を伴わずに追肥量を減じたいという要望があるので、そのためには追肥量を少なくしても減収が僅少ですむ草種の選定や、またマメ科牧草の固定する窒素をイネ科牧草に移譲利用させることで、窒素肥料の追肥を節減する方法などが考えられる。今回は少肥に耐える草種と固定窒素の利用能力の高い草種の選定を試みた。

† 元根釧農業試験場（現農林省北海道農業試験場）

†† 元根釧農業試験場

††† 元根釧農業試験場（現天北農業試験場）

Ⅱ 試験方法

供試牧草

マメ科 シロクロローバ, アカクロローバ, ラジノクロローバ

イネ科 チモシー, レッドトップ, リードキャナリーグラス, トールフェスク, ケンタッキープリュエグラス

このほかに北海道ではオーチャードグラス*, メドフェスク, ペレニアライグラスが広く利用されているが, 根釧地方は気象条件が厳しく大粒菌核病 *Sclerotinia borealis* に侵されやすいので, 公共草地用として長年月の利用に安定性を欠くことをおそれ, 今回の試験から除外した。

A) 減肥に際し減収率の小さな放牧用草種の選定

まず以上の草種について肥料3要素試験を行なったが, 公共草地においては多肥の下で増収を図ることが難しく, むしろ少量の施肥でもあまり減収しない草種が望ましい。この点について下のような比較的少ない施肥区分に従い増減する収量幅を比較検討した。

施肥量 (kg/10a)

窒素 { イネ科 0, 2, 4, 6 (共通肥料 P_2O_5 8, K_2O 6)
マメ科 0, 1, 2, 3 (共通肥料 P_2O_5 8, K_2O 6)
燐酸 0, 4, 8, 12 (共通肥料 N イネ科 6, マメ科 1, K_2O 6)
加里 0, 2, 4, 6 (共通肥料 N イネ科 6, マメ科 1, P_2O_5 8)
ただし収穫した時日は次のとおりであった。

1年目; 昭和37年9月9日の1回

2年目; 昭和38年7月2日, 8月10日, 9月20日の3回

3年目; 昭和39年6月19日, 8月11日, 10月7日の3回

B) 固定窒素利用効率の高い放牧用草種の選定

イネ科牧草の増収には窒素が必須であるが, マメ科牧草と混播し, 固定窒素の移譲利用を図れば窒素肥料を節減することができる。無窒素の下でイネ科と, マメ科混播中のイネ科牧草収量を単播イネ科収量と比較することによって, イネ科の固

*オーチャードグラスは, 北海道中央部以南および道北地方では放牧採草用の主幹草種である。

定窒素利用効率およびマメ科の窒素固定能力の推定を行なった。

チモシーとシロクロローバ }
チモシーとアカクロローバ } の3組を混播し,
チモシーとラジノクロローバ }

このうちのチモシー収量を単播した場合のチモシー収量と比較した。チモシーの代わりにレッドトップ, リードキャナリーグラス, トールフェスク, ケンタッキープリュエグラスについても同様検討を行なった。

共通肥料として P_2O_5 8 kg, K_2O 6 kg/10a で窒素は施さない。1区面積 10m², 3反覆, 播種は昭和37年6月12日, 3か年継続栽培,

収穫は,

1年目 昭和37年9月7日の1回

2年目 昭和38年7月2日, 8月26日の2回

3年目 昭和39年6月17日, 8月11日, 10月7日の3回

Ⅲ 試験成績

A) 減肥に際し減収率の小さな放牧用草種の選定

根釧地方に適すると思われる放牧用イネ科牧草のうちから, チモシー, レッドトップ, トールフェスク, ケンタッキープリュエグラスの4つを選び, 比較的少ない施肥量の下で窒素, 燐酸, 加里の用量試験を行ない3か年間の収量推移と肥料要素吸収量および利用率を算定し Tab. 1として掲げた。

まず, 窒素施用量を減じた場合の減収比率について, Tab. 1から供試各草種の N 6 kg 施用区を100とし減肥区の収量比を求めると, 初年目では

	無窒素	N 2kg	N 4kg	N 6kg	(kg/10a) 収量
チモシー	72	83	97	100	(1,140)
レッドトップ	70	86	94	100	(918)
トールフェスク	60	66	89	100	(1,050)
ケンタッキープリュエグラス	60	62	72	100	(597a)

根釧地方は気象冷涼で, 初年目は生長量が小さく収量が少ないので, N奪取量は2kg程度, 従って10アール当たり窒素肥料4kgで十分と思われるし, 実際の収量もケンタッキープリュエグラスを

Tab. 1 Yield of grass in the case of small manuring

Timothy

Plot		Forage yield (kg/10 a)									Abs. of manure (kg)			Util.coef(%)		
		1st		2nd year			3rd year				1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
		year	1stcut.	2	3	Total	1stcut.	2	3	Total	year	year	year	year	year	year
N	0 kg	826	478	458	227	936	415	744	485	1,664	2.1	3.7	6.2			
	2 kg	947	620	753	337	1,710	629	872	555	2,056	2.3	5.7	11.5	10	33	88
	4 kg	1,108	1,105	1,305	887	3,392	742	894	935	2,571	3.6	9.4	12.5	38	31	53
	6 kg	1,140	1,457	1,660	1,095	4,212	1,017	1,072	915	3,004	3.8	14.7	14.0	29	61	43
P ₂ O ₅	0 kg	410	1,065	1,255	850	3,170	672	789	670	2,131	0.7	2.2	3.0			
	4 kg	860	1,255	1,290	735	3,280	943	918	705	2,566	1.2	3.3	4.4	13	9	12
	8 kg	1,073	1,095	1,380	1,025	3,500	975	964	920	2,859	1.2	3.7	4.7	6	6	7
	12 kg	955	1,245	1,348	825	3,418	810	918	655	2,383	0.8	3.9	4.3	3	5	4
K ₂ O	0 kg	693	605	835	682	2,122	505	409	300	1,214	3.0	4.9	2.1			
	2 kg	850	763	1,350	825	2,938	533	766	393	1,692	3.3	6.9	4.2	15	32	35
	4 kg	953	958	1,275	1,000	3,233	867	921	710	2,501	3.7	10.7	9.9	18	48	65
	6 kg	1,190	1,085	1,372	1,030	3,487	1,056	1,006	885	2,947	3.9	15.7	14.0	15	78	66

Red top

Plot		Forage yield (kg/10 a)									Abs. of manure (kg)			Util.coef(%)		
		1 st		2nd year			3rd year				1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
		year	1stcut.	2	3	Total	1stcut.	2	3	Total	year	year	year	year	year	year
N	0 kg	646	425	472	295	1,192	510	615	390	1,515	1.9	4.8	6.8			
	2 kg	794	573	560	350	1,483	720	745	450	1,915	2.3	5.9	8.4	20	18	27
	4 kg	860	973	759	625	2,357	637	820	560	2,017	2.8	8.9	8.7	23	29	16
	6 kg	918	1,050	955	785	2,790	758	895	615	2,268	2.9	10.2	9.4	17	30	22
P ₂ O ₅	0 kg	472	654	860	778	2,292	552	723	585	1,860	0.6	3.1	2.3			
	4 kg	712	1,038	1,030	750	2,818	602	853	555	2,010	0.8	3.2	3.0	5	1	6
	8 kg	890	1,153	963	918	3,034	742	872	635	2,249	1.0	3.6	3.1	5	2	3
	12 kg	815	1,045	1,050	835	2,930	717	810	600	2,127	1.3	3.7	2.9	6	2	2
K ₂ O	0 kg	783	648	680	490	1,818	333	350	400	1,123	1.3	2.5	1.1			
	2 kg	832	899	957	612	2,468	307	645	517	1,469	2.4	5.3	2.4	56	47	22
	4 kg	894	1,005	1,055	690	2,750	649	760	559	1,968	2.7	9.2	5.9	35	56	40
	6 kg	982	1,052	1,019	790	2,861	765	840	605	2,210	2.9	11.4	9.4	27	50	46

Tall fescue

Plot		Forage yield (kg/10 a)									Abs. of manure (kg)			Util.coef.(%)		
		1st	2nd year				3rd year				1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
		year	1st cut.	2	3	Total	1st cut.	2	3	Total	year	year	year	year	year	year
N	0 kg	634	310	476	438	1,224	277	558	440	1,275	1.9	4.0	6.4			
	2 kg	697	327	621	470	1,418	370	629	487	1,486	2.7	4.2	7.0	40	30	10
	4 kg	932	473	702	518	1,693	757	748	559	2,064	3.4	5.6	8.9	38	13	21
	6 kg	1,050	544	739	603	1,886	996	756	607	2,359	3.5	7.4	9.6	27	19	18
P ₂ O ₅	0 kg	610	425	617	750	1,792	925	687	425	2,037	0.8	1.3	3.2			
	4 kg	700	487	746	875	2,108	850	810	499	2,654	0.9	1.8	4.0	3	4	7
	8 kg	984	505	682	725	1,912	1,020	739	587	2,346	1.3	2.3	3.8	6	4	3
	12 kg	906	425	628	845	1,898	986	781	522	2,289	1.2	2.1	3.7	3	2	1
K ₂ O	0 kg	639	317	515	645	1,277	290	289	233	812	2.3	1.9	0.7			
	2 kg	690	345	692	591	1,628	372	521	437	1,330	3.0	4.8	4.2	35	48	59
	4 kg	992	445	715	675	1,835	872	594	530	1,996	4.8	8.7	6.1	6	57	45
	6 kg	978	520	755	715	1,990	995	789	610	2,394	6.6	14.6	7.2	72	70	36

Kentucky bluegrass

Plot		Forage yield (kg/10 a)									Abs. of manure (kg)			Util.coef.(%)		
		1st	2nd year				3rd year				1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
		year	1st cut.	2	3	Total	1st cut.	2	3	Total	year	year	year	year	year	year
N	0 kg	358	410	454	422	1,286	455	636	440	1,531	1.4	5.8	8.1			
	2 kg	371	545	603	372	1,520	539	738	505	1,782	1.5	6.7	9.8	50	15	28
	4 kg	431	650	712	527	1,889	610	818	523	1,951	1.6	8.2	10.4	5	20	14
	6 kg	597	765	829	765	2,359	868	840	575	2,283	2.3	10.1	11.5	15	24	19
P ₂ O ₅	0 kg	330	495	587	545	1,676	705	805	527	2,037	0.7	2.2	2.8			
	4 kg	405	810	606	604	2,020	785	831	455	2,071	0.8	3.0	3.6	3	4	7
	8 kg	540	750	760	719	2,229	820	795	602	2,217	1.0	3.5	3.6	6	4	3
	12 kg	520	730	651	657	1,881	705	657	445	1,807	0.9	3.2	3.0	3	2	1
K ₂ O	0 kg	454	378	513	540	1,431	400	359	290	1,049	1.7	3.1	2.3			
	2 kg	432	515	587	593	1,695	510	547	314	1,371	1.9	6.3	4.6	10	53	38
	4 kg	514	763	653	644	2,060	714	732	420	1,866	2.7	10.1	8.0	25	58	48
	6 kg	575	806	787	717	2,310	835	825	583	2,243	2.8	12.1	10.2	18	50	44

除く3草種ではN 4 kg 施用区の収量はN 6 kg 区の90%以上を得ていた。しかし根釧地方では牧草の本格的収獲は2年目以降でありその比率は下記のとおりであった。

	無窒素	2 年 目		
		N 2 kg	4 kg	6 kg
チモシー	19	35	69	100
レッドトップ	43	53	84	100
トールフェスク	65	75	90	100
ケンタッキープ リュウグラス	55	64	80	100

	無窒素	3 年 目		
		N 2 kg	4 kg	6 kg
チモシー	55	68	86	100
レッドトップ	67	84	89	100
トールフェスク	54	63	87	100
ケンタッキープ リュウグラス	67	78	85	100

2年目以降特に窒素欠乏が顕著になる3年目の成績は、耐減肥性の適否を良く反映すると思われる。すなわち、チモシーは窒素不足で急減し、少量の肥料で栽培するのに不適であった。トールフェスクもやや不適で、レッドトップ、ケンタッキープリュウグラスは窒素施用量を減じてても減収が軽微であった。天然窒素利用量は、収量がN施用量に敏感に左右されるチモシーと、トールフェスクは10a 当たり6kg、減収率の少ないレッドトップとケンタッキープリュウグラスは7~8kgで、この草種は窒素肥料を増施してもチモシーのように窒素吸収量はあまり多くならなかった。

磷酸についても同様に各供試草種の10a 当たり P_2O_5 12kg 区の収量を100とし減肥した場合の百分比を求めたところ、

	無磷酸	P_2O_5 4 kg	P_2O_5 8 kg	P_2O_5 12kg
チモシー	43	90	112	100
レッドトップ	58	87	109	100
トールフェスク	67	77	109	100
ケンタッキープ リュウグラス	63	78	104	100

初年目は磷酸の効果が大きく特にチモシーは無磷酸で減収が著しかった。2年目以降は磷酸の肥効が鈍くなるものであるが、その比率は次のとおりであった。

	無磷酸	2 年 目		
		P_2O_5 4 kg	8 kg	12kg
チモシー	93	96	102	100
レッドトップ	78	96	104	100
トールフェスク	94	111	101	100
ケンタッキープ リュウグラス	89	107	118	100

	無磷酸	3 年 目		
		P_2O_5 4 kg	8 kg	12kg
チモシー	89	108	120	100
レッドトップ	87	94	106	100
トールフェスク	89	116	102	100
ケンタッキープ リュウグラス	113	115	123	100

この場合、無磷酸区の実収量が高かったのは共通肥料として十分量の窒素と加里が併用されたからで、換言すれば磷酸追肥がなくとも高収量が得られることを示すものであった。一般に磷酸は収獲量が少なく、10a 当たりわずか1~3kgで、2年目以降は磷酸を増施しても磷酸吸収量は必ずしも増さず、利用率も10%以下であった。

加里は窒素と同様に初年目は増施に伴う増収効果が低かった。供試各草種の加里6kg区の収量を100とし、減肥した場合の収量比を求めると、

	無加里	K_2O 2 kg	K_2O 4 kg	K_2O 6 kg
チモシー	58	71	80	100
レッドトップ	79	84	91	100
トールフェスク	65	71	101	100
ケンタッキープ リュウグラス	79	75	89	100

加里肥料の減肥に伴う減収率は、チモシーが最も著しかった。加里減量に伴う減収は年次ごとに激しくなり、特にチモシーとトールフェスクの無加里区は30~40%にまで低下した。

2 年 目

	無加里	K ₂ O 2 kg	4 kg	6 kg
チモシー	61	84	93	100
レッドトップ	64	86	96	100
トールフェスク	64	82	92	100
ケンタッキープ リュウグラス	62	73	89	100

3 年 目

	無加里	K ₂ O 2 kg	4 kg	6 kg
チモシー	41	57	85	100
レッドトップ	51	66	89	100
トールフェスク	34	56	83	100
ケンタッキープ リュウグラス	47	61	83	100

加里の天然供給量は、その絶対量が少ない上に年次の経過と共に低下が著しく、10aに当たりの収奪量5~10kg、利用率40~60%であったことから追肥必須量を推定すると、放牧利用の場合は尿としての還元を考慮に入れ8~10kg程度となるであろう。

以上を概括すると供試牧草4種のうち減肥に耐えうるものは、レッドトップとケンタッキープリ

ュウグラスで、チモシーは多肥に際し効果を發揮する草種といえる。

マメ科牧草についても同様な検討を行なった。供試牧草はシロクロバ、アカクロバ、ラジノクロバで収量、養分吸収量、利用率をTab. 2に掲げた。

クロバは固定窒素を利用するので、窒素施用効果が少ないものであるが、播種当年はまだ根瘤菌の着生が少なく、一般に若干の窒素施用効果が認められるものである。Tab. 2 から供試マメ科草種の窒素3kg施用区収量を100とし、減肥区の減収率を求めると、初年目では、

	無窒素	N 1 kg	N 2 kg	N 3 kg (kg/10a)
シロクロバ	59	73	85	100 (750)
アカクロバ	56	59	81	100 (1,318)
ラジノクロバ	94	101	104	100 (740)

すなわち、初年目では無窒素の場合窒素施用区の約半量になることもありうることを示していた。もちろん2年目以降からは窒素施用量を節減すべきであることは、下記2、3年目の百分比からもうかがえた。

Tab. 2 Yield of legume in the case of small manuring

White clover

Plot	Forage yield (kg/10 a)									Abs. of manure (kg)			Util.coef.(%)		
	1st year	2nd year				3rd year				1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year
		1st cut.	2	3	Total	1st cut.	2	3	Total						
N	0 kg	443	972	690	271	1,933	524	737	448	1,709	1.5	9.7	7.8		
	1 kg	550	1,073	825	398	2,296	657	990	515	2,162	1.6	11.6	9.9		
	2 kg	638	1,435	755	410	2,600	615	880	500	1,995	2.2	11.9	10.0		
	3 kg	750	1,105	730	324	2,159	537	692	450	1,679	2.1	9.4	9.1		
P ₂ O ₅	0 kg	290	387	655	261	1,303	528	822	380	1,730	0.3	1.1	2.0		
	4 kg	358	895	765	267	1,927	620	795	490	1,905	0.4	1.6	2.2	3	4
	8 kg	525	1,062	810	430	2,306	698	995	540	2,233	0.5	2.1	2.3	3	4
	12 kg	605	907	685	383	1,975	658	885	495	2,038	0.6	2.1	2.2	2	3
K ₂ O	0 kg	390	621	455	136	1,212	303	575	195	1,078	1.1	1.7	1.6		
	2 kg	448	783	580	275	1,643	463	752	310	1,525	1.2	2.8	3.2	5	18
	4 kg	495	946	665	353	1,964	665	815	465	1,945	1.4	4.7	5.0	8	25
	6 kg	557	1,011	830	425	2,266	649	930	515	2,094	1.5	5.1	6.2	7	19

Red clover

Plot	Forage yield (kg/10 a)									Abs. of manure (kg)			Util.coef.(%)		
	1st year	2nd year				3rd year				1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year
		1st cut.	2	3	Total	1st cut.	2	3	Total						
N	0 kg	732	1,071	1,110	688	2,869	630	774	355	1,759	2.2	17.2	9.0		
	1 kg	783	1,422	1,350	751	3,523	985	815	425	2,225	2.8	19.3	12.7		
	2 kg	1,065	1,474	1,295	600	3,369	890	787	375	2,054	4.5	19.8	12.9		
	3 kg	1,318	1,356	1,045	578	2,979	808	717	287	1,812	5.9	18.6	9.3		
P ₂ O ₅	0 kg	410	1,121	1,255	706	3,082	765	860	383	2,008	0.5	3.5	2.5		
	4 kg	646	1,550	1,305	685	3,540	977	723	410	2,110	0.5	3.6	2.9	~	1 3
	8 kg	778	1,491	1,395	705	3,591	768	1,050	675	2,493	0.8	4.2	4.0	26	3 6
	12 kg	705	1,508	1,280	685	3,473	857	856	497	2,210	0.7	3.9	3.3	17	1 2
K ₂ O	0 kg	543	990	765	429	2,184	589	523	128	1,245	1.0	4.6	2.0		
	2 kg	645	1,160	1,130	508	2,798	727	664	260	1,651	1.6	6.4	3.9	32	30 32
	4 kg	678	1,273	1,365	635	3,273	1,010	767	335	2,110	1.5	7.0	6.5	19	20 38
	6 kg	725	1,442	1,405	685	3,532	917	910	430	2,257	1.6	8.8	7.3	10	23 30

Ladino clover

Plot	Forage yield (kg/10 a)									Abs. of manure (kg)			Util.coef.(%)		
	1st year	2nd year				3rd year				1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year
		1st cut.	2	3	Total	1st cut.	2	3	Total						
N	0 kg	695	823	750	1,250	2,823	722	943	733	2,398	2.2	10.9	11.4		
	1 kg	720	1,148	1,095	1,243	3,486	755	1,075	890	2,720	2.3	13.6	13.7		
	2 kg	805	1,229	1,140	1,448	3,817	633	1,196	870	2,699	2.7	16.4	14.4		
	3 kg	740	1,286	905	1,135	3,326	682	1,028	760	2,470	2.2	13.4	12.8		
P ₂ O ₅	0 kg	533	576	775	1,077	2,428	673	853	550	2,076	0.4	1.5	2.1		
	4 kg	745	870	915	1,250	3,035	720	998	875	2,593	0.7	2.3	2.2	8	6 1
	8 kg	770	1,176	1,100	1,015	3,291	760	1,070	840	2,670	0.8	2.5	2.8	5	4 3
	12 kg	863	1,020	1,065	1,230	3,315	615	960	705	2,280	0.9	2.5	2.5	4	3 1
K ₂ O	0 kg	515	598	670	940	2,208	395	595	465	1,455	1.4	2.7	1.7		
	2 kg	685	1,033	750	1,088	2,891	570	781	630	1,981	2.0	4.1	6.9	30	23 87
	4 kg	737	964	985	990	2,939	659	978	725	2,362	2.1	6.5	7.1	17	32 45
	6 kg	714	1,189	1,030	1,135	3,354	777	1,093	825	2,695	1.8	8.4	8.0	7	32 35

	2 年 目				3 年 目			
	無窒素	N 1 kg	2 kg	3 kg	無窒素	N 1 kg	2 kg	3 kg
シロクロローバ	90	106	156	100	102	129	119	100
アカクロローバ	96	118	113	100	97	123	113	100
ラジノクロローバ	85	105	115	100	97	110	109	100

このうち、シロクロローバは収量は劣っていたが早春の萌芽起生が早くランナーを広範囲に伸ばし生育おう盛で寒地における永年性放牧用草種として有望であった。アカクロローバは耐用年限が短く、3年目においてすでに凋退の徴候が見られたので、この種の目的からは不適であった。ラジノクロローバは多収で耐用年限も長い、根釧地方のような厳寒地では冬枯れを伴いやすく、春の起生が遅れるなどの欠点を有する。しかし収量が多いだけに10a当たりの地上部窒素吸収量は、シロクロローバが約10kgに対しラジノクロローバは約14~16kgで両者のいずれを主幹マメ科草種として採択するかは、にわかに決め難い。磷酸と加里についてはマメ科3草種間に特記すべき較差はなかったが、施用量に対する収量差の振幅はシロクロローバがやや大きいようであった。

参考として先述イネ科牧草試験区に隣接してラジノクロローバ区が設置されてあったが、2年目後半ごろからラジノクロローバがイネ科牧草区に侵入しだした。特に窒素施用量の少ない区では全面に混生しマメ科率が40~60%になっていた。イネ科区に侵入したラジノクロローバ量を Tab. 3 として掲げた。

これによれば供試イネ科4草種中ラジノクロローバの侵入を受けた量の最も多かったのはレッドトップ、ケンタッキーフリュウグラスで、このことから permanent pasture としてクロローバを主体とする混播組合せの基本草種としてレッドトップ、ケンタッキーフリュウグラスが適切な草種であろうと判定した。

B) 固定窒素利用効率の高い放牧用草種の選定

マメ科の固定窒素移譲効率の比較手段としてイネ科マメ科混播中のイネ科収量を単播イネ科収量と比較し Tab. 4 に掲げた。ただしマメ科の窒素固定がおう盛になるのは2年目後半以降であるので、混播による増加効果の確認は3年目の収量で比較することとし、単播イネ科収量を100としシロクロローバ、アカクロローバ、ラジノクロローバと混播した場合の収量比を各表最下欄に示した。百分比の右肩につけた * は t 検定の有意性である。

この表で単播に比べ特に増収率が高くなっていたのは

シロクロローバ と ケンタッキーフリュウグラス
 // レッドトップ
 // チモシー
 ラジノクロローバ と ケンタッキーフリュウグラス
 // レッドトップ

などであった。

このうち、イネ科マメ科合計実収量が多かった草種組合せは、

ラジノクロローバ と レッドトップ
 // ケンタッキーフリュウグラス
 // チモシー

であって、シロクロローバと組合わせた場合には実収量が半減していた。アカクロローバは耐用年限が短くこの種の目的に不適であり、従って基本草種としてのマメ科牧草には固定窒素移譲効率が高く耐寒性の強いシロクロローバか、あるいは耐寒性にやや難があっても収量の高いラジノクロローバを選ぶことになる。しかし根釧地方のような寒冷地では前者を主体にした方が安全で、収量の少ない点は面積で補うようにすべきであろう。

Tab. 3 Yield of ladino clover being mixed in grass plot (3rd year) (kg/10a)

	Timothy plot				Red top plot				Tall fescue plot				K. bluegrass plot			
	1st cut.	2	3	Total	1st cut.	2	3	Total	1st cut.	2	3	Total	1st cut.	2	3	Total
N 0 kg	408	371	303	1082	493	758	291	1542	381	828	301	1510	289	715	390	1394
2 kg	85	412	236	633	120	371	248	739	328	335	205	868	321	606	326	1253
4 kg	16	171	202	389	133	347	201	681	246	418	93	757	220	331	123	674
6 kg	21	23	24	68	92	85	172	348	216	308	138	662	226	312	53	591

Tab. 4 Increase of grass yield when clovers were mixed (kg/10 a)

Timothy

	Timothy single sow.	Mix.sow. with W.clover Timothy	Mix.sow. with W.clover W.clover	Mix.sow. with R.clover Timothy	Mix.sow. with R.clover R.clover	Mix.sow. with L.clover Timothy	Mix.sow. with L.clover L.clover	
1st year cut.	814	189	1,599	303	1,435	128	1,923	
2nd year	1st cut.	533	543	1,445	404	830	249	1,160
	2nd cut.	406	519	765	472	911	303	1,318
3rd year	1st cut.	245	376	636	350	826	364	456
	2nd cut.	221	334	523	296	373	309	990
	3rd cut.	253	349	358	242	270	274	783
Total for 3 years	719	1,059	1,517	888	1,469	947	2,229	
Yield ratio	100	147**		123*		132**		

Red top

	R.top single sow.	Mix.sow. with W.clover		Mix.sow. with R.clover		Mix.sow. with L.clover		
		R.top	W.clover	R.top	R.clover	R.top	L.clover	
1st year cut.	1,092	551	1,834	965	947	518	2,097	
2nd year	1st cut.	478	469	1,440	276	761	303	1,271
	2nd cut.	290	591	931	419	1,047	312	1,311
3rd year	1st cut.	219	368	846	246	721	363	639
	2nd cut.	261	413	569	281	368	316	1,054
	3rd cut.	193	269	409	200	321	257	850
Total for 3 years	673	1,050	1,824	727	1,410	936	2,543	
Yield ratio	100	160**		107		139**		

Reed canarygrass

	R.can. single sow.	Mix.sow. with W.clover		Mix.sow. with R.clover		Mix.sow. with L.clover		
		R.can.	W.clover	R.can.	R.clover	R.can.	L.clover	
1st year cut.	1,155	1,110	575	1,017	672	1,025	1,242	
2nd year {	1st cut.	552	655	1,134	776	704	691	1,101
	2nd cut.	419	524	551	660	504	664	446
3rd year {	1st cut.	269	347	599	302	782	386	582
	2nd cut.	524	456	445	296	307	585	269
	3rd cut.	301	317	279	238	231	314	270
Total for 3 years	1,094	1,120	1,323	836	1,420	1,285	1,121	
Yield ratio	100	103		72		122**		

Tall fescue

	T. fescue	Mix. sow. with W. clover		Mix. sow. with R. clover		Mix. sow. with L. clover	
	single sow.	T. fescue	W. clover	T. fescue	R. clover	T. fescue	L. clover
1st year cut.	1,172	589	1,433	458	962	797	1,721
2nd year	1st cut.	693	702	1282	537	828	647
	2nd cut.	251	736	911	425	697	412
3rd year	1st cut.	210	425	646	247	618	288
	2nd cut.	354	434	577	334	448	326
	3rd cut.	300	307	474	262	278	300
Total for 3 years	864	1,166	1,697	843	1,344	914	1,946
Yield ratio	100	135**		98		106	

Kentucky bluegrass

	K. blue.	Mix. sow. with W. clover		Mix. sow. with R. clover		Mix. sow. with clover	
	single sow.	K. blue.	W. clover	K. blue.	R. clover	K. blue.	L. clover
1st year cut.	1,267	794	881	721	864	1,146	1,159
2nd year	1st cut.	510	886	899	702	976	801
	2nd cut.	224	524	830	432	644	375
3rd year	1st cut.	238	360	686	285	524	305
	2nd cut.	295	417	604	358	447	373
	3rd cut.	280	380	600	326	245	319
Total for 3 years	713	1,157	1,890	969	1,216	1,097	2,574
Yield ratio	100	163**		136**		140**	

また単播イネ科牧草とマメ科に混播したイネ科牧草の3成分含有率を、Tab. 5 に比較して掲げた。このような条件の差が明瞭になるのは3年目ころからで（磷酸は生育初期に較差を認めやすいが、含有率の絶対値、振幅が小さいので目立たない）あることから1、2年目の調査結果を省略し第3年目の値のみを示した。これによれば無窒素でマメ科と混播したイネ科牧草は単播にくらべ増収したばかりでなく窒素含有率も若干高くなっていた。しかもシロクロバ、ラジノクロバなど増収効果の高いマメ科と組合わせた場合に窒素含有率の上昇が著しかった。また加里含有率は混播区のイネ科が単播区に比べて下がるが多かった。これは混播区が収量にまさり加里収奪量が多かったの

で、土壌中の加里含有量が減少したためで、この場合でもアカクロバとの混播よりシロクロバ、ラジノクロバと混播した場合に低下が著しかった。

IV 考 察

根釧地方は気候寒冷で土壌凍結もきびしく、これに耐えて永年利用できる草種は少ない。根釧地方で30～50年もの間、連続利用していた草地を調査してみると、結局残存している草種はチモシー、レッドトップ、ケンタッキープリュウグラスとシロクロバである。従ってこれらの草種を基幹とし組合わせを考えれば永年生は確保されるが、収量が少ないので何らかの処置を必要とする。一般

Tab. 5 N, P₂O₅, K₂O contents of grass mixed with clovers (%)

		N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
		Single sow.	Mix. sow. with			Single sow.	Mix. sow. with			Single sow.	Mix. sow. with		
			W. clover	R. clover	L. clover		W. clover	R. clover	L. clover		W. clover	R. clover	L. clover
Timothy	1st cut.	2.01	2.15	2.15	2.15	0.59	0.55	0.64	0.55	3.28	2.88	3.16	2.88
	2nd cut.	2.15	2.55	2.05	2.15	0.71	0.69	0.66	0.71	3.84	3.16	3.06	3.06
	3rd cut.	2.82	2.88	2.95	3.15	0.83	0.87	0.83	0.87	4.44	4.18	4.44	4.18
Red top	1st cut.	2.15	2.55	2.15	2.82	0.61	0.60	0.64	0.62	3.28	2.96	3.16	3.16
	2nd cut.	2.55	2.68	2.50	2.65	0.74	0.78	0.70	0.74	3.28	2.96	2.88	3.06
	3rd cut.	2.82	3.09	2.82	3.15	0.73	0.70	0.73	0.73	4.18	3.92	3.92	3.92
Reed canarygrass	1st cut.	2.01	2.15	2.01	2.28	0.66	0.66	0.66	0.68	3.38	3.06	3.28	3.16
	2nd cut.	2.01	2.28	2.01	2.10	0.69	0.72	0.68	0.73	3.28	2.88	3.06	2.76
	3rd cut.	2.55	2.68	2.55	2.68	0.80	0.79	0.76	0.79	4.06	3.84	3.84	3.38
Tall fescue	1st cut.	2.28	2.48	2.28	2.68	0.63	0.63	0.70	0.69	3.16	2.70	2.88	2.88
	2nd cut.	2.15	2.15	2.10	2.15	0.76	0.76	0.77	0.81	4.26	4.18	4.06	3.82
	3rd cut.	2.28	2.95	2.82	3.09	0.83	0.78	0.78	0.83	4.44	4.05	4.18	3.84
Kentucky bluegrass	1st cut.	2.15	2.45	2.19	2.28	0.69	0.67	0.72	0.69	2.88	2.30	2.46	2.28
	2nd cut.	2.15	2.15	2.20	2.25	0.79	0.74	0.74	0.82	3.70	2.88	2.80	2.88
	3rd cut.	2.75	2.95	2.75	2.82	0.79	0.79	0.73	0.74	4.18	3.84	3.70	3.92

にイネ科牧草は適当量の磷酸と加里が補給されてあれば窒素増施に伴い収量が上昇するものであるが、窒素肥料は化学肥料中価格の最も高い成分で、公共草地のように低コスト管理を行なわねばならぬ場合には、これに頼って増収を図ることは難しい。英連邦諸国ではマメ科牧草の固定する窒素をイネ科に移譲させ、窒素肥料は原則として用いない方式をとっているが、このような手段の限界について検討を行なった。

北海道の公共草地は土地面積に余裕があり、多額の経費を投入して高産生産を上げるよりは安い経費で長年月にわたり利用したいという要望が強い（草地改良事業実施要領では、造成に際し補助を受けた草地は6年間を通じ毎年ha当たり生草収量30トン以上確保することが義務づけられており、低コストを目標にする場合も収量をこれ以下に落とすことは許されない）。

施肥を控えた場合に著しく減収する草種は、低コスト公共草地に適するといひ難い。マメ科牧草特にシロクロバ、ラジノクロバは無窒素栽培の方がむしろ増収することすらありうる。イネ科で減収の少ない草種は、これまで雑草のように

見なされ積極的に利用されることの少なかったレッドトップ、ケンタッキークロバ、リュウグラスなどで、特にレッドトップは下繁型で採草用としては不適当であるが、放牧用として若い状態のうちに利用するならば、嗜好性、再生力共にすぐれた草種である。施肥量の少ない場合は特に菌核病抵抗性が下がるので冬枯れを多発しやすく、結局この目的に適するイネ科草種は前記少数のものに限定される。

またクロバとの混播によって固定窒素の移譲利用を図る場合、固定窒素が化学肥料のように速効性でなく、この利用効率は組合わす草種により相異がでる。供試3マメ科草種中シロクロバは移譲効率が最も高かったが収量が劣るので、北海道中部以南はラジノクロバを利用すべきであろう。根釧地方ではイネ科のうちレッドトップ、ケンタッキークロバは固定窒素利用能率が高かったが収量がやや劣るので、中部以南ではオーチャードグラスを中心とする草種組合わせが有利となるかも知れない。

磷酸は造成の際補助を受け、搬入される磷酸質

土壌改良資材の磷酸の肥効持続を期待して磷酸の追肥を節する。これは発芽直後の幼牧草が主として水溶性磷酸のみ吸収するのに対し、2 番草以降では土壌に固定され難溶化した磷酸をも吸収利用できるようになることから、基肥が十分施用されていれば磷酸の追肥を欠いても、減収が僅少であることによる¹⁾。

以上のことを組合わせ、まずシロクロバ（ラジノクロバを含む）を基本草種としこれに適した肥培法の下で固定窒素の移譲を図りながらイネ科の生育を助長させることで窒素質化学肥料を節し、磷酸質土壌改良資材の残効を期待して磷酸肥料を控えることにより、結局加里主体の追肥を行なえば良いことになる。根釧地方火山灰地の放牧用草地に対しては、10a 当たりおよそ加里 8 kg 施用することで加里欠乏による減収を押さえうるから、追肥経費は 10a 当たり 300 円弱（塩化加里を用うれば K_2O 成分 1 kg 当たり 35 円）となるが、さらに混生率の調整のため窒素 2 kg 程度用うようになったとしても（塩安を用うれば N 成分 1 kg 当たり 82 円 500 円弱で一応充足できる計算になる。

さらに利用後再生回復のために適切な休牧期をおく必要がある。さきの試験²⁾でシロクロバの 1 日当たり収量増加は 35～45 日まで上昇を保つが、葉片部の生長は 24 日前後で頂点に達することから、この日数を基準に利用後の休牧期を組合せた輪換周期をとるべきであると判じた。

以上のようにこの方法は施肥など人為的な管理技術に頼って多収穫を目標としているのではなく、牧草の持つ特性を活用し長年月にわたり平衡した収量を維持しようとするものである。

V 摘 要

現在草地研究の目的は多収をあげることに重点がおかれているが、北海道における公共草地のようにむしろ低コストで永年利用したいという希望の場合もある。その方法の 1 つとして、

施肥量を減じても減収割合の少ないものを選ぶが、一般にクロバ類は追肥を欠いても減収が少

なく、イネ科ではレッドトップ、ケンタッキーブルーグラスの減収率が小さい。

また固定窒素を利用することで窒素肥料を節約する方法の検討では、固定窒素の移譲能率の高いマメ科はシロクロバ、ラジノクロバで、また利用効能の高いイネ科はレッドトップ、ケンタッキーブルーグラスなどであった。

以上の草種を組合わせ、窒素質と磷酸質肥料を節約した追肥法の下で低コスト維持を図る基本手段にしようとする。

引 用 文 献

- 1) 早川康夫, 橋本久夫, 昭和36年; 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 第7号, 16頁
- 2) _____, 昭和38年; _____, 第7報 放牧用牧草の施肥法について 道農試集 第10号 42頁

Summary

Nowadays, holding a high yield will be one of the purposes of grassland investigations. But, it will be also necessary to maintain pasture for a long time at a low cost without renovating in public pasture, Hokkaido.

Taking this viewpoint, writers obtained the following results.

1) Forage having low ratio of decreasing yield should be selected in the condition of small manuring. In spite of giving up top-dress, the Legume held low ratio of decreasing yield, and Red top, Kentucky bluegrass in grass.

2) Legume transferring fixed nitrogen to grass efficiently were White clover and Ladino clover. Grass utilizing nitrogen fixed by legume were Red top and Kentucky bluegrass.

3) Accordingly, the maintenance of yield at low cost in public pasture will be based upon the combination of mixture-sowing with seeds and methods of top-dressing which saved nitrogen and phosphorus.