

極寒冷地域における放牧草地の維持管理法

第1報 イネ科牧草に対するシロクローバの窒素移譲

平島 利昭† 能勢 公† 袴田 共之† 奥村 純一†

PASTURE MANAGEMENT IN THE COLD REGION

1. Transfer of Fixed Nitrogen from White Clover to Red Top

Toshiaki HIRASHIMA, Isao NOSE, Tomoyuki HAKAMATA & Jun-ichi OKUMURA

利益率の低い育成牛などを対象とした放牧草地では、窒素固定力の大きいシロクローバを組合せた混播により、窒素施肥を節減することが望ましい。本報告では、シロクローバ13品種について、それらと混播したレッドトップに対する窒素移譲量を推定しようとした。その結果、窒素移譲量は、シロクローバの品種、草地造成後の年数および季節によって異なるが、年間およそ16~39 kg/haであった。したがって、このような放牧草地では、シロクローバの収量性、永続性とともに窒素移譲能力の高い品種を選ぶ必要がある。

I 緒 言

草地農業では、草生産を通じて最終的に家畜生産に結びつける過程を、効率的に進めることが重要である。とくに、育成牛を対象とする公共用草地では、利益率が低いため、その維持管理に多くの経費を投入することが難しく、またできる限り永年利用することが期待されている。

混播草地は、一般に生産性¹⁾や永続性²⁾の面ですぐれているばかりでなく、放牧地の場合は家畜栄養³⁾の面でも好ましいといわれている。とくに、空中窒素を固定利用するまめ科牧草を組み合わせると、少量の窒素施肥で比較的高い生産をあげうため、生産費の低下⁴⁾をはかることができる。

一般に、クローバと混播したいね科牧草は、単播の場合より高い窒素含有率を示す⁵⁾。この理由としては、クローバ根粒の固定窒素の一部が、窒素化合物として分泌されるか、あるいは離脱した

根や根粒の分解によって放出され⁶⁾、いね科牧草に吸収利用されるためといわれている。WALKERら⁷⁾は、クローバと混播したいね科牧草の吸収した窒素を、施肥に基づく窒素、土壤中から無機化した窒素およびクローバの固定窒素に由来するものの総計であるとし、PETERSONら⁸⁾は、この概念によって混播草地の窒素経済を論じている。さきに、早川ら⁹⁾は草地の低コスト維持管理法として、クローバ固定窒素の移譲効率が高いシロクローバやラジノクローバと、耐減肥性のいね科牧草であるレッドトップ、ケンタッキーブルーグラスなどを組合せると、窒素施肥量を節約しうると推論した。

そこで著者らは、さらに根鋤地方において、レッドトップと混播したシロクローバの品種間における窒素移譲量を比較検討したので、その結果を報告する。

本報告を取りまとめるに当たって、ご指導とご校閲を賜わった根鋤農業試験場長松村宏、中央農業試験場化学部長森哲郎、Massachusetts大学教授 Dr. Mack DRAKE および Dr. William G. COLBY の諸氏に深甚なる謝意を

† 根鋤農業試験場

†† 元根鋤農業試験場(現天北農業試験場)

表する。

II 試験方法

Table 1 に掲げた 13 種のシロクローバの品種または系統を供試し、それらのクローバとレッドトップの混播区を設け、さらにレッドトップの単播区を加え、14 区とした。また、別に当地方における供試品種または系統の適応性をみるため、クローバの単播区を併置した。

施肥は Table 2 に示したが、とくに窒素については無施用系列と施用系列を設け、磷酸、加里は

全区共通に施用した。

試験区は乱塊法 (3 反復) により配置し、1 区面積は 9 m^2 とした。

なお、クローバ単播区は雑草の侵入が多く、また混播区の窒素施用系列は、クローバ固定窒素の移譲が不明瞭となったので、3 年目以降の調査は中止した。

供試ほ場は、摩周統火山灰土壌に属し、その表土は腐植にすこぶる富む砂壤土、pH 5.6~5.8、磷酸吸収係数 1,533、塩基置換容量 $33.2\text{ me}/100\text{ g}$ の性質を有し、排水は良好であった。

Table 1 Species (varieties) of white clover used

No.	Species or/and varieties	Type*	Note
1	Ladino clover	L	U. S. A.
2	Oregon certified ladino clover	L	U. S. A.
3	California certified ladino clover	L	U. S. A.
4	Ladino clover	L	Commercial
5	White clover	W	U. S. A.
6	Certified pedigree white clover	W	New Zealand
7	Certified mother white clover	W	New Zealand
8	Permanent pasture white clover	W	New Zealand
9	Pajbjerg Milka II K&V white clover	W	Denmark
10	Lodi øtøfte white clover	W	Denmark
11	Deutsch I white clover	W	Germany
12	Dutch white clover	W	Netherland
13	White clover	W	Commercial

* L; Ladino type, W; Common type.

Table 2 Fertilization (kg/10a/year)

Year	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	Note
	no application	application			
1 st year (1965)	0	2	5	7	(1)
2 nd year (1966)	0	6	5	15	(2)
3 rd year (1967)	0	discontinued	5	28	
4 th year (1968)	0	discontinued	5	28	

Note; (1) All elements were applied at seeding.

(2) After the second year, N and K₂O, divided equally, were applied after every cutting without final cutting in year, but only P₂O₅ was applied in the spring once a year.

(3) Fertilizers used as follows; N: Ammoniumsulfate, P₂O₅: Superphosphate, K₂O: Potassiumsulfate.

III 試験結果

1 シロクローバ単播区の収量

供試したシロクローバは、Table 3 に示したように、発芽率の低いものが多く⁷⁾、(種子がやや古かったためと思われる)、単播条件下では初期の立毛数も少なかった。しかし、2年目には、刈取りが進むにしたがってランナーが伸長し、その被度も高まった。そこで、80%以上の被度に達した2年目

3番草の収量についてみると、ラジノ型品種はコモン型品種より明らかに多収を示し、コモン型品種の中では、New Zealand系のNo. 7, No. 8と、Denmark系のNo. 9, No. 10がやや多収であった。この結果は、北海道内の月寒、滝川、新得などで得られた結果⁷⁾とはほぼ同様の傾向であった。

窒素を施用した場合は、ラジノ型品種は増収したが、コモン型品種では減収するものが多く、窒素施用による後者の生育抑制が大きかった。

Table 3 Growth and yield of white clovers sown alone

Species or/and varieties No.	Germination ratio (%)	Number of stand in early stage (per 400 cm ²)		Coverage of white clover in the 2nd year (%)				Yield of dry matter of the 3rd cutting in the 2nd year (kg/10a)	
				June 21		Sept. 29			
		Nitrogen		Nitrogen		Nitrogen		Nitrogen	
		appli- cation	no appli- cation	appli- cation	no appli- cation	appli- cation	no appli- cation	appli- cation	no appli- cation
1	91	17.3	16.0	100	98	90	100	136	149
2	14	4.3	2.6	83	49	100	91	142	169
3	24	6.0	6.3	69	77	100	93	111	140
4	82	14.6	16.3	93	100	92	100	116	141
5	89	17.0	16.6	96	90	71	81	67	64
6	30	2.6	3.0	64	41	92	92	83	69
7	46	4.0	2.0	49	54	100	81	99	84
8	40	2.3	3.3	57	66	97	85	98	85
9	16	5.0	4.6	76	82	98	91	103	81
10	34	1.6	1.3	57	79	100	80	95	58
11	76	16.0	11.6	93	98	73	72	66	89
12	—	14.3	13.0	85	88	77	94	60	44
13	93	20.0	18.3	88	100	82	82	85	96
L.S.D.*								NS	59 80

* Upper figures at 5% level and under at 1% level.

2 混播区の収量と草種混生割合

供試シロクローバの各品種と、レッドトップを混播した場合の収量は、Table 4 および Table 5 に示した。

無窒素の場合、混播区のシロクローバ収量は、クローバ単播のときと同様、ラジノ型品種がまさり、またコモン型品種の中でも、年次的にやや変動はあったが、やはりNo. 7, No. 8, No. 9およびNo. 10などが高収を示した。これに対して、混播区のレッドトップ収量は区間差がやや小さかつ

たため、混播区の全収量でも、クローバ収量の高かった上記の各区で多収となった。年次や季節による収量変動は、一般に多収区で少なく、また混播中のクローバ収量ではラジノ型品種で変動が少なく、コモン型品種では春の収量はやや多いが、再生力がやや劣るため、秋は低収となり、季節の変動を大きくしていた。

つぎに混播区のレッドトップ収量と、単播のレッドトップ収量を比べると、1, 2の例外はあるが、混播区が高収であり、しかもその収量差は年

Table 4 Dry matter yield in the mixtures of red top and white clovers in the case of no nitrogen application

Species or/and varieties No.	Red top				White clover				Total			
	year				year				year			
	2 nd	3 rd	4 th	sum	2 nd	3 rd	4 th	sum	2 nd	3 rd	4 th	sum
1	224	419	340	983	374	442	406	1,222	598	861	746	2,205
2	216	305	197	718	238	459	482	1,179	454	764	679	1,897
3	233	393	428	1,054	291	427	358	1,076	524	820	786	2,130
4	188	374	285	847	377	428	432	1,237	565	802	717	2,084
5	206	465	331	1,002	259	206	101	566	465	671	432	1,568
6	187	373	345	905	142	308	188	638	329	681	533	1,543
7	227	376	370	973	138	324	204	666	365	700	574	1,639
8	175	405	435	1,014	166	305	208	679	341	709	643	1,693
9	266	412	398	1,076	242	260	162	664	508	672	560	1,740
10	210	374	365	949	155	328	240	723	365	702	605	1,672
11	247	435	282	964	222	153	141	516	469	588	423	1,480
12	161	432	320	913	170	258	217	645	331	690	537	1,558
13	211	396	411	1,018	306	190	95	591	517	586	506	1,609
Rt*	196	331	252	779	—	—	—	—	196	331	252	779
L.S.D.**		49 66	70 95		81 110	58 78	48 65		97 132	63 86	104 141	

* Red top sown alone, ** Upper figures at 5% level and under at 1% level.

Table 5 Dry matter yield in the mixtures of red top and white clovers, in the case of nitrogen application, nitrogen contents of red top associated with or without white clovers and the amounts of transferred nitrogen to red top (at 2nd year)

Species or/and varieties No.	Dry matter yields (kg/10a)			Nitrogen contents of red top (%) *			Amounts of transferred nitrogen (kg/10a) **			
	Red top	White clover	Total	Cutting			Cutting			Total
				1 st	2 nd	3 rd	1 st	2 nd	3 rd	
1	363	331	694	2.26	2.92	2.81	0.04	0.55	1.16	1.75
2	369	192	561	1.88	2.42	2.38	0.25	-0.97	-0.14	-0.86
3	437	167	604	1.92	2.49	2.49	0.00	-0.14	0.83	0.69
4	389	318	707	1.97	2.74	2.77	0.05	0.45	1.62	2.12
5	439	246	685	2.40	2.89	2.25	0.38	1.75	1.50	3.63
6	342	93	435	1.94	2.33	1.99	-0.12	-0.80	-0.23	-1.15
7	346	128	474	1.98	2.59	2.05	0.04	-1.11	-0.67	-1.73
8	361	148	509	1.79	2.78	2.09	0.18	-0.70	-0.52	-1.04
9	404	168	572	1.80	2.71	2.28	-0.07	0.22	0.59	0.74
10	436	118	554	1.92	2.85	2.18	1.11	0.15	0.09	1.35
11	407	222	629	2.18	2.84	2.06	-0.34	0.82	0.48	0.96
12	266	329	595	2.06	2.94	2.75	-0.34	-1.57	-0.79	-2.70
13	414	230	644	2.11	2.57	2.05	-0.20	0.33	0.38	0.51
Rt.	428	—	428	1.67	2.59	1.93	—	—	—	—
L.S.D.***	NS	131 176	149 —	NS	NS	0.59 —	NS	1.74 —	NS	NS

* per dry matter

** This value was calculated from the difference of absorbed nitrogen of red tops associated with and without white clovers.

*** Upper figures at 5% level and under at 1% level.

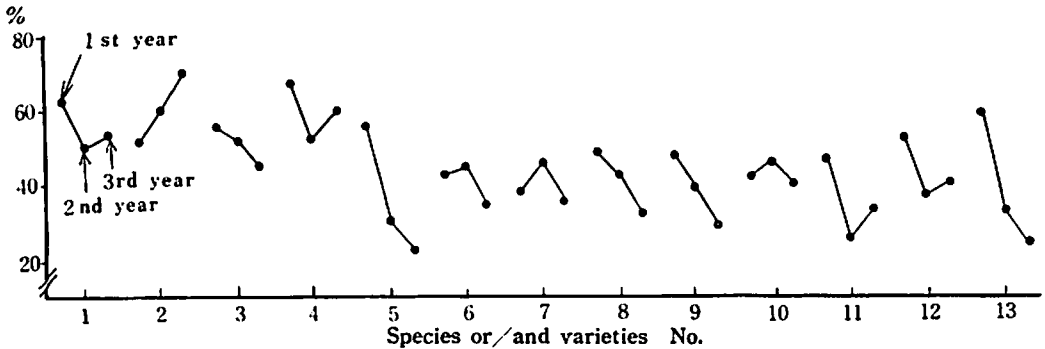


Fig. 1 Legume percentage in the mixture of red top and white clovers in the case of no nitrogen application

次とともに大きくなった。これは、混播した両草種間の競合もあろうが、イネ科牧草に対するクローバの生育促進効果を示すものと思われる。

クローバの混生割合は、Fig. 1 に示したが、ラジノ型品種の混播区では、1 番草以外はほとんど 50 % 以上を示し、レッドトップを圧倒していたが、コモン型品種の混播では、3 年目以降は 50 % 以下となり、経年的に低下する傾向があった。

窒素を施用した場合 (Table 5) は、2 年目のみ調査したが、無窒素の場合に比べ、クローバはいずれも減収したが、レッドトップは大幅に増収し、結局全収量では各区とも増収となった。試験区間

では、窒素施用に伴うクローバの減収率が少なかった No.1, No.4, No.5, No.11 および No.13 などが高収であった。

また、窒素施用によって、レッドトップ単播区も大きく増収したため、クローバと混播することによるレッドトップ収量の増加は、ほとんどの場合認められなかった。

クローバの混生割合は、窒素施用により、いずれも大きく低下し、レッドトップが優勢となった。

3 レッドトップの窒素含有率

単播および混播区のレッドトップの窒素含有率は Table 5 および Table 6 に示した。

Table 6 Nitrogen contents of red top associated with or without white clovers in the case of no nitrogen application (% per dry matter)

Species or/and varieties No.	2nd year (1966)			3rd year (1967)				4th year (1968)			
	Cutting			Cutting				Cutting			
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
1	2.08	3.03	2.70	1.86	2.37	2.48	1.99	2.04	2.56	2.83	3.54
2	2.08	2.46	2.56	1.78	2.44	2.85	2.87				
3	2.23	2.67	2.84	1.82	2.51	2.69	2.70				
4	2.27	2.76	3.14	1.84	2.31	2.17	2.54	1.99	2.52	2.86	3.54
5	2.13	2.75	2.34	1.69	2.06	2.49	2.02	1.98	1.99	2.15	2.73
6	2.03	2.35	2.48	1.69	2.13	2.51	2.43	1.92	2.41	2.37	3.06
7	2.18	2.40	2.35	1.56	2.39	2.60	2.52				
8	1.94	2.28	2.44	1.62	2.30	2.66	2.40				
9	1.98	2.56	2.37	1.71	2.17	2.58	2.22				
10	1.94	2.49	2.38	1.75	2.48	2.60	2.54				
11	2.27	2.67	2.26	1.41	2.02	2.41	2.04				
12	2.18	2.94	2.66	1.78	2.46	2.02	2.42				
13	2.13	2.90	2.45	1.60	2.20	2.53	2.18				
Rt.	1.91	2.39	2.35	1.36	1.63	1.99	1.98	1.90	2.12	2.20	2.63
L.S.D*	NS	NS	NS	0.21	0.21	0.35	0.25	NS	NS	0.08	0.16
				0.28	0.28	0.48	0.35			0.12	0.23

* Upper figures at 5 % level and under at 1 % level.

これによると、2、3の例外はあったが、全般にクローバの品種あるいは窒素施用のいかんにかかわらず、混播区のレッドトップは、単播区のレッドトップより高い窒素含有率を示した。このことは、前述したように、無窒素の場合、混播区のレッドトップ収量が単播レッドトップの収量を上回ることを考え合わせれば、明らかにクローバの固定窒素の一部がレッドトップに移行吸収されてい

るものと推定される。

4 窒素移譲量

クローバの固定窒素から、レッドトップに移譲したと思われる窒素を量的に評価するために、「混播区のレッドトップの窒素吸収量」から、「単播区のレッドトップの窒素吸収量」を差引いて、窒素移譲量とした。このようにして求めた窒素移譲量は Table 7 および Table 5 に掲げた。

Table 7 The amounts of transferred nitrogen to red top in the case of no nitrogen application (kg/10a) *

Species or/and varieties No.	2nd year (1966)				3rd year (1967)					4th year (1968)				
	Cutting				Cutting					Cutting				
	1st	2nd	3rd	Total	1st	2nd	3rd	4th	Total	1st	2nd	3rd	4th	Total
1	0.17	0.57	0.81	1.55	0.79	1.03	1.52	0.17	3.51	0.97	1.09	0.87	0.29	3.22
2	0.69	0.07	-0.05	0.71	0.32	1.03	0.16	0.13	1.64					
3	0.79	0.34	0.49	1.62	1.00	1.49	0.23	0.88	3.60					
4	-0.08	0.17	0.66	0.75	1.12	0.99	-0.06	0.34	2.39	0.62	0.36	0.29	0.53	1.80
5	0.01	0.47	0.06	0.54	1.05	1.26	1.13	0.42	3.86	0.57	0.37	0.19	0.42	1.55
6	0.25	-0.20	-0.13	-0.08	0.43	0.87	0.54	0.55	2.39	0.68	0.53	0.81	0.61	2.63
7	0.67	0.36	-0.22	0.81	0.39	0.88	0.68	0.71	2.66					
8	0.06	-0.09	-0.60	-0.63	0.46	1.13	0.66	0.99	3.24					
9	0.32	0.25	1.15	1.72	0.60	1.04	0.98	0.60	3.22					
10	0.43	0.16	-0.28	0.31	0.74	0.81	0.47	0.80	2.82					
11	0.37	0.49	0.52	1.38	0.61	1.29	0.56	0.33	2.79					
12	-0.04	-0.05	-0.16	-0.25	0.95	1.27	0.28	0.97	3.47					
13	0.29	-0.09	0.49	0.69	0.70	1.11	0.22	0.47	2.50					
L. S. D.**	NS	0.17 —	NS	NS	0.47 0.64	NS	0.70 0.96	0.48 0.65	1.22 —	NS	NS	NS	NS	NS
*** Means {	0.39	0.29	0.48	1.20	0.81	1.14	0.46	0.38	2.79	0.80	0.73	0.58	0.41	2.51
W	0.26	0.15	0.09	0.50	0.66	1.07	0.61	0.65	2.99	0.63	0.45	0.50	0.52	2.09

* This value was calculated by the same way with Table 5.

** Indicate upper figures at 5% level and under at 1% level.

*** Means of several species or/and varieties. L; Ladino type contained from No.1 to No.4, W; Common type contained from No.5 to No.13.

まず、造成2年目には、草生が十分でなく、クローバの根粒着生も少なかったと思われるが、窒素移譲量は全般に少なく、また品種間の差も、2番草以外明らかでなかった。年間合計量の比較的多いものでは、無窒素の場合 1.38~1.72 kg/10a を示し、窒素施用の場合は、No. 5 が 3.63 kg/10a で最高を示し、ほかは 1.35~2.12 kg/10a であっ

た。一般に窒素を施用すると、レッドトップ単播区の収量および吸収量が増大し、混播区との差が少なくなり、窒素移譲量はマイナスになるものが多かった。この傾向は、試験を中止した3年目ではさらに大きくなり、窒素移譲量の評価が困難となった。

つぎに、草生が確立した3年目は、無窒素の場

合、全般に窒素移譲量は多くなり、また供試クローバ品種間にも統計的有意差が認められた。中でも No. 5, No. 3, No. 1, No. 12 など高い移譲量を示し、年間 3.47~3.86 kg/10a であった。

4年目には、2~3年目で特徴的であった4品種の混播区についてみたが、クローバ混生割合の経時的変動に伴って、レッドトップ単播区との収量や窒素含有率の差が小さくなったため、No. 6 以外は3年目より低い移譲量となった。

一方、季節的変動についてみると、春から夏にかけての1~2番草で多く、3~4番草の秋には、

牧草生育が劣え、一般に窒素移譲量は少なくなった。とくにこの傾向は、クローバ収量とは逆に、コモン型品種より、ラジノ型品種で大きいようであった。

Table 8 には、4年目のは場で調査したクローバのランナー、根重および根粒数について示した。それによると、ラジノ型品種はコモン型品種に比べ、明らかに太いランナーを有し、根重も多かったが、根粒数は根重当たりではコモン型品種、面積当たりではラジノ型品種が多かった。しかし窒素移譲量との関係は明らかでなかった。

Table 8 Diameter of stolon, weight of roots and number of nodules of some white clovers at the 4th year

Species or/and varieties No.	Diameter of stolon (mm)	Weight of roots * (mg)	Numbers of nodules **		Amounts of transferred nitrogen (kg/10a)***
			per gram	per 100 cm ²	
1	2.51±0.25	92	530	49	3.22
4	2.38±0.26	102	345	35	1.80
5	1.21±0.17	44	591	26	1.55
6	1.46±0.24	49	575	28	2.63

* per 20 cm²×5 cm (in depth) ** Examined by samples of weighed roots *** In the 4th year

Table 9 Inorganic nitrogen, total carbon, total nitrogen and C-N ratio in the plot soil (at the 3rd year)

Species or/and varieties No.	Inorganic nitrogen* (mg/100g)			Total carbon *** (%)	Total nitrogen *** (%)	C-N ratio
	Before ** incubation (A)	After ** incubation (B)	Decomposable organic nitrogen (B-A)			
1	10.2	41.8	31.6	6.93	0.54	12.8
2	10.4	41.4	31.0	7.11	0.53	13.5
3	12.2	44.6	32.4	7.24	0.57	12.8
4	10.4	41.3	30.9	7.08	0.57	12.4
5	8.9	38.5	29.6	7.26	0.54	13.5
6	8.6	33.9	25.3	7.00	0.54	12.9
7	9.3	39.3	30.0	7.02	0.56	12.6
8	9.9	41.8	31.9	7.28	0.55	13.3
9	10.1	40.3	30.2	7.05	0.56	12.7
10	10.3	38.8	28.5	7.91	0.57	14.0
11	9.3	39.2	29.9	7.32	0.56	13.2
12	9.5	41.2	31.7	7.98	0.56	14.4
13	8.9	34.0	25.1	6.85	0.53	12.9
Rt.	7.9	31.1	23.2	6.93	0.50	13.8

* Extracted by 10% KCl and determined by CONWAY'S method, and indicated the sum of NO₃-N and NH₄-N.

** Incubated at 28°C, 21 days.

*** Total carbon was determined by TYURIN'S titration method and total nitrogen by Kjeldahl method.

Table 9には、3年目の試験区の土壌について、全炭素、全窒素および無機態窒素を調査した結果を掲げた。これによると、無機態窒素および易分解性窒素とも、混播区ではレッドトップ単播区より明らかに高くなっており、とくに易分解性窒素(Y)と窒素移譲量(X)との間には、No. 2, No. 5を除くと直線関係($Y=2.93^{**}X+21.4$)がみられた。すなわち、窒素移譲量の多少は、クローバの根や根粒などの脱落に伴う易分解性有機物に負うところが大きいものと思われた。

IV 考 察

まめ科牧草の固定した窒素から、混播したいね科牧草にどの程度の窒素が移譲されるかは、種々の要因に影響されるものと思われる。すなわち、その要因としては、①まめ科牧草の窒素固定能力、②まめ科牧草の品種とその適応性、③いね科牧草の種類、④草種混生割合、⑤施肥や利用法などの管理条件が考えられる。以下これらの要因について考察する。

シロクローバの窒素固定能力は、ほかのまめ科牧草に比べて多いといわれているが、従来¹⁾の調査⁵⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾からみると、年間10~70 kg/10aで、気象条件、草地の経過年数、利用期間や方法などによってかなりの幅がみられる。本試験の場合、各クローバの生産量から推定すると、その窒素固定量は約15~25 kg/10aと思われ、そのうち約15~20%が移譲量として計算された。DILLZ¹²⁾が、ポット試験によって、シロクローバ・ペレニアルライグラス混播によって求めた窒素移譲量は、固定量の約32%としているが、実験条件が異なるので直接比較することは妥当でない。

供試シロクローバの適応性について、収量からみるとラジノ型品種が、コモン型品種にまさり、後者の中では、北海道で従来得られた結果¹⁾と同様 New Zealand系、Denmark系のものに多収なものがみられた。一方、窒素移譲量でも、これらのクローバ品種間に差があり、その傾向は必ずしも収量性とは一致せず、ラジノ型品種のU.S.A.系、コモン型品種の中では New Zealand系、Netherlands系のものにすぐれたものがみられた。

このことから、シロクローバの適品種選定に当たっては、窒素移譲能力の面にも留意する必要が示唆された。

混播するいね科牧草の種類も、窒素移譲量に影響する重要な要因である。BULTNER¹³⁾は、シロクローバの根や根粒によって、土壌中に放出される窒素は、そのままでは根粒活動を制限するので、混播いね科牧草によって、絶えずこれを取除く方がよいとしている。したがって適正な混生割合を保てば、窒素吸収力の大きいいね科牧草を入れると、その窒素移譲量を多くすることになると思われる。本試験のレッドトップの場合、無窒素条件で、年間10a当たり、2年目1.7 kg、3年目3.9 kg、4年目3.2 kgが最高であった。著者ら¹⁴⁾が同じく無窒素で、チモシーを用いて行なった試験では、2年目約2.5 kg、3年目約4.0 kgと推定され、また早川らの報告⁵⁾から、同じくシロクローバと混播した3年目の草地では、チモシー2.0 kg、レッドトップ2.4 kg、リードキャナリーグラス0.5 kg、トールフェスク1.9 kg、ケンタッキーブルーグラス2.0 kgと推定される。COLBY¹⁵⁾は窒素移譲をうけるいね科牧草としては、チモシーがよいとしているが、いずれにしても上記のような草種では、年間約4 kg/10a程度と考えられよう。

ここで求めた窒素移譲量は、単播と混播のいね科牧草の窒素吸収量の差によって表わしているもので、当然混播の場合の草種混生割合に左右される。すなわち、まめ科牧草が少なければ(例、4年目のNo. 5)、その窒素固定量は少なく、逆にいね科牧草が少なければ(例、3年目のNo. 2)、移譲をうける量は少なくなる。草種割合は種々の条件によって変動しやすいが、窒素移譲量の経年的変動も、この草種割合の変化によってもたらされるところが大きいように思われる。効率的な窒素移譲を期待するためには、3年目のようにクローバ混生割合をほぼ40~60%程度に維持管理する必要がある。しかも、この割合は、従来から、生産性や家畜栄養面でも好ましいとされているものと一致している。

窒素移譲はまた季節的にも変化する。すなわち、春~夏には牧草生育および根粒活動がおう盛

であり、また地温上昇に伴って脱落した根や根粒の分解、無機化が促進されること、いね科牧草の生育が盛んで、窒素吸収力が増すことなどにより、その窒素移譲は多くなるものと思われた。しかし、秋には、牧草生育が劣え、いね科牧草の吸収力も低下するため、土壤中に放出された根や根粒は利用されず、多くは土壤中に残存し、翌年利用されるものと思われる。3年目秋の調査では、窒素移譲量と土壤中の易分解性窒素との間には密接な関係が認められた。

一方、まめ科牧草の根から直接窒素化合物が放出するという説¹⁴⁾があり、とくに最高気温が低く、昼が長く、夜涼しい場合にその窒素放出量が多いという。このような現象は、比較的冷涼な根釧地方でも考えられるかも知れない。

混播草地に対する窒素施肥は、一般に根粒着生を制限し、まめ科牧草を減収させ、いね科牧草の生育を促進する。本試験では、ラジノ型品種に比べ、コモン型品種の混播区でこの傾向が大きかった。また、窒素施肥によって、レッドトップは、単播、混播とも窒素吸収量は増加したが、両者の差が少なく、あるいはマイナスに計算されるものが多かった。PETERSONら¹⁵⁾はクローバ窒素と施肥窒素の70%以上がいね科牧草によって回収されているが、本試験では施肥窒素の影響が大きく、このような見方はできなかった。

クローバの根や根粒の離脱は、刈取りまたは家畜の採食によって多くなるといわれている¹⁴⁾が、利用頻度の多い放牧地では窒素移譲量も多くなる可能性がある。SEARS¹⁵⁾は磷酸、石灰の施用および放牧により、シロクローバの窒素固定および草地の生産を高めるとしている。

放牧草地の窒素輪廻において、このようにまめ科牧草の固定窒素がいね科牧草に直接移譲する量は、せいぜい固定量の15~20%程度に過ぎない。実際の放牧地では、固定窒素によって生育したまめ科牧草は、家畜に採食され、それが再び糞尿として草地に還元される。まめ科牧草の固定窒素はむしろこの径路によっていね科牧草に供給される方が多い³⁾と思われる。したがって、草地の窒素施肥節減のより重要な課題は、この糞尿還元の効

率的活用にあると思われる。

省力管理が必要とされる大規模放牧草地に導入されるまめ科牧草は、収量性ととともに、経年的、季節的生産の均平、放牧抵抗性および永続性にすぐれていることが必要である。本試験では、これらの点について明らかにすることができなかったが、従来から永続性があるといわれ、事実根釧地方の永年草地でも残存しているコモン型のシロクローバは、上述の目的に適するものであろう。この場合、本試験で明らかにされたように、窒素移譲量の多い品種を選ぶとともに、適正な混生割合を維持するように管理すれば、窒素施肥の節減をはかることができよう。

最後に、本試験に供試したシロクローバの品種または系統の種子を分譲していただいた北海道農業試験場 金子幸司氏に厚くお礼申し上げる。

V 摘 要

永年放牧草地では、窒素固定能力の大きいまめ科牧草を導入し、その固定窒素の一部を混播した いね科牧草に移譲させることによって、窒素施肥の節減をはかることが期待される。この報告では、根釧地方において、シロクローバ13品種または系統を供試し、これらと混播したレッドトップへ移譲利用されるクローバの固定窒素がどの程度であるかについて検討した。その結果の概要はつぎのとおりであった。

1 シロクローバと混播したレッドトップは、クローバの品種のいかにかわからず、単播のレッドトップに比べ、収量が増大し、その窒素含有率も上昇した。その結果、レッドトップの窒素吸収量の差から求めた窒素移譲量は、草生の確立していない2年目では、最高1.7 kg/10 aであったが、3年目では1.6~3.9 kg/10 aとなり、4年目では1.6~3.2 kg/10 aで若干低下した。

2 季節的には、牧草生育のおう盛な春から夏にかけて、窒素移譲量が多く、牧草生育の衰えた秋には減少した。

3 シロクローバの品種間における窒素移譲量の差は、3年目には各番草および年間合計量とも統計的有意差が認められたが、シロクローバの収

量とは必ずしも一致しなかった。

4 以上のことから、永年放牧草地では、収量は多少低くとも、永続性にすぐれ、かつ窒素移譲能力の大きいシロクローバ品種を導入すべきであろうと推論した。

引用文献

- 1) BUTLER, G. W., 1957; New light on clover nitrogen, Dairy farming Annual, 55-61.
- 2) COLBY, W. G., 1970; 私信による。
- 3) DILZ, K. and E. G., MULDER, 1962; Effect of associated growth on yield and nitrogen content of legume and grass plants. Plant and soil, XXVI. 229-237.
- 4) EHEELER, W. A., 1950; Forage and Pasture Crops. 66.
- 5) 早川康夫, 橋本久夫, 奥村純一, 1967; 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, 道農試集, 15, 101-112.
- 6) 広田秀憲, 1966; ニュージーランドの草地農業, 畑地農業研究会
- 7) 北海道農業試験場・新得畜産試験場・滝川畜産試験場, 1965; シロクローバ品種に関する試験成績, 昭和40年度北海道農業試験会議資料
- 8) 北岸確三, 宮里 恩, 沖田 正, 1959; 施肥に対する多年性牧草の反応 (第2報) 反応の特異性とその草種間差異, 土肥誌, 30, 3, 97-101.
- 9) ———, 1961; ニュージーランド草地農業における土壌肥沃度の諸問題, 土肥誌, 32, 3, 115-120.
- 10) 能勢 公ほか, 1969; 根室地方における混播条件下のシロクローバ品種比較試験, 北農 36, 1, 18-21.
- 11) ———ほか, 1969; 根釧地方の採草地におけるシロクローバ導入効果, 北農 36, 12, 63-69.
- 12) 奥村純一, 袴田共之, 能勢 公, 1967; 低コスト公共草地における白クローバ導入に関する一考察, 北農 34, 9, 30-33.
- 13) PETERSON, M. L. and L. E. BENDIXEN, 1961; Plant competition in relationship to nitrogen economy. Agron. Jour. 53, 45-49.
- 14) ラッセル, E. J.・E. W. ラッセル, 1956; 植物生育と土壌 (藤原ほか訳), 朝倉書店.
- 15) SEARS, P. D., 1953; Pasture growth and soil fertility. 1. The influence of red and white clovers, superphosphate, lime and sheep grazing on pasture yields and botanical composition. N. Z. J. Sci. Tech., 35, A, 1-29.
- 16) 坪松戒三, 藤田 保, 1965; 根釧地方における乳牛の放牧飼養管理に関する試験, Ⅱ 各種混播草地の産乳効果比較, 北海道立根釧農業試験場資料第1号, 58-60.
- 17) WALKER, T. W., H. D. ORCHISTON, and A. F. R. ADAMS, 1954; The nitrogen economy of grass legume association. J. Brit. Grassl. Soc., 9, 249-274.
- 18) HUGHES, H. D., E. H. MAURICE, and S. H., DARRREL, 1962; Forages. 2nd ed., 124. IOWA.
- 19) 山田豊一, 1963; 牧草の栽培と利用, 13-15, 101-133, 養賢堂.
- 20) 吉原 潔ほか, 1958; 牧草の混播に関する研究 Ⅱ. マメ科牧草の混播による草地の収量及び2~3の土壌性質の変化について, 農技研報, G14, 185-191.

Summary

Farmers may be able to reduce the amounts of nitrogen fertilizer required in permanent pastures by including clovers in the pasture mixture. This experiment was carried out in the Nemuro-Kushiro district of eastern Hokkaido and it was designed to study the relative effectiveness of thirteen species or/and varieties of white clover (*Trifolium repens*) to provide nitrogen to the associated red top (*Agrostis alba*) grasses.

The experimental results are summarized as follows;

1) Red top was always higher both in yield and in nitrogen content when grown in association with any of the white clover species or varieties. The amounts of nitrogen transferred to red top was 1.7 kg per 10a in the second year when the vegetation was not completely established; 1.6-3.9 kg per 10a in the third year; and 1.6-3.2 kg per 10a in the fourth year.

2) Nitrogen transfer was remarkably high

when the forage was in flush condition in spring and summer, but was reduced when the forage growth declined in the autumn.

3) Only in the third year were the amounts of nitrogen transferred statistically significant between species or varieties of white clover in the total and in each cutting. However, there was little relationship in yields of whole forage and the white clover itself.

4) In conclusion, a specific species or va-

rieties of white clover being introduced for use in permanent pasture must be selected depending on its characteristics of longevity and ability to transfer nitrogen to associated grasses. The white clover selection with the greatest longevity and the greatest ability to transfer nitrogen to associated grasses may not have the highest yield of white clovers grown alone.