

転作田の飼料畑化過程 (その3)

原田 勇・篠原 功・高野 岳夫
(酪農学園大学)

Survey on the processes of change from paddy soil to forage field
(Part 3)

Harada, I. I. Shinohara, and T. Takano
(Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069 Japan)

緒 言

転作田の飼料畑化過程を明らかにするため1984年5月4日に播種された¹⁾アルファルファ(*Medicago sativa* L. 品種デュピュイ)とスムーズブロムグラス(*Bromus inermis* Leys. 品種北見1号)草地の3年目について調査研究したので、以下にその概要を記述する。

材料および方法

供試した水田土壌は、1983年まで25年間以上水田として使用してきた恵庭市黄金町の火山性土壌で、造成後3年目の土壌である。

この草地土壌の1986年3番草収穫跡地土壌の特性は表1のようである²⁾。すなわち、pHの平均はH₂Oで5.63, KClで4.64でやや低い値を示している。全窒素(T-N)は0.29%でpH同様処理間並びに草種間では差異は認め難かった。有効態のりん酸は平均で7.9mg/100g乾土でやや少なく、カリも9.5mg/100g乾土と少なかった。またカルシウムは150mg/100g乾土と少なかったが、マグネシウムは36mg/100g乾土でやや多い傾向を示した。微量元素の銅は6.6, 亜鉛は3.9ppmでやや少なく、マンガンは65ppmでやや多い傾向であった。

圃場は1984年に造成した試験圃をそのまま用いた。すなわち交互条播堆肥区, 交互条播無堆肥区, 単播堆肥アルファルファ区, および単播堆肥スムーズブロムグラス区の4処理である。処理区の大きさは3

表1 3番草収穫跡地土壌の特性

刈取り	処 理 区	pH		EC	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Cu	Mn	Zn
		H ₂ O	KCl	μ·mho	%	mg/100g 乾土				ppm			
3 番 草 跡 地 土 壌	単 播 堆 肥 アルファルファ区	5.60	4.65	76.0	0.28	6.9	9.7	160	37.5	2.2	6.7	67	3.9
	単播堆肥スムーズ ブロムグラス区	5.65	4.60	74.8	0.31	6.3	9.4	152	33.0	2.3	6.6	65	4.3
	交 互 条 播 堆 肥 区	5.65	4.70	63.3	0.28	6.9	7.8	144	38.0	2.2	6.5	60	3.9
	交 互 条 播 無 堆 肥 区	5.60	4.60	77.8	0.28	11.3	10.9	143	36.0	1.9	6.7	66	3.3
平	均	5.63	4.64	73.0	0.29	7.9	9.5	150	36.1	2.2	6.6	65	3.9

m × 3 m で条間は30cmである。

本年の施肥量は厩産苦土りん肥500kg/ha, 硫酸カリ300kg/haを1986年4月18日と6月27日1番草刈取り後と2番草刈取り後に追肥した。また、微量元素肥料としてF.T.E.を4kg/haを2番草刈取り後に一面施用した。

土壌は毎刈取り後に、処理区の中央部、畝間から、表層10cmの土壌を採取して、風乾後分析に供試した。

結 果

草丈の推移：アルファルファおよびスムースブロムグラスの各刈取り期における草丈は表2のようであった。すなわち1番草は両牧草とも草丈が高く104~125cmの範囲であり、2番草ではアルファルファで74~79cm, スムースブロムグラスで39~59cmであった。また3番草では前者で68~74cm, 後者で39~57cmであった。これらの結果から両牧草とも、番草間では1番草 > 2番草 = 3番草という関係であり、草種間では1番草では差異がなく、2, 3番草ではアルファルファ > スムースブロムグラスという関係にあった。また処理間ではアルファルファには明瞭な差異は認めがたかったが、スムースブロムグラスの単播堆肥区は他の交互条播区のそれより低い傾向を示した。

表2 草丈の推移, 1986, 1, 2, 3 番草 (cm)

	1 番 草 6月27日	2 番 草 8月1日	3 番 草 9月5日
単 播 堆 肥 区 アルファルファ	111 ± 2.0	73.5 ± 0.5	72.1 ± 5.5
単 播 堆 肥 区 スムースブロムグラス	111 ± 0.5	38.5 ± 2.5	38.7 ± 3.3
交 互 条 播 堆 肥 区 アルファルファ	104 ± 8.5	77.0 ± 1.0	73.8 ± 3.5
交 互 条 播 堆 肥 区 スムースブロムグラス	115 ± 7.0	59.0 ± 8.0	45.0 ± 2.0
交 互 条 播 無 堆 肥 区 アルファルファ	111 ± 2.0	79.0 ± 1.0	68.1 ± 5.0
交 互 条 播 無 堆 肥 区 スムースブロムグラス	125 ± 4.5	58.5 ± 6.5	57.0 ± 4.6

生草重および乾物重：生草重および乾物重は表3および図1のようであった。すなわち生草重は単播堆肥区のアルファルファでは1番草で34t, 2番草23tそして3番草では15tで合計72t/haであり、これらの乾物量の合計は13t/haであった。一方単播堆肥区のスムースブロムグラスは1番草12t, 2番草2t, そして3番草が4tで合計18t/haであり、これらの乾物量の合計は3t/haであった。交互条播区のアルファルファの乾物量は10~12tで、スムースブロムグラスは僅かに1.2~1.6t/haであった。また、これらの牧草の乾物率はアルファルファで13.06~20.62%であり、スムースブロムグラスでは10.27~26.62%の範囲にあった。

牧草のミネラル組成：以上のような生育を示した牧草のミネラル組成は表4のように、アルファルファの灰分含有率は平均9.57%でスムースブロムグラスでは11.15%であった。そして処理間では差異は認めがたかったが、しかし1, 2番草より3番草で多くなる傾向があり、これは前年同様であった²⁾。ケイ酸の含有率はアルファルファで0.78%, スムースブロムグラスで3.21%で前者より後者に高く処理間の差異はアルファルファでは認められなかったがスムースブロムグラスでは単播区においてやや高い傾向があった。リン酸はアルファルファで平均0.26%, スムースブロムグラスで0.37%で後者でやや高まっていた。とくにスムースブロムグラスの2, 3番草でこの傾向が顕著であった。カリではアルファルファで2.91%, スムースブロムグラスで3.40%であり、両牧草とも刈取り時期で1番草 < 2番草 < 3番草の順位であったが、

表3 生草重および乾物重

処 理 区	草 種	生草重 kg/ha	乾物重 kg/ha	乾物率 %
単播堆肥区 アルファルファ	1番草	34250	6563	19.16
	2番草	22500	4548	20.21
	3番草	14750	2224	15.08
	合計	71500	13335	18.65
単播堆肥区 スムーズブロムグラス	1番草	12000	2179	18.13
	2番草	2250	599	26.62
	3番草	3500	646	18.46
	合計	17750	3424	19.29
交互条播堆肥区 アルファルファ	1番草	32000	6248	19.53
	2番草	15500	3149	20.32
	3番草	16500	2154	13.06
	合計	64000	11551	18.05
交互条播堆肥区 スムーズブロムグラス	1番草	5250	725	13.81
	2番草	2515	395	15.70
	3番草	1100	113	10.27
	合計	8865	1233	13.91
交互条播無堆肥区 アルファルファ	1番草	26500	5394	20.36
	2番草	14000	2887	20.62
	3番草	10250	1737	16.95
	合計	50750	10018	19.74
交互条播無堆肥区 スムーズブロムグラス	1番草	6650	1095	16.47
	2番草	2500	410	16.40
	3番草	1200	127	10.58
	合計	10350	1632	15.77

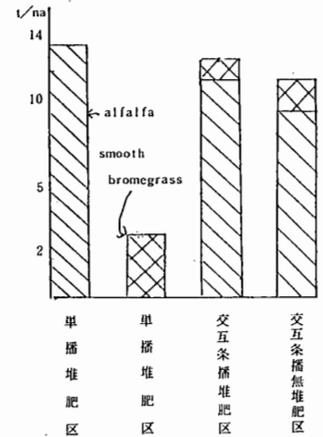


図1 乾物量の造成法による差異

造成処理間では明瞭な差異は認められなかった。カルシウムはアルファルファの平均で0.98%，スムーズブロムグラスで0.35%であったが、アルファルファでは処理間、番草間では差異はなかった。しかしスムーズブロムグラスでは1番草より2，3番草でカルシウム含有率が高まる傾向を示した。しかしそれでも、アルファルファの1/2以下の含有率であった。また造成法処理間では差異は認められなかった。マグネシウムはアルファルファで1.10%，スムーズブロムグラスで0.57%でカルシウム同様スムーズブロムグラスで少なく、また刈取り時期ではスムーズブロムグラスで1番草より，2，3番草でその含有率が增大していた。ナトリウムの含有率はアルファルファで0.02%，スムーズブロムグラスで0.01%であった。そして全窒素含有率は前者で2.86%，後者の2.22%であったがスムーズブロムグラスでは1番草<2番草<3番草と高くなる傾向を示した。

牧草の微量元素含有率：牧草の微量元素中，銅，マンガンおよび亜鉛の含有率は表(2)のようであった。すなわちアルファルファの銅含有率は平均6.8 ppm，スムーズブロムグラスは7.3 ppmであった。またマンガンは前者で47，後者で90 ppmであり，アルファルファがスムーズブロムグラスの2分の1前後の含有率であることは前年と同傾向であった。亜鉛はアルファルファで61 ppmでありこれまでの報告と一致していた^{1,2,3)}。

また，牧草中の硝酸態窒素(NO₃-N)の測定結果はアルファルファで0.01%と低かったが，スムーズブロムグラスでは0.04%とやや増加の傾向を示した。

表4 牧草のミネラル組成(乾物当たり%) '86

草種	刈取	処理区	灰分	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	T-N	Cu	Mn ppm	Zn	NO ₃ -N %	
アルファ	1 番 草	単播堆肥区	8.6	0.90	0.27	2.3	0.99	1.07	0.01	2.58	2.7	28	78	0.02	
		交条堆肥区	8.9	0.93	0.23	2.2	0.88	1.01	0.01	2.58	2.2	32	57	0.01	
		交条無肥区	9.4	1.22	0.25	2.4	0.91	1.13	0.01	2.82	2.2	38	64	0.01	
	2 番 草	単播堆肥区	9.2	0.72	0.29	2.6	1.05	1.13	0.01	3.01	9.0	58	86	0.02	
		交条堆肥区	9.2	0.82	0.26	2.6	0.90	1.03	0.02	2.92	7.8	50	68	0.02	
		交条無肥区	9.3	0.95	0.27	2.6	0.84	1.03	0.02	2.90	9.2	55	81	0.02	
	3 番 草	単播堆肥区	9.6	0.49	0.28	3.5	1.13	1.24	0.02	2.95	9.2	55	63	0.01	
		交条堆肥区	11.2	0.46	0.27	4.3	1.09	1.14	0.02	3.01	9.0	51	56	0.01	
		交条無肥区	11.7	0.51	0.28	3.7	1.00	1.12	0.02	2.99	9.3	58	97	0.01	
	平均		9.57 ±0.79	0.78 ±0.24	0.26 ±0.02	2.91 ±0.69	0.98 ±0.09	1.10 ±0.07	0.02 ±0.001	2.86 ±0.16	6.8 ±3.04	47.2 ±10.9	72.2 ±13.3	0.01 ±0.004	
	スミースプロムグラス	1 番 草	単播堆肥区	6.7	2.70	0.25	2.0	0.27	0.43	0.01	0.89	1.5	61	40	0.01
			交条堆肥区	7.6	2.14	0.32	2.6	0.28	0.43	0.01	1.18	2.3	46	66	0.01
交条無肥区			9.2	2.92	0.32	2.9	0.25	0.48	0.01	1.08	2.3	53	47	0.01	
2 番 草		単播堆肥区	10.9	4.66	0.31	2.4	0.36	0.58	0.01	1.90	7.8	121	56	0.02	
		交条堆肥区	12.5	2.82	0.42	3.6	0.35	0.54	0.01	3.16	10.0	84	70	0.03	
		交条無肥区	12.7	3.23	0.41	3.6	0.28	0.57	0.01	2.90	10.0	90	68	0.03	
3 番 草		単播堆肥区	11.5	4.22	0.37	3.3	0.45	0.61	0.01	2.05	8.0	132	54	0.01	
		交条堆肥区	14.4	3.07	0.48	5.2	0.52	0.78	0.01	3.49	12.0	105	76	0.10	
		交条無肥区	14.5	3.14	0.45	5.3	0.46	0.69	0.01	3.31	12.0	121	73	0.10	
平均		11.15 ±2.58	3.21 ±0.73	0.37 ±0.07	3.40 ±1.08	0.35 ±0.09	0.57 ±0.11	0.01 ±0.003	2.22 ±0.97	7.3 ±3.99	90.3 ±30.0	61.1 ±11.7	0.04 ±0.035		

3番草刈取り跡地土壌の特性：3年目牧草栽培跡地土壌の特性は表5のようであった。すなわち pH は H₂O で平均 5.44, KCl では 4.66 で前年同時期の土壌と変らぬ値であった。また、土壌溶液の電気伝導度 (EC) は平均 127 μ moh で前年同期よりやや増大の傾向を示していた。全窒素含量は 0.30% で変化が認められなかった。有効態リン酸は 6.5 mg/100g 乾土でやや少なく、また置換性のカリは平均で 15.6mg, 同カルシウムは 147mg/100g 乾土と共にやや少なかったが、カリは前年同期より 5mg 位多く、カルシウムは変らなかった。またマグネシウムは平均 43mg で、やや多く、前年同期の 36mg と比較しても増大していた。

跡地土壌の微量元素と硝酸態窒素 (NO₂-N) は表 5(2) に示すように、銅、マンガン、および亜鉛についてみると、銅は 1.7 ppm, マンガンは 79 として、亜鉛は 2.9 ppm で、マンガンを除いて少なく、とくに銅は前年同期の含量を大きく下まわっていた。また NO₃-N 含量は、いずれも少ないもので平均は 0.90% であったが、アルファルファ栽培跡地は 0.9 から 1.1 mg/100g 乾土であるのに対して、スムーズブロムグラス単播区の NO₃-N はわずかに 0.5 mg であった。

また、各刈取り跡地土壌の変化は表 6 のようであった。

表 5 3番草収穫跡地土壌の特性 '86

刈取	処 理 区	pH		EC	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Cu	Mn	Zn	NO ₂ -N mg/100g 乾土
		H ₂ O	KCl	μ mho	%	mg/100g 乾土					ppm			
3 番 草 跡 地 土 壌	単播堆肥 アルファルファ区	5.45	4.73	129	0.33	8.8	15.3	160	47.9	2.3	1.6	95	3.0	1.13
	単播堆肥スムーズ ブロムグラス区	5.41	4.55	108	0.30	4.2	12.7	135	40.8	1.7	1.9	69	3.1	0.45
	交互条播 堆肥区	5.36	4.64	139	0.32	7.0	15.2	135	40.8	2.3	1.8	79	3.0	1.13
	交無互条播 堆肥区	5.57	4.75	132	0.30	6.1	19.5	157	43.8	2.0	1.7	77	2.8	0.90
平 均		5.44	4.66	127	0.30	6.5	15.6	147	43.3	2.0	1.7	79	2.9	0.90

表 6 1, 2番草および3番草収穫跡地土壌の特性

刈 取 り	pH		EC	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Cu	Mn	Zn	NO ₃ -N
	H ₂ O	KCl	μ mho	%	mg/100g 乾土					ppm			
1番草跡地土壌	5.66	4.36	79.5	0.30	9.2	11.2	146	43.8	2.4	1.8	87	4.1	0.56
2番草跡地土壌	6.09	4.90	129.0	0.32	8.6	12.9	156	46.8	2.0	1.2	107	5.0	1.18
3番草跡地土壌	5.44	4.66	127.0	0.30	6.5	15.6	147	43.3	2.0	1.7	79	2.9	0.90
平 均	3.73	4.64	111.8	0.31	8.1	13.2	150	44.6	2.1	1.6	91	4.0	0.88

考 察

水田として25年間以上も利用された恵庭市黄金の火山性土壌に造成された、アルファルファとスムーズブロムグラス草地の3年目の概要を調査研究した結果、牧草の生育量は造成法の相違により大きく変動することが明らかとなった。すなわち、アルファルファの単播区ではその乾物収量は13.3 t/haであり、スムーズブロムグラスの単播区では3.4 t/haでその差は4:1であった。これらの草地はいずれも無窒素施肥であるから、アルファルファ根粒菌の窒素固定力がこれらの生育差を作ったものと考えられた。さきにわれわれは無窒素施肥で火山性土壌、沖積土壌、泥炭土および重粘性土壌にアルファルファを栽培したが、いずれのアルファルファも完全栄養供給草地と考えられる(完全化学肥料+堆肥施用)アルファルファの74から97%の乾物収量が得られた。これは5ケ年にわたる適期(開花始期)刈り(当時)の結果である⁴⁾。本調査研究の結果も、ほぼ同様の結果が得られているように思われた。すなわち無窒素施肥でも他の栄養素が十分供給されれば、アルファルファは十分その特性を発揮して、良好な生育を示すものと考えられた。しかし一方のスムーズブロムグラスの単播区では無窒素施肥で収量は低下し、草地として有用であるとは考えられなかった。また交互条播区でははじめ両牧草の収量が接近していたものが、2年目3年目と年次の経過に伴って次第に相違し、3年目ではアルファルファの20%以下に低下してきている。この理由はおそらく、スムーズブロムグラスがアルファルファのために遮へいされ、再生力を失ったためと思われるが、詳細は今後の研究にまたなければならない。さきにWright, M.J. ら(1957)⁵⁾は3ケ年間スムーズブロムグラスの乾物収量を調査しているが、その数値によれば、出穂始期や開花初期で収穫された3年目の収量は大きく低下していることを認めている。本調査研究のスムーズブロムグラスは1番草はアルファルファの開花始期に合わせて刈取っているので、スムーズブロムグラスの出穂始期に刈取られている。したがって3年目にその影響が出たとも考えられるところである。

これらの牧草のミネラル組成をみれば、造成法の相違や刈取り期によっては、大量要素の窒素、カリ、微量元素のマンガン、銅以外は大きな差異を示さない。しかしすでに報告しているように⁶⁾、両草種間差では明瞭な差異を示した。すなわち窒素、カルシウムおよびマグネシウム含有率についてはアルファルファに多く、一方ケイ酸、カリ、およびマンガンについてはスムーズブロムグラスに多い傾向を示した。とくにアルファルファのマグネシウム含有率は平均で1.12%でスムーズブロムグラスの0.75%の2倍であった。これはわれわれがかねてより、アルファルファという植物が、土壌環境としての置換性のマグネシウム含量が増大するとき、それに対応して植物体中のマグネシウム含有率を増大させるということを明らかにしてきているが⁷⁾⁸⁾、ここにおいて再びそのことが立証されたものとみることができる。この他番草が進むにつれてカリの含有率が增大することやアルファルファよりスムーズブロムグラスの方がリン酸含有率が高いことなどは今後一層注意深く検討してみたい。さらにカルシウムやマグネシウム含有率がスムーズブロムグラスの2, 3番草で増大してくるのは、土壌からの硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)の供給量とも関係すると考えられるがここではその考察は行なわないこととする。

跡地土壌の特性は3年目の初期と大きな変化を示さないが、置換性マグネシウムの若干の増加と微量元素の銅の減少が認められるが、これは施肥量の種類すなわち溶リンの施用によるマグネシウムの供給とF.T.E.の施用量の不足による銅供給の不足が原因していると考えられた。

また本年とくに注目して測定した硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)の含量はアルファルファの耕作されていた土壌では若干スムーズブロムグラス土壌より多くなっていたが、これらの傾向は全窒素(T-N)にも僅かに

現れていたが今後も検討を続けたい。

摘 要

転作田の飼料畑化過程を明らかにするため、アルファルファとスムースブロムグラスを供試して、その3年目草地について検討した。この土壌は、1983年まで25年以上水田として利用されていた恵庭市黄金町の火山性土壌であり、単播堆肥アルファルファ区、同スムースブロムグラス区、さらにこれらの両牧草の交互条播堆肥区および同無堆肥区の4処理の3年目草地の調査結果である。

刈取期は1番草は6月27日、2番草8月1日、そして3番草は9月5日であった。施肥は熔燐500kg/ha、硫加300kg/haを4月18日、1番草並びに2番草刈取後に、また微量元素のF.T.E.は4kg/haを2番草刈取り後に1回のみ施用した。

その結果、3年目の乾物収量は単播堆肥区アルファルファで13.3 t、同スムースブロムグラスで3.4 t/haであった。この両牧草による交互条播堆肥区および同無堆肥区の乾物収量は前者で12.7 t、後者で11.6 t/haで、両処理間で差異はなかった。これらの牧草のミネラル含有率の造成法処理間差は認められなかったが、牧草種間差や刈取り間差が認められた。すなわち牧草種間差としてはアルファルファでCa, Mg, T-Nが多く、スムースブロムグラスでSiO₂, K, Mnが多かった。また3番草跡地土壌の分析結果は処理間では明瞭な差異は認めがたかったが置換性Mgの増加と微量元素のCuの低下が認められた。

文 献

- 1) 原田 勇・篠原 功・大藤政司, (1986), 転作田の飼料畑化過程について, 北草研報, 20:144-149.
- 2) 原田 勇・篠原 功・大藤政司, (1987), 転作田の飼料畑化過程について, (その2), 北草研報, 21:231-238.
- 3) Harada, I., I. Shinohara, and K. Aoki, (1985), Comparisons of nutritious specificity for mineral absorption of species between the alfalfa and the orchardgrass grown on same soils. Rroc. of XV, IGC.
- 4) 原田 勇, (1982), 土地に「種類」の差, 飼料に「種間差」がある. 酪農, 500. 28~29.
- 5) Wright, M.J., Jung, G.A., Decker, A.M., Varney, K. E., and Wakefield, R.C. (1967) Management and Productivity of Perennial Grasses in the Northeast. II. Smooth Bromegrass. West Vir. Agr. Exp Sta. Bull. 554 T,
- 6) 日本土肥学会北海道支部編, (1987), 北海道農業と土壌肥料1987, 386-395.
- 7) 原田 勇・篠原 功, (1970), 牧草の無機バランスに関する研究, 酪農大紀要3, 2.
- 8) Smith Dale (1971) Levels and Sources of Potassiusu for Alfalfa as Influenced by Temperature. Agron. J. 63:497-500.