

ローバが窒素を固定し、さらにこのものをイネ科牧草が移譲をうけるなど<sup>13)67)21)</sup>、作物そのものの特性が土壌の窒素地力の減退をカバーしているわけで、このような機作は他の供試作物にはない。従って、イネ科単播またはマメ科が消滅した草地では、燕麦に類似の肥効推移を辿るであろう。

本試験はB.Fで実施したのであるが、これと対比されるPsGでは既説した土壌型の特徴からつぎの点が推定される。

普通作物：新墾地においては-N区の収量指数は高いが、経年化するほど減収率が激しくなる。

牧草：初期は窒素の放出量が多いので、マメ科牧草への依存度はB.Fよりも少なくて済む。しかし、経年土壌ではマメ科牧草が収量に対してより決定的な役割りを果たす。

さらに土壌型の相異は、開墾時の耕起法によっても異なると思う。すなわち

耕起した場合：PsGは表層にのみ腐植が集積しており、当該層の混和または反転を規制する耕起の浅深によって窒素、リン酸の肥効発現性が異なる。B.Fでは腐植が上層から下層にかけて漸減するので、浅深による差はそれほど大きくない。

不耕起の場合：本法は草地のみが該当するが、とくに窒素は緩徐に放出されるので、耕起ほどの差は土壌型間がない。

以上、土壌の経年化に伴う肥効の変遷過程について2、3の観点から述べたが、牧草は一般作物と窒素の肥効面で大きく異なる。天北地方の土壌において、リン酸は蓄積の方向を辿り、加里の供給が円滑であるとすれば、問題は窒素に集約されると思う。換言すれば、土壌や圃場の新旧を問わずローバの好適な混生割合を維持しうるような肥培、利用対策の樹立こそ、草地開発が進捗中の天北地方で要請されるのである。

#### (4) 要約

経年および新墾圃場を用いて、天北地方に栽培される主要4作物に対する肥料3要素試験を実施した。

##### 1) 経年圃場の収量は

3要素区≡無加里区>無リン酸区>無窒素区>無

##### 肥料区

の傾向であるが、牧草は無窒素区における収量比が他の作物より高い。

##### 2) 新墾圃場の場合は

3要素地区≡無加里区>無窒素区>無リン酸区>無肥料区

となり、窒素、リン酸が制限因子となる。しかし牧草は無窒素区>無リン酸区の傾向を示す。

3) 牧草のみがとくに窒素の肥効に関して異なる反応を示す事実は、混播ローバの窒素固定機作による。

4) リン酸は蓄積の方向を辿り、加里の供給が円滑であるとすれば、経年変化の特徴は窒素に集約されるので、この点からもローバの維持技術の確立が重要である。

## V 天北地方の土壌と草地の造成、肥培管理

Ⅱ～Ⅳにわたり、天北地方に出現する主要土壌について検討を加え、そしてこれら各土壌の開墾後の経年化に伴う肥効変遷について特徴的な傾向を把握した。

本章はこれら edaphological な観点に立脚した基本的態度を動的に組入れ、飼料基盤としての草地の造成、肥培技術に関する2、3の問題について検討を加えた。

### 1 草地造成法に関する1、2の考察

#### (1) 目的

草地造成法は耕起造成法と不耕起造成法の2つに大別することができる。前者は障害物除去後、起土を伴う工法により造成する方式で、鈣質土壌の露出度が高い。後者は簡単な表層攪拌手段を導入するか、または全く無処理条件下で施肥、播種により草地化する方法である。すなわち、耕起法に関する技術上の問題点は、一般作物の栽培法に準拠すればよいと思われる。しかし不耕起法は、原植生および土壌表層面に堆積する腐朽物質、粗腐植の影響が当然介入されるわけで、造成技術に関する学問的興味はむしろ本法に多く、優れた諸研究が集中している。

一方、造成経費から考えると、不耕起法は障害

物除去費が軽減された形になっているので安価である。つまり、耕起法は多額の経費(約2倍弱)を必要とするが草地化は容易であり、不耕起法は低廉なだけに技術面がとくに重要視される。

播種された牧草種子は、鈣質土壌と密着することによって円滑な水分供給をうけ、そして雑草または牧草同志間の競争を克服することによって草地化が完成されるのである。従って草地造成法は、技術上からは前半の播種床造成工程と、後半の生育競合調整手段の両者を含むと考えてよい。

筆者は土壌と牧草の生産性を中心にその論旨を進めてきているので、本節においては草地造成法のうち播種床造成方法に包含される2、3の問題について述べることにし、後半の競合調整法については山根<sup>100)</sup>、三股<sup>55)</sup>、早川、奥村<sup>17)</sup>などの報告にゆずることとする。

天北地方における草地化を対象とした未耕地の特徴は、①原植生はネマガリダケが密生し立木も多い、②いわゆる重粘性土壌のため理學性が劣悪である、③強酸性と磷酸の欠乏など、が挙げられる。従って当地方における造成方式は、①の障害物を火入れ、刈払い、撤去などで除去し、②は耕起、碎土することにより土壌を膨脹化し、③の対策として石灰、磷酸資材を多投する、などである。換言すれば、耕起造成法が慣行といえよう。

さて、当地方の特徴的な土壌型はB.FおよびPsGで、これらの亜型が随伴出現することをす

に述べた。このことから考えると、土壌型によっては反転耕起により養分に乏しい下層土が露出し、かえって収量低下を招く恐れがある。すなわち、土壌の性格を考慮しつつ草地造成法—播種床処遇法—を改めて検討することが必要と思われる。

(2) 試験方法

試験内容をつぎの3点に大別した。

- 1) 草地造成法の比較
- 2) 各種造成法と3要素の関係
- 3) 草地造成に際して検討を要する問題点

すなわち、1)では天北農試における既往の成績を紹介し、耕起、不耕起のいずれによっても草地化が可能であることを述べる。2)は造成法と3要素の肥効関係について調査し、さらに1)で供試した草地土壌を用い、その生産力をポット試験で検討した。3)については、表土の浅深、土壌の堅密度、播種時の鎮圧などが牧草の生育に及ぼす影響をみた。

以上の諸項目よりえられた知見にもとづき、天北地方における草地造成法について考察を加えた。なお、試験方法の詳細はその都度述べることにする。

(3) 試験結果

- 1) 草地造成法の比較

天北農試場内の通称「高台地」の上位部はネマガリダケの密生地、下位部は疎生地で、いずれも

第55表 高台ササ地における草地造成方式試験—昭和40.41年— (及川ら<sup>63)</sup>)

試験地 (土壌型)	試験区	標肥条件						多肥条件					
		初年目			2年目			初年目			2年目		
		生草量 (kg)	掃除放牧時 牧草率 (%)	マメ科 率 (%)	生草量 (kg)	最終放牧期 牧草率 (%)	マメ科 率 (%)	生草量 (kg)	掃除放牧時 牧草率 (%)	マメ科 率 (%)	生草量 (kg)	最終放牧期 牧草率 (%)	マメ科 率 (%)
高台上 (B.F)	反転	121	70	12	2,727	99	8	220	97	12	3,272	98	7
	ローター ベーター	183	89	15	2,929	96	29	546	90	25	3,199	94	8
	レーキドーザー	531	13	2	2,154	83	29	243	19	8	2,771	92	12
	蹄耕	560	35	7	1,893	92	26	573	2	1	2,424	85	13
高台下 (PsB.F)	反転	148	94	18	3,418	98	44	203	98	21	3,348	99	20
	ローター ベーター	226	97	29	2,339	99	47	560	96	23	4,133	98	35
	レーキドーザー	313	60	29	2,494	90	45	518	65	46	3,181	91	20
	蹄耕	334	21	11	1,770	77	29	553	4	1	2,235	92	20

当地方を代表する未耕地の植生を示す。及川ら<sup>63)</sup>はこのような条件下の圃場を用い、放牧草地を造成するために6種の工法について比較検討した。そのうち、今回はつぎに示す4種の試験区について採り上げることとした。その機械工程は

反転区：火入れ—レーキドーザー—ブラウーデスク—鎮圧

ローターベーター区：火入れ—レーキドーザー—ローターベーター—鎮圧

レーキドーザー区：火入れ—レーキドーザー—鎮圧

蹄耕区：火入れ—放牧

なお、火入れ工程は高台上（密生地）では省略し、その代わりロータリーカッターでネマガリダケを刈払い細砕した。

導入草種：チモン、オーチャードグラス、イタリアンライグラス、ペレニアルライグラス、アカクローバ、アルサイククローバ、ラジノクローバ 計3.1kg/10a。

施肥量：初年目造成時—石灰 高台上400kg、高台下600kg/10a（上位部と下位部で矯正量が異なった）、窒素2kg、リン酸20kg、加里2kg/10a。2年目追肥—窒素6kg、リン酸10kg、加里6kg/10a。以上の施肥量を標肥条件とし、その倍量を多肥条件とした。

放牧管理：初年目1回、2年目5回

第55表には試験期間2か年の収量調査結果を示す。

本結果を筆者なりに解釈を加えてみたい。初年

目の生草量は蹄耕区になるほど増加するが、逆に牧草率は低い。試験区は反転区→蹄耕区へと播種床作成作業が簡略化された形となっており、収量傾向は前植生の影響によるものである。2年目になると、越冬中の積雪による未発芽種子の土壌への密着と、円滑なる水分供給によって牧草の生育がおう盛となり、さらに採食された混入雑草の再生力が牧草より劣るなどの理由で、牧草率は急速な高まりをみせることになる。本試験は2ケ年間で打ち切っているが、レーキドーザー区、蹄耕区のような不耕起群も雑草を駆逐し、3年目には反転区に匹敵する草地が造成されるものと思われる<sup>64)</sup>。根釧火山灰土壌で実験した筆者ら<sup>10)</sup>の結果でも、表層無処理区ですら3年目春季にはブラウ耕区の収量を凌駕するほどの成績をえていることから、草地化過程の推移は首肯できる。

本試験をとくに引用した理由の1つは、当該圃場が土壌型の相異に由来していることである。すなわち、高台上は赤褐色の土色で、土壌型はB.Fと観察され、また高台下は排水が悪く、灰褐色気味で、下層に“g”の徴候を有するなどPs.B.Fと思われる。さらに高台下部より低い地域は泥炭土壌が出現している。この点に立脚して牧草収量を改めて検討すると、初年目の場合は表層の乱れのため比較は無理であるが、2年目では高台下(Ps.B.F)の方が概して高い傾向を有することがわかった。つまり、本圃場を土壌型的概念で整理すると、Ⅲ-1で述べたポット試験の結果を支持していると考えられる。

第56表 造成方式と牧草の収量(10a当たり)  
(造成方式の異なる草地の利用に関する試験成績より…渡辺、及川<sup>66)</sup>)

試験区 (B.F)	昭和38年(初年目)			昭和39年(2年目)			昭和40年(3年目)			昭和43年(6年目)		
	生草量 (kg)	年合計間		生草量 (kg)	年合計間		生草量 (kg)	年合計間		1番草時調査(筆者ら)		
		牧草率 (%)	マメ科 率(%)		牧草率 (%)	マメ科 率(%)		牧草率 (%)	マメ科 率(%)	生草量 (kg)	牧草率 (%)	マメ科 率(%)
反転耕起	1,943	99	23	5,605	99	36	4,560	100	36	1,700	99	21
表層攪拌	2,674	85	13	5,463	99	36	4,921	98	32	-	-	-
無耕起	1,422	38	13	4,570	90	46	4,266	95	29	1,813	99	24

導入草種：オーチャードグラス、ペレニアルライグラス、ラジノクローバ混播。

注) 実際、昭和42年(3年目)は春季に処理各區間に収量差が認められなくなったので、本圃場を均一草地と見なし、てほかの放牧試験に供している。

同様な試験例をつぎに述べる。渡辺ら<sup>96)</sup>は、ネマガリダケ密生地(密度75~80本/m<sup>2</sup>)において、昭和38年~40年にかけて各種の耕起、不耕起造成法について検討したが、このうち反転耕起区(火入れ-プラウ-デスク)、表層攪拌区(火入れ-ローター-ベーター)および無耕起(火入れのみ)に関する成績を引用した。

施肥量:初年目 石灰700kg, 窒素2kg, 磷酸(10a当たり) 10kg, 加里3kg

2年目 窒素4kg, 磷酸9kg, 加里12kg

3年目 窒素10kg, 磷酸6kg, 加里10kg

放牧回数:初年目2回, 2, 3年目各6回

第56表に試験期間3ヶ年の成績と、昭和43年1番草の収量調査結果を示す。

これからも明らかなように、3年目では無耕起

区であっても反転耕起区の収量に匹敵するに至る。本圃場はその後一般管理用放牧地に供されているが、処理間の草生はほぼ均一であり、造成後6年目の時点で調査した際もその差は認められず、むしろ無耕起区の方が凌駕するほどであった。

草地の不耕起造成法に関する試験研究は、とくに冷涼火山灰地帯が中心であって、すべてが成功し事業化もされている。一方天北地方は、いわゆる重粘性土壌としてのイメージのために耕起方式を採用しているが、本試験結果から不耕起方式が成立することは明らかである。

以上のことから、草地における播種床の有する意義が改めて問題になると思われる。

2) 各種造成法と3要素の関係

前述の2試験は施肥管理が各区とも均一条件なので、本項は造成法と3要素の関係についてまず

第57表 草地造成方式と3要素試験(刈取り区, 10a当たり)

造成方式	試験区	初年目		2年目										合計	
		生草量牧草率		1番草		2番草		3番草		4番草		5番草		生草量収量比	
		(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
無処理区	無肥料	110	12	90	2	430	69	390	78	240	80	100	80	1,250	74
	無窒素	190	52	110	25	405	74	540	87	265	96	130	91	1,450	86
	無磷酸	150	57	90	3	155	21	250	37	190	78	160	83	845	50
	無加里	410	67	170	68	550	75	680	87	515	98	420	91	2,335	139
	3要素	170	50	60	41	305	45	630	79	415	82	270	92	1,680	100
蹄耕区	無肥料	220	21	90	19	80	41	260	60	115	52	90	58	635	25
	無窒素	665	79	340	94	455	92	805	98	940	100	480	100	3,020	118
	無磷酸	500	60	110	59	205	84	570	98	265	91	240	87	1,390	54
	無加里	310	49	160	78	480	87	420	96	565	95	340	97	1,965	76
	3要素	480	80	290	84	530	96	655	97	615	99	480	97	2,570	100
ローターベーター区	無肥料	380	100	490	99	280	100	540	100	490	98	260	100	2,060	46
	無窒素	510	98	780	100	405	100	955	100	965	100	450	100	3,555	79
	無磷酸	310	100	360	97	305	99	580	98	690	100	380	100	2,315	51
	無加里	790	99	1,180	99	660	100	1,180	100	1,140	100	490	100	4,650	104
	3要素	790	100	1,130	100	630	100	1,105	100	1,015	100	610	100	4,490	100
プラウ区	無肥料	130	94	380	99	405	98	655	100	790	100	430	100	2,660	62
	無窒素	815	96	805	100	680	100	855	100	915	100	490	100	3,745	88
	無磷酸	210	94	500	87	430	96	570	100	515	97	350	100	2,365	55
	無加里	560	96	730	100	680	100	955	100	990	100	650	100	4,005	94
	3要素	490	95	880	100	730	100	1,180	100	815	100	670	100	4,280	100

調査した。

天北農試場内のネマガリダケ密生地を火入れ後、ブラウ区、ローターベーター区、蹄耕区、無処理区の4造成法に対して、無肥料(-F区)、無窒素(-N区)、無磷酸(-P区)、無加里(-K区)、3要素(3F区)の5区を組合せた。標準施肥量は初年目、窒素2kg、磷酸10kg、加里2kg、2年目は年間で窒素、磷酸、加里各10kg/10aになるように分施し、石灰は予め造成時に720kg/10aを施用した。昭和42年5月にオーチャードグラス、ラジノクローバを混合播種し、刈取り区と放牧区を比較している。第57表は造成2か年間の刈取り区についての調査結果を示した。

これによれば、表層攪拌方式であるローターベ

ーター区は反転耕起したブラウ区に匹敵する収量を示したが、蹄耕区は2年目のため未だしの感があった。2年目合計収量間の比率をみると、不耕起グループは表層が不均一による乱れはあるが、 $3F区 \geq -K区 > -N区 > -P区$ の傾向となった。  
-N区では耕起グループは低い、蹄耕区はマメ科牧草の定着率および混生比率が高いために高収であった。また、加里は土壌からの供給力が多いので差は認められない。しかし、磷酸を欠くととくに低収であった。

すなわち、本土壤では造成法のいかにかわらず磷酸の多投は不可欠条件であって、大崎<sup>69)</sup>も造成に際する磷酸の形態と量の関係から言及している。一方、窒素についてはマメ科牧草混生の多

第58表 供試土壌の一般化学性(100g当たり)

土壌 (土壌型)	試験区	pH		Y <sub>1</sub>	T-C (%)	T-N (%)	Inorg N (mg)			加水分解性 窒素 (mg)
		H <sub>2</sub> O	KCL				NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Total	
場*) 内 (B.F)	未耕土	6.1	5.0	1.7	6.25	0.35	3.30	0.71	4.01	218.2
	反転耕起	6.0	5.0	1.6	3.10	0.22	2.35	0.62	3.97	166.6
	無耕起	6.3	5.3	1.0	6.38	0.34	3.79	0.21	4.00	218.2
高**) 台上 (B.F)	未耕土	5.2	4.1	8.4	5.06	0.33	3.29	0.72	4.01	198.2
	反転	5.9	4.8	2.4	4.89	0.32	2.52	0.49	3.01	278.1
	蹄耕	5.9	4.8	4.4	6.00	0.43	4.08	0.29	4.37	306.5
高**) 台下 (PsB.F)	未耕土	5.1	4.2	14.1	5.37	0.37	3.76	0.84	4.60	204.8
	反転	5.8	5.0	5.9	2.15	0.23	2.23	0.25	2.45	164.9
	蹄耕	5.9	5.2	1.7	7.82	0.39	4.60	0.10	4.70	234.9

土壌 (土壌型)	試験区	磷酸 吸収力	N/5HCL 可溶性(mg)		CEC (me)	置換性塩基 (me)				塩基 飽和 度 (%)
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
場*) 内 (B.F)	未耕土	1,305	2.77	48.0	22.44	4.10	3.09	0.92	0.14	36.8
	反転耕起	1,060	1.24	24.4	21.44	6.91	2.73	0.54	0.21	48.4
	無耕起	920	3.05	26.0	20.84	12.02	3.12	0.48	0.10	75.5
高**) 台上 (B.F)	未耕土	1,229	1.29	32.2	21.64	4.63	3.64	0.97	0.27	43.9
	反転	1,008	5.01	60.1	19.63	3.31	3.77	1.18	0.10	42.6
	蹄耕	1,123	3.59	30.5	20.44	6.76	3.32	0.60	0.20	53.2
高**) 台下 (PsB.F)	未耕土	1,153	1.69	40.2	22.83	4.94	3.80	0.84	0.27	43.1
	反転	726	1.56	20.3	20.44	2.42	2.42	0.43	tr	25.8
	蹄耕	1,031	3.40	42.4	23.24	6.91	3.09	0.96	0.25	48.2

\*) 第56表で供した土壌 \*\*\*) 第55表で供した土壌。

第59表 造成法を異にした草地土壌に対する肥料3要素試験成績(その1)  
(第56表で供試した場内のB.F)

造成別	試験区	1 番草 (7.30)			2 番草 (9.6)			3 番草 (10.28)			合計	
		草丈 (cm)	収量 (g)	収量比 (%)	草丈 (cm)	収量 (g)	収量比 (%)	草丈 (cm)	収量 (g)	収量比 (%)	収量 (g)	収量比 (%)
未耕	無肥料	30	16	16	25	13	15	14	8	24	37	16
	無窒素	33	18	18	25	13	15	15	7	21	38	17
耕土	無燐酸	62	95	95	32	49	55	28	26	76	170	76
	無加里	67	108	108	52	79	89	28	24	71	211	95
	3要素	60	100	100	56	89	100	38	34	100	223	100
反転	無肥料	29	12	21	18	5	7	10	4	9	21	12
	無窒素	25	13	22	14	5	7	10	2	4	20	11
耕起	無燐酸	45	47	81	53	58	79	23	26	58	131	74
	無加里	60	63	109	56	58	79	26	35	78	156	89
	3要素	58	58	100	56	73	100	27	45	100	176	100
無耕	無肥料	34	22	24	20	10	8	11	5	11	37	14
	無窒素	43	44	48	19	13	11	12	3	7	60	23
耕起	無燐酸	58	66	73	55	76	64	30	33	72	175	68
	無加里	62	91	100	64	88	74	35	34	79	213	83
	3要素	64	91	100	68	119	100	32	46	100	256	100

寡による収量支配とは別に、造成法による相異が当然考えられ、グライ性土壌になるほど顕著な影響があるものと推察される。

草地に対する施肥法はすべて top dress によるので、土壌表層に施肥成分の蓄積があることは論をまたない。しかし、作成された草地の根圏土壌が、造成法の差によっていかなる状態にあるかを検討する必要がある。

そこで、1)で述べた両圃場の土壌を用いて一般化学性およびポットによる肥料3要素試験を実施し、その結果を第58表～第60表に掲げた。なお、ポット試験の耕種梗概はつぎの通りである。

試験区：無肥料(-F区)、無窒素(-N区)、無燐酸(-P区)、無加里(-K区)、3要素(3F区)

供試牧草：オーチャードグラス 0.1g/ポット

標準施肥量：窒素、燐酸、加里各0.5g/ポットとし、刈取りごとに同量を追肥。石灰は16g/ポット 均一に混和。

栽培期間：昭和43年6月8日～10月28日、3回刈り。

供試ポット：1/5000a ワグネルポット、各区2

kgの土壌を充填。

まず場内のB.Fでは、反転耕起区は下層土が露出するためT-C、T-Nが低下し、これに伴って有効態成分も減少する。一方無耕起区では、未耕土(A層)の状態とほぼ等しいか、または表層施肥による蓄積があり、とくに置換性石灰は酸燐に施用した炭カルの影響が著しい。

高台ササ地において、B.Fである上部は前述と同様な傾向を示す。しかし、下部はPs B.Fなので反転した場合の腐植に乏しい下層土(B層)が表層を形成することになる。このことは無機態窒素、加水分解性窒素の減少割合を大きくさせ、またCEC、置換性塩基量にも影響を与えた。

以上の土壌分析から、耕起造成区は表土が混和、反転により牧草生産力に関与する因子が放出または埋没の可能性が高いのに対し、不耕起区は温存されていると思う。

従って、この点をポット試験で調査するとつぎの通りであった。

場内のB.F：合計収量間では各区とも無耕起>未耕土>反転耕起となる。その肥効内容は、反転

耕起の-N区は未耕土より指数が低下し、無耕起ではかえって上昇を示す。-P区は施肥磷酸が供試土壌の表層面に固定蓄積されるので指数の変化がない。-K区では、造成処理区が未耕土よりも低い。これは6年間にわたる牧草による収奪の結果と思われる。

高台ササ地：本圃場は規模(1区20a)の大きい草地で、肥培管理に関する均一性の問題のほかに、放牧による土壌成分の偏倚現象<sup>16)</sup>もあるので、土壌採取には留意したが的確な試料となったかは疑問のむきがある。高台上では、反転すると-N区の収量減は大きい、蹄耕区では未耕土より増収

第60表 造成法に異にした草地土壌に対する肥料3要素試験成績(その2)  
(第55表で供試した高台ササ地のB.FおよびPsB.F)

土 壤	造成別	試 験 地	1 番 草 ( 7.30)			2 番 草 ( 9. 6)			3 番 草 (10.28)			合 計	
			草 丈 (cm)	収 量 (g)	収量比 (%)	草 丈 (cm)	収 量 (g)	収量比 (%)	草 丈 (cm)	収 量 (g)	収量比 (%)	収 量 (g)	収量比 (%)
高 台 上 (B.F)	未 耕 土	無肥料	31	13	15	20	11	14	11	6	13	30	14
		無窒素	31	18	21	22	14	13	11	5	11	77	18
		無磷酸	46	27	32	40	32	40	20	12	27	11	34
		無加里	58	76	89	55	77	96	25	23	51	166	84
		3要素	66	85	100	60	80	100	35	45	100	200	100
	反 転	無肥料	25	7	9	16	5	5	10	3	7	15	7
		無窒素	24	12	15	12	6	6	11	2	4	20	9
		無磷酸	66	60	76	62	77	80	32	28	62	155	70
		無加里	71	81	103	68	85	88	35	39	87	205	83
		3要素	69	79	100	71	96	100	36	45	100	220	100
	蹄 耕	無肥料	32	15	17	19	11	14	10	3	7	29	14
		無窒素	45	35	39	23	13	17	13	4	10	52	25
無磷酸		69	67	74	59	60	79	31	25	62	152	74	
無加里		71	75	83	62	74	97	28	28	70	177	86	
3要素		71	90	100	65	76	100	34	40	100	206	100	
高 台 下 (PsB.F)	未 耕 土	無肥料	35	14	14	25	14	20	15	7	11	35	15
		無窒素	31	25	24	31	20	29	12	2	3	47	20
		無磷酸	34	30	29	41	35	51	29	22	35	87	37
		無加里	63	94	91	61	61	88	36	36	58	191	82
		3要素	72	103	100	66	69	100	48	62	110	234	100
	反 転	無肥料	30	11	13	9	3	3	7	2	5	16	7
		無窒素	20	10	12	11	4	4	5	1	2	15	6
		無磷酸	54	50	59	52	41	40	21	23	52	114	49
		無加里	59	70	82	60	78	76	26	32	73	180	78
		3要素	61	85	100	69	103	100	26	44	100	232	100
	蹄 耕	無肥料	41	34	31	25	16	19	14	8	16	58	24
		無窒素	37	32	30	27	17	20	11	5	10	54	23
無磷酸		66	78	72	51	59	69	28	24	48	161	66	
無加里		72	114	105	66	79	93	30	30	60	223	92	
3要素		68	108	100	68	55	100	36	50	100	243	100	

し、また-P区は造成時の偏重施肥法で指数が高まるなど、前述場内のB.Fと同様な傾向を示す。しかし、3F区では反転区>蹄耕区となっていた。一方、高台下では、-P区を除く各区は蹄耕区>未耕土>反転区の収量順序を示し、とくに-N区に關しての本傾向はさらに顕著となった。

両土壤をカテナの概念で検討すると、未耕土をはじめ造成別土壤とも一般にPsB.F(高台下)>B.F(高台上)となり、土壤型による生産力の相異を認めた。しかし、反転造成法同志では3F区を除き逆の傾向がある。未耕土の土壤分析によると、有効態各成分はPsB.F>B.Fであるが、反転区で逆転していることから、冒頭に述べた草地表層の乱れと思われる。けれども窒素については、耕起によりPsB.Fの腐植に乏しい下層土露出の影響が-N区の指数を規制したと考えたい。

以上のことより、耕起造成法では窒素の影響が大きく、土壤型間でも相異がある。磷酸は土壤中の絶対量が極端に不足するので、土壤型の影響よりも投下施肥量によって支配される可能性がある。しかし、不耕起造成法では生産力の阻害成分が施肥によって矯正された形の未耕土状態を保っていた。

3) 草地造成に際して検討を要する問題点

前2項では各種造成法を比較検討したが、このなかで天北地方においても不耕起方式が可能であり、しかも生産力が温存された状態であることを

述べた。このことから考えると、当地方の土壤が浅表土であって堅密であること、などの悪条件をも克服しうる性格が牧草に付与されているのではないかと思われる。従って、本項では不耕起方式の成立を一つの手がかりとし、草地造成に際して検討を要する2, 3の問題について調査した。

表土の浅深と牧草の生育

当地方に分布する鈣質土壤は養分に富む表土(A層)が薄く、直ちに下層土(B層)に接する場合が多い。例えばB.Fは表層より下層にかけて腐植は漸減するが、その絶対量は多いとも思われず、またPsB.FやPsGになると腐植を含めた養分は第1層にのみ集積し、第2層からは激減するのである。

このことより考えると、有効層である第1層の浅深が問題であって、草地造成法と直結して検討する必要がある。以上の観点よりつぎの試験を計画した。

試験区：表土の深さ(5処理)×草種(4種)の組合せ

表土の深さ……0, 2.5, 5.0, 10.0, 20.0cm

草種……アルファルファ, ラジノクロバ, チモシー, オーチャードグラス

規模……枠試験, 1.0m×0.5m×0.5m(D) 2反復

耕種梗概および供試土壤の性質は第61表と第62表に掲げた。

第61表 耕種梗概

項目 草種	施肥量(kg/10a)			品 種 名	播 種 日	収 穫 日	播 種 様 式
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O				
アルファルファ	4	10	2	デュービー	5月12日	9月20日	散 播
ラジノクロバ	4	10	2	雪印市販	5月12日	9月20日	散 播
チモシー	5	10	5	雪印市販	5月12日	9月20日	散 播
オーチャードグラス	5	10	5	フロード	5月12日	9月20日	散 播

第62表 供試した表土、下層土の一般性質

試料	層名	層厚 (cm)	構 造	土 色	pH (H <sub>2</sub> O)	腐 植 (%)	N/5HCL可溶(mg)		燐 酸 吸 収 力
							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
表 土	A	0~12	鮮明塊状	黒 褐	5.2	11.1	1.85	36.1	625
下層土	B <sub>1</sub>	12~23	不鮮明塊状	明 褐	5.1	7.2	0.83	27.7	950



第 63 表 表土の浅深が各牧草の地上部収量と地下部の根系に及ぼす影響 (枠当たり)

草種	表土の深さ (cm)	草丈 (cm)	地上部収量 (g)	*) 地下部重量 (g)	地下部重量の深さ別内訳 (g)				同左の単位容量当たり換算値(**) (g)			
					0~2.5 cm	2.5~5.0 cm	5.0~10.0 cm	10.0~20.0 cm	0~2.5 cm	2.5~5.0 cm	5.0~10.0 cm	10.0~20.0 cm
アルファルファ	0	31	53	32.70	7.10	6.25	8.70	10.65	2.84	2.50	1.74	0.53
	2.5	29	70	19.70	7.40	4.05	4.20	4.05	2.96	1.62	0.84	0.20
	5.0	30	73	29.45	11.15	6.20	5.90	6.20	4.46	2.48	1.18	0.31
	10.0	36	125	45.25	14.90	9.20	10.95	10.20	5.96	3.68	2.19	0.51
	20.0	47	160	37.30	11.30	8.70	10.50	6.90	4.52	3.48	2.10	0.34
ラジノクローバ	0	22	470	11.56	8.00	2.36	0.40	0.80	3.20	0.94	0.08	0.04
	2.5	24	710	14.63	10.35	1.33	1.25	1.70	4.14	0.57	0.25	0.09
	5.0	25	755	19.90	13.70	3.90	0.80	1.50	5.48	1.56	0.18	0.08
	10.0	25	850	21.53	12.50	2.80	3.23	3.00	5.00	1.12	0.65	0.15
	20.0	28	1,320	22.98	8.98	4.10	4.60	5.30	3.55	1.64	0.92	0.26
チモシー	0	25	225	8.26	4.30	1.05	1.26	1.65	1.72	0.42	0.25	0.08
	2.5	26	290	18.86	13.70	2.40	0.96	1.80	5.48	0.96	0.19	0.09
	5.0	33	320	16.32	7.25	4.22	3.05	1.80	2.90	1.69	0.61	0.09
	10.0	29	348	17.05	8.30	2.25	3.65	2.85	3.32	0.90	0.73	0.14
	20.0	34	495	21.90	10.50	2.10	4.40	5.80	4.20	0.84	0.88	0.29
オーチャードグラス	0	38	190	10.10	5.95	0.70	1.58	1.87	2.38	0.28	0.32	0.09
	2.5	41	230	12.23	6.60	1.90	0.88	2.85	2.64	0.66	0.18	0.14
	5.0	40	260	16.39	9.80	2.75	1.66	2.24	3.92	1.10	0.32	0.11
	10.0	39	313	23.13	10.30	4.13	5.80	2.90	4.12	1.65	1.16	0.15
	20.0	47	405	18.42	7.60	2.72	3.70	4.40	3.04	1.09	0.74	0.22

※) 深さ30cm×巾5cmのモノリスで採取したときに出現する重量。

※※) 深さ別の地下部重量は表土の深さ毎に採取したので、当該の層厚で除し単位容積当りの根量として比較した。

なお、試験土壌は枠内に規定量の下層土を充填し、その上に表土を置き、一般圃場並みの緻密度として作成した。これらの試験結果を第63表に示す。

地上部の収量は供試各牧草とも表土0cm区では少ないが、表土の層厚を増すに従って直線的に増収し、草丈にもこの関係が反映した。地下部重量についてみると、巾5cmのモノリス採取器で調査したのでフレは大きい。地上部の様相にresponseした。深さ別による牧草根系では、0~2.5cm、2.5~5.0cmの表層部分に集中しているが、表土が深くなると単位容積当たりの根系は下層まで拡がる傾向を示した。また草種別では、深根性であるアルファルファは表土の厚さに対しては割合鈍感なようであり、浅根性牧草(例えばラジノクローバ)とは好対象を示した。

すなわち、表土が厚くなるほど地上、地下部の収量確保がなされるわけで、供試表土、下層土は下記のように地力差があるところから当然の結論といえる。

供試土壌3要素区のポット試験結果(Ⅲより)

層名	A層(表土)	B <sub>1</sub> 層(下層土)	B <sub>2</sub> 層	C <sub>1</sub> 層	C <sub>2</sub> 層
収量(g)	48.0	28.5	26.0	14.0	17.0
指数(%)	100	59	54	29	35

本試験は表土の浅深と幼牧草の生育について検討したのであるが、その結果は表土の層厚内に含有されている養分の多寡によって収量が決定されたと考える。換言すれば、表土が薄くとも施肥によるtotalの養分絶対量が厚い層と同量に確保されればよいのではないかと思う。

そこで、表土の浅深と施肥量の組合わせについて検討した。

試験区：表土の深さ（3処理）×施肥量（4処理）×草種（2種）

表土の深さ……0, 5.0, 10.0 cm

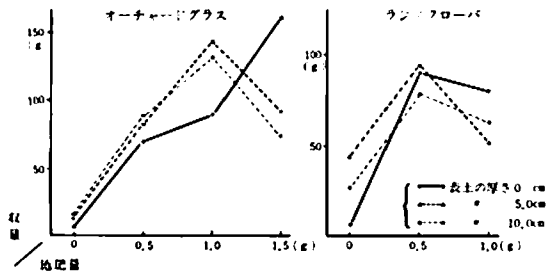
施肥量……窒素, 磷酸, 加里各0, 0.5, 1.0, 2.0 g(ただし, ラジノクローバは1.0 gまで)を当該表土の深さまで混和した。0 cm区では深さ2.5 cmまでとした。

草種……オーチャードグラス, ラジノクローバ  
規模……1/2,000a ワグネルポット使用

試験土壌……場内経年圃場の表土(0~15cm), 下層土(30~50cm)のものを使用した。なお, 一般的性質は第64表のとおりである。これに関する試験結果を第31図に掲げた。

第64表 供試土壌の一般的性質

試料	pH (H <sub>2</sub> O)	全窒素 (%)	腐植 (%)	N/5HCl可溶(mg)		
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
表土	5.60	0.40	10.21	5.25	33.8	
下層土	5.45	0.04	1.33	2.50	9.4	



第31図 表土の浅深と施肥量の組合わせが牧草の収量に及ぼす影響(ポット当たり)

オーチャードグラスは, 施肥量が少ない段階では表土の厚さに支配されるが, 1.0 gを越えると本傾向は逆転し, 0 cm区では施肥効果が上回った。これは当該層厚内の含有養分と施肥成分の和が, 結果としては肥料過剰を惹起したためと推定される。ラジノクローバでも同様な事実を認め, 2.0 g施用区では各表土処理区ともかえって減収した。

以上のことから, 「表土の浅深問題」は「表土内における養分の多少」に換言しうるわけで, 浅表土対策は根圏土壌への肥培的配慮によって解決されるものと思われる。

土壌の堅密度と鎮圧

まず, 各種の草地造成法の相異による土壌堅密度の差が牧草の生育に及ぼす影響を想定して, 模式的につぎの実験を試みた。

天北農試経年圃場 (B.F) の表土を, 第65表に掲

第65表 試験条件 (5月12)

試験区	土壌3相 (%)			全孔隙 (%)	土壌硬度* (kg/cm <sup>2</sup> )
	固相	液相	気相		
粗	24.6	29.4	46.0	75.4	2~3
中	28.3	29.7	42.0	71.7	8~10
密	31.7	31.3	37.0	68.3	20~22

\*) SR-II型による。

げた試験条件で木枠 (0.5m×0.5m×0.3m(D)) に充填した。

試験区：草種(2草種)×土壌充填度(3処理) 3反覆

草種……オーチャードグラス, アカクローバ  
土壌充填度……粗, 中, 密

施肥量……オーチャードグラス 窒素5 kg, 磷酸20 kg, 加里5 kg/10a, アカクローバ 窒素2 kg, 磷酸20 kg, 加里2 kg/10a

これに関する試験結果を第66表に掲げた。

オーチャードグラスは, 2番草とも土壌を密に充填した区ほど地上部, 地下部収量が高くなり, 草丈, 根長にもこの傾向が反映した。これに対し, アカクローバは各項目とも密区は高いが, 順次粗区, 中区となり, 前者の様相と若干の食い違いがあった。しかし, いずれにせよ両草種とも密区の生育が旺盛である。

本試験の密区の固相率は, 自然堆積土壌のそれよりやや低く, また経年草地より10%以上少ない値であったが, 人工的な充填により液, 気相率が再編成された状態にあるわけで, 原田<sup>5)</sup>, 三好<sup>58)</sup>のいう水分環境の改善が収量増に貢献したとみられる。

牧草の根圏は前項の調査結果でも明らかなように, アルファルファなど直根性牧草を除けば地表下0~5 cmに多い。また, 別途報告<sup>66)</sup>した放牧試験結果によれば, 草地に対する蹄踏圧が土壌の深さに及ぼす影響は, 0~5 cm間で堅密化し, 10 cm以下では放牧強度の大小にかかわらずほと

第66表 土壌の粗密が牧草の収量に及ぼす影響

牧草	試験区	1 番草 (8.7)				2 番草 (9.30)				合計	
		草丈 (cm)	根長 (cm)	地上部 (g)	地下部 (g)	草丈 (cm)	根長 (cm)	地上部 (g)	地下部 (g)	地上部 (g)	地下部 (g)
オーチャードグラス	粗	51	24	337	164	47	27	285	390	622	554
	中	55	22	391	386	50	22	342	528	733	914
	密	59	17	479	422	48	19	427	578	906	1,000
アカクロバ	粗	24	28	309	92	28	23	434	181	743	273
	中	27	25	307	128	27	20	386	150	693	278
	密	29	16	349	174	28	17	483	186	932	360

んど変化をうけない。すなわち、草地においては0~5cm間の土壌状態をとくに検討する必要がある。

この意味で、土壌を0~5cmと5cm以下にわけ、これについてそれぞれ圧密処理を加えて牧草を栽培した結果について述べる。

供試土壌は前述と同様であり、第67表に示した試験条件で木枠(0.5m×0.5m×0.3m(D))に充填した。

第67表 試験条件

土壌処理	3相分布 (%)			全孔隙 (%)	土壌硬度* (kg/cm <sup>2</sup> )
	固相	液相	気相		
粗	31.2	37.8	31.0	68.8	8
密	38.2	44.3	17.5	61.8	20

\*) SR-II型による。

試験区：草種(2草種)×土壌(2処理)×充填度(2処理)

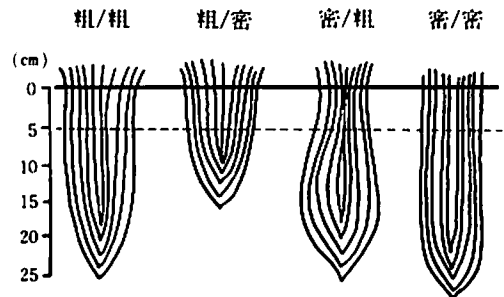
草種：オーチャードグラス、アカクロバ  
 土壌……表層(0~5cm)、下層(5cm以下)  
 充填度……粗、密  
 施肥量……窒素はオーチャードグラス5kg、アカクロバ2kg/10aとし、燐酸20kg、加里2kg/10aは共通

第68表には牧草の生草収量、第32図には同時に直径8cmの塩ビ管を用いて根系状態を調査した模式図を、第33図には7~8月における牧草栽培土壌と無栽培土壌の水分変化をそれぞれ掲げた。

収量はオーチャードグラス、アカクロバともに表土・粗/下層土・密(以下粗/密と略記する)

第68表 土壌の粗密処理による生草収量 (g/枠当たり)

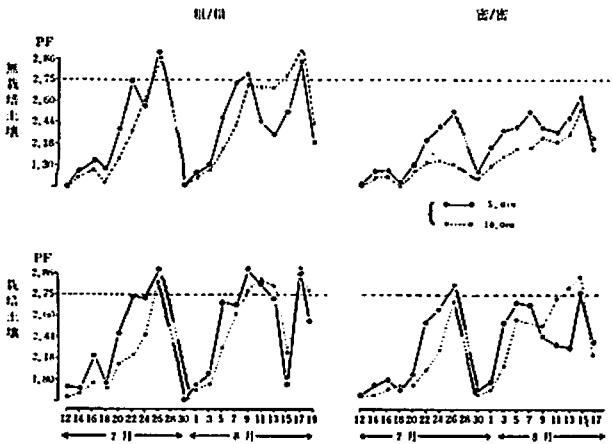
土壌処理 (表土/下層土)	オーチャードグラス		アカクロバ	
	収量(g)	比率(%)	収量(g)	比率(%)
粗/粗	217	100	236	100
粗/密	296	136	346	145
密/粗	187	87	272	115
密/密	230	110	316	134



第32図 地下部の根系分布模式図 (塩ビ管による)

が高く、粗/粗は必ずしも良好ではなかった。表土が同一処理の場合の下層土は、両草種とも密>粗であった。また下層土処理が同一なときの表土では、オーチャードグラスは粗/密であるが、アカクロバは傾向が判然としない。上、下層とも同一処理では両草種とも密/密>粗/粗であった。すなわち、土壌が粗の状態であるよりも、密であることが収量増に結びついていると思われる。

また、根系は粗/粗を正常とすれば、粗/密は逆三角形、密/粗はクビレ型、密/密は細長型を示し、SCHUURMAN<sup>79)</sup>の傾向に一致した。



第33図 土壌の粗密と水分変化(テンションメーター法による)

つぎに土壌処理の相異による水分変化について、テンションメーターで測定した結果によると、牧草を栽培した方が無栽培区よりも水分のフレが大きいのは当然であるが、粗/粗の変動も激しい。換言すれば、土壌を密に充填することによって、外界の気象要因に対する水分変動が少なくなることを意味する。

すなわち、毛管現象によって下層土よりの水分が0~5cmの根圏表土へ円滑に供給されるために、牧草の収量に好影響を与えたものと思われ、同様に前掲第68表の結果もこの理由によるものと考えられる。

草地造成法からみると、粗/粗は耕起方式で、粗/密はローターベーターなどによる表層攪拌方式が想定される。つまり耕起法、表層攪拌法のいずれによっても、非毛管性粗孔隙が多ければ下層土からの水分供給が断たれることになり、牧草の発芽活着に際しての鎮圧の必要性が生じてくる。

鎮圧の意義は、種子を鉅質土壌に密着させることにあって、とくに不耕起方式では重要であるが、耕起または表層攪拌方式では土壌圧密による水分供給問題を軽視してはならないと思われる。

そこで、場内未耕土(B.F)において草地造成法と鎮圧の関係について調査した結果を述べる。

昭和41年度試験方法<sup>70)</sup>

試験区：造成方式(3処理)×鎮圧回数(3処理)

造成方式……不耕起, プラウ耕, ローターベーター耕

鎮圧……0, 2, 4回掛, 自重1tonのケンブリッジローラー使用

供試牧草……オーチャードグラス, ラジノクローバ混播

施肥量……窒素2kg, 磷酸10kg, 加里2kg/10a

昭和42年度試験方法

試験区：牧草(3草種)×播種期(2処理)×鎮圧回数(4処理)

第69表 鎮圧回数と牧草の収量(kg/10a)

昭和41年度成績<sup>70)</sup>

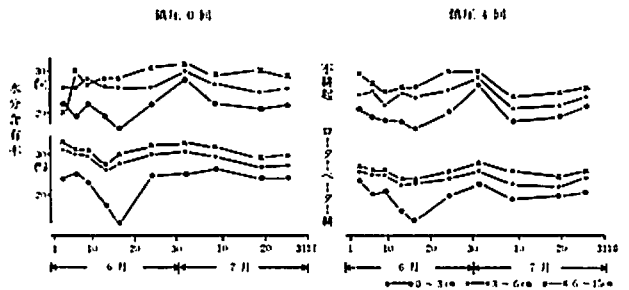
鎮圧回数	不耕起	プラウ	ローターベーター
0	529	264	462
2	555	485	674
4	431	520	847

注) 6月1日播種。

昭和42年度成績

鎮圧回数	5月29日 耕起			6月30日 耕起		
	チモシー	アカクローバ	ラジノクローバ	チモシー	アカクローバ	ラジノクローバ
0	875	1,000	875	950	530	985
1	1,175	2,050	1,110	1,440	1,625	2,225
3	1,460	3,225	1,780	1,160	1,860	2,075
6	1,425	2,810	2,120	700	1,910	2,500

注) 5月29日播種。 6月30日播種。



第34図 鎮圧処理による土壌水分の変化

牧草……チモシー、アカクローバ、ラジノクローバ各単播

播種期……5月29日、6月30日の2回

鎮圧……0, 1, 3, 6回, 34 HPのトラクターホイールを使用

造成方式……耕起(ブローローターベーター)

施肥量……窒素はイネ科5 kg, マメ科2 kg, 燐酸20 kg, 加里2 kg/10aは共通

第69表に鎮圧回数と牧草の収量について調査した結果を掲げた。

41年度においては、不耕起の収量は一定の傾向を示さないが、雑草率が高いことによる乱れと思われる。しかし、耕起した各区は鎮圧処理によって増収を示した。42年度の5月29日は乾燥期に遭遇したが、当日耕起、播種、鎮圧を行ったところ処理回数が多いほど増収し、とくにマメ科牧草に顕著であった。また、6月30日前後は雨量が多かったため、当該時期における処理効果も当然認められた。

つぎに41年度において、6月3日より7月21日にかけて鎮圧処理による土壌水分の変化を、0～3 cm, 3～6 cm, 6～15cmの3部位について測定した。このうち不耕起とローターベーター耕の鎮圧0回、4回処理区の変化を第34図に掲げ、さらに水分変動の激しい0～3 cmにおける土壌水分のフレを変異係数によって求め、この結果を70表に示した。

第70表 鎮圧による0～3cm間の土壌水分のフレ (C.V値%)

鎮圧処理	不耕起	ブロー	ローターベーター
0回	19.7	21.5	19.4
2回	19.9	16.8	17.6
4回	18.3	17.1	17.3

注) 12回の観測値より算出した。

これによれば、地表部分における水分の動きは顕著であるが、下層土では少なくなる。また不耕起では、鎮圧の有無による差はあまりないが、ローターベーター耕ではとくに0～3 cm部分が処理によって低くなった。この様相を変異係数で見ると、耕起グループは鎮圧によってC.V%が低下

した。

すなわち、耕起区の鎮圧処理は、土壌表面積の縮小に伴って蒸発散量が抑制されるので土壌水分のフレが少なく、また土壌の堅密化により乾燥期でも下層から水分を供給しうる能力を土壌に付与させる効果があると考えられる。一方、不耕起の鎮圧効果が少ない点は、土壌が堅密である、土壌表面積の変化がない、収量が少ない、などによると思う。

#### (4) 考察

天北地方に分布する鈣質土壌は、いわゆる重粘性土壌としてのイメージが強く、従来より耕起方式を主体とした草地造成法が採用されている。しかし当地方の土壌であっても、不耕起方式の成立が実証された。そして耕起方式は、A層の剝離または混和や下層土の反転露出によって窒素を主体とする成分が減少するのに対し、不耕起の根圏土壌はおおむね各成分が温存されている。換言すれば、草地化に際し土改資材として不可欠な石灰、燐酸が多量投入されるので、堆積状態は未耕土とはほぼ類似しても、化学的な欠陥が是正された形であると思われる。

耕起方式によって造成される草地は、地表面の均平化により草地の利用度を高め、さらに根圏全域を肥沃化する手段を導入することが可能で、より集約的に高次の目標収量を掲げることができる。これに対し、不耕起造成法は地表面の凹凸や障害物をも許容しうるような広大な放牧草地などに対する適応性があり、しかも肥培管理が粗放的になっても、温存されている地力によって生産力の急激な低下を阻止しうるものと思う。

当地方に分布する土壌型から考えると、B.Fは腐植量に乏しいが、表層より下層にかけて漸減するのに対し、例えばPsGのようにグライ化作用を受けた土壌では表層にのみ集中している。一方牧草の根圏は、アルファルファなどの直根性牧草を除けば0～10 cmに多く集中している。さらに草地においてはすべてtop dress されているため、いきおい根群は表層に集まることになるわけで、地表部に近い部分がとくに重要と考えられる。

従って、草地造成を念頭において表土処遇対策

を検討するに際しては、つぎの点が考えられる。

① 表土をそのまま利用する場合

② 表土と下層土を攪拌混合して、肥培管理により養分に乏しい下層土を改良し、根圏を拡げる場合

まず①は、表土の層厚の確保されているような土壌では、増収が約束されるので、造成法の選択に関する特別な配慮の必要はないと思う。しかし表土(グライ性土壌)のときは、A<sub>0</sub>層をも含めて根域として利用するので、表層を浅く攪拌する程度の重デスク方式、ローターベーター方式や不耕起方式が考えられる。

②は普通畑土壌の土層改良に準じた考え方であって、混入される下層土の性格を理解した上での耕起造成法となる。現在当地方の草地改良事業では本法を採用することが多いが、かえって減収を招く場合にしばしば遭遇する。これは、A層とB層間の極端な生産力の差異が強く牧草生育を支配するため、これの対策は第31図の考え方にもとづく施肥管理法がある。

そして①、②いずれの播種床処理法を採用しても、播種後の鎮圧作業は不可欠条件である。

以上のことから考えると、良好な根圏土層の確保が必要であることは当然であるが、造成すべき土壌の立地条件や草地の利用目的に応じて播種床処理法を適宜選択できるのが一般畑作物と相違する点である。それゆえに、各種の表土、下層土条件を組み合わせ、当該環境下においての最良な根圏確保手段を講ずるべきである。

(5) 要約

天北地方の鈣質土壌における草地造成法について、1、2の検討を試みた。

1) 当地方では耕起方式が慣行であるが、不耕起方式でも草地化が可能である。

2) 草地造成に際しては、石灰による酸性矯正のほかに、燐酸の多投を必要とする。

3) 耕起方式によって造成された草地は、土壌中において窒素を主体とした成分の減少がある。これに対して、不耕起方式では各成分が温存された状態にある。

4) 草地造成に際し、有効層である表土が厚い

ほど牧草収量は高くなるが、薄くとも施肥でカバーしうる。

5) 土壌に圧密を加えると、幼牧草は収量を増す。これは外界の気象要因による土壌水分の変動が少ないので、牧草に対する水分供給が円滑に行なわれるためと推定した。従って、播種時の鎮圧は不可欠条件となる。

2 草地の肥培法に関する1、2の考察

(1) 目的

牧草はその特性によって採草用、放牧用または兼用として組み合わせ使用している。天北地方の一例を示すと、採草用はチモシー、アカクロバ、放牧用はオーチャードグラス、ラジノクロバの混播栽培である。前者は収量がやや低いが、乾草調整に容易であり、後者は多収で日生産速度が早く、年5～6回の利用が可能である。現在ではサイレージの普及により前者に固執する意義が薄れ、イネ科はオーチャードグラス、マメ科はラジノクロバが基幹草種となり、利用目的や収穫方法に応じて若干の補助草種が混播されるなど使いわけがされるようになった。

さて、草地に対する肥培法は上述の各草種ごとに、さらに組合せについて検討すべきものであるが、本論の土壌との関連性において考察するに際しては、イネ科およびマメ科牧草の混播された条件下であればよいと思う。すなわち、本項は混播草地を用い、天北地方における土壌の特質に由来する肥培法の基本的な1、2の問題について論及したものである。

(2) 試験方法

本項は3項目に大別した。すなわち、

1) 草地に対する3要素施肥の効果

2) 混生マメ科牧草の維持に関する考察

3) 土壌の加里供給力について

まず、1)は土壌改良処理別の草地において、3要素の組み合わせが収量におよぼす効果について述べ、続いて2)は混生マメ科牧草維持上の問題点を考察した。3)は当地方の土壌の加里供給力が高い事実に着目し、とくに項を改めて火山灰土壌と比較した。以上の試験結果にもとづき、草地を利用目的別に分け、そのおのおのについて施肥技術の

基本的な考え方を論及した。各試験における実施の詳細は、その都度述べることにした。

(3) 試験結果

1) 草地に対する3要素施肥の効果

昭和38年～42年の5ケ年にわたって実施した牧草に対する肥料3要素試験について述べる。なお、本試験は豊田ら<sup>91)</sup>によって開始され、筆者ら<sup>68)</sup>が引き継いだものである。

試験地：天北農試圃場，放置地

試験区：土壌改良処理(4)×肥料処理(8)

土壌改良処理……無処理群，石灰加用群，堆肥加用群，石灰・堆肥加用群，石灰800kg/10a，堆肥1.6ton/10aを造成時に施用

肥料処理……無肥料(O)，窒素単用(N)，磷酸単用(P)，加里単用(K)，窒素・磷酸併用(NP)，窒素・加里併用(NK)，磷酸・加里併用(PK)および3要素(NPK)の8区

供試牧草……チモンソー(0.9kg)，アカローバ(0.45kg)の混播

施肥量……下記に掲げる年次別標準施肥量のうち、初年目は基肥として全量施用し、2年目以降の窒素、加里については萌芽期(2/3)、1番草収穫後(1/3)に分けて追肥した。また磷酸は萌芽期に全量施用した。

年次別標準施肥量(kg/10a)

	初年目	2年目	3年目	4年目	5年目
窒素	2	2	5	5	5
磷酸	10	10	10	10	10
加里	2	2	5	5	5

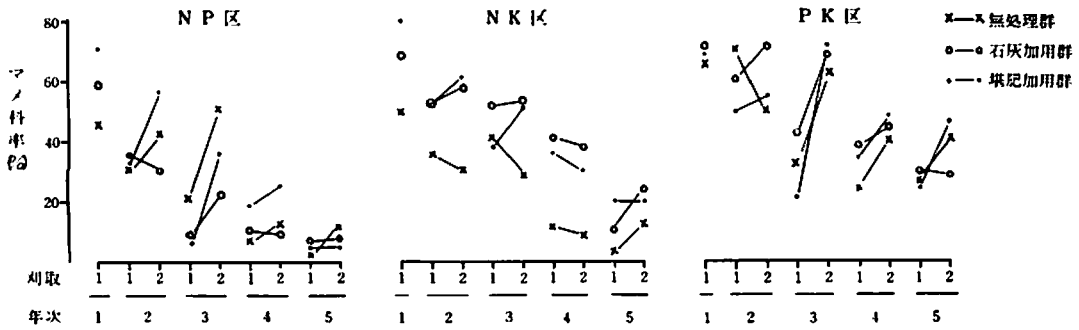
第71表には収量調査成績を、第35図には石灰加用群と堆肥加用群のNP区、NK区、PK区におけるマ×科率の推移を掲げた。

第71表 収量調査成績(生草 kg/10a)

処理	試験区	初年目	2年目	3年目	4年目	5年目
無 処 理 群	O	566	1,290	1,341	805	787
	N	621	1,311**	1,694	1,118*	1,049
	P	1,397***	3,218***	2,905***	1,773***	1,634***
	K	580	1,102	1,393*	815**	626
	NP	1,442	3,510	3,239	2,172	1,963
	NK	457	1,152	1,251	806	829
	PK	1,243	4,025**	3,715**	2,552**	2,891***
	NPK	1,176	3,516	3,138	2,449	2,475
	平均	998	2,390	2,335	1,561	1,515
石 灰 加 用 群	O	426	1,107	1,104	746	634
	N	470	1,060	1,056	653	572
	P	1,823*	3,690	2,972	2,142*	2,124*
	K	693	1,377	1,303	801	904
	NP	1,780	3,935	3,335	2,424	2,341
	NK	879	1,981*	1,858	1,189	1,111
	PK	1,449	3,890	3,631	2,565	2,852
	NPK	1,630	4,149	3,507	2,625	2,731
	平均	1,143***	2,650*	2,346	1,643	1,596
堆 肥 加 用 群	O	1,524	1,836	1,286	891	1,017
	N	1,830	2,619	1,770	1,243	1,507
	P	1,809***	3,950***	3,510	2,609	2,922
	K	1,608	1,851	1,457	914	1,180
	NP	1,531	3,907	3,118	2,473	2,313
	NK	1,176	2,124	1,415	987	1,286
	PK	1,839**	4,360*	3,840	2,699	3,283
	NPK	1,342*	4,337	3,533	2,739	2,879
	平均	1,637***	3,123***	2,494***	1,819***	2,069*
石 灰 ・ 堆 肥 加 用 群	O	1,680	2,574	2,067	1,362	1,556
	N	1,980	2,524	2,372	1,384	1,390
	P	2,013	3,602	3,333*	2,288	2,191
	K	1,577	1,851	2,821	1,027	1,056
	NP	2,009	4,096	3,354	2,440	2,450
	NK	1,541	2,387	1,913	1,138	1,132
	PK	2,069	3,969	3,672	2,736*	3,187***
	NPK	2,211	4,608	3,798	2,982	3,322
	平均	1,885	3,201	2,791	1,920	2,047

注) 要因配置法による統計処理。

\*\*\* 0.1%, \*\* 1%, \* 5%で有意を示す。



第35図 NP区, NK区, PK区におけるマメ科率の推移

各要素からみると、5ケ年を通じて磷酸または磷酸併用によって高収が確保されることが明らかとなった。これは、造成当初の磷酸施用が牧草の発芽活着を良好にし、さらに本効果を持続させたことによる結果と思われる。一方、窒素や加里単独の効果は判然としないが、両要素は磷酸との併用で特徴的な傾向を示す。すなわち、PK区はマメ科率が高く、窒素を欠いても減収率が少ないのに対し、NP区は徐々に収量の低下を招来した。このことは磷酸による生育促進によって、次第に土壌中の加里が減少したことを意味する。

土壌改良処理からみると、まず石灰の加用は増収に結びついているが、年次の経過とともに磷酸欠除区の収量低下が著しい。一方、堆肥加用群、石灰・堆肥加用群ではさらに増収を示し、試験初期段階では磷酸無添加区でもそれほどの収量減がない。堆肥の基肥効果は2～3年までであることは関口<sup>80)</sup>、早川<sup>81)</sup>によってすでに報告されている。しかし、本試験の平均収量値からは、5年目に至ってもなお持続されているような傾向を示した。これは、①供試土壌はB.Fで、養分吸収力の弱い幼牧草が定着しても十分な個体を作ることは容易でない。②堆肥の施用によって含有随伴される成分や、緩衝作用、キレート作用などで可給態化された養分が土壌中で付加され、ために幼植物の初期生育を良好にし、以後の生育収量をうるに必要な牧草体が確保される。その結果として見掛け上、堆肥の持続効果が顕著にみられたものと考えられる。

またマメ科率についてみると、PK区>NK区>

NP区の順に高く維持された。供試アカクロバの特性として、①耐用年限は3～4年、②好石灰植物である、③窒素の加用、加里の欠乏<sup>33)</sup>は収量を低下させる、などがあげられる。本結果から、①はPK区が5年目でも20%を越えている、②は石灰加用群が必ずしも高まっておらず、むしろ磷酸、加里併用の効果が大きい、③はNP区の傾向から首肯しうる、などがわかった。以上のことから、本土壌におけるマメ科牧草の維持には磷酸および加里の存在が不可欠であることを物語っていた。

つぎに、初年目および5年目の跡地土壌の置換性塩基について調査した結果を第72表に示す。

このうち、とくに顕著なのはPHと置換性加里の動向である。一般に天北地方では、開墾時に適正石灰量を投入すればPHの低下率が少ないことが知られており、池ら<sup>31)</sup>も小向重粘性土壌で昭和31年より42年に至るも効果が持続することを認めている。一方、摩周統火山性土壌などでは酸性化が早く、数年に一度は再矯正を要する。すなわち吉田<sup>102)</sup>、庄子<sup>86)</sup>のいう石灰の土壌保持力の差によるもので、この点から考えると当地方の未耕地における置換性石灰は少なく、強酸性であるが、一度矯正すればその効果は持続されるので有利と思われる。

置換性加里は堆肥の施用に随伴して増加するが、第73表に示した牧草体内の含有率からもわかるように、その効果は3年目以降になると消滅した。とくに磷酸を施用すると生産効率が增大するので、NP区のように加里を欠く場合は顕著であ



第72表 初年目および5年目跡地土壌の置換性塩基

処理	試験区	pH (H <sub>2</sub> O)		CEC (me)		ex-CaO (me)		ex-K <sub>2</sub> O (me)		塩基飽和度 (%)	
		初年目	5年目	初年目	5年目	初年目	5年目	初年目	5年目	初年目	5年目
無処理群	O	5.5	5.6	16.3	16.8	2.8	2.3	0.3	0.2	24.4	19.8
	NP	6.0	6.1	17.3	17.0	6.2	1.8	0.2	0.1	43.3	16.1
	NK	5.6	5.4	16.7	16.6	3.5	8.0	0.6	0.4	30.8	54.6
	PK	5.8	5.2	18.6	15.4	6.2	3.0	0.5	0.2	42.3	21.7
	NPK	5.7	5.5	16.1	18.2	2.7	2.5	0.2	0.2	22.9	17.0
石灰加用群	O	6.4	6.2	16.1	17.0	6.6	5.8	0.3	0.2	57.5	42.4
	NP	6.4	5.8	19.3	17.5	8.2	6.7	0.3	0.1	52.5	36.4
	NK	6.3	6.0	17.5	17.5	8.5	6.0	0.4	0.2	55.7	40.2
	PK	6.5	6.0	17.1	17.7	7.4	5.2	0.3	0.1	50.1	36.8
	NPK	6.4	6.3	16.4	17.3	8.6	6.8	0.2	0.1	49.6	47.6
堆肥加用群	O	5.7	5.4	18.0	18.3	2.4	2.1	0.6	0.3	22.6	19.4
	NP	5.6	5.3	20.0	18.5	3.0	2.7	0.4	0.1	23.5	17.2
	NK	5.6	5.4	19.4	19.4	3.1	2.3	0.8	0.4	27.0	18.3
	PK	5.7	5.6	18.0	17.0	2.7	3.0	0.7	0.2	26.4	23.4
	NPK	5.9	5.2	16.0	16.3	4.9	2.7	0.4	0.2	49.3	22.8
石灰・堆肥加用群	O	6.0	6.0	19.3	20.9	7.6	7.0	0.6	0.3	48.4	41.8
	NP	5.9	6.1	17.3	17.9	9.1	6.7	0.5	0.1	42.2	44.0
	NK	6.0	6.0	16.2	17.0	6.8	4.4	0.5	0.4	59.7	33.9
	PK	5.9	6.0	18.6	19.4	8.1	6.4	0.5	0.2	53.6	41.0
	NPK	6.1	6.2	19.3	19.8	8.3	7.6	0.6	0.2	52.1	43.7

第73表 NP区とPK区における加里含有率(%)と吸収量(kg/10a)

項目 年次	石灰加用群						堆肥加用群					
	NP区			PK区			NP区			PK区		
	含有率(%)	イネ科   マメ科		含有率(%)	イネ科   マメ科		含有率(%)	イネ科   マメ科		含有率(%)	イネ科   マメ科	
初年目	3.10	3.13	11.69	3.05	3.16	12.84	3.37	5.02	13.26	3.16	4.54	14.96
2年目	1番草	2.35	1.97	21.23	2.54	1.81	19.81	2.60	2.62	24.55	3.05	3.12
	2番草	2.65	2.52		2.23	2.93		3.11	3.13		3.74	3.46
3年目	1番草	1.95	1.40	18.67	2.12	1.84	19.23	2.00	1.62	17.84	1.64	2.18
	2番草	1.96	1.72		3.00	2.04		2.82	1.80		3.48	2.66
4年目	1番草	1.95	1.66	13.27	2.33	2.10	13.86	1.72	1.76	12.72	2.27	2.00
	2番草	2.33	1.26		2.48	2.75		2.30	1.76		3.65	2.84
5年目	1番草	1.23	0.96	7.97	1.92	1.36	13.03	1.62	0.72	8.75	1.74	1.46
	2番草	1.13	0.80		1.80	1.26		1.12	1.04		1.74	1.26

る。牧草は3要素中加里の吸収量が最大で、連続無加里栽培を高収量条件下で行なえば、原田<sup>5)</sup>のいう高加里土壌であっても、到底土壌中の加里のみに依存しきれものではない。

以上、混播条件下における牧草の施肥効果について調査したが、高収をうるためには磷酸の添加が不可欠条件で、これに加里を随伴させることによって、さらにマメ科牧草の維持が可能となる。この場合、前提として石灰による酸性矯正を適正にすることが必要であるが、同時に堆肥加用による効果も認められた。当地方の草地土壌は反転耕起されているので表土の有機物含量に乏しく、堆肥の併用は牧草の初期生育確保には有力な手段といえる。

## 2) 混生マメ科牧草の維持に関する考察

一般に地域としての経営形体や農家個々の草地利用の目的、方式によって目標収量が決まるので、維持管理法が異なることはいうまでもない。しかし、酪農専業地域は経営面積に余裕があるので、混播マメ科牧草への配慮が大きなウエイトを占める。これは3要素中最高価格の窒素をクローバの根粒菌によってある程度補充し、また飼料価値としてのTDN、DCPの組み合わせ、ミネラルの補給などの利点を効果的に利用しようとするものである。窒素は作物の栄養生長に積極的に作用するものであるから、絶対収量の確保には不可欠である。しかし、混播条件下の草地ではマメ科牧草の減少を惹起する。

すなわち、集約的に高収を期待する場合は窒素に関して逆の反応を示すマメ科牧草を棄て去り、イネ科牧草単一栽培（例えば、本州のイタリアンライグラスなど）の方が技術としては容易で、しかも土地生産性が高く、若刈りで高蛋白粗飼料をうる事ができる。一方、本道のような場合はマメ科牧草による窒素肥料の節約と、クローバの保有するDCPやミネラルを利用することが若干低収でも有利な面がある。とくに主要酪農地帯（根釧、天北）は後者に立脚しており、混生マメ科牧草を減ずることなく収量を確保することが要請される。すなわち、マメ科牧草に依存する意義は地代と密接に関係するわけで、絶対収量の確保はもちろん

であるが、労働生産性や草地の利用率向上をむしろ重点的に取扱う考え方として受けとることができよう。

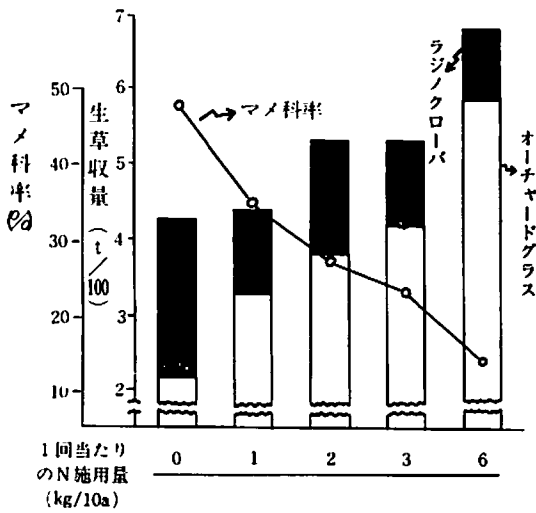
以上は北海道におけるマメ科牧草導入の一般論であるが、天北地方の土壌の特質に由来する面から検討を進めてみたい。

ⅡおよびⅢにおいて、天北地方に分布する土壌はその水分環境によって多かれ少なかれ疑似グライ化またはグライ化の影響をうけている事実について述べた。そしてⅣでは各作物の栽培条件下で、開墾後の肥効変遷過程を検討し、hydromorphousな土壌型ほど窒素地力の低下があることを認めた。そして、マメ科牧草を随伴する混播草地では、一般作物に比べて窒素欠乏に伴う生産性の低下傾向を軽減させる事実も把握した。換言すれば、混播牧草の導入は窒素に関する各土壌型の影響をカバーしうる可能性が高いのである。このように、天北地方では地力論からもその重要性を痛感するわけで、混生マメ科牧草を中心とした維持管理対策が必要となる。

さて、飼養牛の栄養摂取上からみたマメ科牧草の混生比率に関して、坪松ら<sup>9)</sup>は40～50%が好適であるという。これは、家畜の採食時において採食するマメ科率を意味すると思われるが、ラジノクローバの優占しやすい草地では膨脹症の発生する危険性がある。とくに大面積の放牧草地では監視が不十分なので、安全性を配慮すると低いマメ科率が要求されるであろう。

混生マメ科率を左右する要因は、肥培面と利用面の2点があげられる。

まず肥培法から考える場合、マメ科率を支配する最大の要素は窒素である。窒素は作物の栄養生長に積極的に作用するものの、その多用はクローバを消滅させることは既往の諸成績からみても明らかである。第36図は天北農試場内の既成草地において実施した窒素用量試験成績である。これからいえることは、1回当たりの窒素施用量は3kg（もしくは4Kg位）/10aがマメ科率保持上からはほぼ適正であって、それを上廻る場合はイネ科の増収に作用し、マメ科の減退を招くに至る。この現象は、窒素の多用が直接クローバの生育を抑制



第36図 窒素用量試験成績 (昭和42年)

第74表 未耕土および経年土壌中の磷酸 (mg/100g)

試料	層	磷酸 (mg/100g)		
		N/5HCL 可溶	2NHCL 可溶	全磷酸
未耕土	1層	1.85	14.1	128.8
	2層	0.83	6.1	127.5
	3層	tr	4.7	85.0
	4層	tr	2.7	80.0
経年地	2年目	0.63	13.9	110.0
	5年目	2.42	22.3	123.6
	9年目	4.25	31.3	145.3
	30年目	6.22	39.6	150.1

第75表 牧草に対する磷酸用量試験と土壌中のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量

磷酸用量 (kg/10a)	各種分析法による土壌中のP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)				2年目合計 乾草収量 (kg)	同左のマメ科率 (%)		
	MORGAN	2.5% CH <sub>3</sub> COOH	N/5 HCL	2N HCL		1番草	2番草	3番草
0	0.70	0.12	0.20	11.54	485	43	8	2
5	0.81	0.16	1.37	12.15	672	24	9	7
10	0.94	0.17	5.59	13.49	790	44	33	20
15	0.91	0.26	7.39	23.76	844	34	26	20
20	1.05	0.32	8.61	34.17	701 <sup>(FE)</sup>	38	54	24
30	1.14	0.38	10.69	35.64	831	46	31	26
40	1.98	0.75	13.06	46.99	864	50	26	25
磷酸用量との相関	r : 0.902 P < 0.001	r : 0.877 P < 0.01	r : 0.969 P < 0.001	r : 0.966 P < 0.001				

することよりも、イネ科牧草に強く response する結果、間接的にマメ科牧草の受光体制を低下させるからと考えられる。従って、適正マメ科率をも考慮した牧草収量を確保するためには、前述した1回当たりの窒素施用量において磷酸、加里の効果を発揮させることにある。

このうち、まず磷酸について第74表に天北農試圃場における未耕地と経年土壌別の磷酸量を測定した結果を掲げた。

未耕地の1層はN/5HCL可溶磷酸が1.85mgできわめて少なく、全磷酸も僅少である。また、2N HCLで可溶のものは早川<sup>11)</sup>のいう牧草の吸収磷酸と相関を有する形態であるが、当然の結果である。しかし、経年化すると各形態とも増加の傾向を示すようになる。

平島<sup>20)</sup>および大崎、筆者ら<sup>69)</sup>が新墾地を用いた磷酸用量試験の結果から、その適量は20~30kg/10aであること、また経年圃場における大崎、筆者ら<sup>69)</sup>の試験から、施用磷酸の適量が低く、かつ各種の磷酸施肥法(全量基肥、刈取ごと分施などの相互比較)の収量に有意差がないこと、なども知られるに至った。

磷酸欠乏時におけるマメ科率保持の困難性については多数の成績があるので論をまたない。しかし、磷酸の施用、または土壌中での有効態磷酸の蓄積量が増加することによって、マメ科牧草が十分な生体を確保しうるようになると思われる。

注) 当区の収量が若干低くなったが、前後の用量関係から考えて830~840kg/10aの範囲にある値が妥当と推定される。

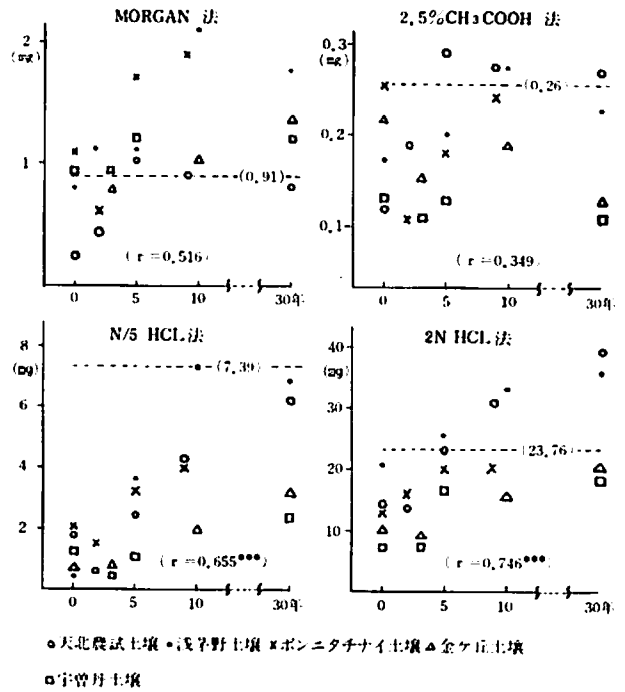
この点に関し、天北農試内新墾地を用いて磷酸を0, 5, 10, 15, 20, 30, 40 kg/10a ずつ施用して造成した2年目草地における収量と跡地土壤中の磷酸の分析成績を第75表に掲げた。

2年目の収量は磷酸用量に従って増加するが、15 kg 区からは plateau を示す。しかし、マメ科率の内訳をみると3番草では低下し、とくに用量の低い段階ではその傾向が顕著となった。すなわち、収量やマメ科率から考えて、少なくとも15 kg/10a 以上の磷酸施用が本土壤では必要であることを意味する。このような状態における土壤中の磷酸について測定した結果をみると、各方法とも磷酸用量との間に高い相関がある。しかし、収量の様相を考慮して検討すると、15kg 区における土壤中の磷酸量は、MORGAN 法：0.91 mg, 2.5% CH<sub>3</sub>COOH 法：0.26 mg, N/5HCl 法：7.39 mg および 2N HCl 法：23.76 mg である。つぎに、これらの値の管内土壤に対する適応性を、Ⅳで用いた試料について測定し、その結果を第37図に掲げた。

これによると、2NHCl 法、N/5 HCl 法、MORGAN 法の順に相関が高く、2.5% CH<sub>3</sub>COOH 法は有意性がなかった。さらに第76表にはⅣで経年土壤別に実施した3要素試験(ポット)の無磷酸区における収量指数を示したが、開墾後2~5年目では各土壤とも収量比が低く、土壤中での蓄積磷酸が少ないことを意味する。すなわち、第37図との関連からみると、MORGAN 法では当該年次ですでに図内に示した点線(第75表における磷酸量)を上廻る値となるので、本法の適用は若干無理を生ずる。また、

N/5 HCl 法はいずれも7.39mg を下廻っていた。このことから考えると、2N HCl 法による土壤磷酸量が無磷酸区の収量にほぼ一致の傾向を認められた。

庄子ら<sup>87)</sup>は A-value との関連において各種の磷酸分析法について検討を加え、BRAY P<sub>2</sub> 法が高い相関を有するとし、また2N HCl 法は草地土壤の場合、早川<sup>11)</sup>によってその適合性が認められている。一方、経年化に伴い牧草は土壤中の難溶性磷酸をも強引に吸収するに至ることを考慮すると、濃い溶剤による分析法が妥当と思われる。従って、天北地方の土壤は2N HCl 法で少なくとも20 mg/100g 以上の磷酸量であることが、牧草収量や



○天北農試土壤 ●浅茅野土壤 ×ボンニタチナイ土壤 ▲金ヶ丘土壤  
□宇曾丹土壤

第37図 経年別土壤を用い、各種浸出液で溶出される P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>量(乾土100g 当たり)

第76表 経年別土壤における無磷酸区の収量指数(3要素区を100とした場合)

経過年数(年)	0	5	10	30	経過年数(年)	0	5	10	30
浅茅野	54	36	70		金ヶ丘	26	7	18	28
経過年数(年)	0	5	10	30	経過年数(年)	0	5	10	30
ボンニタチナイ	64	8	43	54	宇曾丹	16	12	16	50

マメ科率保持上望ましいと考えられる。

付随する問題として大崎、筆者ら<sup>69)</sup>がB.Fを用いて実施した磷酸施肥法試験成績によれば、試験期間中の合計収量に差がなくとも、磷酸の分施処理区はマメ科率の保持に効果を認めた。これは供試土壌が上下への周年洗滌型を示し、天候によっては極端な乾湿の影響を蒙る。それゆえに分施効果があるとも考えられる。これに対して hydro-morphous な土壌になると土壌水分も多いので、草地土壌の還元化現象による磷酸の有効化は後者が有利とも思われる。実際に、カテナ地帯を草地化した土壌を用い、本現象の一指針である Fe II を測定した結果を第77表に掲げておいた。

すなわち、草地の履歴と土壌型の違いが磷酸施用量と施肥法にいかなる反応を示すかは今後の問題として残ると考えられる。

つぎに加里について検討したい。

天北農試場内の既成草地（オーチャードグラス、チモシー、アカクローバ、ラジノクローバ混播）を用いて加里用量試験を試みた。

試験区：加里 0, 2, 4, 6, 12 kg/10a

萌芽期および各刈取りごとに同量を施用

第77表 土壌型によるFe II, Fe IIIと磷酸含量 (100g中) (9月)

土壌型	Fe II (mg)	Fe III (mg)	Fe II / Fe III (%)	N/5 HCL 溶可 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg)	2N HCL 可溶 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg)
B.F	0.70±0.11	8.25±0.44	7.8	4.80	22.54
PsB.F	2.40±1.51	35.00±2.29	6.4	5.20	23.41
Pod	3.90±2.00	55.00±3.66	6.6	8.40	26.35
P.G	14.75±4.40	80.50±7.32	15.4	11.30	28.22

第78表 加里用量試験成績 (10a当たり)

試験区	昭和42年度				昭和43年度			
	生草収量 (kg)	内訳 (kg)		マメ科率 (%)	生草収量 (kg)	内訳 (kg)		マメ科率 (%)
		イネ科	マメ科			イネ科	マメ科	
加里 0kg	4,416	3,026	1,390	31.4	4,120	2,941	1,179	28.9
2	4,564	2,939	1,625	35.6	4,330	3,306	1,024	23.4
4	4,605	2,960	1,645	35.7	4,400	3,173	1,227	27.7
6	4,794	3,315	1,475	30.8	-	-	-	-
12	4,821	3,244	1,557	32.3	-	-	-	-

注) 43年度の6 kg, 12kg区は中止した。

共通肥料：窒素 2kg/10a 加里に準ずる

磷酸 12 kg/10a 萌芽期に全量施用

試験年次：昭和42年, 43年で圃場を変えて実施した

刈取り回数：各年とも6回

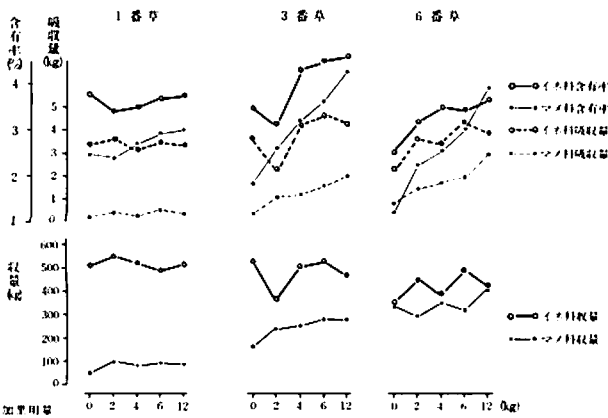
これに関する試験成績を第78表および第38図に掲げた。

本表は6回収穫の合計量を示したもので、これによれば加里の用量に従って収量は若干増加の傾向にあるが顕著ではない。また加里と強い response を示すマメ科率も判然たる傾向は認められなかった。つぎに第38図の昭和42年度成績にもとづいて検討してみると、まず1番草の収量はイネ科牧草が多く、刈取りの進展に伴ってマメ科牧草が増加してくる。この傾向は春季の生育が遅延するクローバの特性によるものである。加里用量間では3, 6番草のマメ科牧草が若干増加しているが、イネ科牧草ではあまり差がなかった。

一般に混播栽培下では、イネ科牧草の方が加里吸収の能力が高いといわれており、このために加里の欠乏症状はマメ科牧草に現われやすい。すなわち、1番草では加里用量に対する反応は少ないが、その後は徐々にマメ科牧草の収量や加里含有率に影響をおよぼすに至ると思われた。

本結果からは収量増にはあまり貢献しなかったが、しかし加里の用量に伴って含有率、吸収量は上昇し、明らかに贅沢吸収<sup>39)</sup>の様相を呈した。

本試験地は昭和40年に均一栽培



第 38 図 牧草中の加里含有率、吸収量と収量(昭和42年度)

を目的として経年畑を草地化したものであり、加里は 2 kg/10a/年を追肥し、3~4 ton/10aの生草をえていた圃場である。すなわち、過去においてすでに利用された履歴を有し、しかも草地化した時点での加里施肥量が少ないにもかかわらず、試験区間にあまり収量差がない。このことは本土壌の加里供給力が高い(これについて次項で検討する)と思われるが、加里 0kg 区の 6 番草ではマメ科牧草が 1.2%の含有率に低下している。一方、前項 1)で既述した NP 区は緩徐々に収量が落ちている。従って、土壌からの供給を考慮し、牧草の収量やマメ科率を減退させずに、贅沢吸収を生じさせない程度の施肥量が必要と思われる。

以上、マメ科率の維持をも含めた牧草収量に対する 3 要素の肥培法について述べた。

一方、牧草は刈取り、放牧などの利用を伴うので、その方法や利用頻度などによってマメ科混生比率が左右される。混播草地において、マメ科率が減少する事実は LAI と NAR の関係からも説明しうる。すなわち、例えば草丈を高く利用する場合、イネ科牧草は節間伸長に伴って日生産速度が速く LAI が増加するが、草丈の低いラジノクローバなどは遮蔽によって NAR の減少を招来する。従って少ない刈取り、軽放牧、高刈り、窒素の多用はイネ科牧草を優占化し、逆に多回刈り、重放牧、低刈り、窒素施用の抑制はマメ科率を向上させることになる。

さて、天北地方においては生産速度の高いオーチャードグラス、ラジノクローバ混播草地が主体であるが、現実の利用法を観察すると、採草地では 2 回の刈取り、放牧地では 4 回の輪換で、いずれも少ない頻度となっている。このことは草高を高め、乾物収量の増大を策する上で意味があるが、マメ科牧草の減少をも促進していると考えなければならない。一方施肥量は、猿払村を例にとると、昭和43年現在でようやく年間 897 円/10a に達したが、その内訳は窒素 3.6kg、リン酸 3.8kg、加里 4.3kg であった<sup>1)</sup>。つまり、この程度の窒素施肥量では

マメ科率を左右するには至らず、また今後は窒素の増肥傾向が想定されるものの、その増加量は飛躍的であるとも考えられないから、むしろ前述の利用上の影響が大きいとみるべきである。

以上のことから、天北地方における草地の維持管理(マメ科率をも含めた)は、導入草種の特性に立脚した利用法を前提に、肥培法を組み合わせるべきである。

### 3) 土壌の加里供給力

一般に火山灰土壌における草地では、その荒廃化(低収、マメ科率の減少など)する原因の筆頭に加里の欠乏が挙げられている。牧草は 3 要素中加里の収奪量が最大で、しかも加里は贅沢吸収されやすい特性を有することのほかに、火山灰土壌そのものの加里供給力が貧困であるためである。

一方、天北地方に展開する草地では、極端な無加里栽培による収奪がない限り、加里欠乏に陥ることが少ない。この事実については III, IV, V における各試験を通じて既述した。すなわち、加里供給力に関する優位性は、当地方の土壌が火山灰土壌より高いと思われる。従って土壌の加里供給力の内容について調査するため、とくに項を改めて採り上げることとし、根釧農試土壌と比較対比させた。

まず、天北農試およびすでに発表された根釧農試<sup>8)</sup>における加里の肥効を新墾地、経年地別に改めて比較したのが第79表である。

注) 猿払地区農業改良普及所 故 井上技師のご好意による。

第79表 天北および根釧農試における加里の肥効比較 (生草 kg/10a)

試験区	項目	天北農試			根釧農試 <sup>*)</sup>		
		初年目	2年目	3年目	初年目	2年目	3年目
新墾地	無加里区	1,780	3,935	3,335	843	4,761	2,519
	3要素区	1,630	4,149	3,507	1,110	4,867	2,607
	同上記(%)	109	95	95	76	98	94
経年地	無加里区	1,400	4,060	-	395	847	645
	3要素区	1,475	4,375	-	475	1,704	1,615
	同上記(%)	95	93	-	82	50	40

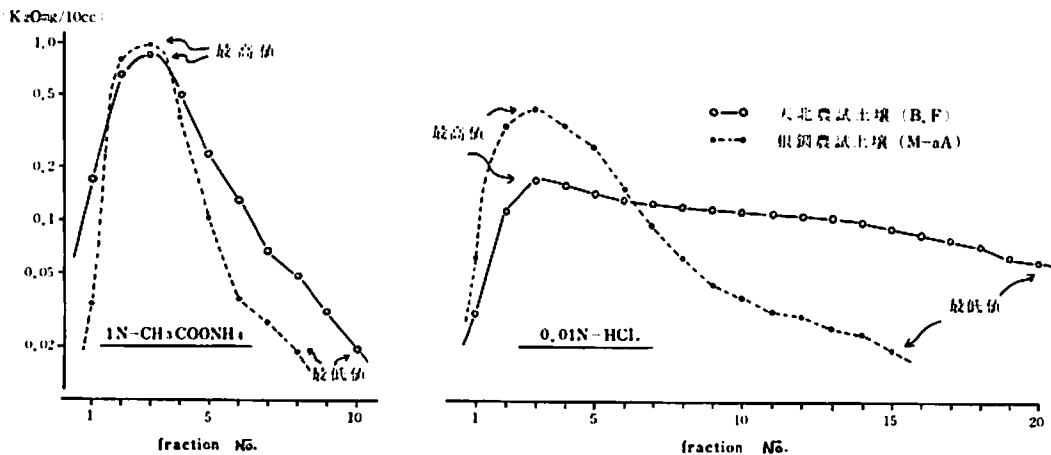
根釧農試圃場は摩周統 a 層火山灰土壌 (M-aA) で、新墾地は3年間の無加里栽培でも牧草収量を減ずることがない。しかし、経年地を草地化した場合は極端な低収となる。石塚、早川<sup>32)</sup>は M-aA の特徴として、開墾直後は土壌中の加里に富むが、4~5年目以降は急激に低下するので、当該時点を境に施肥法の切替が必要であることを強調している。従って前記の様相は岡氏の説を裏付ける結果を示した。これに対して、天北農試圃場 (B.F) では、新墾地、経年地ともに無加里区の減収率が小さい。この両者の相異についてつぎの室内実験を試みた。

天北農試 (B.F)、茂茅野 (B.F)、ボンタチナイ (PsG) の各鉍質土壌および根釧農試 (M-aA) の各未耕土を 10g ずつ 100 cc 容カラムに充填し、上部より 1 N-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> または 0.01 N-HCl

400 cc を流す。浸出速度は約 10 滴 /min. とし、これを 10 cc ごとに fraction collector で捕集して 15~20 試料をえ、溶出される加里を蛍光光度計で定量した。なお本実験は 0.02 mg/10 cc の加里濃度になると切った。この結果のうち、天北農試および根釧農試土壌の推移を第39図に掲げ、第80表および第81表には供試 4 土壌の加里溶出状況について示した。

IN-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> で溶出する加里は両土壌とも No.3 で最高値を示しその量に差はないが、その後火山灰土壌は濃度の低下割合が大きく、0.02 mg/10cc に達したのは No.8 であった。一方、0.01N-HCl で加里の溶出される状況は CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> よりも明瞭な傾向が現われた。すなわち、最高値はいずれも No.3 fraction で、量的には火山灰土壌 > 鉍質土壌を示しているが、No.7 で逆転し、前者が No.15 で 0.02 mg/10cc に低下するのに対し、後者は No.20 でも 0.05 mg/10cc を保っていた。

以上の様相は、全溶出量、最高値~最低値間における低下勾配、さらに容量別溶出量などによって判然とする。1 N-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> で溶出される加里は水溶性および置換態のものである。土壌中における置換態加里の放出機構は非置換態置換態で、置換態加里が消費されると、供給プール中



第39図 連続抽出による K<sub>2</sub>O の溶出状況 (Semi log)

第80表 連続抽出によるK<sub>2</sub>O溶出状況の内容(10cc当たり)

抽出液	供試土壌	No.15~No.20 fraction までの					最高値と最低値間の勾配
		全溶出量 (mg)	最高値 (mg)	同左の fraction No.	最低値 (mg)	同左の fraction No.	
1N- CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	天北農試	2.73	0.84	No. 3	0.02	No.10	0.117
	浅茅野	1.40	0.40	No. 4	0.02	No.11	0.054
	ボンニタチナイ	1.81	0.55	No. 4	0.02	No.12	0.067
	根釧農試	2.34	0.92	No. 3	0.02	No. 8	0.180
0.01N- HCL	天北農試	2.20	0.17	No. 3	0.05	No.20	0.006
	浅茅野	1.22	0.13	No. 4	0.02	No.17	0.013
	ボンニタチナイ	1.87	0.17	No. 4~5	0.04	No.20	0.008
	根釧農試	2.05	0.44	No. 3	0.02	No.15	0.035

第81表 抽出液の容量別からみた加里の溶出(10g当たり)

抽出液	供試土壌	全溶出量 (mg)	抽出液の容量別溶出量 (mg)					全溶出量に対する割合 (%)				
			0~50cc	50~100cc	100~150cc	150~200cc	200cc	0~50cc	50~100cc	100~150cc	150~200cc	200cc
1N- CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	天北農試	2.73	2.42	0.31	-	-	89	11	-	-	-	
	浅茅野	1.40	1.08	0.32	-	-	77	23	-	-		
	ボンニタチナイ	1.81	1.24	0.54	0.03	-	69	30	2	-		
	根釧農試	2.34	2.25	0.09	-	-	96	4	-	-		
0.01N- HCL	天北農試	2.20	0.62	0.63	0.59	0.35	28	29	27	16		
	浅茅野	1.22	0.46	0.49	0.20	0.07	38	40	16	6		
	ボンニタチナイ	1.87	0.62	0.64	0.37	0.24	33	34	20	13		
	根釧農試	2.05	1.50	0.42	0.13	-	73	21	6	-		

の非置換態加里が存在するうちは反応式が右方に進行するものと思われる。この実例としては、春から秋にかけて草地土壌中の加里含量は低下するが、翌春は再び一定量に復元する現象<sup>6)</sup>として受けとることができる。すなわち、置換態加里への進行は経時的である。本実験では10ccごとの連続抽出であるから、上記の反応が円滑に右方に進捗しえないために急速に最低値へ低下したものと思われる。

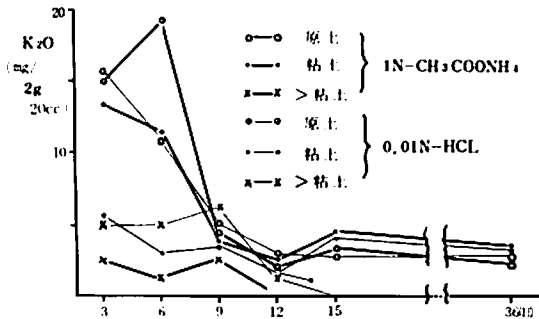
また、0.01 N-HCl で溶出する加里は GARMAN 法<sup>2)</sup>に準じたものである。これについて原田ら<sup>6)</sup>、篠原<sup>8)</sup>は草地土壌の加里供給力に関する検討を加え、牧草の収量、加里吸収量と高い相関を有するとしている。また但野<sup>8)</sup>も continuous leaching method で北見地方の各土壌について良好な結果

をえたと報じている。GARMAN によれば、本液の大量浸出により順次、水溶態 + 置換態加里、strongly adsorbed K, structural K が土壌中より溶出するという。このことから考えると、前記の試験結果から根釧農試土壌はアロフェンを主体としているので、水溶態加里、置換態加里および一次鉱物中の加里に依存する割合が高いものと考えられる。これに対して供試鉦質土壌は、加里の溶出勾配が低く、かつ長期的な持続性を有することから、一次鉱物のほかに二次鉱物も関与しているのではないかと思われた。

以上の事実にもとづいて、天北農試土壌 (BF) の原土 (0.5mmで篩別) および >粘土、粘土の3試料に、1 N-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> または 0.01 N-HCl を加えて時々振盪しながら3日後に濾過して溶出する



加里を定量し、再び濾別土壌に当該液を添加する操作を繰返した。この結果を第40図に掲げた。



第40図 粒径別試料における溶出K<sub>2</sub>Oの経時変化 (天北農試土壌, B.F)

これによれば、置換態の加里は反応式の右方への移行が経時的であるために、0.01 N-HCl 可溶加里の溶出状態に類似した。また粒径別では、粘土の加里溶出量が多く、かつ持続的で、>粘土の fraction と好対象を示した。従って、原土は粘土の傾向にはほぼ一致することになる。すなわち、本土壌では粘土分からの加里供給が多いと思われ、前述の傾向を裏付けた。

そこで、実際に各試験の跡地土壌における粘土、>粘土中の全加里 (HF分解法) について測定した結果を第82表に示す。なお供試試験区はつぎの通りである。

第82表 粘土および粘土以外の粒径における全加里含有率 (%)

土壌	供試試験区	粘土	>粘土
天北農試	未耕地	2.18	1.23
	3要素区 (5年目)	1.39	0.93
	無加里区 (5年目)	1.37	0.91
浅茅野	未耕地	2.40	1.16
	開墾後 未耕地—無加里区	1.76	1.28
	開墾後 5年目—無加里区	2.07	1.26
開墾後 10年目—無加里区	1.17	1.06	
根釧農試	未耕地	1.95	0.88
	経年地 3要素区	0.69	0.57
	経年地 無加里区	0.44	0.47

天北農試土壌……5年間連続3要素試験(第71表)  
浅茅野土壌……開墾後の経年変化に伴う肥効変遷試験 (第43表)

根釧農試土壌……牧草3要素試験 (根釧農試, 山口, 袴田両研究員の提供による)

天北農試および浅茅野土壌の粘土含量はいずれも30%を越えており、未耕土の全加里量も2.18%および2.40%で高いが、無加里状態で栽培すると含有率の低下を招来した。一方、>粘土では未耕土に比較して低下割合はあまり激しくない。前者の一次鉱物中の含加里鉱物は、定性的に黒雲母およびガラス、後者<sup>26)</sup>はガラスで、これらはいずれもかなり表面が風化をうけている。一方、根釧農試土壌は降灰後200年を経過せず、未風化であって粘土含量そのものが少なく、加里含有率は粘土、>粘土とも低下が著しい。そして、早川<sup>9)</sup>による含加里一次鉱物は未風化ガラスを除けば僅少量であるという。既章(Ⅱ, Ⅲ)で供試試質土壌の粘土鉱物について述べたが、これによると加里に参与するものとしてパーミキュライト、イライトが考えられる。パーミキュライトは層間に固定された加里 (GARMAN による strongly adsorbed K) の放出が考えられるが、その量と持続性に疑義があり、従ってイライトの存在が加里供給源として考えざるをえなくなる。しかし、本鉱物は dominant ではないので問題としては残る。

すなわち、天北地方の供試土壌は、一次鉱物のほかにイライトなどをも加里供給源と見なしうるので、途絶することなく徐々に加里の溶出が行なわれると推定される。これに対し、根釧火山灰土壌は一次鉱物に由来する加里が主体で、滴漏しやすいと思われる。

このことから考えると、原田<sup>9)</sup>は重粘性土壌を高加里土壌、火山灰土壌を低加里土壌と称しているが、全加里含量上からの表現ではなく、供給能力上からの区別として受けとることができ、同時に維持管理用加里なる性格も首肯しうるのである。

#### (4) 考察

造成された草地のその後の肥培対策は、利用目的によって、①集約的に高収をうる場合と、②一

定収量で永年維持を図る場合、に2大別されると思う。

①は母屋、牛舎の近傍にある時間制限放牧地や、乾草、サイレージ用の採草地を指し、草生が悪化すると直ちに更新しうる性格のものである。つまり施肥、堆厩肥の投下量も多く集約利用される。

②は居住地から遠隔な経営草地の外縁部に位置し、採草または低利益率な牛群（育成牛、乾満牛など）の放牧に供される。また放牧用公共草地もこの範疇にある。肥培管理は粗放をまぬかれない。

すなわち、草地造成法が同一であっても、①と②では肥培対策は当然異なることが考えられる。ここでは主要要素の施肥反応について検討したのであるが、上記の観点に立脚して各要素の肥培法を考察するとつぎの通りである。

#### 窒素

草地では施肥窒素のほかに、クローバによって固定される窒素を考慮しなければならない。マメ科牧草の窒素固定量について、東北地方においては北岸<sup>65)</sup>は33 kg/10aとしており、きわめて多量である。しかし、根釧火山灰土壌において混播イネ科牧草がクローバより移譲をうける量は、2年目<sup>67)</sup>で1.7 kg/10a、3年目<sup>21)</sup>では3.8 kg/10aであった。すなわち、前者は固定量であり、後者は移譲量のため比較はできないが、冷涼な本道では少ない量だと思う。天北地方でも根釧地方とほぼ同量と考えれば、根粒菌の固定力が活潑化する2年目後半以降<sup>13)</sup>の移譲窒素量は年間約3 kg/10aと考えてよい。

さて、①は集約草地利用法であるから、積極的な増収は窒素によってえられる。そして、堆厩肥の併用<sup>61)</sup>はマメ科率を乱すことなしに、さらに高次の収量確保ができる。また、マメ科植生が悪化した場合は、窒素多用の施肥法に切替イネ科牧草の単独収量を高めることも可能である。

一方、②では施肥管理が粗放になり、窒素肥料は高価（約100円/1kg）であるから、必然的に窒素はマメ科牧草への依存度が強くなる。すなわち、予め造成時に導入される草種は、当該地帯の基幹牧草のほかに耐減肥性<sup>13)</sup>であって、しかも窒素固

定力の強いシロクローバ（ラジノクローバも含む）および移譲窒素を受けとる能力の高いケンタッキーブルーグラスなどの組み合わせ<sup>13)</sup>を考慮する必要がある。そして、根粒菌の効果を補完する目的で、造成時～2年目前半までは肥料窒素（2～3 kg/10a）の施用は不可欠と思われる。すなわち、年間約3 kg/10aの移譲窒素量からえられる草量は約3 ton/10a<sup>10)</sup>と推定され、収量は低いけれども永年維持を目的とすれば不都合はない。また、省力施肥技術として緩効性窒素肥料の利用を考える必要もあると思われた。

以上のことより、①ではマメ科牧草の役割りは若干窒素肥料でカバーしうる場合もあるが、②は利用の都度施肥されるとは限らないから、クローバの混生なしでの草地の維持は考えられない。

Ⅳで述べたが、天北地方の鈹質土壌は地下水土壌型ほど急速に窒素が消耗し、一般畑作物では窒素欠乏が激化するに至る。しかし、牧草では本傾向が軽減されるのである。すなわち、混播マメ科牧草が土壌の窒素欠乏をカバーしうるもので、換言すれば①、②のいかに問はず、当該牧草を維持する観点に立脚した肥培法が必要と思われる。

#### 磷酸

天北地方の土壌における最大の制限因子は磷酸である。これは、火山灰土壌のような礬土性由来する可給態磷酸の欠乏ではなく、絶対量の不足によることがわかった。つまり、磷酸の多投は草地の造成、管理上不可欠条件であって、これの多寡は草量を支配し、マメ科牧草の混生比率にも影響を及ぼしている。従って①、②の草地とも量的には手を抜くことは許されないのである。

一方、土壌中において磷酸が蓄積された時点では、萌芽期重点の施肥法が可能である。これは夏季間の地温上昇に伴う土壌磷の有効化現象に立脚している。本法は①よりも②の草地で省力化しやすいと思われる。この試験において、統計上の差はないが萌芽期および刈取りごと追肥区の収量がやや高い事実を認めた。根釧地方で同じ主旨の下に実施した筆者ら<sup>64)</sup>の試験結果によれば、全量基肥施用区と他の省力施肥法間には有意性を認めていない。この両地方の差は、明らかに土壌還元化

現象の強弱によって決定されたものと思う。

すなわち、根釧地方は7～8月が霖雨を伴う湿润気候であるのに対し、当地方は乾湿の差が激しく、しかも供試土壌がB.Fであったからと考えられる。従って、地下水土壌では磷酸の有効化現象が促進される可能性が強いと推察された。

#### 加里

当地方における草地悪化の主要因は磷酸欠乏によることが多い。一方、火山灰および泥炭土壌では加里欠乏に伴いマメ科牧草の消滅に起因している。加里は資沢吸収されやすく、また牧草は各作物に比較して加里の収奪量が多いので、不断の補給が必要である。この点、加里供給力が高い天北地方の鈣質土壌は有利と思われた。

利用目的別草地について考えると、①は堆厩肥、尿の還元に伴って搬入される量が多い。しかし採草用草地では同時に圃場全域より均一に多量の持出しがある。一方、放牧用草地では周囲を隔障物で圍繞するので、収奪よりも糞尿の還元による土壌中の偏倚<sup>16)</sup>（採食地域は収奪され、糞尿落下地点のみ加里>窒素>磷酸の順で集積する）がある。従って前者は加里の施用量を年次の経過とともに増し、後者は加里の偏倚性を低めるための施肥が必要と思われる。

これに対して②は高収を期待しないので、クローバの草生に見合う程度の補給を行なう。しかし本草地で窒素は固定窒素（緩効性窒素肥料も？）に依存し、磷酸は萌芽期重点施肥などの省力化が行なわれると、加里の施肥もこれに併用せざるをえない。近年、初夏に一度だけ施肥する方式が考えられているが、いずれにせよ長期間にわたって利用可能な遅効性加里肥料は見当たらず、本形態の加里肥料はとくに公共草地の維持管理上その開発、実用化がまたれるのである。

以上3要素を中心に述べたが、このほかに石灰による酸性矯正の持続効果が高いことも知られている。

従って、造成時には石灰、磷酸を多用し、その後はマメ科牧草の能力を最大限に発揮させる条件下で、窒素、磷酸、加里の施肥法を草地の利用目的に応じて採用すべきである。

#### (5) 要 約

天北地方の草地土壌に対する肥培、管理について若干の検討を試みた。

1) 土壌の経年化に際し、顕著に欠乏する窒素をクローバによってカバーしうる現象は草地の利点である。すなわち、窒素施肥は増収に寄与するが、マメ科牧草の混生比率を低下させない程度の施肥量とすべきである。

2) 当地方の土壌における最大の制限因子は磷酸で、絶対量の不足による。つまり、磷酸の多投は草地の造成、管理上不可欠条件であって、この多寡は草量やマメ科率を支配する。従って、磷酸は土壌中に蓄積される時点までは多給を要することになるが、2N-HCl法などの分析法をもってその尺度としたい。

3) 当地方の土壌は加里の供給力が高く、火山灰土壌に比べると、マメ科率保持の点ではかゝるに有利である。これは一次動物のほかに、粘土動物などをも加里供給源と見なされるからと推定した。

4) このほかに石灰による酸性矯正の持続性が高いことがわかった。

5) 草地は利用目的によって、①集約利用草地と、②粗放利用草地に大別されるが、上述の結果を考慮した場合の要点は、

窒素：施肥量は①>②であるが、クローバへの依存性は②>①の傾向となる。

磷酸：いずれも多投を要するが、省力施肥はとくに②が必要である。

加里：①のうち採草用草地は放牧用草地より重要視すべきである。②は土壌加里に期待する割合が大きいものの、省力化する限り遅効性加里肥料の開発が問題として残る。

6) 以上のことより、造成時には石灰、磷酸を多用し、その後はマメ科牧草の能力を最大限に発揮させる条件下で、窒素、磷酸、加里の施肥法を草地の利用目的に応じて採用すべきである。

## VI 総 括

### 1 研究の目的と構成

北海道における草地に関する諸研究は火山性土

壤より発展したもので、天北地方に分布する鈣質土壤に対する研究歴史は浅い。これは、当地方では古くより穀菽類、根菜類の栽培が盛であったが、極寒地における農業経営の安定を図るために草地酪農に切替えたのは最近になってからであることによる。すなわち、このように草地が鈣質土壤に立脚している地域は全国にも類がないといえる。

道北地方の土壤調査をした北海道開発局重粘地グループの研究によれば、地質的な成因、気象環境などによって各種の土壤型が見出されており、通称重粘性土壤といわれているものは水文学的条件によって規制された疑似グライ土およびその亜型がこれに該当することが明らかとなった。

天北地方の酪農基盤として供試されてはる主要土壤は、海岸段丘面に主として展開しているが、母材、風化過程に由来する化学性よりは、理化学性が問題視されやすく、基盤整備との関連性で追求されることが多い。これらの土壤は湿潤、堅密なために根圏が阻害されたり、多雨期には湿害を蒙りやすく、この改良に心土破碎、深耕、心土耕、明暗渠、弾丸暗渠などの諸対策が講じられており甜菜、馬鈴薯などの根菜類には著しい卓効を示している。一方、牧草では管理作業面にその効果はresponseするが、生産性への寄与率は前記作物よりは割合鈍感のようである。

換言すれば、一般作物では理化学性の改善は何をさておいても先行すべきであるが、草地では肥培管理を重要視すべきと思う。すなわち、例えば土壤が堅密な条件下で実施される不耕地草地造成法でも、2～3年後には耕起法の収量に匹敵するに至り、播種後の管理の優劣が成功の可否を決定するのである。

以上の観点に立脚し、本論は土壤の化学性を中心に牧草生産との関連につき、edaphologicalに検討を試みたものである。

本研究の構成は、天北地方において出現する主要土壤型の一般化学性について調査し、続いて土壤型の相異が植生に及ぼす影響を把握し、さらに当地方における代表的酪農地帯の主要土壤と牧草生産力との関係や、段丘土壤の生産性についても検討した。後半では、主要土壤の開墾に伴う肥効

の経年変化について述べ、さらに一般作物と牧草では施肥反応が異なる点を考察した。最後に、以上の既説成果を動的に組入れ、飼料基盤としての草地造成、肥培技術に関する2～3の問題点について論じた。

## 2 カテナに出現する土壤型の特徴比較

天北地方に出現する土壤型は、酸性褐色森林土を中心に、地下水の影響で疑似グライ性の土壤、ポドソル的を溶脱をうけた土壤および泥炭土壤などが主体を占め、これに各種の移行型が亜型として付随する。これら土壤の生産的特徴を検討する場合は、カテナ的配列を示す地点を求めるべきであろう。従って、カテナとして出現する土壤を用いて edaphological な比較検討を試みた。

天北農試場内において

1) 天北農試場内(T<sub>1</sub>段丘面に堆積した水成岩—砂礫岩、泥岩質、利尻ローム混入—)において、酸性褐色森林土、疑似グライ性酸性褐色森林土、ポドソル性土壤、泥炭質グライ土および泥炭土壤の5土壤型が80mの間に出現する。

2) pH、粘土、置換性塩基、R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、WAKSMANのβ-fractionなどの一般的性質はほぼその土壤型に特有な傾向を示す。

3) 土壤型からみると、腐植と窒素は酸性褐色森林土→泥炭土壤へと高くなるが、R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、磷酸吸収力は地下水型土壤ほど低い値を示す。

4) X線回折、DTAから各土壤型ともほぼ同一粘土鉱物がえられ、酸性褐色森林土では若干のギブサイトが検出された。

5) 腐植の質は、地下水土壤型ほど窒素放出機作の点で容易なることを確認した。

金ヶ丘地区において

6) 金ヶ丘地区(ボンクチャナイ段丘面、非固結シルト岩)において、疑似グライ性酸性褐色森林土、褐色森林土疑似グライ土、腐植質グライ土および泥炭土壤が約100mの間に出現する。

7) 供試土壤の傾向は、天北農試土壤で示された2)～5)の様相にはほぼ類似した。

他の地区において

8) 枝幸町岡島地区において地下水型化した土壤ほどR<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量が少なかった。

以上のことより、土壌水分環境の影響の強弱が作物生産を支配する大きな要因となることが推定される。

### 3 主要土壌と牧草生産力の関係

#### 1) カテナに出現する土壌型と牧草の生育

天北農試場内のカテナに出現する土壌型と牧草の生育について検討した。

5土壌型の各層に対するポットを用いた肥料3要素試験から

(1) 酸性褐色森林土は無磷酸区の収量指数が低い。無窒素区は下層になるに従って漸減する。

(2) 疑似グライ性酸性褐色森林土は、上層では無窒素区、無磷酸区の指数が若干高まる。しかし、下層では3要素区の絶対収量のみならず、無窒素区、無磷酸区のそれも激減する。

(3) ポドソル性土壌の溶脱、集積層における無磷酸区の収量指数は  $R_2O_3$  の動きに対応した。

(4) 泥炭質グライ土および泥炭土における要素欠除区の指数は全体に高い。

(5) 各土壌型の絶対収量は地下水土壌型ほど高くなり、この傾向はAp層、A層、C層に認められるが、B層は溶脱、集積のため、その土壌に特有な傾向を示す。

植生調査の結果から

(6) 4年前に造成した管理不十分な草地における植生を観察すると、酸性褐色森林土では牧草が主体を占め、マメ科率も高いが、順次地下水土壌型になるほどマメ科率は減少し、湿性植物の混入が認められるなど、土壌型は植生との相関を反映した。

strip 状に配置した3要素試験の結果から

(7) 酸性褐色森林土の収量は低く、窒素、磷酸の肥効が大である。しかし、他の地下水土壌型では各要素の肥効が判然としない。

(8) 鈣質土壌と有機質土壌間にポット試験でみられたような連続した収量の増加傾向がない。むしろ両土壌群の境界面に収量の高まる地点がある。

以上の3試験から、カテナにおいて牧草生産力を規制する要因は、出現各土壌型に由来した直接的な影響のほかに、間接的な水の移動に伴う養分

の富化現象の強弱の組合せによって決定されると考えられる。

#### 2) 各地に分布する土壌と牧草生産力の関係

2および3-1) で述べた現象をもとに、当地方における代表的酪農地帯の主要土壌と牧草生産力の関係について検討した。

供試土壌は浅茅野(酸性褐色森林土)、ボンニタチナイ(疑似グライ土)、両者の境界面に位置する共和、さらに金ケ丘(疑似グライ性酸性褐色森林土)、宇曾丹(ポドソル性疑似グライ土)の各土壌を用い、その化学性と肥料3要素試験による肥効を調査した。

土壌の化学性から

浅茅野、ボンニタチナイ各土壌はその土壌型固有の特徴を認め、共和土壌は両者の中間的性格を示した。金ケ丘土壌の表層はT-C、T-Nの集積があり、下層ほど  $R_2O_3$  は漸減するが塩基飽和度が高まるなど、疑似グライ的な影響をうけた酸性褐色森林土であることを示した。宇曾丹土壌は上層がポドソル的溶脱、下層は疑似グライ土生成作用をこうむっているような化学性を呈した。

肥料3要素試験から

酸性褐色森林土→疑似グライ土になるほど無窒素区、無磷酸区の収量指数を高め、また下層土もその土壌型に対応した特徴を示した。

すなわち

(1) 土壌型それ自体の化学性と肥効の動向は天北地帯を代表する土壌においても反映した。

(2) 一方天北地帯では、当該土壌の水分環境条件そのものの直接的影響も考慮する必要がある。

以上のことより、(1)と(2)の組合せ効果が、土壌型の生成とその作物生産性を規制するものと考えられる。

#### 3) 段丘土壌の比較

天北地方における草地酪農地帯または草地開発計画中の地域は、大部分が海成洪積段丘面上に分布している。本項は edaphology の立場から牧草生産力を中心に段丘土壌の特性を比較検討した。この場合、母材が異なればもちろんのこと、土壌型が異なっても段丘相互の生産力を比較すること

は難かしい。そこで、斜内岬以南の段丘は海岸より順次低位面→高位面へと連続的な高まりをみせ、しかも各面は strip 状に幅が狭い点に着目し、酸性褐色森林土を用いて調査した。供試地区は風烈布および岡島である。

#### 風烈布段丘

海岸より内陸にかけて直線的に高まりをみせ、母材、粘土鉱物などがほぼ同一である。このような条件下の牧草収量は下位面ほど増収の傾向を示した。

#### 岡島段丘

段丘各面の母材に相異があるので、段丘の高低と収量間には判然たる傾向は見出せなかった。

両地区の T<sub>3</sub> 面に限らず、天北地方の低位段丘面は利尻ロームの影響が強くなり土壌←→牧草生育にもこの関係が反映した。

すなわち、風烈布地区のように、同一母材上に同一堆積物が厚く被覆する場合は、低位面ほど高収を示すことがわかった。しかし、一般に堆積諸条件は段丘面によって異なることが多い。従って、段丘土壌の性格は、当該段丘面の生成条件、母材、出現土壌型などによって規制されているので、個々の段丘土壌として取扱うべきであり、抽出された特徴的な因子について比較検討する必要がある。

### 4 土壌の開墾に伴う経年的肥効発現の変遷

#### 1) 酸性褐色森林土と疑似グライ土を用いた肥効変遷の対比

土地が開墾されてからの土壌の経年変化の質的内容は、その後の肥培対策を決定する。従って、天北地方における主要土壌である酸性褐色森林土（浅茅野土壌）と疑似グライ土（ボンニタチナイ土壌）を用いて肥効の変遷を対比した。

窒素：腐植に依存する窒素地力は疑似グライ土 > 酸性褐色森林土であるが、経年化によって本傾向はたちまち逆転し、前者は激しい窒素欠乏に陥った。

リン酸：開墾初期は、絶対量の不足と下層土の影響で両土壌ともリン酸欠乏を示すが、その後はリン酸の重点施肥がなされるために牧草収量の高まりをみせた。

加里：年次によってあまり差がなく、収量減が少なかった。

以上のことから、窒素は土壌型そのものの特性により、リン酸は人為的手段の介入により、それぞれの肥効は経年変化するものと考えられ、加里のみは供給力が高いようであった。

#### 2) 疑似グライ性酸性褐色森林土とポドソル性疑似グライ土を用いた肥効変遷の検討

前項で示された土壌の肥効変化が土壌亜型でもみられるかについて検討した。供試土壌は疑似グライ性酸性褐色森林土（金ヶ丘土壌）およびポドソル性疑似グライ土（宇曾丹土壌）である。

経年化すると両土壌とも

窒素：開墾初期は急激に、その後は徐々に低下または平衡状態を保つ。

リン酸：初期はきわめて欠乏するが、その後は増加する。

加里：未耕土は多いが、開墾後はほぼ一定となる。

となり、経年別草地土壌を用いたポット試験結果も本傾向に類似した。

供試2土壌の土壌型生成作用はいずれもグライ化の方向に進み、このために腐植の集積が肥効の内容を規制すると思われる。まず、リン酸については地下水土壌型化することによる無リン酸区の収量増加がある。しかし、両土壌は有効態リン酸量の貧困が本現象をマスクしているようであり、従ってこれの肥効変遷は土壌型によるよりも、人為的な施肥リン酸蓄積過程のなかで考える。窒素は前項の疑似グライ土と同様な経緯をたどっていく。

すなわち、天北地方の酪農展開地域に出現する土壌亜型は、大部分が疑似グライ性またはグライ性土壌としての性格が強いことから考えて、窒素の肥効変遷とこれに伴う施肥法は十分考慮されなければならない。

#### 3) 経年化による各作物の施肥反応

本項は実際に天北地方で栽培される主要作物の新墾、経年別圃場における施肥反応を検討し、もって主幹作物である牧草の施肥管理上における特徴づけについて論及した。

供試土壌は酸性褐色森林土で、天北農試内経年

圃場（開墾後30余年経過）と新墾圃場において、燕麦、馬鈴薯、甜菜および牧草を栽培し、肥料3要素試験を実施した。

経年圃場の収量：3要素区≧無加里区>無磷酸区>無窒素区>無肥料区 の傾向であるが、牧草は無窒素区における収量比が他作物より高い。

新墾圃場の収量：3要素区≧無加里区>無窒素区>無磷酸区>無肥料区 となり、窒素、磷酸が制限因子となる。しかし、牧草は無窒素区>無磷酸区の傾向を示す。

すなわち、燕麦、根菜類は経年化によって激しい窒素欠乏を呈するが、牧草ではこの点が緩和された状態にあることが特徴的である。これは混播クローバが窒素固定をし、さらにこのものをイネ科牧草が移譲をうけるなど、作物そのものの特性が土壌の窒素地力をカバーしているわけで、このような機作は他の供試作物にはない。従って、イネ科単播またはマメ科の消滅草地では燕麦に類似の推移をたどるであろう。

本試験は酸性褐色森林土を用いたが、これと対比される疑似グライ土では次の点が推定される。

普通作物：新墾地では無窒素区の収量指数は高いが、経年化するほど減収率が著しい。

牧草：初期は窒素放出量が多いのでマメ科への依存性は酸性褐色森林土よりも少なくすむ。しかし経年土壌ではマメ科が収量に対して、より決定的な役をはたす。

以上のことより、土壌型や圃場の新旧を問わず、混生クローバを維持しうるような肥培利用対策の樹立が必要である。

## 5 天北地方の土壌と草地の造成、肥培管理

### 1) 草地造成法に関する1, 2の考察

天北地方の特徴的な土壌は酸性褐色森林土および疑似グライ土で、これらの亜型が随伴出現することは既述のとおりである。このことから考えると、土壌型によっては慣行法の反転耕起造成法により下層土が露出し、かえって収量低下を招く恐れがある。すなわち、土壌の性格を考慮しつつ草地造成法—播種床造成法—を改めて検討することが必要と思われる。従って天北農試圃場を用い、草地造成法間の比較、3要素との関係、表土の浅

深の影響、鎮圧の問題などについて調査、考察を加えた。

草地造成法間の比較：当地方は耕起方式が慣行であるが、不耕起方式でも草地化が可能である。造成に際して石灰による酸矯のほかに、造成方式や土壌型のいかんにかかわらず磷酸の多投を要する。

各種造成法と3要素：耕起方式によって造成された草地は、土壌中における窒素成分の減少があり、グライ化する土壌になるほど下層露出の影響で本傾向が強くなる。これに対し不耕起方式では生産力の阻害成分（酸性、磷酸欠乏）が施肥によって矯正された形の未耕土状態として温存されている。加里はあまり変化がない。

表土の浅深の影響：草地の造成に際し、有効層である表土が厚いほど牧草収量は高くなるが、薄くとも施肥でカバーしうる。

造成時の鎮圧：土壌に圧密を加えると幼牧草は収量を増す。これは気象要因による土壌水分の変動が少ないので、水分供給が円滑化することによると思われ、実際に鎮圧効果も高い。

以上の結果より、草地造成に際し土壌型を念頭に入れて播種床処理対策を考えると、

酸性褐色森林土：表土の層厚が確保されている場合は、造成法の選択に際する特別な配慮の必要はない。

疑似グライ土：浅表土に養分がとくに集中しているから、ローターベーター方式、重デスク方式または不耕起方式が有利である。

以上を換言すれば、草地では造成すべき土壌の立地条件や利用目的に応じて、播種床処理法を適宜選択しうるのが畑作物と相異なる点である。それゆえに、各種の表土、下層土条件を組み合わせ当該環境下における最良な根圏確保手段を講ずべきである。

### 2) 草地の肥培法に関する1, 2の考察

天北農試圃場の混播草地を用い、当地方における土壌の特質に由来する肥培法の基本的な1, 2の問題点について考察した。

窒素：土壌の経年化に際し、土壌型によっては顕著に欠乏する窒素をクローバによってカバーし

うる現象は草地の利点である。すなわち、窒素施肥は増収に寄与するが、マメ科牧草の混生比率を低下させない程度の施用量に止めるべきである。

磷酸：当地方の土壤における最大の制限因子は磷酸で、絶対量の不足に由来する。磷酸の多投は草地の達成、管理上不可欠条件であって、この多寡は草量やマメ科率を支配する。従って、磷酸は土壤中に蓄積される時点までは多給を要することになるが、2N-HCl法などの分析法をもってその尺度としたい。

加里：当地方の土壤は加里供給力が高く、火山灰土壤に比べるとマメ科率保持の点ではかゝるに有利である。これは一次鉱物のほかに粘土鉱物なども加里供給源と見なされるからと推定した。

石灰：石灰による酸性矯正の持続効果が高いことがわかった。

以上、基本的な問題について述べたが、草地は利用目的によって①集約利用草地と②粗放利用草地に大別され、上述の結果を考慮した場合の要点は

窒素：施肥量は①>②であるが、クローバへの依存性は②>①の傾向となる。

磷酸：いずれも多投を要するが、省力施肥はとくに②で成立する。

加里：①のうち採草用草地は放牧用草地より重要視すべきである。②は土壤加里に期待する割合が大きいものの、省力化する限りは遅効性肥料の開発がまたれる。

以上のことより、造成時には石灰、磷酸を多用し、その後はマメ科牧草の能力を最大限に発揮させる条件下で窒素、磷酸、加里の施肥法を草地の利用目的に応じて採用すべきである。

## 文 献

- 1) BROADBENT F.E., G.R. BRADFORD, 1952; Soil Sci. 74, 447.
- 2) GARMAN W.L., 1957; Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21, 52.
- 3) GOSS D.W., B.L. ALLEN, 1968; Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32, 409.
- 4) 箱石 正, 赤塚 忠, 1964; 重粘土壌耕地における土塊分布について 北農試彙報, 84, 40.
- 5) 原田 勇, 1967; 牧草の養分吸収過程並びにそれに基く合理的施肥法に関する研究
- 6) ———, 篠原 功, 1967; 草地農業における加里輪廻に関する研究(1報) 日土肥誌, 39, 292.
- 7) 早川康夫, 1960; 根釧地方泥炭の理化学的特徴と開発に伴う土壤肥科学的諸問題(1報) 道農試集, 6, 106.
- 8) ———, 1962; 根釧地方に分布する火山性土の理化学的特性と主幹作物の肥培法について 道農試集, 11.
- 9) ———, 1967; 根釧地方火山灰地における牧草地土壤の理化学的特性と施肥法に関する試験(10報) 道農試集, 16, 21.
- 10) ———, 1968; 第16回草地学会秋季大会シンポジウム 講要.
- 11) ———, 橋本久夫ら, 1960; 根釧地方火山灰地における牧草地土壤の理化学的特性と施肥法に関する試験(3報) 道農試集, 5, 1.
- 12) ———, ———, 奥村純一, 1967; 同上,(9報) 道農試集, 15, 84.
- 13) ———, ———, ———, 1967; 根釧地方の牧野改良(6報) 道農試集, 15, 101.
- 14) ———, 奥村純一, 1961; 根釧地方泥炭の理化学的特徴と開発に伴う土壤肥科学的諸問題(2報) 道農試集, 7, 35.
- 15) ———, ———, 1962; 同上 (3報) 道農試集, 9, 49.
- 16) ———, ———, 1964; 根釧地方の牧野改良(4報) 道農試集, 14, 47.
- 17) ———, ———, 橋本久夫, 1963; 同上 (3報) 道農試集, 13, 80.
- 18) ———, ———, 藤田 保ら, 1967; 同上 (8報) 道農試集, 16, 32.
- 19) ———, 高畑 滋, 1968; 不耕地草地造成に関する研究(3報) 日草誌, 14, 209.
- 20) 平島利昭ら, 1964; 草地土壤試験成績書, 道立天北農試.
- 21) ———, 1968; 草地管理指定試験成績書, 道立根釧農試.
- 22) 北海道開発局, 1963; 重粘土土地開発調査中間報告書.
- 23) ———, 1964; 重粘土構造分類調査報告書.
- 24) ———, 1964~'65; 心土破砕施工基準調査報告書.
- 25) ———, 1967; 重粘土地機械開墾方式調査中間報



- 告書。
- 26) 北海道開発局重粘地グループ, 1967: 北海道北部の土壌, 北海道開発局。
- 27) 北農試農芸化学部, 1955: 北農試農芸化学部成績書。
- 28) 北海道農事試験場, 1936: 北海道農事試験場要覧。
- 29) 池盛重, 赤沢伝, 塩崎尚郎, 1968: 重粘地における基盤整備に関する研究(1報) 土肥講要集, 14, 113。
- 30) ———ら, 1967: 重粘地における耕土造成ならびに施肥試験, 草地飼料作物に関する土壌肥料研究集録, 93。
- 31) ———ら, 1968: 昭和42年度成績, 北農試草地開発部。
- 32) 石塚喜明, 早川康夫, 1954: 根室, 釧路地方に分布する摩周統火山性土の特性と地力維持に関する研究, 道農試報, 5。
- 33) ———, ———, 1957: カリシンポジウム—1958—, 63, 養賢堂。
- 34) ———, 佐々木清一, 1950: 北海道における土壌の風化過程について(予報) 日土肥誌, 20, 111。
- 35) ———, ———, 1950: 同上 (1報) 日土肥誌, 21, 29。
- 36) ———, ———, 1951: 同上 (2報) 日土肥誌, 22, 107。
- 37) ———, ———, 本間廉造, 1956: 北海道における Catena の概念の適用について(1報) 日土肥誌, 27, 487。
- 38) ———, 田中明, 1952: 水稲三要素施用試験(2報) 日土肥誌, 22, 183。
- 39) ———, ———, 1952: 同上 (3報) 日土肥誌, 22, 187。
- 40) 伊東正夫, 1968: Mückenhausen 著—疑似グライ土の書評より—ペドロジスト, 12, 35。
- 41) 重粘地グループ, 1964: 東天北地域の表層地質と成因土壌型 地球科学, 75, 1。
- 42) 菅野一郎, 1949: 日本の土壌型と N.S 係数, 雨量係数との関係 日土肥誌, 20, 21。
- 43) 木下彰, 昆忠男, 1968: 北海道畑土壌の構造特性(1報) 土肥講要集, 14, 4。
- 44) 北川清夫, 1966: 北海道猿払におけるポドソル性土壌の粘土鉱物について ペドロジスト, 10, 11。
- 45) 北岸隆三, 1962: 火山灰土壌における牧草の集約栽培に関する土壌肥料学的研究 東北農試研報, 33, 1。
- 46) 近藤鳴雄, 1967: 日本アルプス南部における山岳土壌の垂直的成帯性について ペドロジスト, 11, 153。
- 47) 近堂祐弘, 1967: 北海道の第4紀火山砕屑物および土壌の粘土鉱物組成 北海道開発局。
- 48) 日下部正雄, 1948: 雨量係数および N.S 係数より見た気候的土壌 農学, 2, 46。
- 49) 久津那浩三, 1961: 土壌の塩基置換容量について(綜説) 日土肥誌, 32, 231。
- 50) LYON & BUCKMAN, 1948: 土壌学(三井ら訳), 327。
- 51) 牧野道幸, 1963: 北海道の林業立地に関する研究, 帯広営林局。
- 52) 松実成忠, 1959: 泥炭土壌の熟間化に関する研究(2報) 北農試彙報, 69, 8。
- 53) 松野正, 1964: 北海道におけるいわゆる重粘性土壌の分類的位置について ペドロジスト, 8, 2。
- 54) MEHRA O.P. M.L. JACKSON, 1960: Clay and Clay Minerals, 7, 317。(和田光史: 日土肥誌, 37, 9.)
- 55) 三股正年, 1964: 北海道における牧野改良に関する研究 日草誌, 10, 38。
- 56) 三宅康次, 田町以信男, 1935: 北日本における土壌の生成過程(1報) 日土肥誌, 8, 353。
- 57) ———, ———, 1941: 同上(2報) 日土肥誌, 15, 459。
- 58) 三好洋, 1966: 両総火山灰台地に分布する「ちばまつち」と「両総火山灰土」の生成論的ならびに土壌理化学的性質の比較研究, 千葉農試特報, 2。
- 59) 森哲郎, 1953: 北海道における重粘土壌の研究(1報) 北農試彙報, 65, 17。
- 60) ———, 佐々木清一, 1956: 同上(2報) 北農試彙報, 71, 13。
- 61) 永井秀雄ら, 1968: 昭和42年度試験成績書, 道立天北農試天塩支場
- 62) 長井武雄, 1968: 酸性腐植質火山灰畑土壌における腐植の蓄積形態とその動態に関する基礎的研究。
- 63) 及川寛ら, 1968: 昭和42年度試験成績書, 道立天北農試。
- 64) 奥村純一, 袴田共之, 1967: 牧草に対する燐酸施用試験成績 化成肥料研究会, 99。
- 65) ———, ———, 能勢公, 1966: 根釧地方の草地に関する土壌肥料学的諸問題(2報) 土肥講要集, 13, 92。
- 66) ———, ———, ———, 1966: 放牧による蹄踏が 2, 3 の土壌理化学性に及ぼす影響 日草誌, 13(別号), 17。
- 67) ———, ———, ———, 1967: 北海道における低コスト公共草地の造成維持管理法(8報) 日草誌, 13(別号), 38。
- 68) ———, 大崎玄佐雄, 関口久雄, 1967~'68: 草地土壌試験成績書 道立天北農試。
- 69) 大崎玄佐雄, 中村文士郎, 奥村純一, 豊田広三, 1968: 天北地方の牧草に対する燐酸施肥 北農, 35, 13。
- 70) ———ら, 1965~'68: 草地土壌試験成績書 道立天北農試。
- 71) 小山正忠ら訳, 1964: 包括的土壌分類体系, 7次試案 農技研究資料, B7。
- 72) 佐久間敏雄, 1964: 台地土壌の物理的特性について 開発局土試月報, 137。
- 73) 佐々木清一, 1957: 北海道における Catena の概念の応用について(2報) 日土肥誌, 28, 13。
- 74) ———, 1957: 火山性土壌の生成論的研究(2報) 日土肥誌, 28, 109。
- 75) ———, 1960: 北海道土壌地理論。
- 76) ———, 北川芳男ら, 1964: 北海道の古土壌第四紀研究, 3, 185。
- 77) ———, 松野正, 1956: 北海道における砂丘性土壌について 日土肥誌, 27, 63。

- 78) 佐々木竜男, 1967; 火山性土の分類に関する研究 (1報) 土肥講要集, 13, 101.
- 79) SCHUURMAN J.J., 1965; Influence of soil density on root development and growth of oats. *Plant and Soil*, 22, 3.
- 80) 関口久雄, 1967; 放牧が草地に及ぼす 2, 3 の問題について 北海道土肥研通, 59, 8.
- 81) 瀬尾春雄, 1951; 北海道における農牧適地の土壌地帯概説 北農試土性調査報告, 第1編.
- 82) ———, 富岡悦郎, 1952; 天北重粘地改良計画調査編, 北海道開発局.
- 83) 篠原 功, 1967; 土壌中の加里溶出と牧草吸収加里の関係について 北海道土肥研通, 59, 22.
- 84) SIMON K., und SPEICHERMAN, 1938; Beitrage zur Humusuntersuchungsmethodik. *Bodenk. und Pflanzenernähr.* 8, 129.
- 85) SPRINGER, U, 1938; Die heitige Stand der Humusuntersuchungsmethoden. *Bodenk. und Pflanzenernähr.* 6, 312.
- 86) 庄子貞雄, 松実成忠, 1962; 泥炭土壌の化学的特性に関する研究 (5報) 北農試彙報, 78, 62.
- 87) ———, 三宅正紀, 竹田 豊, 1964; 各種の可給態土壌有機酸定量法の比較 (2報) 北農試彙報, 84, 32.
- 88) 但野利秋, 1968; 昭和42年度北見農試年報, 209.
- 89) 滝島康夫, 1958; 泥炭地水田土壌に関する研究 (1報) 日土肥誌, 29, 248.
- 90) 田村昇市, 1961; 土壌凍結地帯における火山灰土の特性に関する研究.
- 91) 豊田広三ら, 1963~'66; 草地土壌試験成績書, 道立天北農試.
- 92) 坪松成三, 藤田 保, 1958; 乳牛の放牧利用に関する試験 II, 北農研究抄録, 4.
- 93) TYULIN A., 1938; The composition and structure of soil organomineral gels and soil fertility. *Soil Sci.*, 48, 343.
- 94) 梅村 弘, 1968; 本邦中部高山帯のポドソル性土壌について, ベドロジスト, 第3回シンポジウム講要集, 37.
- 95) 浦上塔太郎, 市村三郎, 1937; 泥炭地の特性と其の農業, 北農試彙報, 60.
- 96) 渡辺正雄ら, 1966; 昭和41年度試験成績書, 道立天北農試.
- 97) 山田 忍, 1951; 火山性土壌調査法と北海道に於ける火山性土壌, 北農試報, 44.
- 98) ———, 1968; 土壌の生成, 分類, 調査とその活用, 養賢堂.
- 99) 山根一郎, 1955; 所謂  $\beta$ -fraction に就いて, 日土肥誌, 25, 207.
- 100) ———, 佐藤和夫, 1963; 山地草原における不耕起方法による牧草地造成 (1報) 東北大農研彙報, 15, 1.
- 101) 山谷孝一, 1968; 本邦林地におけるポドソル化土壌ベドロジスト, 第3回シンポジウム講要集, 25.
- 102) 吉田 稔, 1953; 土壌の吸着能に関する研究 日土肥誌, 23, 213.
- 103) 吉田富男, 1960; 昭和38年度北農試農芸化学部成績書.

## Studies on Characteristics of Soils Distributed in The TENPOKU District and Their Fundamental Problems of Grassland Establishment and Management

As various types of zonal soils affected by climate and intrazonal soils controlled by topography and moisture environment appear in the TENPOKU district, studies were made on the characteristics of these soils and a basic system of the corresponding grassland establishment and management.

As a result of survey of 5 soil types deemed to represent the soils in this district having made its appearance in the form of hydrocatena, the hydromorphous soil type was found to be higher in humus and nitrogen content and lower in  $R_2O_3$ , etc., and the combined effect of them was presumed to be a factor to control crop production. At the same time, pasture productivity was studied by a pot test and it was found that the hydromorphous soil type was higher in yield and the yield indices of non-N and non-P plots were also high. This may be regarded as a direct effect originating in soil type upon pasture production, but when taking also the results of experiments under practical field conditions into account, a simultaneous occurrence of the phenomenon of nutrient enrichment by moisture environments is highly possible, with pasture production being deemed to be controlled by the both.

Examining these relations in using 5 soil types dominant in the principal dairy farming area in this district, the author recognized the abovementioned trend being reflected.

As the grassland dairy farming area in the TENPOKU district extends over diluvial plateaus, typical terraces were comparatively examined from an edaphological standpoint. As a result, it was found that from the shoreline to the inland there was a linear rise and in cases where deposits in the respective terraces were deemed nearly identical, the yield of pasture showed an increasing trend towards lower terraces. However, in case there were differences in mother rock etc., between the terraces, no definite relation could be seen between the height of terrace and yield.

Next, the author studied the secular changes in productivity with reclamation of soils distributed in this district and noticed that the yield especially in non-N plot had showed a trend of "Pseudogleied soil > Acid brown forest soil", but such a trend was reversed by way of secular changes, resulting in a marked shortage of nitrogen of the former. That is, as the soils in this district have been affected by pseudoglei or gleization to some extent, due attention should be paid to the vicissitudes of nitrogen fertility. As long as mix-sown pastures are grown, this phenomenon will make up for the reduction of nitrogen fertility.

Based on the abovementioned results, the author reached the conclusion that first for the purpose of grassland establishment, the best seed bed treatment should be selected properly according to the site conditions of soil (especially soil type and rhizosphere) and the purpose of use and the salient point of grassland maintenance and management consists in the employment of fertilization by three elements corresponding to the object of use of grassland on the assumption of versatility of soil improvement materials such as lime and phosphate and under the condition in which the ability of mixed legumes can be displayed to the utmost.