

天北地方の鉱質土壌における各種草地造成法 と施肥について

関口久雄† 奥村純一†

VARIOUS PASTURE ESTABLISHMENTS AND FERTILIZATIONS ON MINERAL SOILS IN TENPOKU DISTRICTS

Hisao SEKIGUCHI & Jun-ichi OKUMURA

天北地方に分布する鉱質土壌において、各種草地造成法と肥料三要素を組合せ比較検討した。まず不耕起方式の草地化過程、収量傾向の推移および当該草地の多収しうる可能性の示唆から、造成工法の影響は播種後2年目までで、以後は維持管理条件が収量を規制する要因であると考えた。諸方式に組合せた施肥処理との関係から磷酸が最大の制限因子となることを認め、造成時における本要素の施肥に関する現状と問題点を指摘した。ついでいかなる造成法を採用しても牧草根群が表層に集中するにいたる事実から、永年利用を目的とした草地を造成するに際してのA層処遇法を土壌型を中心に考察した。

I 緒 言

草地造成法は耕起方式と不耕起方式に大別されるが、前者は一般農耕地の播種床作成法に準拠するので学問的興味はむしろ後者に集中し、成績も多い⁸⁾⁹⁾¹⁵⁾。

草地造成は幼牧草の発芽活着までと、それに続く牧草と雑草、または牧草同士間の生育競合調整段階をも包含するものである。従来よりこの前半段階、換言すれば造成工法および牧草の発芽活着までをもって論ずることが多いが、これは誤りであって雑草の抑圧、牧草間の競合調整段階までも考慮すべきである。そして耕起方式では後半のウェイトが低いものと考えの方が妥当と思う。

この前半は牧草種子への円滑なる水分供給と、培地としての根圏土壌の整備に集約される。すなわち前植生、粗腐植の除去対策として殺草剤散布、火入れ、大きな意味での耕起、施肥および鎮圧などの諸技術が行なわれるが、これらに関して

は個々または総合的に多くの実証的研究が先行した。一方、後半の生育競合の調整には再生力の差を利用した掃除刈り、掃除放牧など諸技術の面から検討されている。

さて筆者らの専攻する草地土壌肥料の立場でこれら既往のデータを検討すると、施肥との関連における成績が少ない。これは時代の要請に対処するため造成工法を中心とした実証試験に偏重したこと、諸研究が主要草地酪農地帯である火山灰土壌で進展したため、当該土壌ではその降灰堆積様式が一樣で、土壌の生産的観点をあていど同一視してもさしつかえない条件下にあったこと、などによると考えられる。

一方、天北地方は本邦唯一の逆質土壌上に展開する酪農地帯であって、微地形によって種々の土壌型⁹⁾が出現するために、土壌型の配慮なしには草地造成事業を推進することができない。それゆえに造成時における施肥の意義についての重要性がことさら痛感される。

以上の観点から各種草地造成法と施肥について

† 天北農業試験場

若干の検討を試み、天北地方においての造成時に際する土壌肥料的問題について考察を加えた。

なお本稿のご校閲を賜った北見農業試験場長中山利彦博士、中央農業試験場森哲郎化学部長および当場高倉正臣場長に謝意を表する。また本報告を取りまとめるにあたり懇切なるご助言を頂いた当場土壌肥料科大崎玄佐維研究員に心から感謝する。

II 試験方法

本試験は草高 1.5~2 m のクマイザサ（乾物で約 800 kg/10a）が密生する天北農試未墾地（疑似グライ性褐色森林土）において、

1. 造成方式と施肥の組合せが収量の推移に及ぼす影響
2. 造成方式と土壌および肥料各成分の関係
3. 造成後の多肥条件下における施肥反応の 3 項目について検討した。

すなわち、天北地方の鉱質土壌で一般に施行されている造成方式であるプラウ耕とローターベーター耕を、不耕起方式である無処理（暗耕法よりストッキングを除いたもので、便宜上このような名称を使用した）と暗耕法に対比させ、これらに肥料処理を組合せた。

したがってこれらをまとめると、

不耕起 グループ	$\left\{ \begin{array}{l} \text{無処理区} \\ \text{暗耕法区} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{無肥料(-F)} \\ \text{無窒素(-N)} \\ \text{無リン酸(-P)} \\ \text{無加里(-K)} \\ \text{三要素(3F)} \end{array} \right.$
耕起 グループ	$\left\{ \begin{array}{l} \text{ローター} \\ \text{ベーター耕区} \\ \text{プラウ耕区} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{無肥料(-F)} \\ \text{無窒素(-N)} \\ \text{無リン酸(-P)} \\ \text{無加里(-K)} \\ \text{三要素(3F)} \end{array} \right.$

となる。

試験はまず収量の推移および土壌成分の検討を行ない、さらに造成法間に収量差がなくなった 4 年目に多肥反応を試みた。

処理区は前植生を刈り払い、火入れを行なった後、つぎのような造成工法の過程により設置した。

無処理区：石灰散布→施肥播種（磷酸資材を含む。以下同じ）

暗耕法区：石灰散布→施肥播種→ストッキング（火入れ後 17 日目、ホル系牝成牛を使用し、10a 延 26 頭、10 時間放牧した）

ローターベーター耕区：石灰散布→耕起（ローターベーター）→施肥播種→鎮圧

ローターベーター）→施肥播種→鎮圧

プラウ耕区：石灰散布（半量）→耕起（ブラッシュブレーカー）→石灰散布（残り半量）→デスクハロー→施肥播種→鎮圧

施肥は 3F で造成時に 10a 当たり N, P_2O_5 , K_2O それぞれ 2, 10, 2 kg, 2 年目以降、春先 2, 10, 2, 刈り取りごとに N, K_2O のみ 2 kg 追肥した。炭カルは造成法のいかにかわらず 10a 当たり 720 kg 施用した。

なお導入草種はオーチャードグラスとラジノクローバの混播で、昭和 42 年 5 月 24 日施肥・播種し、初年目は 1 回、以後は年間 5 回利用した。またホル系牝成牛を使用し、採食率 60~70%, 滞牧日数 2~3 日になるように頭数を調節し放牧した。そのほか試験実施方法の詳細については、その都度それぞれ述べることにする。

III 試験結果

1. 造成方式と施肥の組合せが収量の推移に及ぼす影響

一般に発芽から定着までの幼牧草時代は生活力が弱い。このため造成時には前植生を抑圧すべく種々の手段が講じられる。すなわち殺草剤の使用、火入れ、反転鋤込み、表層攪拌、掃除刈り、施肥などである。

本試験ではプラウ耕区は反転鋤込み、ローターベーター耕区は表層攪拌を行なった結果、前植生は枯死あるいは抑圧されて発芽定着時における雑草との競合はほとんど認められず、牧草率は造成当初より 80% 以上を示した。

それゆえ、牧草率の推移を不耕起グループのみ抽出し、第 1 表に掲げた。

まず無処理区と暗耕法区を比較すると、後者は明らかに造成当年における牧草率が高く、不耕起造成におけるストッキングが種子の発芽活着に有効な手段であることを示していた。さらに Stocking rate が 110 cow day/ha と慣行法* より高かったことも本傾向を助長させた一因とも思われた。また供試ほ場の前植生が再生力の弱いクマイザサが主体であったことから、不耕起造成で

* 70 cow day/ha⁹⁾

第1表 不耕起グループにおける牧草率の推移(%)

造成法 施肥	年次 番草	1					2					3				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
無処理区	-F	1	0	22	12	27	3	6	68	22	43	40				
	-N	48	79	75	80	86	95	55	77	87	92	87				
	-P	10	20	6	24	52	39	56	85	81	99	85				
	-K	9	17	19	52	89	91	54	93	95	95	99				
	3 F	40	36	48	57	91	96	62	90	50	90	94				
踏耕法区	-F	64	46	51	64	89	35	48	88	78	86	67				
	-N	66	43	77	88	90	72	79	90	91	90	78				
	-P	81	38	69	78	93	74	91	98	88	84	99				
	-K	63	71	92	91	89	93	60	98	98	94	100				
	3 F	62	55	73	87	99	80	67	95	99	92	88				

あっても当初より雑草の混入は比較的少なく、踏耕法区では播種当年より60%以上の牧草率を示した。無処理区は発芽定着数が少なかったため牧

草率は低かったが、2年目以降は順調に草地化が進展した。そして不耕起グループは一部の肥料処理を除いて2年目で草地化がほぼ達成されたものと認めることができた。

しかし、このように2年目で草地化は完了したものの、収量については第2表に示したように(初年目は1回のみの収穫に止まったので省略した)不耕起グループが耕起グループに比較して低収であった。

一般に不耕起造成法は耕起造成法に比べて収量が劣ることが多いが、造成後適切な管理(施肥、刈り取り、放牧など)を行えば2~3年後には耕起法に匹敵するか、または凌駕することすらある。本試験でも第2表に示したように、2年目までは踏耕法が劣っていたが、3年目で耕起グループに匹敵する収量をうるにいたった。

第2表 各種草地造成法における収量の推移

造成法 肥料処理	年次 項目	2					3				
		年間合計収量 (kg/10a)		マメ科 収量割合 (%)	収 量 比 **		年間合計収量 (kg/10a)		マメ科 収量割合 (%)	収 量 比	
		生草重*	乾物重		3Fを100	ブラウ耕 区を100	生草重	乾物重		3Fを100	ブラウ耕 区を100
無処理区	-F	875	22	86	9	8	890	71	42	12	23
	-N	2,085	324	94	134	62	3,025	424	54	74	78
	-P	1,325	65	49	27	13	2,485	445	18	78	84
	-K	2,180	236	72	97	28	3,758	686	15	120	87
	3 F	1,800	242	44	100	47	3,570	574	9	100	83
踏耕法区	-F	1,090	137	57	26	49	1,448	222	28	26	71
	-N	1,960	291	63	55	56	3,225	520	42	60	96
	-P	1,290	192	40	36	38	2,630	525	7	60	99
	-K	2,970	491	47	93	58	4,070	678	19	78	86
	3 F	3,355	525	37	100	55	5,050	870	11	100	126
ロータリー耕区	-F	2,235	445	31	62	158	2,870	541	21	70	173
	-N	2,845	494	55	69	95	3,950	638	36	82	117
	-P	1,905	365	17	51	72	2,630	516	4	67	98
	-K	4,515	814	24	113	96	4,068	711	17	92	90
	3 F	4,030	718	36	100	76	4,385	771	17	100	111
ブラウ耕区	-F	1,370	282	52	30		1,710	312	37	45	
	-N	3,290	521	62	55		3,585	543	50	78	
	-P	2,665	507	38	53	100	2,865	528	14	76	100
	-K	4,855	851	39	89		4,720	792	26	114	
	3 F	5,780	950	40	100		4,130	693	18	100	

* 雑草を含む, ** 乾物収量比。

このように造成方式によって収量の推移が異なる原因について考えてみると、まず造成当初、不耕起造成が低収なのは発芽活着数、雑草との競合、土壌の理化学性¹¹⁾などの面で耕起法に比べて不利なことに起因することが多い。本試験については、再生力の弱いクマイザサが前植生の主体であったため、雑草との競合はさして問題とならず、また理化学性の影響も認められなかった。したがって、不耕起造成が当初、低収であった主な理由は発芽定着数の差異にもとづくものと推定された。そして収量がしだいに収れんしたのは牧草の生育とともに個体間および草種間の競合がおこって、発芽定着数との関係が少なくなり、維持管理条件が大きな要因になることによると思考される。佐藤¹²⁾は、草地の密度はその土地に適應する一定の密度に収れんするようにみえると述べている。本試験は造成後の管理は同一条件なので造成法のいかんを問わず草勢は同じ方向に向かい、収量が収れんしたものと考察された。このことは早川¹³⁾の指摘している水分供給能の差異にもとづくマメ科収量の割合が2年目までは明瞭であったものが、3年目で造成法間の差が少なくなっていることから首肯される。

以上のことから造成工法の影響は造成後2年目までで、以後は維持管理条件が収量を規制する要因と考えられた。

2. 造成方式と土壌および肥料各成分の関係

鈹質土壌では理化学性が不良であることが強調されており、化学性については強酸性を呈し、磷酸に欠乏していることが指摘されている。本試験における供試土壌の化学性を第3表に示したが、ほぼ上述の傾向に類似していた。また土壌型は、腐植層は薄いが下層にやや漸減し、逆に pH の上昇

や塩基飽和度が高くなる典型的疑似グライ性褐色森林土であった。

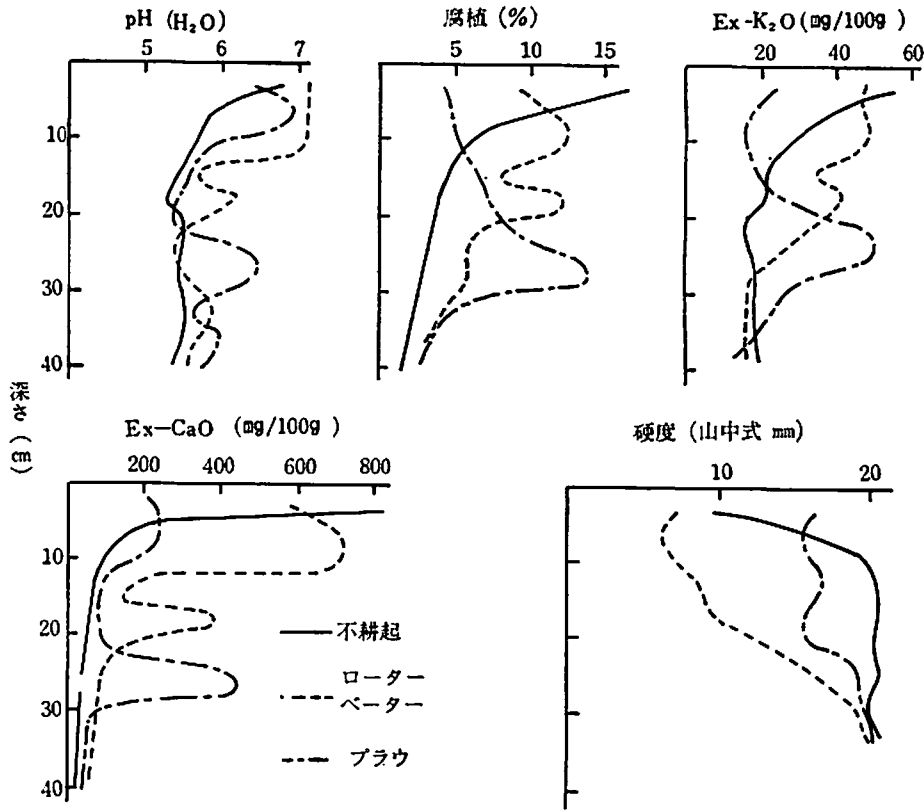
さてこのような土壌に異なる草地造成方式を導入した場合、どのような理化学性の垂直分布を呈するかについて若干の調査、分析を行なった。その結果を第1図に示したが、造成法によってそれぞれ特徴的な様相を呈した。すなわち不耕起造成は炭カルを top dress するので表層に石灰が多量に分布したが、その直下は極端に少なくなり、強酸性を示していた。しかし耕起しないために腐植は表層に多かった。これに対しブラウ耕区は炭カルを耕起前半量、耕起後半量それぞれ施用するので、石灰は0~9 cm と下層 21~27 cm に多く、ブラッシュブレーカーで反転耕起するため腐植に富む層は下層に埋没していた。一方、ローターベーター耕区では耕起される深さが15~18 cm であるため腐植、塩基はこの層にほぼ均一に分布した。また硬度については、不耕起は極く表層が膨軟であるが、その直下から堅密となっていた。ローターベーター耕区は耕起された部分は膨軟であり、ブラウ耕区は表層より下層までほぼ均一であった。

このような理化学性の相違が牧草の生育にどのように関連しているかは興味ある問題点である。しかしながら前述の収量の推移でも明らかなように、3年目で差がなくなり、施肥処理についても造成法間に response の相違は認められなくなる。したがって本試験に限ってみるならば、上述の理化学性の垂直分布が収量に大きな影響を及ぼす要因とは認め難いのである。

これらの理由について検討すると、まず石灰については不耕起造成で表層に多量に分布していることが懸念されよう。第4表は蹄耕法区4年目跡

第3表 供試土壌の一般化学性

深 さ (cm)	pH		腐 植 (%)	T-N (%)	CEC (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			塩 基 飽和度 (%)	磷酸吸 収係数	P ₂ O ₅ (mg/100g)		
	H ₂ O	KCl				CaO	MgO	K ₂ O			T-P	Ca-P	Bray P ₂
0~10	5.2	4.4	13.8	0.62	28.4	58.7	38.7	52.3	18.0	1.340	124.0	3.2	14.0
~17	4.9	4.3	9.9	0.42	17.0	27.2	20.4	19.0	14.0	1.360	64.0	0.7	2.6
~30	5.2	4.4	3.0	0.14	14.1	14.7	14.9	8.9	10.3	1.600	80.0	0.5	1.6
30~	5.4	4.3	1.5	0.06	13.9	25.0	26.9	1.1	16.1	1.400	75.0	0.8	1.5



第1図 草地造成方式と土壌の理化学性の垂直分布

地における土壌分析, また第5表は経年化に伴う石灰の移動性について調査, 分析した結果をそれ

第4表 不耕起造成における跡地土壌の化学性

土壌採取部位 (cm)	pH		置換性塩基 (mg/100g)		
	H ₂ O	KCl	CaO	MgO	K ₂ O
0 ~ 3	6.7	(7.3)	(1234.0)	31.7	55.8
~ 6	5.2	4.6	241.7	10.8	19.5
~12	4.9	4.0	123.6	12.5	9.7

(注) 踏耕区 3F, 4年目跡地。

第5表 不耕起造成におけるCaの移動 (CaO mg/100g)

土壌採取部位 (cm)	初年目	3年目	5年目
0 ~ 3	1038.9	1150.0	900.0
~ 6	137.9	260.0	256.0
~12	106.1	113.4	139.6

(注) 1 N-CH₃COONH₄ 可溶 CaO

ぞれ示したものである。それによると表層に石灰が多量に分布しても緩衝能のきわめて大きい腐植含量が高いためか pH はさほど上昇しなかった。また施用された炭カルは土壌の極く表層にサンドウィッチ状に分布し, 4年経過しても下層への移動はあまり認められなかった。しかしながら本試験の炭カル 720 kg/10 a は鉱質土壌においては比較的少ない量であり, 2,000 kg/10 a 程度まで導入される場合もある。したがって不耕起造成における適正石灰量というものは今後検討されなければならない問題点であるが, 本試験程度の量ならば生産性に影響を及ぼすまでにはいたらなかったものと考えられる。

ついで腐植の分布状況についてみると, 耕起方式によって特徴的な差異が認められた。しかし供試は場が疑似グライ性褐色森林土のため, ブラウ

耕であっても腐植が極端に乏しい下層土の露出が少なかった。このことから水分供給能の相違にもとづく発芽活着数の差異はあるにせよ、経年草地における生産性への影響は少なかったものと思われる。

硬度については不耕起造成の下層土が硬く、理化学性が不良なことが想像される。しかし理化学の影響は初期生育ほど大きく、年次の経過とともに緩和されるものであり¹¹⁾、経年草地においてはほとんど収量を規制する要因とはなりえない。

加里については鉬質土壌では供給能が高く¹²⁾、耕起の有無に関係がないことは明らかである。

上述の諸事実から考えると、牧草の培地条件というものは一般畑作物などに比べてかなり適応範囲が広く、このことは経年化によって一層助長されるものと推定された。

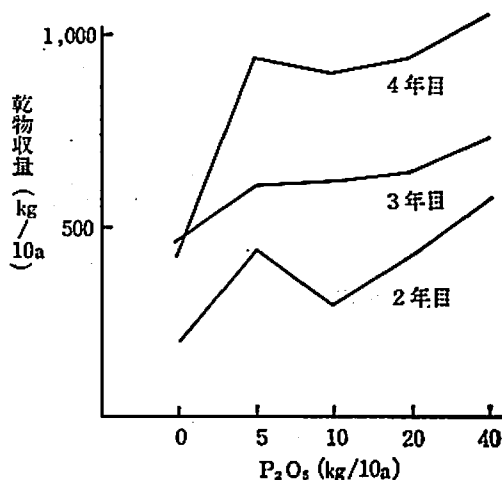
以上、疑似グライ性褐色森林土を用いた場合は異なる培地条件の差が少なく、収量を規制する要因にはなりえなかったことについて述べたが、つぎに牧草の生育に大きな影響を及ぼす施肥処理について論ずることとする。施肥処理は前項でも明らかのように(第2表)造成法のいかんを問わず、 $-F < -P < -N \leq -K \leq 3F$ の傾向を示した。

まず肥効が最も小さかった加里については前述のように鉬質土壌では供給能が高く、造成後3年程度では肥効が発現しないのは当然の結果といえよう。

窒素については、不耕起造成において当初N欠乏の症状を示すことが知られている^{9,11)}。この理由について、大崎¹¹⁾は理化学の劣悪さによる牧草根の養分吸収阻害と、脱窒揮散にもとづくものであろうと推定している。しかし本試験では不耕起グループの-Nは耕起グループに比べてやや低収を示したものの、N欠乏の症状は認められなかった。これは本試験の不耕起造成において理化学が不良なのは下層土のみで、牧草の初期生育に大きな影響を及ぼすとみられる表層が腐植に富み、自然構造を有し、通気水性が良好であったことによるものと思われる。

リン酸については各造成方式とも最大の制限因子となった。鉬質土壌では前掲第3表に示した土壌

分析結果からも明らかなように、有効リン酸もさることながら絶対量にも不足しており、本試験における施肥反応の結果は当然のことと考えられた。早川¹³⁾は牧草の初期生育には水溶性およびCa-Pが主に利用されることを報告している。供試ほ場ではA層がB、C層に比べてCa-Pが多いので、不耕起造成でやや有利と思われるが、到底十分な量とは考えられない。このことは第2図に示したように、不耕起造成でも極めてリン酸の肥効が高いことからみても明らかであった。このように造成時においてはリン酸の肥効が極めて高く、その多寡は草地化の仕上り、収量に大きな影響を及ぼすものと推察された。



第2図 不耕起造成におけるリン酸用量試験

- 注 1. オーチャードグラス、ラジノクローバ混播
2. P₂O₅は造成時のみ、以後N、K₂Oのみ刈り取りごと2kg/10a施用。

つぎに一般に耕起に先立って前植生の刈り払い、火入れが行なわれ、不耕起ではそのまま插種床となる。第6表は供試ほ場の原植生であるササ

第6表 ササおよびA₀₀層の無機成分と含有量

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%	%	%
ササ { 葉	1.42	0.21	0.46
茎	0.42	0.18	0.86
A ₀₀ 層	0.34	0.08	0.13
含有量 (kg/10a)	6.00	2.00	7.10

(注) A₀₀層はクマイザサ主体、乾物重(kg/10a)
葉 168, 茎 643, A₀₀層 614

第7表 ササ、A₀₀層の灰化還元と牧草収量(乾物kg/10a)

	1 番 草	2 番 草	計	同 左 比	備 考
-P	44	99	143	37	N 2, K ₂ O 2kg/10a
-P (ササ, A ₀₀ 層灰化還元)	141	108	249	64	
P ₂ O ₅ 2kg/10a (化学肥料)	113	145	258	66	
-K	183	156	339	87	N 2, P ₂ O ₅ 10kg/10a
-K (ササ, A ₀₀ 層灰化還元)	216	130	346	89	
3 F	220	169	389	100	N 2, P ₂ O ₅ 10, K ₂ O 2kg/10a

- 注 1. 供試土壌は造成法試験近傍未墾地B層
 2. 供試牧草はイタリアンライグラス
 3. ササ, A₀₀層灰化還元は10a相当量
 4. 化学肥料は硫酸、過石、硫酸使用

などに含まれる無機成分と含有量, 第7表はこれらを焼灰することによって還元された各要素が, 牧草の初期生育に及ぼす影響について試験を行なった結果を示したものである。まず窒素は灰化に伴い揮散損失が考えられるので, 実際に還元される要素は磷酸と加里で, それぞれ2kgと7kg/10aであった。このうち加里は鉾質土壌では豊富であるから, 造成当初より肥効を示すことはないが, 磷酸は初期生育に有効であった。この内訳によれば1番草にのみ顕著で2番草では効果が少ない。これは灰化によって還元された磷酸と牧草が吸収あるいは土壌中で利用されない形態に移行してしまうことによるものと思われる。

また焼灰しない場合はC/Nの高い不朽堆積物が播種床になるので, 施肥窒素の固定(主に微生物的固定)が行なわれるものと推定される。一方, 灰化はN固定に関与せず, これらのことは第8表に示した室内分析結果からも首肯された。

第8表 A₀₀層の添加量とN無機化量(mg/100g)

A ₀₀ 層添加量(g)	0	2	4	8	16	8(灰化)
無機化量	40.3	34.2	33.2	26.4	11.6	38.8

- 注 1. 供試土壌は未墾地A層
 2. 30°C 40日間, 最大容水量の70%の水分添加
 3. N 18mg/100g 添加(硫酸)

以上のことから火入れの有無は, 窒素の固定あるいは損失を招くものの, 一方では牧草の初期生育にとって磷酸肥沃度にプラスの面があった。また植物遺体層の除去手段の1つとしての火入れは, 水分供給力を増し, 発芽効果が大きいという

報告³⁾もあり, これらのことから, 不耕起造成ではできる限り火入れを実施することが望ましいものと思われる。

3. 造成後の多肥条件下における施肥反応

播種後3年目で造成法間に差がなくなったことを述べたが, さらに4年目では多肥条件下にお

第9表 多肥条件下における施肥反応

		生草重 (kg/10a)	乾 物 (kg/10a)			比	
			イネ科	マメ科	計	3Fを 100	ブラウ耕 区を100
無 処 理 区	-F	990	165	24	189	21	59
	-N	4,525	331	377	708	80	111
	-P	2,800	616	26	642	73	94
	-K	4,320	993	40	1,033	117	94
	3 F	4,400	824	60	884	100	78
路 耕 法 区	-F	1,480	227	88	315	30	98
	-N	2,950	281	271	552	52	87
	-P	3,415	682	60	742	71	108
	-K	4,975	930	74	1,004	95	92
	3 F	5,135	1021	31	1,052	100	92
ロ ー ク ー 耕 区	-F	1,920	352	50	402	33	125
	-N	3,145	305	276	581	48	91
	-P	1,910	444	4	448	37	65
	-K	4,725	1003	9	1,012	83	92
	3 F	5,995	1125	91	1,216	100	107
ブ ラ ウ 耕 区	-F	1,510	233	88	321	28	100
	-N	3,290	332	304	636	56	100
	-P	2,980	659	26	685	60	100
	-K	5,280	978	117	1,095	96	100
	3 F	5,580	1045	95	1,140	100	100

- 注) 春先 N, P₂O₅, K₂O 5, 20, 5kg/10a
 刈り取りごと N, K₂O のみ 5kg/10a

る施肥反応を調査した。

一般に不耕起造成は、一種の簡易造成法であるから、ややもすれば生産性が低く考えられがちであり、これらの点をも含めて検討することとした。その結果を第9表に掲げたが、各造成法間に差がなく、不耕起造成でも多収の可能性が示唆された。

この理由は、①前年までに収量の差がなく、草生もほぼ同じ状態であったこと、②土壌条件は造成方式によってかなり様相を異にしたものの、牧草はこれに対する適応性が広いため地上部にあまり影響を及ぼさなかったこと、③造成時における不耕起造成法の牧草は土壌の理学的影響を被りやすいが、経年化にしたがい回復してくる、④播種当初、根群が下層に伸長しても経年化によって上層に集中するにいたる、などによると思う。

これらのことは前述したように造成工法の影響が播種後の極く早い時期までであって、その後は肥培管理条件によって収量が規制されるという事実を実証しているものといえよう。とりわけ④の現象は第10表に示したように、いかなる造成法でも牧草根群が表層に集中するのであって、一年生作物と大きく趣きを異にするところである。これら牧草根群と収量の関係については別途報告する予定である。

第10表 造成法と根の分布

造成法	採取部位	乾物根重(900cm当りg)			分布割合
		I	II	平均	
随耕法区	0~5 ^{cm}	23.5	27.7	25.6	76.0
	~10	6.8	6.2	6.5	19.3
	~15	2.2	1.0	1.6	4.7
ローターベーター耕区	0~5	35.6	48.3	42.0	79.3
	~10	9.8	7.5	8.7	16.4
	~15	0.4	4.1	2.3	4.3
ブラウ耕区	0~5	35.5	30.5	33.0	79.7
	~10	6.4	4.2	5.3	12.8
	~15	5.0	1.2	3.1	7.5

注) 4年目、最終刈り取り後調査

以上のことから、不耕起造成の草地であっても、多肥による増収は約束されるものであり、当

該草地を過少評価する理由はないものと思われる。

IV 考 察

牧草の幼植物時代は、生活力が弱いので播種床の整備や雑草との競合排除など、特別な保護を必要とする。とりわけ不耕起方式は耕起のそれとは異なった配慮が必要であり、これに関しては緒言で述べたとおりである。

本試験は各種草地造成法を肥料的・化学的見地から検討を試みたものである。この結果、磷酸給与が方式のいかんにかかわらず、造成時における施肥の要であることを認めた。そこで磷酸施肥の実態とその改善策について若干の考察を試みたい。

草地改良事業にもとづく天北地方の造成草地について観察するとき、磷酸欠乏に起因する失敗例に遭遇する場合が極めて多い。これは施用磷酸絶対量の不足と、加えて土壌との混和などが主な原因である。

草地造成費の内訳(全道平均、昭和44年)として全費用172,000円のうち、磷酸土改資材量は5,400円(6kg $P_2O_5/10a$)で全体の3%にすぎず、同時に草地化成肥料(10,600円)中、随伴投下される量、7kg $P_2O_5/10a$ を含めても13kg/10aであった。そこで道内各試験機関における草地造成に際する磷酸用量試験結果をまとめると第11表のとおりである。これによれば火山灰土、泥炭土は20kgで頭打ちとなり、鉾質重粘土ではほぼ25kgにピークがある。そして全試験数(23例)の平均から考えると、多量なほど好結果であるが、およそ20kg位が最低限度量と思われる。

さて、現況における磷酸土改量の決定法は、①磷酸吸収係数の1%と仮比重による方式、または、②磷酸吸収係数とモルガン法による Al_2O_3 量の組合せ方式、によるのが慣行である。両法を前述用量試験結果に内挿してみると、いずれの方式とも火山灰土での適応性が高く、他の2土壌は不利を免れない。加えて、これらの土壌中の含有磷酸量は鉾質重粘土が少ないという矛盾をも示すのである。

第11表 道内各試験機関における磷酸用量試験の収量指数

土壌	P ₂ O ₅ kg/10a	0	5	10	15	20	25	30	40	50	90	130	180	試験例
火山灰土		30	68	82	96	100	100	103	104	103	122	127		9
重粘、鈣質土		37	64	77	93	100	110	112	122	116			124	8
泥炭土		30	42	86		100		96	93	103				6
平均		32	58	82	95	100	106	103	109	108	122	127	124	(23)

注) 根釧農試, 天北農試, 同天塩支場, 北農試草地開発部, 重粘地研

土壤改良資材が、土壤中の磷酸の有効化に関する阻害要因排除を目的とするならば、到底数 kg のレベルで論ずることはできない。それゆえに与えられた少量の磷酸を top dress することによって、その不足をカバーせざるをえないのが現状である。草地改良事業などによる造成草地は、すべて virgin soil であるから有効磷酸に欠乏しており、この点から考えると播種床に多くの磷酸を施用しなければ不利になる。すなわち草地では①、②の方式によらず土壤中の有効態磷酸の絶対量と牧草生産との相関にもとづいて磷酸施用量が決定されるべきであろう。この意味で前述のように火山灰土、泥炭土では P₂O₅ 20 kg、鈣質重粘土では 25 kg/10a が最低限度量であるから、草地造成に際しては当該量以上の投入を前提とすべきである。

つぎに火入れの有無によって還元、添加または揮散する要素について若干の検討を試みたが、その影響は少ないものと推定され、むしろ種子への水分供給³⁾に意義があると思われた。

このような条件下における各種草地造成方式の牧草収量の推移は、播種床処理を簡略化するほど草地化が遅れたが、3年目では各処理間に差がなくなった。しかも4年目の多肥に切替えた試験によって不耕起でも増収が約束された。

すなわち一般論として、播種当年における各種造成方式の収量差について、従来までは水分供給能の違いによる発芽活着の関係、雑草との競合性などを中心に検討されていたが、筆者の1人は土壤の三相—とくに孔隙率—または密度などの影響も大きいことも認めている¹²⁾。しかし2~3年目以降になると、耕起の有無による種々の理学的性に関する差は、しだいに密化の方向で接近する

にいたり¹³⁾、これと同時に雑草との競合は再生力の違いを反映して牧草の生育が優勢化するようになる。一方、当該時期から牧草根群は世代の交替と top dress の影響によって、地表下約 10 cm までに集中してくる。つまり造成当年の牧草生育は1年生畑作物と同様な傾向として取り扱いうるが、経年草地では全く様相を異にする。

これらの事実から、造成工法の牧草生育に及ぼす影響は播種後の極く早い年次においてのみみられ、以後は肥培を中心とした維持管理の差が収量を規制すると考えたい。

本試験の場合、上述した理学的性についての影響を認めなかったが、これは表層の腐植層に負うところが大きく、また土壤硬度そのものが必ずしも大ではなかったからであろう。

さて牧草根群は表層 10 cm に分布するにいたることを述べたが、この層間は牧草根への養分供給基盤でもある。したがって草地の永年利用を前提に考えるならば、当該層の処遇がすこぶる重要と思う。

ひるがえって、現況の草地改良事業で採用されている造成工法をみると、レーキドーザー、ブラッシュブレーカー方式が圧倒的であって、A₀層およびA層の大部分を持ち出して排根線とし、さらに残余のA層が反転されるために、いたずらに低地力のB層で牧草が栽培されている事例にしばしば遭遇する。

すなわち、天北地方に出現する土壤型のうち、酸性褐色森林土のようにA層の層厚に恵まれ、かつB層に腐植が漸移している場合は造成工法を選択に関する配慮の要は少ない。しかし、大部分の土壤は多少なりともグライ化または疑似グライ化の影響を受けているから、層厚の薄いA層にのみ

腐植が累積し、A、B 層間は生産力に極端な差を生じている。このような条件下での反転耕起法は窒素地力的に不利を免れないし、加うるに前述した土壌磷酸の欠乏に拍車をかける。供試試験地が疑似グライ性褐色森林土のため耕起の影響は認められなかったが、浜頓別町ボンニタチナイ地区などに代表される疑似グライ土では牧草収量が大きく規制されるであろう。事実、各土壌型の各層を用いたポット試験⁷⁾の結果もこれらの関係を如実に証明している。

これらの反省から、近年はしだいに障害物除去は最少限に止め、しかも B 層を露出させないために重デスク方式、ローターペーター方式などの表層攪拌法が多く採用されつつある。

以上のことより、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作物と大きく相違する点であるから、当該環境下においての最良な根域確保手段を講じ、その後は適切な維持管理に励むべきである。

V 摘 要

天北地方に分布する鉱質土壌において無処理区、蹄耕法区(以上、不耕起グループ)ローターペーター耕区、プラウ耕区(以上、耕起グループ)の各種草地造成法と肥料 3 要素の組合せ試験を行ない、つぎのような結果をえた。

1. 不耕起グループは造成後 2 年目で草地化が完了し、3 年目で耕起グループに匹敵する収量をうるにいたった。

2. 造成工法の影響は造成後 2 年目までで、以後は維持管理条件が収量を規制する要因と考えられた。

3. 肥料処理では造成法のいかんを問わず、 $-F < -P < -N < -K \leq 3F$ の収量傾向を示した。したがって造成に際しては磷酸を重点とし、少なくとも $25 \text{ kg}/10 \text{ a}$ 以上の磷酸施肥をすべきであると考えた。

4. 不耕起造成草地でも多収の可能性が示唆された。

5. どのような草地造成法を採用しても、牧草の根は表層に集中するにいたる。

6. 鉱質土壌における播種床処遇法はとくに土壌型を考慮して実施すべきである。

文 献

- 1) 原田 勇, 篠原 功, 1968; 草地農業における加里輪廻に関する研究, 第 1 報 土壌中加里の溶出と植物吸収加里の関係, 土肥誌, 39, 292.
- 2) 早川康夫, 奥村純一, 1961; 根釧地方火山灰土壌中における磷酸の行動, 第 2 報 可給態無機磷について, 道農試集, 8, 13.
- 3) ———, 橋本久夫, 1963; 根釧地方の牧野改良, 第 2 報 牧野に堆積する植物遺体, 腐朽物質と, これが草地造成におよぼす影響, 道農試集, 12, 23.
- 4) ———, 奥村純一, 橋本久夫, 1964; 同 上, 第 3 報 造成方式と牧草の発芽活着, 道農試集, 13, 80.
- 5) 北海道開発局, 1967; 北海道北部の土壌.
- 6) 北海道農業試験場草地開発部草地第 1 研, 1968; 試験成績概要.
- 7) 北海道立天北農業試験場, 1968~1971; 草地土壌試験成績書.
- 8) 熊本県畜産試験場阿蘇支場, 1971; 草地土壌試験成績書.
- 9) 三股正年, 高野信雄, 1970; 自然草地の改良と牧養力の向上に関する研究, 北農試報告, 77.
- 10) 大崎玄佐雄, 奥村純一, 関口久雄, 坂本宜崇, 1968; 天北地方における土壌の K 供給力, 土肥誌要旨集, 15, 支部講演要旨集, 2.
- 11) ———, 1971; 土壌の理化学性が牧草の生育におよぼす影響, 北海道土壌肥料研究通信, 第 18 回シンポジウム特集号, 19.
- 12) ———, 奥村純一, 1972; 根固土壌の理化学性が牧草生育におよぼす影響, 第 1 報 土壌密度と牧草生育との関係, 土肥誌要旨集, 18, 87.
- 13) 佐藤 実, 西村 格, 伊藤睦泰, 1965; 草地における密度の維持に関する生態生理学的研究, 第 3 報 オーチャードグラス草地における刈取時期および高さが個体数の減少過程に及ぼす影響, 日草誌, 11, 3, 160.
- 14) 高橋 均, 飯田克美, 高橋保夫, 1971; 水田裏作イタリアンライグラスの省力播種法とくに不耕起まき栽培, 日草誌, 17, 3, 161.
- 15) 山根一郎, 佐藤和夫, 1964; 山地草原における不耕起方法による牧草地造成, 第 2 報 造成に関する要因について, 日草誌, 10, 1, 17.

Summary

Conducting tests on pasture establishments comprising nontreatment, hoof-cultivation (these being the "sod-sowing" group), rotavator, plowing (these being the "plowing" group) and on the combination of three fertilizer elements on mineral soil in Tenpoku districts, the following general results were obtained:

1. The sod-sowing group was completed in the second year after establishment and gave yields equivalent to those of the plowing group in the third year.
2. The influences of the methods of establishment were noticed up to the second year after establishment and the upkeep and management conditions were deemed to

be the factors controlling yields in the subsequent periods.

3. In respect of fertilization, irrespectively of the methods of establishment a trend of " $-F < -P < -N \leq -K \leq 3F$ " could be observed. Accordingly, stress should be laid on phosphorus in the case of pasture establishment, being applied in a quantity of more than 25 kg/10 a.

4. The sod-sowing establishment, too, suggested the possibility of a high yield.

5. Whatever method of pasture establishment may be employed, pasture roots concentrated in the upper layer.

6. Pasture establishment on mineral soil should be undertaken in especially taking the soil type into account.