

土壌肥料的立場からみた 草地造成に際する2・3の問題点

奥村純一*

今回、草地に関する土壌肥料の話題をと事務局から依頼されたが、今まで本研究会誌に投稿されている諸論文の格調の高さに比すれば、これから述べようとする内容が極く低次元の、研究というよりは技術上の問題点で、むしろ現場に勤務する筆者の任に適合するレベルのものであることを冒頭にお断りしておきたい。

本年7月下旬～8月上旬にかけて、草地改良事業に関する会計検査院による検査が実施された。筆者も草地土壌肥料を専攻する立場から、網走、上川両支庁管内の受検地区について同行する機会に恵まれた。土壌改良までも含めた検査は今回がはじめてであつて、本件に関する限り技術的な専門家であるとは思われないのに調査官の指摘は理に適つており、研究の底の浅さを痛感する場面に何度か遭遇した。

このことは、草地における各研究分野の細分化が進捗しきわめて専門的になつているのに、事業と直結する次元のものが取り残されていることを意味するものであつて、技術上の未解決な種々の問題点が依然として多いことを再認識した。

今回はこの点を念頭に入れ、草地造成に際する表土処理および土壌改良材を中心として1・2の問題点について述べてみたい。

造成法と表土の関係について

草地造成法は耕起法と不耕起法に分けられるが、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。本道においては不耕起法は容易で、土壌の種類を問わず播種後2～3年目で耕起法の収量に匹敵するに至る。

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志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つて論ずることが多いが、これは誤りであつて雑草の抑圧までをも考慮すべきである。そして、耕起法では後半のウェイトが少ないと考える方が妥当と思う。しかし、本稿では前半問題に限ることゝした。

さて、この前半は牧草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除草剤散布、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、これらに関して個々または総合的に多くの実証的研究が先行した。このことは時代の要請に対処したものであつて、今後は過去の経験によつて摘出された問題点の質的内容の解析が必要になるのである。

すなわち、まず牧草の発芽活動に関しては水分が関与するが、鉍質土壌の露出比に比例する。¹⁾ イネ科牧草は連続した多量の水分供給条件が必要となり、このために播種床処理を簡略化するほどマメ

* 北海道立天北農業試験場

科牧草の定着率が高くなる(この点については top dress されるNの脱窒²⁾または介在粗腐植による固定^{3),4)}なども関与するが)。土壤粗腐植の水分恒数の内容から有効水に乏しいことが知られており、⁵⁾ 毛管も未発達なので鎮圧の理論的考察^{6),7)}や前述の実際上の諸法の講ぜられる意義が存在すると思われる。また、これに対応して牧草からは種子の形態と吸水関係が穎や硬粒などの点からの解析や、水分を湿度におきかえての検討が進められるに至った。⁸⁾しかし、牧草根の吸水に関する機能などについてはまだ判然としない現状である。

つぎに、培地としての根圏域土壤を造成方式との関連から述べてみたい。草地改良事業該当地はすべて virgin soilであつて、その堆積様式はA層、B層およびC層の層序をなし、A層に腐植が集積していることは周知の事実である。1例として天北管内の土壤を用いA、B各層の牧草に対する生産力を検討すると第1表の通りである。

農試および金ケ丘土壤は水文学的条件によつて規制されたカテナとして出現しているものである。まず、この両者について考えると、A層では地下水土壤型ほど収量の増加がみられ、その肥効の特徴は窒素と磷酸である。すなわち、グライ化をうけるほどA層にのみ腐植が集積しR₂O₃が少ないことによる。⁹⁾B層で収量の低下がみられるのは当然であるが、その減収率は地下水土壤型ほど-N区に顕著となつた。この関係は典型的な疑似グライ土であるボンニタチナイ土壤の-N区、-P区で極めて明瞭に示された。すなわち、天北地方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、A、B両層間には生産力(とくに窒素地力)に極端な差を生ずる。

第1表 天北管内各地域の土壤に対する牧草3要素試験の収量指数

層名	試験区	農 試		金 ケ 丘		ボンニタチナイ PsG
		B, F	Ps B, F	Ps B, F	B, F - Ps G	
A	- F	12	30	7	10	30
	- N	33	50	19	20	30
	- P	7	37	2	6	78
	- K	92	105	97	85	87
	3 F	100	100	100	100	100
	100=(g)	42	53	60	62	144
B	- F	5	8	2	4	7
	- N	23	6	11	8	9
	- P	7	4	2	2	9
	- K	77	81	87	87	66
	3 F	100	100	100	100	100
	100=(g)	28	26	53	50	149

注) $\frac{1}{5000}$ a ポット試験。S42~45年の間で行なわれたので各地区土壤相互の比較はできない。

B, F : 酸性褐色森林土、Ps B, F : 疑似グライ性褐色森林土

B, F - Ps G : 褐色森林土性疑似グライ土、Ps G : 疑似グライ土

この観点に立脚して、昭和42~45年にかけて4種の造成方式について比較した結果¹⁰⁾によれば、

ブラウ耕では当初の牧草化率が高いのは当然であるが、B層まで混入するために収量はむしろA層のみを攪拌したローターベーター耕が優位を占めた。また牧草根量は造成法間にあまり差がなく、いずれも0~5cmが大部分で10~15cmまでに殆んど分布していた。この事実は、一般作物の施肥に関する placement と異なり、top dressの影響を強くうけると考えられ、同時に本試験を多肥条件に切替えても、不耕起造成群(蹄耕区、表層無処理区)は耕起群とあまり遜色のない増収がえられている。さらに、A層の深浅と施肥量の組合わせ試験¹¹⁾によれば、A層の層厚を増すほど増収するが、多肥では養分過剰で減収となり、表土が薄くとも多肥条件で増収した。このことは、A層の層厚内に含有する養分絶対量の関係におきかえうるものであり、一方では地力が瘠薄でも施肥でカバーしうることを示唆し、第1表におけるポンニタチナイB層の3F区の傾向でも明らかであるが、後者については本論ではふれない。また、かつて各種の造成方式によつて作成され、すでに均一な収量を与えている草地の表土を用いて3要素試験を実施したところ¹²⁾、3要素区を100とした場合の-N区3点の指数は不耕起が25、23、23に対し、ブラウ耕では9、6および11に低下していた。そして3要素区の絶対収量は不耕起が最も優つた。すなわち、ブラウ耕はA層が攪拌、反転、埋没などの影響をうけるが、不耕起は施肥などによつて生産阻害要因が緩和または改善された形の自然堆積状態で窒素を中心とした地力が温存されているものと思われ、土壌分析の結果からも首肯しえた。

これらの各試験結果から、根圏域としてのA層に対する chemical な配慮(造成時の処置、施肥)がより重要性を帯びてくると思う。

つぎに、一般農耕地は開墾に先立つて各種の土地改良が実施されるが、その収量や労働生産性に及ぼす効果は頗る高く、とくに重粘土壌では卓効を示す。¹³⁾しかし、草地ではその増収率は一般作物ほどではない。すなわち、堅密な土壌であつても不耕起方式の成立する意味をも併せて考えるとき、深根性牧草を除けば根圏が浅い位置にあり、一般作物に比べて下層土の理化学的影響をマスクしてしまう可能性が高いことなどが推測されるのである。基盤整備の効果は、付随する肥培管理技術の確立によつてさらに accelerate される可能性が大きく、より高次の目標収量を掲げうるものの、未開発地域の早急な草地化が要請されている現時点では、根圏域土壌(A層におきかえてもよい)に対する造詣を深めるに尽きよう。

ひるがえつて、現況の草地改良事業で採用されている造成法をみると、レーキドーザー——ブラッシュブレイカー方式が圧倒的であつて、A₀層およびA層の大部分を持出して排根線^{注1)}とし、さらに残余のA層が反転されるために、徒らに低地力のB層で牧草が栽培されている事例にしばしば遭遇する。このような地力の損失に鑑み、「本法は工事費が嵩むが技術的には容易であるから」などの容易な妥協は許されない。工事の高効率や造成された草地の均平化などの利点が耕起法の特色であるならば、より積極的に耕起方式そのものの改善(障害物除去法の再検討、造成専用農機の開発、耕起深などを研究、行政、実施部門の三者一体で考えなければならないだろう。

草地は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作物と大きく相違する点であつて、当該環境下においての最良な根圏域確保手段を講ずべきであ

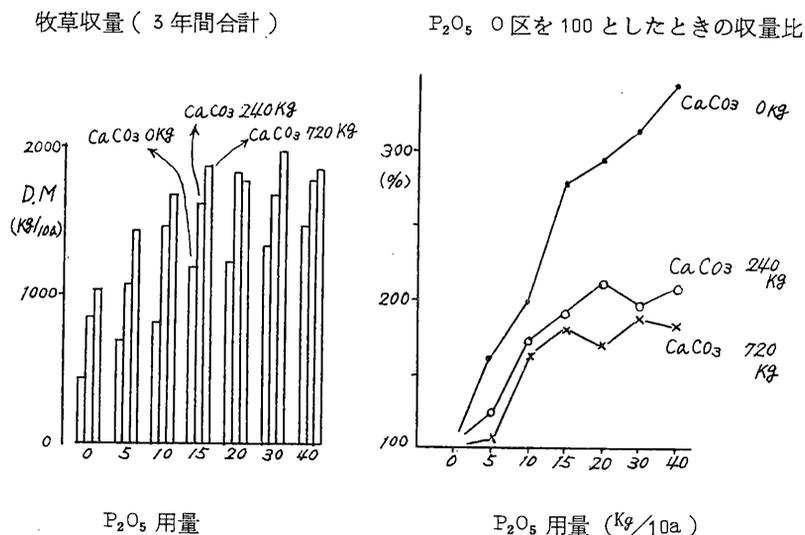
注1) もちろん、排根線化したA層を戻す事業も後日行なわれるようになり、ちなみに浜頓別町内のポドソル草地において、これに関する試験を実施したところ、約2倍の収量増となつた。¹⁴⁾

る。

土壤改良資材について

草地造成に際して施用する土壤改良資材は石灰と磷酸で、その効用は極めて大きい、ここで改めて両土改材に関する2・3の問題点について考えてみたい。

筆者の担当地域である天北地方は、草地酪農に転向した歴史が浅く、一般畑作物栽培時代からの慣習によつて石灰に対する導入の要望は根強いもので、とくに草地造成時における関心は磷酸を上廻つていたといえる。この結果、土壤の強酸性は解消されたけれども、依然として磷酸が neck の草地が多い。この様に、当地方の土壤改良は酸矯と磷酸富化に集約しうるから、石灰と磷酸に関する適量試験は多数実施されている。すなわち、一般に土改材に関する試験は、一方を満足した条件下で実施しているので、草地造成時の実際面にはそぐわない点がある。そこで、改めて両者の組合わせ用量試験を試みた結果が第1図である。なお試験条件は石灰(炭カル)、磷酸(過石1:熔磷1)を造成時に施用、窒素と加里は造成時と刈取毎に各2Kg/10a宛共通に施用、草種はorchardgrassとladino cloverの混播である。



第1図 石灰と磷酸の組合わせ用量試験

このことから次の点がうかがわれる。

- ① 石灰の適量条件下で磷酸多用の効果が最大となる。
- ② 磷酸レベルが低い段階でも石灰の適量は増収となる。
- ③ 石灰施用量が少なくとも磷酸多用でカバーしている。

このうち、②は適正な酸矯が磷酸の土壤における無効化を防止し、③は低PH領域における磷酸の不可給態化をその量でマスクしており、以上の相乗効果として①がえられ、従来の諸学説から考えて当然の結果である。しかし、現実の草地造成に際しては②、③のケースが問題となろう。

すなわち、②では土壌それ自体が磷酸欠乏状態であるから、瞬時にして磷酸の枯渇を招来しクローバも激減する。従つて、磷酸の多用が必須条件となるわけで、これに関する草地造成上の問題点、と改善策¹⁵⁾は本誌中の講演要旨で述べたので重複は避けた。^{注2)}

一方、③は石灰の混和不良の場合も想定され、磷酸の多施用で補償した結果となつたが、本項からは多くの問題が考えられる。このうち土壌肥料的観点から集約すると、a) 酸矯 speed の遅速性、b) 導入牧草はpHに鈍感なのか?、または適応巾が広いのか?、c) 実際の造成事業における石灰と磷酸のウエイト、などである。

まず、a) については、土壌のC.E.C.の質的差異¹⁶⁾が考えられ、例えば腐植などに由来する火山灰土ではpHの上昇率が速いけれども石灰保持力は弱いのであるが、結晶性粘土鉱物を主体とする場合では両者の行動はその逆を示すと推測される。また物理的には、土壌の堅密度によつて機械的な混和(接触)に難易があるから、当地方に多く分布する重粘性土壌では H^+ と Ca^{++} の置換はさらに遅れることが考えられる。一方、施用石灰面からは、粒径別にpH上昇の遅速と酸矯能力の持続性をその溶解率の関係から説明づけようとしている。¹⁷⁾従つて、土壌の種類とその理化学性によつて、用うる石灰の質と混和方法を対応させなければならぬと考えられる。

b) については、不耕起造成のように地表数cmのみが石灰過飽和で、その直下は強酸性かつ塩基未飽和というアンバランスな根圏域条件下¹⁸⁾にありながら耕起方式に劣らぬ収量がえられる点、逆に第1図で示されたように、1/3の石灰量でも適量系列の収量とあまり遜色がないこと、a)の酸矯 speedの遅速性などを考えるとき、導入牧草の生育stage別栄養生理面を中心に土壌pH、石灰飽和度などの関連において検討し直す必要がある。勿論、これらの疑問について、当地方の目標収量が低いから、という意見に対する反論データの持合わせもまだ乏しいのである。

c) については①の姿、換言すれば適正酸矯条件下において磷酸多用の効果を発現させることが、造成に際する施肥技術の最大目標である。しかし、実際には磷酸欠乏の造成草地のみが目立つ。つまり、石灰については学問的興味としてa)、b)は残るものの、大量施用するための技術上の失敗は少なく、むしろ磷酸質土改材(磷酸質牧草定着資材と読みかえてもよい)の施肥法とその量に関するレベルアップを図ることが本項の冒頭に述べた現況の欠点をカバーすることになる。

以上、石灰と磷酸に関する1・2の問題点を述べたが、要は土改材の施用は土壌における生産阻害要因の排除と地力増強が目的である。従つて、根圏域土壌に対応させなければならないのに、前項で論じた表土処理との関連性で噛み合わない場面も多く、更に大きな課題として残ると思う。

おわりに

今回は草地造成法と表土、および土壌改良資材について土壌肥料的観点から若干考察した。天北地方の鉾質土壌を引例としたが、基本的には他の土壌にも適合しうる問題点と思う。

さて、草地改良事業は今まで耕地化の不可能地帯として見棄てられてきた立地環境条件下で、かつ機械化導入の限界地点において展開されている。従つて、造成草地土壌は低地力^{注3)}を免かれぬし、

注2) その要点は「造成時においては土壌の如何を問わず $20\text{Kg}/10\text{a}$ の P_2O_5 。投与を前提とし、また草地では、磷酸質土改資材の名称を再検討すべきである」などである。

広大な面積を必要としているのが現況である。ここに、分布する土壌の各特性とそれに対応する牧草系は ecological に把握されなければならない。この意味で A 層の処遇法は重要と思うし、さらに根圏域土壌改善のための土改材問題を組合わせて考えると、未知の点が依然として多い。

以上のことから、草地土壌専攻の立場で今まで述べた造成問題を総括すると、地表から 10~15 cm 層間内の化学性、そして水分供給を中心とする理学的の解明におきかえうものであり、近時話題になつている “Why cultivation?” に関する研究の一翼を担うものとして筆者らに課せられた命題でもある。

最後に、本論を取纏めるに当たり貴重な御意見を寄せられた当场研究員大崎玄佐雄氏に深謝する。

引用文献

- 1) 早川康夫、奥村純一、橋本久夫(1964):道農試集、13、80
- 2) 北農試草地1研(1968):昭和42年度成績書
- 3) 奥村純一、袴田共之、能勢 公(1967):土肥学会要旨集、13、92
- 4) 関口久雄、奥村純一(1969):土肥学会要旨集、15、102
- 5) 早川康夫、橋本久夫(1963):道農試集、12、23
- 6) 原田 勇(1967):酪農学園大学紀要、3、1
- 7) 奥村純一(1970):未発表
- 8) 高畑 滋、早川康夫(1968):日草誌、14、208
- 9) 奥村純一、大崎玄佐雄(1968):土肥学会要旨集、14、125、126
- 10) 天北農試土肥料(1968~71):昭和42~45年度成績書
- 11) 天北農試土肥料(1968):昭和42年度成績書
- 12) 大崎玄佐雄、奥村純一(1970):土肥学会要旨集、16、100
- 13) 北農試草地5研(1968):昭和42年度成績書
- 14) 天北農試土肥料(1970):未発表
- 15) 奥村純一、大崎玄佐雄、関口久雄(1971):北海道草地研究会報、5、25
- 16) 高尾欽弥(1969):道農試集、18、76
- 17) 石井忠雄、高尾欽弥、後藤計二(1970):土肥学会支部大会要旨集、3
- 18) 天北農試土肥料(1969):昭和43年度成績書
- 19) 矢野義治(1970):北海道土壌肥料懇話会シンポジウム要旨

注3) 草地土壌の地力は少肥条件で発揮される能力をもつて論ずべきか、多肥環境下で論ずべきかは意見のわかれるところである。¹⁹⁾しかし、上述の場合はまず前者に拠り、その後の維持管理によつて後者に移行することが必要である。けれども、公共草地のように前者に固執する立場もあるなど、経営形態、利用目的によつて異なるのは当然である。