

草地の不耕起造成法について

農林省草地試験場
造成計画研究室長

西村 格

◎はじめに

日本では、毎年1万8,000 haほどの新しい草地が造成されている。しかし政府の「農産物の需要と生産の長期見通し」を見ると、国民の蛋白資源として草食性家畜の重要性が高まると同時にその粗飼料生産の場として、昭和60年までに新たに48万 haほどの草地造成が必要であるとされており、毎年4万 ha以上の草地造成が期待されている。しかし、この目標は、昭和46年度の年間2万8,000 haの草地造成面積をピークに毎年徐々に減少し、現状1万8,000 haに低下してきた日本の草地開発事業の経年的な実績からみると、単なる公共事業費の増大だけでは達成出来る数字ではない。特に大規模な開発による環境破壊が問題とされる今日、日本全体の土地利用の再検討が重要な時期といえるようである。

日本の草地開発適地と言われている面積は、畜産局の資料では94万 haあるとされている。これを、林業関係の資料(表1)からみると、全国の山林面積2,460万 haのうち寒地型牧草の適地内に分布する傾斜15°以下の土地面積は437万 ha、暖

表1 地形と気象条件だけからみた山林および無立木地等の牧草・飼料作物栽培可能地

	④山林 全面積	①寒地型牧草造成可能地			②飼料作物栽培可能地			備 考	
		傾斜 0-15°	傾斜 15-30°	計	傾斜 0-5°	傾斜 5-15°	計		
	千ha			千ha			千ha	①の標高 0-800	②の標高 —
北海道	5,705	2,591	1,933	4,524	—	—	—	200-1,000	200以下
東北	4,356	903	1,427	2,330	151	342	493	400-1,500	400 "
関東	1,623	155	226	381	192	195	387	"	"
北陸	1,671	89	312	401	47	195	242	"	"
東山	1,411	159	460	619	4	7	11	"	"
東海	1,965	143	477	620	52	141	193	"	"
近畿	1,801	34	318	352	33	148	181	"	"
中国	2,225	178	411	589	55	317	372	"	"
四国	1,293	33	178	211	15	94	109	600-1,500	600 "
九州	2,539	87	254	341	155	445	600	"	"
全 国	24,589	4,372	5,996	10,368	704	1,884	2,588		
	100%	17.8%	24.4%	42.2%	2.9%	7.7%	10.6%	全山林面積に対する割合	

注) 「日本林業の現状」 I 資源: (1964) 石谷憲男編の数字から試算

地の飼料作物栽培適地にある傾斜5°以下の平地林面積は70万 ha, あわせて500万 haに及ぶ土地が存在することが示されている。この内、土壤条件や団地構成などを考えても、10%程度の草地造成適地は当然存在すると考えられる。しかし現実の草地開発は、これらの草地開発適地とは無関係に非常に条件の厳しい土地から進められようとしており、気象条件や地形・土壤条件の不良な今の概念からすると草地開発不適地と考えられる場所が進められる場合が多い。したがって、このような場所では、当然いろいろの環境保全上の問題が生ずるものと考えられる。

◎これからの草地開発と不耕起造成

このような現実からみると、今までの草地開発が指向した土地集約的な開発では、地域環境を保全する上で当然問題視されるケースが多く発生すると思われる。したがって、今後の草地開発は、比較的土地利用は粗放であっても労働生産性を高める型で環境保全を充分考慮した畜産的土地利用が期待される方向と考えられるわけである。"不耕起造成法"は急激に土地条件を変化させないで、徐々に草地化していくものであり今後の厳しい自然条件下での開発では重要な草地造成法の一つとなるものと考えられる。同時に耕起造成法、特に現在多用されている改良山成工に対して安価な経済的な草地造成法であり、土地利用の集約度を極端には高めることが出来ない地域では、当然採択しなければならない造成法といえよう。

◎不耕起造成法の作業工程

草地造成法は基盤造成方式によって、①山成工、②改良山成工、③階段工の三つに分類される。

山成工とは、山の起伏をそのまま利用して山成りに基盤を造成する従来からの工法である。この中は耕起方式によって「耕起造成方式」と「不耕起造成方式」に分類される。改良山成工とは、褶曲整形型と傾斜緩和型という2つに区分されるが、造成する基盤の起伏をブルドーザーで削り起伏修正あるいは傾斜緩和をほどこす造成法で、今日の機械による草地造成にはこの工法を

用いることが多い。階段工とは、コンターテラス型・ベンチテラス型といわれるものがあるがあまり多くは適用されていない。

不耕起造成法とは、この山成工の中の耕起方式による分類の一つであるが、通常は「火入れ直播法」と「蹄耕法」といわれている家畜を利用しながら造成して行く方式を指すが、「粗耕法」といわれるデスクング程度の耕起法も含める場合もある。

不耕起造成法の通常の作業工程を、図1に示した。

7、8月に刈払い・火入れが実施出来る場合は、

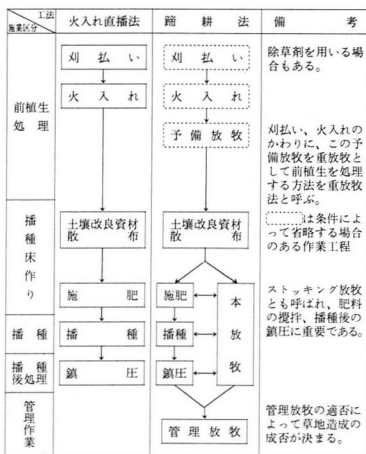


図1 不耕起造成法の作業工程

雑草や雑灌木の再生芽の処理である予備放牧（または重放牧）は不要となる。しかし農閑期である冬から春にかけて刈払い・火入れが実施される場合が多く、寒地ではこの場合牧草を春播きして、十分管理放牧をすれば草地化出来るが、春播き不適地ではこの予備放牧（重放牧）が、雑草や雑灌木の再生芽を抑制する重要な作業工程となる。これには、和牛換算100~200頭/haを放牧する人が多い。また本放牧としては50~100頭の放牧を実施するのが一般的で、肥料の攪拌と播種された牧草の鎮圧が主目的である。管理放牧は、雑草と雑灌木の再生芽と播種された牧草の再生力の差に着目して、再生力の強い牧草類が雑草あるいは雑灌木の萌芽との競争に勝てる条件を与えるための放牧である。従って、植生状況を見ながら家畜を放牧するが、播種後1~1.5カ月目から牧草の草高が15~20cmに達するごとに頻繁に放牧を実施するのがこの草地造成法の要点となる。

不耕起造成法の特徴

「不耕起造成法」の特徴を「耕起造成法」との対比で見ると、①土壌の生産力が有効に活用できる。②環境保全上優れている。③利用によって植

生が維持される。④造成経費が安い。という4点をまず上げることが出来る。

不耕起造成における草地の生産力：草地の不耕起造成による生産力が耕起造成よりも高いことは多くの試験で報告されている。山根（1967）らの成績をみると、土壌改良資材である石灰・燐酸ともに少量で不耕起造成による生産力の差が大きい。表2 造成法による施肥効果の差異腐植質火山灰土壌（山根ら 1967）

炭素 (kg/10a)	生草取量(kg/10a)	
	不耕起	耕起
20	2,817	1,509
80	3,000	1,780
320	2,710	1,936

注) N: 3kg/10a, K₂O: 4kg/10a, P₂O₅: 2~18kg/10aの平均値

不耕起造成では、牧草根の伸長するに

十分な深さまでは改良は出来ないが、強酸性を呈する下層土が表層に混入しないための石灰施用量は少量でよいといわれる。また燐酸についても下層土の不良性が大きく、表層土壌は一般に有効燐酸含有量が多いとともに燐酸の固定力も弱いとされている。また窒素については表3に示したように奥村ら（1973）によると耕起造成では土壌のA層が攪拌・反転・埋没などの影響を受けるが、不耕起造成では土壌改良資材や施肥などによっ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、

表3 工法を異にして造成した草地の生産力調査（収量比%）（奥村 1973）

区別	未耕土	反耕	転起	不耕起
無肥料	15	7	24	
無窒素	20	6	23	
無燐酸	37	49	66	
無加里	82	78	92	
3要素	100	100	100	
100=(g)	234	232	243	

力が温存されているから生産力が高いとされている。

また近年多く用いられる改良山成工で

は不耕起造成で利用される表土はほとんど起伏修正で埋没し、完全に心土が露出する。土壌化学性の不良は化学肥料の多施で補なえるといわれているが、土地生産性の低い草地では完全には補なえないと見るべきであり、物理性の不良からくる生産性の低下も著しい。この物理性の不良は次の土地保全機能の低下とも密接に結びついている。

表4 新墾土壌における牧草生育（小林 1976）

試験区	土壌	改良資材			肥料			生草取量	備考
		炭	カル	リン	N	P	K		
1	心土	96.0	40.0	6.9	3.1	7.4	2923.6	1/4量区	
2	心土	192.0	80.0	13.7	5.8	14.8	3330.5	1/2量区	
3	表土	340.0	60.0	29.0	16.0	35.0	11177.0	標準区	
	心土						9439.5		
4	表土	400.0	100.0	52.0	32.0	68.0	12310.2	2倍量区	
	心土						11040.2		
5	表土	-	-	-	-	-	1598.5	対照区	

注1: 各区とも4回刈り取りの合計収量。

表 5 草地造成方式と流出量、浸入量、三相分布（草地試、山地支場 1977）

項目 区別	月日	散水時間 min	散水量 (a) mm	流出量 (b) mm	流出率 (b/a) ×100 %	月日	積算 浸入量 mm/ 60min	浸入速度 (パーセント・ インテグレート) (mm/hr)	三相分布(0~5cm)				
									全重量 Wg	固相率 Sv%	水分率 Mv%	空気率 A%	孔隙率 P%
不耕起直播区	4.19	30	65.8	0	0	5.10	224.9	170	66.9	16.3	29.0	54.7	83.7
	7.13	30	67.6	8.0	11.8	7.23	447.8	257	71.8	15.9	39.1	45.3	84.4
	11.9	30	65.4	34.0	52.0	11.8	481.9	279	76.2	16.1	39.9	44.0	83.9
耕起区	4.23	30	67.9	42.2	62.2	5.11	440	8	112.1	28.9	35.4	35.7	71.1
	7.15	30	69.1	52.7	76.3	7.23	111.7	43	131.9	31.6	48.2	20.2	68.4
	11.15	30	57.9	38.5	66.5	11.8	31.6	5	144.3	35.6	50.6	13.8	64.4

環境保全機能の比較：草地の水保全機能の面では、林地に比して土壌構造が緊密化し、土壌硬土が増し、透水性は著しく低下する。山地試場(1977)の成績を表5に示したが、この傾向は耕起造成において顕著であり、村井(1974)らの成績によると放牧地よりも採草地においてさらに不良となることが示され、大型機械による基盤整備とその後の作業による影響が大であることがわかる。この透水性の不良は雨水の表面流出率を高め、牧草定着までの土壌侵蝕量を著しく大きいものにしていく。しかし通常造成後地表が牧草によって被覆されると表6にみられるように、草地の土壌侵蝕は、森地と同等で他の地目よりも非常に少なくない量となる。不耕起造成では前植生を徐々に牧草と置き換えて行く造成法であり造成初期から土壌侵蝕はほとんどみられない。これに対して、改良山成工を用いて起伏の修正、沢の埋没をする場合は、土地の傾斜角度が15°以下であっても50cm以上の年間侵蝕深になることもあり、長大な斜

表 6 土地利用と侵食（川口 1962）

	平均年侵食深 mm	年間出土砂量 トン/ha	資料数
林地	0.2	1.8	6
草地	0.2	2.1	10
耕地	1.1	14.8	17
裸地	6.7	87.1	11
荒地	23.6	306.9	11

面長を持つ草地の耕起造成や自然の水みちを埋める起伏修正は、これからは草地保全上さげなければならない。しかし、不耕起造成であれば、30°を超すような急傾斜であっても全く問題は起らないということにはならない。表7に

表 7 草地内の植被の有無による夏期間の表土移動量

($\bar{x} \pm \text{to. } 4 S_{\text{scm}}$)

土地の傾斜角度	植被の有無	1975	1976	2年間平均変化量
		(Jun.9~0t.13) 平均変化量	(Apr.26~0t.7) 平均変化量	
8.1	有	0.60 ± 0.30	1.04 ± 0.17	0.83 ± 0.17
	無	0.36 ± 0.16	1.59 ± 0.23	0.96 ± 0.15
16.1	有	0.43 ± 0.15	0.91 ± 0.24	0.69 ± 0.14
	無	0.63 ± 0.14	0.98 ± 0.18	0.80 ± 0.11
22.3	有	0.40 ± 0.17	0.46 ± 0.35	0.43 ± 0.20
	無	1.45 ± 0.26	1.82 ± 0.36	1.63 ± 0.22
27.9	有	-0.28 ± 0.45	-0.04 ± 0.42	-0.17 ± 0.30
	無	1.60 ± 0.28	1.46 ± 0.25	1.53 ± 0.19
34.2	有	1.79 ± 0.44	1.13 ± 0.57	1.49 ± 0.35
	無	2.68 ± 0.40	1.79 ± 0.38	2.22 ± 0.30

注：数字(+)は土壌の減深量、(-)は堆積量を示す。

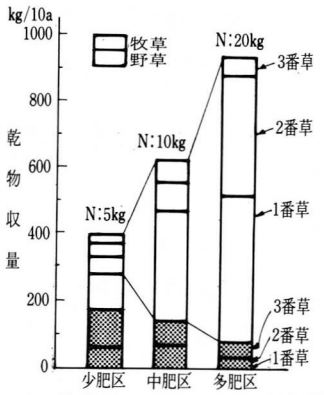
不耕起造成草地における土壌の移動量と堆積量を示したが植被があっても30°を超す傾斜地では、多量の土砂の移動があることがわかる。

また、表土流出水の増加からくる水源かん養機能や洪水防止機能の低下を防ぐために、沢すじに林帯を残すべきであるがこの林帯の幅は、単なる水質汚濁の防止に対しては10m程度で良いと言われていたが、水保全上からみた林帯の幅は、30~50mと言われ、その根拠はまだ明確でない。しかし、いずれにしても、今までのデータからみると沢すじには家畜の侵入を防止した林帯をかなりの幅で残す必要がある。不耕起造成草地においてその幅は耕起造成草地よりも若干狭いもので良いと言えそうである。

草地植生の維持と利用：耕起造成法では、前植生を完全に破壊し、当分の間、雑草や灌木の侵入する危険がない状態にして草地化するわけではあるが、これに対して不耕起造成法では、前植生がまだ残された状態で施肥・播種を行い、牧草の再生力と前植生の再生力の差を利用して徐々に牧草地化する造成法である。従って、不耕起造成法を用いようとする場所は、気象および土地条件が牧草の栽培適地に属していることが前提条件になる。寒地型の牧草の場合「暖かさの指数」(月平均気温の5°以上の合計数値)で45°から95°の範囲がおおむね栽培適地となる。寒い場合には牧草地化すると林地との気候緩和機能の差から樹林地への再現が不可能となったり、気候の年次変動から年によっては、牧草が冬枯れを起し土壌侵蝕等の面からも環境保全上問題を起す場合がある。また暑い地域では、前植生の再生力が強い上に雑草の侵入も多く牧草地化は家畜の放牧以外の人為的植生処理をおこなわないかぎり困難である。また年によっては牧草が高温乾燥障害によって消滅する場合もある。この牧草栽培適地の範囲では、利用強度は強いほど雑草の侵入が抑制され良い牧草地となる。しか

し、この適地内に造成した草地でも、家畜の放牧が中止されると2,3年で雑灌木地に戻る場合が多い。利用は、草地を維持するためにも重要となる。

また不耕起造成法では、牧草と野草の施肥に対する反応の差も草地化の成否を決める要因となっている。図2に示したように不耕起造成草地は地



注) 牧草はオーチャードグラス単播 P₂O₅ 18kg/10a, K₂O 12kg/10a, 苦土石灰 6kg/10aは共通

図2 窒素肥料のレベルを変えた場合の利用1年目の収量(小原ら 1964)

力が有効に利用されるとはいえ、牧草地化には施肥管理が不可欠であり、これによって草地の利用頻度が増し、雑灌木・雑草の抑制に効果があるといえる。

草地造成経費について：造成工法別の草地造成経費を表8に示した。この数値は、昭和

48年頃の物価水準によるものであり、道路工事費等の附帯工事費を除外しても通常この経費のほかには3割程度の費用がかかる。また農用地開発公団の報告書によると昭和51年度換算ha当り事業費は、蹄耕法45万円、火入れ直播法46万円、ヘリコプター利用の不耕起造成法75~80万円が平均的事業費とされており、一般的な乾物収量10t/ha前後を収量目標とする草地での不耕起造成法の有利性は経費的にも明らかである。

◎不耕起造成における草種選択

耕起造成草地と草種選択の考え方が違う点は、耕起造成草地は比較的栽培管理が均一で収穫も一

表8 工法別草地造成経費 (畜産基地建設事業基本計画書の数地区平均)

工種	工法別		
	改良山成工 (耕起造成)	山成工 (耕起造成)	山成工 (不耕起造成)
	千円/ha	千円/ha	千円/ha
障害物除去	291	291	188
起伏修正	1,224	—	—
起土・整地	47	53	—
施肥(資材を含む)	89	90	79
播種(種子を含む)	57	57	35
鎮 庄	7	7	—
法面保護・その他	140	—	—
計	1,855	498	302

注) この経費には、共通仮設費・現場経費・一般管理費等は含まない。

時に実施できるが、不耕起造成草地は土地条件が不均一であると同じに、ほとんど放牧利用であり、トラクターでの刈取りのように均一には出来ない。したがって耕起造成草地、とくに採草用草地で多収をねらう場合は、牧草の種類は単純化され、単純化された草種に最も合理的な管理をすることになる。これに対して不耕起造成草地では、多くの草種を播いて異なった土地条件の中で、どの草種かが安定定着して収量に貢献することを期待するわけであり、多くの草種を播種することになる。

基本となる草種は、オーチャードグラス、トールフェスク、ケンタッキー・ブリューグラス、シロクロバとなるが、これに初期生育の良いペレニアルライグラス、比較的不良条件下で生育するアカクロバを加えるのが普通である。寒冷地ではトールフェスクをメドーフェスクに置き換え、放牧地であっても風衝地などに生育の良いチモンを加える場合が多い。また匍匐茎のある草種は原則として入れた方が草地の安定性を増すので、ケンタッキー・ブリューグラスの生育の悪い暖かい地域ではレッド・トップをこれに置き換え、湿地ではトールフェスクの替りにリードキャナリーグラス、アカクロバの替りにアルサイクロバを入れるのが普通である。

播種量は、耕起造成草地では一般に3~4草種ha当り25~30kgを播種するのに対して、不耕起造成草地では6~7草種ha当り50~60kgと播種は増加する。また各草種は各県指定の奨励品種を必ず使用すべきであり、これを使うことによる経費の増加は草地の生産量および維持年限の増加によって補なえる範囲である。

以上が不耕起造成法の特徴であるが、これからの開発では潜在的にある土地の生産力をいかに高く維持しながら利用するかという点に心がけなければならない。不耕起造成法は、国土の開発と保全の調和を考える時にもっと用いられると考えている。