

資 料

傾斜地における耕うん

手塚 右門・小 中 俊 雄

(農事試験場農機具部)

我国の農業においては、自然社会条件の制約を受けて傾斜地がかなり多く、傾斜畑の農作業は大きな問題となつている。従来、耕作可能の限界は、人力耕で 30° 、牛馬耕で 20° 、トラクタ耕で 15° とされ、開拓計画などにおいても 15° 以上は開墾に適しないとしていたが、現実には 15° はおろか 30° にも達する急傾斜の農耕地が各地に散在している。かゝる傾斜地においては、平坦な耕地に較べ、土壤保全、栽培方法、耕うんから収かまでの農作業、運搬作業などが重要な問題点となる。

そのうちの傾斜地の耕うん作業について、最近若干の現地調査と現地試験を行つた。この調査・試験の本来の目的は、土地利用に関する調査研究の一つとして、作業技術からみた耕地の限界と分級基準を作成するものであつたが、こゝでは畜力による傾斜畑の耕うん、農用小型トラクタによる傾斜畑の耕うん、大型トラクタによる傾斜畑の耕うんについて、調査、試験の結果と考察を述べることにする。

1. 畜力による傾斜畑の耕うん

双用和犁による畜力耕うんを長野県下で、畜力普通プラウおよびヒルサイドプラウによるものを岩手県下で調査した結果を要約すると次の通りである。

i) 既存農家の傾斜畑の多くは、土地配分に際して傾斜面に対して幅狭く縦長の区画形状をもつように配分されているため、個々の農家が一筆毎に耕うんしている現状では、矩形の短辺方向に作用することとなる等高線往復耕の実施が制限されている。

ii) 従つて耕地全体を通しての地形、傾斜度などの条件からは、人畜の作業強度上また土壤の流亡防止の点からも有利な等高線往復耕が可能でも、やむをえず上下往復耕または下り一方耕を実施している例が多い。

iii) 双用和犁を用いて等高線往復耕を行う場合は、上向(山側へ)反転を行うのが土壤保全上望ましいわけであるが、傾斜が急になるに従つて反転がわるくなり、遂には土壤は耕起されても反転しないようになる。この上向反転の等高線往復耕の限界は、軽しよう土においては $12^{\circ} \sim 13^{\circ}$ 、やゝ重粘な土質では 15° 程度である。

iv) 上記以上の傾斜度においては、等高線往復耕を行うにしても墾土の反転方向は下向(麓側へ)反転になり、土壤の下方への流動が傾斜度の増大とともに増大するので、土壤保全上も好ましくない。

v) 役畜歩行の足場の安定性は重要な点であり、植土ないし植壤土で表土の連結性が大きい耕地では、足場がしっかりしているので、歩行が比較的容易で傾斜度 $20 \sim 25^{\circ}$ くらいまでの等高線往復耕が可能で、 25° 以上になると人畜の歩行と犁の操縦取扱の困難性がいちじるしく増大する。

vii) 軽しよう土においては、表土の連結性が小さく、役畜の歩行に際して足場が崩れ、傾斜度の増大に従い歩行が困難になる。犁に対する土の抵抗は少ないが、腐植に富み微細粒子の多い火山灰質軽しよう土では、犁体各部の土の附着がはなはだしく、犁の性能がいちじるしく減殺される。従つて中庸ないし重粘地に較べ、犁耕可能の傾斜限界は低く、また土壤侵蝕の程度もはなはだしい。

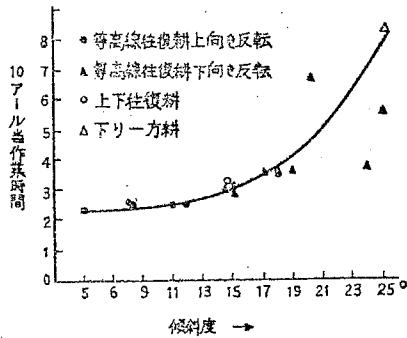
vii) 次に、圃場区画が傾斜面に縦長である場合は、土下往復耕が行われ、傾斜度はほぼ 15° が限界

である。15° 以上の場合上りにも耕起を行うことは人畜共に疲労がはなはだしく、長時間の連続作業に耐えられない。上下往復耕を行う場合は、上りには犁の掛け幅（耕幅）を狭くし、下りに犁の作用幅以上に幅広に掛け、作業能率の低下を補うようにするが、耕起後の土壌表面に縦溝状の壟条が残り、降雨の際壟条が水路となり水蝕を助長し、特に軽しよう土の場合にはなはだしい。

viii) 15° 以上の急傾斜面では、下り一方耕（上りには耕起しない）を実施することになるが、区画の上部および下部に役畜の回行ができる程度の緩傾斜面のある場合は、下り一方耕により25°～30°の急傾斜も畜力耕起が可能である。

ix) 上下往復耕および下り一方耕による土壌の移動流下は、等高線往復耕下向き反転に較べ大きく、傾斜が急になるに従いその程度は増大する。これは犁体面上に上ってきた土が側方に完全に反転放さず、一部が犁体面上に残り下方に押下げられることによると考えられる。

x) 作業能率は、圃場の区画形状、作業方法などによつて差異があるが、10アール当りの作業所要時間は才1図のように、傾斜度の増大に従いは二次曲線的に増大する。



才1図

等高線往復耕上向き反転の可能な12～13°までの作業能率は殆んど平坦地に差がない。15°附近における等高線往復耕下向き反転と上下往復耕では作業能率は等しいが、平坦地に較べ10アール当り所要時間が約20%増、等高線往復耕の限界に近い25°では平坦地に較べ120%増、下り一方耕の場合は約200%増となる。

xi) 普通プラウを用いて傾斜地を耕うんする場合も和犁の場合と同じようなことがいえるが、実施可能な傾斜度の限界は、上

下耕の場合12°～15°、等高線耕の場合約7°と考えられる。

xii) 普通プラウは右反転のみであるが、ヒルサイド・プラウは左右に反転できるので能率のよい等高線往復耕ができ、実用的傾斜度限界も15°～20°と考えられるが、傾斜度が増大するに従つてプラウの安定がわるくなり人畜の疲労が増大する。

2. 小型トラクタによる傾斜畑の耕うん

小型トラクタによる傾斜畑の耕うんの実態調査を長野県下で、現地試験を茨城県八郷町で行つた。現地試験の供試圃場は、火山灰質軽しよう土で表土の連結性は小さく、石礫は含まないが機具に対する土の附着が多く、トラクタの走行はやゝ難であつた。圃場面積36アールで、区画内に傾斜度8—30°の各段階の傾斜があり、供試機はガーデントラクタ型と索引駆動兼用型とを選び、作業機は双用犁、花型ロータ、ロータリとし、耕うん方法は等高線耕と上下耕を行つた。

i) 犁 耕

双用犁による犁耕試験の結果の一部を才1表に示すが、一般に小型トラクタによる犁耕において作業

オ1表

耕うん方法		圃場傾斜度	耕進速度	回行時間	耕深	耕幅	車輪滑り率	壟土移動距離		機体傾斜角	機体編位角	轍間転倒距離角
								下へ	上へ			
等高線往復耕	上向反転	8°	m/sec 0.71	sec 7.8	cm 17.6	cm 17.7	% 43.7	% 21.0	cm 41.0	° / 30	° / 1 43	mm ° 695 42
	〃	13	0.73	7.6	19.2	23.8	27.0	23.0	41.9	4 42	3 20	695 42
	〃	15	0.81	5.5	14.3	21.6	16.7	26.8	42.0	8 24	4 20	660 —
	下向反転	15	0.59	4.8	19.4	22.5	17.7	58.4		20 18	4 40	855 51
	〃	17.5	0.57	7.1	21.0	24.9	28.4	67.3		31 24	6 50	920 54
	〃	30	0.61	9.1	20.7	19.7	33.3	55.5		34 12	21 40	1145 —
	〃											
上下耕	上	11	0.75	6.5	18.5	9.9	15.3	横へ 48.7	下へ 85.7			800
	下	〃	0.94	5.0	21.1	30.4	14.0	58.3	116.7			〃
	上	15	0.68	5.9	16.3	12.6	47.4	40.4	78.0			〃
	下	〃	0.85	8.2	20.1	22.3	14.5	67.8	124.0			〃
	上	22	0.50	—	19.3	10.5	41.7	49.5	60.8			〃
	下	〃	0.65	9.3	22.8	27.9	8.4	62.0	134.0			〃

〔備考〕 機体重量206kgガーデントラクタ型、双用一段耕犁使用、ゴム車輪に滑り止めスパイク補助車輪をとりつけた。

機（双用犁）の性能は畜力による犁耕の場合と大差ないといえる。

イ 双用犁による等高線往復耕上向反転の場合、トラクタの山側の車輪がすき溝に入り、機体の傾斜は圃場傾斜面より小さいので、トラクタの左右の安定性は割合良好であるが、現状の犁の取付法では、犁の傾斜度がかえつて少なくなるため土の反転が悪く、傾斜度の増大とともに反転方向とは逆の下側土がこぼれ落ちる割合が大きくなる。

オ1表によると、傾斜度8°では耕進速度、回行時間、耕深、耕幅などは平坦地と大差ないが車輪の滑り率がいちじるしく増大した。これは上向きに反転する壟土の流れが次々に悪くなり索引抵抗が増大することによると思われる。さらに傾斜13—15°になると壟土の上方反転移動が少なく下方に逃げ落ちる量が増大し索引抵抗は減少するので滑り率はかえつて減少するものと思われる。また、13°までは機体の偏位角も小さく直行性を保ちやすいが、15°になると機体をかなり山側へ向けて運転することになり、壟条が乱れ作業精度が低下する。

以上のことから等高線往復耕上向反転の限界は、13—15°にあるといえよう。

ロ 等高線往復耕下向反転の場合は、イの場合とは逆に、谷側の車輪がすき溝を通るので機体の左右の傾斜は大きくなり転覆の恐れがあるので、トラクタの轍間距離を大にして転倒防止の処置をする必要がある。また、傾斜度の増大とともに、壟土の反転投げ出し作用は強くなり溝開きおよび反転は良好に

なる。粗雑な敷草や堆肥類などを多量にすき込む場合の耕法としては実用的である。懸念される壟土の下方への移動は、上向き反転の場合より当然多いが、上下耕の場合より少なく、傾斜度の増大とはあまり関係がない。

轍間距離を大にしても機体の傾斜は圃場傾斜度より 5° 以上も大きく不安定で、機体の偏位角や車輪の滑り率も傾斜度の増大とともに増し、 $20-25$ 附近においていちじるしく作業困難になり、回りの操作もむずかしくなる。

以上のことから、等高線往復耕下向反転の実用的限界は 20° 内外にあるものと思われる。

ハ 双用犁による上下耕においては、 15° 以下の場合には作業容易で作業精度もよいが、 15° 以上になると上り耕では耕幅を狭くして索引抵抗を少なくしても車輪の滑り率が 40% 以上になり走行困難であり、犁耕を行わずにハンドルを支持して上ることは運転者が耐えられない。また下り耕では耕幅を大にし抵抗を増しても滑り率が少なく進行速度が大になり、壟土の反転投げ出し作用が強く溝開きも大きい。一部犁体面上にたまった土を 1m 以上も押し下し、土壌の流失を助長することが明らかになった。

以上のことから、上下耕は $22-23^{\circ}$ までは実施可能であるが、実用的限界は 15° 以下におさえるべきであろう。

ii) 花型ロータ耕

車軸に花型ロータ $4-6$ 枚と機体の後部に抵抗棒をつけて行う花型ロータ耕は、傾斜畑の耕うんに特にその機能を発揮する。この耕うん法は等高線耕では機体が左右に傾いて作業が困難になるので上下耕または上り一方耕が行われる。すなわち傾斜度 15° 内外までは抵抗棒をつけ上下耕ができ、 $15^{\circ}-25^{\circ}$ くらいまでは抵抗棒を取外し自然の走行抵抗によつて上り一方耕を行い、下りには変速レバーを後進にして耕うんした跡地を後退し、出発線より 2m くらいのところから斜めに後退し次の出発線につくような操作をすとかかなりの急傾斜地でも容易に上り一方耕ができる。なお現地試験では、 25° 以上の傾斜地になるとトラクタ前部のエンジン台が傾斜面に接触し操作ができなくなった。また、一般に花型ロータ耕は運転者の疲労が激しいので小面積の傾斜畑には適するが、広い面積の耕うん作業には適当でないと思われる。

iii) ロータリ耕

ロータリ型耕うん機による傾斜畑の耕うんは、 10° 以下の緩傾斜では平坦地とほぼ同程度の作業結果が得られるが、 10° 以上になると機体重量が大きく等高線耕、上下耕とも機体の操縦が犁耕に較べ困難で作業精度も劣るようになる。

3. 大型トラクタによる傾斜畑の耕うん

大型トラクタによる傾斜畑の耕うんの実態調査ならびに聴取り調査を群馬県浅間牧場および嬭恋農場で行った。

i) ホイール型四輪トラクタにリバーシブルプラウを装着して等高線耕上向き反転を行うときは、傾斜度 6° 内外までは平坦地とほぼ同様な作業能率や作業精度を示すが、それ以上になると反転がわるくな高等線耕上向き反転の限界はほぼ 10° と思われる。

ii) ホイール型四輪トラクタに普通プラウを装着した場合は、等高線耕上向き反転を行うと片道起しになり能率が半減するので、回り耕を行うことになる。トラクタの右車輪はいつもすき溝を通るので、右車輪が山側になる(等高線上向き反転)ときは左右の安定はよいが土の反転がわるく、右車輪が谷側

になる（等高線下向き反転）ときは土の反転放てき作用は強くなるがトラクタが右側へ傾斜して危険を感じるようになる。

下り耕では 15° — 17° の傾斜地までプラウ耕が可能であるが、上りの部分では、約 12° — 13° になると車輪がスリップして耕うん不可能になる。

iii) クローラ型トラクタで22インチブラツツシュブレーカを牽引して起こす場合は、通常おか引き（両車輪とも未耕地の上を走行する）であり、等高線下向きへ反転するとき、ホイール型より安定がよいが、 13° くらい以上になると横転の危険が増大する。



写真1. フォードソンM4 2HPクローラ型トラクタでブラツツシュブレーカを牽引して傾斜地を耕起しているところ

であり、実際現地の圃場では地形に応じて回り耕に上下耕を組み合わせで行い、横転の危険のあるところでは方向転換をして耕うんするなどいろいろ工夫している。

iv) 同じく、上り耕のときは、クローラ型がホイール型よりスリップが少ないが 17° 以上になるとスリップして耕うん不可能になる。下り耕では、 20° 以上の傾斜になると危険が増大する。

v) クローラ型トラクタで四連デスクプラウを牽引する場合は、通常回り耕を行うが等高線上向き反転のところは土の反転がまずく、下り耕は約 20° が限界であり、上り耕は 17° 以上でスリップして耕うんできない。

vi) 以上のように、大型トラクタによる傾斜地耕うんの直接の制限因子は、車輪がスリップすること、左右または前後に転覆する危険があること、掘土の反転がわるいことなど

表2表

トラクタ	作業機	耕法	傾斜度	10a当り 所要時間	10a当り 燃料消費率	備考
フアーガノン25HP(ホイール型)	16"直結ボトムプラウ		0°	1.18分	2.0ℓ	資料③⑥による
〃	〃	下り耕	9	3.30	4.1	
〃	〃	〃	15~18	3.50	5.3	
〃	〃	〃	18~20	7.00	10.0	
フォードソンM4 2HP(ホイール型)	18"直結ボトムプラウ		0	1.00	2.5	〃 〃
〃	〃	下り耕	9	1.50	4.2	
〃	〃	〃	15~18	3.20	7.8	
〃	〃	〃	18~20	7.00	16.0	
フォードソンM4 2HP(クローラ型)	22"ブラツツシュブレーカ	回り耕	0	.35	-	実測および資料④による
〃	〃	〃	3.7	.57	-	
〃	〃	〃	7.1	1.30	-	
〃	〃	〃	11.4	1.22	-	
フォードソンM4 2HP(クローラ型)	24"×12デスクハロー	2回掛	0	.17	1.4	資料③⑥による
〃	〃	〃	9	.43	2.3	
〃	〃	〃	15~18	1.20	4.5	
〃	〃	〃	18~20	1.20	6.6	

vii) 次に大型トラクタの傾斜地耕うんの作業能率と燃料消費率についてみると、表2表のように18インチボトムプラウをフォードソンメイジャ42HP(ホイール型)で牽引した場合、10アール当り所要時間は平坦地の1時間に対し、傾斜度9°では1時間50分で約2倍、傾斜度15°では3時間20分で約3倍、傾斜度18°では実に7時間を要しているが、これは急傾斜地では耕耘方法が下り一方耕であることなどによる。

ブラッシュブローカをクローラ型トラクタで牽引して、傾斜地を開墾する場合の10アール当り所要時間も、平坦地の35分に対し傾斜度11°では約1時間20分で約2倍である。

以上のように、傾斜度が增大すると耕うん所要時間が増し、急傾斜地では作業能率の低下がはなはだしい。作業能率の点からは、傾斜度10°内外に限界線を引けるのではなかろうか。

viii) 同じように、燃料消費率も傾斜度の増加とともに激増するので、急傾斜は燃料代の点からも好ましくない。

4. 結 び

以上のように傾斜地の耕うんの現状を不十分ながら明らかにしたが、今後農作業の機械化がますます発展するなかで、傾斜地用のトラクタおよび作業機の改良発達が実に要望される。また、土壌保全のためにはどういう耕うん整地作業をすればいいのか、どんな栽培体系をとればいいのか、など傾斜地農業には問題点が多い。

参考文献資料

1. 傾斜地における機械使用の限度(抄録) 農機学会誌20—2号
2. ホイルトラクタによる耕作事業実施概況長野県農業改良課 普及資料79号
3. 草地改良事業資料 長野県畜産課
4. 機械力による草地造成作業能率調査成績 静岡県富士集約酪農総合指導所
5. 作業技術からみた土地利用 農業及園芸 35—1号 手塚右門
6. 大型トラクタの利用実態 1960.3 関東東山農試畑作部 資料No.2