傾斜畑の土壌保全に関する研究

II. そ菜類およびその他作物の等高線栽培と作畦法の差による土壌保全の効果*

吉岡昌二郎・植田精一・清水定延

(山梨県農業試験場八ヶ岳分場)

緒 言

前報¹⁾において各種作物の傾斜畑における土壌管理法の差による土壌保全の効果を検討し、培土回数が増加、敷わら、間混作、被覆作物導入等の処理が著しく防蝕性を高めることを報告した。この報告ではそ菜類および特用作物を主体として作畦方向および等高線栽培における各種の土壌管理法の組合せによる土壌保全の効果並びに作畦の形態、牧草線挿入による帯状分割の効果について 1959 年～61 年に実施した試験の結果を報告する。傾斜畑における等高線栽培については既に一戸²⁾、西瀉・須田³⁾、一戸・工藤⁴⁾、氏等が等高線栽培は土壌侵蝕防止効果がすぐれ、かつ作物収量の増加も期待出来ることを報告している。また等高線栽培における培土の意義を検討して両者の組合せは、8 mm/10 min～11 mm/10 min までの降雨強度に対して流去水発生を防ぎ得ることを明らかにしている。この研究においては上記の報告を考慮して、従来あまり取上げられなかつたそ菜類について土壌保存効果をあげるための栽培法を確立する目的で傾斜畑における等高線栽培および上下畦栽培、作畦法等について比較検討を行なつた。試験実施にあたり多面にわたつて御指導を戴いた前分場長小林政明氏、農林省農事試験場畑作部一戸貞光氏および試験実施に協力された清水峯武氏に深謝する。

試験方法の概要

そ菜類および普通作物の合計 14 作物を供試して上下畦栽培と等高線およびこれと各種の土壌管理法を組合わせて水および土壌の流亡量を測定比較した。試験区は前報と同様に木製集水框 (20 m²=2×10 m) を利用した。また作畦法の比較は 1959～61 年にわたつて大豆およびとうもろこしを供試して上下畦等高畦格子畦、および V 字畦の角度をかえて水および土壌の流亡量を比較した。牧草線挿入による帯状分割についてはとうもろこしおよび裸地の条件で 3 m, 5 m, 7.5 m ごとに巾 20 cm の牧草帯を作り、水および土壌の流亡量を測定比較した。各作物の栽培は当場の耕種基準にしたがつて実施し、栽培期間およびその間の降雨量は別表の通りである。試験区の構成は成績表の試験区欄に示した。水および土壌の流亡は各降雨ごとに測定した。降雨量および降雨強度の測定は前報に準じて実施した。

* 昭和 38 年 7 月 22 日受理

供試作物および供試条件

年度	作 物		栽培期間 月 日	降雨量 mm
	種 類	品 種		
'60	白 菜	長 交 2 号	4.15～6.27	803
	甘 藍	長 交 早 生	9.9～12.12	207
	馬 鈴 薯	男 し や く	4.1～8.4	625
	こんにやく	在 来 種	4.15～11.4	822
	そ ば	ク	8.23～11.4	203
	とうもろこし	甲 州 種	5.12～10.10	679
	落 花 生	千 葉 小 粒	5.12～11.7	688
	大 豆	秋 田 兄	5.22～10.10	614
'61	ビ ー マ ン	キング ピーマン	5.11～11.2	973
	アスパラガス	メリー ワシントン	4.18～12.31	1,041
	甘 藍	長 交 早 生	6.5～8.21	905
	ビ ー ト	導 入 2 号	5.1～11.1	973
	レ タ ス	ワイヤー ドッド	6.6～7.31	404
	花 や さ い	スノーボール	8.1～12.2	499

註: '61 ビート圃場 14°, その他は 11° 傾斜

試 験 結 果

試験期間における降雨量、強度別頻度および流亡発生の状態は第 1 表の如くであつた。これによると降雨量が少なく強度の小さい降雨の発生頻度が多い。強度 1 mm/10 min 以下の弱雨でも若干の流亡発生が認められ、10 mm/min 以上の強度をもつ降雨においては 100% 流亡の発生がみとめられた。また降雨量別に土壌の流亡発生をみると 10 mm 以上の降雨ではかなり高い比率で流亡が発生している。'60 年の総降雨量は

第 1 表 試験期間中の降雨頻度

降雨量 mm	降 雨 強 度 (mm/10min)						降 雨 頻 度 合 計	土 壌 流 亡 発 生 %
	< 1	1～3	4～6	7～10	11 ¹⁾ ～15	15 ¹⁾ 以上		
0～5	114	310	1				124	4 3.2
6～10	21	56	21				29	6 20.7
11～20	11	415	8	22	21		30	15 50.0
21～40	7	39	4	11	11		18	9 50.0
41～80		3	2			11	4	3 75.0
80<			11	21	11		4	4 100.0
強 度 別 頻 度	153	1545	15	65	54	22	209	41
土 壌 流 亡 発 生	9.8%	34.9	83.3	80.0	100.0			

註: ゴジック数字は流亡降雨日数

1,049 mm で平年よりはるかに少なく '61 年は 1,267 mm でほぼ平年並であつた。したがつて多雨年に比較して降雨量および強度の大なる降雨の発生は少なかつたので水および土壌の流亡量も比較的少ない傾向が見受けられた。

1. そ菜類における等高線栽培および土壌管理法の組合せによる土壌保全の効果

各種のそ菜および一般作物の若干について上下畦、等高畦および土壌管理法各種の組合せによる土壌保全の効果を検討した結果は第2表に示す如くである。これらの結果を要約すると次の如くである。白菜では上下畦区の土壌流亡が最も多く、等高畦培土2回区がこれにつき等高畦に敷わら、被覆作の組合せはかなりの防蝕性を示している。しかしこの場合の土壌流亡は8月10日、13日の白菜収穫後の降雨によせるもので生育中に降雨を受けた場合よりも処理間の差が強調されているように思われる。その理由は被覆作区にはつる大豆が残存しており、また敷わら区も同様であり、このため地表面の被覆程度が上下畦、等高畦等の単一

栽培区より高いことに起因していると思われる。したがつて限界侵蝕期内に収穫期のある作物ではこれらの処理効果が高いものと推定される。甘藍は秋作のため生育期間中に受けた降雨量が少なく水の流亡を発生したのみで処理効果は明確でなかつた。馬鈴薯では白菜と同様に収穫直後の降雨による流亡であるが、大豆交互区と被覆作区には作物が残存していた。この時の地表面被覆程度は上下畦、等高畦培土2回区は裸地であり、大豆交互区は約30%、被覆作区は40%であつたが、大豆交互区は期待したほどの防蝕性が認められなかつた。こんにゃくにあつては敷わら、被覆作の効果が大きく、また培土のみの処理でも十分に効果をあげている。そばは水の流亡をみたのみで処理間の差は不明である。とうもろこし、落花生では上下畦栽培区が各降雨ごとにかんがりの流亡を示したのに反し他の区はほとんど流亡発生を見なかつた。大豆では区間の処理効果は明らかでない。'61年の結果を要約すると次の如くである。ピーマンでは上下畦区が生育の初期よりかなり激しく流亡を発生している。9月14日の降雨は

第2表 各種の作物における上下畦栽培と等高線栽培の土壌侵蝕の差違

年度	試験区名		流亡量(a)		流亡土比 %	年度	試験区名		流亡量(a)		流亡土比 %
	作物	処理	水 mm	土 kg			作物	処理	水 mm	土 kg	
'60	白菜	上下畦	11.2	67.8	100	〃	大豆	敷わら 70 kg	2.8	0	0
		等高畦敷わら	6.7	29.8	44			〃 50 kg	2.2	0.0	33
		〃 被覆作	1.4	9.3	14			50 kg 鋤込	1.2	0	0
		〃 培土 2	11.4	63.7	94			等高畦	0.7	0.6	100
〃	甘藍	上下畦	0.9	0		'61	ピーマン	上下畦	21.2	145.7	100
		等高畦敷わら	0.2	0				〃 高畦	8.3	12.8	9
		〃 被覆作	0.6	0				〃 敷わら	13.6	7.9	5
		〃 培土 2	0.0	0				〃 被覆作	10.1	7.3	5
〃	馬鈴薯	上下畦	7.2	31.6	100	〃	アスパラガス	上下畦	26.0	60.5	100
		等高畦大豆交互	5.2	25.4	81			〃 高畦	9.2	17.1	28
		〃 被覆作	0.9	0.2	0			〃 敷わら	7.2	4.6	8
		〃 培土 2	—	11.6	37			〃 被覆作	10.9	12.2	20
〃	こんにゃく	上下畦	1.9	34.4	100	〃	甘藍	敷わら 70 kg	1.9	1.1	100
		等高畦敷わら	0.8	0	0			〃 50 kg	6.5	3.5	323
		〃 被覆作	0.7	0	0			50 kg 鋤込	1.3	*	0
		〃 培土 2	2.9	1.1	3			等高畦	3.0	0.2	17
〃	そば	上下畦	0.4	0	0	〃	レタス	上下畦	8.0	11.9	100
		等高大豆交互	0.7	0.0	100			〃 高畦	0.7	0.9	7
		〃 被覆作	0.3	0	0			〃 敷わら	0.2	0.3	3
		〃 培土 2	1.0	0	0			〃 被覆作	0.5	1.5	12
〃	とうもろこし	上下畦	6.0	28.3	100	〃	花やさい	上下畦	2.5	56.0	100
		等高畦培土 1	1.9	0.8	3			〃 高畦	2.2	1.9	3
		〃 被覆作	0.2	0.4	1			〃 敷わら	1.4	1.4	2
		〃 培土 3	2.2	0.6	2			〃 被覆作	2.3	0.5	1
〃	落花生	上下畦	4.5	40.9	100	〃	ビート	上下畦	3.1	17.5	100
		等高畦培土 1	0.2	0.1	0			〃 高畦	8.5	5.3	30
		〃 培土 2	1.5	0.2	1			〃 草生交互畦	2.9	8.4	50
		〃 培土 3	1.8	0.5	1			被覆作交互畦	7.8	8.3	48

註: 処理法説明 1. 上下畦区、傾斜方向に作畦した区、2. 等高畦敷わら区、等高畦作付に敷わら 100kg/a 処理、3. 等高畦被覆作は等高畦区の畦間につる大豆播種により被覆、4. 等高畦大豆交互区は供試作物と大豆の一畦ごと交互に栽培した区、5. 草生交互区はラジノクローバーと供試作物の交互栽培、6. 被覆作交互畦はつる大豆と供試作物の交互栽培、その他説明略。

降雨量、強度において稀にしか発生しないと思われる豪雨であつたが、等高畦栽培および敷わら、被覆作の組合せ区は著しく高い防蝕性を示している。アスパラガスでは敷わら区が水および土壌の流亡が最も少なく、上下畦は各降雨とも激しく流亡している。甘藍は流亡量が少なく差は不明である。ビートは上下畦以外の区間の差はみとめられなかつた。以上のように '60~'61年にわたつてそ菜類を主として作畦方法と土壤管理法の組合せによる土壤保全の効果について試験を行つたが、他の作物と同様に傾斜畑における上下畦作付は土壤侵蝕を著しく助長し、いずれの作物においても多量の土壌流亡を発生した。これに反して等高畦栽培と土壌処理の組合せはかなり高い効果を示した。供試した各作物は生育期間、時期、降雨遭遇回数等が異なるため栽培期間中の合計の水および土壌の流亡量で直接比較することは困難であると思われるが時期別の各降雨による土壌流亡量は作物ごとの防蝕性を示しているものと思われる。各作物の同一処理における土壌の流亡量からみると（特に上下畦区の比較についてみると）白菜、ピーマン、アスパラガス、花やさい等は土壌侵蝕を受けやすい作物とみてよいと思われる。一般に全生育期間にわたつて地表面被覆の程度の低いそ菜類においては等高線栽培のみでは十分な土壌侵蝕の防止は出来ず、敷わら、被覆作等の導入を土壤保全技術として活用する必要をみとめる。特に多雨年における降雨強度の大きな降雨回数の多い場合にその効果は顕著になると考えられる。

2. 作畦形態の差と土壤保全の効果

傾斜畑における作畦の方法として一般に等高畦か上下畦の場合が多いけれども、これらの中間の斜め畦もかなり見受けられる。ここでは上下畦、等高畦に対して格子型の作畦と傾斜畑の下方に向つてV字型に作畦した場合の防蝕性を検討した。試験の結果を第3表に示し各処理の降雨強度と土壌流亡の関係を第1図に示した。この結果格子畦は水および土壌の流亡量が極めて少なく、裸地の土壌流亡の約1/8に止まり、また等

第3表 格子畦およびV字畦の土壌侵蝕

年度	試 験 区	流亡量 (a)		流亡土比 %
		水 mm	土 kg	
'59	等高畦	13.1	82.2	100
	上下畦	23.3	104.2	127
	格子畦	11.3	49.0	60
	45°格子畦	12.8	45.8	56
	裸地	32.0	389.4	474
'60~'61	作畦 0°*	30.5	272.7	100
	〃 45°	22.4	74.5	27
	〃 90°	40.8	3.2	1
	〃 135°	1.3	1.3	1
	〃 180°**	2.6	1.5	1

註：供試作物 '59, 大豆; '60, 大豆; '61, とうもろこし;

* 印上下畦, **等高畦; 傾斜11°

高畦に比較しても 60% 以下の流亡を示し防蝕性が著るしく高いことが明らかになつた。格子畦は実際栽培に適用するには作畦をするのに若干の問題はあるけれども、地形的に侵蝕を受けやすい耕地等には利用出来るであろう。この効果は主として流去水の分散と栽植密度が増加することによるものと推定される。またV字畦については '60~'61 年の 2 年間検討した。この目的は傾斜畑で等高畦を作る場合に実際には完全な等高畦を作ることは難しい場合が多いことと、更に積極的に作畦方向により流亡上の堆積を利用する必要等から検討を加えた。11° の傾斜畑で下方に向つてV字畦を作り水および土壌の流亡量を測定した。（別図参照）この結果を要約すると、畦の開度が 90° 以上で等高畦に近いほど流亡量は少なく、逆に上下畦に近いものほど流亡量は増加している。これらの点から 10° 前後の傾斜畑ではげん密に等高線作畦を行なう必要はないと思はれる。

別図 格子畦・V字畦模式図

3. 牧草線帯状分割による土壤保全の効果

傾斜畑に帯状の牧草帯を等高線に作つた場合の土壌侵蝕防止の効果については既に若干の報告が見られるが、この報告では 11° の傾斜畑で斜面長 15 m の場合にオーチャードグラス、ラジノクロバの混播した牧草線を挿入して水および土壌の流亡量を測定した。'59 年には玉もろこしを供試し、'60, '61 年は裸地で、牧草線の分割巾 3 m, 5 m, 7.5 m について比較した。結果は第4表に示したこの試験の範囲内では分割巾の最も狭い 3 m 区が最も土壌の流亡が少なく有効であると思われる。水の流亡量は大差がない。また牧草線におけるテラス化もかなり顕著に発達することが観察された。

第4表 牧草線分割と土壌侵蝕

年度	試 験 区	流亡量 (a)		流亡土比 %
		水 mm	土 kg	
'59~'61	3 m 分割	18.4	16.0	100
	5 m 〃	18.8	39.7	248
	7.5 m 〃	16.8	40.2	251

註：試験区 3 m は牧草線の間隔。

4. 名種作畦法の防蝕性

降雨強度と土壌流亡量の関係を各種の作畦法について比較すると第1図1~3のような結果が認められた。

第1図 降雨強度の差による土壤侵蝕の栽培法別差異

註：図中Eは流亡土壤量（乾土重）。Rf.I.は降雨強度（10分間最大強度 mm/10分間）

1. 格子畦区とその他の比較
○裸地：◎上下畦：●等高畦：⊕格子畦（格子畦 45° 格子畦平均）
2. V字畦区とその他の比較
○上下畦：45° V字畦：●90° V字畦：◎135° V字畦：◎等高畦
3. 牧草線分割の比較
●3m分割区：○5m分割：◎7.5m分割

すなわち格子畦は従来最も土壤侵蝕防止効果が高いとされていた等高線畦よりもはるかにすぐれ、特に 15 mm/10 min 以上の強度での防蝕性が高く、上下畦では 10 mm/10 min 以下の低い強度の降雨でかなりの流亡を発生する傾向があり、裸地では更に多量の流亡が認められた。V字型の作畦についてみると上下畦および 45° 畦では 10 mm/10 min 前後の降雨で 50 kg/a 以上の流亡がみられた。しかし 90° 以上等高線畦までの角度に作畦した時の流亡は極めて少ない。牧草線を挿入した場合、分割巾が狭いほど強度の大きな強雨に対する防蝕性が高く、3 m 分割においては 10 mm/min 以上の強度でも 5 kg/a 前後の土壤流亡に防止されることが明らかになった。

考 察

前報⁶⁾で傾斜畑における土壤保全の効果を高めるためには雨撃の減殺と表面流去水を抑制する栽培法すなわち被覆作、敷わら、間混作の導入が優れていることを論議した。この報告ではそ菜類を主として、等高線栽培と各種の土壤管理法の組合せによる防蝕効果について比較した。一般に傾斜畑に発生する sheet erosion や rill erosion に対しては種々の土壤管理法の組合せによる防止が合理的であると思われるが、この防蝕機構は作物の茎葉や被覆間混作物等による地上面被覆が降雨の遮断と雨滴の地表面打撃を減殺して降雨の地中滲透を促進し、流去水発生を防止するからに外ならない。そ菜類においては概して全生育期間にわたって地表面被覆の程度は低く、かつ作条内における株立

密度も禾穀類等に比較すれば少ないため普通栽培における防蝕性はかなり低いものとみられる。したがって土壤管理法を組合せた区の防蝕性が高く発現されているのも当然のことと考えられる。等高線栽培と上下畦栽培の比較については既に一戸¹⁾²⁾³⁾、西潟・須田⁵⁾等によつて報告されているように等高畦の土壤保全効果はすこぶる高く上下畦の流亡量の 50 % 以下に抑制し、更に作物を栽培した場合、等高畦では流亡発生が起らないこともしばしば観測されている。これらの結果を考え合わせると傾斜畑におけるそ菜栽培では等高線作付を行ない生育中の被覆程度を高める敷わら、被覆作物の導入等の土壤管理法を組合せた栽培法が普遍的に土壤保全技術として有効であると解釈してよいであろう。また作畦の形としては格子型の作畦が等高畦栽培よりも防蝕効果が高いと思われるので、今後の栽培上特殊な地形や侵蝕頻発地区への利用が考えらる。一方V字型の作畦を 10° 前後の傾斜畑で行なつた場合 90° 以上の開度をもつ畦であればかなり土壤侵蝕防止の効果がみとめられるけれども豪雨や、台風時の強い降雨に遭遇する場合も考えると等高畦栽培は傾斜畑における栽培法の原則であると思われる。

摘 要

1959～61 年にわたつて傾斜畑におけるそ菜およびその他作物の土壤管理法の差違および作畦法、牧草線帯状分割等の土壤保全におよぼす効果を比較検討した結果 (1) 上下畦栽培は土壤侵蝕を著しく助長し、等高畦栽培は極めて高い土壤保全効果を示した。しかし生育期間中被覆度の低いそ菜では十分な土壤保全効果を期待するには等高畦栽培と敷わら、被覆作物導入等の組合せを考える必要がある。(2) 作畦法の比較においては格子畦の土壤侵蝕防止効果が極めて高く、V字畦においては 90° 以上の角度とすれば等高畦栽培に近い効果を示すことが明らかになった。(3) 牧草線による帯状分割の効果についてみると分割巾が狭いほど効果が大きいことが明らかにされた。

文 献

1. 一戸貞光・工藤健一 1956. 土壤侵蝕防止に関する研究 第3報 等高線栽培について. 東北農試研究報告 8: 40—54.
2. 一戸貞光 1956. 等高線栽培における培土の土壤保全的意義 日作紀 25: 55
3. 一戸貞光 1962. 北海道の土壤侵蝕の諸問題. 土壤の物理性 5: 9—18.
4. 伊藤健次 1958. 傾斜地農業 地球出版社.
5. 西潟高一・飯田次男 1954. 土壤侵蝕防止の研究 第2報 等高線栽培の効果 北農試彙報 67:
6. 吉岡昌二郎・植田精一・小林政明・清水定延 1961. 傾斜畑の土壤保に関する研究 I 各種作物の栽培法と土壤保全効果 日作紀 29: 310—313.

Studies on the Soil Conservation of Hillside Farm

2. Effect of soil management and ridging methods in cultivating the various kinds of vegetables and crops on soil conservation.

Shyojiro YOSHIOKA, Seiichi UEDA and Sadanobu SHIMIZU
(Yatsugatake Branch, Yamanashi Agricultural Experiment Station)

Summary

We investigated the effect of soil management and ridging methods by cultivating the various kinds of vegetables and other crops, and stripped division methods of grass on soil conservation in the years of 1959–61 on the hillside farm.

The results obtained are summarized as follows;

(1) The vertical ridged cultivation promoted the soil erosion. On the other hand, the horizontal ridged cultivation preserved the soil conservation. Furthermore, to expect the better effect in cultivating the vegetable crops which have less capacity to cover the ground, we must adopt a combination of horizontal ridged method, straw mulching and covering crops.

(2) The cross stripped ridging method is more effective than any others. In case of the "V" formed ridge that has an angle over 90° , the result is as satisfactory as that of the horizontal ridged method.

(3) In the stripped division method of grass, the narrower the strips are, the more remarkable the effect is.