

丘陵畑における土壌流亡の実態と営農作業による対策

道総研 中央農業試験場農業環境部環境保全グループ ○巽 和也

同上 塚本康貴

同上 中村隆一

農研機構 農村工学研究部門農地基盤工学研究領域 北川 巖

1. はじめに

近年、集中豪雨の増加により傾斜農地において表土が流出する土壌流亡が多発している。土壌流亡は、肥沃な土壌の流出や作物の損失により農業生産性を低下させるとともに、大きなガリ発生により農地基盤を破壊する。特に畑作地帯の大半を占める丘陵地では農業への被害が大きい。

北海道の畑作地帯はほ場規模が大きく、丘陵畑では斜面長が長い。また、波状の丘陵地が広がる上川南部地域では急傾斜地や挿り鉢状の傾斜地で集水地形の農地が存在する。このような丘陵畑では、豪雨時に土壌流亡が生じやすく、地域で対策が求められている。北海道内の土壌流亡緩和に対する取組みとして、農地の勾配修正、排水路の設置などの基盤整備や河畔林による緩衝帯や沈砂池の設置といった土木的対策のほか、等高線栽培やほ場内明渠、土堤形成などの営農対策による農地外への流出防止がある。しかし、これら対策技術は対応可能な時期や手間などの実行性、効果発現程度などで農業者の要求を満たしていない場合が見受けられ、農地内での土壌流亡発生そのものを抑制する技術も少ない現状にある。前述する問題点を全て解消することは困難であるが、少なくとも普段の営農作業において簡便な対策が可能となれば、更なる取組み成果が期待される。

そこで、本報では農業者自らが簡易に実施でき、農地内での土壌流亡発生を抑制する技術について報告する。対策技術を検討するにあたり、上川南部地域に調査対象流域を設定し、踏査、聞き取りによる実態調査から土壌流亡発生ほ場の特徴を把握した。そして、実態調査の結果を基に、トラクタに装着可能な有材補助暗渠「カットソイラー」(図1)を用いて降雨や融雪水の下層浸透促進による土壌流亡抑制を目的とした土層改良を行った。また、土層改良に加え、後作緑肥を用いた不耕起箇所形成(ドット・ボーダープロテクトと名付けた。以下、ドットボーダー)による更なる土壌流亡抑制効果も検証した。



図1 カットソイラーの機構図(株式会社 北海コーキ製品カタログ参照)



写真1 農地外への土砂流出防止に関する取組み(上川農業改良普及センター大雪支所提供)

2. 地域での土砂流出防止への取組み

調査対象地域における土砂流出防止に関する取組みを紹介する。本調査流域である上川南部地域では、平成24年から農地の土砂流出を防止し恒久的な農地景観保全に努める対策委員会が設置されている。役場や農業協同組合、普及センター、地域の農業者で構成されており、地域の巡回や土砂流出防止のための様々な取組みがなされている。事例として、豪雨によりほ場の一部の土砂が道路へ流出した箇所への沈砂池の設置、木の枝などを編み込んだ柵（シガラ柵工）によるほ場明渠や法面の補強などを実施している（写真1）。

3. 土壌流亡発生に関する実態調査

上川南部地域に調査対象流域（褐色森林土、148ほ場、流域面積約3km²）を設定し、2015年11月中旬（H27積雪前）の踏査、聞き取りにより、各ほ場における作付け作物と土壌流亡発生との関係性を調査した。その結果、降雨が多い時期（8月から9月）に耕耘や収穫作業を行う作物（秋まき小麦、豆、とうもろこし、馬鈴薯、耕起済みの裸地など）で土壌流亡が生じており、牧草や緑肥などの被覆作物や収穫期が遅くてんさいなどで未発生であった。特に、秋まき小麦は流域内で作付け数も多く、土壌流亡発生ほ場が最も多いことから対策が必要と思われた。秋まき小麦は北海道での降雨が多い時期に播種前の耕起（9月上旬）を行うため、土壌流亡が発生しやすい土壌環境であったと考えられる。

また、土壌流亡発生・未発生ほ場において、融雪後（2016年4月上旬）、貫入式土壌硬度計（大起理化製DIK-5531）を用いて鉛直方向の土壌硬度を測定し、堅密層出現深度（貫入抵抗値1.5Mpa以上）を調査した（図2）。その結果、土壌流亡発生、未発生にかかわらず、作土下の浅い位置から堅密化していた（図3）。このことから地域全体の傾向として、下層浸透は期待されず降雨などにより土壌流亡が発生しやすい状態であることが伺えた。

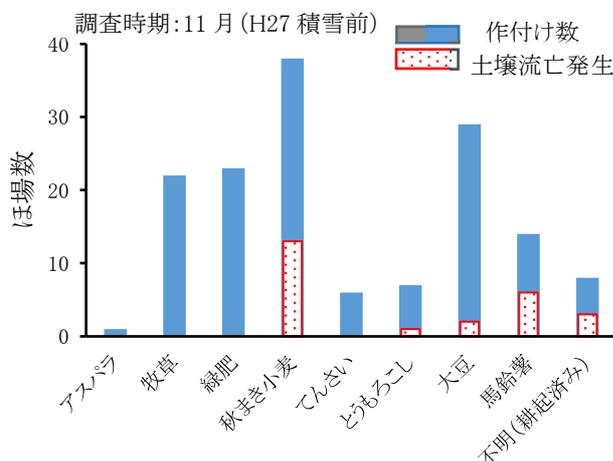


図2 作付け作物と土壌流亡発生数

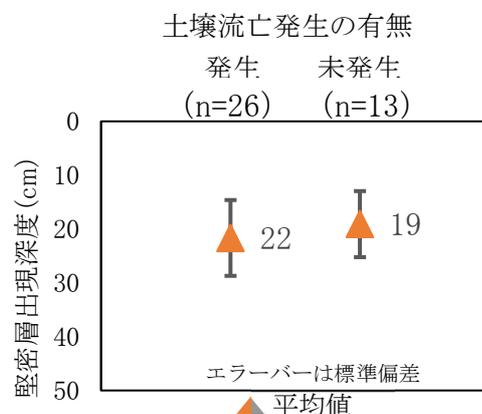


図3 土壌流亡発生の有無と堅密層出現深度の関係

表1 土壌流亡対策実施ほ場の概要

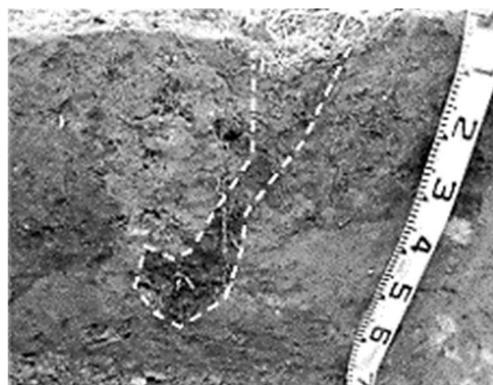
ほ場	ほ場概要			処理区概要		
	平均斜度	斜面長	畝方向	処理区	処理内容	施工時期
A	8.5度	190m	傾斜向き	施工区、未施工区、 ドットボーダー区 ¹⁾	傾斜上部で10m間隔施工 下部(緩傾斜)で5m間隔施工 中腹に幅2m程度の不耕起帯を1列	2016年8月
B	5.7度	70m	等高線	施工区、未施工区	5m間隔	
C	9.7度	250m	傾斜向き	施行区(10m,20m間隔)、 未施工区	10m,20m間隔(緩勾配付き)	2017年8月

1) カットソイラー施工とドットボーダーの組み合わせをドットボーダー区と呼ぶ。カットソイラー施工、ドットボーダーはいずれも等高線方向を基本とする。

4. 営農における土層改良とドットボーダーによる土壌流亡抑制技術

1) 下層浸透促進のための土層改良

土壌流亡対策技術では、流域内で土壌流亡発生が多い秋まき小麦作付けほ場を対象に、有材補助暗渠「カットソイラー」を用いて収穫残渣埋設による土層改良を行った。施工は秋の麦収穫後に実施し、地表面に残存する細断した麦稈や刈り株を埋設物として利用した。施工は等高線方向に幅 5～20m 間隔で行った(表1、図4)。また、一定深度で地形に沿った勾配を付け(1/100, 1/200 程度)、施工ラインと交わる様に排水ラインも形成した。



カットソイラー施工部の土壌断面では、深さ 55cm 付近まで表土と収穫残渣が落とし込まれていた(図4)。埋設部付近の土壌硬度は低く、施工により堅密層が破壊され、残渣埋設の水みちが形成されたことが分かる。また、暗渠が整備されているほ場では暗渠排水出口に電磁流量計(愛知時計電機製)を設置し、降雨イベント当たりの総降雨量と総暗渠排水量から、降雨 10 mm 当たりの暗渠排水量を算出した。その結果、施工前の暗渠排水量が平均 4.1m³/10mm(総降水量 168mm)に対し、施工直後が平均 11.9m³/10mm(同 55mm)と 2.9 倍に増加した(表2)。カットソイラー施工により堅密層を破砕することで降雨などの下層浸透が促進され、暗渠排水量が増加したと考えられた(図5)。

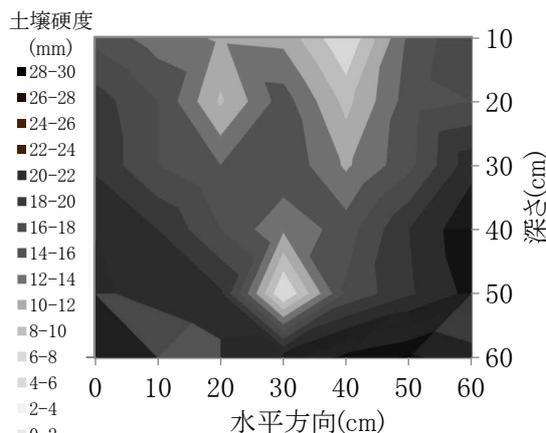


図4 施工部の土壌断面と10cmメッシュ土壌硬度分布(山中式土壌硬度計で測定)

表2 施工前後による暗渠排水量の変化

Bほ場	降雨発生日	10mm 当たりの暗渠排水量 (m ³ /10mm)	平均値 (m ³ /10mm)	排水効果* (対施工前比)
施工前	8/20	3.7	4.1	1.0
	8/22	4.5		
施工後	9/6	10.5	11.9	2.9
	9/8	13.3		

*暗渠排水量の平均値÷施工前の暗渠排水量の平均値で算出



図5 土層改良のイメージ図

2) 処理区における土壌流亡量の比較

北海道では積雪地域の丘陵畑において、春先の土壌流亡も大きな問題となっている。そこで、カットソイラー施工後のほ場において、融雪後の踏査により侵食溝の断面測量を実施し、施工区ならびに未施工区の土壌流亡量を算出した。その結果、Aほ場の施工区では、未施工区と比べて土壌流亡量が17%、Bほ場では33%削減された。また、Cほ場では施工間隔を変えた処理区（10m, 20m, 未施工区）を隣接して設置し、土壌流亡量を比較した結果、施工間隔10mでは23%、20mでは18%の削減率であった（表3）。さらに、Bほ場ではカットソイラー施工前年の土壌流亡量を調査しており、前年との比較においても土壌流亡量が削減した（表4）。

A, Bほ場における斜面下部の侵食溝発生の様子を写真2、写真3に示す。Aほ場下部の未施工区では侵食溝が深く、長いのに対して、施工区では浅く、短い。Bほ場の施工区では未施工区と比較して、侵食溝の発生が軽微であることが分かる。

表3 融雪後の処理区における土壌流亡量

ほ場	10a 当たりの土壌流亡量* (m ³ /10a)		削減率(%) (対未施工比)
	未施工区	施工区	
A	0.23	0.19	17
B	0.29	0.20	33
C	7.01	5.74 (10m 間隔)	18
		5.39 (20m 間隔)	23

*融雪後のほ場内踏査による侵食溝測量により算出（断面積×長さ）

表4 Bほ場における土壌流亡量の年次比較

処理区	10a 当たりの土壌流亡量* (m ³ /10a)		削減率(%) (対2016年比)
	2016年	2017年	
未施工区	0.25	0.29	-18
施工区	0.38 (施工前)	0.20 (施工後)	48



写真2 Aほ場における融雪後の侵食溝の様子

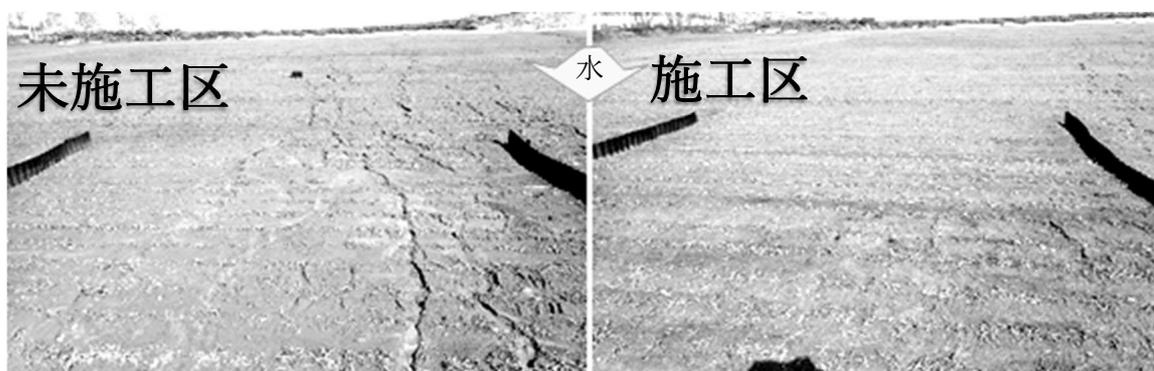


写真3 Bほ場における融雪後の侵食溝の様子

3) 後作緑肥を用いたドットボーダー

北海道では秋まき小麦作付け後、地力向上や裸地回避を目的とし後作緑肥を導入する場合があります。後作緑肥は麦収穫後に播種し、数ヶ月の生育期間を経て、土壌微生物による分解促進や春先の作業省略のため、積雪前（10月頃）に土中に鋤き込む。しかし、積雪地域の傾斜畑では融雪水による土壌流亡も大きな問題となっている。

そこで、麦収穫後に土層改良を実施し、後作緑肥（えん麦）を導入したAほ場において、緑肥鋤き込み時に斜面中腹に幅数m程度で不耕起箇所を残存させることで融雪時の土壌流亡抑制を試みた（ドットボーダー、写真4）。Aほ場では斜面に対して等高線方向に鋤き込み作業を行っていたため、トラクタの1作業幅分を空けて、不耕起箇所を帯状に作成した。これにより融雪時に生じる表面流水の緩衝帯として機能し、斜面を流れる土砂が捕捉された。

Aほ場にて、後作緑肥（えん麦）を用いて不耕起帯を形成し、土層改良と組み合わせドットボーダー区とし土壌流亡量を比較した結果、土壌流亡量が52%削減された（表5）。土層改良とドットボーダーを組み合わせることで更なる土壌流亡抑制効果が発揮された。

Aほ場の斜面中腹のドットボーダー区と未施工区における侵食溝の様子を写真5に示す。未施工区では複数の侵食溝が確認されるのに対し、ドットボーダー区の侵食溝は軽微であった。

H28. 10月 積雪前（えん麦）



H29. 4月 積雪前（えん麦）

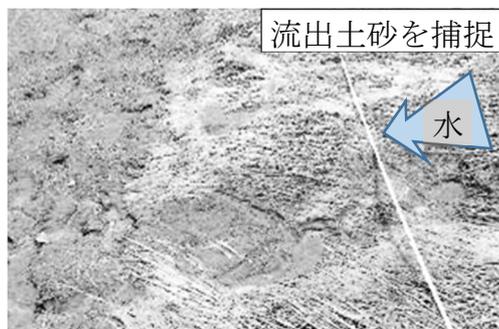


写真4 えん麦によるドットボーダーの様子

表5 ドットボーダーによる土壌流亡量の比較

ほ場	10a 当たりの土壌流亡量 ¹⁾ (m ³ /10a)		削減率(%) (対未施工比)
	未施工区	ドットボーダー区 ²⁾	
A	0.23	0.11	52

1) 融雪後のほ場内踏査による侵食溝測量により算出（断面積×長さ）
2) 土層改良と後作緑肥を帯状に残存させる「ドットボーダー」の組み合わせ

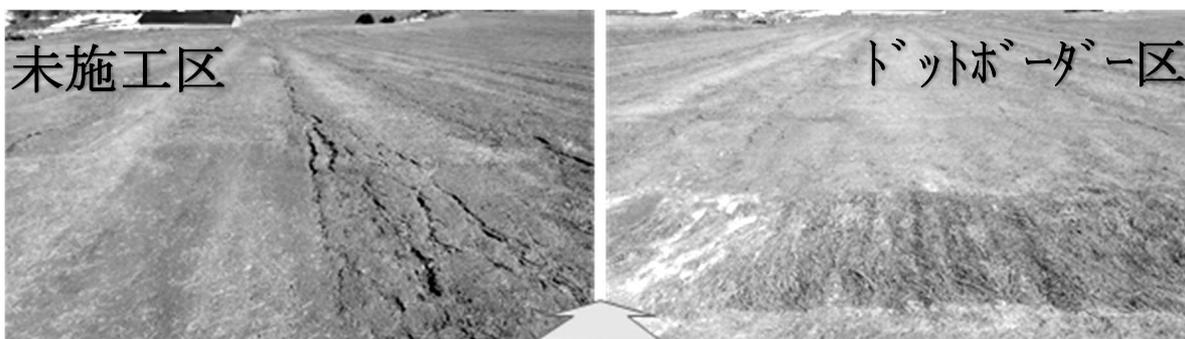


写真5 ドットボーダーにおける侵食溝の様子(斜面中腹)

