

表土をスライスできる簡易な土壌切削装置の開発

Development of the soil slice device

福島県農業総合センター企画経営部 青田 聡 松葉隆幸¹ 大野 光 高橋 誠
 畜産研究所沼尻分場 鈴木庄一
 井関農機株式会社 小田切元 伊藤直樹 小野里泰仁 石丸雅邦 佐久間大輔
 株式会社ササキコーポレーション 富田利章
¹現農村振興課

農地に降下した放射性物質の大部分は、未耕うんほ場では土壌表層近くに存在する。平成23年の試験で草の根と表土を同時に剥ぎ取れば、土壌中の放射性セシウム濃度を大幅に低減できることが分かった。そこで、効率的に除染するため、草の根と表土を同時に安定的にスライスする土壌切削装置を開発した。装置は大きな機械が入れない樹園地でも使えるよう、小型軽量で簡易な構造とした。市販モデル機を用い実証試験を行ったところ、スライス厚さも設定どおりとなり、スライス断面も良好であった。

キーワード：表土、スライス、切削、ルートマット、除染

1 緒言

平成23年8月に「牧草を利用した表土の剥ぎ取り手法」の試験を実施したところ、牧草と一緒に表土3cmまたは5cmを剥ぎ取ると土壌15cm中の放射性セシウムの濃度の減少率が90%以上になることがわかった^{1) 2) 3)}。

この試験時に使用した機械は、トラクタ直装式の振動式芝生スライス機（スガノ農機社製、VTS-90、切断幅0.90m）であった（図1）。しかし、この機械は過去にスガノ農機株式会社から販売されていたが、現在は注文生産となっており入手は難しい。また、振動式のため、PTO動力を必要とし機械の質量も460kgと重く、トラクタも37～51kW（50～70PS）と出力が大きなものではなければ作業を行えず、大きく重いトラクタが入れない果樹園での作業に適さなかった。さらに、歩行型振動式芝生スライス機（共栄社製、SC38、刈幅0.39m）でも試験を行ったが、切断幅が約0.4mと狭く作業能率が劣り、質量や振動も大きく大面積の圃場での作業に適さなかった^{4) 5)}（図2）。



図1 スガノ農機社製 振動式芝生スライス機

そこで、スライス幅を大きくできること、果樹園でも利用できるよう小型トラクタに装着可能であること、安価となるよう軽量で簡易な装置であること、雑草などが草生していても表土を剥ぎ取れることをねらいとした土壌切削装置を開発した。

平成23年12月に農業総合センターで開発した土壌切削装置試作機の試験を実施したところ、十分に表土をスライスできることを確認できたため、井関農機株式会社、株式会社ササキコーポレーションと共同で平成23年12月から市販化の検討を開始した。平成24年9月に株式会社井関農機、株式会社ササキコーポレーションが試作した市販化モデル機でも十分に表土をスライスできること、丁寧に表土を剥ぎ取れば土壌中の放射性セシウム濃度を大幅に低減できることを確認したので、その実証試験結果を報告する。

2 土壌切削装置の開発

(1) 装置の概要

前述したようにスライス幅を大きくすること、軽量で簡易な装置とすることを目標に装置を開発した。スライス幅



図2 共栄社製 歩行型振動式芝生スライス機

を0.96mとし、フレームに切刃、ゲージ輪、ウェイトを取り付けた軽量で振動しない簡単な構造とした。装置は15kW(20PS)クラスのトラクタ3点支持装置に直装できる大きさとした。

当センターで試作したプロトタイプを図3、市販化モデル機を図4、図5に示す。市販化モデル機はプロトタイプとほぼ同じ形状とした。市販化を検討するにあたり、使用できるトラクタの大きさに幅を持たせるため、当初は三点支持装置下部リンクから切刃までの距離(図5中のL)を大きくした。しかし、スライス作業を行える設定範囲が狭く、スライス作業も安定しなかったため、切刃位置をプロトタイプ

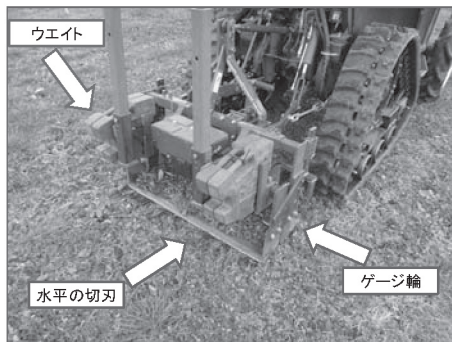


図3 福島県農業総合センターが試作した土壌切削装置プロトタイプ

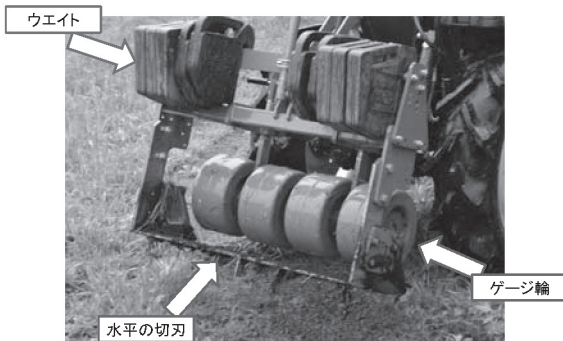


図4 土壌切削装置市販化モデル機

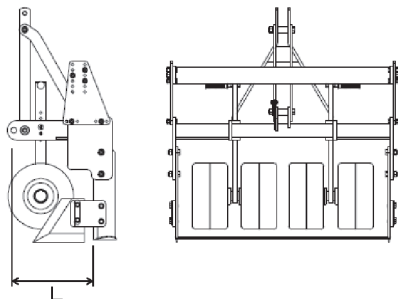


図5 土壌切削装置市販化モデル機

と同様に下部リンクに近づけた。切刃の形状も試行錯誤を重ね、翼状とした。装置の諸元を表1に示す。

表1 土壌切削装置の諸元

全長×全幅×全高(mm)	762×1,050×1,060
質量(kg)	125
適応トラクタ(kW)	15~19
切断幅(mm)	960
作業深さ(mm)	40~110

装置は平成24年11月から共同研究者の井関農機から市販されている(型式SW-960)。装置に係る特許を平成24年8月に共同研究者の井関農機株式会社、株式会社ササキコーポレーションと共同出願した(特願2012-198178)。

(2) 装置の使用方法

トラクタの三点支持装置に本装置を直装し、切刃が水平となるよう上部・下部リンクの長さなどを調整する。作業深さはゲージ輪の高さを調整して決める。ウェイトを載せることで作業は安定する。ウェイトの重さはほ場条件に応じて決定する。また、ウェイトは専用のもの以外でも使用できるようにした。

3 土壌切削装置の実証試験

市販機とほぼ同じ市販モデル機の作業性能を草生栽培の果樹園、牧草地で調査した。

(1) 樹園地

A 方法

- (A) 試験月日 平成24年9月13日
 (B) 供試機械 トラクタ(井関農機社製, TH235, 最大出力17.5kW)、装着ウェイト256kg
 (C) 試験ほ場 県北地方樹園地・草生栽培ほ場とした。ほ場条件は次のとおりであった。見掛けの草丈; 3.1cm±1.0cm、傾斜; 9~10度、土壌水分; 7.8%d. b.、土壌硬度; 貫入式土壌硬度計(底面積2cm²コーン)土壌が硬すぎて貫入できず、ルートマット状況; 厚さ5cm程度(根張・中程度、密度・中程度)

(D) 試験方法

装置のスライス厚さを5cmに設定して、作業能率、スライス状況、剥ぎ取り前後の表層放射線量と表層下15cm土壌の放射性セシウム濃度を測定した。スライス後の表土(ルートマット)剥ぎ取り・押土作業は、トラクタ(井関農機製, TD33, 最大出力33.0PS)の前部に取り付けたフロントローダバケット(爪付, 幅1.23m, 容量0.17m³)で標高が高い場所から低い方向への片押しで行った(図6、図7)。

B 結果および考察

土壌が乾燥し土壌も硬く、傾斜が10度とほ場条件は悪かったが、作業は順調に行えた。作業速度0.6m/sで作業を行った時のスライス厚さは4~5cmとなり、スライス断面は良

好であった。

スライスした後にトラクタ前部に付けたバケットで表土剥ぎ取り・押土作業を行ったところ、表土はスライス断面上にきれいに剥ぎ取れた。

剥ぎ取った後の表層下 15 cm 土壌の放射性セシウム濃度は 771 Bq/kg となり、作業前からの減少率は約 4 割と低くなった。これは土壌がかなり乾燥しており、表土剥ぎ取り・押土作業時にマットが崩れ表層土がこぼれたことによるものと考えられた (表 2)。また、バケットに爪が付いていたこともこぼれた原因と考えられた^{1) 2) 3)}。



図 6 樹園地における土壌切削装置の試験



図 7 表土剥ぎ取り・押土作業

ほ場作業量はスライス作業で 8.8 a/h となった (表 3)。

(2) 牧草地

A 方法

- (A) 試験月日 平成 24 年 9 月 21 日 小雨
 (B) 供試機械 トラクタ (井関農機社製、TH235、最大出力 17.5 kW)、装着ウェイト 256 kg
 (C) 試験ほ場 畜産研究所沼尻分場牧草地とした。ほ場条件は次のとおり。見掛けの草丈; 11.1 cm ± 5.3 cm、傾斜; 0 ~ 4 度、土壌水分; 95.0% d. b.、土壌硬度; 貫入式土壌硬度計 (底面積 2 cm² コーン) 1.7 MPa (0 ~ 15 cm)、ルートマット状況; 厚さ 6 ~ 7 cm 程度 (根張・良好、密度・良好)

(D) 試験方法

方法は (1) 樹園地に同じとした (図 8)。

B 結果および考察

試験 2 日前からの降雨のため土壌水分が 95% d. b. と高く、ほ場の傾斜は 0 ~ 4 度で一部に数 m 四方の凹部があり、ほ場条件が若干悪かったが、スライス作業は概ね順調に行えた。作業速度 0.8 m/s でスライスを行った時のスライス厚さは 5 ~ 7 cm となり、スライス断面は良好であった。凹部では作業機が地面に水平になれず切刃が浮いてしまい、スライス作業が滞った。

人力で剥ぎ取った後の表層下 15 cm 土壌の放射性セシウム濃度は 86 Bq/kg となり、作業前からの減少率は 9 割と高かった (表 2)。

スライス作業のほ場作業量は 10.5 a/h となった。上述した凹部でのもたつき等の調整作業が 26% あった (表 3)。

スライス開始場所では、切刃に草が絡まないよう切刃を地面に接地させたまま、数十 cm 後進してから作業を開始すると切刃がスムーズに土の中に貫入することがわかった。これは、プラウ作業時でも同様に行われている手法である。

スライス後の表土剥ぎ取り・押土作業は、表土のボリュームが大きくなり、大型の機械が必要になったことから、今回スライス作業に使用した小型トラクタでは行えなかった。

表 2 土壌切削装置の作業性能

ほ場	月日	試験場所	土壌水分 %d.b.	作業 速度 m/s	スライス厚さ cm	地表面放射線量 ^{a)} μSv/h		土壌 15cm の放射性 Cs 濃度 ^{b)} Bq/kg		同左放射性 Cs 濃度の低減率 ^{c)}
						剥取前	剥取後	剥取前	剥取後	
樹園地	2012/9/13	A市	7.8 ^{d)}	0.62	4.6 ± 0.5	0.44	0.34 ^{e)}	1244	771 ^{e)}	0.38 ^{f)}
牧草地	2012/9/21	B町	95.0	0.76	5.9 ± 0.6	0.26	0.15 ^{g)}	849	86 ^{g)}	0.90

a) 地面から 1 cm の高さ 日立 ALOKA 社製 NaI サーベイメータ型 TCS-172 で測定

b) 応用光研工業社製 NaI シンチレーションスペクトロメータ型 FNF-4011 により計測 φ 50 mm × 15 cm の試料を 5 箇所採取し混合したものを測定

c) (剥ぎ取り前の値 - 剥ぎ取り後の値) ÷ 剥ぎ取り前の値 d) 干ばつによる過乾燥状態

e) 剥取はトラクタ前部に付けたバケットで行った f) 土の過乾燥によりルートマットが崩れたため低減率が低くなった g) 人力で剥ぎ取った

表3 表土スライス作業能率^{a)}

ほ場	樹園地	牧草地
月日	2012/9/13	2012/9/21
作業人員(人)	1	1
作業法	往復	往復
面積 (a)	0.5	8.4
ほ場長辺(m)	13.0	43.0
ほ場短辺(m)	3.6	19.5
ほ場作業量(a/h)	8.8	10.5
作業速度(m/s)	0.62	0.76
作業時間(分:秒)	3:11	47:47
割合 (%)	切削	55.5
	旋回	30.9
調整作業 (%)	ほ場内移動	13.6
	調整作業	—
		25.7 ^{b)}

a): スライス作業のみで剥取・集土作業は含まない

b): 切刃に詰まった草の除去作業、凹部でのもたつきである



図8 牧草地における土壌切削装置の試験

4 摘要

農地に降下した放射性物質の大部分は、未耕うんほ場では土壌表層近くに存在する。平成23年の試験で草の根と表土を同時に剥ぎ取れば、土壌中の放射性セシウム濃度を大幅に下げられることが分かった。そこで、効率的に除染するため、草の根と表土を同時にスライスする土壌切削装置を開発した。装置は大きな機械が入れない樹園地などで使えるよう、小型軽量で簡易な構造とした。

樹園地、牧草地で市販モデル機を用い実証試験を行ったところ、作業速度0.6～0.8m/sで作業は順調に行えた。スライス厚さも設定どおりの概ね5cmとなり、スライス断面も良好であったことから、スライス作業の後に行う剥ぎ取り・集土作業も行いやすくなると考えられた。

装置に係る特許を共同研究者である井関農機株式会社、株式会社ササキコーポレーションと平成24年9月に共同出願した。装置は平成24年11月より井関農機株式会社から販売されている。

謝辞

実証試験では共同研究者の他に株式会社ササキ東北の佐藤正一氏、相楽善一郎氏、石井広志氏、渡邊勇人氏、平野孝幸氏から多大なご協力をいただきました。記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 松葉隆幸・大野 光. 2012. 牧草等と表層土壌を同時に剥ぎ取れば、表層土壌の放射性物質を効率よく除去できる. 福島県農業総合センター放射線関連支援技術情報平成23年度成果. http://www4.pref.fukushima.jp/nougyou-centre/kenkyuseika/h23_radiologic_seika/h23_radiologic_02.pdf
- 2) 松葉隆幸・大野 光. 牧草等を利用して土壌を剥ぎ取れば、土壌中の放射性物質を効率的に除去できる. 平成23年度東北農業研究成果情報. <http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H23/kyoutuu/H23kyoutuu004.pdf>

- 3) 松葉隆幸・大野 光. 2012. 土壌表面に残留する放射性物質の除去低減技術. 農業及び土壌の放射能汚染対策技術国際研究シンポジウム要旨集 177.
- 4) 松葉隆幸・大野 光. 草生栽培の草と表層土壌を同時に剥ぎ取れば、土壌中の放射性物質を効率よく除去できる. 福島県農業総合センター放射線関連支援技術情報平成23年度成果. http://www4.pref.fukushima.jp/nougyou-centre/kenkyuseika/h23_radiologic_seika/h23_radiologic_03.pdf
- 5) 松葉隆幸・大野 光. 2012. 草生栽培の草と同時に土壌を剥ぎ取れば、放射性物質を効率的に除去できる. 平成23年度東北農業研究成果情報. <http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H23/kyoutuu/H23kyoutuu005.html>