

農地表面土壌の除去による除染技術の開発

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター作業技術研究領域

長坂善禎、小林 恭

1. はじめに

2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所の事故により、東日本の広い範囲にわたって放射性物質が降下し、農地が汚染された。1986年のチェルノブイリ原子力発電所の事故では、降下した放射性物質は土壌の表層に集中しているとの報告がある¹⁾。今回の事故においても同様の状況であれば、表層の土壌を除去することで汚染された農地を利用可能な状態に回復させることが期待できる。チェルノブイリ原子力発電所の事故後の汚染の低減には反転耕などの方法が提案されている²⁾。筆者らは主に農業機械を利用して表土を除去し、土壌中の放射性物質の濃度を低減する技術を開発することを目的とし、飯舘村の農家ほ場で実証試験を行った。本稿ではその概要について報告する。

2. 水田における表土除去

水田における表土除去実証試験は、飯舘村内の8aのほ場で実施した。ほ場は2010年秋の水稲収穫以降、耕起等の作業は行っておらず、前作の稲株が残っている状態であった。作業前に土壌の放射性ヨウ素及びセシウムの層別の分布を調査したところ、放射性ヨウ素は検出されず、放射性セシウムのほとんどが地表付近にあり(表1)、表面から3cmの範囲の土を除去すれば、土壌中の放射性セシウムの濃度が2011年4月8日に原子力災害対策本部が示した水田での土壌中放射性セシウム濃度の上限値(5,000Bq/kg)を下回ると予測された。ほ場には凹凸があるため、余裕を見て4cmから5cm削ることを目標に作業を実施することとした。

作業は2011年6月13日から15日にかけて実施した。作業の流れを図1に示す。表土の砕土、表土の削り取り、ほ場内での集積、ほ場外への排出、袋詰め順に作業を行った。まず、55.2kW(75馬力)出力のトラクタにパワーハローを装着し(図2)、土壌の表層を膨軟にした。パワーハローは軸の回転方向が地面に対して垂直で、土の上下方向のかくはんが少ないと想定される。耕深は5cm程度とし、3点ヒッチのトップリンク位置と砕土輪の高さを調整することで深さを制御した。砕土後、トラクタにリアブレードを装着し(図3)、膨軟にした土壌を削り取った。当初はトラクタをほ場の長辺方向に走行させ、リアブレードを進行方向に対して斜め

表1 水田における深さ別の放射性セシウムの濃度

土壌深さ (cm)	Cs-134 (Bq/kg 乾土)		Cs-137 (Bq/kg 乾土)	
	測定値	検出限界	測定値	検出限界
0-1	53,100	62.5	56,400	43.1
1-2	2,980	25.1	3,120	19.6
2-4	1,490	8	1,570	5.7
4-6	382	11.1	433	8.5
6-10	130	4.1	136	3.5

I-131は検出せず

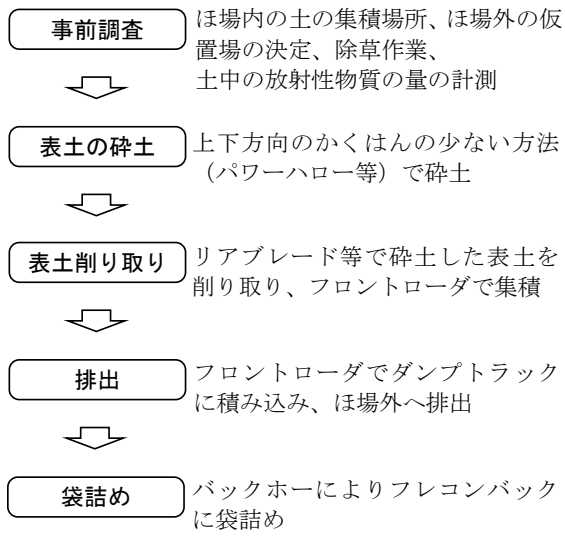


図1 表土除去作業の流れ

に傾け、土をトラクタの横方向に集積することを想定していたが、土の水分が高くほとんど横方向への移動がなかった。このためトラクタをほ場の短辺方向に走行させ、一回の走行行程を複数の区画に分割し、区画ごとにリアブレードで一度に運ぶことが可能な量の土を削り取り集積した（図4）。ほ場の隅や、リアブレードの横にこぼれた土はフロントローダ付きのトラクタを使用して集積した。削り取り後は土壌表面の放射線量をこまめに計測し、汚染された土が取り除かれていることを確認した。その後、ほ場内に集積した表土をフロントローダでダンプトラックに積載し、ほ場近くのコンクリート打ちの平坦な場所に運搬して集積し、後日バックホーによりフレコンバックに詰めた。砕土から袋詰めまでの各作業の能率を表2に示す。フレコンバックへの土詰め作業にもっとも時間を要した。

最終的に除去した土はフレコンバックに37袋あり、計算では表土を4cm程度除去したこととなる。作業前後の土壌の放射性物質の濃度は水稲作付制限の上限値を下回った（表3）。



図2 パワーハローによる砕土



図3 リアブレードによる削り取り

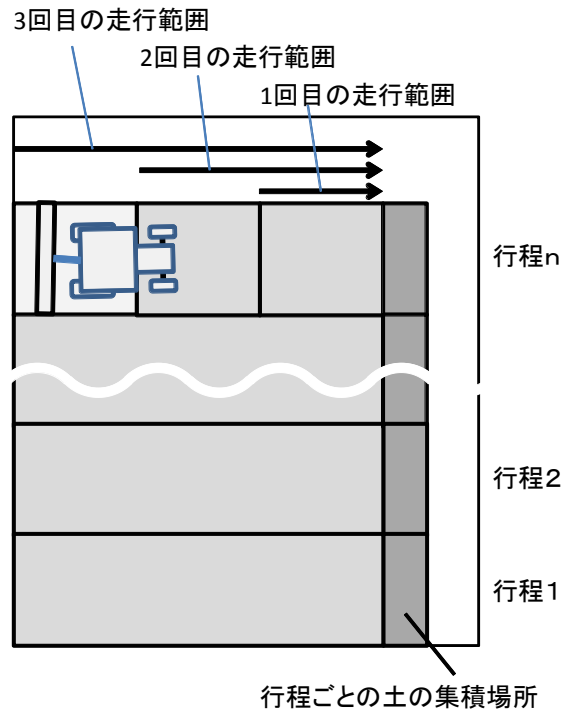


図4 削り取り作業の方法

表 2 各作業の能率

作業の種類	作業能率	作業者数	必要機械
砕土	15~20分/10a	1	トラクタ、バーチカルハロー
削り取り	40~50分/10a	1	トラクタ、リアブレード
表土集積	20~25分/10a	1	トラクタ、フロントローダ
排出	50~60分/10a	2	トラクタ、フロントローダ、トラック
フレコンバック詰め	15~20分/袋	2	バックホー、フレコンバック、スタンド

表 3 作業前後の放射性セシウムの濃度 (水田、深さ 15cm)

除去前 (Bq/kg 乾土)	除去後 (Bq/kg 乾土)	除去率 (%)
10,370	2,599	75

3. 水稲の栽培

表土を除去した水田では、水稲作付制限の上限値を下回ったため、耕うん、代かきを実施し、水稲ひとめぼれ及びあきたこまちの移植を 6 月 20 日に行った。10 月 11 日に収穫を行ったところ、例年より 1 ヶ月程度移植時期が遅れたが、あきたこまちの収量が 10a あたり 530kg、ひとめぼれの収量が 410kg であった。収穫後の玄米に含まれる放射性セシウムの濃度を分析したところ 20Bq/kg 程度であり、食品衛生法上の暫定規制値を大幅に下回っていた。

4. 畑における表土除去

畑における表土除去実証試験は、飯館村内の 20a のほ場で実施した。前作がタバコで 2010 年秋に耕起しており、作業を行った 8 月下旬には一面草丈 2m を越えるシロザに覆われていた。土壌の放射性ヨウ素及びセシウムの層別の分布を調査したところ、放射性ヨウ素は検出されず、放射性セシウムのほとんどが水田同様地表付近にあり (表 4)、表面から 4cm の範囲の土を除去すれば、土壌中の放射性セシウムの濃度が上限値を下回ると予測された。畑では事前にディスクモアにより約 10a 分の除草作業を行った。シロザ除去後、水田での作業と同様にパワーハローを使用して表土を砕土し、リアブレードで 5a 分の土を削り取り、フロントロ

表 4 畑における深さ別の放射性セシウムの濃度

土壌深さ (cm)	Cs-134 (Bq/kg 乾土)		Cs-137 (Bq/kg 乾土)	
	測定値	検出限界	測定値	検出限界
0-1	21,900	10	30,500	10
1-2	11,800	10	16,300	10
2-4	3,870	10	5,220	10
4-6	440	10	692	10
6-10	95	10	131	10

I-131 は検出せず

表 5 作業前後の放射性セシウムの濃度 (畑、深さ 15cm)

除去前 (Bq/kg 乾土)	除去後 (Bq/kg 乾土)	除去率 (%)
15,180	2,801	82

ーダでダンプトラックに積載してほ場外へ排出した。土はダンプトラックを2台使用してほ場から5km離れた場所に運搬し、後日バックホーを使用してフレコンバックに詰めた。最終的に除去した土はフレコンバックに20袋となり、計算では表土を4cm程度除去したこととなる。作業前後の放射性物質の濃度は水田同様に水稻作付制限の上限値を下回った(表5)。

5. おわりに

筆者らは農業機械を利用して表土を除去する作業体系を構築した。水田、畑において表土を約4cm削り取ることにより、土壌の放射性セシウムの濃度が作付け制限値未満に低下することを確認した。また、水田では表土除去後のほ場に水稻を作付けし、収穫後に玄米の放射性セシウムの濃度を調査したところ、濃度は暫定規制値より低い値となった。

これらの実証試験の実施にあたり、井関農機株式会社、株式会社キセキ東北の関係者のみなさんほか、農家の高野靖夫さん、飯舘村、福島県の関係者の多大な協力を得た。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2006) Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience, 33-34
http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1239_web.pdf
- 2) J. Roed, K.G. Andersson, A.N. Barkovsky, C.L. Fogh, A.S. Mishine, S.K. Olsen, A.V. Ponamarjov, H. Prip, V.P. Ramzaev, B.F. Vorobiev (1998) Mechanical decontamination tests in areas affected by the Chernobyl accident, *Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark*, 45-51
<http://130.226.56.153/rispubl/nuk/nukpdf/ris-r-1029.pdf>