

放射性物質に汚染された農地における土壌固化剤を用いた表土剥ぎ取り技術の開発 Development of Surface Soil Peeling Technology Using a Soil Solidification Agent on farmland Contaminated by Radioactive Substances

○若杉晃介*, 原口暢朗*, 瑞慶村 知佳*, 北川 巖*

○WAKASUGI Kousuke*, HARAGUCHI Noburo*, ZUKEMURA Chika*, KITAGAWA Iwao*

1.はじめに

東京電力福島第1原発の事故に伴い、広範囲にわたる地域が放射性物質により汚染され、土壌中の放射性物質濃度の高い農地では栽培が制限されている。これらの農地において放射性物質は、表層2～3cmに集積していることから、この土壌層の選択的な除去は、確実な除染効果が期待できる。一方、一般的な建設機械による従前の操作では、剥ぎ取り厚さの制御が困難であり、処理土量の増加や施工費の増大、取り残しの発生など、多くの問題が懸念されている。そこで、剥ぎ取り厚さを放射性物質の集積している表層2～3cm程度に制御し、かつ安全・確実に剥ぎ取る工法を開発する。

2.剥ぎ取り工法の開発

(1) 表層固化による剥ぎ取り

固化剤を散布することで表層から2～3cm程度の汚染土壌を固化し、確実性、施工性、安全性を向上させながら除染する工法を開発した。固化剤を添加したスラリーを散布し、表層のみに浸透させることで汚染土壌を固化させる(写真1)。本工法のメリットは、①表層が固化しているため、降雨による流出や風による飛散が起こらないことから拡散防止になる。②固化した汚染土壌は、固化していない土壌と異なる組成をしているため容易に剥ぎ取りができ、取りこぼしが発生しにくい。③固化剤によって汚染土壌が白色化しているため、目視で汚染土壌が分かり、施工管理がしやすい。④汚染土壌の粉塵巻き上げも起こりにくいことから、施工時の安全性が向上する。



写真1 固化剤の散布

(2) 剥ぎ取り工法

表層土壌を剥ぎ取るにはブルドーザーやローダーなどの建設機械が用いられる。また、剥ぎ取った土壌はローダーや油圧ショベルなどを用いて集積・搬出するのが一般的であるが、水田の多くは地面が軟弱で稲株や轍などの小さな凸凹が存在するため、表層2～3cmのみを剥ぎ取るのは困難である。そこで、新たに開発した工法(ワイパー工法)では油圧ショベルのバケットを掘削面に押し当て、旋回機能を使って左右にスイングし、横方向に剥ぎ取っていく方法で行う(写真2)。走行しながら剥ぎ取るブルドーザーやローダーでは、地面の凹凸により剥ぎ取り厚さの管理が難しいが、油圧シ



写真2 ワイパー工法による剥ぎ取り状況

* (独) 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering.

キーワード: 東日本大震災、放射性物質汚染、農地の除染、物理的除去、土壌固化剤

ヨベルの本体は動かずにアーム部分のみ動くため剥ぎ取り厚さが安定しやすい。また、油圧ショベルは複数間接のアームを持つことから、地面に凹凸があってもそれに合わせて高さの調節が容易にできる。特に、オペレーターは目視で剥ぎ取り厚さを確認しながら操作できるため、施工管理がしやすい。

3. 予備試験

農村工学研究所内において、本工法の効果を検証する予備試験を行った。固化剤の吹き付けは平成 23 年 7 月 21 日～22 日、表土の剥ぎ取りは 7 月 28 日～29 日に行い、剥ぎ取りと収集方法を変えた試験区を設けた（表 1）。

表 1 試験区及び剥ぎ取り試験結果

試験区	剥ぎ取り方法	集積・搬出方法	剥ぎ取り前の 空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剥ぎ取り後の 空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剥ぎ取り 土量 ($\text{m}^3/10\text{a}$)	剥ぎ取り 厚さ(cm)	重量比
①	ローダー＋排土板	油圧ショベル	0.36	0.11	52.9	5.3	1
②	ワイパー工法＋排土板	油圧ショベル	0.35	0.09	42.7	4.2	0.8
③	ワイパー工法	バキュームカー	0.27	0.10	27.1	2.8	0.5

備考：固化剤はマグネシア系固化剤「マグホワイト」を使用
固液比は300%（マグホワイト重量100に対し、水300を配合）
スラリー散布量は $2\text{kg}/\text{m}^2$

空間線量率は全ての試験区で約 $0.1\mu\text{Sv/h}$ まで低下しており、除染効果は同等であると思われる。試験区①では、剥ぎ取り土量は $52.9\text{m}^3/10\text{a}$ で、土量と含水比から算出した剥ぎ取り厚さは 5.3cm であった。試験区②では、ワイパー工法によって効果的に剥ぎ取りを行ったが、集積・搬出時に計画よりも多くの土壌を搬出していた。その結果、剥ぎ取り厚さは 4.2cm となり、土量は試験区①から 21% 減量化して、 $42.7\text{m}^3/10\text{a}$ であった。試験区③では、ワイパー工法による剥ぎ取りとバキュームによる収集を行うことで、効率的に剥ぎ取りし、かつ収集・搬出時のロスがないため、剥ぎ取り厚さは 2.8cm となり、処理土量は 47% 減量化し、 $27.1\text{m}^3/10\text{a}$ であった。

4. 現地実証試験

福島県飯舘村の伊丹沢地区の水田（10a）において、本工法の除染効果を検証した。実証試験は 8 月 19～20 日に吹き付け、8 月 29～31 日に剥ぎ取りを行った。吹き付けは固化剤と水の比率を 1:3 とし、固化剤の散布量を $2\text{kg}/\text{m}^2$ とした。なお、吹き付けには 10a あたり約 3 時間を要した。剥ぎ取りは予備試験において、高い成果をあげたワイパー工法とバキュームの組み合わせで行った。なお、油圧ショベルのバケットにバキュームのホースを取り付けるなどの改良をしたワイパー・バキューム工法と通常のワイパー工法を併用し、剥ぎ取りと収集・搬出には 10a あたり約 7 時間を要した。また、剥ぎ取った土壌は耐候性のフレコンパックに入れて、所定の仮置き場にて保管した。

除染の結果、剥ぎ取り土量は $32\text{m}^3/10\text{a}$ 、剥ぎ取り厚さは約 3.0cm であった。また、地表面の空間線量率は除染前の $7.76\mu\text{Sv/h}$ から $3.57\mu\text{Sv/h}$ に減少した（図 1）。空間線量率は土壌中の放射性物質を除去しても周囲からの影響を受けるため、除染の目標とされる値までは低下しなかったが、表層から 15cm の土壌中の放射性物質濃度は $9,616\text{Bq/kg}$ （乾土中）から $1,721\text{Bq/kg}$ （乾土中）に低下し、低減率は 82% で、作付の暫定基準値である $5,000\text{Bq/kg}$ を大きく下回る結果となり、高い除染効果が確認された。

（参考文献）農林水産省（2011）：農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について、
<http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/110914.htm>

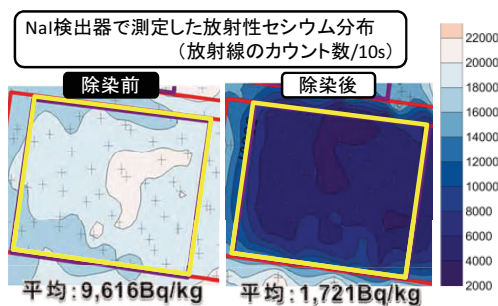


図 1 除染前後の空間線量