

未更新牧草地における放射性セシウム移行抑制効果の高い更新方法

菅野 登・遠藤 幸洋¹・中村 フチ子・吉田 安宏¹・片倉 真沙美・武藤 健司²

The Decontamination Method of Highly Effective Reduction in Radioactive Cesium
Transfer to Herbage in Permanent Grassland

Noboru KANNO, Yukihiro ENDO¹, Fuchiko NAKAMURA, Yasuhiro YOSHIDA¹,
Masami KATAKURA and Kenji MUTO²

Abstract

In the case of pasture renovation after the accident of nuclear power plant in Fukushima in 2011, transfer of radioactive cesium from soil to herbage decreased by conducting the following preparations before the conventional renovation method (plow tillage):

1. surface disruption with rotary tillage
2. increasing the exchangeable potassium content with compost application compared with conventional renovation method alone.

Key Words : radioactive cesium migration reduction, pasture renovation, surface disruption,
exchangeable potassium content

キーワード：放射性セシウム移行低減、草地更新、表層破碎、交換性カリ含量

1 緒言

福島県では、東京電力福島第一原子力発電所の事故によって牧草地が広範囲に放射性セシウム（以下放射性Cs）に汚染され、多くの地域で牧草から暫定許容値を超える放射性Csが検出された。

筆者らは、これまで土壌から牧草への放射性Csの移行抑制技術としてプラウ耕を伴った草地更新は有効であることを明らかにし^{1), 2)}、これを基に県内牧草地の除染作業が行われてきた。しかし、上述のプラウ耕を伴った草地更新を行ったにもかかわらず、県の牧草・飼料作物のモニタリング検査では暫定許容値を超過した牧草が2.5%存在した。これは、表層にあった放射性Cs濃度の高いリター・ルートマット等の有機物が塊のまま埋設されたため、土壌中に放射性Cs濃度の高い部分が局所的に生じ、牧草に移行したことが原因と考えられた³⁾。

その対策の一つとして、土壌（0-15cm）の交換性カリ含量を30-40mg/100g 乾土に維持することで、牧草への放射性Csの吸収が抑制されることが明らかになっており⁴⁾、カリと放射性Csの拮抗作用を活用することも有効であると考えられる。

そこで本研究では、未更新草地の新たな更新方法として、表層にあった放射性Cs濃度の高いリター・ルートマットを破碎するためのプラウ耕前のロータリー耕およびカリ供給のための堆肥施用の効果を確認したので報告する。

2 試験方法

(1) 試験実施場所

福島県農業総合センター畜産研究所ほ場（福島市荒井、黒ボク土）において実施した。

(2) 試験区の設定

試験区は、プラウ耕前表層破砕区(プラウ耕前にロータリー耕を2回実施)、プラウ耕前堆肥施用区、慣行草地更新区(プラウ耕による更新)、未更新区の4つの区で3反復とした(表1)。草地更新を行った3つの区については、処理前に非選択性除草剤(グリホサート)を用い前植生を枯殺した。プラウ耕前表層破砕区はロータリーで表層を耕深10cm程度、秒速0.25m程度の作業速度で表層を破砕した。プラウ耕前堆肥施用区の堆肥施用量は、4,000kg/10a(放射性Cs非汚染)とした。プラウ耕は除染用に開発されたジョインタ付きプラウ(スガノ農機(株) VRY163C)を用い、耕深30cmに設定して行った。草地更新は平成25年9月にいき、平成26年の一番草から三番草まで調査した。

(3) 耕種概要

播種前に土壌改良資材として苦土石灰を80kg/10a、ようりんを60kg/10a施用した。播種時には化成肥料を成分量でN-P₂O₅-K₂O:10-10-10kg/10a施用した。播種量は、オーチャードグラスを3kg/10aとした。早春、一番草収穫後及び二番草収穫後に成分量でN-P₂O₅-K₂O:5-5-5kg/10aを追肥した。

なお、この施肥体系は牧草の放射性Csの吸収抑制対策を加味したのではなく、更新方法の効果を明確にするために、震災前の標準施肥により肥培管理を実施した。

(4) サンプリング及び調製、分析方法

牧草は各区3地点から採取し、洗浄せず乾燥後、細断した。土壌は採取した牧草の直下からプラスチック製の内筒付き土壌採取器(藤原製作所ハンドサンプラーHS-30S)を用いて深度30cmまで採取し、深度5cm毎に切り分け、乾燥後分析に供した。

放射性Cs(Cs-137)(以下¹³⁷Cs)の測定は、試料をU8容器に充填しゲルマニウム半導体検出器(ATOMTEX社 AT1320A)を用いて2000秒以上測

定した。なお、本論文では、Cs-137のみを測定した。交換性カリ含量の分析は、調製土壌を1M酢酸アンモニウム溶液(pH7)でバッチ法により抽出し、原子吸光分光光度計(島津製作所製AA-6200)により測定した。

3 試験結果

(1) 牧草の放射性Cs濃度

4つの試験区で得られた牧草の放射性Cs濃度を図1に示す。牧草の¹³⁷Cs濃度は、未更新区に比べて、プラウ耕前堆肥施用区は、全ての番草において82~91%有意に低減したが、プラウ耕前表層破砕区は、二番草においてのみ有意に84%低減した。

また、プラウ耕前表層破砕区とプラウ耕前堆肥施用区は、慣行草地更新区よりも全ての番草において低い傾向がみられた。

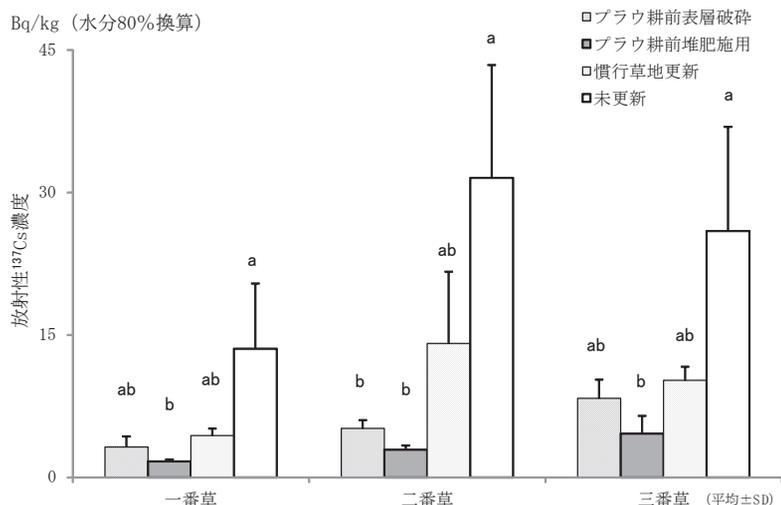
一番草に比べて三番草の¹³⁷Cs濃度は、プラウ耕前表層破砕区とプラウ耕前堆肥施用区で2.6~2.7倍高くなったが、慣行草地更新区と未更新区でも1.9~2.3倍高くなる傾向がみられた。

(2) 土壌の放射性Cs濃度

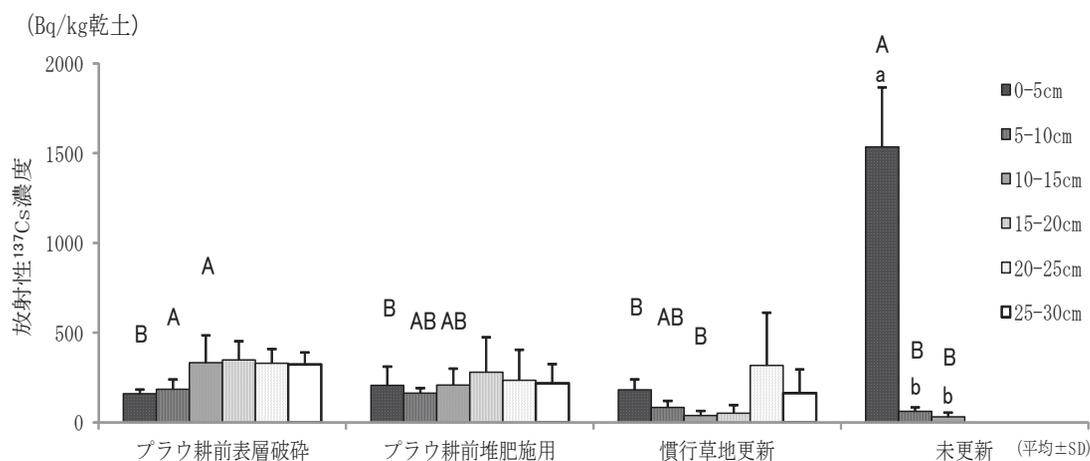
土壌の深度別の¹³⁷Cs濃度を図2に示す。未更新区では0-5cm層が1,534Bq/kg乾土と高かった(図2)。また、慣行草地更新区では、表層から20cmまで102Bq/kg乾土以下と低く、20cmから30cmまでが高い傾向がみられた。特に、慣行草地更新区では、20-25cmにおいて¹³⁷Cs濃度が317Bq/kg乾土と局所的に高い部分が認められたが、プラウ耕前表層破砕区とプラウ耕前堆肥施用区で土壌深度間のばらつきが小さい傾向がみられた。また、プラウ耕前表層破砕区では、プラウ耕前堆肥施用区よりも牧草の根量の多い0-5cm層で低い傾向がみられた。

表1 試験区の構成

区	処理方法	面積 (a)
プラウ耕前表層破砕	ロータリー耕(2回) + 鎮圧 + プラウ耕(30cm) + ロータリー耕(10cm)	1
プラウ耕前堆肥施用	堆肥散布 + プラウ耕(30cm) + ロータリー耕(10cm)	1
慣行草地更新	プラウ耕(30cm) + ロータリー耕(10cm)	1
未更新	未更新(施肥有り)	1

図1 牧草の¹³⁷Cs濃度

異符号間に有意差有り (P<0.05) Tukey多重比較検定
(各番草毎に区間比較)

図2 土壌の深度別¹³⁷Cs濃度 (一番草収穫時)

異符号間に有意差有り (P<0.05) Tukey多重比較検定 (小文字: 各区毎に階層間比較、大文字: 各階層毎に区間比較)

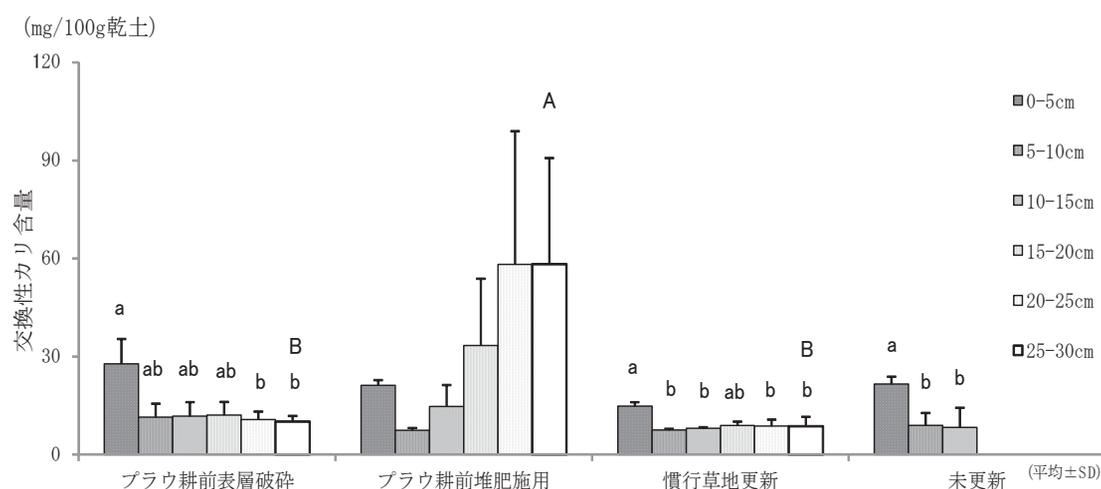


図3 土壌の深度別放射性交換性カリ含量 (一番草収穫時)

異符号間に有意差有り (P<0.05) Tukey多重比較検定 (小文字: 各区毎に階層間比較、大文字: 各階層毎に区間比較)
未更新の15-30cmは測定なし

(3) 土壌の交換性カリ含量

土壌の深度別交換性カリ含量は、全ての区で0-5 cm層で15-28mg/100g乾土とやや高めであった(図3)。15cm以下の層ではプラウ耕前堆肥施用区を除いて、0-5 cm層より低くなったが、プラウ耕前堆肥施用区では50mg/100g乾土と牧草の放射性Csの吸収抑制対策に必要とされる30-40mg/100g乾土よりも高かった。

4 考 察

番草を経る毎に放射性Csを抑制するのに必要な交換性カリ含量は増える傾向にあるが⁵⁾、本試験では、効果を明確にするために、吸収抑制対策を加味しない肥培管理を実施したことにより、すべての試験区において一番草に比べて再生草で¹³⁷Cs濃度が上昇したと考えられる。

ロータリー耕により表層の放射性Cs濃度が高い有機物を破砕することによって、放射性Csが土壌全体に拡散し、放射性Cs濃度が薄まったため、牧草への放射性Csの吸収が抑制されたと考えられる。また、プラウ耕前堆肥施用は、放射性Cs濃度が高い表層にカリを供給し、プラウ耕により反転され下層まで交換性カリ含量が高まることで、放射性Csとカリの拮抗作用により、牧草への移行が抑制されたと考えられる。

以上から、プラウ耕を実施する前にロータリー耕により表層を破砕する方法及びプラウ耕を実施する前に堆肥を施用する方法は、放射性Csの移行抑制効果の高い草地更新方法であるといえる。

5 摘 要

未更新牧草地の草地更新において、牧草への放射性Cs移行抑制効果がプラウ耕より高い更新方法は、ロータリー耕で放射性Cs濃度の高い表層を破壊した後のプラウ耕、又は放射性Cs濃度が高い表層への堆肥施用後のプラウ耕であった。

謝 辞

執筆に当たり御助言をいただきました、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所主任研究員山田大吾氏に深謝いたします。試験区の整備やほ場管理に御協力いただきました、当所主任動物管理員兼農場管理員冨塚秋次氏、渡邊省一氏、門馬利延氏に深謝いたします。

引用文献

- 1) 遠藤幸洋・松澤保・吉田安宏・武藤健司. 2012. 牧草地における放射性セシウムの垂直分布と耕うんによる吸収抑制. 東北畜産学会報. 62 (2) : 22.
- 2) 遠藤幸洋・松澤保・吉田安宏・片倉真沙美・武藤健司・塚田祥文. 2013. 牧草地の耕うんによる放射性セシウムの吸収抑制. 福島県農業総合センター研究報告 放射性物質対策特集号 : 106-109.
- 3) 山田大吾・渋谷岳・梅村京子・秋山典明. 2015. 更新草地における2014年の二番草以降の放射性セシウム濃度に影響する土壌科学要因と耕起状況. 平成26年度飼料作物再除染技術実証調査事業調査研究及び参考資料 : 3-7.
- 4) 福島県農林水産部農業振興課. 2014. 農作物の放射性セシウム対策に係る除染及び技術対策指針 : 120.
- 5) 吉田安宏・片倉真沙美・遠藤幸洋・武藤健司. 2013. 更新草地でのオーチャードグラスの放射性セシウムの動向. 福島県農業総合センター研究報告 放射性物質対策特集号 : 103-105.