

1.6 放射性物質の移行低減化に関する調査研究

Reducing Transferability of Radionuclides from Soil to Crops

海野 佑介, 武田 晃, 山上 睦, 高久 雄一, 久松 俊一
環境影響研究部

Yusuke UNNO, Akira TAKEDA, Mutsumi YAMAGAMI,
Yuichi TAKAKU, Shun'ichi HISAMATSU
Department of Radioecology

Abstract

Countermeasures for reducing radiocesium transfer from soil to crops have been investigated extensively after the 2011 accident at the Tokyo Electric Power Company Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station, and their effectivenesses were found to depend on many factors including types of crop and soil. The aim of this study is to establish the countermeasures suitable for reducing radiocesium transfer from soil to grass and its translocation from rice shoot to brown rice. In FY 2018, we investigated: 1) soil factors controlling the radiocesium transfer to grass from soil in the Shimokita region, Aomori; 2) the effect of various methods to reduce the transfer for the selected soils in the Kamikita region, Aomori; and 3) the effect of a growth regulators on Cs translocation to brown rice.

Soil-to-grass (*Dactylis glomerata* L.) transfer factor (TF) of ^{137}Cs was obtained by the small-scale short-term cultivation experiment using soils spiked with ^{137}Cs tracer in an artificial climate chamber. Correlation analysis between the TFs and various soil factors, showed that the K concentration extractable by boiling in 1 M nitric acid was the best independent variable to explain the variation of TFs, suggesting that the K supplying ability in grassland soils in the Shimokita region controls their TFs.

The reducing abilities of various soil fertilizers and additives were tested by the cultivation method mentioned above for two soils in Kamikita region selected from the experimental results in FY 2017: both soils had low abilities for supplying K and retaining ^{137}Cs . The effectiveness of the target substances was evaluated from the viewpoint of not only reduction of ^{137}Cs concentration but also increase of K concentration in the grass, because too high K concentration has a harmful effect on bovines. For the first soil, zeolite materials showed the highest effect, which may arise from their abilities of retaining ^{137}Cs and supplying K. For the second soil, K and P fertilization were effective, especially from the viewpoint of K concentration in the grass. In addition, for soil with high organic matter content, it was found that an organic matter decomposition accelerator possibly reduced the transfer.

Two varieties of rice (*Oryza sativa subsp. japonica* Nipponbare and Masshigura) were grown in a greenhouse with a culture solution containing $0.01\ \mu\text{M}$ Cs. The effect of spraying the plant with growth regulators on the brown rice Cs concentration were investigated. When gibberellins (GA) was sprayed to ripening stage ears after flowering of the rice plants, the Cs concentration in brown rice tended to decrease by ~10% for both varieties. In addition, when kinetin was sprayed to the leaves of the late vegetative growth stage, the Cs concentration in brown rice tended to decrease.

1. 目的

福島第一原発事故後に行われている研究により、作物への放射性セシウムの移行要因の解明や、可食部への移行が少ない作物種及び品種の選定が進みつつある。これまでに作物への放射性セシウムの移行を低減化するための対策が行われているが、土壌や作物の違いによって効果が異なることが明らかになってきた。その中でも、大型再処理施設周辺で重要な作物である牧草については低減化対策の効果が小さい場合もあるとされ、その原因には不明な点も残っている。また、イネへのカリウム施肥による対策は確立されているものの、茎葉から子実へのセシウムの再転流を抑制する技術により、多様な状況に対応できる可能性がある。以上の新たな知見を踏まえ、地域に適した放射性物質の移行低減化の手法を確立する必要がある。

本調査は、土壌から作物への放射性セシウムの移行を低減化するため、青森県の農耕地土壌における放射性物質の移行要因を明らかにし、低減化手法の効果を検証することを目的とする。平成 30 年度は、以下の項目について調査を実施した。

- 1) 土壌－牧草間放射性セシウムの移行抑制調査：移行要因実態調査
- 2) 土壌－牧草間放射性セシウムの移行抑制調査：移行低減化手法の地域への応用
- 3) イネ玄米中のセシウム濃度に及ぼす成長調節物質の影響試験

2. 方法

2.1 土壌－牧草間放射性セシウムの移行抑制調査：移行要因実態調査

下北地域の牧草地から収集した土壌試料について、一般理化学性、存在形態別カリウム濃度及び放射性セシウム捕捉ポテンシャル等の土壌特性の分析を行った。さらに、土壌試料にキャリアフリーの ^{137}Cs を添加し 1 週間 20 °C で培養した後、オーチャードガラスの幼植物を 3 週間人工気象室で栽培した。植物体地上部中放射性セシウム濃度を測定し、土壌－牧草間放射性セシウム移行係数を求めた。移行係数と土壌特性値との相関解析を行い、移行係数に影響す

る要因の解析を行った。また、時間経過による放射性セシウムの移行性の変化を調べるために、前年度に放射性セシウムを添加した上北地域の土壌について乾燥－湿潤処理を繰り返した後、同様に栽培実験を行い移行係数を求めた。

2.2 土壌－牧草間放射性セシウムの移行抑制調査：移行低減化手法の地域への応用

平成 29 年度に移行要因実態調査を行った上北地域の牧草地土壌のうち、放射性セシウムの移行性が高いことが明らかになった 2 地点の土壌を対象として、平成 29 年度に確立した移行低減化手法の有効性を検証した。上北地域の牧草地から選抜された土壌は、2 地点共にカリウム供給力の持続性が低く、放射性セシウムの固定力も弱い土壌であった。そこで、両土壌を対象として、土壌のカリウム供給力を高めるカリウム肥料の施肥によって植物への放射性セシウムの吸収を抑制する手法（吸収抑制手法）及び土壌の放射性セシウム固定力を高めるとともにカリウム供給力もあるゼオライト資材を施用することで土壌中における放射性セシウムの固定化を促進する手法（固定化促進手法）を加えた場合の有効性を検証した。また、土壌有機物含有率の高い 1 地点の土壌を対象として、有機物分解促進資材による溶解性低減手法の有効性を検討した。

2.3 イネ玄米中のセシウム濃度に及ぼす成長調節物質の影響試験

セシウム濃度を 0.01 μM に調整した培養液を用いて 2 品種のイネを温室雨よけ水耕栽培し、成長調節物質散布の影響を調査した。イネ品種日本晴には、開花後から登熟期に成長調節物質（インドール-3-酢酸（IAA）、1-ナフタレン酢酸（NAA）、ジベレリン（GA）、ベンジルアデニン（BA）、カイネチン）を週 2 回、穂のみに 10 ml 散布した。同様に、イネ品種まっしぐらには、栄養成長後期の茎葉のみに成長調節物質（IAA、NAA、GA、BA、KI、アブシジン酸（ABA）、ジャスモン酸、フシコクシン）を散布した処理と開花後から登熟期に穂のみに成長調節物質を散布した処理を行い、玄米中のセシウム濃度に及ぼす影響を調査した。

3. 成果の概要

3.1 土壌－牧草間放射性セシウムの移行抑制調査： 移行要因実態調査

下北地域の牧草地土壌は、上北地域よりも、土壌のセシウム固定力やカリウム供給力が比較的高い傾向が見られた。移行係数は $3.6\text{E-}3 \sim 5.9\text{E-}1$ の範囲にあり、土壌特性値との相関解析の結果、上北地域の土壌で見られた結果と同様に、特に熱硝酸抽出カリウム濃度が高い負の相関を示した。放射性セシウム添加後に乾湿処理を繰り返した上北地域の土壌の移行係数は添加直後に比べて 0.4～1.0 倍の値であり、放射性セシウム及びカリウムの土壌中での溶出性の変化が移行係数に影響したものと考えられた。

3.2 土壌－牧草間放射性セシウムの移行抑制調査： 移行低減化手法の地域への応用

上北地域の牧草地土壌の内、上北 13 ではゼオライト資材の施用によって土壌から牧草への放射性セシウムの移行性を大きく低減できたが、牧草中カリウム含量が高まることによる牧草としての質の低下が見られた (Fig. 1)。一方で、上北 3 においては、ゼオライト資材による牧草中カリウム濃度の増加は

比較的押さえられており、この土壌については、牧草の品質を考慮してもゼオライト資材が有効であった。上北 13 については、カリウム・リン施肥が有効であり、リン施肥には放射性セシウムの移行性のある程度低減するとともに牧草カリウム含量を押さえる作用があり、カリウムと同時に施肥することで有効性が増すことが判明した。

また、土壌有機物含有率の高い土壌に対しては、有機物分解促進資材による溶解性低減手法によって土壌から牧草への放射性セシウムの移行性を低減できると考えられた。

3.3 イネ玄米中のセシウム濃度に及ぼす成長調節物質の影響試験

イネの開花後から登熟期の穂に GA を散布した場合、玄米中のセシウム濃度が両品種（日本晴、まっしぐら）とも約 10% 程度低下する傾向にあった。また、イネに対するカイネチン散布の影響は、開花後から登熟期の穂への散布により両品種とも玄米中のセシウム濃度が約 10% 程度増加し、まっしぐらの栄養成長後期の葉に散布した場合は、玄米中のセシウム濃度が低下する傾向にあった。

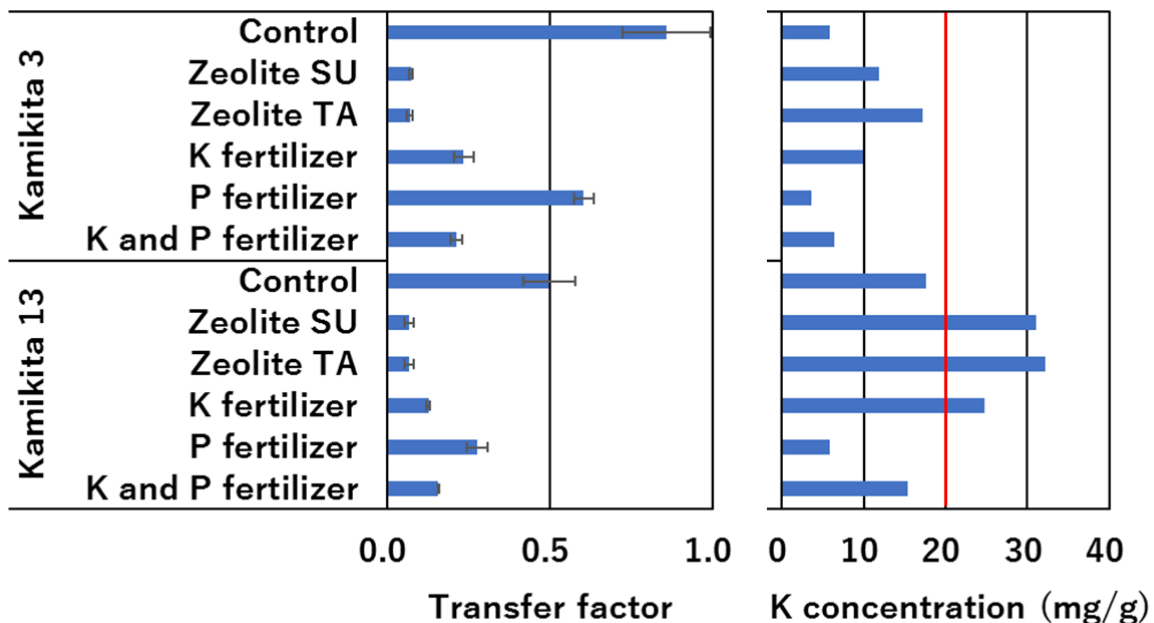


Fig. 1 The effect of various fertilizers and additives for transfer factor of ^{137}Cs in two soil samples from the Kamikita region to grass, and the shoot potassium concentration of grass plant. Red line: Feeding management using grass with K concentration lower than 20 mg/g is recommended for dairy cattle during dry periods.