

1.5 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

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

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

Abstract

Countermeasures to reduce radiocesium transfer from soil to crops have been investigated extensively since the 2011 accident at the Tokyo Electric Power Company's 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 2020, we investigated: 1) Regional distribution of soil properties affecting the radiocesium transfer to grass from soil in Aomori; 2) the effect of various methods to reduce the transfer for the selected soils in the Sanpachi and Tsugaru regions, Aomori; and 3) the effects of ion transport blockers and chemicals on cesium (Cs) translocation to brown rice.

Radiocesium interception potential and non-exchangeable potassium (K) content, which are the indices of abilities for radiocesium fixation and long-term K supply in soil, respectively, were found to be relatively lower in Sanpachi and Kamikita regions. The reduced abilities of various soil fertilizers and additives were tested by the cultivation method mentioned above for two soil samples in the Sanpachi region selected from the experimental results obtained in FY 2019: both soil samples had low abilities for supplying K and retaining ^{137}Cs . The effectiveness of the target substances was evaluated from the viewpoint of not only decreasing ^{137}Cs concentration but also increasing K concentration in pasture grass, because too high a K concentration has a harmful effect on bovines. For both soil samples, K and phosphorus (P) fertilizations were effective, from the viewpoint of ^{137}Cs and K concentrations in the grass. In addition, for soil with high organic matter contents, we found that an organic matter decomposition accelerator possibly decreased the transfer in the long term.

Rice plants (*Oryza sativa subsp. japonica* 'Masshigura') were grown in a greenhouse with a culture solution containing 0.01 μM Cs. The effects of spraying the plant with ion transport blocker and chemicals on the brown rice Cs concentration were investigated. The concentration of Cs in brown rice was reduced by spraying calcium (Ca) chloride onto the ears in the ripening stage after flowering. In particular, spraying 10- and 20-mM Ca on the ears reduced the Cs concentration in brown rice by approximately 20 to 30%. There was a negative correlation between concentrations of Cs and Ca in brown rice, and the correlation coefficient, r was -0.6. We determined that the combined use of 10-mM Ca and a transpiration inhibitor further reduced the concentration of Cs in brown rice.

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を低減化するための対策が進み、可食部への移行が少ない作物種及

び品種の選定も進みつつある。一方で、土壌や作物の違いによって低減効果が異なることも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。令和2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輸送体ブロッカー等の影響試験

2. 方法

2.1 土壌－牧草間放射性セシウムの移行要因実態調査

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¹³⁷Csを添加した三八・津軽地域の牧草地から採取した土壌5試料について、乾燥－湿潤処理を繰り返した後、オーチャードグラスの幼植物を3週間人工気象室で栽培した。次いで、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¹³⁷Cs移行係数を求めた。さらに、放射性セシウムの移行性に影響する土壌特性について、青森県内牧草地における分布を調査した。

2.2 土壌－牧草間放射性セシウムの移行低減化手法の地域への応用

令和元年度に移行要因実態調査を行った三八及び津軽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。

三八及び津軽地域の牧草地から選抜されたセシウムの移行性が高い土壌は、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、両者の土壌を対象として、カリウム肥料施肥によって放射性セシウムの吸収を抑制する手法及び放射性セシウム固定資材による固定化促進手法の有効性を検証した。

2.3 イネ玄米中のセシウム濃度に及ぼす輸送体ブロッカー等の影響試験

イネを対象として放射性セシウムの収穫部位への転流を蒸散抑制剤や化学物質によって制御する手法を確立することを目的とした試験を行っている。

令和2年度は、セシウム濃度を0.01 μMに調整した培養液を用いてイネを温室雨よけ水耕栽培し、イネの穂に塩化カルシウムを0～20 mMと濃度を変えて散布し、濃度依存的に玄米中セシウム濃度が低下するかを調査した。また、カルシウム散布に加え、本調査で効果が認められた蒸散抑制剤（グリーンナー）散布を併用した場合に相乗効果があるのかについて調査した。

3. 成果の概要

3.1 土壌－牧草間放射性セシウムの移行要因実態調査

乾湿処理後に得られた土壌－牧草間¹³⁷Cs移行係数は添加直後の0.81倍（前年度までの結果を含めた15種の土壌の平均）であった。これまでに、放射性セシウムの移行性には土壌のセシウム固定力やカリウム供給力が強く影響することが明らかになったが、これらは、元来の土壌が持つ特性に加えて、施肥等による人為的影響を反映している。そのため、人為的影響が比較的小さい下層土（15～30 cm深）について各地域の土壌特性を比較した。その結果、セシウムの固定力の指標となる放射性セシウム捕捉ポテンシャルや、長期的なカリウム供給力の指標となる非交換性カリウム濃度は、三八地域及び上北地域において比較的低い傾向が認められた。

3.2 土壌－牧草間放射性セシウムの移行低減化手法の地域への応用

吸収抑制手法及び固定化促進手法共に高い放射性セシウム移行性低減効果を示したが、カリウム肥料施肥やカリウム供給力の高い固定資材施用によって、生産牛の疾病であるグラステタニーを引き起こす要因となる牧草中のカリウム濃度及びテタニー比（マグネシウム濃度とカルシウム濃度の和に対するカリウム濃度の比）が上昇したため、注意が必要であることが判明した。昨年度までに示されたように、こうした牧草中のカリウム濃度の上昇はリン酸肥料の施肥により抑制できた。さらに、リン酸供給能力の低い三八三土壌においては、リン酸肥料の施肥によって成長促進による希釈効果等による放射性セシウム移行性低減効果を示したことから、リン酸肥料の施肥を行うことの重要性が示された。

加えて、土壌有機物含有率の異なる2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。その結果、土壌有機物含有率の高い土壌では石灰窒素処理後に長期間培養することで移行性が低下した。

3.3 イネ玄米中のセシウム濃度に及ぼす輸送体ブロッカー等の影響試験

イネの開花後から登熟期の穂に塩化カルシウムを散布することにより玄米中セシウム濃度はカルシウム散布濃度依存的に低下し、特に、穂への10 mM 散布で約20%、20 mM 散布で30%玄米中セシウム濃度が低下した (Fig. 1)。玄米中セシウム濃度と玄米中カルシウム濃度の間には負の相関関係が見られ、相関係数 r は -0.6 であった。収量構成要素に対する影響ではカルシウム 20 mM 散布で玄米のしいな数が増加したため、穂へのカルシウムの散布は 10 mM 前後の散布が望ましいと考えられたが、10 mM でもグリーンナーの併用によって、更に玄米中セシウム濃度が低下することが明らかになった (Fig. 1)。

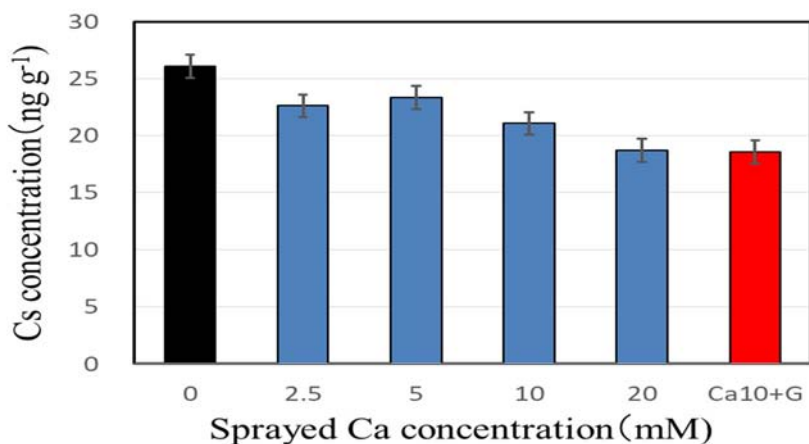


Fig. 1 Effect of calcium spraying on rice ears on cesium concentration in brown rice. + G indicates combined use of transpiration inhibitor spraying.