

## 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

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 for reducing 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 2019, we investigated: 1) soil factors controlling the radiocesium transfer to grass from soil in the Sanpachi and Tsugaru region, Aomori; 2) the effect of various methods to reduce the transfer for the selected soils in the Shimokita region, Aomori; and 3) the effects of growth regulators, ion transport blockers and chemicals on Cs translocation to brown rice.

Soil-to-grass (*Dactylis glomerata* L.) transfer factor (TF) of  $^{137}\text{Cs}$  was obtained by the small-scale short-term cultivation experiment using soils spiked with  $^{137}\text{Cs}$  tracer in an artificial climate chamber. Among the regions we have investigated, a relatively higher transfer factor was observed in the Sanpachi region, where K supplying ability and radiocesium interception potential were low.

The reduced abilities of various soil fertilizers and additives were tested by the cultivation method mentioned above for two soils in the Shimokita region selected from the experimental results obtained in FY 2018: both soils had low abilities for supplying K and retaining  $^{137}\text{Cs}$ . The effectiveness of the target substances was evaluated from the viewpoint of not only decreasing  $^{137}\text{Cs}$  concentration but also increasing K concentration in pasture grass, because too high a K concentration has a harmful effect on bovines. For both soils, K and P fertilizations were effective, from the viewpoint of  $^{137}\text{Cs}$  and K concentrations in the grass. In addition, for soil with different organic matter contents, it was found that an organic matter decomposition accelerator possibly decreased the transfer in the short term but accelerated it in the long term.

Rice plants (*Oryza sativa subsp. japonica* Masshigura) were grown in a greenhouse with a culture solution containing  $0.01\ \mu\text{M}$  Cs. The effects of spraying the plant with growth regulators, ion transport blocker and chemicals on the brown rice Cs concentration were investigated. When 20 and 40  $\text{mg L}^{-1}$  gibberellin, one of the growth regulators studied, was sprayed onto the ears in the ripening stage after flowering of the rice plants, the Cs concentration in brown rice tended to decrease by 10%. When 20 and 50 mM tetraethylammonium chloride (TEA), one of the ion transport blockers studied was sprayed onto the ears in the ripening stage after flowering, the cesium concentration in brown rice tended to decrease but the rice yield also decreased. In addition, when 10 mM calcium was sprayed onto the ears in the ripening stage after flowering, the Cs concentration in brown rice tended to decrease by 15%.

## 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。令和元年度は、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

三八・津軽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 $^{137}\text{Cs}$ を添加し、1週間20℃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。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 $^{137}\text{Cs}$ 移行係数を求めた。得られ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。さらに、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30年度に移行要因実態調査を行った下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。

下北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蒸散抑制剤の影響試験

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植物成長調節物質や化学物質によって制御する手法を確立することを本調査の目標とする。

令和元年度は、セシウム濃度を0.01  $\mu\text{M}$ 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、成長調節物質のジベレリン（GA）及びカイネチン散布の影響を調査した。同様に、カリウム輸送体ブロッカーであるTEA（Tetraethylammonium chloride）及びカルシウム等の散布の影響を調査した。

## 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

三八地域では他地域と比べて高い移行係数が認められた（Fig. 1）。これまでのデータを合わせて、移行係数と土壌特性値との相関解析を行った結果、放射性セシウムの移行係数は、熱硝酸抽出カリウム濃度、交換性カリウム濃度及び放射性セシウム捕捉ポテンシャルと高い負の相関を示し、三八地域では

これらの値が比較的低い傾向が見られた。下北地域の牧草地土壌について、 $^{137}\text{Cs}$  添加後に乾湿処理を繰り返してから栽培試験を行ったところ、移行係数は添加直後に比べて 0.27~0.95 倍の値であり、長期的な減少傾向が認められた。さらに、令和 2 年度に行う移行低減化手法の地域への応用において対象とする移行性の高い土壌の選抜を行った。

### 3.2 放射性セシウムの移行低減化手法の基礎検討

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牧草中のカリウム濃度及びテタニー比が上昇したため、注意が必要であることが判明した。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、さらにリン酸欠乏土壌においては、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、供試した全ての資材が土壌から牧草への放射性セシウム移行性低減効果を示したが、石灰窒素処理は長期間の培養後には逆に移行性が高まった。

### 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約 10% 程度低下する傾向にあったが統計的に有意な差ではなかった。また、カイネチンを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が統計的に有意な差は得られなかった。

開花後から登熟期の穂に 20~50 mM の TEA を散布した場合、玄米中のセシウム濃度が約 15~20% 程度低下したが、玄米の収量・品質も低下した。同様の時期に穂に 10 mM のカルシウムを散布した場合、玄米中のセシウム濃度が約 15% 程度低下し、収量・品質には影響しなかったので有効な方法であった。

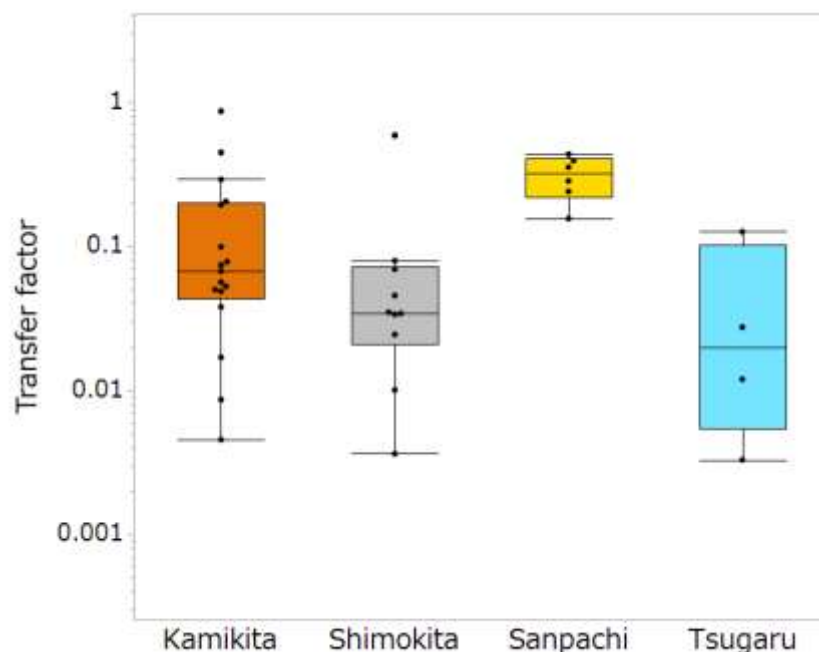


Fig. 1 Box-whisker plot of the soil to-grass transfer factor of  $^{137}\text{Cs}$  in four study regions of Aomori Prefecture