

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

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

#### Abstract

Countermeasures for reducing radiocesium transfer from soil to crops have been investigated intensively 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 aims of this study are to establish the countermeasures suitable for reducing radiocesium transfer from soil to grass and its translocation from rice shoot to brown rice. In FY 2017, we investigated: 1) soil factors controlling the radiocesium transfer to grass from soil in the Kamikita region, Aomori; 2) trials of various methods to reduce the transfer; and 3) the effect of a transpiration inhibitor on cesium 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, which was established in FY 2016, using soils spiked with  $^{137}\text{Cs}$  tracer in an artificial climate chamber. The TFs of  $^{137}\text{Cs}$  in soils from the Kamikita region were generally higher than those in soils from other regions outside of the prefecture. Correlation analysis between the TFs and various soil factors, such as exchangeable  $^{137}\text{Cs}$  concentration and radiocesium interception factor, showed that the potassium concentration extractable by boiling in 1 M nitric acid was the best independent variable to explain the variation of TFs, suggesting that the potassium supplying ability in grassland soils in the Kamikita region controls their TFs.

The reducing abilities of various soil fertilizers and additives were tested by the cultivation method mentioned above for two groups of soil that were selected from the experimental results in FY 2016: soils with low potassium-supply ability and soils with low  $^{137}\text{Cs}$ -retention ability. For the first group, all of the potassium fertilizers and materials tested showed the reducing effect of TF, with the highest by potassium chloride, which is a fast-acting fertilizer. For the second group, some zeolite and vermiculite materials, which were additives for fixing  $^{137}\text{Cs}$ , showed the highest effect, and that effect might be strengthened by their potassium-supply ability.

Rice plants (*Oryza sativa* subsp. *japonica*) were cultivated in sand-filled pots, installed in a rain shelter, with cultivation solution containing 0.01  $\mu\text{M}$  Cs. A transpiration inhibitor (0.7% wax concentration) was sprayed on the whole rice plant, twice a week during three developing stages: 1) late vegetative growth, 2) the young panicle formation - blooming and 3) the blooming - harvest stages. The rice plants sprayed with the inhibitor during 1)-3) stages and the control with water spraying were also prepared. The Cs concentration in brown rice decreased 25% more than the control by spraying during 1)-3) stages, while decreases of 20%, 15% and 0% were found for the spraying during 1), 2) and 3) stages, respectively.

## 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ことが必要である。

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 29 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要因調査
- 2) 放射性セシウムの移行低減化手法の基礎検討
- 3) イネ玄米中のセシウム濃度に及ぼす蒸散抑制剤の試験

## 2. 方法

### 2.1 土壌－牧草間放射性セシウムの移行要因調査

上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  $^{137}\text{Cs}$  を添加し 1 週間 20 °C で培養した後、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。植物体地上部中  $^{137}\text{Cs}$  濃度を測定し、土壌－牧草間放射性セシウム移行係数 (TF) を求め、県外 (岩手・宮城・福島・栃木) で採取した土壌で得られた TF との比較を行った。TF と土壌特性値との相関解析を行い、TF に影響する要因の解析を行った。

### 2.2 放射性セシウムの移行低減化手法の基礎検討

土壌から牧草への移行を低減化する手法を構築するため、各種低減化手法を施した供試土壌に  $^{137}\text{Cs}$  を添加してオーチャードグラス幼植物を短期間栽培し、土壌－牧草間セシウム移行係数を求めた。

### 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

平成 28 年度には、イネの全生育期間に転流・蒸散抑制剤を散布することにより、玄米中のセシウム濃度が低下することを明らかにした。平成 29 年度は、放射性セシウム転流抑制に有効な転流・蒸散抑制剤の効率的な散布手法を明らかにする調査を行った。

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 (日本晴) を温室雨よけ砂耕栽培し、栽培全期間または成長段階別の各時期に 0.7 % ワックス剤を週 2 回、株あたり 10~20 ml 散布した。

## 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調査

上北地域の牧草地土壌の大半は、牧草の放射性セシウム吸収抑制対策のための改良目標値として示されている交換性カリ濃度を下回っていた。上北地域の牧草地土壌で得られた TF は、県外 (岩手・宮城・福島・栃木) の土壌と比較して全般に高い傾向が見られた。相関解析の結果、TF はカリウム供給力を示す分析項目と負の相関関係が見られ、特に熱硝酸抽出カリウム濃度と高い負の相関を示した (Fig. 1)。

これらの結果から、この地域の牧草地土壌においては、土壌のカリウム供給力が放射性セシウムの移行性を支配していることが分かった。

### 3.2 放射性セシウムの移行低減化手法の基礎検討

カリウム供給力の持続性が低い土壌を対象に、カリウム施肥法等の吸収抑制手法の有効性を検討した。その結果、供試した全てのカリ肥料や資材が、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、即効性カリ肥料である塩化カリウムが、高い放射性セシウム移行性低減効果を示した。さらに、窒素施肥が放射性セシウムの移行性を高める要因となることや、質の高い牧草の生産には窒素、リン、カリウムの適切な施肥を行うことの重要性が示された。

また、放射性セシウム固定力の低い土壌を対象に、放射性セシウム固定資材施用等の固定化促進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、一部のゼオライトやバーミキュライトに高い効果が見られた。これらの資材にはカリウムが含まれているため、カリウムによる移行性低減効果との複合効果であろうと考えられた。

### 3.3 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

全期間に渡って散布した場合には無散布に比べ玄米中のセシウム濃度が約 25%低下し、成長段階別では、

栄養成長後期から幼穂形成期に散布した場合が最も有効で、約 20%の低下が見られた。また、幼穂形成期から開花期に散布したものは 15%低下し、開花期から収穫期に散布したものは、濃度低下は見られなかった。

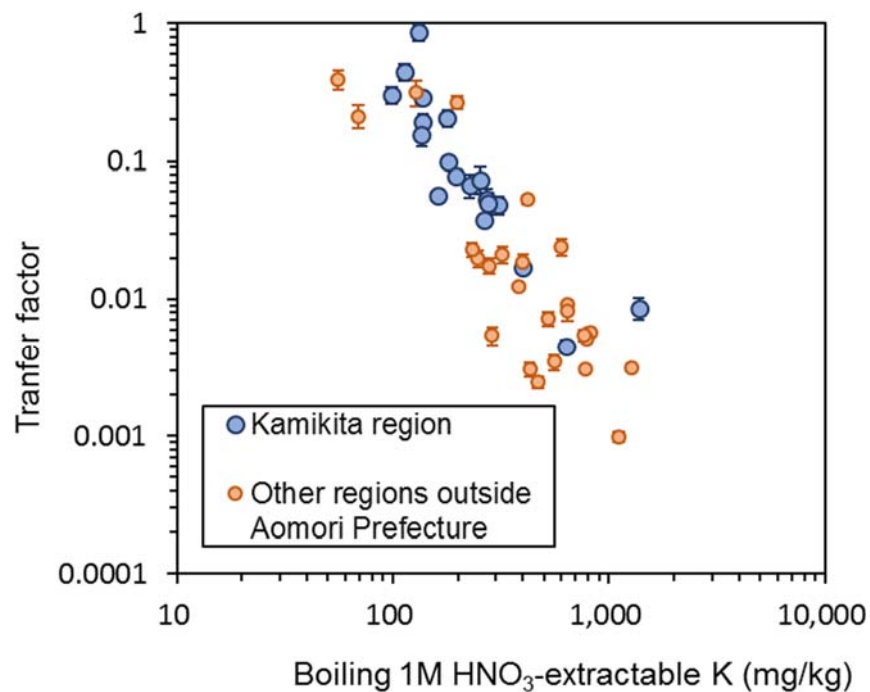


Fig. 1 Relationship between transfer factor of  $^{137}\text{Cs}$  from soil to grass and potassium concentration extractable with boiling 1 M nitric acid in soil.

Blue circles indicate soils from grassland in Kamikita region in Aomori.

Orange circles indicate soils from other regions outside the prefecture including Iwate, Miyagi, Fukushima and Tochigi.