

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

山上 睦, 武田 晃, 海野 佑介, 高久 雄一, 久松 俊一

環境影響研究部

Mutsumi YAMAGAMI, Akira TAKEDA, 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 clarify factors controlling transferability of radiocesium from soil to crops, and to establish the countermeasures suitable for agricultural products in Aomori. A type of grass and rice were selected as our target products, and two things were done in FY 2016: 1) the establishment of an experimental method to study reduction of radiocesium transfer from soil to grass, and 2) the investigation of the effect of a transpiration inhibitor on cesium transfer to brown rice.

We established methods of soil analyses for evaluating the retention capacity of radiocesium in soil, making chemical speciation of potassium and radiocesium in soil, and measuring microbial activities in soil to study soil characteristics relating to radiocesium transfer from soil to grass. A small-scale cultivation experiment system using soils spiked with ^{137}Cs tracer was developed for the measurement of transfer of ^{137}Cs from soil to one type of grass (*Dactylis glomerata* L.). Twenty-nine soil samples were collected from Aomori, Miyagi, Fukushima and Tochigi Prefectures and used for the preliminary experiment by the established methods. Higher soil-grass transfer of ^{137}Cs was found in soils with low ability for potassium supply and radiocesium retention.

Two commercial transpiration inhibitors containing wax or paraffin were selected to test the effect on the transfer of stable Cs absorbed from the cultivation solution to brown rice. Rice plants (*Oryza sativa* subsp. *japonica*) were cultivated in a rain shelter, in sand-filled pots and cultivation solution. The transpiration inhibitor (2% or 0.7% wax concentration, or 1.8% or 0.7% paraffin concentration) was sprayed on the whole rice plant, twice a week from the vegetative growth stage until harvest. The cultivation solution, which was changed every two weeks, had Cs concentration of 0.05 μM from the vegetative growth stage until harvest. The Cs concentration in brown rice decreased 25%-35% by spraying the transpiration inhibitor compared to the control with water spraying. Dry weight of the above-ground part and yield components, such as number of spikelets per plant and percentage of ripened grains, were not affected by the spraying of transpiration inhibitors in comparison to the control. Similar decreasing effects of Cs concentration were observed for rice plants grown using cultivation solution with 0.01, 0.05 or 0.1 μM Cs and spraying 0.7% wax transpiration inhibitor in the same manner as mentioned above. When we sprayed 0.7% wax transpiration inhibitor onto the whole plant from the vegetative growth stage to the blooming stage, then sprayed the inhibitor onto one of the ears, leaves/stem, and whole plant until harvest, the decreasing level of Cs concentration in brown rice,

which was cultivated with 0.05 μM Cs cultivation solution, was not affected by the different plant parts being sprayed.

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 28 年度は、以下の項目について調査を実施した。

1) 土壌中放射性セシウムの移行抑制調査のための実験手法の確立

2) 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

2. 方法

2.1 土壌中放射性セシウムの移行抑制調査のための実験手法の確立

放射性セシウムの移行性に影響を及ぼす土壌特性を調査する為、1) 放射性セシウム捕捉ポテンシャル (RIP) 等を指標とした放射性セシウムの保持力を評価する手法、2) 土壌中のカリウム及び添加した放射性セシウムの存在形態別抽出法及び 3) 有機物分解能の指標の一つである Average well color development (AWCD) 値等の評価法を検討した。更に、土壌から牧草 (*Dactylis glomerata* L) への放射性セシウム移行性を調査するため、4) 放射性セシウム

を添加した土壌による栽培実験手法の検討を行った。

さらに、青森県、宮城県、福島県、及び栃木県内の牧草地を中心に、多様な性質をもつ 29 試料の土壌試料を収集し、上記で検討した土壌特性を調査するとともに、イオン態の放射性セシウムを添加して、牧草への放射性セシウム移行性を調査した。これらに加えて、植物体に吸収された放射性セシウムの牧草への移行性を調査した。

2.2 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 (*Oryza sativa* subsp. *japonica*) を水耕栽培し、市販の蒸散抑制剤が玄米への安定セシウム移行に及ぼす影響を調査した。

1) 蒸散抑制剤の種類と濃度の違いが玄米中セシウム濃度に及ぼす影響

4月21日に定植したイネを栽培し、6月24日からセシウム濃度を 0.05 μM に調整した培養液に切り替え、収穫時まで 2 週毎に培養液を全量交換した。2 種類の蒸散抑制剤 (ワックス剤 (グリーンナー、グリーンナー (有)、大阪) 又はパラフィン剤 (アビオン C、アビオン (株)、東京) を 6 月 30 日から週 2 回、1 株当たり 10 mL 散布し、11 月 9 日の収穫まで行った。ワックス剤は水溶液中ワックス濃度が 2% (使用推奨濃度) と 0.7%、パラフィン剤は水溶液中パラフィン濃度が 1.8% (使用推奨濃度) と 0.7% になるように調整して用いた。

2) 培養液中セシウム濃度の違いによる蒸散抑制剤の効果の差異

上記 1) と同じ方法で栽培管理を行ったイネに、セシウム濃度を 0.01、0.05、0.1 μM に調整した培養液を与え、0.7%ワックス剤を 1) と同様に散布した。

3) 蒸散抑制剤散布部位の違いが玄米中セシウム濃度に及ぼす影響

上記 1) と同様に準備したイネに、0.7%ワックス剤を 6 月 30 日から 8 月 29 日のイネの開花最盛期までは植物全体に週 2 回 1 株当たり 10 mL 散布し、それ以後は、イネ葉茎のみ、穂のみ、植物体全体に散布する 3 区に分け散布し、これを 11 月 9 日の収穫まで行った。

3. 成果の概要

3.1 土壌中放射性セシウムの移行抑制調査のための実験手法の確立

2.1の1) -4) に記した検討を行い、それぞれの実験手法を確立した。4) の牧草への放射性セシウム移行調査用栽培実験手法の検討では、約 25 g の土壌を用いて、播種後 3 日から 24 日まで栽培可能な装置 (Fig. 1) を開発した。

確立した手法を用いて、前述の 29 種の土壌の組成を分析するとともに放射性セシウムの移行性を調査したところ、土壌中のカリウム供給力の低い土壌及び放射性セシウム保持力の弱い土壌において、高い移行係数が見られる傾向があった。

3.2 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

1) 蒸散抑制剤の種類と濃度の違いが玄米中セシウム濃度に及ぼす影響

蒸散抑制剤の散布により、イネの生育は抑制され

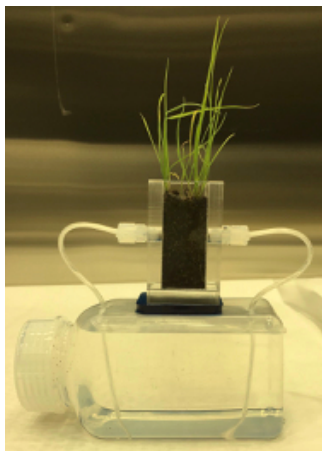


Fig. 1. Small scale plant cultivation system developed for evaluating transfer factor of radiocesium from soil to a type of grass during 3 d – 24 d after seeding.

ず、地上部乾物重は水のみを同様に散布したコントロールと差異がなく、ワックス剤とパラフィン剤の種類と濃度の違いによる差異もみられなかった。玄米中セシウム濃度に関しては、水散布区に対して、蒸散抑制剤の散布で 25% から 35% 濃度が低下した (Fig. 2)。

2) 培養液中セシウム濃度の違いによる蒸散抑制剤の効果の差異

培養液中セシウム濃度増加に比例して、玄米中セシウム濃度も増加した。また、蒸散抑制剤の散布により、いずれの濃度においても約 30% 玄米中の濃度が低下した。

3) 蒸散抑制剤散布部位の違いが玄米中セシウム濃度に及ぼす影響

開花最盛期までは植物体全体に蒸散抑制剤を散布し、続けて開花後は植物全体、葉のみ、穂のみと分けて散布したが、玄米中セシウム濃度の低下率への影響は認められなかった。

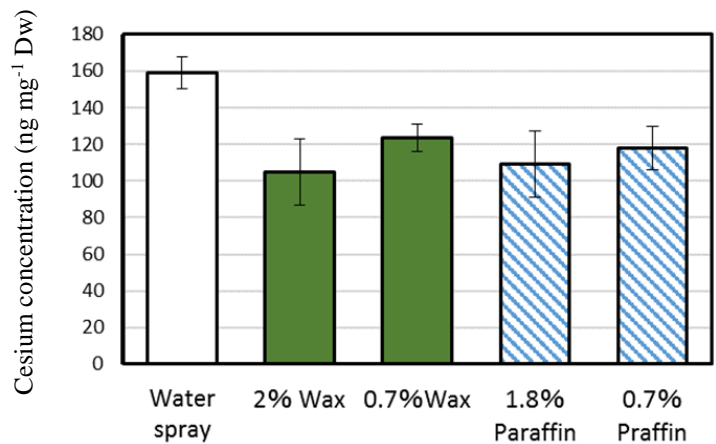


Fig. 2. Effect of transpiration inhibitor on cesium concentration in brown rice of rice plant.