

8.6 経時的に撮影可能なオートラジオグラフィ技術を用いた低カリウムスト

レス時における放射性セシウム動態制御機構の解明

Analysis of radiocesium regulation mechanism in plants under low-potassium stress using time-lapse autoradiography technique

海野佑介, 武田晃, 木花将, 山上睦
環境影響研究部

Yusuke UNNO, Akira TAKEDA, Masaru KIHANA, Mutsumi YAMAGAMI
Department of Radioecology

Abstract

While much is known about the physiological functions involved in soil-to-plant ^{137}Cs transferability and their regulatory mechanisms, little is known about the physiological functions involved in ^{137}Cs dynamics in plants. In this study, we selected *Arabidopsis thaliana* transporter disruption lines with different stable cesium dynamics in the plant and observed the dynamics of ^{137}Cs in the plant using autoradiographic techniques that can capture the behavior of ^{137}Cs in the plant over time. The results showed that in the *KAT2* disruption line, ^{137}Cs applied to leaves moved from leaves to stems within 7 days under low-potassium stress condition. These results suggest that the *KAT2* gene may be involved in the short-term translocation of ^{137}Cs from leaves to stems in *Arabidopsis*.

1. 目的

セシウムはカリウム輸送体や非選択的な陽イオン輸送体によって植物体内を移動すると考えられている。これまで大型再処理施設放射能影響調査交付金調査事業「放射性物質環境移行低減化調査」において、様々な輸送体破壊系統に対して安定セシウム吸収実験を行い、これらの輸送体が植物体中セシウム濃度に影響することを示してきた。合わせて、これらの輸送体破壊系統によるセシウム濃度の低下が、「低カリウム」ストレス下で観察されやすいことも明らかにした。これらのことは、「低カリウム」ストレスにより特異的に発現する輸送体が存在することを意味している。さらに一部の輸送体破壊株では、「低カリウム」条件下で体内カリウム濃度は低下せず生育のみが抑制され、さらにセシウム含有率が低下するという現象が見られた。これらのことは、「低カリウム」条件下で発現するカリウム輸送体が植物体中のセシウム濃度、さらには植物体の生育自体に

も影響を及ぼすことを意味している。また、前述した「放射性物質異常放出事後対応調査」ではカルシウム添加により植物体中のセシウム濃度を低減する手法を確立している。このように様々な輸送体が植物体の栄養条件によってそれぞれ異なる応答を示すことから、特定の輸送体が植物体内の「どの部位」で「どのようなタイミング」で「どのような物質を輸送して」「どのように成長を制御しているか」は、輸送体の機能を解明するうえでの大きな「問い」の一つになっている。

本研究では放射性セシウム動態に関与する輸送体の発現状況を分子生物学手法で明らかにすると同時に、 β 線による発光現象を経時的に撮影可能なオートラジオグラフィ技術によりシロイヌナズナ輸送体変異系統における放射性セシウムの空間的・時間的な変動を明らかにすることで、植物体内の放射性セシウム動態に関与する生理機能とその制御機構を評

価する。植物体内の放射性セシウム動態に関与する生理機能とその制御機構を明らかにすることは、放射性セシウムの収穫部位への移行を低減する新規技術の開発に貢献する。

令和2年度に行った環境研自主研究において、β線による発光現象を使用したリアルタイムイメージング技術によって植物体内の放射性セシウム動態評価が可能であることを示した。令和3年度は、これまでの成果を発展し、下記の2つの研究を遂行した。

2. 方法

1) 輸送体破壊系統の低カリウムストレス時におけるセシウム動態変動解明

シロイヌナズナのカリウム輸送体破壊系統について低カリウムストレス時に生じるイオン濃度の変動を比較し、セシウムが特異的に変動する系統を特定する。本調査では調査研究「放射性物質環境移行低減化調査」により単離した27のカリウム輸送体と25の非選択的な陽イオン輸送体の破壊系統について、低カリウムストレス条件で水耕栽培し、各器官に取り込まれた安定セシウムの濃度と部位別の分配率を測定することで、野生株と異なる輸送体破壊系統を選出する。選出された輸送体破壊系統に対して、根から吸収させた¹³⁷Cs及び葉や茎に塗布した¹³⁷Csの植物体内での分配をイメージングプレートによって測定する。

2) β線による発光現象を使用したリアルタイムイメージング技術による低カリウムストレス時の輸送体破壊系統の放射性セシウム動態評価

輸送体破壊系統における低カリウムストレスで生じるセシウム吸収量の低下が、微量で局所的なセシウムの変動を伴って起きているのか否かをβ線による発光現象を使用したリアルタイムイメージング技術によって明らかにする。さらに、植物体内における放射性セシウム動態への各輸送体の空間的・時間的作用機序解明を目指す。低カリウムストレスで特徴的な挙動を示した輸送体破壊系統の¹³⁷Csの動態解析をβ線による発光現象を経時的に撮影可能なオ

ートラジオグラフィ技術によって行う。研究1)の結果をもとに条件を設定し、量研高崎研においてリアルタイムイメージングデータ取得を行う。

3. 成果の概要

1) 輸送体破壊系統の低カリウムストレス時におけるセシウム動態変動解明

野生株と異なる植物体内安定セシウム分配特性を示す輸送体破壊系統を選出した。選出された輸送体破壊系統のうち、形態が野生株と比較して小さくなるという特徴を持つKAT2破壊系統を対象として、根から吸収させた¹³⁷Cs及び葉や茎に塗布した¹³⁷Csの植物体内での分配をイメージングプレートによって測定した。葉に¹³⁷Csを塗布した植物をイメージングプレートによって測定した結果、KAT2破壊系統は野生株と比較して¹³⁷Csを添加した葉からほかの葉や根に¹³⁷Csが移動しやすいという特徴を示した (Fig. 1)。これらの結果、葉に塗布した¹³⁷Csの植物体内での分配に関与する遺伝子としてKAT2を特定することができた。

2) β線による発光現象を使用したリアルタイムイメージング技術による低カリウムストレス時の輸送体破壊系統の放射性セシウム動態評価

1) に示した成果をもとにKAT2破壊系統と野生株を対象として、葉に塗布した¹³⁷Csの植物体内におけるリアルタイムイメージングデータを取得した。その結果、葉に塗布した¹³⁷CsはKAT2破壊系統においては7日以内に葉から茎に移動するという特性を示したが、野生株ではそのような特徴的な変動を示さなかった。これらの結果、KAT2遺伝子はシロイヌナズナにおいて葉から茎への¹³⁷Csの短期的な移行に関与している可能性が示唆された。

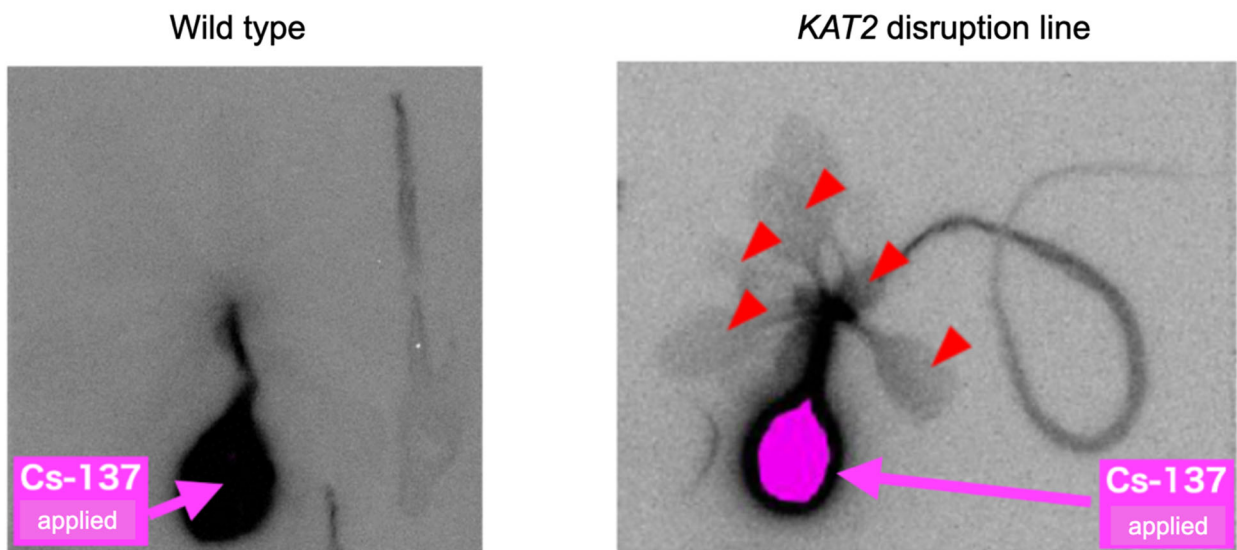


Fig. 1 Results of ¹³⁷Cs kinetic analysis in plants with ¹³⁷Cs applied to leaves, showing that *KAT2* disruption lines are more likely to transfer ¹³⁷Cs from ¹³⁷Cs-added leaves to other leaves and roots than wild lines.