

ミヤコグサにおけるセシウム吸収・輸送に関わる遺伝子の探索

野田 浩希 (筑波大学 生物学類) 指導教員: 古川 純 (筑波大学 生命環境系)

背景・目的

2011年3月11日に東日本の太平洋沖を震源とした地震が起き、大津波が東京電力福島第一原子力発電所を襲った。これにより燃料棒の冷却機能が失われ、大量の放射性核種(主にヨウ素とセシウム)が広範囲に放出される事態となった。結果、農地と農産物の広範囲な汚染が生じ、今もなお大きな問題となっている。なかでも放射性セシウムは植物や動物に取り込まれるのはもちろんのこと、半減期が30.17年と長期間にわたって環境を汚染し続けるため、特に問題となる物質である。

セシウムはカリウムに似た化学的特性をもつ第1族のアルカリ金属である。カリウムと性質が似ているために、植物体へはカリウムと競合的に取り込まれるという報告がなされている。すなわち、必須元素であるカリウムの輸送系を通してセシウムが植物体内に取り込まれることが示唆されているが、カリウム輸送系は多岐にわたるため、実際にどのような輸送系を経由してセシウムが植物に取り込まれているのかは未だ明らかとなっていない。

事故以降、農作物を中心に多くの植物種について放射性セシウム濃度の調査が進められてきた。その結果、ダイズが比較的高い値を示すことが報告され、マメ科植物のセシウム吸収・輸送機構についての関心が高まっている。予備実験の結果から、マメ科のモデル植物であるミヤコグサ(*Lotus japonicus*)の主要実験系統である Miyakojima MG-20 と Gifu B-129 を用いてセシウムの取り込みを比較すると、MG-20 が B-129 よりも多量のセシウムを吸収し、また地上部の濃度と比較すると、B-129 よりも MG-20 において根のセシウム濃度が高くなる傾向が示された。以上から本研究では、ミヤコグサにおけるカリウム輸送系に注目し、それらがセシウム輸送に関わっているのか調べることを目的とした。

方法

Miyakojima MG-20 および Gifu B-129 の種を吸水・発芽させた後、1/10 Hoagland (Control) 水耕液に移し、1ヶ月水耕栽培を行った。ただし、最後の3日間または1週間はカリウム欠乏処理区も用意した。

・トレーサー実験

同程度に成長した3個体ずつを選抜し、水耕液中に放射性セシウムである¹³⁷Csを添加した溶液を用いて、ミヤコグサへの取込み実験を行った。その際処理溶液中のカリウムは無添加のものと、1/10 Hoagland 水耕液と同濃度のものを用意し、またセシウムについてはキャリアとして非放射性のセシウムを10 μM 添加したものとキャリア無添加のものを用意した。24時間処理の後、地上部と根に切り分けて、イメージングプレートを用いた放射性セシウムの局在解析を行った。また部位ごとの相対放射能をガンマカウンタによる測定から得た。

結果・考察

イメージングプレートを用いてセシウムの挙動を系統間で比較したところ、MG-20 では B-129 よりも多量のセシウムが吸収

されており、また根組織、特に根端に多く存在していることが示された。ガンマカウンタでの測定結果から根におけるセシウム濃度を求めると、B-129 では地上部の約2倍であったのに対し、MG-20 では地上部の約3倍の濃度で蓄積されており、根組織におけるセシウム保持能が高いことが示唆された。しかしセシウムと類似の挙動を示すと想定されているカリウムの濃度は両系統間に顕著な差がなかった。そのため、カリウム輸送系以外によってもセシウムの挙動が制御されている可能性が示された。また、対照区に比べて3日間のカリウム欠乏処理区では、根において MG-20 で約5倍、B-129 で約69倍の、地上部において MG-20 で約10倍、B-129 で約28倍のセシウム濃度であった。カリウム欠乏を感知した植物がカリウムの獲得機構を活性化させた結果、セシウムを多く吸収したためと考えられ、今後予定しているカリウム輸送体の発現解析においては、対照区に比べて欠乏3日の処理区において発現量が上昇しているカリウム輸送体に着目することとした。一方でカリウム欠乏処理1週間の植物では欠乏3日間処理よりもセシウム吸収量が低下しており、カリウム欠乏による植物体の生育不良の影響を強く受けたものと考えられる。

またセシウム取込み時の水耕液にカリウムを添加すると、カリウム欠乏処理区の植物体で見られたセシウム吸収量の増加が著しく弱くなった。これはカリウム欠乏によって誘導されたカリウム獲得機構の全て、あるいは一部が水耕液中のカリウムを吸収したことにより速やかに通常状態に回復したことを示唆している。セシウム吸収が水耕液へのカリウム添加後、どのタイミングで低下しているかを明らかにできれば、セシウムを輸送している輸送体を特定する上で有効な手がかりとなることから、セシウム吸収のリアルタイムイメージングによる解析を予定している。

根圏からのセシウム吸収を担っているカリウム輸送体として、先行研究から AKT1、HAK5 などが候補として挙げられている。また、カリウムを導管にローディングして根から地上部への輸送を制御する輸送体の候補として SKOR が有力である。これら遺伝子の発現解析を上記の条件下で行うと同時に、セシウム吸収に関連する遺伝子をより多く同定するために、MG-20 と B-129 を交配した後代である組換え自殖系統を用いた QTL (Quantitative Trait Locus) 解析を予定している。QTL 解析は、遺伝子型が既知の組換え自殖系統間の表現型の違いを解析することで、対象としている表現型を制御する遺伝子座を特定する解析手法である。現在35系統についてセシウム吸収特性を解析済みであり、最終的には約130系統まで増やす予定である。

ミヤコグサはモデル植物として分子生物学的な研究基盤も整備されており、マイクロアレイや遺伝子欠損株の利用も可能である。今後、これらのリソースを活用することによりセシウム吸収や輸送に関与する遺伝子を同定し、発現の抑制や活性を阻害する手法を開発することで土壌から植物体へのセシウム移行低減に貢献したい。