

土壤中の放射性セシウムの牧草への移行低減に向けて —セシウムの移行に寄与する土壌の性質の評価—

放射性セシウムの牧草への移行は土壌の性質によって違う

放射性セシウムは原子力発電所で使われるウランの核分裂により生成される代表的な放射性物質であり、セシウム137は半減期が約30年と比較的長いため、原子力施設等の事故や大気中核実験等の人為的な事象で環境中に放出されてしまうと、その影響が長期間にわたり続いてしまうことになります。その影響の一つに、土壌に入った放射性セシウムが農作物に取りこまれてしまうことが挙げられます。なぜならセシウムは、その化学的性質が生物の必須元素であるカリウムと似ているためです。

しかし、放射性セシウムが土壌中に同じ程度含まれていても、土壌の性質の違いによって、牧草の放射性セシウム濃度は大きく異なることが分かってきました。そこで、牧草への移行低減を図るためには、土壌のどのような性質を評価すればよいのかを明らかにすることが重要であると考え、調査を行いました。

青森県の牧草地土壌と県外の牧草地土壌を実際に比べてみました

青森県とそれ以外の岩手、宮城、福島、栃木の牧草地土壌を採取し、土壌の違いによって放射性セシウムの移行がどのように違うのか、右写真のような牧草の栽培実験を行いました。放射線管理区域内の人工気象室で、実際に放射性セシウムをそれぞれの土壌に加え、発芽させた牧草を移植して3週間栽培しました。土壌中の放射性セシウムの濃度、牧草中の濃度を測定して、以下のような式で“移行係数”を求めました。

$$\text{移行係数} = \frac{\text{牧草中の放射性セシウム濃度}}{\text{土壌中の放射性セシウム濃度}}$$

実験の結果、青森県の牧草地土壌の方が移行係数の値が大きく、県外の牧草地土壌の方が放射性セシウムが牧草へ移行しにくいことが分かりました。今回用いた県外の牧草地土壌は、東京電力福島第一原子力発電所事故後に移行低減化対策が行われたものであり、このような結果になったものと考えられます。

移行係数の違いは、土壌の性質によるものと考えられますが、その性質をどのように評価すればよいのか更に調査をしたところ、良い指標となる土壌の性質の評価法が明らかとなりました。

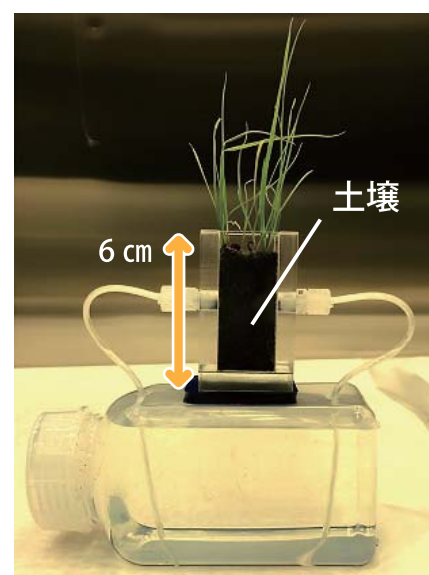
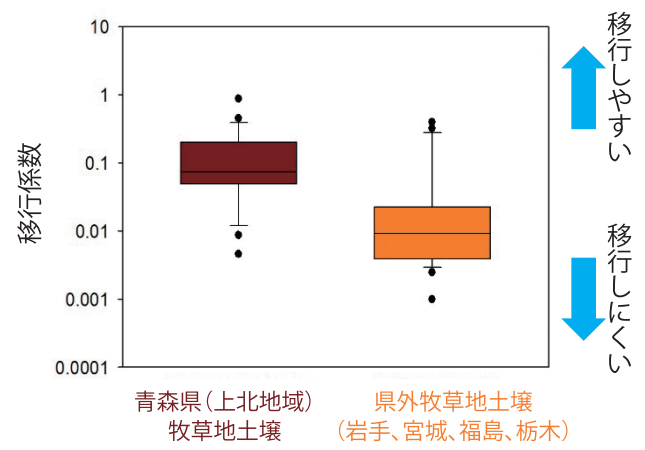


図1 牧草の放射性セシウムの移行実験を行いました。

図2 土壌から牧草への放射性セシウムの移行係数を実験で求めました。



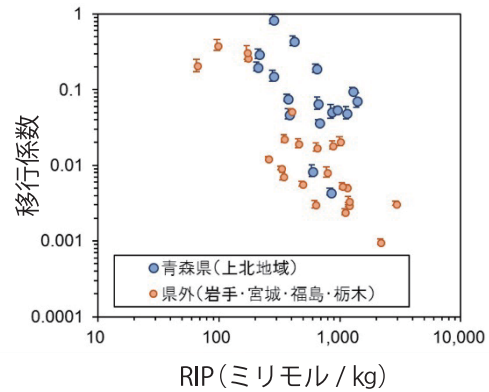
■「移行低減化調査」(平成28年度～令和2年度)をもとに作成しました。

前頁で説明した牧草を対象とした土壌からの放射性セシウムの移行低減に関する調査は、環境研が移行低減化調査で実施した実験を基に作成しました。その内容を詳しく紹介します。

■土壌の放射性セシウムの“固定力”だけでは、牧草への移行の違いは評価できませんでした。

土壌の放射性セシウムの固定力は「放射性セシウム捕捉ポテンシャル(RIP)」という指標で表され、この数値が大きいほど固定力が強く、牧草へ移行しにくくなると言われています。今回の実験で使った土壌の固定力を測定して、移行係数との関係を見てみました(図3)。その結果、同じRIPの数値の土壌でも、移行係数には大きなバラつきがあることが分かりました。つまり、この“固定力”だけではセシウムの移行のしやすさは評価ができないこと、それ以外の要因の影響が大きいことが分かりました。

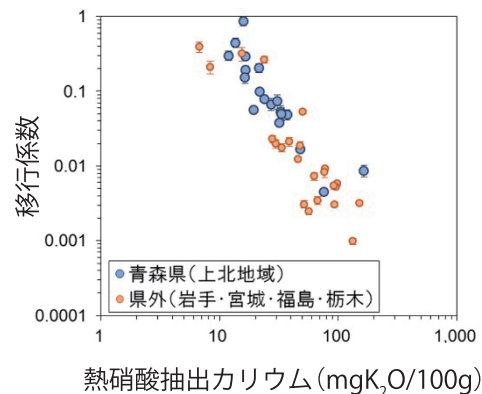
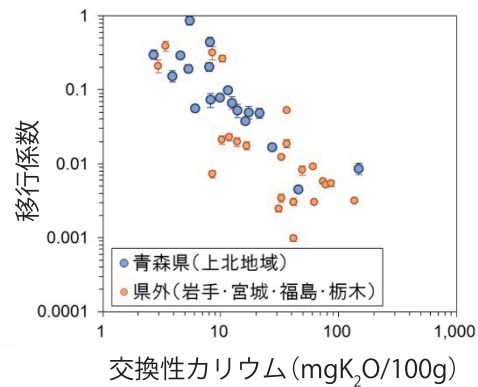
図3 土壌のセシウムの固定力と放射性セシウムの移行係数の関係を調べました



■セシウムの移行を評価するための適切な指標となる土壌中カリウムの測定方法が分かりました。

セシウムは生物の必須元素であるカリウムと化学的性質が似ており、カリウムとほぼ同じ条件で植物に移行します。土壌中のカリウムの状態は、土壌としっかり結びついているもの、弱く結びついているものがあり、後者は“交換性カリウム”と呼ばれ、この状態のカリウムが植物に移行することになります。また、交換性カリウムが多くなるほど、放射性セシウムが移行しにくくなることが分かっています。

図4 土壌の交換性カリウム、熱硝酸抽出カリウムと放射性セシウムの移行係数の関係を調べました



交換性カリウムの値は、通常、酢酸アンモニウムという薬品の溶液を土壌に加え、溶けだしてくるカリウム成分の濃度を測定して求めます。実際にこの測定を行い、先のRIPと同様に移行係数との関係を見てみました(図4上)。その結果、交換性カリウムの値が大きくなるほど、移行係数が小さくなることが分かりました。しかし、これでもまだバラつきが大きいことが分かります。そこで、硝酸溶液を加熱(熱硝酸)して土壌から溶けだしてくるカリウム成分の濃度と移行係数の関係を見てみました(図4下)。その結果、バラつきが小さく、放射性セシウムの移行を評価するための適切な指標になることが分かりました。このように、放射性セシウムの移行を評価するためには、植物に利用される土壌中の“カリウム”の状態を理解しておく必要があると考えられます。