

イワダレソウを用いた放射性物質セシウムの吸収性能について

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 正会員 ○和田 清・稲葉金正

(独)国立高専機構 福島工業高等専門学校 正会員 原田正光

岐阜県農業技術センター 非会員 加藤克彦

1. はじめに

イワダレソウはグランドカバーとして密実に匍匐成長する芝生のような特徴をもっている。本研究の目的は、品種改良されたイワダレソウ（近縁種を含む）および団粒化吹付工法システムを放射性物質のファイトレメディエーションとして活用することにより、放射性物質による汚染土壌の環境修復の評価と飛散防止策を施すことである。そこで、まず、非汚染土壌の圃場試験における根の張り方（主根・毛根など）、カリウム成分の吸収の動態分析などを調べながら、イワダレソウがファイトレメディエーション用植物として有効であるかどうかの性能評価を実施する。また、現地の汚染土壌にイワダレソウを植栽し、匍匐成長して早期に表層土を緻密に被覆する成長速度とセシウム吸収性能を評価する。これらにより、イワダレソウを用いた団粒化吹付工法が、放射性物質により汚染された土壌の環境修復の技術移転の可能性を検討する。

2. 実験および分析方法の概要

(1) セシウムと吸収機構が類似するカリウムの吸収特性

岐阜県農業技術センター内温室において、土壌調整ピートBM-2に基肥（中粒固形2号(NPK成分含有率:10-10-10)6g/ポット）を行い、2012年7月6日、イワダレソウの9cmポット苗を30cm径黒ポリポットに鉢上げした。灌水した余剰水はポット穴から培土に給水されるよう隔離栽培とした。鉢上げ50日後に植物体および培土を採取し、70℃で4日間通風乾燥処理し、乾燥した植物体・培土をミルにて粉碎処理、粉碎試料0.5gを硝酸＋過塩素酸水にて分解処理、200mlにメスアップして、ICP-AESによりカリウム他の成分を分析した。

(2) 粘土質土壌における塩化セシウムの吸収特性

土壌調整ピートBM-2と褐色森林土を1:1の割合で混合し、灌水は底面給水、ポット穴から給水紐により培土へ給水させて、塩化セシウム（(CsCl)0.1g/ポット）を添加した。対照区（調整ピートに含まれる肥料分のみ）と追肥区（IB化成2号(NPK成分含有率:10-10-10):6g/ポット）に分けて、挿し木（2012年12月3日、72穴セルトレイに3cmの穂）、鉢上げ（12月20日、発根苗を9cm黒ポリポット）、定植（2013年1月24日、ワグネルポットに1株）の過程を経て、1回目：鉢上げ60日後に植物体を採取、2回目：1回目の採種から50日後Cs量の分析：70℃で4日間の通風乾燥処理後、乾燥した植物体・培土をミルにて粉碎処理、粉碎試料0.5gを硝酸＋過塩素酸にて分解処理2000mlにメスアップし、ICP-MSによりCsを分析した。

(3) 汚染土壌における放射性セシウムの吸収特性(現地実験)

福島県いわき市および豊岡町の汚染土壌および福島工業高等専門学校内において、イワダレソウのポット苗および裁断した苗の植栽（2013年5月7日）、採取（2013年7月27日）を行い、約80日後に植物体を採取した土壌および植物体の放射能濃度をGeゲルマニウム半導体検出器により分析した。

3. 実験結果および考察

(1) セシウムと吸収機構が類似するカリウムの吸収特性

植物体のK成分濃度は概ね60ppm程度で、1株当りの酸化カリウム(K_2O)での吸収量は平均1.07gであった。乾物1g当りのカリ量は0.029gで、クリーニングクロップとして利用されるソルゴー(0.05g)やトウモロコシ(0.07g)よりも乾物重当りの吸収量はやや少ない。一方、主要な肥料成分であるPについては乾物重当りの吸収量が優れ、クリーニングクロップよりも吸収力が高かった。また、栽培土のP成分の60%を吸収することができた。以上の結果、イワダレソウは約50日間の栽培で、乾物重換算で1.07g/株のカリ(K_2O)を吸収することが可能である。高い吸収力を持つクリーニングクロップのイネ科作物よりはやや吸収量は少ないものの、クリーニングクロップとしての吸収性能を十分に有することから、Csの吸収も期待できるとと思われる。



(1) 挿し木苗・植栽 80 日後 (2) 表層採取 (3) 土壌洗浄後の湿潤状態

図-1 福島県いわき市試験地(畑土)における植栽および採取状況

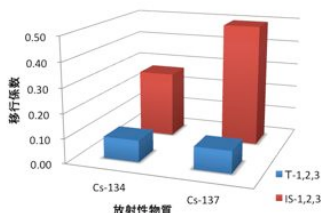


図-2 いわき市および富岡町土壌の移行係数

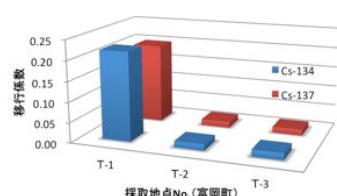


図-3 富岡町土壌の移行係数

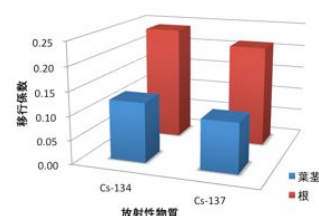


図-4 植物体内の移行係数

(2) 粘土質土壌における塩化セシウムの吸収特性

CsCl を添加した培土の Cs 含有量は、乾土 1g 当たり 0.11mg/g であったが、植物体(地上部)の 2 回刈取り後の Cs 含有量は 0.07mg/g となり、1 株で 36% の Cs を収奪できた。以上の結果、微量元素である Fe の 10% 程度と微量の Cs 量であったにもかかわらず、2 回の地上部刈込みで 1/3 以上の Cs を回収することが可能であった。年間 4 回以上の刈込みが可能のため、ファイトメディエーション作物として期待できる。

(3) 汚染土壌における放射性セシウムの吸収特性(現地実験)

いわき市の好間畑土に植栽した挿し木苗の生育状況は図-1 のようであり、80 日程度 (5/7～7/27) でターフが形成され密実な繁茂が確認された。同一地点から 3 サンプルを採取し、土壌洗浄、乾燥後、放射性物質の濃度を測定した。いわき市の畑土では、ポット苗および裁断した挿し木苗を植栽した。畑土の土壌放射能は Cs134 : 100Bq/kg, Cs137 : 200 Bq/kg 程度であるが、ポット苗はすべてが検出限界以下、3 サンプルを合わせた挿し木苗は移行係数 Cs134 : 0.270, Cs137 : 0.495 が得られた。また、富岡町畑土の土壌放射能は Cs134 : 2000Bq/kg, Cs137 : 4700 Bq/kg 程度の高濃度である。これらの土壌におけるイワダレソウの吸収性能は、3 サンプルを合わせたポット苗で移行係数 Cs134 : 0.089, Cs137 : 0.091 となり移行係数 0.1 に近い値が得られている。これらの結果を示したものが図-2 である。富岡町の土壌濃度からは高濃度の放射線量が検出された。イワダレソウを採取した 3 サンプルのバラツキを見るために、個々の移行係数について算出した。その結果を示したものが図-3 である。同図から、移行係数に換算して 1 桁以上異なる値 (Cs134 : 0.016～0.017 と 0.220、Cs137 : 0.015 と 0.198) が算出されている。富岡町のサンプルのうち、高い移行係数を示した Case-T1 について、植生体のどの部位 (根および葉茎) に蓄積されたかを示した結果が図-4 である。同図から、根部の移行係数は 0.213～0.240、葉茎部は 0.104～0.125 の移行係数となり、葉茎部よりも根部の方が 2 倍ほど大きい。このように、土壌中の高濃度の放射性物質が根茎葉を通じて植物体内に確実に吸収されていることが確認できた。さらに、この吸収した葉茎部を定期的な刈取りにより系外に取り出すことにより、汚染土壌の浄化が可能のため、ファイトメディエーション作物として期待できる。

4. おわりに

以上、イワダレソウは Cs 吸収性に優れており、移行係数が 0.1 以上と高い値が確かめられた。その値は他の植物を凌いでおり、1m² 当たりの吸着量 T_{Fag} (移行係数) も高い。イワダレソウの長期栽培により土壌に吸着された放射性 Cs の高いファイトレメディエーション効果が確認できたため、収穫した植物体の減容化手法 (乾燥、堆肥化など) と残渣中の放射性物質の封じ込め技術について今後検討する必要がある。

なお、本研究は、JST 復興促進プログラム (A-STEP) の支援 (No.241FT0293) を受けたものであることを付記する。