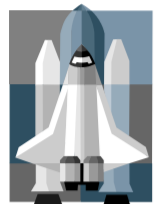


根酸構成成分による糸状菌類の繁殖と 土壌からのセシウム抽出作用

村上英樹、菊地良栄(秋田大学大学院工学資源学研究科)
坪井正行(東洋ゴム工業株式会社) 上島雅人(University of Kansas, Kansas Geological Survey)

はじめに

放射性セシウムに汚染された土壌を5%の乳酸やクエン酸水溶液に浸漬させたところ、土壌表面に糸状菌を主体としたバイオマットが形成された。このバイオマットを剥ぎ取り、出来る限り土壌粒子を洗い流して放射能を測定したところ、kg当たり、約300から1500 Bqのセシウムが検出された。この土壌は水田由来で、乾燥時の放射エネルギーは3393 Bq/kg(湿潤時は1750 Bq/kg)であった。これらのことは、セシウム濃縮作用を起こす糸状菌類が特定の根酸(有機酸)存在下で効率良く繁殖することを示しており、この作用を利用すれば、安価で効率良く環境に優しい土壌除染を実施できる可能性がある。



研究の目指すもの

福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性セシウムを微生物の力で回収して農産物への影響を最小化する。



研究シーズのポイント

1. 有機酸水溶液(5%の乳酸、クエン酸)に各種土壌(水田土、畑土、果樹園土)を浸漬させると、土壌表面に比較的丈夫なバイオマットが形成される。
2. このバイオマットはセシウムを濃集している。一方、有機酸水溶液はセシウムを含んでいない(検出限界以下)。
3. このバイオマットは真水では発生しない。一方、バイオマットを真水に入れる(有機酸が存在しない)と分解する。



研究シーズの概要

研究シーズのポイントから言えること

- ・水田を有機酸水溶液で満たすだけで除染ができる(加熱や移動などのコストがかからない)。
- ・植物が根から出す根酸(有機酸の混合物)を活用するので低環境負荷。
- ・バイオマットがセシウムを濃集するので、バイオマットを剥ぎ取って除去すれば除染ができる(廃棄物の減量)。
- ・有機酸水溶液にはセシウムが残存しない(バイオマットが全て吸着する)ので、溶液の再利用が可能。
- ・植物が吸収可能な交換性セシウムを予め土壌から除去して農産物の汚染を防ぐことができる。



研究の背景

- ・昨年度、南相馬市から水田土壌を分けて頂き、秋田大学大学院工学資源学研究科附属環境資源学研究センター内敷地にて、稲の栽培を行った。
- ・肥料の配分量や除染資材であるゼオライトの添加量は、全て南相馬市で実施された試験栽培と同じ条件にした。
- ・土壌を等量で二つに分け、一方を常温で5%のクエン酸水溶液に浸し、24時間後に上澄みを汲み出した。この操作をもう一度行い、できる限りクエン酸溶液を汲み出した後、中性になるまでアンモニア水溶液を添加した。
- ・この有機酸処理土壌は、一ヶ月ほど非常に活発な微生物による発酵活動が続いたので、その沈静化を待ってから稲を植えた。
- ・稲のセシウム吸収量を比較するため、無処理の南相馬市の水田土壌、原発事故前に山形県高島町から採取した土壌試料、液肥による水耕栽培の4種類の条件で栽培を行った。
- ・結果は以下の通りである。有機酸処理を行った土壌で、稲のセシウム含有量が著しく増加していることが確認できる。

表 各種条件で栽培した稲のセシウム吸収量

		南相馬市水田土壌 クエン酸洗浄土壌	南相馬市水田土壌 無洗浄	山形県高島町水田 土壌(事故前採取)	水耕栽培
藁	Cs-134(Bq/kg)	1 1 0 0	1 6 0	検出されず	検出されず
	Cs-137(Bq/kg)	2 0 0 0	3 2 0	検出されず	検出されず
稲 穂	Cs-134	1 3 0 0	3 4 0	検出されず	検出されず
	Cs-137	2 7 0 0	6 8 0	検出されず	検出されず
土 壌	Cs-134	1 7 1 0	1 4 1 0	検出されず	
	Cs-137	3 6 3 0	2 8 2 0	検出されず	

(上記試験は、株式会社日立パワーソリューションズと南相馬市の協力を得て実施した。)



有機酸浸漬土壌表面でのバイオマットの形成

有機酸処理をした土壌で育成した稲が多量のセシウムを含有していることは、有機酸が植物のセシウム吸収に影響していることを示している。これを確認するため、福島県内(福島市・南相馬市・伊達市)から土壌を採取し、クエン酸と乳酸を用いて、有機酸によるセシウム抽出確認試験を行った。

各土壌を5%有機酸水溶液に浸漬し、48日後に水溶液を回収してGe半導体検出器を用いて放射能濃度を測定したところ、全て検出限界以下であった。

一方、土壌表面に形成されたバイオマットの放射能を測定した結果、冒頭で述べた様に、セシウムが濃縮されていることが確認できた。以上の事は、植物の根酸(有機酸)が土壌菌類の活動を活性化させ、それにより抽出されたセシウムを植物が吸収していることを示唆している。

表 採取土壌試料一覧

番号	住所	採取日	圃場の種類	土質区分)	協力先	備考
A	福島県南相馬市鹿島区	H24.9/18	パイプハウス	砂質系	JA そうま	農地復旧対策室 整備実験地区
B	福島県福島市荒井	H24.10/22	果樹実験用地	黒ぼく土	東北農業研究センター	農研機構 放射線研究センター
C	福島県伊達市霊山町	H24.10/5	水田	粘性土系	福島ゴム株式会社	社員所有の圃場



土壌試料採取の様子



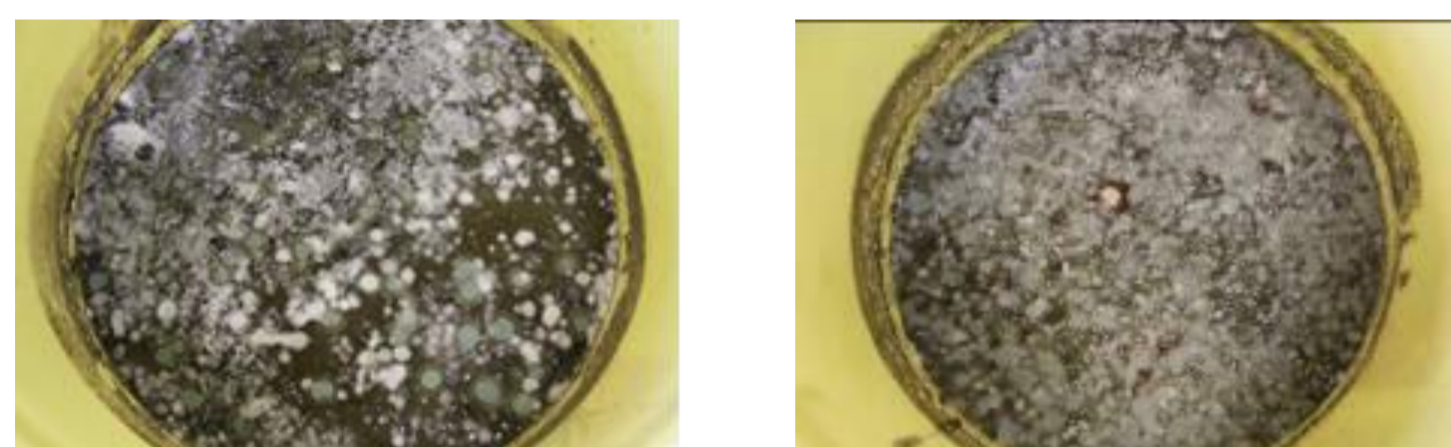
養生中の様子



濾過済土壌抽出水
(左からJAそうま、東北農研機構、霊山町水田)

表 濾過済水溶液の放射能濃度(バイオマット除去後)

	養生1日後(10月23日採取)			養生3週間後(11月24日採取)		
	水処理	クエン酸処理	乳酸処理	水処理	クエン酸処理	乳酸処理
A JSそうま	無検出	無検出	無検出	無検出	無検出	無検出
B 東北農研機構	無検出	無検出	無検出	無検出	無検出	無検出
C 霊山町水田	無検出	無検出	無検出	無検出	無検出	無検出



5%乳酸処理

5%クエン酸処理

表 バイオマット(水田土壌乳酸処理)の放射線測定結果

測定項目	測定結果	測定条件
放射性セシウム(Cs-134)	470 Bq/kg	ゲルマニウム半導体検出器 試料重量 82g 測定時間 1800 秒
放射性セシウム(Cs-137)	1000 Bq/kg	



活用できる用途

1. 放射性セシウム汚染土壌の除染

食の安全の確保と低コストでの除染を達成するには、植物が吸収できる形態の放射性物質のみを除去すれば良い。

2. 液体放射性廃棄物の減量

本試験で土壌表面に形成されたバイオマットは、糸状菌類を主体としており、比較的強度が有り、容易に引きはがして処理をすることができる。

3. 放射性セシウム汚染溶液からのセシウムの回収

有機酸と必要な栄養分を放射性セシウム汚染溶液に添加してバイオマットを形成させ、それを除去すれば、汚染水の浄化も可能となる。



今後の課題

- ・この技術で、セシウムの土壌からの抽出を行った場合、一時的に作物のセシウム吸収量が増加してしまう。これを解決するには、ファイトレメディエーション等との組み合わせが必要になる。

お問合せ

国立大学法人 秋田大学 産学連携推進機構
住所: 〒010-8502 秋田市手形学園町1番1号

TEL: 018-889-2712 FAX: 018-837-5356
E-mail: staff@crc.akita-u.ac.jp

研究者お問合せ(E-mail):

hidekim@cges.akita-u.ac.jp