

カドミウム高吸収特性を示すイネ品種を利用した汚染水田土壌の修復技術

化学環境部重金属研究グループ土壌生化学ユニット 村上 政治

はじめに

カドミウムは非汚染土壌中にも微量ながら存在する重金属である。ところが、かつて鉱山開発などにより地中からカドミウムが掘り出された地域においては、鉱山周辺や下流域の水田等に高濃度に汚染された土壌が存在する。高濃度汚染水田で栽培された玄米の慢性的な摂取がイタイイタイ病の主要な原因とされ、1970年厚生省(当時)は食品衛生法を改正し玄米中のカドミウム許容濃度を1ppm(mg kg^{-1})以下と設定した。また、食糧庁(当時)は1ppmを超過する玄米を政府買い入れの対象としない方針を決めた。翌年には農用地土壌汚染防止法により1ppm以上の玄米を産出する水田を対策指定地域とし、客土などの土木工法による吸収抑制対策がとられてきた。また、1ppm以下であっても高めの玄米は非食用に処理され、それらを産出する水田に対しては湛水処理や資材投入といった営農技術による吸収抑制対策がとられている。しかし、近年FAO/WHO合同食品規格委員会(CODEX委員会)により食品中のカドミウム濃度に関するさらに厳しい国際基準値が検討されていることや、消費者の間で食品の安全性についての関心が高まっていることなどから、農作物中のカドミウム濃度をより一層低減させる必要が生じている。新基準値を超えるおそれがある水田に対する改善対策として、植物を用いた汚染土壌修復技術(ファイトレメディエーション)がコストなどの面から有望であると考えられる。しかし、これまでに水田を修復対象としたファイトレメディエーション研究はほとんどない。そこで、汚染水田土壌での栽培に適する修復植物を選定した。

植物を用いた汚染土壌修復技術(ファイトレメディエーション)とは?

高濃度の重金属を吸収する植物が存在することは以前から知られていた。このような植物は重金属に対する耐性機構を備えており、超集積植物(Hyperaccumulator)とよばれている。これらの植物を栽培して重金属を吸収させることにより汚染土壌を修復する方法をファイトレメディエーション(Phytoremediation)という。欧米でのファイトレメディエーション研究の多くが、工場跡地のような高濃度の重金属汚染地を修復対象地としており、亜鉛やカドミウムの超集積植物であるゲンバインナズナなどを修復植物として利用している。

汚染水田土壌に適した修復植物の選定

今回われわれが主要な修復対象としている水田土壌のカドミウム汚染レベルは比較的低い。一方、超集積植物であるゲンバインナズナなどの野生植物種の栽培管理技術はまだ確立されておらず、乾物生産量が低いため面積当たりのカドミウム収奪量はそれほど大きくならない。したがって、超集積植物を現地圃場において普及することは困難と判断した。そこで、栽培の容易な修復作物として実際に水田転換畑で栽培されているイネ、ダイズ、トウモロコシに着目し、ポットによるカドミウム吸収試験を2年間畑条件下で行った。畑状態で栽培したのは、土壌が酸化的に保たれることにより、カドミウムが可溶化し作物に吸収されやすくなるためである。イネはカドミウム高吸収特性を示す「密陽23号」(日・印交雑品種)、ダイズは「スズユタカ」、トウモロコシは「ゴールドデント」を用いた。汚染土壌は、灰色低地土と黒ボク土を使用した。

各作物地上部のカドミウム吸収量は、両土壌においてトウモロコシ<<ダイズ<イネの順位であった(図1)。また、土壌のカドミウム濃度(0.1M塩酸抽出)は、栽培前後の比較からイネ栽培区にお

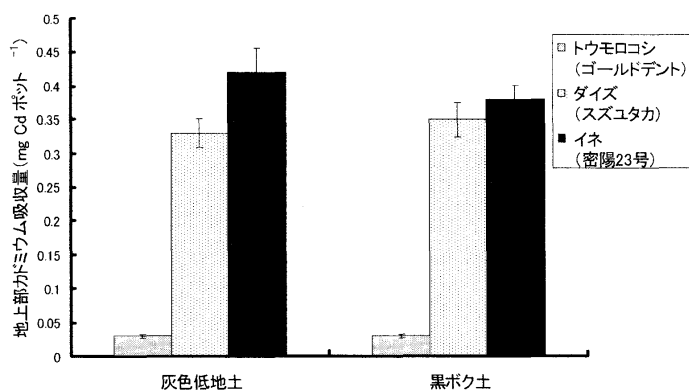


図1 各作物地上部のカドミウム吸収量

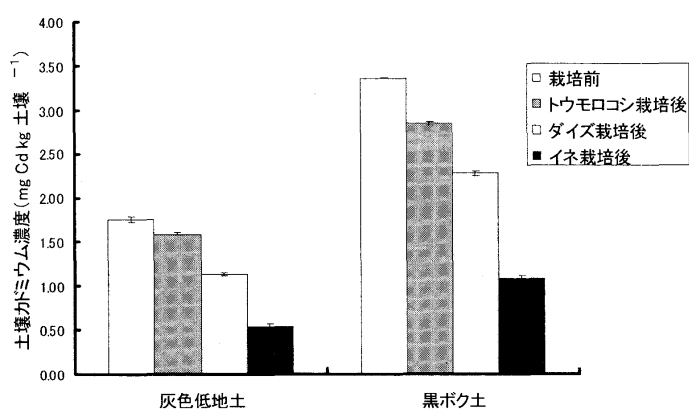


図2 栽培に伴う土壌カドミウム濃度(0.1N塩酸抽出)の変化



図3 現地圃場におけるカドミウム高吸収イネ栽培試験

いて最も減少した(図2)。したがって、土壌のカドミウムを最も吸収するのはカドミウム高吸収特性を示すイネ品種であることが認められた。これらポット試験の結果を踏まえ、九州地方の現地圃場において「密陽23号」によるカドミウム吸収試験を行った(図3)。この試験から、1作で1ha当たり約200gのカドミウムを吸収することが可能という結果を得た。以上の栽培試験の結果から、カドミウム汚染水田土壌の修復作物としてはカドミウム高吸収特性を示すイネ品種を畑状態で栽培することが最適であると考えられた。

現在、各地域の気象特性に適し、カドミウム高吸収特性を示すイネ品種の選抜や、カドミウムのファイトレメディエーション効率を向上させるための栽培技術に関する圃場レベルの試験が全国規模で進行中である。また、土壌浄化の終点を簡易に判定するための検定作物の選定や測定法の開発も行っている。収穫したイネは、搬出後焼却処理を行い焼却灰中のカドミウムを回収する。このようにして、最終的には、イネを用いたカドミウム汚染土壌修復一貫システムを開発する予定である。

2004年10月