

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 19 日現在

機関番号：32607

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21780297

研究課題名（和文） 根圏土壌におけるカドミウムの局所形態の解明

研究課題名（英文） Local speciation of Cadmium in the Rhizosphere of gramineous and legume plants in Cd-contaminated soils

研究代表者

高松 利恵子（TAKAMATSU RIEKO）

北里大学・獣医学部・講師

研究者番号：90327461

研究成果の概要（和文）：

イネ科植物とマメ科植物の根圏土壌中の Cd（カドミウム）の形態分布を、栽植域を区切った根箱を用いて、局所的に明らかにする事を目的とした。オオムギとキバナルーピンを栽培した後の根圏土壌の Cd 形態分布は植物種や土壌によって異なり、土壌 pH が影響していることがわかった。これら結果から土壌-植物根への移動・吸収メカニズムを検討し、マスフローに加えて、根分泌物による形態変化（可溶化・不溶化）を明確にした。

研究成果の概要（英文）：

To assess cadmium speciation in rhizosphere soil of gramineous and legume plants, these plants were grown in the rhizobox. The rhizosphere was divided from non-rhizosphere soil by nylon mesh by the mm order. Distribution of Cd species in the rhizosphere was different from results in the non-rhizosphere and depended on the soil pH. The changes of Cd speciation (solubilization and immobilization) in addition to the mass flow achieved as mechanism of soil-root systems.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011 年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,500,00	1,050,000	4,550,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学・環境農学

キーワード：土壌汚染、ファイトレメディエーション、土壌科学、環境技術

1. 研究開始当初の背景

2006 年、コーデックス委員会にて食品中のカドミウム(Cd(II))濃度の国際基準値が決定された。我が国における「農用地の土壌の

汚染防止に関する法律」により定められている米（玄米）の基準値よりもその値は下回り、また小麦や野菜など他の食品においても基準値が定められたことにより、国内における

あらたな基準値の策定および基準値の下方修正が予想される。これらを受け、土壌固化、化学洗浄やファイトレメディエーションなどの技術が提案され、試験的に実施され始めた。しかし、これら技術の効果は、土壌、管理方法や気候などの要因により大きく異なり、農地への利用は慎重に行わなければならない。技術に対する土壌中の Cd の動態を正確に把握することが、効率的な技術の確立には必要である。

土壌中における Cd の形態は、交換態、吸着態、有機物結合態、酸化物吸蔵態と残渣画分に分画され、これら形態の割合は、土壌中の有機物および粘土を含む無機物の量や種類に依存し、さらに土壌環境 (pH, 酸化還元電位など) によって大きく変化する。植物根に吸収される形態は主に交換態であると言われているが、特定の重金属を多く吸収する植物(超集積植物)は、根から分泌する酸を用いて、根の周囲の非交換性の Cd を局所的に溶解させ、吸収可能な形態にすることが報告されている。しかし、実際、**根圏土壌**とされている植物根表面やその近傍土壌中の Cd の局所的形態やその移動を明らかにできていない。

2. 研究の目的

本研究では、根圏土壌中の Cd の濃度分布およびその形態を局所的に明らかにすることを目的とする。そのため、根箱 (rhizobox) 法 (図 1) を用いて、栽植域を限定し栽培することから、根から mm 単位で根圏土壌を採取し、Cd 形態分析と分光学的手法を用いた局所形態分析を行う。

3. 研究の方法

Cd による汚染土壌に関して、異なる土壌群や Cd 汚染量の土壌 (黒ボク土, 灰色低地

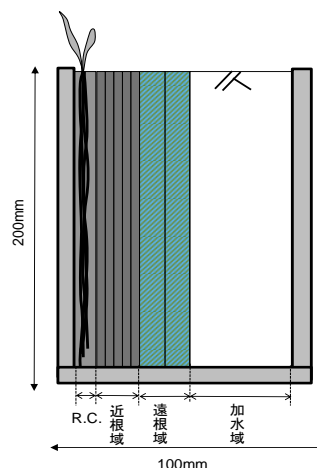


図 1 根箱の概要

土) を用いた。また土壌中の Cd の挙動に関して、他の重金属の影響が考えられることから、分析対象金属として Cd と共に Zn (亜鉛) と Cu (銅) も選択した。

(1) 植物種の選定 (ポット試験) と根箱の改良

根の分泌物は、土壌 pH を変化させ、また重金属とキレート結合し、植物への吸収を促進あるいは抑制させる。そこで土壌-植物根での移動メカニズムへの影響が異なる植物をポットで栽培し、その Cd 吸収量と土壌 pH から、根箱実験に用いる植物を選定した。また、図 1 に示した根箱を土壌中の形態分布の精度とその再現性の点から改良した。

(2) 溶液化学による根圏土壌の Cd 形態分析 (逐次抽出法)

イネ科植物としてオオムギ (*Hordeum vulgare* L.) を、マメ科植物としてキバナルーピン (*Lupinus luteus* L.) を根箱 (栽植域 (6 mm, R.C.), 近根域 (3 mm×5 層), 遠根域 (6 mm×2 層), 加水域 (27 mm) の 9 層; 図 1) で 28 日間栽培した。根からの距離別に採取した汚染土壌中の Cd 形態を逐次抽出法により、水溶態、交換態、無機結合態、有機結合態、吸蔵態として分析した。また土壌 pH も測定した。

(3) 分光学的手法を用いた Cd 局所形態分析

分光学的測定に適した土壌薄片を作製した。放射光施設の共同利用実験 (XRF および XAFS 分析) の申請を提出するための準備を行った。

4. 研究成果

(1) 根箱実験から根圏土壌の Cd 形態分布と土壌 pH は非根圏土壌の結果と異なり、根分泌物の影響が見られた。これら結果は植物種や土壌によって異なった。土壌-植物根の移動メカニズムとして、マスフローと共に、根分泌物による形態変化 (可溶化・不溶化) が示された。図 2 と図 3 に灰色低地土でオオムギとキバナルーピンを栽培させた根圏土壌の結果を示した。オオムギの根圏土壌では、Cd の不溶化が、キバナルーピンでは可溶化が生じたことが考えられた。

(2) ポット試験の結果、土壌-植物根の Cd 移動・吸収メカニズムとして、根滲出液による土壌 pH 変化 (可溶化と難溶化) およびキレート形成が考えられた。それらメカニズムはイネ科・マメ科植物の根の形態だけでなく、植物種による根分泌物の違いによっても異なることが分かった。

また植物による Cd の吸収において、Zn および Cu の拮抗作用を植物別に評価した。

(3) 図 1 に示した根箱では、根圏土壌における重金属形態の把握に関して、精度に問題があった。またマスフローを把握するためには給水のコントロールを改良する必要があった。そこで、植物を育てる栽植域を中央に設定した容量が 2 倍の根箱を作製した。さらに、給水システムとして、重量法ではなく、土壌水圧を一定に維持するシステムを設置した。

従来報告されている根箱法では困難であ

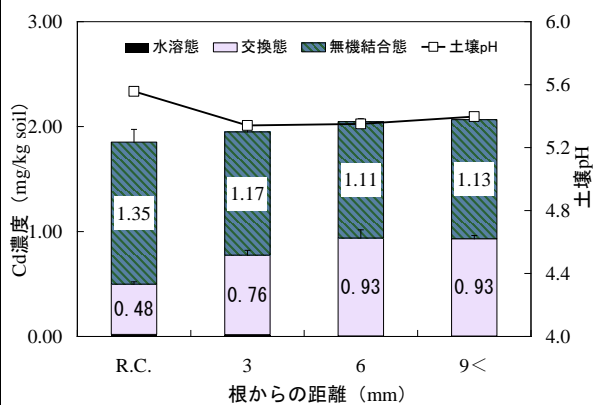


図 2 オオムギの根圏土壌の形態別 Cd 濃度と土壌 pH(H₂O)

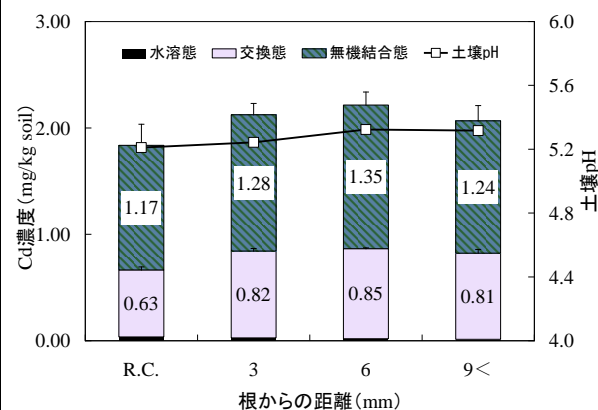


図 3 キバナルーピンの根圏土壌の形態別 Cd 濃度と土壌 pH(H₂O)

った、土壌中の Cd 移動を定量的に評価できるような土壌条件 (乾燥密度、土壌水分量) を設定できる根箱を作製した。

今回報告した根圏土壌の Cd 形態分布は図 1 の根箱を用いた結果である。今後は改良した根箱を使用して、さらに根箱実験を進める。

(4) 分光分析に適した土壌薄片の作製法を検討した。しかし、多くの土試料に対してより実用的な作製法を確立する必要がある。

(5) 放射耕施設を利用した分光分析の利用申請のための準備を行った。申請への研究者の準備が不十分であったため、計画に示した局所形態分析ができなかった。引き続き、分析ができるよう申請を予定している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 3件)

(1) 橋本勇郎、高松利恵子、長利洋、オオムギの根圏土壌におけるカドミウム、亜鉛および銅の動態、平成 23 年度土壌肥料学会講演会、2011.8.8-8.9、つくば市

(2) 高松利恵子、大石翔吾、田中勝千、イネ科・マメ科植物の根圏土壌におけるカドミウム挙動に関する研究、平成 22 年農業農村工学会大会講演会、2010.8.31-9.2、神戸市

(3) 大石翔吾、高松利恵子、田中勝千、根圏土壌におけるカドミウムの存在形態と挙動、平成 21 年度日本土壌肥料学会講演会、2009.8.15-8.17、京都市

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高松 利恵子 (TAKAMATSU RIEKO)

北里大学・獣医学部・講師

研究者番号：90327461

