

## 埴壤土と砂土における重金属の存在形態とダイズへの移行の関係 Relationship between soil chemical speciation of heavy metals and translocation to soy plant in clay loam and sand

○松村寛子\*, 中村公人\*, 櫻井伸治\*\*, 堀野治彦\*\*, 中桐貴生\*\*, 濱武英\*

○Hiroko Matsumura, Kimihito Nakamura, Shinji Sakurai, Haruhiko Horino, Takao Nakagiri,  
Takehide Hama

1. はじめに 工場や鉱山あるいはそれらの跡地からの重金属を含む排水を用水として利用することによる農地土壌汚染は深刻な問題である。広範囲の汚染土壌の除去は極めて困難であり、作物の重金属吸収を抑制する土壌管理の実現による安全な食料生産が求められる。本研究では、重金属の共存による作物吸収特性を明らかにするために、埴壤土と砂土を用いたダイズのポット栽培試験を行い、カドミウム、銅、鉛（以下、Cd, Cu, Pb）を単一および3種混合で土壌に添加した場合の土壌中重金属の存在形態とダイズへの移行の関係を調べた。

2. 実験と方法 供試土壌として、滋賀県立大学近傍の水田から埴壤土、鳥取大学乾燥地研究センター内から砂土を採取した。陽イオン交換容量は埴壤土  $157.5 \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 、砂土  $22.5 \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$  である。風乾後 2 mm 篩を通過させ、栽培用ワグネルポット(1/5000 a, 内径 16 cm×高さ 19.8 cm) にほぼ同様の体積になるように、乾土相当で埴壤土 1.31 kg, 砂土 2.51 kg を充填した。2019年7月4日にダイズ (*Glycine max*) を播種し、8月26日に所定量の重金属溶液を添加した。添加条件は無添加, Cd 単一, Cu 単一, Pb 単一および3種混合とし、環境省告示第19号(2002)の土壌含有量基準を参考に各重金属濃度を乾土あたり埴壤土で 50, 100  $\text{mg kg}^{-1}$ , 砂土では 25, 50  $\text{mg kg}^{-1}$  とした。3種混合では3倍の濃度となる。反復数を3回とし、pF値が1.8となるよう1~2日おきに水道水を補給した。植物体の枯死が確認されたものから随時実験終了とし、植物体と土壌の採取を行った。ダイズは根、茎、葉、莢、種子に分け、酸分解により重金属を抽出した(図1)。土壌は上層と下層に二分し、各層の土壌試料を Tessier ら(1979)に従って逐次抽出して3つの化学形態(水溶態, イオン交換態, 炭酸塩態)に分画した(図1)。これらは可給態と考えられ、投入量から差し引いたものを非可給態とみなす。各試液の重金属濃度を ICP 発光分析装置

(ICPE-9000, 島津製作所製) により測定した。

### 3. 結果と考察

(1) 植物体の重金属濃度 種子の重金属濃度は、砂土の共存条件下(添加濃度  $25 \text{ mg kg}^{-1}$ ) で Cd, Cu, Pb がそれぞれ 2.0, 2.8,  $1.6 \text{ mg g}^{-1}$  であったが、それ以外は両土壌ともに、種子から重金属はほぼ検出

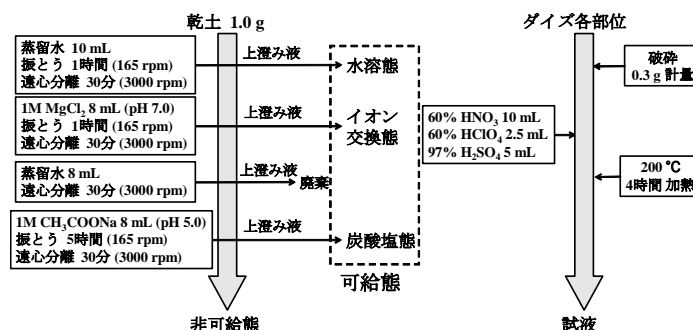


図1 重金属抽出方法 (左: 土壌, 右: ダイズ)  
Fig.1 Extraction of heavy metals (left: soil, right: soy plant)

\*京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University, \*\*大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University  
キーワード: 重金属共存

されず、葉と莢からの検出量もわずかであった。根と茎の乾重あたりの重金属濃度を図2に示す。重金属3種共存により単一の場合と比べて植物体中濃度が増加するケースは、埴壤土における根のCd, Cu, Pb, 砂土における根のPbと茎のCd, Pbである。共存により低下するケースは、砂土での根と茎のCuである。

高添加濃度条件下では、低濃度条件に比べ、根・茎ともに濃度上昇が見られ、とくに砂土でのCdとCuの茎への移動量の増加が顕著である。

(2) 土壌の重金属濃度 土壌の上下層別における乾土あたりの重金属濃度を図3に示す。Cdではイオン交換態, CuとPbでは炭酸塩態の割合が多い。重金属溶液は表層から添加したため、とくに埴壤土では重金属の大半が上層に存在した。埴壤土上層では、3種共存によって、CuとPbの可給態濃度が増加し、Cdも高添加濃度条件では増加している。砂土では、3種共存により高濃度条件でのCd, Cu, Pbの可給態濃度が下層でも増加し、CdとCuはむしろ上層を上回った。低濃度条件では、上層のCd, Pbは増加したものの、Cuは上下層とも低下している。少なくとも高添加濃度条件下においては、重金属の共存によって両土壌での各重金属の可給態濃度が増加し、陽イオン交換容量が小さく、溶質移動が生じやすい砂土においては、CdとCuが下層に移動していることがわかる。砂土の茎のCdの増加は、根が下層に達していたことから、この影響を受けたものと考えられる。低添加濃度条件下での砂土でのCuの挙動がこれと異なり、共存による可給態濃度の上昇は見られないが、Cuはこのとき種子まで達している。同条件では、CdとPbも種子に含まれており、水溶態Cd, イオン交換態Pbの増加が影響していると考えられる。

4. 今後の課題 砂土において、低添加濃度条件の3種共存下で種子にまで重金属が移行した原因の解明が、共存下での吸収抑制対策にとって重要と考えられる。

謝辞 鳥取大学藤巻晴行教授、滋賀県立大学須戸幹教授、岩間憲治准教授の採土ご協力に感謝申し上げます。本研究は科研費(19H00961, 15H04568)の補助を受けて実施した。

参考文献 Tessier A., Campbell P. G. C., and Bisson M. (1979). Analytical Chemistry, 51, 7, 844-851.

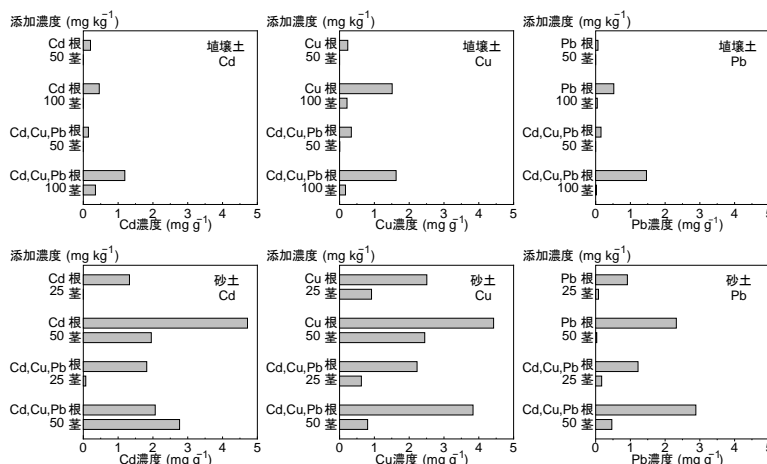


図2 ダイズ各部位の重金属濃度  
Fig.2 Concentrations of heavy metals in each part of soy plant

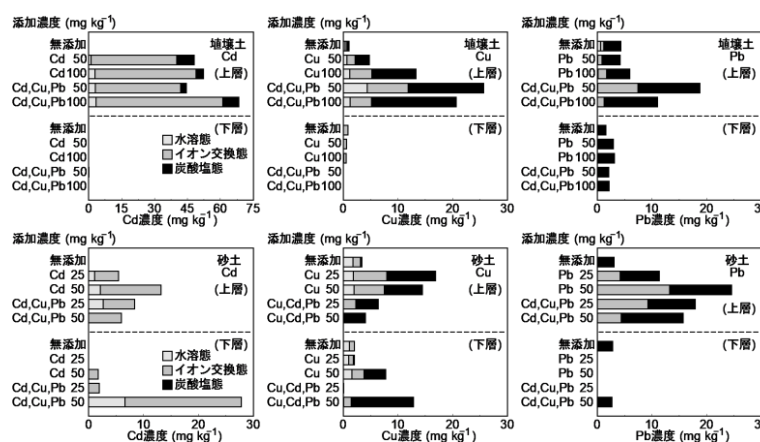


図3 土壌中の形態別重金属濃度  
Fig.3 Concentrations of various forms of heavy metals in soil