

土壤中重金属の共存がダイズの重金属吸収に与える影響

Effects of coexistence of heavy metals in soils on absorption by soybean

○松村寛子*, 中村公人*, 櫻井伸治**, 濱 武英*, 堀野治彦**

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

1.はじめに 中国やバングラデシュの鉱工業地域では、農地土壤が重金属で汚染されても除去が不十分のまま食料生産をする場合がある^{1,2)}。作物に重金属が移行するとヒトや家畜の健康を害する恐れがあり、汚染農地での重金属の吸収を抑制することが重要である。重金属の吸収特性を明らかにするために、本研究では、主要穀物であるダイズ (*Glycine max*) の栽培実験を行い、複数種類の重金属が共存する条件を設け、土壤中重金属の可給態濃度とダイズの重金属濃度を調査した。

2.実験方法 表層0~20 cmから採取した鳥取砂丘砂(以下、砂土)と琵琶湖沿岸の汎用化水田の表層0~20 cmから採取したグライ低地土(以下、埴壤土)を供試土壤とした。陽イオン交換容量は砂土22.5 mmol_c kg⁻¹、埴壤土157.5 mmol_c 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(内径16 cm×高さ19.5 cm)に土壤厚さ11 cm、乾土相当で砂土2.51 kg、埴壤土1.31 kgを充填した。2019年7月上旬にダイズを播種し、8月下旬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種共存とし、環境省告示第19号(2002)の土壤含有量基準を参考に各重金属濃度を乾土あたり砂土で25、50 mg kg⁻¹、埴壤土で50、100 mg kg⁻¹とした。3種共存では3倍の濃度となる。実験は3反復とし、pF値が1.8となるよう1~2日おきに水道水を補給した。8月下旬~9月中旬にかけて適宜ダイズと土壤を分析した。ダイズは根、茎、葉、莢、豆に分け、酸分解により重金属を抽出した。土壤は上層と下層に二分し、それぞれ Tessierら³⁾を参考に逐次抽出して3つの化学形態(水溶態、イオン交換態(以下、交換態)、炭酸塩態)に分画した。これらを「可給態」とし、添加量と可給態量の差を「非可給態」とした。各試液の重金属濃度はICP-AESにより測定した。

3.結果と考察

(1)ダイズの乾燥重量 実験終了時の植物体全体の乾燥重量は、埴壤土栽培が砂土栽培よりも約5倍大きかった。砂土ではCu単一で豆の重量、Pb単一で茎と葉の重量がそれぞれ小さくなり、3種共存では豆が結実しなかった。埴壤土ではCd単一とPb単一で豆の重量が大きく、共存での豆の重量が小さくなった。

(2)ダイズへの重金属移行 添加した重金属のうち、植物体が吸収した重金属の割合は砂土で最大4%、埴壤土で最大2%であった。豆への移行性は、単一・共存を問わずCu>Pb>Cdの順に高く、Cdは豆に含まれなかった。

(3)ダイズおよび土壤の重金属濃度 砂土栽培の結果を図1に示す。Cd単一では植物体地上部にCdは移行していないが、3種共存ではCdの水溶態と交換態が増加し、とくに高添加濃度で下層への移動量が多く、地上部へのCd移行量が増加している。Cu単一では添加濃度の上昇により可給態が増加し、下層への移動も確認され、地上部への移行が増加している。共存ではCuの水溶態と交換態が減少し、高添加濃度条件では地上部への移行が抑制されている。一方、Pbでは単一・共存ともに可給態に大きな変

*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、可給態、ダイズ

化はないが、共存では植物体への移行は増加し、とくに茎に集中している。

埴壤土栽培の結果を図2に示す。Cd単一では砂土と同様に地上部への移行がない。共存では、高添加濃度条件でCd交換態が増加し、茎にCdが移行している。Cu単一では添加濃度の上昇により上層のCu交換態と炭酸塩態が増加し、地上部への移行が増加している。共存ではCu単一よりもCu可給態が増加したが、地上部への移行に変化はみられない。Pb単一では添加濃度によるPb可給態の変化はないが、高添加濃度で地上部へのPb移行が増加している。共存ではPb単一よりも上層のPb可給態が増加したが、地上部へのPb移行は抑制されている。

以上から、砂土では、重金属共存によるCdの可給性増加とCuの水溶態減少が生じ、これが植物体への移行(吸収)に影響すること、埴壤土では、重金属共存によるCuとPbの可給性増加がみられるが、植物体への移行には大きく反映されないことがわかる。埴壤土では可給化しても重金属が上層に保持され、下層に至っていないことが影響しているのではないかと推測している。

4. おわりに 重金属を含む水を地表に与えるときの可給態重金属の鉛直プロファイルが作物による重金属吸収と生長・生殖に与える影響の詳細を今後さらに検討したい。

謝辞 本研究は科研費(19H00961, 15H04568)の補助を受けて実施した。

参考文献 1) Islam et al. (2018). *Environ. Res. Public Health*, 15, 2825. 2) Zhang et al. (2020). *Environ. Res. Public Health*, 17, 7072. 3) Tessier et al. (1979). *Analytical Chemistry*, 51, 7, 844-851.

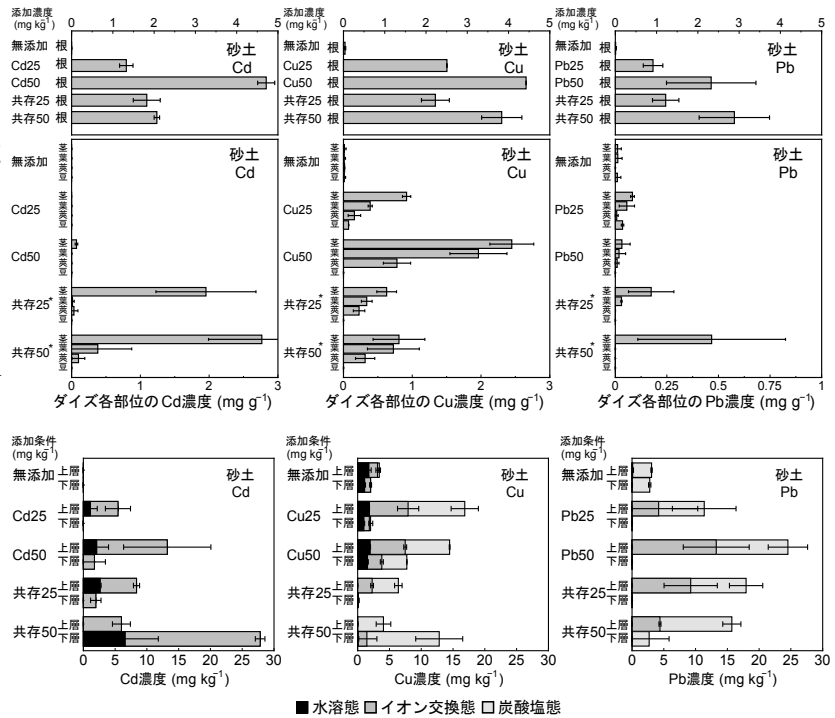


図1 砂土栽培のダイズおよび土壌の重金属濃度
Fig.1 Concentrations of heavy metals in soybean and sand.
*共存条件では豆の結実が確認されなかった。

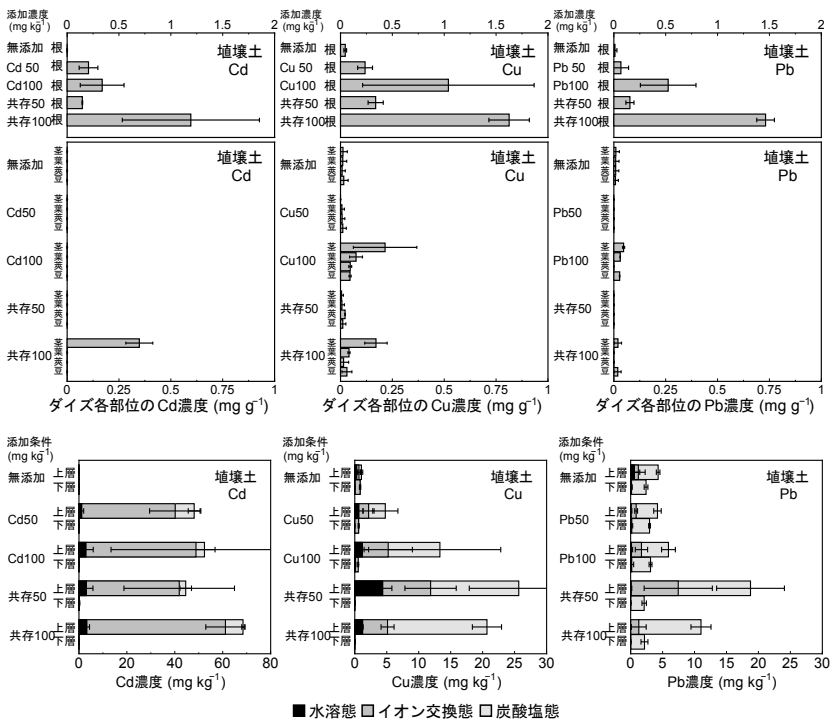


図2 埴壤土栽培のダイズおよび土壌の重金属濃度
Fig.2 Concentrations of heavy metals in soybean and clay loam.