

砂丘砂に含まれる Cd と Cu のコマツナによる吸収に関する栽培試験

Cultivation experiments on absorption of Cd and Cu in sand by Japanese Mustard Spinach

○原 百花*, 中村公人*, 宮崎直紀*, 烏英格*, 櫻井伸治**, 堀野治彦**, 川島茂人*
HARA Momoka*, NAKAMURA Kimihito*, MIYAZAKI Naoki*, UINHGA*, SAKURAI Shinji**,
HORINO Haruhiko**, KAWASHIMA Shigeto*

1. はじめに 広範囲に重金属によって汚染された農地においては、作物の可食部に重金属が蓄積されないような農法の開発が、汚染土壌の浄化に比べて短期的対策であるものの、より現実的であると考えられる。そのためには、単一のみならず複数の重金属が共存する条件下での吸収量への影響や、土壌水分条件の影響に関する知見が必要となる。本研究では、これを目的として、吸着能力が低い砂質土壌に着目し、カドミウム (Cd) と銅 (Cu) を対象として、コマツナを用いた植物ポット試験を実施した。土壌中の重金属の形態と植物への吸収の関係を考察するため、逐次抽出法により重金属の化学系態別分析を行った。
2. 実験概要 温室内において植物ポット試験を行った。供試土壌は鳥取大学乾燥地研究センター敷地内の深さ 0~20cm の層から採取した砂丘砂であり、風乾後、2mm ふるい通過分をワグネルポット (1/5000 a) に充填した。供試作物には、コマツナ (*Brassica rapa* var. *perviridis*) (JA グループ製) を使用した。栽培開始日は 2016 年 8 月 22 日、コマツナがある程度生長した 10 月 16 日に重金属を含む溶液を土壌表面に添加し、枯死が認められた場合は随時終了とした。11 月 13 日に残った供試体を全て終了させた。重金属は Cd と Cu について単一または 2 種混合溶液とし、濃度は土壌含有量基準を参考に各重金属種で 100 mg kg⁻¹ 乾土とした。金属の対イオンは硝酸である。対照実験として蒸留水を与えた場合 (CNTL) も行った。溶液添加後の土壌水分管理は、湿潤状態 (pF 1.5) と乾燥状態 (pF 2.5) の条件の 2 通り行い、1~3 日おきに損失水量相当を補水した。反復回数は 3 回とした。

実験終了後、植物体を葉と根に分断してから 80℃で 72 時間乾燥、細断し、乾燥重量を測定した。1% HCl によって根を 5 秒間洗浄した。葉と根の一部を取り、HNO₃: 10ml, HClO₄: 2.5ml, H₂SO₄: 5ml を加えて酸循環式分解装置 ((株) アクタック製) を用いて分解した溶液を ICP 発光分析装置 (ICPE-9000 (島津製作所製)) による分析に供した。土壌については、ポット内土壌を上層と下層に二等分し、それぞれを Tessier ら (1979) の逐次抽出法を参考に水溶態、イオン交換態、炭酸塩態を分画した後、ICP 発光分析装置により分析した。ここでは上記 3 つの形態を可給態、残渣を非可給態とみなした。

3. 結果と考察

(1) 土壌水分条件による影響 Cu を単一で添加した供試体と 2 種混合添加した供試体では、重金属添加後数日で枯死がみられ、ポット内の体積含水率に有意差はなかった (ほぼ pF 1.5 相当)。よって、これらの条件では土壌水分条件による違いが現れず、以降では両条件ともに pF 1.5 として扱った。体積含水率に差がみられた供試体は蒸留水と Cd を単一で添加した条件である。

*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: 土壌水分管理, 重金属共存, 化学形態

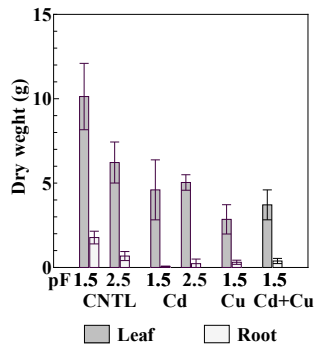


Fig.1 葉と根の乾燥重量*
Dry weights of leaf and root

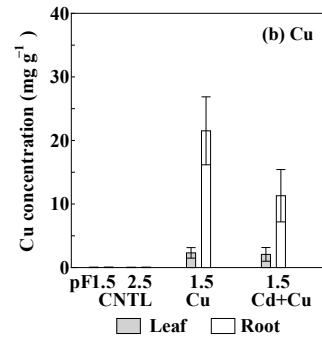
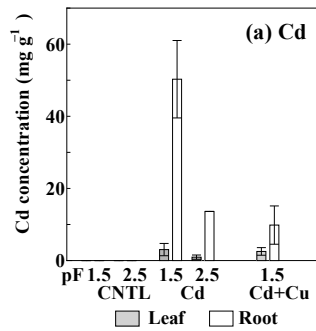


Fig.2 植物体部位別の重金属濃度*
Heavy metal concentrations of leaf and root

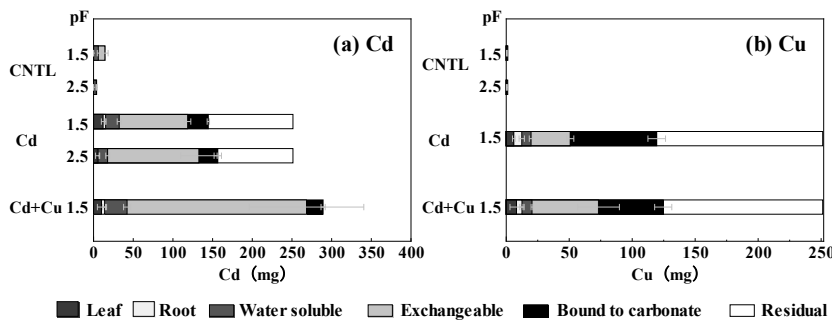


Fig.3 重金属の土壤中化学形態別存在量と葉，根内の量*
Heavy metal amounts of each speciation in leaf and root

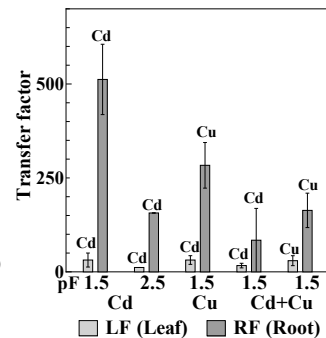


Fig.4 移行係数*
Transfer factor
(*エラーバーは標準偏差)

実験終了時の葉と根の乾燥重量を Fig.1 に示す. CNTL では, pF 2.5 で葉と根ともに pF 1.5 に比べて乾燥重量が低下しているが, Cd 単一添加では違いはみられない. 部位別の重金属濃度を Fig.2, 土壤中の化学形態別存在量と葉, 根内の量を Fig.3 に示す. また, Fig.4 に移行係数 (上層土壤中の可給態濃度に対する葉, 根の濃度の比 (それぞれ LF, RF)) を示す. Cd 単一では, pF1.5 に比べ pF 2.5 で葉と根の Cd 濃度と移行係数が顕著に小さい. 土壤中の可給態濃度はイオン交換態の増加により若干 pF 2.5 で大きくなっているにも関わらず, 吸収量が減少していることから, 低水管理によって吸水が抑制されたことにより, Cd の吸収量が根, 葉ともに小さくなったものと考えられる.

(2) 重金属共存の影響 pF 1.5 における Cd と Cu の共存の影響をみると, 葉と根の乾燥重量に有意差はない. 葉の重金属濃度は Cd, Cu ともに変化がないが, 根の Cd, Cu 濃度は, 共存により大きく低下している. 葉と根の移行係数にも同様の傾向がみられる. 土壤中では, 単一条件の Cd はイオン交換態, Cu は非可給態, 続いて炭酸塩態の占める割合が大きく, 共存すると, Cd ではイオン交換態の増加と非可給態の減少, Cu ではイオン交換態の増加と炭酸塩態の減少がみられる. いずれも共存によって植物への移行性があると考えられるイオン交換態が増加している. したがって, 共存により植物への移行が促進されると予想されるが, 実際は前述した通りである. 共存によって根への重金属の付着が競合するため, ある重金属に着目したときの付着量が減少した可能性がある. また, 共存によるイオン交換態の増加は葉への吸収量の増加に寄与しないことが示唆される.

5. おわりに Cu を添加した場合に速やかに枯死したため, 重金属の添加濃度設定を再考し, データを蓄積する必要がある.

謝辞:鳥取大学乾燥地研究センター藤巻晴行教授の採土におけるご協力に心より感謝申し上げます. 本研究は科研費 15H04568 の補助を受けて実施した. 引用文献:Tessier A. et al (1979): Analytical Chem. 51, 844-851.