

黒ボク土におけるオオムギの根圏土壌の溶存重金属の移動・吸収メカニズム
 Transport and Uptake of Water-soluble Cadmium, Zinc and Copper
 within Rhizosphere of Barley in Andosol

○佐野 雅広* 高松 利恵子* 長利 洋* 落合 博之*

Masahiro Sano, Rieko Takamatsu, Hiroshi Osari, Hiroyuki Ochiai

1. はじめに

Codex による食品中の Cd 国際基準値の設定を受け、畑作物の Cd 基準値改正が検討されるとともに、畑土壌へのファイトレメディエーションが有用な修復技術として注目されている。根から数 mm の範囲である根圏土壌に着目し、ライゾボックスを用いて黒ボク土・灰色低地土のオオムギの根圏土壌の Cd 形態分布が得られた（橋本(2013), 佐野(2015)）。根圏土壌における無機・有機結合態 Cd からの形態変化が生じ、特に黒ボク土の根圏土壌の Cd 移動性に影響することが示唆された。根への吸収や根滲出液による形態変化に直接的に関わるのは、無機・有機結合態の一部である溶存 Cd であると考えられる。Sakurai ら(2007)は土壌の水溶態重金属の化学形態の分析手法として、イオン種や大きさ(分子量)で分画する方法を提案している。本研究は、黒ボク土におけるオオムギの根圏土壌の溶存 Cd, Zn 及び Cu の形態をイオン種や移動性を把握することを目的とする。

2. 方法

植物はイネ科のオオムギ(*Hordeum vulgare L.*)を、土壌は Cd, Zn および Cu で人工的に複合汚染させた黒ボク土(青森県十和田市)を用いた(Cd:6ppm, Zn:250ppm Cu:100ppm)。塩ビ製のライゾボックス(内寸 120×200×100mm)(Fig.1)を用いて、橋本ら(2013)に準じて栽培とその後の根圏土壌における重金属の形態別の分析を行った。乾土 6g にイオン交換水 30ml を加え、往復振とう(160rpm, 1h, 20°C)と遠心分離(4000rpm, 20min)後、上澄み溶液をメンブランフィルター(孔径 0.8µm)に通し、溶存態試料とした。この溶存態試料を、陽・陰イオン交換樹脂(Amberlite)を用いて、イオン別に分画し、陽イオン、陰イオン、中性態の重金属濃度を算出した。また溶存態試料を、遠心式限外濾過フィルター((Amicon Ultra-15)を用いて、分子量 3,000(3k), 30,000(30k), 100,000(100k)で分画し、分子別の重金属濃度を算出した。その際、遠心分離の強度は(5000G, 1h)とした。植物体は地上部と根部に分け、硝酸・過塩素酸法により重金属ごとの吸収量を求めた。重金属濃度は ICP 質量分析装置(NexION 300 ICP - MS PerkinElmer)で分析した。

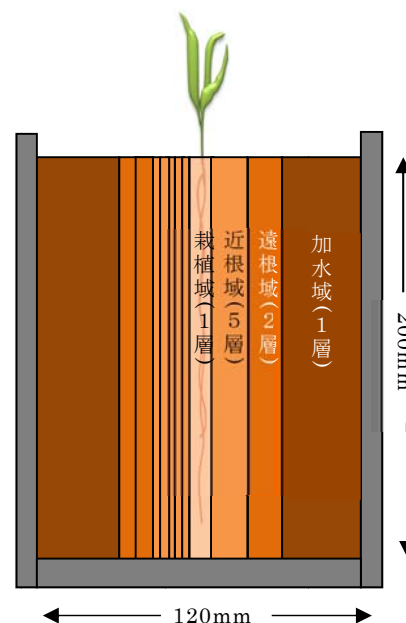


Fig.1 ライゾボックスの概要
 Schematic diagram of rhizobox

*北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine, Kitasato University

キーワード：根圏土壌，溶存重金属，黒ボク土

3. 結果

オオムギの根圏土壌における溶存 Cd のイオン形態別濃度を Fig.2 に示す。溶存 Cd 濃度は段階的に根に近づくほど高い値となった。イオン形態別では、陽イオン濃度が最も高く、陰イオンおよび中性濃度は、その 10 分の 1 程度であった。陽イオン分布は、根に向かって高くなったが、陰イオン及び中性濃度は低くなる傾向を示した。分子量別濃度は、サイズが小さい $MW < 3k$ の濃度が最も高くなり、陽イオン濃度と同様の分布が得られた。溶存態 Cd は遊離イオンの形態が多く、根へのマスフローによる移動・吸収が示された。

根圏土壌の溶存 Cu のイオン形態別濃度を Fig.3 に示す。溶存態 Cu 濃度は Cd とは逆の傾向を示し、根に向かって段階的に低くなった。イオン形態別では、陰イオンが最も高く、3 割程度が中性であった。陽イオンはほとんど見られなかった。またそれぞれの形態別でも根に向かって低い分布となった。分子量別濃度では、大きなサイズの $100k \leq MW < 800k$ が最も高く、根に向かって低くなった。溶存態 Cu は主に腐植物質と錯体を形成し、根付近でマスフローよりも分解の影響が見られた。

根圏土壌の溶存 Zn のイオン形態別濃度を Fig.4 に示す。溶存 Zn 濃度は添加濃度が高いため、根に向かってわずかに低くなった。イオン形態別の割合や分布は Cd と類似した。分子量別では、 $MW < 3k$ の濃度が最も高く、陽イオン濃度と同様の分布が得られたが、根付近では分子量の大きなサイズの Zn から小さいサイズへの分解が見られた。溶存態 Zn は、遊離イオンとしてマスフローによる移動とともに、腐植物質・粘土に結合した Zn の植物根による分解・吸収が示された。

4. 結論

黒ボク土におけるオオムギの根圏土壌の溶存 Cd, Zn 及び Cu の形態分布は各々で異なった。溶存態に着目することでオオムギの根圏土壌における重金属移動・吸収メカニズムの理解が進んだ。

引用文献 橋本ら(2012):平成 25 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 佐野ら(2015):平成 27 年度農業の農村工学会東北支部研究発表会, Sakurai ら(2007):JARQ 41 : 139-145

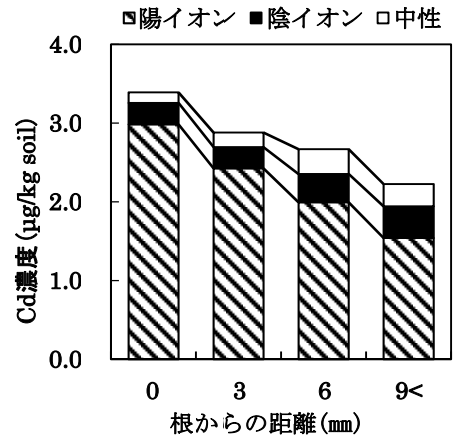


Fig.2 オオムギ根圏土壌の溶存 Cd のイオン形態別濃度 Water-soluble Cd concentration within the rhizosphere of Barley

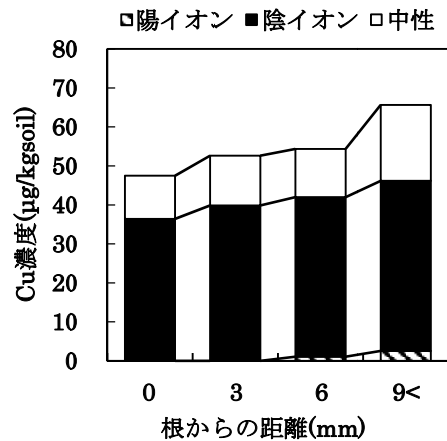


Fig.3 オオムギ根圏土壌の溶存 Cu のイオン形態別濃度 Water-soluble Cu concentration within the rhizosphere of Barley

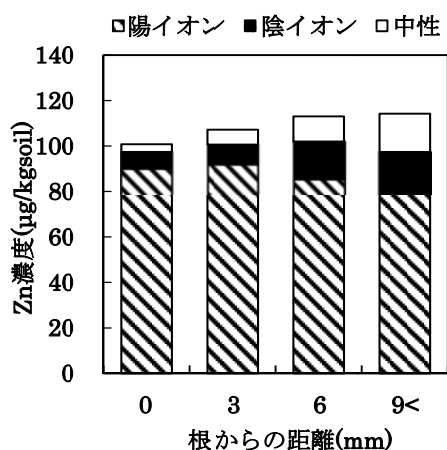


Fig.4 オオムギ根圏土壌の溶存 Zn のイオン形態別濃度 Water-soluble Zn concentration within the rhizosphere of Barley