

[自主研究]

土壤中における有害重金属の存在形態と植物への移行状況の解析

石山高 八戸昭一 濱元栄起 白石英孝 細野繁雄

1 研究目的

近年、中国では急速な経済発展に伴い、様々な環境汚染が顕在化している。特に、都市郊外の農業地域では、工場排水や生活排水で汚染された灌漑用水による農用地土壌汚染が大きな問題となっている。

本研究では、過去の国際貢献プロジェクトで入手した中国山西省の農用地土壌を用いて、土壌から植物への金属移行特性について解析する。今年度は、中国山西省の土壌特性を踏まえた上で、植物に移行し易い金属種や有害重金属類を吸収し易い植物種について検討を行った。

2 実験方法

農用地土壌1gに対して各重金属類(Cd, As等) 10 μgを添加し、風化試験(40℃湿潤)を実施した。一定時間毎に逐次化学抽出試験¹⁾を行い、土壌中重金属類の存在形態(水溶出態、イオン交換態、酸可溶性態、鉄酸化物態、残渣態)を把握した。

風化試験に用いた農用地土壌は、表層土壌(0-20cm)と下層土壌(40-60cm)に分割し、腐植物質が存在形態に与える影響についても併せて検討した。

3 結果と考察

存在形態を解析した結果、農用地土壌に添加したヒ素は時間の経過と共に鉄酸化物態へと移行することが分かった。添加量(10 μg/g-soil)の80~90%は可溶性態(水溶出態+イオン交換態+酸可溶性態+鉄酸化物態)として存在し、表層及び下層土壌で存在形態に違いは認められなかった。ヒ素は鉄含有量の高いトモロコシに蓄積され易い傾向にあり、この結果は土壌中でのヒ素の存在形態を反映しているものと考えられる(図1)。ヒ素のようなオキソアニオン類は、加水分解せず、アルカリ環境下では土壌から溶出し易いという化学的性質を有している。従って、中国山西省のように弱アルカリ性の土壌が広く分布する地域では、ヒ素のようなオキソアニオン類は、鉛やクロム(Ⅲ)等のカチオンに比べて植物への移行性が高いと考えられる。

カドミウムは、水溶出態、イオン交換態、鉄酸化物態としてほとんど存在せず、添加量の約50%が酸可溶性態となることが分かった(図2左)。これに対し、モリブデンは添加量の80%以上が可溶性態となるものの、酸可溶性態としての存在

比率は極めて低いことが分かった(図2右)。この存在形態の違いを踏まえた上で、カドミウムとモリブデンの植物含有量を比較した。カドミウム含有量が高かった植物はマリーゴールドとヒマワリであり、大豆中のカドミウム含有量は検出下限値未満であった。一方、モリブデン含有量が最も高かった植物は大豆であり、マリーゴールドやヒマワリのモリブデン含有量は低い傾向にあった。この結果は、大豆が根圏pHを低下させずに金属を吸収しているのに対し、マリーゴールド等は有機酸で根圏pHを低下させて金属を吸収していることを示唆している。大豆は根圏pHを低下させないため、鉄含有量が低い割に、ヒ素含有量が高かったものと考えられる(図1)。

銅と亜鉛は、表層と下層土壌で存在形態が大きく異なっていた。どちらも下層土壌では、主に鉄酸化物態として存在していたのに対し、表層土壌では鉄酸化物態の他に酸可溶性態としても存在していた。金属の種類によっては、腐植物質の存在により酸可溶性態としての比率が増加することが分かった。銅や亜鉛は、鉄を多量に吸収する植物、有機酸を分泌する植物、どちらにも同等レベルで吸収されたが、農用地以外の土壌(腐植物含有量が低い)では、鉄を多量に吸収する植物に対して、より移行し易いと推察される。

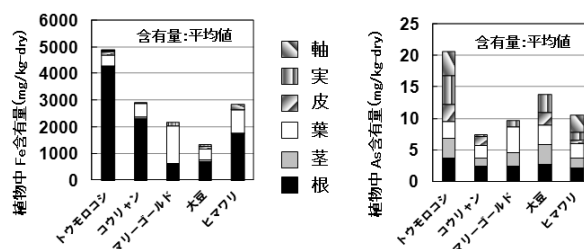


図1 植物中における鉄(左)、ヒ素(右)の部位別含有量

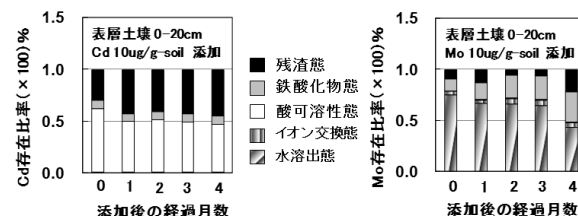


図2 カドミウム(左)、モリブデン(右)の存在形態

文献 1) 石山ら(2013)埼玉県環境科学国際センター報,13,131.