

ファイトレメディエーションにおける Cd 濃度の変化

The change of Cd concentration in phytoremediation

○大川浩平 井本博美 溝口勝 宮崎毅
Kohei Okawa, Hiromi Imoto, Masaru Mizoguchi, Tsuyoshi Miyazaki

1. はじめに

わが国では鉄工所、精錬所などから流出・飛散したカドミウム(以下 Cd)が畑地、水田などを汚染し、そこで生育された作物を人間が摂取することによる健康被害が起こってきた。

こういった重金属汚染土壌の修復は急務であるがその手法として注目されているのは植物を用いたファイトレメディエーションである。ファイトレメディエーションには低濃度の汚染地においては従来の土木工学的な手法に比べ低コスト、植物体が土壌中から重金属を蓄積するため土壌の根本的な浄化が可能、といった利点がある。植物としてイネに注目した。

ファイトレメディエーションにおいてイネは、(1)水はけが悪い農用地であっても良好な生育が可能である、(2)種子の継続的安定供給が地域内で確保できる、(3)播種から収穫までの栽培管理技術が確立している、(4)全く知らない植物を栽培する心理的負担から農家を解放する、利点が挙げられる。

そこで本研究では、Cd 汚染土壌にイネを移植し植物体に向かう Cd の水平移動を深さ別に調べる実験を行った。

2. 実験方法

(1) 試料

供試土壌として黒ボク土、供試植物としてイネ(コシヒカリ)を用いた。この土壌に Cd を添加した。実験条件は以下のとおり。

	Cd 濃度(ppm)	生育期間	植物の有無
run1	3.78	44 日	2本移植
run2	3.78	63 日	2本移植
run3	3.78	63 日	なし
run4	0.27	63 日	2本移植

(2) 装置

Fig.1 に装置の概略を示す。内寸 5×10×20 cm のアクリル製の容器に Cd 汚染土壌を乾燥密度 0.75gcm⁻¹ で充填し根箱を作成した。これに発芽後二週間のイネの苗を移植した。植物を移植する部分は 1.5cm で区切られており根はこの部分に閉じ込められる。この根箱を昼 30°C、夜 25°C に保たれたバイオトロン内に 44, 63 日静置した。実験

終了後土壌を根箱の左端から水平方向に 1.5, 2, 3, 4, 5 cm、加えてそれぞれを鉛直方向に地表面から 6.6, 13.4, 20 cm 分けて採取し(3)に示す測定を行った。

給水はマリOTT管を用いて根箱下部のポラス管から行った、給水量は平均 9.16 mmd⁻¹ であった。

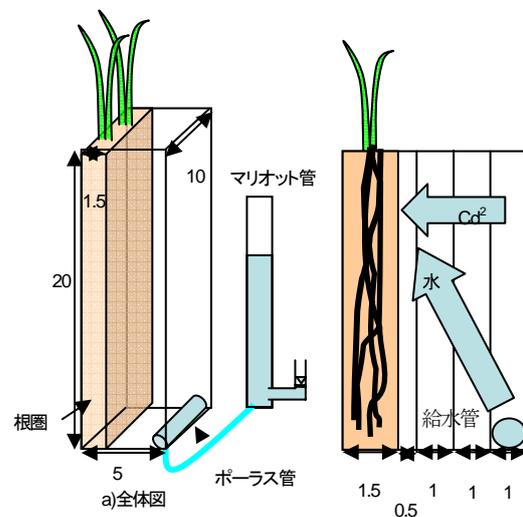


Fig.1 装置図(単位 cm) a)全体図 b)断面図

(3) 測定項目

測定項目	手法
土壌 Cd 濃度	0.1M 塩酸抽出、原子吸光法
土壌含水比	炉乾法
土壌 pH	1:2.5 水抽出法
植物体の体長	
植物体 Cd 濃度	湿式灰化、原子吸光法

3. 結果

(1) 土壌中 Cd 濃度分布(Fig 2,3,4)

上部、中部、下部ともに植物を移植していない run3 で Cd はほとんど移動していなかった。このことは蒸発による上方への水分移動のみでは Cd は移動されないことを示している。

Fig.2 より、表層から 6.6 cm までの土壌を採取した上部部分では生育期間 44 日である run5、63 日である run2 とともに全体的に初期値よりも Cd

濃度は低下した。

濃度の減少が最も顕著なのは植物体の存在する0~1.5cmの部分でありそれぞれ0.4、1.1ppm減少した。またrun1では3~5cmでの濃度減少量は0.2ppmだったが、より生育期間の長いrun2では3~5cmの減少量は0.4ppmになった。またこの部分では濃度は等しく0.45ppmずつ低下し3~5cmでは勾配は生じなかった。

深さ6.6~13.3cmの土壌を採取した中部部分でもrun1、run2ともに初期値よりはCd濃度は減少した。

しかし減少量は上部に比べて少なかった。植物体の存在している0~1.5cmではrun1で0.3、run2で0.6ppm減少した。またrun1は1.5~5cmでほとんど減少しないがrun2は1.5~5cmにおいても減少が見られた、イネが深さ6.6~20cm、根から1.5cm以上離れた部分のCdを吸収するに44日以上かかったことが分かる。

またrun2では植物体に近い1.5~3cmの部分で3~5cmよりも高い濃度となった。

深さ13.4~20cmの下部では植物体が存在していた0~1.5cmにおいてCd濃度がrun1で0.2、run2で0.5ppm減少したが他の部分で減少しなかった。よってイネが13.4cm以上深い部分で根から離れたCdの吸収には少なくとも63日以上かかると思われる。

(2) 土壌pH(Fig 5,6,7)

植物体の存在する部分でpHは特に高い傾向にあった。根のない部分と比べるとpHは0.5程度高かった。阿部(2004)によればpHが0.5上昇することでCdの土粒子に対する吸着量は1.8倍になる。

表層から6.6cmまでの上部は生育期間44日のrun1、63日のrun2ともに植物体のある0~1.5cmの部分でもっともpHが高く、離れるにつれpHの低下が見られた。植物のないrun3は全体的にpHは約5.4で等しく、run1、run2、run4に比べて低い値となった。これらのことからイネが存在によりpHが上昇することが示唆された。

深さ6.6~13.3cm中部ではイネが存在している0~1.5cmにおいてrun1が高いpHをとった。しかし1.5~5cmではrun1、run2、run4ともにpH5.8前後の値となった。0~1.5cmにおいてpHが高いのは、イネ科植物はその他の植物種とは異なり、根から陽イオンを吸収する際にH⁺を放出しない(Bekele,T.et al, 1983)のでOH⁻が電離し、根の近傍の[OH⁻]の増加によりpHが上昇する、一方この機構とは別に根から有機酸を分泌し

ていると考えられているのでpHは低下するが、この二つで前者の影響が強かったためpHが上昇したと思われる。

深さ13.3~20cmの土壌を採取した下部部分ではrun1、run2、run3において全体的に等しいpHとなった。

4. 結論

- ①イネは移植後少なくとも63日までの成長に伴って土壌からCdを吸収した。
- ②土壌深さ別にみるとイネは上部ほど根から離れた部分のCdを吸収しやすい。深さ13.4~20cmの根から離れた部分のCd濃度は63日後も減少がみられなかった。
- ③ファイトレメディエーション中のCd移動にはpHが大きく影響する。

参考文献

- 1) 阿部ら 2004. 農業土木学会講演要旨集,p280-281
- 2) Bekele,T.et al 1983. Plant Soil, vol75, p361~378

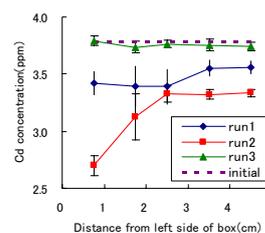


Fig.2 Upper part Cd concentration

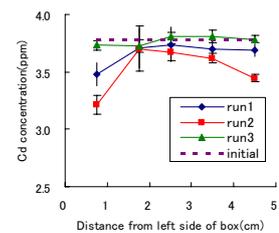


Fig.3 Middle part Cd concentration

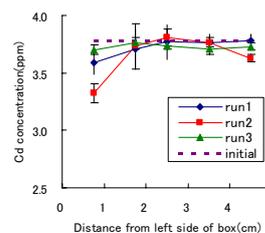


Fig.4 Lower part Cd concentration

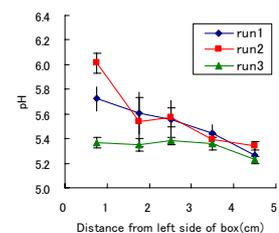


Fig.5 Upper part pH

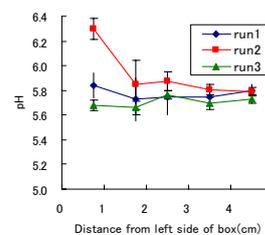


Fig.6 Middle part pH

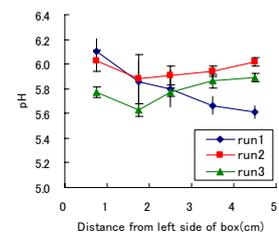


Fig.7 Lower part pH