

生分解性キレート剤による土壤中カドミウムの可溶化

加藤直人・住田弘一

(東北農業研究センター)

Solubilization of Cadmium in Soils by the Addition of Biodegradable Chelating Agents

Naoto Kato and Hirokazu Sumida

(National Agricultural Research Center for Tohoku Region)

1 はじめに

近年、食品の安全性に対する認識が高まっており、カドミウム (Cd) についても、コーデックス委員会において現在の国内基準値 (玄米1ppm) より厳しい規制値が提案・議論されている。そこで、筆者等は植物によって土壤中のCdを除去し、汚染土壌を浄化する、いわゆるPhytoextractionの実用化を目指した研究に着手した。Phytoextractionを効率的に行うためには、土壤中のCdを可溶化させる資材を投入し、植物のCd吸収を促進させることが必要である¹⁾。本研究では、このようなCd可溶化資材として、環境への悪影響が少ないと考えられる生分解性キレート剤に注目し、その即時的効果と持続的効果を調べたので報告する。

2 試験方法

(1) 供試土壌

現地水田圃場の作土層から下記の4点のCd含有土壌を採取した。実験①では、腐植質黒ボクグライ土と細粒灰色低地土を使用し、実験②では全ての土壌を用いた。

腐植質黒ボクグライ土 (塩酸可溶性Cd 4.23mg/kg, pH 5.7, 土性CL, 最大容水量 118g/100g)

細粒灰色低地土 (塩酸可溶性Cd 0.94mg/kg, pH 5.2, 土性CL, 最大容水量 77g/100g)

細粒グライ土 (塩酸可溶性Cd 2.07mg/kg, pH 6.0, 土性SCL, 最大容水量 95g/100g)

黒泥土 (塩酸可溶性Cd 0.99mg/kg, pH 5.5, 土性LiC~CL, 最大容水量 95g/100g)

(2) 供試可溶化資材

生分解性キレート剤として、Lグルタミン酸2酢酸4ナトリウム (GLDA)、N-2-ヒドロキシエチルイミノ2酢酸2ナトリウム (HIDA)、Lアスパラギン酸-N,N-2酢酸4ナトリウム (ASDA)、3-ヒドロキシ-2,2'-イミノジコハク酸4ナトリウム (HIDS) の4種類を用いた。また、クエン酸についても検討した。生分解性キレート剤の対比区としてエチレンジアミン4酢酸2

ナトリウム (EDTA) を使用し、その他に対照区として資材無添加区を設けた。

(3) 可溶化資材の即時的効果 (実験①)

風乾土20gに各可溶化資材の水溶液 (0.667g/l) を60ml添加し、1時間振とう (25℃, 120rpm) して抽出されるCd量を測定した。1区2連で行った。

(4) 可溶化資材の持続的効果 (実験②)

風乾土 (乾土400g相当) に各資材0.8gを含む水溶液を添加し、畑水分状態 (最大容水量の50ないし60%) で保温静置し (25℃)、経時的に土壤中の水溶性Cd量を測定した。1区2連で分析した。

また、保温静置開始2日後と21日後には、土壌pHを測定した。

3 試験結果及び考察

(1) 即時的効果 (実験①)

図1に示したように、Cd可溶化能は、両土壌ともにEDTAで最も高く、次いでGLDA>HIDA>ASDAの順であった。クエン酸は細粒灰色低地土ではASDA以上の効果を示したが、腐植質黒ボクグライ土では効果が劣った。HIDSの効果は両土壌ともに小さかった。

表1に土壌の塩酸可溶性Cd量に対する各資材による抽出割合を示した。GLDA, HIDA, ASDAでは、細粒灰色低地土に比べて腐植質黒ボクグライ土で抽出割合が高かったが、クエン酸では反対の結果となった。また、EDTAでは両土壌とも、塩酸可溶性Cdの70%程度のCdが抽出された。

(2) 持続的効果 (実験②)

いずれの資材も土壌の水溶性Cd量は経時的に減少する傾向が認められた (図2)。この原因の一つとして、資材が土壌中で分解したことが考えられるが、

EDTAでも同様の減少傾向が認められたことから、別の要因も関与していると推察された。

ASDAは他の資材に比べて効果が持続した。特に黒泥土では、EDTAに次いで水溶性Cd量が高く維持されており、GLDAやHIDAよりも有効であると考えられた。しかし、その他の土壌では、各資材の効果は、E

DTA>GLDA, HIDA>ASDAの順であった。

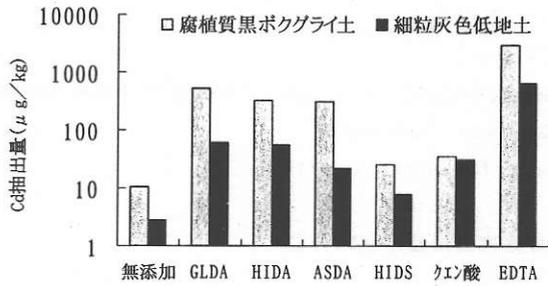


図1 可溶化資材の即時的効果

表1 塩酸可溶性Cdに対する抽出割合(%)

	腐植質黒ボク グライ土	細粒灰色低地 土
無添加	0.2	0.3
GLDA	12.6	6.5
HIDA	7.6	5.9
ASDA	7.3	2.4
HIDS	0.6	0.9
クエン酸	0.8	3.2
EDTA	71.1	67.2

HIDSは効果が小さかった。クエン酸も実験①では即時的効果が認められたが、本実験ではいずれの土壌でも効果が認められなかった。これは、クエン酸が極めて短時間で分解されたためと考えられた。

EDTAでは、水溶性Cd量が極めて高く推移しており、可溶化能は高かったが、一方、Cdの地下水への溶脱が懸念された。

保温静置中の土壌pHの変化を表2に示した。本試験で使用した生分解性キレート剤は、いずれもアルカリ資材であるため、無添加区に比べて土壌pHが上昇した。しかし、保温静置終了時(21日後)には低下することが示された。これは、保温静置中に硝酸態窒素が生成したためと推察された。図2に示したように、資材無添加区において水溶性Cdが経時的に微増する傾向が認められたが、これは土壌pHの低下

が一因と考えられた。

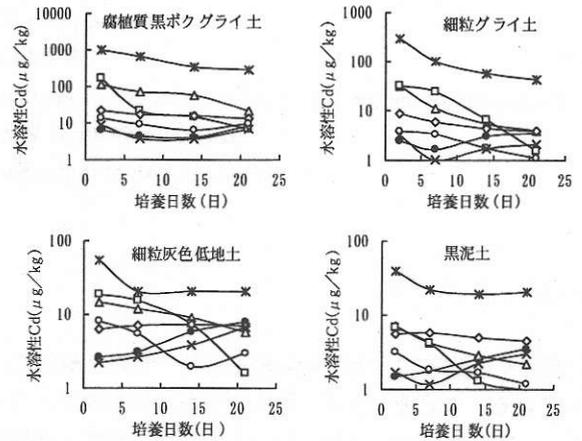


図2 カドミウム可溶化資材の持続的効果

●; 無添加, △; GLDA, □; HIDA, ◇; ASDA, ○; HIDS, ×; クエン酸, *; EDTA

4 ま と め

以上の結果から、HIDSを除く生分解性キレート剤は、土壌中のCdを可溶化させる効果があることが確認された。しかし、その効果は2週間程度で消失するので、これらの資材を利用して植物のCd吸収量を増加させるためには、根圏近傍に継続的に添加することが重要であると考えられた。

なお、本研究は、生物系特定産業技術研究推進機構が行っている新事業創出研究開発事業(地域型)の『カドミウムを除去するファイトレメディエーション技術の開発』として実施した。

引用文献

1) McGrath, S.P., Zhao, F.J. and Lombi, E. 2002. Phytoremediation of metals, metalloids, and radionuclides. *Advances in Agronomy*, 75: 1-56.

表2 保温静置中における土壌pH(水, 1:2.5)の変化

試験区	供 試 土 壌							
	腐植質黒ボクグライ土		細粒グライ土		細粒灰色低地土		黒 泥 土	
	2日後	21日後	2日後	21日後	2日後	21日後	2日後	21日後
無添加区	6.0	5.6	6.1	5.7	5.3	4.7	5.5	4.9
GLDA	6.6	6.2	6.8	6.1	6.0	5.7	6.0	5.5
HIDA	6.6	6.4	6.8	5.9	6.1	6.1	6.1	5.6
ASDA	6.4	6.0	6.6	6.0	5.8	5.5	5.8	5.4
HIDS	6.6	5.6	6.7	6.0	5.9	5.7	6.0	5.4
クエン酸	5.9	5.8	6.1	5.7	5.3	4.9	5.5	5.0
EDTA	6.0	5.9	6.2	5.7	5.3	5.1	5.5	5.2