

生分解性キレート剤がカラシナのカドミウム吸収に及ぼす影響

加藤直人・住田弘一・西田瑞彦
(東北農研センター)

Effect of a biodegradable chelating agent on the cadmium uptake by *Brassica juncea*
Naoto KATO, Hirokazu SUMIDA and Mizuhiko NISHIDA
(National Agricultural Research Center for Tohoku Region)

1 はじめに

植物によって土壤中のカドミウム(Cd)を除去する、いわゆるファイトレメディエーションの実用化を図るには、供試植物の選択と可溶化資材の利用によるCd吸収の促進が重要である。我々の研究グループでは、これまで土壤中のCdを可溶化させる資材の検索を行い、生分解性キレート剤であるLグルタミン酸2酢酸4ナトリウム(以後、GLDAと略記)の可溶化能が高いことを明らかにした。本研究では、水耕栽培で高濃度にCdを蓄積することが確認されているカラシナ(*Brassica juncea*)¹⁾について、汚染土壌からのCd吸収能を調査するとともに、GLDAがCd吸収に及ぼす影響について検討したので報告する。

2 試験方法

ガラス室内および暖房温室内で下記のポット栽培試験を実施した。両試験ともに、1/5000アールのポットにCdで汚染された水田土壌(腐植質黒ボクグライ土、塩酸可溶性Cd 4.23mg kg⁻¹)を2kg充填し、最大容水量の50~60%の水分条件下でカラシナを栽培し、茎葉部と根部のCd濃度を測定した。なお、供試品種は、日本の栽培品種であるこぶ高菜と中国の系統6-2825とし、何れも植物工学研究所から提供された種子を用いた。

(1) 試験Ⅰ (ガラス室内栽培試験)

平成13年9月25日に播種し、11月20日に収穫した(栽培期間56日)。こぶ高菜に対するGLDA添加の試験内容は下記の通りであり、全て11月2日に全量を1回で添加した。なお、中国の系統6-2825についてはGLDA処理区を設けなかった。1区4連制。

- ①区; 10g l⁻¹のGLDA溶液100mlを土壌表面に添加
(ポット当たり1g, 500kg ha⁻¹相当量)
- ②区; 10g l⁻¹のGLDA溶液100mlを土壌の深さ5cmに灌注
(同上)
- ③区; 10g l⁻¹のGLDA溶液200mlを土壌の深さ5, 10cmに灌注
(ポット当たり2g, 1Mg ha⁻¹相当量)

(2) 試験Ⅱ (暖房温室内栽培試験)

平成13年12月7日に播種し、両品種ともに開花期まで栽培し、系統6-2825は平成14年2月7日(栽培期間62日)、こぶ高菜は3月28日(栽培期間111日)に収穫した。各品種ごとのGLDA添加方法は下記の通り。1区6連制。

【系統6-2825】

- A区; 15g l⁻¹のGLDA溶液200mlを土中深さ5cmに灌注
(全量1回添加, 1月17日実施)
- B区; 5g l⁻¹のGLDA溶液200mlを1月17日から1週間毎に計3回、深さ5cmに灌注
- A, B区ともにポット当たり3g, 1.5Mg ha⁻¹相当量

【こぶ高菜】

- a区; 1.1g l⁻¹のGLDA溶液300mlを3月4日から2~3日ごとに計9回、土壌表面に添加
(ポット当たり3g, 1.5Mg ha⁻¹相当量)
- b区; 5.5g l⁻¹のGLDA溶液300mlを3月4日から2~3日ごとに計9回、土壌表面に添加
(ポット当たり15g, 7.5Mg ha⁻¹相当量)

3 試験結果及び考察

(1) 試験Ⅰ

秋から冬にかけて栽培した試験Ⅰでは、有意差はないものの、茎葉部の乾物重やCd濃度がこぶ高菜に比べて系統6-2825で高い傾向があり、その結果、Cd吸収量は系統6-2825で有意に多かった。しかし、系統6-2825においても茎葉部のCd濃度は、10mg kg⁻¹程度と低く、茎葉部と根部を合わせたCdの全吸収量は土壌の塩酸可溶性Cdの3%にすぎなかった(表1)。

GLDAがこぶ高菜の乾物重に及ぼす影響は小さかったが、Cd濃度や吸収量はGLDAによって若干低下する傾向が認められた(表1)。

(2) 試験Ⅱ

早期に抽苔・開花した系統6-2825では、試験Ⅰに比べて乾物重が半減した。一方、Cd濃度は試験Ⅰの約2.5倍であったため、茎葉部と根部を合計したCd吸収量は試験Ⅰに比べて僅かに増加した。GLDAの添加によって、茎葉、根ともにCd濃度が著しく低下した(表2)。また茎葉の亜鉛とマンガン濃度も有意に低下した(表3)。

抽苔が遅いこぶ高菜では、長期間に渡る栽培によって、試験Ⅰと比べて乾物生産量が著しく増加したが、各部位のCd濃度は試験Ⅰよりも低く、そのため収率は4.4%にとどまった(表4)。なお、栽培期間中に枯死、脱落した低位葉のCd濃度は23mg kg⁻¹と高く、Cd吸収量の約28%を占めた。GLDAが茎葉のCd濃度に及ぼす影響は小さかったが、根部のCd濃度はGLDAによって低下し、特にGLDAを多量に添加したb区では著しい低下が認められた。

なお、試験Ⅰ・Ⅱともに、主根のCd濃度は茎葉や側根・細根よりも低かった。

4 まとめ

以上の結果から、本試験で用いたカラシナ2品種の汚染土壌からのCd吸収能は高くないことが明らかとなった。また、試験Ⅱのこぶ高菜のように、開花期まで栽培して乾物生産量を増加させても、植物体中のCd濃度が低下すること、ならびにCd濃度が比較的高い低位葉の回収が圃場条件下では困難であることを考えると、Cd吸収量

の大幅な増加は期待できない。GLDAによるCdの吸収促進についても、添加方法、添加量を変えて検討したが、何れの試験でも促進効果は認められず、むしろ吸収量は低下する傾向を示した。本研究では、GLDAを植物体が大きくなってから添加したため、乾物重に対するGLDAの影響はほとんど認められなかったが、亜鉛やマンガンの吸収が阻害されたことから、何らかの生理的障害が起きた可能性もある。したがって、これら2品種のカラシナを用いたファイトレメディエーションは実用的ではないと考えられた。

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) 早川 孝彦, 栗原 宏幸. 2002. 重金属環境汚染に対するファイトレメディエーション技術の実用化へ向けて. 環境バイオテクノロジー学会誌, 2: 103-115

表1 カラシナのCd吸収とGLDAの効果(試験Ⅰ)

品種	試験区	乾物重 $g\ plant^{-1}$			Cd濃度 $mg\ kg^{-1}$			Cd吸収量* $\mu g\ plant^{-1}$	収率率** %
		茎葉	主根	側根・細根	茎葉	主根	側根・細根		
系統6-2825	無添加区	22.1a***	1.1a	1.8a	10.6a	5.3a	8.1a	248a	3.1a
こぶ高菜	無添加区	18.1a	0.7ab	1.2a	8.1ab	4.0ab	13.3a	165b	2.0b
	GLDA添加①区	17.7a	0.7ab	1.1a	5.8b	3.3b	12.3a	119b	1.5b
	GLDA添加②区	16.9a	0.6b	1.0a	6.4b	3.5b	12.1a	123b	1.5b
	GLDA添加③区	17.1a	0.7ab	1.2a	7.4b	3.8ab	13.0a	141b	1.7b

*茎葉部と根部を合わせた合計量(表2以降も同様)

**土壌の塩酸可溶性Cdに対するCd吸収量の百分率

***同一の記号を付けた数値は5%水準で有意差が無いことを示す(表2以降も同様)

表2 開花期における中国系統6-2825のCd吸収とGLDAの効果(試験Ⅱ)

試験区	乾物重 $g\ plant^{-1}$		Cd濃度 $mg\ kg^{-1}$		Cd吸収量 $\mu g\ plant^{-1}$	収率率 %
	茎葉	根	茎葉	根		
無添加区	11.0a	0.9a	26.2a	27.8a	303a	3.7a
GLDA添加 A区	10.4a	0.6a	17.8b	15.0b	192b	2.4b
GLDA添加 B区	11.3a	0.9a	18.4b	19.2b	223ab	2.7ab

表3 GLDAが中国系統6-2825のカチオン吸収に及ぼす影響(茎葉中の濃度)

試験区	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	$g\ kg^{-1}$	$g\ kg^{-1}$	$g\ kg^{-1}$	$g\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$
無添加区	3.08b	40.2a	23.7a	4.04a	98.4a	434a	10.8a	215a
GLDA添加 A区	8.19a	41.3a	21.1a	3.37a	95.3a	356b	10.6a	150b
GLDA添加 B区	8.11a	40.8a	20.4a	3.37a	90.5a	352b	11.0a	154b

表4 開花期におけるこぶ高菜のCd吸収とGLDAの効果(試験Ⅱ)

試験区	乾物重 $g\ plant^{-1}$				Cd濃度 $mg\ kg^{-1}$				Cd吸収量 $\mu g\ plant^{-1}$	収率率 %
	茎葉	枯葉*	主根	側根・細根	茎葉	枯葉*	主根	側根・細根		
無添加区	46.2a	4.4	3.0a	2.5a	5.1a	23.2	2.2a	5.0a	357a	4.4a
GLDA添加 a区	44.5ab	3.6	3.1a	2.2a	4.8a	23.2	1.7b	3.7b	309a	3.8a
GLDA添加 b区	41.9b	3.8	3.6a	2.1a	5.0a	23.2	1.3c	2.6c	310a	3.8a

*GLDA添加前に枯死、脱落した葉で、回収した全サンプルを混合して分析した