

黒ボク土圃場におけるハクサンハタザオを用いた土壌カドミウムの浄化 Phytoextraction of soil Cd by *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera* in Andisol Fields

○ 亀山幸司*・谷茂*・菅原玲子**・北島信行**・石川祐一***

KAMEYAMA Koji, TANI Shigeru, SUGAWARA Reiko, KITAJIMA Nobuyuki and ISHIKAWA Yuichi

1. はじめに

コーデックス基準に基づく農作物の Cd 汚染リスクがある農地の修復技術として、「ファイトレメディエーション」が注目を集めている。この技術は、Cd 吸収能力の高い植物を農地で栽培し、収穫物を農地から持ち出すことにより、土壌から Cd を吸収除去するものである。このため、土壌の Cd 含量が減少し、農作物の Cd 汚染リスクを根源的に低減することが可能である。また、環境への負荷が少ないことが想定され、客土と比較した場合にコスト低減の可能性を有している。そこで、本研究では、アブラナ科に属する植物「ハクサンハタザオ」を用いたファイトレメディエーションによる黒ボク土圃場の修復可能性を検討するため、黒ボク土圃場においてハクサンハタザオの栽培試験を行った。

2. 圃場栽培試験の方法

同一地域における土壌 Cd 含量の異なる 2 箇所の黒ボク土圃場 (A 圃場: 全 Cd 含量 $5.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, B 圃場: 全 Cd 含量 $1.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) において、 20 m^2 ($5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$) の面積にハクサンハタザオの苗 (培養土で約 1 ヶ月かけて生育) を $20 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ の植栽密度で植え付け、圃場試験を行った。栽培は、1 作目を 2007 年 10 月 6 日～2008 年 4 月 28 日 (約 7 ヶ月間)、2 作目を 2008 年 10 月 10 日～2009 年 4 月 23 日 (約 7 ヶ月間) に行った。なお、栽培期間中の施肥管理は高度化成肥料 ($15-15-15$) を基肥 1 回 ($4 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$)、追肥 2 回 (11 月上旬に $4 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ 、翌年 3 月上旬に $8 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$) で行った。土壌は、株間から栽培前後の表層土 (0-15 cm) を採取し、土壌 Cd 含量等の分析に供した。植物体は、地際より地上部を収穫し、乾物収量、Cd 濃度等の分析に供した。

3. 圃場栽培試験の結果

3.1 収穫物の Cd 吸収量

圃場試験から得られた収穫物の乾物収量、Cd 濃度、Cd 吸収量を Table 1 に示した。圃場における収穫物の Cd 濃度は、A 圃場で $250 \sim 510 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、B 圃場で $70 \sim 130 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ であった。植物体中に Cd を $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上蓄積できる植物は、Cd 高濃度蓄積植物 (Hyperaccumulator) として分類されるが、ハクサンハタザオは野外圃場においても Cd の高濃度

Table 1 収穫物の乾物収量、Cd 濃度、Cd 吸収量
Plant biomass, Cd concentration and Cd content in shoots

	A圃場			B圃場		
	乾物収量 ^{※1} ($\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Cd濃度 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Cd吸収量 ^{※2} ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$)	乾物収量 ^{※1} ($\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Cd濃度 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Cd吸収量 ^{※2} ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$)
1作目	3.9 ± 0.7	354 ± 76	1408 ± 397	2.5 ± 0.8	91 ± 12	259 ± 87
2作目	3.6 ± 0.7	345 ± 61	1244 ± 324	2.3 ± 0.7	99 ± 20	230 ± 88
Total			2652			489

※1 2区画 (2.5 m^2) あたりの乾物収量の平均値 \pm 標準偏差 ($n=8$)

※2 2区画 (2.5 m^2) あたりの乾物収量 \times Cd濃度の平均値 \pm 標準偏差 ($n=8$)

* (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

** (株) フジタ 技術センター Technical Development Division, Fujita Corporation

*** 秋田県立大学生物資源科学部 Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

キーワード: カドミウム, ファイトレメディエーション, ハクサンハタザオ, 黒ボク土, コーデックス

蓄積植物としての機能を発揮していることが確認された。A, B 圃場では気象条件に大きな差がないにもかかわらず、B 圃場の乾物収量は A 圃場と比較して 4 割程度少なかった。B 圃場は試験前に休耕状態であり、農用地としての管理が行われていなかったことがハクサンハタザオの生育に影響を与えた可能性があると考えられた。また、植物体 Cd 濃度は、A 圃場の方が B 圃場よりも 3~4 倍程度高かった。一般に、植物体の Cd 濃度は、土壌 Cd 含量との間に高い相関があることが知られている。このため、この植物体 Cd 濃度の差は土壌の Cd 含量の差に起因すると考えられた。また、1 作目と 2 作目を比較した場合、収穫物の乾物収量は各圃場で大きく変動せず、適切な栽培管理を行ったことで安定的に収量が得られたと考えられた。

3.2 土壌 Cd 含量の変化

A, B 圃場の表層土における土壌の全 Cd 含量、0.1N 塩酸抽出性 Cd、0.01N 塩酸抽出性 Cd の変化を Fig. 1 に示した。A, B 圃場共に表層土の全 Cd 含量、0.1N 塩酸抽出性 Cd は 1 作目の栽培により約 2 割削減され、2 作目の栽培により 1 作後から更に約 2 割削減された。これによりハクサンハタザオの栽培により 1 作当たり 2 割程度の Cd 除去が行われていることが確認された。A 圃場と B 圃場は土壌 Cd 含量が大きく異なる圃場である。このため、土壌 Cd 含量が大きく異なる圃場においても同程度の効率で Cd 除去が行われていることが考えられた。また、0.01N 塩酸抽出性 Cd は、農作物の可食部 Cd との相関が高いことが知られているが、A, B 圃場共に 1 作目の栽培により約 3 割削減され、2 作目の栽培により 1 作後から更に約 3 割削減された。従って、ハクサンハタザオの栽培により農作物の Cd 汚染リスクが着実に低減されていることが考えられた。

謝辞

本稿の内容は、秋田県立大学、農村工学研究所、フジタ技術センター、三菱マテリアル環境技術研究所の共同研究「冬期・休耕期を利用した土壌中カドミウム除去技術の開発 (2007~2009 年度)」における成果の一部をとりまとめたものである。関係者の方々に改めて深謝致します。

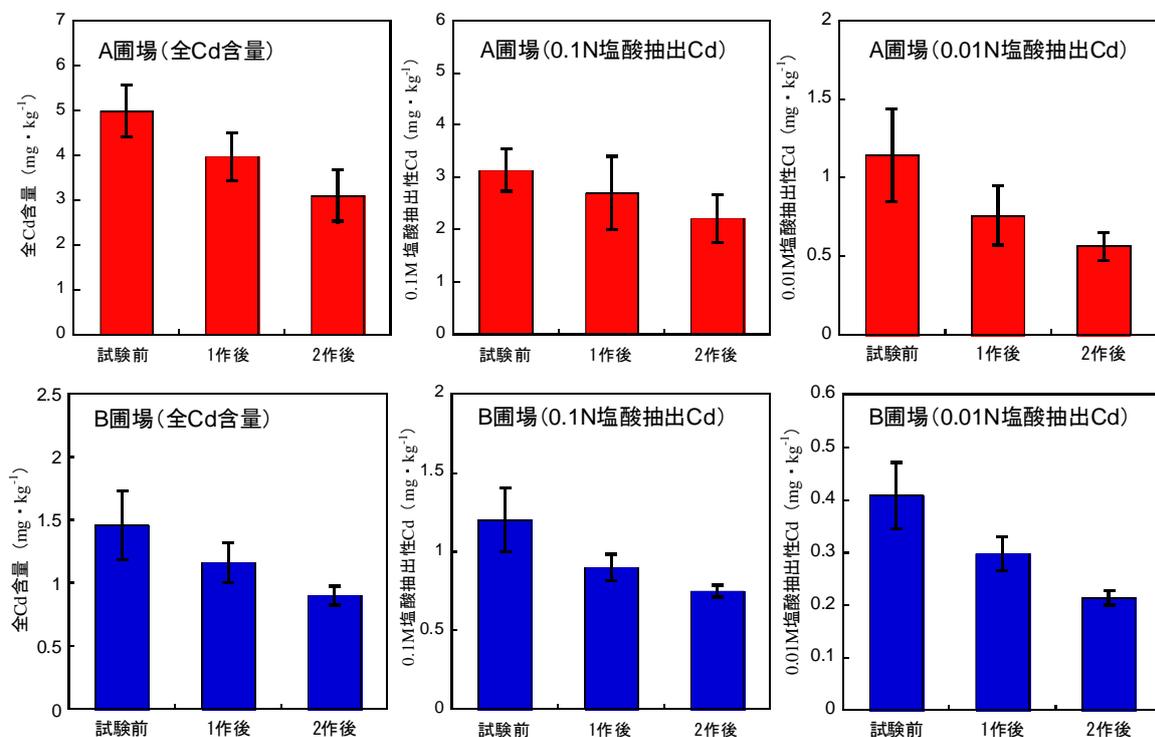


Fig.1 各圃場における栽培前後の全 Cd、0.1N 塩酸抽出性 Cd、0.01N 塩酸抽出性 Cd
Soil total Cd contents and soil Cd contents extracted by 0.1N and 0.01N HCl before and after cultivation