

酸化マグネシウム資材による水稲のカドミウム吸収抑制効果 (2)酸化マグネシウム資材の施用による水稲のカドミウム吸収抑制(圃場試験)

Suppressive effects of magnesium oxides on cadmium uptake by rice plant
(2) Suppression of cadmium uptake by rice plant due to application of magnesium oxides (a field experiment)

○菊地哲郎¹⁾・岡崎正規¹⁾・木村園子ドロテア¹⁾・石田義人²⁾・ジャムスランジャワ パーサンスレン³⁾・荻山慎一⁴⁾・一ノ瀬侑理¹⁾・本林隆¹⁾・服部隆行⁵⁾・阿部登壽男⁶⁾・岡田喜久男⁶⁾

¹⁾Tetsuro KIKUCHI, ¹⁾Masanori OKAZAKI, ¹⁾Sonoko Dorothea KIMURA, ²⁾Yoshito ISHIDA, ³⁾Jamsranjava BAASANSUREN, ⁶⁾Shin-ichi OGIYAMA, ¹⁾Yuri ICHINOSE, ¹⁾Takashi MOTOBAYASHI, ⁵⁾Takayuki HATTORI, ⁶⁾Toshio ABE and ⁶⁾Kikuo OKADA

1. 緒言

現在、FAO/WHOの食品規格委員会(コーデックス委員会)において、各種食品中カドミウム(Cd)の国際的な基準値の検討が行われており、米については、我が国の現行の基準値(1.0 mg kg⁻¹)よりも低い 0.4 mg kg⁻¹が提案、議論されている。このことから、水田で栽培・生産される米のCd汚染リスク低減化対策の確立・実用化が急務となっている。本研究では、重金属固定化能の高い酸化マグネシウム資材(MgO-SH)を水田に施用することにより、土壌中のCdの水稲への吸収抑制に関する圃場試験を実施した。

2. 材料および方法

1) 圃場設計および水稲栽培方法

圃場試験は、東京都府中市の多摩川沖積地上にある水田(土壌は灰色低地土)において2005年に行った。作土中Cd濃度(0.1 M HCl抽出)は 1.28 mg kg⁻¹であり、これは我が国の非汚染水田作土中Cd濃度(平均値)の 4.8 倍である。圃場内に 2.5 m × 2.5 mの小試験区(各3連)を設け、以下の各処理を施した。処理区は、資材無施用(Control), 工業用酸化マグネシウム(日本海水化工, MgO-SHの対照) 0.15 % (土壌に対する重量比, 以下同様)施用(MgO), MgO-SH(アムスエンジニアリング) 0.15 %施用(MgO-SH①), MgO-SH 0.30 %施用(MgO-SH②)である。MgO-SH添加による土壌pH緩衝曲線を作成し、資材施用量を設定した²⁾。6月6日、代掻きと同時に各資材を作土に混合し、翌日水稲苗(中苗, 品種キヌヒカリ)を手植した(1株当たり苗3本, 各試験区12株×7条)。施肥は、6月6日に基肥(N:P:K = 3:3:3 kg 10a⁻¹)、8月3日に穂肥(N:P:K = 1:1:1 kg 10a⁻¹)、8月30日に実肥(N:K = 1:1 kg 10a⁻¹)を複合肥料でそれぞれ施用した。水田の水管理は、水稲移植時から中干しまで常時湛水、7月27日~8月1日に中干し、その後は間断灌漑としたが、出穂前後1週間は湛水状態に保った。

2) 土壌中 Cd 濃度

資材施用直後に採取した作土について、濃度の異なる塩酸(0.1 Mおよび0.025 M)によ

¹⁾東京農工大学Tokyo Uni. of A. and T., ²⁾金沢大学 Kanazawa Uni., ³⁾東京工業大学 Tokyo Institute of Technology, ⁴⁾千葉大学Chiba Univ., ⁵⁾パシフィック バイオテクノロジー Pacific Biotechnology., ⁶⁾アムスエンジニアリング Ams Engineering; キーワード: 環境保全, 土壌, 土壌環境と植物根系

り抽出される Cd 濃度をフレイム原子吸光光度計(Hitachi Z-5010)によりそれぞれ定量した。

3) 玄米中 Cd 濃度

収穫期に、各処理区の中央部より 20 株(5 株×4 条)の水稲を採取し、その玄米中の Cd 濃度を、硝酸・過塩素酸で湿式分解した後グラフアイト炉原子吸光光度計(Hitachi Z-5010)により定量した。

3. 結果および考察

1) 土壌中 Cd 濃度

0.1 M HCl抽出Cd濃度(平均値)は、Control, MgO-SH①およびMgO-SH②でそれぞれ 1.33 mg kg⁻¹, 1.30 mg kg⁻¹および 1.23 mg kg⁻¹であり、処理区間で有意差は見られなかったが、コムギ子実中Cd濃度と正の相関のあることが報告されている 0.025 M HCl抽出Cd濃度はControl, MgO-SH①およびMgO-SH②でそれぞれ 0.32 mg kg⁻¹, 0.20 mg kg⁻¹および 0.12 mg kg⁻¹であり、資材施用により明らかに低下した(図 1)。また、水稲の土壌中Cdの吸収を抑制するためには栽培期間中土壌pHを 7.0 以上に保つことが望ましいとされている⁴⁾が、栽培初期において作土pHは、いずれの資材施用区でも 7.0 以上で推移した(図 2)。0.025 M HCl抽出Cd濃度と土壌pHとの間に有意な負の相関が認められたことから、資材施用による土壌pHの上昇が土壌中の植物可給態Cd濃度の減少の一つの要因であると考えられた。

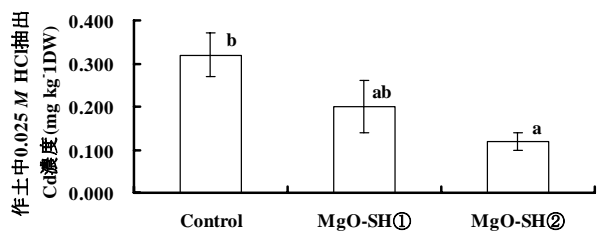


図1. 作土中0.025 M HCl抽出Cd濃度

Control: 資材無施用, MgO-SH①: MgO-SH 0.15 %, MgO-SH②: MgO-SH 0.30 %; 異なるアルファベット間には有意差($p < 0.01$)があることを示す。

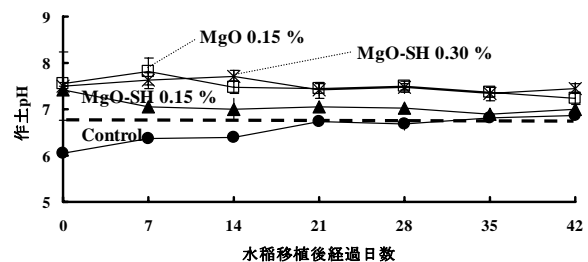


図2. 酸化マグネシウム資材による現地圃場土壌pHの変化

Control: 資材無施用, MgO: MgO 0.15 %, MgO-SH①: MgO-SH 0.15 %, MgO-SH②: MgO-SH 0.30 %

2) 玄米中 Cd 濃度

玄米中Cd濃度は、Controlにおいて 0.036 mg kg⁻¹であり、新基準値として現在検討されている 0.4 mg kg⁻¹の 1/10 程度であった。これは、水稲のCd吸収が最も活発な出穂期前後の期間中、圃場が湛水状態に保たれていたことから、土壌中が還元状態となって土壌中のCdが不溶化し、水稲に吸収されにくい状態になっていたためであると推察される。このような条件下においても、MgOおよびMgO-SH(①, ②)において玄米中Cd濃度はControlに比べて有意($p < 0.01$)に低下した(図 3)。

4. 結論

重金属固定化能の高い酸化マグネシウム資材(MgO-SH)の水稲玄米への土壌中 Cd 吸収・蓄積抑制効果について、圃場試験により検証した。土壌中 Cd が水稲に吸収されにくい栽培条件下において、MgO および MgO-SH 施用区の玄米中 Cd 濃度は無施用区よりも低下し、これらの資材の施用効果が確認された。

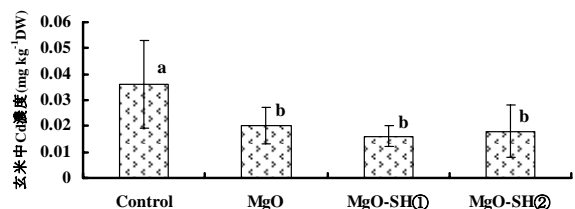


図3. 玄米中Cd濃度

Control: 資材無施用, MgO: MgO 0.15 %, MgO-SH①: MgO-SH 0.15 %, MgO-SH②: MgO-SH 0.30 %; 異なるアルファベット間には有意差($p < 0.01$)があることを示す。