

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
Suppressive effects of magnesium oxides on cadmium uptake by rice plant

(1) 酸化マグネシウム資材のカドミウム吸着特性

(1) Cadmium adsorption characteristics of magnesium oxides

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

¹⁾Masanori OKAZAKI, ¹⁾Sonoko Dorothea KIMURA, ¹⁾Tetsuro KIKUCHI, ²⁾Yoshito ISHIDA,
³⁾Jamsranjava BAASANSUREN, ⁴⁾Shinichi OGIYAMA, ¹⁾Takashi MOTOBAYASHI, ⁵⁾Takayuki
HATTORI, ⁶⁾Toshio ABE and ⁶⁾Kikuo OKADA

はじめに

コーデックス委員会 (Codex Alimentarius Commission) において世界の食品中のカドミウム基準値に関する議論が進みつつある。わが国は、2004年に同委員会に対して玄米中のカドミウム基準値として 0.4 mg kg^{-1} を提案した。1970年に成立した「農用地の土壤の汚染防止等に関する法律」では、玄米中のカドミウム濃度 1 mg kg^{-1} を基準としており、基準値の変更は、わが国の水稲生産に少なからぬ影響を及ぼすと予想される。「農用地の土壤の汚染防止等に関する法律」において規定されている3種類の特定有害物質の中で、カドミウムに関しては土壤汚染の基準値として玄米中のカドミウム濃度を採用している。その理由は、玄米中のカドミウム濃度が、土壤中のカドミウム濃度によって規制されず、水稲の栽培条件、とくに土壤の酸化還元状態、水稲の生育ステージなどによって変化することによる。カドミウム濃度の高い土壤における水稲栽培に対しては、排土客土、上乘せ客土などの修復処理、出穂前後1ヶ月間、湛水状態を維持することで水稲初へのカドミウム移行を抑制する管理あるいはカドミウム吸収抑制材の施用などの方策がとられている。

これまで、水稲に対しては、いくつかのカドミウム吸収抑制材の効果が試されてきたが、本研究では、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について東京都府中市の灰色低地土 (水田) において実施した一連の研究結果について2報に分けて報告する。

材料および方法

1) 表面積

酸化マグネシウム資材 (アムスエンジニアリング) 0.1 g をはかりとり、グリセロール吸着量から表面積を求めた。対照として酸化マグネシウム (日本海水化工) を用いた。

2) pH(H₂O)

酸化マグネシウム資材 5 g に 12.5 mL 蒸留水を加え、pH計を用いてpHを測定した。

3) X線回折

酸化マグネシウム資材を鉍物用スライドガラスに付着させ、X線回折装置 (リガク RAD II) を用いて測定し、酸化マグネシウム資材の成分を同定した。

4) 酸化マグネシウム資材へのカドミウムの吸着

酸化マグネシウム資材を 0.1 g はかりとり、電解質溶液として硝酸ナトリウム溶液を 1 M となるように加え、硝酸カドミウム溶液 $0.1 \sim 50 \text{ mmol L}^{-1}$ を添加して24時間振とうし、カドミウ

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、土壤、土壤環境と植物根系

ムイオンを吸着させた。カドミウム吸着量は、カドミウム平衡濃度を原子吸光光度計（Hitachi Z-5010）を用いて定量し、カドミウム添加濃度から差し引いて求めた。

5) 酸化マグネシウム資材に吸着させたカドミウムの溶出

酸化マグネシウム資材に吸着させたカドミウムを 0.1 M 塩酸溶液を用いて抽出し、抽出液中のカドミウム濃度を原子吸光光度計を用いて定量した。

結果

1. 酸化マグネシウム資材の表面積およびpH(H₂O)

酸化マグネシウム資材の表面積は 165.0 m² g⁻¹であった。酸化マグネシウム資材のpH(H₂O)は 10.7 であり、水に溶解し、高いpHを示した。しかし、水田土壌では、急激な土壌pHの上昇は、水稻の必須成分を不溶化することが懸念されており、酸化マグネシウム資材と土壌との適切な混合割合が求められる。図 1 に酸化マグネシウム資材の添加による灰色低地土（東京都府中市）の pH変化を示す。酸化マグネシウム資材を土壌に 0.30%添加すると、土壌pHは 7 となり、還元状態の土壌pHとほぼ同一となった。

2. 酸化マグネシウム資材の X 線回折パターン

酸化マグネシウム資材のX線回折パターンを図 2 に示す。酸化マグネシウム資材は 0.76 nm、0.31 nm、0.25 nm、0.24 nm、0.21 nmなどにピークを示し、カオリン鉱物、水酸化マグネシウム、炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、酸化マグネシウムなどを同定することができた。酸化マグネシウム資材の主要成分である酸化マグネシウムは、水に溶解すると高いpHをもたらせるとともに大気中の二酸化炭素を吸収して、炭酸マグネシウム（溶解度: 2.6 g (100 g H₂O)⁻¹）を生成する。炭酸マグネシウムの生成過程において、カドミウムは炭酸マグネシウムの結晶外部ばかりでなく内部にも吸蔵されると推定される。

3. 酸化マグネシウム資材へのカドミウムイオンの吸着

酸化マグネシウム資材へのカドミウムイオンの吸着は、イオン交換、表面沈殿、吸蔵を含むものと予想されるが、ラングミュア吸着等温式に当てはめることができた。酸化マグネシウム資材のカドミウムイオンの最大吸着量は、5.58 mmol g⁻¹であった（図 3）。

4. 酸化マグネシウム資材からのカドミウムイオンの溶出

酸化マグネシウム資材に吸着したカドミウムイオンは、0.1 M 塩酸溶液によって全吸着量 (0.268 mmol g⁻¹DW)の 85.2 %が溶出した。

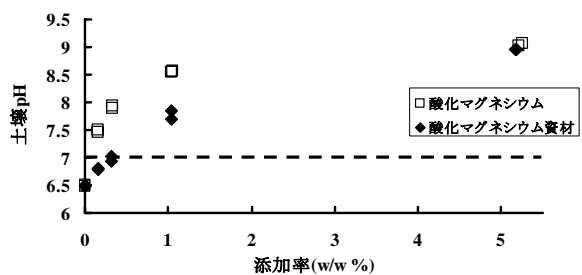


図1. 酸化マグネシウム資材による土壌pHの変化(室内実験)

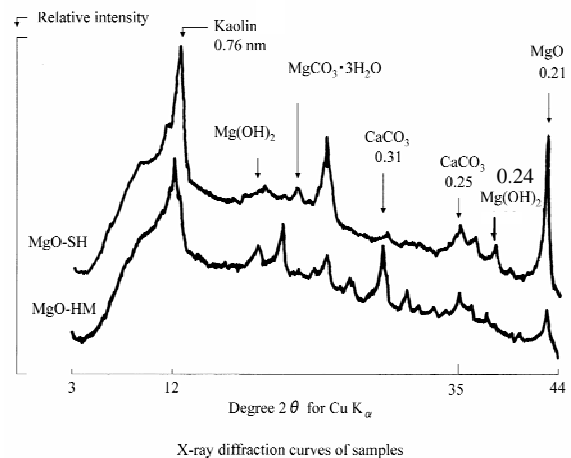


図2. 酸化マグネシウム資材の X 線回折パターン

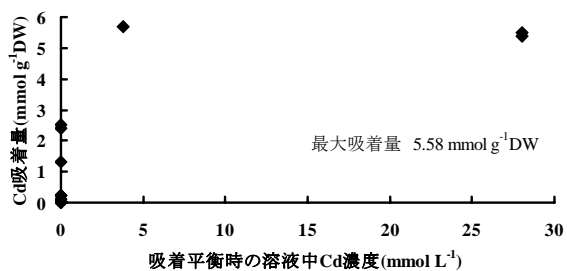


図3. 酸化マグネシウム資材へのカドミウムの吸着