

Cd 汚染土壌における還元と交換性 Cd の関係

今 野 知佐子

(宮城県農業センター)

Effect of Oxidation-Reduction on Exchangeable Cd of Cd Polluted Soils

Chisako KONNO

(Miyagi Prefectural Agricultural Research Center)

1 はじめに

水稻による Cd 吸収は pH の上昇, または還元の前進行で抑制される。そのため, Cd 吸収を抑制するためには客土を実施する方法の他に, 土壌はそのままアルカリ資材を用いて pH を上げる方法, 水管理で還元状態を保つ方法がとられる。これまで石灰質資材を用いて水稻の Cd 吸収抑制方法を検討してきたが¹⁾, 玄米の Cd 濃度は, 降雨の多少や水管理条件に大きく左右された。そこで, pH が異なる場合, 酸化還元状態の変化によって交換性 Cd がどのように変化するかを調べた。交換性 Cd は乾土 5 g を 0.05 N CaCl₂ 50 ml で抽出した。全層汚染土壌の場合, 作土だけでなく下層土の影響も大きい, ここでは, 作土についてのみ検討した。

2 試験方法

(1) ポット試験 (1998年)

1) 供試土壌: 石灰質資材 (ALC) を混和した汚染土壌作土。

ALC 2.5t/10a を作土施用。

2) 栽培管理: 1/2000a ポットで水稻を栽培。中干し以降乾燥状態に近い過度の節水栽培。

(2) 現地試験 (1999年)

1) 土壌 Cd 濃度 (HCl 抽出):

A, K 地区 3.8~5.2ppm, B 地区 2.5~3.2ppm

2) 処理: A, B, K 地区圃場に ALC 2.5t/10a 作土施用。

3) 栽培管理

a 通常管理: 中干し以降間断灌漑, 出穂前後は湛水。

b 節水管理: 中干し以降乾燥, 灌漑は走り水程度。

(3) インキュベート試験 (1999年)

1) 供試土壌: A, B 地区の pH の異なる作土。

2) 期間: 30℃湛水で20日間。

3 試験結果及び考察

ポット試験において, 収穫後, 乾土の交換性 Cd と玄米 Cd 濃度の関係を調べた結果を図 1 に示した。ポット試験では過度の節水栽培を行ったので, 中干し以降の土壌の交換性 Cd は, 乾土の交換性 Cd に近い濃度で経過したと考えられる。この結果から, 中干し以降の交換性 Cd がおよ

そ 0.5ppm 以下で経過すれば, 玄米 Cd 濃度は基準値 0.4 ppm 未満となると考えられた。

Cd 濃度の異なる現地土壌において, 乾土の交換性 Cd に対する pH の影響を調べた (図 2)。HCl 抽出 Cd が高い A, K 地区では B 地区より交換性 Cd も高くなった。

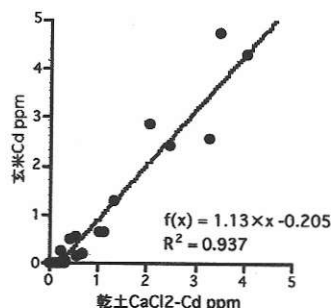


図 1 乾土の CaCl₂-Cd 濃度と玄米 Cd 濃度

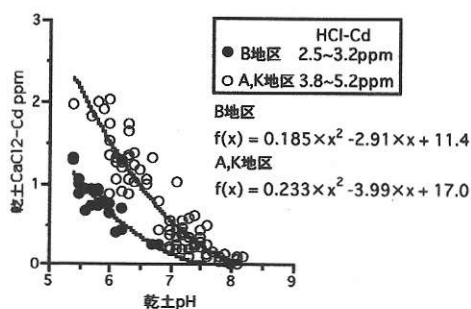


図 2 乾土 pH と CaCl₂-Cd 濃度の関係

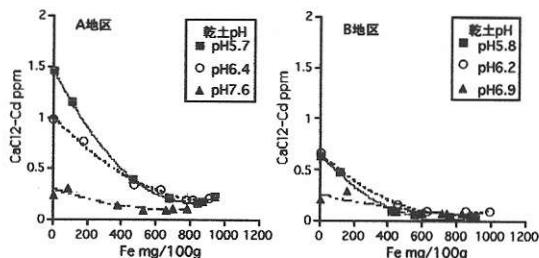


図 3 二価鉄と CaCl₂-Cd 濃度の関係

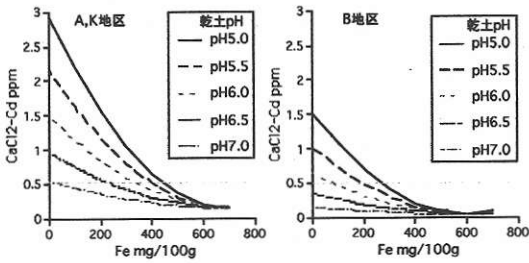


図 4 二価鉄と CaCl_2 -Cd 濃度モデル

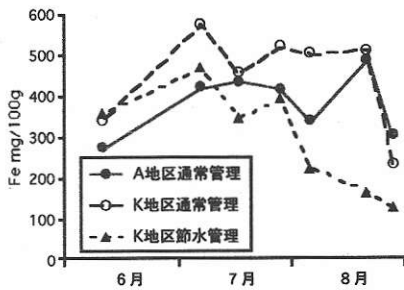


図 5 水管理の違いによる二価鉄の推移

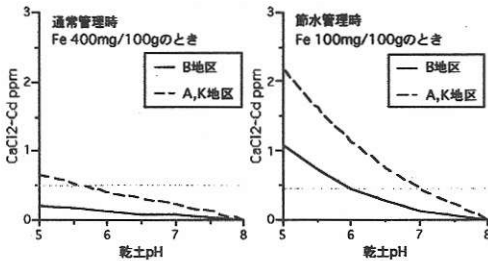


図 6 水管理が異なる場合の乾土 pH と CaCl_2 -Cd の関係

また、pH が高くなると交換性 Cd は低くなり、pH 8 ではすべて 0 となった。この結果から、A、K 地区、B 地区それぞれについて、乾土の pH から乾土の交換性 Cd 濃度を推定できると考えられた。還元によって交換性 Cd は低下するので、乾土の交換性 Cd はその土壤のとり得る一番高い交換性 Cd 濃度だと考えられる。

次に交換性 Cd に対する還元の影響について調べた。図 3 は HCl 抽出 Cd 濃度が異なる A 地区、B 地区土壤をインキュベートして生土の二価鉄と交換性 Cd の関係を調べたものである。還元が進行すると二価鉄が増えるので、ここでは二価鉄を還元の指標とした。HCl 抽出 Cd 濃度の高い A 地区では二価鉄 700mg/100g 程度で交換性 Cd は最低になった。一方、HCl 抽出 Cd 濃度の低い B 地区では二価鉄 600mg/100g 程度で交換性 Cd が最低になった。

以上の結果から、A、K 地区、B 地区それぞれについて、

pH ごとに乾土の交換性 Cd を推定し、さらに還元の影響を考慮して二価鉄と交換性 Cd の関係のモデルを作成した(図 4)。まず、図 2 から、pH 5～7 それぞれの乾土の交換性 Cd を求め、これを二価鉄 0 のときの交換性 Cd とした。さらに、図 3 から A 地区では二価鉄 700mg/100g、B 地区では二価鉄 600mg/100g で交換性 Cd は最低になるとして作成した。

水管理条件や気象条件で土壤の還元状態は異なる。図 5 は水管理条件が違う現地圃場の二価鉄の推移を示したものである。通常管理では中干し以降、二価鉄が 400～500mg/100g で経過した。一方、節水管理の二価鉄は 100～200mg/100g まで低下した。

そこで低い値を採り、通常管理時は二価鉄 400mg/100g で経過、一方、徹底した節水管理時は二価鉄 100mg/100g で経過することとした。図 6 は図 4 のモデルから pH ごとに二価鉄 400 及び 100mg/100g のときの交換性 Cd 濃度を算出し、プロットしたものである。これから、還元状態が異なる場合に玄米 Cd 濃度を抑えるのに必要な pH を求めることができる。図 1 より交換性 Cd が 0.5ppm 以内で経過すれば、玄米 Cd 濃度が抑えられるとすると、通常管理時は B 地区では pH が低くても Cd 濃度を抑えられるが、A、K 地区では pH 5.5 以上が必要である。一方、節水管理時は B 地区では pH 6 以上、A、K 地区では pH 7 以上が必要だと考えられた。

4 ま と め

HCl 抽出 Cd 濃度の異なる土壤において、pH が異なる場合の交換性 Cd に対する還元の影響について推定した。この結果から、水管理条件で還元状態が異なる場合、玄米 Cd 濃度を抑えるのに必要な pH を求めた。節水管理条件下で、土壤が酸化的に経過した場合、土壤の交換性 Cd 濃度は高まるので、玄米 Cd を抑制するためには通常の水管理条件下の場合よりもより高い土壤 pH が必要となる。石灰質資材の施用による Cd 吸収抑制効果が、気象・水管理条件に左右された原因の一つとして、pH 上昇が不充分だったため、酸化的条件下で対応できなかったことが考えられた。

今回は作土に限って検討したが、実際の圃場で全層汚染土壤では下層土の影響が大きい。そのため、作土だけでなく、下層土についても同様の検討が必要であり、作土とあわせて考える必要があると考えられる。さらに、水稲による Cd 吸収、玄米への移行時期の影響についても検討が必要と考えられる。

引用文献

- 1) 長谷川栄一、島秀之、渡辺知佐子、龍野栄子、河村磨智子. 1995. 重粘土水田における多孔質ケイカルのカドミウム吸収抑制効果. 東北農業研究 48: 91-92.