

酸化マグネシウムによる土壤中のカドミウム固化に対する Aging の効果 Effect of aging on Cadmium solidification on polluted soil using Magnesium Oxide

○大石翔吾* 高松利恵子** 佐藤幸一** 田中勝千**

Shogo Oishi, Rieko Takamatsu, Koichi Sato and Katsutoshi Tanaka

1. はじめに

2006年、Codex委員会は精米中のカドミウム(Cd)濃度の基準値を0.4mg/kgと採択し、同時に小麦、野菜及び軟体動物に対しても基準値を定めた。一方、日本は、1970年に玄米中のCd濃度のみ基準を設け、その基準値は1.0mg/kgと国際基準と比較しても高い。そのため、日本でも基準値改正の可能性があり、修復技術の確立が今後の課題となる。近年、新たな汚染土壌の修復技術として、酸化マグネシウム(MgO)を使用してCdを土壌中に固定させる方法が注目されている。しかし、Cd固化において、土壌タイプやその処理条件などによって効果が異なることを考慮する必要がある。処理条件の1つとして時間経過(Aging)があり、土壌を構成する粘土鉱物及び鉄酸化物に対する重金属の収着では、Agingによって構造が安定したことが報告された(Scheckel et al. 2000, Mustafa et al. 2006)。そこで、MgOによるCd固化に関してもAgingの評価が必要であると考えた。本研究では2つの汚染土壌を用いてMgOが与えるCd固化に対するAgingの効果を明らかにすることを目的とした。

2. 実験

(1)供試土壌：農用地汚染対策地域に指定された黒ボク土(水田, 2006年採取)及び灰色低地土(水田, 2006年採取)の秋田県2土壌をそれぞれ2mmふるいにかけて風乾させたものを「**汚染土壌**」とし、MgO添加土壌の対照試料として用いた。汚染土壌にMgO水溶液を添加した後、1日往復振とうさせた。その後、濾過し、風乾させた土壌を「**MgO土壌**」とした。MgOの添加量は、土壌の重量比で0.15%とした。また、MgOを添加して30日間往復振とうさせた土壌を「**Aging土壌**」とした。

(2)Cd抽出法：Cd固化の評価のために、2土壌の汚染土壌、MgO土壌及びAging土壌に対してHClによるCd抽出を行った。HCl濃度は0.1Mと0.025Mの2条件を用いた。0.025Mはコムギ子実中のCd濃度と相関があると言われている。よって、植物にとって利用しやすいCdの抽出が期待できる。各実験で得られた抽出液中のCd濃度を原子吸光分析装置にて分析を行った。実験はすべて3連で行った。また、抽出されたCd濃度から固化率を算出した。固化率は次の式から求めた。

$$\frac{(\text{汚染土壌の抽出 Cd濃度} - \text{MgO, Aging土壌の抽出 Cd濃度})}{\text{汚染土壌の抽出 Cd濃度}} \times 100 = \text{固化率} \quad (1)$$

3. 結果

(1) HCl抽出を用いた Agingによる効果の評価

供試土の汚染土壌、MgO土壌及びAging土壌の0.1MHClで抽出されたCd濃度をFig.1に示した。抽出されたCdを0.1MHCl可溶性Cdとする。汚染土壌とMgO土壌の抽出Cd濃度を比較すると、濃度差は見られなかった。つまり、MgO添加量0.15%かつ反応時間

*北里大学大学院獣医畜産学研究科：Graduate School of Veterinary Medicine and Animal Science, Kitasato University **北里大学獣医学部：School of Veterinary Medicine, Kitasato University

キーワード：土壌汚染, カドミウム, 固化, 酸化マグネシウム, Aging

1日では、0.1M HCl 可溶性 Cd に対して固化できないことが示された。一方、Aging 土壌では、抽出 Cd 濃度が MgO 土壌の結果より減少し、MgO による Cd 固化が Aging によって促進したことが分かった。これは、Aging により Cd の一部が 0.1M HCl で溶出しにくい Cd 形態に移行したためと考えた。

次に、植物可給態 Cd の抽出が期待できる 0.025M HCl で抽出された Cd 濃度を Fig.2 に示した。この結果は、0.1M HCl 抽出の結果とは異なり、MgO 土壌でも固化が認められた。よって、0.1M HCl 可溶性 Cd の中でも安定性が低い 0.025M HCl 可溶性 Cd に対して MgO が大きい効果を与えることを示唆した。これは、土壌 pH の上昇が要因の 1 つであると考えた。また、MgO 土壌と Aging 土壌の抽出 Cd 濃度を比較すると、Aging 土壌の方がより減少した。これから、0.025M HCl 可溶性 Cd に対しても Aging によって固化が促進したことが示された。0.1M HCl 抽出の結果同様、Aging によって MgO 土壌より、さらに多くの Cd が 0.025M HCl で抽出しにくい Cd 形態に移行したと考えた。以上の結果から固化を評価すると、反応時間が固化に影響を及ぼすことが明らかになった。また、短時間で大きい効果を得るためには、MgO の添加量を増やさなければならないが、同時に過剰な pH 上昇を引き起こすと考えられる。しかし、Aging は、過剰な pH 上昇を抑えつつ効果が得られる処理法だと言えた。

(2) 土壌タイプにおける効果の評価

黒ボク土と灰色低地土の 0.1M HCl 抽出による Aging 土壌の固化率は、黒ボク土で 28.6%、灰色低地土で 40.6%と灰色低地土が高い値を示した。一方、0.025M HCl 抽出による Aging 土壌では、土壌タイプの違いによる固化率の差は見られなかった。よって、0.1M HCl 可溶性 Cd の固化は土壌タイプが異なることによる違いがでたが、0.025M HCl 可溶性 Cd では変化がないことが分かった。2 土壌の有機物含有量を比べると、灰色低地土の方が低い値を示した。このことから、MgO による固化には、有機結合態以外の形態が関わると考えた。今後、粘土及び酸化物の組成を調べる必要がある。

4. おわりに

黒ボク土と灰色低地土に MgO を添加した結果、反応時間を 30 日にすることで反応時間 1 日よりも固化の効果が高くなった。また、0.1M HCl 抽出では土壌による固化率の違いが見られたが、0.025M HCl 抽出では見られなかった。今後の課題として、MgO 添加によってどの形態に移行したか把握するため、形態分別を行う必要がある。

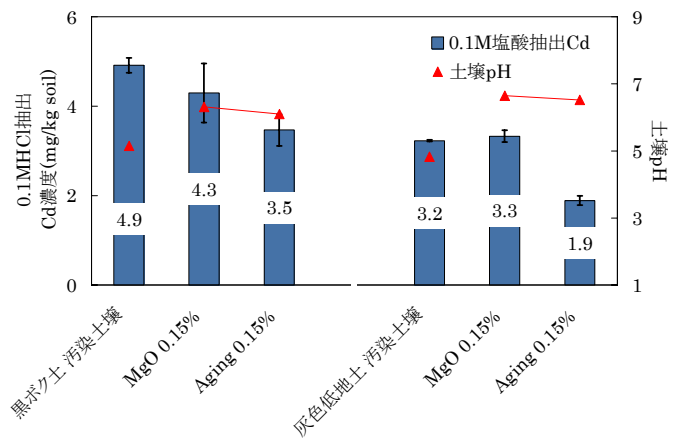


Fig.1 2 土壌に対する 0.1M HCl 抽出による Cd 濃度

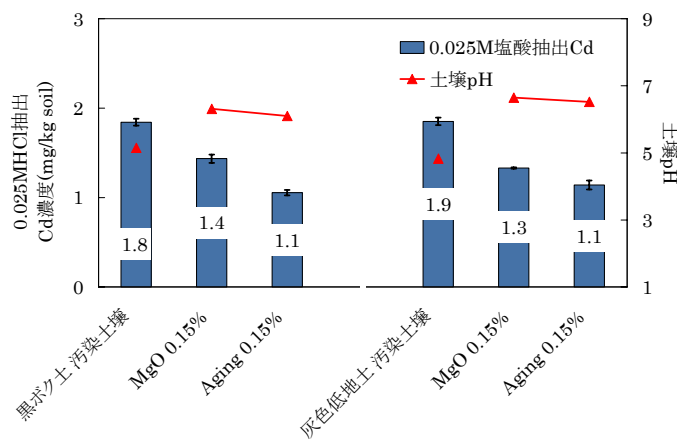


Fig.2 2 土壌に対する 0.025M HCl 抽出による Cd 濃度