

重金属汚染農用地の改良試験 - 産米中のCd濃度と試験意義

和田信彦¹⁾・松澤市太郎²⁾・亀和田俊一³⁾

和田信一郎⁴⁾・小田原孝治⁵⁾

1) (株)アステック、2) (株)細野建設、3) (株)レアックス、

4) 九州大学農学研究院、5) 福岡県農業総合試験場

1. はじめに - 資源サイクルと重金属汚染

近世以前のわが国における地質汚染のうち、記録から立証できるのはほとんどが江戸時代の鉱山開発にかかわるものである。古文書記録にあるもっとも古い地質汚染は、1640年代に常陸国（現在の茨城県）の赤沢銅山（のちの日立鉱山）で発生した「悪水事件」で、鉱山下流域の田畑に被害を与えた。

鉱山開発は下流域の河川堆積物に対する重金属の付加となって最初に現れる。これが一次的な重金属汚染であり、鉱山から河川水系に沿って下流域の広範囲に農用地の土壤汚染地帯を形成した。

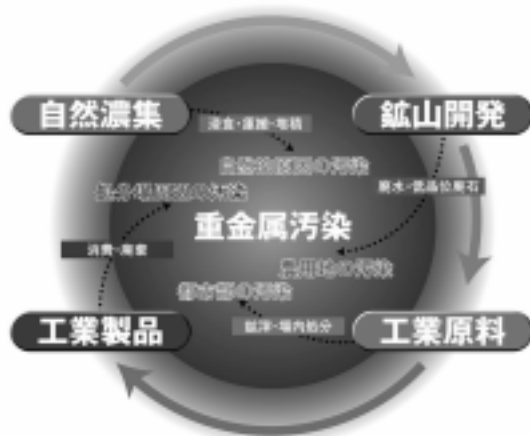


Fig.1 Geo-Pollution by Heavy Metals in the Cycle of Natural Resource

1960年代以降の高度成長期に鉱山から大量に原料資源として工業地帯に運ばれた鉱石の影響は、やがて都市部で二次的な重金属汚染となって後年出現する。さらに1970年代後半からの大量消費時代には工業製品の廃棄にともない、廃棄物処分場周辺において三次的な重金属汚染の要因をつくった。

岐阜県神岡鉱山から排出されたカドミウム（以下、Cd）により富山県神通川下流域の農用地土壤が汚染され、産出されたCd含有米を長年にわたり食べた住民多数がイタイタイ病を発症した。イタイタイ病は日本の公害病第1号に認定され、1970年の公害国会で地圏の汚染を対象にした最初の法律、「農用地土壤汚染防止法」の制定に結びついた。

2. 汚染農用地対策の現状

法律の制定により農業政策の一環としてその後、全国における汚染農用地の調査と改良が進められてきた。平成14年度の調査では、Cdを対象として調査地域数6、対象面積1,284ha、調査点数369点でおこなわれ、基準（玄米中のカドミウム含有量1mg/kg以下）を超える地域数は3地域、3点、最高値は1.8mg/kg、土壤中のCd濃度の最高値は6.36mg/kgであった。基準を超える農用地の累計は

132 地域 7,224ha であり、内訳は Cd が 95 地域 6,683ha、銅は 36 地域 1,404ha、砒素は 14 地域 391ha である。これら基準値以上の特定有害物質が検出された汚染農地のうち、対策事業完了面積は 6,054ha であり、未だ 16.2% の汚染農地が未完了状況である。基準を超える Cd 米は自治体がいり上げて消却しているが、0.4 ~ 1mg/kg の米も「消費者感情に配慮」して準汚染米として食糧庁がいり上げ工業原料としている。

国連食料農業機関 (FAO) と世界保健機構 (WHO) の下部機関で、食品の国際規格を決める「コーデック委員会」では、Cd の基準について 0.2mg/kg 以下とするとの案を提示している。したがってわが国でも今後基準の見直しが避けられない情勢であるが、基準の引き下げは買い上げる汚染米や対策指定農地の増加につながるため国の動きは鈍いのが現状である。

現在おこなわれている主な対策は客土、排土、反転工および地目変換等である。地目変更以外は農用地の継続であるが、対策費が高価な割には農用地土壌の大幅な形質変化が生じるため、収穫が数年は期待できない問題がある。

3. 植物体中の重金属含有量

Cd と農業生産物との関係に関する既存の研究成果にもとづいて、解決策を暗示する重要な特性を下記に整理する。

土壌中の Cd 含有量と玄米中の含有量との相関

土壌中の Cd 含有量 (mg/kg) と生産された玄米中の Cd 含有量 (mg/kg) の相関について、圃場生産実験 (千葉県農業試験場) および細密調査結果 (環境庁) のデータを抜粋して図化 (図2左) した。この図で示されるように、両者には明瞭な相関が見られない。同一の圃場で生産された玄米でも、年度によって Cd の含有量が異なっている例もあり、現状では土壌中の Cd 含有量が玄米中の Cd 含有量を十分に説明することはできない。

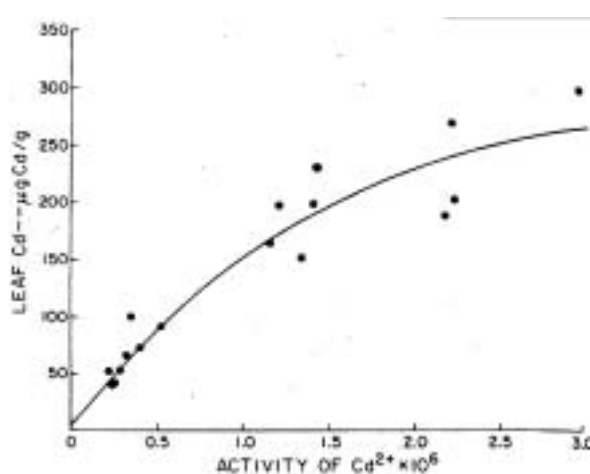
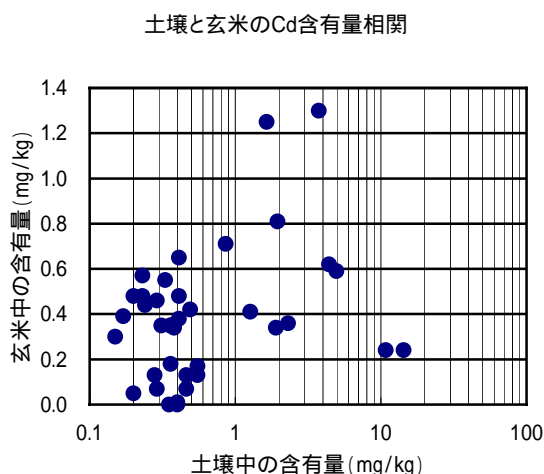


Fig2 Relation of the Cadmium Content between the Plant and Soil (Left), Raising Solution (Right)

したがって、土壤環境基準の中でCdのみが産米中の含有量によって規定されている事情が理解できる。

水溶液中のCd濃度と植物体中の含有量との相関

図2右(F.T.BINGHAM, et al., 1983)はスイスチャード(牧草)の葉のCd含有量と土壤溶液中のCd活量との関係を示すもので、直線的ではないが両者の相関性が高いことが分かる。トウモロコシのCdと亜鉛の吸収を調べた例では、土壤溶液中のCd/Zn活量比と根のCd/Zn含有量の間には R^2 が0.99と極めて高い相関がある(F.J.SIKORA et al., 1986)。また米についてCdではないが、土壤溶液中のマンガン濃度と植物体のマンガン含有量の間に関係があるとの研究もある(A.P.SCHWAB et al., 1983)。

玄米中のCd含有量との相関を直接示すものではないが、土壤溶液中の重金属濃度と植物体の含有量との間には相関があると考えられている。

4. シーリングソイル工法の適用実験結果と意義

いくつかの傍証から、玄米中のCd量を減少させるためには土壤中のCd含有量の多少にかかわらず、溶液中すなわち土壤間隙水のCd濃度を低下させることが重要な解決策と考えられる。つまり土壤中に含有するCdの不溶化を図り土壤間隙水中のCd濃度の上昇を抑制することが、農用地のCd汚染の有効かつ効率的な対策となる。

シーリングソイル工法は重金属汚染土を対象とする改良工法で、天然資源鉱物がもつ吸着機能やイオン交換機能等を利用して重金属を固定化、イオン化して溶出することを抑制ないしは停止させる原理である。低コスト・低負荷型の改良工法として評価され、全国の重金属汚染土の改良に実績を重ねている。利用する天然鉱物資源は、ゼオライト、苦土消石灰、火山性風化粘土(例えば、関東ロームなど)であり、いずれも農業土壤の改良材やpH調整材および農用地客土として利用されているものである。

長野県白馬村の前年準汚染米を産出した水田を試験圃場として、シーリングソイル工法による土壤改良と稲作をおこなった。

実験内容と結果について松澤ほか(2003)に詳しいが、シーリングソイル工法により改良を実施した改良区1~4で育成した稲の玄米からCdは検出されなかった。一方、未改良区5の掛け口付近から採取した玄米試料から、基準値以下ではあるが0.05mg/kgのCdが検出された。

改良区と未改良区で、玄米中のCd含有量が検出限界以下と0.05mg/kgと差が生じた。水や施肥などの管理は注意を払って実施しており、わずか160m²の狭い試験圃場内で管理上で有意な差が生じたとは思えない。したがって、このCd含有量の差はシーリングソイル工法による改良効果の結果と考えている。

有意な差であるか否かを再検証するため、2003年は未改良区5をそのまま、改良区1~4を均質に混合して(0.8配合率)引き続き稲作実験をおこない収穫した稲の分析と解析をすすめている。

The Experimental Improvement of the Polluted Paddy Field by a Heavy Metal
- Cadmium Content of the Brown Rice and its Significance -

by

Nobuhiko WADA¹, Ichitaro MATSUZAWA², Shunichi KAMEWADA³,
Shinichiro WADA⁴ and Khoji ODAWARA⁵

On the basis of the law, The survey and improvement of the agricultural land contaminated by heavy metals, have been advanced. However, of 16.2% improvement of the agricultural land that contaminated yet is unfinished.

The FAO and WHO are showing the plan under 0.2 mg/kg about the criterion of cadmium. Therefore, the review of the criterion is the inevitable situation also in our country. However, the government intention is dull therefore the contaminated agricultural land area and the polluted rice will be increased.

As a result, that we improved the contaminated agricultural land by the sealing soil method was good. The content of rice's cadmium was greatly decreased. This result of the improvement effect by the sealing soil method and be expected as the low cost and low load improvement method different from a conventional method.

¹ Astec Co.Ltd.(E-mail:n.wada@astec-geo.co.jp)

5-21-3 Hirai, Edogawa-ku, Tokyo, 132-0035 JAPAN.

² Hosono Kensetu Co. Ltd. .(E-mail:hosono@valley.ne.jp)

6533-3 Nakatuchi, Otani Villige, Nagano Prefecture, 399-9511 JAPAN.

³ Raax Co.Ltd.(E-mail: kamewada@raax.co.jp)

17-1-12 kita12jo, Higashi-ku, Sapporo City, Hokaido Prefecture, 065-0024 JAPAN.

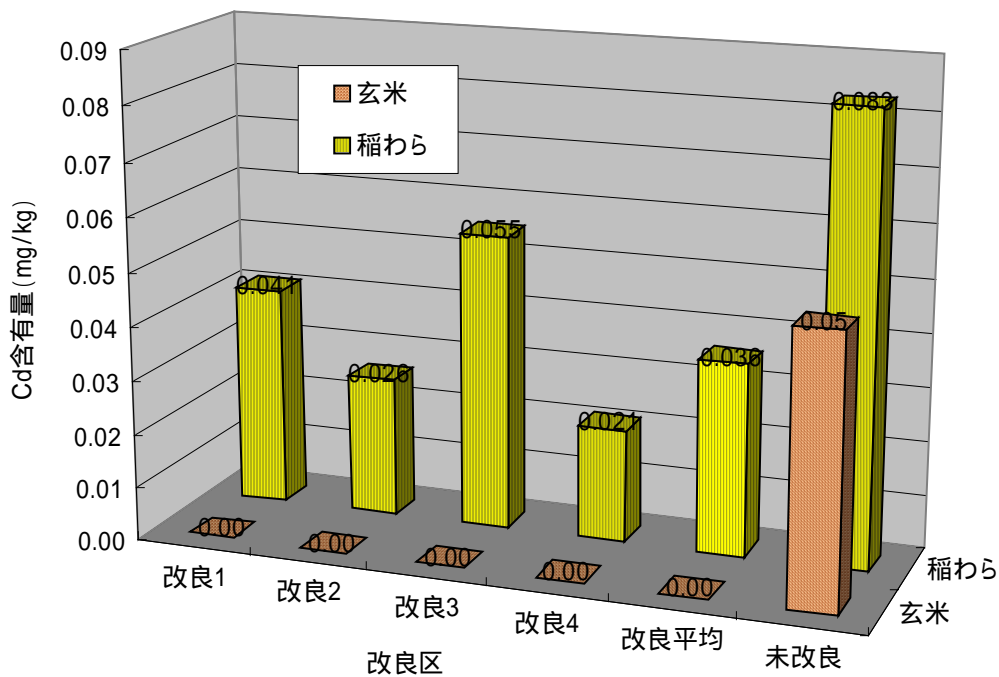
⁴ Agricultural Graduate School of Kyushu University(wadasi@agr.kyushu-u.ac.jp)
6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Hukuoka City, Hukuoka Prefecture, 812-0053 JAPAN.

⁵ Fukuoka Agricultural Research Center

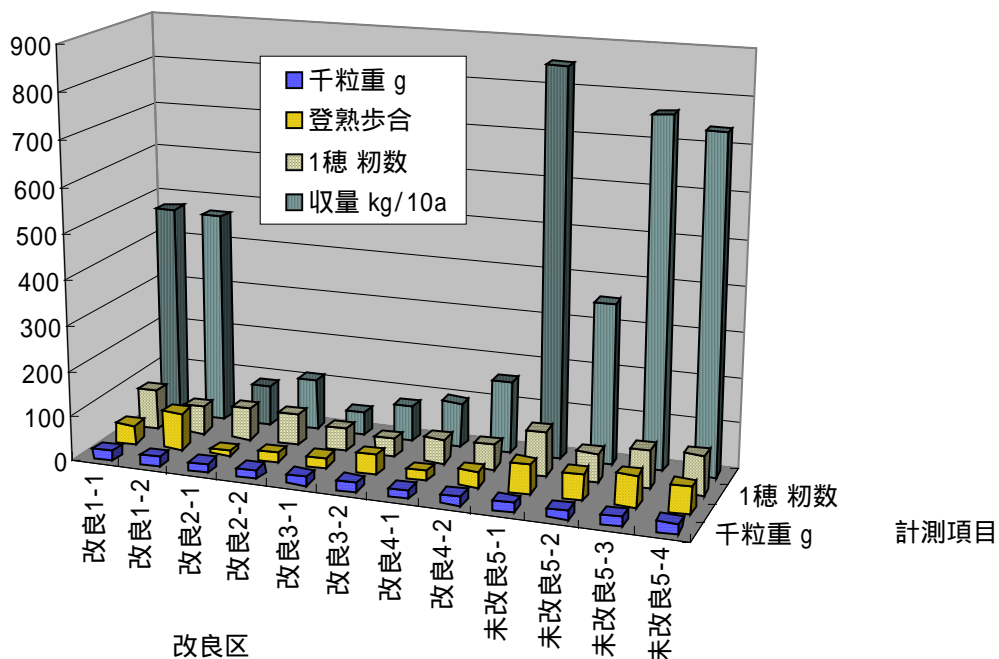
1003 Hachomuta, Ohoki Town, Hukuoka Prefecture, 830-0416 JAPAN.

Kew Word: Cadmium, rice, polluted paddy field, sealing-soil method

【追加資料】



追加図1 試験圃場ブロック毎の植物体中 Cd 含有量



追加図2 試験圃場ブロック毎の生育状況