

さが、IIとIVでは粗粒質で腐植に富みながら還元化し難い火山灰的性格によるものと考えられる。IIIは強粘質のため溶出率がほとんど40%以下と低い。

細密調査によると、IVの型の地域で多くの高濃度のCd米が検出されており、この地域は排水が良く、用水も不足しがちで酸化条件になりやすく、Cd吸収が助長されやすい地帯である。

4 ま と め

1) 中干しや落水によって、Ehが上昇し、土壌Cd溶出率(0.1N HCl可溶)は高まり、稲体のCd吸収

量も増加する。特に出穂ころのEhと玄米Cd濃度の相関は高い。

2) インキュベーション試験によると、土壌の還元化の程度は土壌型により異なる。特にグライ土壌(強粘質)にくらべ、腐植質火山灰土壌や粗粒質の土壌ほど還元化の程度は弱く、Cd溶出率も高い。

3) 以上のことから、水稻のCd吸収抑制のためには水田の土壌型と圃場の排水条件を考慮し、適正な透水の付与と出穂前後の湛水条件の維持と有機資材による還元の助長を図る管理技術が必要である。

土壌Ehと玄米Cd濃度について

田中 伸幸*・木村 敬生*・大竹 俊博**

1 ま え が き

現在、すでに汚染されている農用地土壌の復旧改善をはかることが当面急を要する課題であるが、その方法として、(1) 土壌Cdの不溶化(湛水栽培、りん酸及び石灰資材の投入)、(2) 物理的吸着によるCdの不活性化(ゼオライト、ベントナイトなどの施用)、(3) 土壌中のCd濃度希釈及び除去(客土、排土客土、天地返しなど)の3つに大別される。

汚染された水田の抜本的な対策としては、客土あるいは排土客土であるが、しかし、この方法は土地改良を伴い莫大な経費と時間を要する。

一方、客土等の土地改良が施行されるまでの間、あるいはCd汚染米が生産される危険性のある水田では、玄米Cd濃度を早期に、しかも簡単に予測してCd吸収抑制のための対策を講ずることが重要である。

そこで、湛水栽培によってCd吸収が相当抑制されること、出穂前後の土壌Ehと玄米Cd濃度とに極めて高い相関が認められたことに着目し玄米Cd濃度の予測を試みたので、ここにその結果を報告する。

なお、この成果は昭48~50年まで実施した「水管理と水稻Cd吸収に関する試験」から得られたものである。

2 試 験 方 法

(1) 場所：山形農試置賜分場

(2) 面積：3.3 m²、2連(框試験)

(3) 供試土壌及び作物：グライ土壌強粘土型、 $\frac{N}{10}$ 塩酸可溶Cd 4~5 ppm、水稻キヨニシキ

(4) 試験区の構成：第1図に示す。

| 月/日 No. | 8/28 | 7/13 | 7/26 | 出穂 | 8/9 | 8/13 | 8/28 | 9/9 |
|------------|------|------|------|----|-----|------|------|-----|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |

排水・落水期間 出穂期：8月3日

第1図 試験区の構成

(5) Ehの測定：1区5~6カ所から土壌(作土)を採取し、直ちに実験室に持ち帰り必要に応じて水を加え、十分攪拌し電極挿入1時間後に測定した。

(6) 玄米Cd分析：常法による。

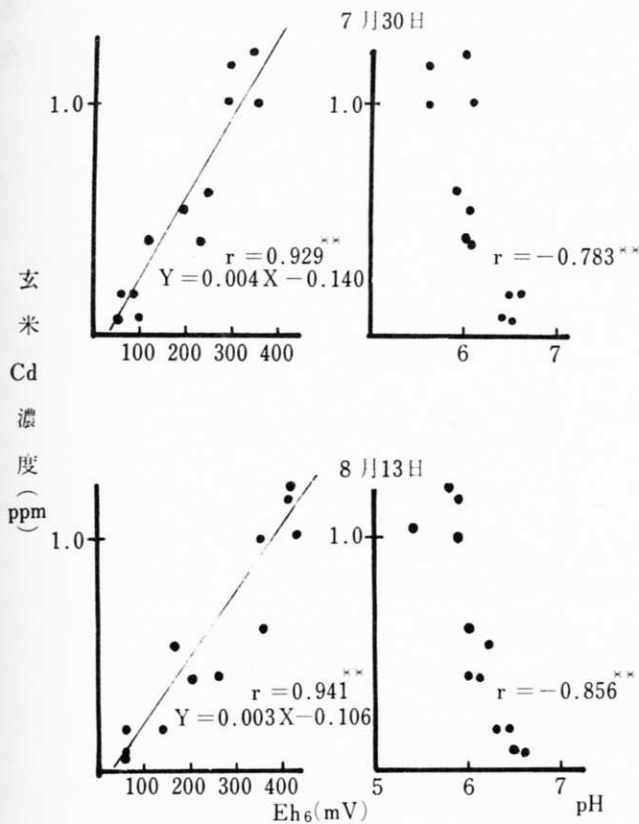
3 試 験 結 果

水管理とCd吸収に関する試験結果の概要は以下のとおりである。

各区とも生育は順調で、特に登熟期間の日照が多かったこともあり、収量は80~90 kg/aと高かった。

玄米Cd濃度は出穂前後の排水区(No.3)が1.13 ppmと高く、これに対して出穂35日後まで常時湛水状態を維持したNo.6区は0.18 ppmで、No.3区の約 $\frac{1}{10}$ 程度であった。

また、落水時期の相違では、出穂10日後の早期落水は玄米Cd濃度を高める可能性が認められたが、25日、35日後の落水では差が認められなかった。



第2図 玄米Cd-Eh, pH相関図

この試験のなかで筆者らは、水稻生育期間中ほぼ一週間ごとに土壌(作土)のEhを測定し玄米Cd濃度との関係を検討したところ、第2図に示すように、7月30日、8月13日(出穂期8月3日)の土壌Ehと極めて高い相関が認められた。これは昭和49年度の結果(7月29日, $r=0.783^{**}$ 8月9日, $r=0.966^{**}$)とほぼ一致した。しかし、これらの時期以外では両者の

間には相関が極めて低いか、あるいは一定の傾向が見出せなかった。

また、pHについてもEhと同一時期に高い相関が認められた。

水稻の生育期間中に玄米Cd濃度を予測し、その結果に基づいて対策を講ずることを前提にすれば、予測精度が多少低くとも可能な限り早期に予測することが実際の営農上有利であると考えられる。

そこで、7月30日(予測精度としては8月13日が高い)のデーターをもとにして、玄米Cd濃度(Y), 土壌Eh(X_1), pH(X_2)とすればこれらの間には次の重回帰式が成立する。

$$Y = 0.004 X_1 + 0.042 X_2 - 0.451 \quad (R = 0.930)$$

すなわち、出穂期直前の土壌Eh及びpHによって、玄米Cd濃度の予測が可能であると考えられた。

また、第2図の玄米Cd-Ehの回帰式から玄米Cd濃度1.0, 0.4 ppmに対する土壌Ehを求めると第1表のとおりであるが、実用上の安全性を考慮し危険率5%, 信頼幅の下限をとると土壌Ehはそれぞれ195, 55 mVの指標を得た。

すなわち、この指標以下に土壌Ehを維持すれば汚染米が生産される可能性が少なく、対策上の一方法であると考えられる。

第1表 回帰式より求めたEh₆ (mV)

| 危険率 | 玄米Cd濃度 (ppm) | |
|-----|--------------|--------|
| | 1.0 | 0.4 |
| 5% | 285±90 | 135±80 |
| 10 | ±74 | ±65 |
| 20 | ±56 | ±49 |

(7月30日の回帰式より)

なお、この指標の適用性について、昭和50年に当場で実施したCd関係試験から土壌Cd濃度別に検討したところ、第2表に示すように適合、不適合ほぼ同数であったが、1.0~5.0 ppmの土壌ではこの指標は非常に良く適合している。しかし、土壌Cd濃度10 ppm以

第2表 指標の検討

| 指標適否 | 事例数 | 土壌Cd濃度別分布(実数) | | | | |
|------|-----|---------------|---------|---------|----------|-------|
| | | 0~0.5 ppm | 0.5~1.0 | 1.0~5.0 | 5.0~10.0 | 10.0~ |
| ○ | 20 | | 6 | 12 | 1 | 1 |
| × | 23 | 13(1) | 4 | 4(2) | | 2(1) |

(): 指標Eh以下で基準玄米Cd濃度を越えたもの

○ : 指標適

× : 指標不適

上の高濃度の場合には問題が残る。

また、適合しなかった事例の半数以上はCd濃度0.5ppm以下の土壌であった。これは水稻のCd吸収に対して、土壌Cd濃度が制限因子になっており、Ehの高低とは無関係で玄米Cd濃度もほとんどが0.4 ppm以下であった。

なお、この指標はグライ土壌強粘土型、 $\frac{N}{10}$ 塩酸可溶Cd 4~5 ppmの土壌条件によって得られたもので、土壌型を異にする場合、また高濃度に汚染されている水田について、その適用性を更に検討する必要がある。

4 ま と め

1) 出穂直前の土壌 Eh (X_1), pH (X_2), 及び玄

米Cd濃度 (Y) との間に次の重回帰式が成立する。

$$Y = 0.004 X_1 + 0.042 X_2 - 0.451 \quad (R = 0.930)$$

これによって、玄米Cd濃度予測の可能性を示唆した。

2) 少なくとも、本試験に供した土壌条件の下では、出穂直前の土壌Ehを195, 55 mV以下に下げることによって、玄米Cd濃度をそれぞれ1.0, 0.4 ppm以下に抑えることが可能である。

3) この指標の適用性について検討した結果、土壌Cd濃度1~5 ppmの範囲では非常に良く適合しているが、土壌型を異にする場合、また高濃度に汚染された水田での適用性を更に検討する必要がある。