

## 土壌の重金属汚染に関する調査研究(6)

誌名	茨城県農業試験場研究報告
ISSN	0388810X
著者	平山, 力 酒井, 一
巻/号	26号
掲載ページ	p. 191-200
発行年月	1986年

# 土壌の重金属汚染に関する調査研究

## 第6報 汚染谷津田の改良とその後の水稲のカドミウム吸収

平山 力・酒井 一

Soil Pollution by Heavy Metals Part V.

Improvement of the dissected Vallay Paddy Fields Polluted by  
Cadmium and the Cadmium Absorption of Rice Plant.

Chikara HIRAYAMA, Kuni SAKAI.

面積10.6haを有する火山灰谷津田千代田村上稲吉地区は、現地改善対策試験結果にもとづき、昭和58年より山土による25cm上乘せ客土によってカドミウム汚染土壌の改良対策が行われた。その後対策田について水稲を作付けし、その生育と収量、カドミウム吸収等について3か年間、追跡調査を行ったところ、玄米中のカドミウムはいずれの年も0.03ppm以下と極端に抑えられ対策の効果が顕著に認められたので、これらの概要を報告する。

### I 緒 言

新治郡千代田村上稲吉地区水田は、昭和48年4月、千代田村役場に水田耕作者から、水田土壌が黒く変色し、腐敗臭が感じられるとの苦情があり、村が水田土壌の調査を行ったところ、高濃度のカドミウム(以下Cdと記す)が検出されたため、県は48年9月水田土壌及び産米の調査を行った。その結果、玄米に最高1.64ppmの高Cd米が検出された。汚染源は周辺から流入した工場排水中のCdによるものと結論され、これら汚染田の的確な改善対策の早急な実施が望まれ、直ちに恒久対策確立のための調査試験が実施された。農試では昭和49年より2か年間、現地改善対策試験を行い、その結果、非汚染土の25cm上乘せ客土が、当該地区の対策法として最もすぐれていることをあきらかにし、これらの結果はすでに前報<sup>1)</sup>で報告した。対策処方箋は、試験結果に基づいて作成され、県内や国の関係機関担当者によって検討が加えられたうえ、さらにこれにもとづいた対策計画<sup>2)</sup>が作成された。作成に際しては地区特有の軟弱地盤を配

慮し、精密な土壌調査の繰返しはもちろん先進県の資料<sup>3)</sup>も十分参考にした。

客土工事は昭和58年11月から、地区を3工区に分け、3か年計画で着工され、完了地区は59年より直ちに水稲の作付けが開始された。各工区とも水稲生育は順調に経過し、玄米収量もこれまでの慣行をうまわったうえ、玄米中のCd濃度はきわめて低いレベルに抑えることができ、期待どうりの対策効果が確認された。

ここでは、これら対策の概要、対策後における水稲の生育とCd吸収結果等その概略について述べる。

### II 改良対策方法

#### 1) 対策地域の概要

##### (1) 立地及び営農条件

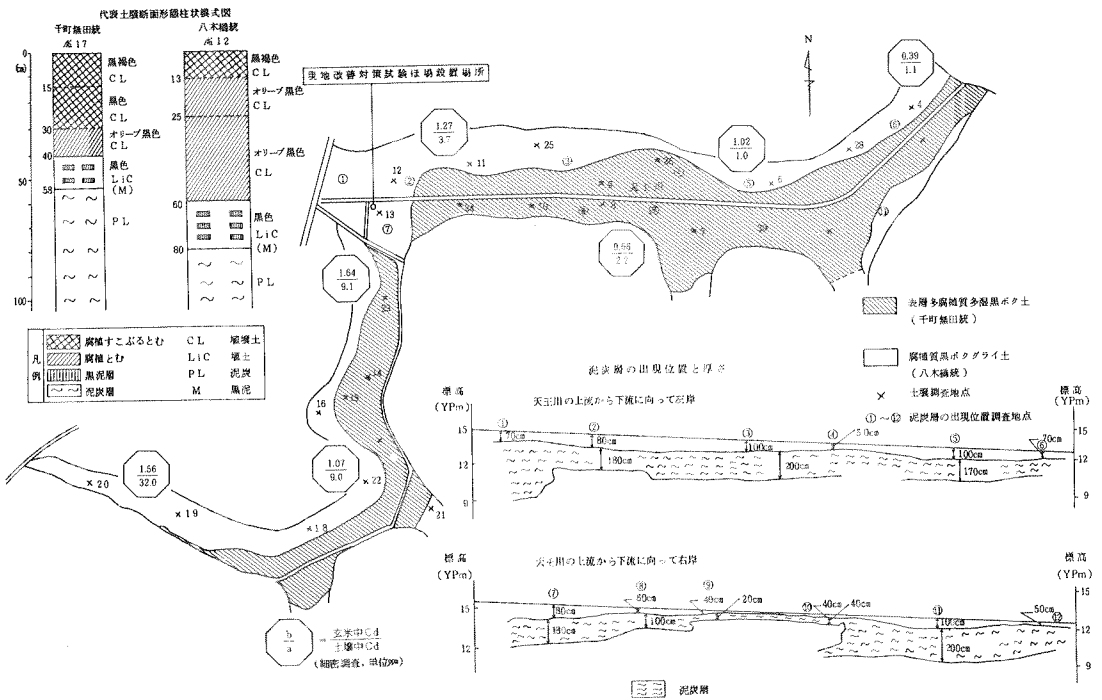
対策地域は県のはほぼ中央部の千代田村上稲吉にあり、県道土浦、八郷線と天王川舟橋間の区域である。地形は台地間を流れる天王川流域に発達した狭隘な谷津田で、その中は、上流部で20m、地域の下流部で150mとな

っている。地形はおおむね平坦であるが、標高 20~12 m と東西に緩に傾斜を示し、周辺台地との標高差は 10 m 以上と比較的深い谷が形成されている。

土壌は第1図に示したとおり、おおむね黒色土壌の湿田タイプで作土の土性は細粒質となっている。土壌区分では表層多腐植質多湿黒ボク土の千町無田統(茨城, 下佐谷統), 及び腐植質黒ボクグライ土の八木橋統(茨城, 平沼統)である。母材は非固結火成岩でとくに表層では火山灰の影響が大きいが、下層 50 cm 以下では黒泥, 泥炭層が出現し、軟弱地盤の性格を裏づけている。用水は

その水源を天王川に一部深井戸に依存している。

平年の平均気温は 14.3℃, 年間総降水量は 1,251 mm である。対策地域の関係農家は 41 戸で、そのうちの 31 戸が第2種兼業農家で専業農家は 10% 以内の 4 戸にすぎない。一戸あたりの平均経営耕地面積は 1.12 ha で、このうち水田 0.46 ha, 畑 0.15 ha, 樹園地 0.51 ha となっており、梨を中心とする果樹園が樹園地の大部分を占め、営農類型は果樹+水稲である。対策地域における水稲収量は 10 a あたり玄米で平均 440 kg であり、県平年収量 442 kg とほぼ同じである。



第1図 土壌条件とCd汚染状況<sup>2)</sup>

(2) Cd汚染状況

本地域のCd汚染は、対策地域の upstream の向原工業地内に立地する理研真空工業 K K 霞ヶ浦工場が、昭和 42 年 1 月から昭和 47 年 6 月まで Cd 含有塗料による電球の着色作業を行い、Cd を含む排水を排出した。このため、かんがい水や、排水路の氾濫に伴って、有害物質である Cd が工場排水の流入した水路周辺の水田に混入し、水田の土壌汚染に結びついた。

なお、汚染源となった当工場は、昭和 55 年 7 月に工場の操業を停止し、現在当工場からの Cd 排出はほとんど認められていない。

Cd 汚染の状況は第1図に示したとおり、昭和 48 年から 55 年度までの細密及び補足調査の結果から、玄米中 Cd 濃度最高 1.64 ppm, 土壌中 (0~15 cm) 濃度最高 32.0 ppm を示し、その濃度は上流から下流に向かって漸減している。

土壤の重金属汚染に関する調査研究

(3) 対策地区の面積と土地利用

対策地区の面積は10.6 haあり、このうち農用地として利用する土地は9.6 ha、農用地外は1.0 haある。農用地は大部分水田であり、農用地以外の面積は、水田に附属する道や水路であった。しかし実際の対策計画では9.6 ha水田現況面積のうち、農家の土地利用等の意向等を考

慮し、このうち0.5 haを道水路として利用されたことから、水田の実面積は9.1 haとなった。

2) 対策の基本方針

対策処方箋の骨格となった改良対策の基本方針は第1表に示した。

これによると本地域の土壤汚染の改良対策は、(1)汚染

第1表 改良対策の基本方針

項 目	基本方針	備 考
土 壤 汚 染 改 良 対 策	上乘せ客土 25 cm	現地改善対策試験結果 <sup>1)</sup> による。
再 汚 染 防 止 対 策	排水路の舗装	凍結融解、法面破壊、水路底質のほ場内混入を防止するため、コンクリート製品による柵渠を設ける。
土 壤 改 良	10 a 当たり ようりん 700 kg, 珪カル 150 kg	ようりんはP吸の5%相当量 珪カルは茨城県水田土壤改良基準 <sup>4)</sup> による。
客 土 用 土	火山灰土(ローム層)	0.1 NHCℓ可溶Cd最高0.16 ppm, CL
用 水 , 水 質	パイプライン方式 深井戸	水質転換, 用水中Cd 0.0002 ppm
農業用水による客土の耐用性	30年後における対策水田作土中のCd	用水からのCd供給量1,032 g + 客土機による水田作土Cd量1,420 g ÷ 水田作土重量(t) 8,873 = 0.276 g/t
土 地 改 良 事 業	公害防除特別土地改良事業	
土 地 改 良 方 式	ほ場整備	80 m × 25 m = 20 a 区画

注) 上稲吉地区農用地土壤汚染対策計画書<sup>2)</sup>(昭57.6.2国より承認)による。

を除去するための対策として上乘せ客土25 cmによる耕土の非汚染化と生産力確保のための土壤改良資材の施用である。上乘せ客土25 cmの採用は、現地改善対策試験の結果<sup>1)</sup>に基づくものであるが、客土深25 cm採用の根拠についてはさらに後述する。土壤改良資材の施用は、客土材として地区周辺火山灰台地ローム層(山赤土)を用いたことから、分析結果に基づく資材量を、工事の手順に折込んで施用し、作付初年目からの生産力の確保をねらった。(2)次に汚染を防止するための対策として、排水路のコンクリート製品による舗装を行った。このことはとくに、冬季凍結融解等種々の自然条件によって破壊された法面や水路底質の汚染土が、ほ場内に混入することにより惹起する再汚染防止をねらった。用水、水質については本地域が水質汚染によったこともあって水質転

換を行った。水源は深井戸、用水はパイプライン方式とした。用水中のCd濃度は0.0002 ppmである。また、これら農業用水かんがいによる客土の耐用性についても、30年後を想定して試算した結果<sup>2)</sup>では、客土材そのものの自然賦存量0.1 NHCℓ可溶Cd最高0.16 ppm、前述用水中Cd 0.0002 ppmを基礎とした場合、用水からのCd供給量1,032 g + 客土材による水田作土Cd量1,420 g ÷ 水田作土重量(0~15 cm) 8,873 t = 0.276 g/t (0.276 ppm)となり、これは県内非汚染水田土壤のレベルに比べて低い値であり、30年後においても、汚染米出現の恐れはないと考えられる。土地改良事業は、公害防除特別土地改良事業によって行い、20 a区画を基本としたほ場整備により実施した。なお、本地域は、未整理地域であったことから、対策工法として区画整理方式を採用した事情も

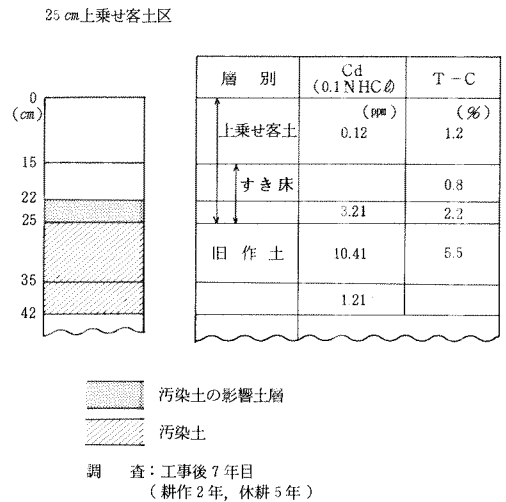
あり、農業生産の近代化を考慮し、併せ行う事業としてかんがい排水及び暗渠排水事業も実施した。これらの事業には対策地域のほかに一体地域として周辺水田 1.0 ha, その他水路等 0.8 ha, 計 1.8 ha の面積が含まれる。

3) 客土深 25 cm 採用の根拠

現地改善対策試験の結果<sup>1)</sup>によれば、当該地区の改良対策としては玄米中の Ca 吸収抑制, 玄米の収量面からみて, 客土深 5 cm を減らした 20 cm 上乗せ客土区でも 25 cm 客土区同等の効果の得られる見通しが得られていた。しかし結果的に地区の対策の基本方針として安全性を考慮し 25 cm 上乗せ客土工法の採用となった。これらの根拠について述べれば次のようである。

当該地区の土地条件がもともと軟弱地盤であることは前述したが、さらに対策試験終了後 7 年目の試験区について、跡地土壌の断面形態と土壌中の Cd 濃度, 土壌の物理性等について調査を行い, その結果を第 2 図, 第 2, 3 表に示した。これによると 20 cm 排水客土区, 25 cm 上乗せ客土区とも客土層下 3 cm 程度が Cd 濃度が高く, 全 C 量も多く下層に埋没された汚染土の影響をうけていることが判明した。また汚染土壌の物理的特性では三相割

合の中でとくに液相の占める割合が高く, 仮比重も小さく透水係数は  $10^{-5}$  オーダーとなった。土壌の分散状態でも県内の湿土壌(分散状態でプラス 1 程度)に比べて分散し易い値となっており, 液性, そ性限界, そ性, 液性指数も 150%, 76%, 74, 0.95 と高く, これは県内干拓直後ヘドロ土壌<sup>4)</sup>(それぞれ 160%, 95%, 72, 1.00) とほぼ同等の値がみられた。



第 2 図 汚染土の影響土層

第 2 表 土壌の三相割合と透水係数

区名	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)	孔隙率 (%)	仮比重 (g/ml)	透水係数 $K_{20}(cm/sec)$
無処理区	27.5	47.3	25.2	72.5	0.66	$1.7 \times 10^{-5}$
25cm 上乗せ客土区下層汚染土	32.5	42.5	25.0	67.5	0.78	$1.4 \times 10^{-5}$

第 3 表 土壌の分散状態

項目	土壌の分散状態				液性指数等				
	1 日目		5 日目						
土壌	ml/g (A)	分散状態	ml/g (B)	分散状態	自然含水比	液性限界	そ性限界	そ性指数	液性指数
現汚染土 (無処理区)	6.61	卅	5.90	卅	146	150%	76%	74	0.95
客土用土	5.82	+	5.63	+	85	94	67	27	0.67
25cm 上乗せ客土区客土層	5.60	+	5.40	+	86	95	68	27	0.67
" 汚染土客土区の下層	6.82	卅	5.51	卅	138	146	70	76	0.89

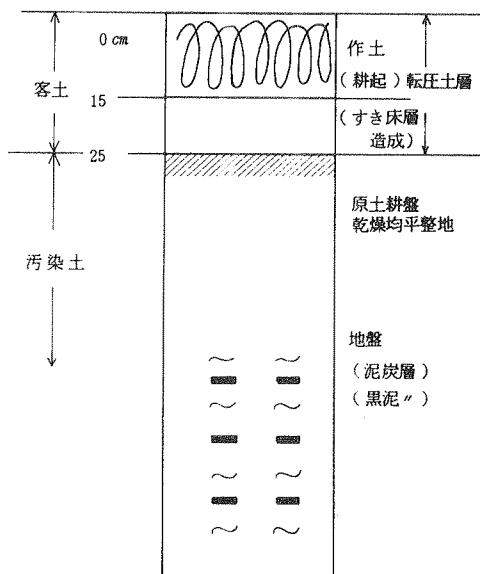
注) 液性指数は 0 に近づくほど土壌の安定を示す。

以上のように汚染土壌は液状になり易く、極めて不安定であることから客土層の圧力による土層間の微細土粒子の移動によって客土層下層3 cm程度のCd濃度の上昇という現象がみられた。このような汚染土壌の特性は、本地域が周辺台地との比高が10 m以上あり、伏流水の多い狭隘な谷津田であったことに由来しているものと考えられる。前述したとおり25 cm上乗せ客土区の汚染土壌の液性指数等が現汚染土壌より小さいことからみて、客土後予想される乾田化においては、汚染土の土粒子も安定の方向に変化するものと考えられるが、安全性を考慮すれば、客土深20 cm + 客土厚5 cmは必要である。

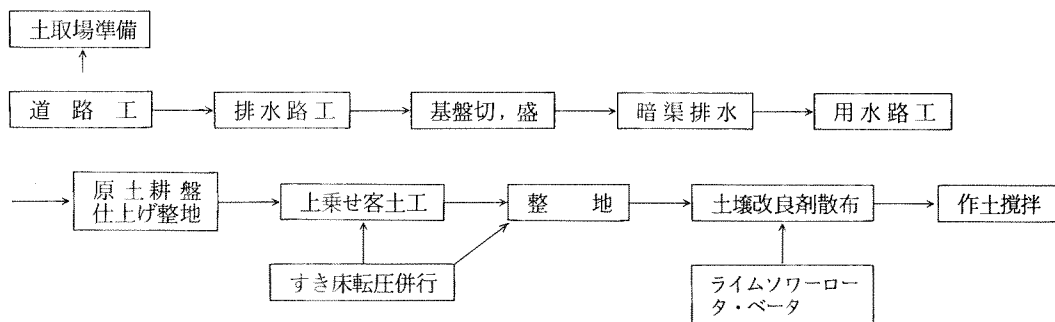
#### 4) 対策施工

対策工事後の土壌断面形態を模式図で示すと第3図のようになり、工事の手順は第4図に示した。上乗せ客土工は原汚染土を明、暗渠による乾燥し、均平整地後実施した。上乗せ客土25 cmは土層の区分として、作土0～15 cm、転圧層(すき床層)10 cmを見込んだが、この場合の転圧土層の造成は、とくに工事手順の中に造成工程

は含めず、上乗せ客土工と整地工に併行して25 cm土層の転圧を併行して実施し、転圧土層25 cm造成後、作土0～15 cm耕起し改良資材の散布攪拌を行った。



第3図 対策工事後の土壌断面



第4図 対策工事の手順<sup>2)</sup>

### Ⅲ 対策後の水稻生育とCd吸収

対策工事は地区内を3工区に分け、年1工区づつ昭和58年度から3か年の完了計画で実施された。したがって、水稻の作付けは昭和59年度から順に行われた。

#### 1 生育収量

初年目着工した工区の作付けは、土地改良後初めての作付けとあって、若干の遅れがみられたが、その後2、3年目の工区では、工事が早目に終了していたこともあ

って作付けは順調であった。各工区の代表は場でみた対策後の水稻生育収量の調査結果は第4表に示した。栽培品種はいずれのは場もコシヒカリ、田植えは各年とも5月15～20日、この場合の基肥はNとして10 aあたり8 kgとし、山赤土ということもあり隣接田標準施肥量6 kgに比べてやや増施した。水管理は最高分けつ期の6月下旬から7月上旬に行う中干し、それ以後の間断かんがいは、予想以上の漏水もあったことから、いずれのは場も守れ

第4表 対策後の水稻の生育収量

ほ 場 No.	客 土	生 育 (9/18)			わら重 (kg/10a)			玄米重 (kg/10a)			
		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数(本/株)	昭59	" 60	" 61	昭59	" 60	" 61	
昭.58 工事完 了区	6-1 <sup>*1</sup>	上乘せ客土	91.5	18.9	21.3	660	655	577	562	535	532
	3-1	"	100.2	18.7	20.2	675	640	580	558	540	530
	13-5	"	95.6	20.6	16.9	585	592	570	486	513	470
	平 均		95.8	19.4	19.5	640	629	576	535	529	511
	1-1 <sup>*2</sup>	客土なし	88.6	20.5	22.0	647	-	-	525	-	-
	4-2 <sup>*2</sup>		90.3	19.7	20.7	635	-	-	513	-	-
	平 均		89.5	20.1	20.9	641	-	-	519	-	-
昭.59 工事完 了区	17-2	上乘せ客土	90.2	19.2	21.8	-	640	618	-	546	530
	18	"	89.7	20.0	23.0	-	630	620	-	520	515
	22-2	"	91.0	18.5	20.4	-	637	-	-	518	-
	平 均		90.3	19.2	21.7	-	636	619	-	528	523
昭.60 工事完 了区	10-2	"	87.4	20.4	21.6	-	-	587	-	-	515

注) \*2 併せおこなう事業で施工したほ場, \*1 框試験, 工事前地区平均玄米収量 420kg/10a, 品種: コシヒカリ, 基肥 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 8kg/10a, 追肥 3kg × 2回。

なかった。しかし、ほ場の漏水は畦畔部分のビニール被覆によるしゃ断や、伐かき回数なより、年次別にみても、漸次減少の傾向がみられた。落水はいずれもおおむね出穂 20 日とし、刈取りは各年とも 9 月 17～22 日間に行った。

作付け後の水稻生育は、火山灰土の客土によって心配されるりん酸欠乏、赤枯病の発生もみられず、ほ場によっては管理不慣れにともなう生育むら、追肥時期の遅れ等による若干の倒伏もみられたものの、おおむね順調に

経過した。玄米収量は昭和 58 年工事完了区の初年目で上乘せ客土区 3 ほ場平均で 10a あたり 535 kg, 客土なしの併せおこなう事業として排水改良、ほ場整備を行ったほ場の平均収量 519 kg に比べてうまわった。また、59, 60 年度工事完了区ほ場の玄米収量もいずれも初年目より 500 kg をうまわり、さらに同一ほ場で 3 か年追跡した結果でも同様の傾向が認められ、工事前の玄米収量 10a あたり平均 440 kg を大巾にうまわり、水稻の生育収量の面で所期の目的が達せられた。

第5表 対策後の水稻玄米 Cd 濃度

ほ 場 No.	玄 米 中 Cd			わ ら 中 Cd				
	昭59	" 60	" 61	昭59	" 60	" 61		
昭58工事 完了区	6-1 <sup>*1</sup>	上乘せ客土	0.02	0.03	0.03	0.16	0.14	0.15
	3-1	"	0.03	0.03	0.02	0.11	0.15	0.15
	13-5	"	0.02	0.03	0.03	0.16	0.16	0.14
	1-1 <sup>*2</sup>	客土なし	0.18	-	-	0.92	-	-
	4-2		0.16	-	-	0.80	-	-
昭59工事 完了区	17-2	上乘せ客土	-	0.03	0.03	-	0.15	0.16
	18	"	-	0.02	0.03	-	0.13	0.14
	22-2	"	-	0.03	0.03	-	0.15	0.15
昭60工事 完了区	10-2	"	-	-	0.03	-	-	0.16

注) \*1 框試験, \*2 併せおこなう事業で施工したほ場。

2 玄米のCd吸収

対策を行ったほ場に栽培した水稻玄米について、Cdの分析を行いその結果を第5表に示した。

これによると、玄米中のCd濃度は、初年目、2年目、3年目産米とも上乗せ客土区ほ場で最高0.03ppmを示した。この値は、非汚染田で工事の都合上、単に併せおこなう事業によりほ場整備を行った隣接客土なしほ場の玄米Cd濃度初年目最高0.18ppmに比べても大巾に低いレベルであり、あきらかに対策の効果が認められた。わらのCd濃度についても客土ほ場で最高0.16ppm、客土なしほ場の昭和59年度産米で最高0.92ppmを示し、対策の効果はわら濃度においても確認された。

3 減水深

59年度工事を完了したほ場のうち、3筆を選び、水稻の栽培期間中はほ場の減水深を年次別に追跡した。その結果を第6表に示す。

これによると、工事初年目の減水深は31~36mm/日であり、次年度28~31mm/日、3年目27~28mm/日と、減水深の値は年次の経過によって漸次低下する傾向がうかがわれた。

第6表 減水深

ほ場No.	年次	回数	X mm/日
6-1	59	4	36
	60	3	31
	61	3	27
3-1	59	4	33
	60	3	28
	61	3	28
13-5	59	4	31
	60	3	30
	61	3	28

注) 昭和59年度工事完了区 回数：測定(かんがい期間中)

IV 跡地土壌調査

水稻の栽培結果から、Cdの吸収抑制効果がきわめて顕著であることを知ったので、刈取り後跡地土壌の調査を行い、その結果を第7、8、9表に示した。

調査にあたってのねらいの重点は、まず第1として客土により造成した耕土の栽培後のpH状態と土壌中の重金属濃度、第2に土壌の圧密状態、第3にりん酸地力の評価であった。まず土壌のpHをみると、作土は水浸で

第7表 跡地土壌の重金属

(ppm)

ほ場	項目	pH		Cd		Cu		Zn		C.E.C. (m·e)	
		H <sub>2</sub> O	KCl	T-Cd	0.1NHCℓ	T-Cu	0.1NHCℓ	T-Zn	0.1NHCℓ		
初年目 (昭59)	作付前	1	6.4	6.0	0.19	0.15	3.7	1.8	6.9	2.4	21.5
		2	6.2	5.9	0.19	0.15	3.7	1.8	6.9	2.4	21.5
	収穫時	1	6.4	6.0	0.19	0.15	3.7	1.8	6.9	2.4	21.5
		2	6.2	5.9	0.19	0.15	3.7	1.8	6.9	2.4	21.5
2年目 ( " 60)	作付前	1	6.4	5.7	0.20	0.16	3.8	1.6	7.0	2.6	21.8
		2	6.4	5.8	0.21	0.15	3.6	1.6	7.0	2.7	22.0
	収穫時	1	6.5	5.9	0.18	0.15	3.8	1.7	6.9	2.5	22.9
		2	6.5	5.9	0.19	0.15	3.9	1.6	7.1	2.3	21.8
3年目 ( " 61)	作付前	1	6.4	5.7	0.18	0.14	3.7	1.7	6.9	2.5	22.5
		2	6.5	5.7	0.17	0.14	3.8	1.5	7.0	2.2	21.7
	収穫時	1	6.3	5.7	0.18	0.14	3.6	1.5	7.1	2.2	21.4
		2	6.3	5.9	0.18	0.15	3.8	1.5	6.8	2.4	22.0

注) 1 (0~15cm) 2 (15~30cm) ほ場No.6-1。



第8表 土壌のち密度と透水係数

項目 ほ場No.	層位	層厚 (cm)	客土厚 (cm)	ち密度 (山中式) (mm)	飽和透水 係数 K <sub>20</sub> (cm/sec)
6-1	1	0~15		17	-
	2	15~30	30	21	6.1 × 10 <sup>-5</sup>
3-1	1	0~15		16	-
	2	15~29		20	6.7 × 10 <sup>-5</sup>
	3	29~	29	19	3.1 × 10 <sup>-5</sup>
13-5	1	0~15		17	-
	2	15~28		20	5.4 × 10 <sup>-5</sup>
	3	28~	28	19	2.7 × 10 <sup>-5</sup>
1-1	1	0~15		15	-
	2	15~30	0	18	6.0 × 10 <sup>-5</sup>

注) 6-1ほ場: 対策効果確認基準点,  
土壌調査: 昭59.10.12

第9表 土壌の化学性 (乾土あたり)

ほ場	調査年次	有効態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ト ルオーグ) (mg/100g)	置換性(mg/100g)		
			CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
	昭59(初年目)	8.8	282	49	21
6-1	60(2 " )	6.4	250	35	23
	61(3 " )	5.7	237	31	19

(作土0~15cm)

6.3~6.4の値を示し、水稻の作付前後、対策後の年次別でも大差なかった。また作土(0~15cm)のCd濃度は0.1NHCℓ可溶で0.14~0.16ppmを示し、前述した客土用土中最高濃度と符合した。Cu、Zn濃度についても0.1NHCℓ可溶でそれぞれ0.5~1.8ppm、2.2~2.6ppmといずれも極端に低い値を示し、pH同様水稻の作付前後、対策後の年次経過によっても大差は認められなかった。C.E.C(塩基置換容量)は22前後の値を示し中庸であった。

次に土壌のち密度である。ち密度の測定は刈取後土壌断面の各層について山中式硬度計を用いて行ったが、測定結果では各ほ場とも作土で15~17mm、次層で18~21mmの値を示し、いずれも作土に比べて次層で、値の

高い傾向がうかがわれ、圧密層の形成がうかがわれた。また、持ち帰った現地試料を室内で測定した飽和透水係数の値によれば、いずれの次層も10<sup>-5</sup>オーダーを示し、山中式硬度計でみた圧密層の形成をうらづけた。なお、第8表に示したとおり、客土工事を行い初年目の水稻栽培の終了した跡地ほ場で、土壌の断面調査を行い、客土層の確認を行った結果、いずれのほ場も28~30cmの値で、客土深25cmを大きくうまわった。

一方、第9表に示した土壌の化学性の調査結果から、作土の有効態りん酸含量についてみると、対策後初年目跡地で乾土100gあたりトルオーグ法で8.8mg、2年目、6.4mg、3年目、4.7mgと値は年次の経過により逐次低下し、とくに3年目の値が初年目の1/2に低下していることが目立った。また、CaO、MgO含量も乾土100gあたり初年目で282mg、49mgの値を示し、本県水田土壌の基準値<sup>6)</sup>CaO 200mg以上、MgO 25mg以上のレベルからみても対策3年目においてもこれをうまわっていることが認められた。

## V 考 察

カドミウム汚染田は、これまでの栽培過程で産米中1回でも1ppm以上のカドミウムが検出され、それ以後全々ない場合でも該当する。このようなほ場に対しては土壌汚染の恒久対策を施さなければならない。対策は土壌汚染防止法<sup>7)</sup>に基づいて行われるが、具体的には土壌汚染対策事業として、対策地域の指定、対策計画の策定の手続きを経て実施される。

都道府県知事は、対策地域を指定した場合、地区内農用地汚染の防止もしくは除去さらに汚染された農用地の合理的な利用法を対策計画の中にあきらかにしなければならず、問題は、汚染された土壌の改善をいかなる方法で実施するかにかかってくる。

前述のとおり、本地区の改良は、公営防除特別土地改良事業による区画整理方式で現汚染土上に非汚染土による上乘せ客土25cmで実施した。25cmの客土深はあくまでも現地改善対策試験の結果<sup>1)</sup>によったものであり、さらにこれら処方箋の決定の背景には、当該地区の土壌が、大部分下層泥炭土軟弱地盤であるため、改良後の乾田過

## VI 摘 要

程において発生が懸念される田面の不等沈下に対する配慮もあった。

改良後3か年間、対策効果について追跡した結果では、玄米中Cd濃度はいずれの年次も0.03ppm以下と吸収は極端に抑制され、玄米収量もいずれの年次も10aあたり玄米重で500kg以上と地区慣行440kgを大中にうまわり、期待どおりの成果を得た。また、追跡調査を行った範囲では、一部のは場では、かんがい水の排水路側への横浸透等による水量不足、深井戸かんがいに起因する水口部の水温障害等がみられたが、いずれも畦畔部分に対するビニールによるマルチ、水口部からのう廻水路の設置で問題は回避された。

対策指定をうけた汚染田復帰は、改良後3か年間の追跡調査で玄米中のCd吸収増はもとより、土壌中Cd濃度の増加など、両汚染に結びつく非候が全くないと判断されれば、環境庁より指定が解除され、問題のない一般水田扱いとなる。

しかし、ここで重要なことは、その後のは場の管理である。前述のとおり、本地区の対策工事は、今後水田として少なくとも30年後を見とおして利用することを前提として行われており、現に高濃度のCd汚染土壌が客土25cm以下に埋没されたままとなっている。仮に、復帰後時代の情勢に呼応して、転換畑等、今後本地区が汎用化耕地として畑作物等の導入が行われ、栽培管理の中で大型機械の導入等で、深耕等下層堀込みが行われるとすれば、埋没下層汚染土の作土層混入による再汚染が心配される。このようなことから今後この点十分配慮することがきわめて重要となる。

本地区は昭和48年汚染発覚以来14年目、昭和61年に全地区の復旧対策が完了し、効果確認の地区最終報告予定昭和63年を含めると、まさに16年経過する。Cd汚染問題は時代と共に風化している。しかし、今過去を振り返るとき公害問題としての法律に基づく現実への技術的対応はきわめてきびしいものがあり、前述した再汚染を惹起させないための今後の社会的な協力は不可欠なものとなる。

千代田村上稲吉地区Cd汚染田の改良対策と対策後の効果の確認を行った結果をまとめると、次のようである。

1) 当該地区のCd汚染対策工法は、現地改善対策試験の結果に基き、汚染を除去するための対策として、非汚染土の25cm上乗せ客土法を採用した。

2) 深井戸による水質転換と汚染土の露出防止によって両汚染防止につとめた。

3) 小区画不定形水田をは場整備と併せて同時実施した。

4) 対事後における水稻生育は植付け初期より順調であり、玄米収量も対策前の地区慣行収量平均10aあたり440kgに対し、対事後3か年とも500kgをうまわった。

5) 玄米中Cd濃度は、対策後3か年とも0.03ppm以下の濃度で大幅に下まわり、対策の効果はあきらかに認められた。

6) 跡地土壌について、客土層の厚さ、Cd濃度等の確認を行ったところ、全般的に客土厚はほぼ30cmと処方箋25cmを大幅に上まわっていることが確認され、表層(0~15cm)のCd濃度も0.1NHCℓ可溶で0.14~0.16ppmと処方箋通りであることが確認された。

7) 以上の結果から、当該地区は昭和48年Cd汚染発覚以来16年目にして、一般水田に復帰できる見通しが得られた。

謝辞：実態解明から現地対策試験、対策処方箋作成、土壌改良その効果の確認に至るまで、長年月にわたり多くの方々に大変お世話になった。心からお礼申し上げます。とくに本地区の対策についてはその計画から実施まで県内窓口としての一さいの総括は公害対策課が中心となって進められたものである。地元役場、改良普及課、石岡地区農業改良普及所関係者の協力はもとより、農地計画課、農地管理課、土浦土地改良事務所、公害技術センター、関東農政局、農林水産省、環境庁の関係者各位の協力によって汚染地区の復元が達成されたことは申すまでもなく、ここに関係者一同の労に深謝すると同時に、農試分担となった長年月の調査試験にご協力下された農

業試験場の関係者各位に心から感謝の意を表します。

### 引用文献

- 1) 平山力ほか(1977)：十王町高原地区および千代田村上稲吉地区におけるカドミウム汚染田の改良対策, 茨農試研報 139～152.
- 2) 茨城県(1982)：上稲吉地域農用地土壌汚染対策計画書
- 3) 秋田県雄勝平野土地改良事務所(1975)：公害特別対策土地改良事業「新城床舞地区事業概要書」
- 4) 平山力ほか(1977)：霞ヶ浦周辺千拓地土壌の改良に関する研究, 茨農試特研報No.3, P.54.
- 5) 茨城県農林水産部(1979)：普通作物耕種基準, P.69.
- 6) 茨城県(1978)：茨城県耕地土壌の実態と対策, P.706～707.
- 7) 官報(1975)：号外163号, 法律第139号, P.19～21.