

高濃度カドミウム汚染田におけるカドミウムの 動態と水稻に及ぼす影響

松崎敏英・岡本 保・矢吹駿一

The Behavior of High Contents of Cadmium in Paddy Field
and Its Influence to Paddy Rice

Toshihide MATSUZAKI, Tamotsu OKAMOTO and Shun-ichi YABUKI

緒 言

カドミウムの人間の健康及び農作物汚染に及ぼす影響やその対策については、すでに多くの報文が発表されている。しかし、その多くは、鉱山排水による農用地、とりわけ、水田地帯の広域汚染を取り扱ったものが大部分であり、かつ、カドミウムの土壤蓄積濃度は、15ppmを越えることは稀である。土壤汚染防止法は、このような発生原因によるカドミウム汚染対策を目的に立法化されたものと思われる。

昭和60年4月に神奈川県藤沢市の小出川流域で発生したカドミウム汚染は、ニッケル・カドミウム電池の解体作業中に発生したもので、汚染された土壤のカドミウム濃度は、数十から数千ppmに達する高濃度であった。幸なことに、発見が早かったため、汚染された水田は、数haの面積に限られたが、従来の常識では理解できない調査結果が得られたため、その解析に苦慮した。

調査の過程で明らかになったことは、土壤のカドミウム濃度がほ場間はもちろんのこと、同一ほ場内でも著しい変異があったことと、土壤中では、ほとんど移動しないと考えられていたカドミウムが、土壤断面の60~70cmまで、かなりの高濃度で検出されたことである。

本報においては、その原因を明らかにするとともに、この種の形態のカドミウムによる汚染土壤が、水稻の生育収量並びに玄米中のカドミウム濃度に及ぼす影響について調査した結果を報告する。

1. カドミウム汚染の原因とカドミウムの形態

(1) カドミウム汚染の発生経過と対応⁷⁾

昭和60年4月19日、県環境部水質保全課が定期的を実施している、公共用水域水質測定計画に基づく水質測定の結果、県央を流れる相模川の支流「小出川下流の宮の下橋測定点」(茅ヶ崎市柳島)において、環境基準(0.01ppm)を越える0.013ppmのカドミウムが検出された。

県と藤沢市は、汚染原因を明らかにするため、流域の一斉調査を実施したところ、同年4月27日、藤沢市獺郷地先の農業用水路の湧水から、111ppmのカドミウムを検出し、発生源が同番地の株式会社デンカイの廃棄電池処理作業場であることを確認した。

県と藤沢市、茅ヶ崎市が協議し、同年4月29日、作業所全面をビニールシートで覆うなどの応急対策を講じ、次いで5月2日以降、周辺約50戸について聞き取り調査を行うとともに、9戸の井戸の水質調査を実施した。

さらに、昭和59年産米検査のため、耕作者が保有する玄米中のカドミウムの分析試料の収集を行った。

この一方で、農林水産省神奈川食糧事務所は、藤沢市農協御所見支所及び茅ヶ崎市農協堤支所に保管中の未出荷米について、出荷を見合わせるよう指示した。

なお、廃水の排出状況から推察し、カドミウムを含む廃水が灌漑水中に流入し、環境を汚染している疑いが濃厚になったため、県農政部は、地区内及び小出川流域の水田の土壤調査を農業総合研究所に依頼した。

5月3日には、汚染源敷地内の構造物の撤去を行うと

ともに、処理作業場の周囲に止水鋼板（長さ10m）を打ち込む等の本工事が開始された。以後、廃水処理施設の設置、敷地内土壌に消石灰を混和する等の工事が行われ、環境保全のための諸施策が講ぜられている。

(2) 電池の解体方法とカドミウムの形態

処理業者は、電池中のニッケル電極を回収することが目的であったことと、土壌中から多量のカドミウムが検出されたことから、当設地区水田の土壌汚染は、ニッケル・カドミウム電池の違法な解体処分に起因する、カドミウムによる土壌汚染と結論された。

一般に充電されたニッケル・カドミウム電池の陽極は、オキシ酸化ニッケルの形態で、また、陰極は金属カドミウムの形態である。この種の電池が強いアルカリ性を示すのは、電池中に水酸化カリウムが充填されていることによる。ニッケル・カドミウム電池は、放電すると、陰極の金属カドミウムは、水酸化カドミウムに、また、陽極のオキシ酸化ニッケルは、水酸化ニッケルに、それぞれ変化する。したがって、放電後のニッケル・カドミウム電池内では、かなり高濃度の水酸化カドミウム及び水酸化ニッケルが生成される。

これらの水酸化物は、pH5以下で水に対する溶解度が高まるが、水酸化物の形態でも、水に浮遊して容易に流出する。したがって、汚染源で解体処分された電池中の重金属の形態も、ほぼこれと同様なものであったと推察される。また、当該地区の地下水及び土壌のpHは、いずれも5以上7以下の範囲にあることから、電池から流出

したカドミウムは、その多くが水酸化カドミウムの形態で、水田に流入したと思われる。

2. 土壌調査及び分析結果

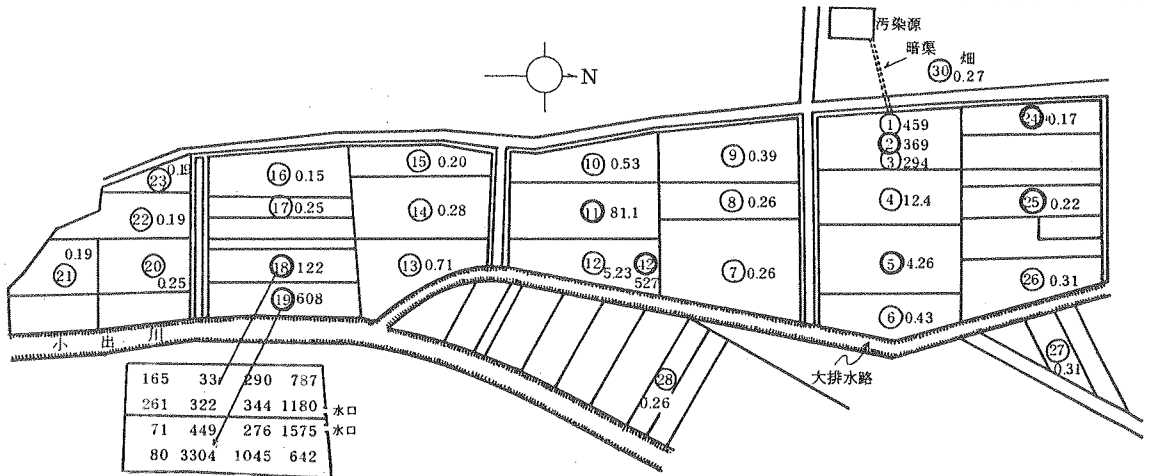
(1) 地区土壌の概要

当該地区は相模川の支流小出川と、相模川との合流点の上流北北東7～8kmに分布する排水の比較的不良な沖積水田である。土壌は、黒泥土壌—田貝統（コードNo.15 01）に属し、カドミウム汚染田を含む調査対象地区面積は、約2.1haである。南北に約300m、東西に約70mの広がりがあり、南北の平均傾斜は約1/600、東西は約1/200である。

地区の東側は、小出川に流入する大排水路（打戻川）が、また、西側は厚層黒ボク土壌よりなる火山灰台地が分布する、いわゆる谷戸地形の水田地区である。

(2) 分析用土壌の採取方法

原則として、農用地土壌汚染対策地域の指定要件に係るカドミウムの量の検定の方法を定める省令によった（水田中央部において、採土管を用いて表土15cmを5か所から採取）。ただし、この調査においては、調査精度を高め、かつ、汚染土壌の分布状況を的確に把握するため、次に示す調査を実施した。①省令に基づく方法で地区内水田の各筆ごとに、それぞれ、中央部の調査、②用排水路から水田内へのカドミウムの横浸透の調査、③同一水田内のカドミウム濃度の変異の調査、④水口から水尻へのカドミウムの濃度傾斜の調査、⑤地区内の代表地点5か所の土壌断面調査を実施し、同時に断面のそれぞれ、



- 注) 1. ○は調査地点及び番号（ほ場中央部のみ）
 2. ○傍は土壌のCd濃度（ppm）
 3. 左下の2ほ場はNo.18, 19のCd濃度のばらつきを示す。

第1図 カドミウム汚染農地の主要な調査地点位置図

0~15, 15~25, 25~35, 35~45, 45~65, 65~85, 85~100cmの各深度から分析用試料を採取し、カドミウムの縦浸透の調査を行った。

(3) 土壌分析結果

(1) 水田中央部のカドミウム濃度

第1図に、水田中央部のカドミウム濃度を示した。No. 1, 2, 3のカドミウムの濃度は、それぞれ、459, 369, 294 ppmの高濃度を示し、他の地点と比較して著しく高い値であった。これらの水田は隣接するNo. 4, 5のほ場も、かなり高い値を示したが、汚染源からの距離が大きくなるほど、カドミウム濃度は明らかに低下した。しかし、これらのほ場に隣接するNo. 7, 8, 9のカドミウム濃度は、非汚染田と変わらない低い値であった。また、No. 14~17, 21~26のカドミウム濃度も低い値を示し、かつ、大排水路をへだてた地区外のNo. 27, 28の水田も、非汚染田と同様、低い値であった。

しかしながら、No. 12, 18, 19のカドミウム濃度は、いずれも著しく高く、とくに、No. 18, 19は、100~500 ppm以上の高濃度のカドミウムが検出された。

口、水田間及び同一水田内のカドミウム濃度のばらつき

水田中央部におけるカドミウム濃度に、著しい違いがあることが判明したため、非汚染田及び高濃度汚染田のカドミウム濃度のばらつきについて調査した。

分析結果を第1表に示した。カドミウム廃液が流入しなかった水田16か所の、それぞれ中央部のカドミウムの濃度と、明らかに高濃度のカドミウム廃液が流入したNo. 18及び19の水田内のカドミウム濃度のばらつきについて、まとめたものである。

非汚染水田のカドミウム濃度の平均値は、0.24ppm、標準偏差は0.06ppmで、変異係数は25%であった（カドミウムの濃度が、0.4ppm以下を非汚染田とした）。これに対し、カドミウムによる土壌汚染が著しかった。No. 18及び29の両水田内の、任意の8か所から採取した土壌中のカドミウムの濃度の平均値は、No. 18は423, No. 19は930, ppm、標準偏差は、それぞれ、351と1017ppmで、ともに著しく高い値を示した。したがって、変異係数も、それぞれ、83と109%の高い値を示し、同一水田内でも、土壌中のカドミウム濃度に大きなばらつきがあった。

ハ、同一水田内のカドミウムの濃度傾斜

地区水田のほぼ全筆について、水口部のカドミウム濃度を調査したが、汚染田の水口部は、例外なく高い値を示した。その二、三の例を第1図の地点番号12と42及び18と19に示した。また、この場合も水口からの距離が

第1表 表土のカドミウム濃度(ppm)のばらつき

	非汚染田	高濃度汚染田	
		No. 18	No. 19
n	16	8	8
\bar{x}	0.24	423	930
SD	0.06	351	1017
CV _n (%)	25	83	109

注) 1) 非汚染田 (Cd 0.4 ppm以下) は、それぞれ中央部の表土
2) 高濃度汚染田は、同一ほ場内の、それぞれ任意の8地点の表土

大きくなるほど、濃度が低下する傾向が認められた。

第1図に示すように最も汚染が甚しかったNo. 19の水田内のカドミウムの濃度分布を見ると、カドミウム濃度が1575ppmの地点は、当該水田の水口にあり、廃水はこの地点から1045ppmの地点を経て、80ppmの地点に流れたことが判明した。また、当該水田は、地区内で最も低い位置にあり、とりわけ、3304ppmのカドミウムが検出されたのは、その水田内でも、とくに低凹部に位置していた。これに対して、田面が比較的平坦であったNo. 12の水田は、水口のカドミウム濃度が527ppmであったにもかかわらず、高濃度に汚染された部分は、水田から約10mの範囲に限られ、汚染の程度も比較的低いようであった。

二、土壌断面のカドミウムの濃度分布

地区内の代表的な水田7か所について、深さ1mの試坑を掘り、土壌断面の0~15, 15~25, 25~35, 35~45, 45~65, 65~85, 85~100cmの各部位から、それぞれ、分析用土壌を採取した。

土壌断面のカドミウムの濃度分布、土壌断面構造の発達程度と種類、及び大排水路からの距離等の関係を第2図に示した。

No. 25の非汚染田の表土のカドミウム濃度は、0.23ppmであり、下層も0.08~0.16ppmと低い値であった。

これに対して、No. 5, 11, 18の各地点の表土のカドミウム濃度は、それぞれ、1.48, 76及び110ppmの高い値であったが、いずれも、下層土のカドミウム濃度は、0.07~0.20ppmの範囲にあり、下層土へのカドミウムの影響は認められなかった。しかしながら、表土のカドミウム濃度が230ppmであったNo. 2の水田の15~25cmのカドミウム濃度は、0.81ppmを示し、表土の影響が、わずかではあ

るが作土下に及んでいた。

No.42と19の水田の表土のカドミウム濃度は、それぞれ60と108ppmを示し、かつ、カドミウムの影響は、No.42では表層から35cmまで、また、No.19では85cmの深さまで及んでいた。とくにNo.19の水田の下層土は著しく汚染されていた。

カドミウム汚染が下層に及んでいたNo.19と42の水田では、土壤断面全般にわたって、構造が発達しており、とくに、断面の85cmまで汚染されていたNo.19のほ場は、柱状構造の他に、角塊状の構造が見られた。

さらに、これらの構造の発達の程度は、大排水路に近いほ場ほど顕著であった。

(4) 結果の概要

調査の結果、灌漑水路に流入したカドミウムを含む廃水は、水田の水口から流入するか、または、畦の上をいつ流して水田を汚染したことが明らかになった。しかしながら、汚染水田と非汚染水田が、地区内に入り乱れて存在するばかりでなく、同一ほ場内でもカドミウム濃度に大きなばらつきがあることも明らかになった。

また、表土の汚染の程度がほぼ同じ水準の水田でも、下層への汚染の影響が異なるなど、当該地区におけるカドミウム汚染は、従来の常識では理解できない点が多かった。

3. 水稲栽培試験

(1) 試験方法

イ. ポット試験

カドミウム濃度が0.17ppmの非汚染土壌と500ppmの汚染土壌とを混合し、0.17, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200及び500ppmの9段階の濃度になるように調整し、これをa/2000のワグネルポットに充填したものを一列とした。

水稲植付後の水管理は、間断灌漑と常時湛水処理の2系列とし、それぞれ、2反復で試験した。ポット当りの施肥量は、窒素、りん酸、カリを要素量で、それぞれ1gをりん加安42号（窒素、りん酸、カリの要素含量は、各14%）で施用した。品種は、アキニシキ（稚苗20日苗）、植つけは昭和60年6月20日、収穫は10月15日に実施した。

間断灌漑系列の水管理は、植付後15日から実施し、土壤表面にわずかな亀裂ができる程度とし、約3週間に1回行った。

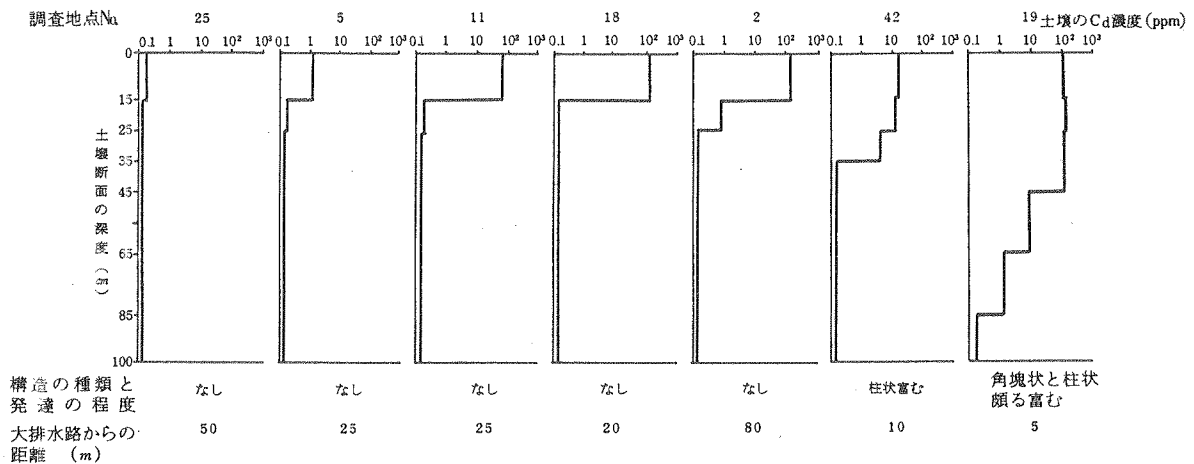
ロ. トロ箱試験

カドミウム濃度が0.19ppmの非汚染土壌と、334及び1555ppmの汚染土壌の3種類の土壌を供試した。これらの土壌を、深さ36、縦43、横28cmの発泡スチロール製のトロ箱に充填し、昭和60年6月15日に水稲（品種はマンゲツモチ、20日苗）を移植、10月30日に収穫した。

移植当初の水管理は、湛水状況としたが、中～後期は、かなり強度の落水を行ったため、畑状態となるが多かった。

ハ. 現地ほ場試験

第1図に示す調査地点No.2及び4の汚染水田で現地ほ場試験を実施した。土壌のカドミウム濃度は、それぞれ



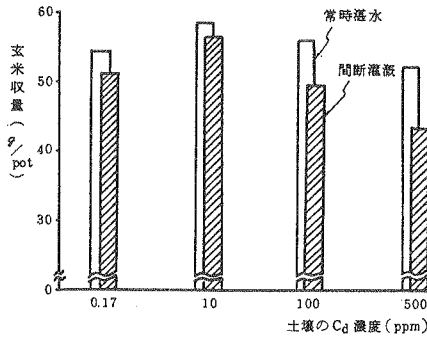
第2図 土壌断面のカドミウム濃度分布に及ぼす断面構造の影響

3 ppmと72ppmを示す低濃度汚染田と高濃度汚染田で、現地の慣行により栽培試験を行った。栽培面積は、それぞれ、8.9㎡と12.9㎡であった。水稻品種はアキニシキを用い、植付は昭和60年6月25日、収穫は10月30日に実施した。栽培期間中の水管理は、付近の慣行によったが、栽培期間中、ほとんど湛水状態で推移した。

なお、(1)~(3)の試験とも、玄米中のカドミウムの分析は、省令に基く方法で実施した。

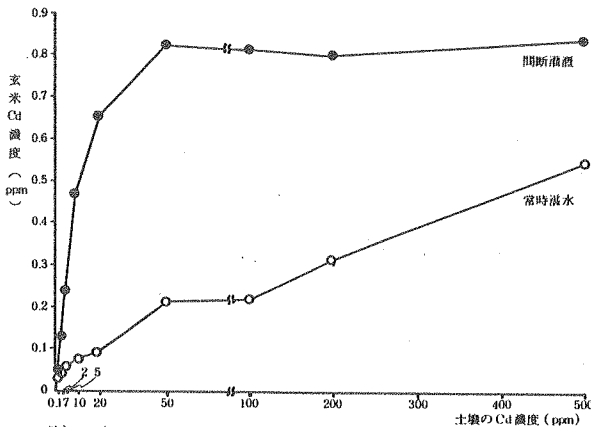
(2) 試験結果

土壌のカドミウム濃度が200ppm以上になると、水稻の初期生育は抑制されるようであったが、生育中期以降は回復した。しかし、第3図に示すように初期生育の良否は、玄米収量に反映するようであり、常時湛水処理及び間断灌漑処理とも、カドミウム濃度が100ppmでは標準区との間には、ほとんど収量差は認められなかったが、



注) a/2000ポット試験、Cd 500 ppm 土壌に対し、非汚染土壌 (Cd 0.17 ppm) で濃度調整

第3図 玄米収量に及ぼす土壌のカドミウム濃度と水管理の影響



注) a/2000ポット試験、Cd 500 ppm 土壌に対し、非汚染土壌 (Cd 0.17 ppm) で濃度調整

第4図 玄米中カドミウム濃度に及ぼす水管理の影響

第2表 強制排水条件下における土壌及び玄米のカドミウム濃度 (ppm)

処 理	土 壤	玄 米
非汚染土壌	0.19	0.16
汚染土壌 (A)	334	1.92
” (B)	1555	4.75

注) 1) a/646有底箱試験
2) 幼穂形成期以後、ほぼ畑状態で栽培

第3表 土壌及び玄米のカドミウム濃度 (ppm)

区 分	土 壤	玄 米
低濃度汚染田	3	0.29
高濃度汚染田	72	0.58

注) 現地は場試験

500ppmでは、明らかに低下した。とくに、間断灌漑処理は、玄米収量に悪影響を及ぼした。

しかし、土壌のカドミウム濃度が10ppm付近の場合は、標準区よりも高い収量が得られ、かつ、間断灌漑と常時湛水処理との収量差は、少なくなるようであった。

間断灌漑と常時湛水処理が玄米中のカドミウム濃度に及ぼす影響を第4図に示した。常時湛水処理では、土壌のカドミウム濃度が200~500ppmで、玄米中のカドミウム濃度は0.3~0.6ppmであったが、間断灌漑処理では、5~10ppmの低濃度でも、ほぼ、この値に達し、カドミウムの吸収が促進された。また、常時湛水処理では、土壌中のカドミウム濃度が、200~500ppmまでは、玄米中のカドミウム濃度を直線的に上昇させたが、間断灌漑処理すると、土壌のカドミウム濃度が50ppmに達すると、その後は、玄米のカドミウム濃度は、ほとんど上昇しなくなった。

いずれにしても、玄米中のカドミウム濃度は、土壌の水分状態によって著しく異なることは、従来の試験成績と同じであった。とくに、トロ箱試験でこの傾向が顕著であった。第2表に示すように、極端な節水栽培をすると、玄米中のカドミウム濃度は著しく上昇し、土壌のカドミウム濃度が334ppmの場合は、玄米中の濃度は、1.92ppmに、また1555ppmの場合は4.75ppmの高濃度を示した。

これに対して、栽培期間中比較的高水分で経過した現地栽培試験では、第3表に示すように、土壌のカドミウム濃度が3ppmで玄米中の濃度は0.29ppm、72ppmの高濃度の場合でも玄米中のカドミウム濃度は0.58ppmにとどまった。

4. 考 察

当該地区に発生した水田のカドミウム汚染は、ニッケル・カドミウム電池の解体処理中に発生したもので、従来の鉱山排水等に起因する事例とは、カドミウムの濃度や、その形態が著しく異なっていた。

汚染源の廃水中のカドミウム濃度は、111ppmに達し、その形態は、主にカドミウムの水酸化物と想定した。

灌漑水中のカドミウム濃度は、厚生省による環境汚染調査の要領に示す0.01ppm (10ppb) の低濃度でも土壌に蓄積されるといわれている⁷⁾。また、全国各地でカドミウム汚染の原因となった鉱山廃水であっても、懸濁物質が沈降した後の上澄み液中には、カドミウムが検出されないことからして、河川によるカドミウムの移送は、主として粒子状の浮遊物質によるといわれている。しかしながら、本件の場合には、流入したカドミウムが高濃度であったばかりでなく、その形態が、水酸化物であったことも従来のものとは異なるものであった。

水田に廃水が流入したのは、昭和59年末より60年4月の間の水田の休閑期間中の短期間であったことは幸したが、上記のような全国的に見ても、ほとんど例を見ない諸条件が重なり、調査結果の解析に苦慮した。

飯村は環境中におけるカドミウムの形態は、Cd-粒土、Cd-腐植、難溶性Cd化合物及びCd-加水酸化物の形態であると報告しているが、本件の場合も、流出したカドミウムはこれらのいずれかに変化したか、または、変化しつつあるものと思われる。

環境中では、カドミウムは2価イオンとして、または可溶性錯塩に形態変化し、粘土鉱物や腐植に吸着されたり、鉄やアルミニウムなどは加水酸化物に吸着、共沈された部分が多いものと思われる。

水田間のカドミウム濃度に大きな差があったのは、たまたま、落水後の水田の休閑期に廃水が流入したからであろう。すなわち、水稻を収穫後、水口を開いたままにしておいたか、または、閉鎖していたかによって、汚染の有無及びその程度に大きな差を生じたものと思われる。

さらに、同一水田でも、土壌中のカドミウム濃度に違いがあったのは、廃水が水田の低凹部を流れたため、流路に当たった部分のカドミウムの濃度を高めたものと思わ

れる。

次に、原因解析に最も苦慮したのは、土壌中ではカドミウムは、ほとんど移動しないという定説^{1,2)}を破って、場合によっては表土下60~85cmまで、かなり高い濃度のカドミウムが検出されたことである。この原因については、さらに検討しなければならない、いくつかの問題点があるが、おおむね、次のような理由によるものと思われる。すなわち、先に述べた理由で、廃液中のカドミウムは、主に水質化物の形態で流出したものと推定されるから、カドミウムは灌漑水中にゲル状で浮遊し、そのままの状態か、もしくは、カドミウムの加水酸化物等に変化して、水田に流入したものと思われる。

水田に流入したカドミウムは、いずれは飯村³⁾の報告のような形態になろう。しかし、カドミウム濃度が異常に高かったため、あまり大きな変化を受けないまま、冬期の乾燥期に発達した土壌表面の亀裂や、土壌断面に形成された構造面に沿って地下に流下したものと考えるのが妥当であろう。

当該地区で行った7か所の試坑断面調査からも明らかに、カドミウム廃液が流入した水田では、土壌断面の構造の発達程度と、カドミウムの地下への移動との間に、かなり明確な関連性が認められた。

また、土壌断面の構造の発達程度と、大排水路からの距離との間にも、高い関連性があつた。すなわち、田面と排水路の水位差が2mにも達することが、土壌断面構造の発達に大きく関与していたものと思われる。

この一方で、土壌断面の構造が発達していない水田では、たとえ高濃度のカドミウムが流入しても、その影響は、表土にのみとどまっていたことも、この考え方が正しいことを裏づけるものである。

このような特殊な性格をもったカドミウム汚染土壌の水稻の生育収量及びカドミウムの吸収に及ぼす影響を知るため、ポット試験、トロ箱試験及び現地ほ場における栽培試験を行った。

調査結果は、この種の形態のカドミウムについても、従来の試験成績と大差ないものであった。また、水稻に対するカドミウムの生育抑制効果は、土壌のカドミウム濃度が20ppmを越えると発生することが多いといわれているが、今回の試験では、200ppmの高濃度で初期生育が抑制されるが、生育の中・後期には回復するばかりでなく、500ppmでも玄米収量に大きな影響を及ぼさないことが確認された。この点については、今のところ、これを裏づけるような試験成績に基づく考察はできない。

しかし、土壌の水分状態による影響は、玄米中のカド

ミウム濃度に対して、想像以上に大きな影響があり、酸化条件下では、4 ppmに達することもあった。この値は Sabata-Pendias, Aらが、玄米について世界各国の分析成績を集計した報告の最高値である5.2 ppmに近い値であった。

したがって、幼穂形成期以後の強度の間断灌漑は、一般にいわれているように高濃度のカドミウム汚染米を生産することになることには変わりはない。これに対して、ほぼ、湛水常態で経過した現地ほ場試験の玄米中のカドミウム濃度は、いずれも1 ppm以下であり、土壌のカドミウム濃度が72 ppmの場合でも、準汚染米の基準値である0.4 ppmをわずかに上回る数値にとどまった。

この理由は、あくまでも推測の域を出ないが、水溶性もしくは、それに近い形態のカドミウムに特有の性質であるかも知れない。

謝 辞

この調査研究の成果は、多くの方々の理解あるご協力によって得られたものであり、ここに関係者の皆様に対し厚くお礼を申し上げます。

とくに、湘南地区行政センター農林部瀬戸正己技幹、農業技術課中村宏副技幹、藤沢市役所農政課長谷川政雄課長補佐及び打戻地区カドミウム対策委員会の方々には、格別なご配慮とご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

摘 要

藤沢市瀬郷の水田地区に流入したニッケル・カドミウム電池の廃液によるカドミウム汚染土壌の調査結果、及び汚染土壌に栽培した水稻の生育収量と玄米中のカドミウム濃度に及ぼす影響は、次のとおりであった。

- (1) 汚染された水田土壌のカドミウム濃度は、数百から数千 ppmに達するものがあつた。
- (2) 水田の休閑期中に汚染が発生したため、水口を開

口していた水田にのみカドミウム汚染が発生した。

(3) 同一水田内でも、カドミウム濃度に著しく大きいばらつきを生じた理由は、廃液が水田の低凹部を流れたことになる。

(4) 土壌断面の亀裂及び構造が発達した水田では、構造面に沿って高濃度の廃液が流下したため、60~70 cmの深さまで、かなり高濃度のカドミウムが検出された。

(5) 水稻に対する汚染土壌の生育収量の抑制効果は、200~500 ppmのカドミウム濃度で発現するが、甚しい収量減にはならなかった。

(6) 鉱山排水に原因するような、一般的なカドミウム汚染土壌と同様、間断灌漑処理で玄米中のカドミウムの濃度は著しく上昇した。

引 用 文 献

- (1) 藤本暁夫・山下鏡一：水稻の重金属吸収に関する研究 I, 東北農試研究速報, 19, 9~13 (1975)
- (2) 日暮規夫・松本直治・三好洋：土壌のカドミウム含量の低い水田におけるカドミウム汚染機作, 千葉農試研報, 17, 150~159 (1976)
- (3) 飯村康二・伊藤秀文：重金属による土壌汚染に関する研究 (第2報), 北陸農試報, 21, 95~145 (1978)
- (4) 伊藤秀文・飯村康二：カドミウム汚濁水による土壌汚染の可能性, 土肥誌, 45, 571~576 (1974)
- (5) 伊藤秀文・飯村康二：水稻によるカドミウムの吸収移行および生育障害——亜鉛との対比において, 北陸農試報, 19, 71~139 (1976)
- (6) Kabata-Pendias, A. and Pendias, H.: Trace Elements in Soil and Plants, P109~119, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida (1984)
- (7) 神奈川県環境部：藤沢市瀬郷地区カドミウム汚染対策現地検討会資料 (1985)
- (8) 農林省農畜園芸局：昭和47年度土壌汚染防止対策調査成績 (1985)

SUMMARY

The behavior of cadmium discharged from waste treatment facility was investigated with regard to both environmental aspects and influence on growth of paddy rice. The following results were obtained.

Cadmium contents in irrigation water through illegal disposal of nickel-cadmium battery ranged from 100 to 150 ppm. Although cadmium contents in the top soil of paddy field ranged from hundreds to thousands ppm, horizontal percolation of cadmium with irrigation water through border was not detected. But considerable differences of cadmium contents were observed on the top soil within the same field.

For this reason, the authors confirmed that high contents of cadmium was discharged to paddy fields for relatively short period of time (about five months) after paddy were harvested in well-drained condition. In addition, most of the waste water run through lower part of paddy fields.

In general, relatively high contents of cadmium was found on the soil profile with well-developed soil structure. And also, it was recognized that vertical distribution of cadmium on the soil profile were highly correlated with the development degree of soil structure on the soil profile. As it was observed that the cadmium present in the waste water were leached down along the surface of the cracks and soil structures before being absorbed by soil.

Besides, effects of high contents of cadmium to paddy growth were studied by pot experiments. It was found that 200 to 500 ppm of cadmium contents of soil partially inhibit the growth of paddy rice at their early stage, but there was no such affect in yield of brown rice. And also, cadmium contents in brown rice were decreased when soil was kept in waterlogged condition which have been reported in another paper.