

# 水稲玄米のカドミウム汚染度と乾田日数との関係

増井 正芳・金丸目支男・竹迫 紘・都田紘志・  
難波 一郎\*・高橋 英昭\*

Annual Surveys on Correlation between the  
Degree of Cadmium Contamination of Paddyfield  
Rice Grain and the Number of Dry-Paddyfield  
Days in the Cadmium Contaminated Area in Tama  
Region of Tokyo

Masayoshi MASUI, Nishio KANAMARU,  
Hiroshi TAKESAKO, Hiroshi MIYAKODA,  
Ichiro NANBA and Hideaki TAKAHASHI

## I まえがき

カドミウム（以下 Cd と記載）による米の汚染に関する問題は比較的新しい公害として最近とり上げられ、神通川流域におけるイタイタイ病の原因として広く注目され出した。しかしこれは Cd 生産工場附近に限定されたものであったが、昭和45年10月に都下多摩地区において従来と異なり Cd 使用工場附近水田に被害が発見され、これを契機として他府県にも次々とこの種汚染米が発見され大きな問題となりつつある。

幸か不幸か多摩の汚染地域の中に東京都農業試験場の水田があり、その一部に関東農政局統計調査部立川作況試験室の試験田が設置されており、過去の試料やデータ等があったためにそれらから興味ある結果がみられたので報告する。

## II 水稲玄米の年次別 Cd 汚染度

多摩地区の水田がいつごろから Cd により汚染され、汚染程度が年次によりどのように変化したかを知るために調査を行った。この調査は昭和45年度まで東京都農業試験場に併設されてあった関東農政局統計調査部立川作況試験室において、作況試験田の成熟期粗玄米を昭和29年産より昭和45年産まで（昭和43年産はなし）保管してあったので実施することができたものである。調査した品種は水稲農林29号で、毎年下記の基準により栽培が行なわれたものである。

### 試験田の耕種概要

1. 試験田の土性 多摩沖積埴土
2. 試験田の面積 66m<sup>2</sup> 2連
3. 播種期 5月10日
4. 田植期 6月25日
5. 追肥 8月6日
6. 栽植距離 30.3cm×18.2cm
7. 施肥量 10a 当たり 堆肥  
562kg N 9.4kg (元肥 7.5kg 追肥 1.9kg)  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5.6kg K<sub>2</sub>O 5.6kg

### Cd 分析方法

玄米—硫硝酸分解, D. D. T. C.—M. I. B. K. 抽出による原子吸光法。

土壌—過塩素酸分解, D. D. T. C.—M. I. B. K. 抽出による原子吸光法。供試土壌は昭和46年に農林29号作付部中央より採取した。Cd 濃度は 4 ppm (乾土) であった。

なおこの作況試験には他の品種も供試したが、途中で変更があったので、全期間を通しての検討は農林29号について行った。ただし他の品種の粗玄米についても、Cd 濃度の分析を行ない、検討の補助資料とした。

### 調査結果

各年の粗玄米中 Cd 濃度は第1表、第1図のとおりであった。

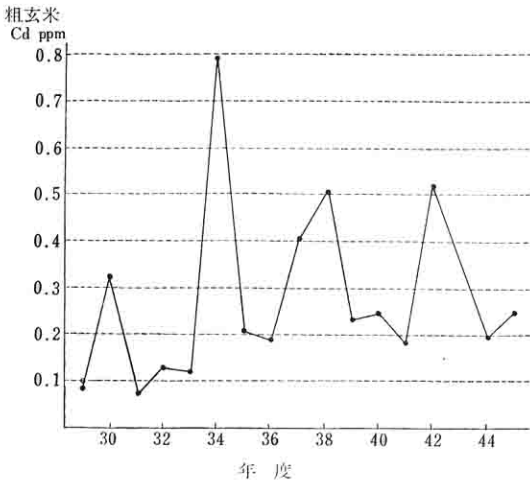
全く同一圃場で栽培され、しかも品種・栽培期・栽培管理も一定であっても玄米中の Cd 濃度は年によりきわめてまちまちであった。

0.3ppm 以下であった年のみについてみれば年々上昇

\*関東農政局統計調査部立川作況試験室

第1表 年次別粗玄米のCd濃度

年度	昭和	30	31	32	33	34	35	36
	29年							
Cd ppm	0.07	0.32	0.07	0.14	0.14	0.78	0.22	0.19
	37	38	39	40	41	42	43	44
	0.41	0.50	0.23	0.24	0.18	0.53	—	0.19
	45							
								0.25



第1図 年次別粗玄米のCd濃度クラブ

するような傾向もみられるが、調査年次中の最低は0.07ppmで第1, 3年と初期にあったが、最高も0.78ppmで、これも比較的初期の調査6年目であり、それ以後の年次においては、いずれも0.78ppm以下であり、年を経るに従ってCd濃度が高くなるという傾向は明らかでなかった。またいつごろから汚染したかについても明らかでなかった。

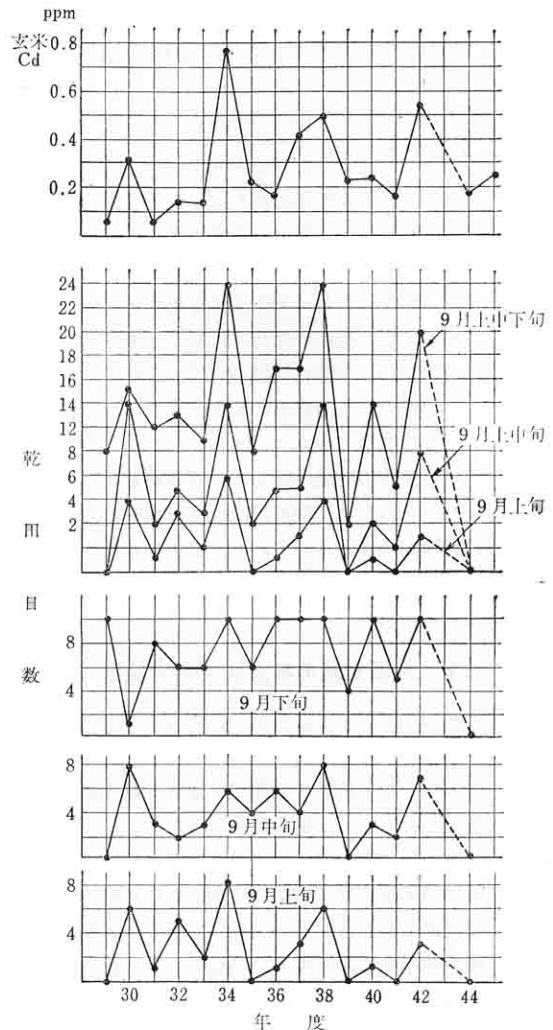
以上の年次によるCd濃度の高低、とくに昭和34, 42年が特異的に高いことは、同試験の他の品種群（農林8号—東山38号）においても確認された。

### Ⅲ 年次別Cd汚染度と乾田日数との関係

年次による玄米Cd汚染度はきわめてまちまちであり、経年傾向もみられなかったが、従来より土壌中のCd濃度と米の汚染度とは相関が小さいとされているので、特異的に玄米の汚染の高かった年はCd汚染の高い用水が流入したとも考えられる。しかし玄米汚染のいちじるしかった昭和42年はきわめて用水が不足で緊急に場内井水をポンプ揚水し、これに依存することが多かったことを記憶しており、かならずしも水の汚染がいちじるしかっ

たためとは云えず他に要因があると推定された。

このポンプ揚水によるきれいな井水を使ったことは反面水不足であったことを示しており、水不足の場合の玄米中のCd濃度が高くなるのではないかと考えた。また群馬県安中市のCd汚染地帯農業者は経験的に湛水状態にした方がCd害が少ないと稲刈りの日まで水を落とさずに栽培していること、Cdの化合形態から湛水状態では溶解度の低いCdS（硫化カドミウム）になるのではないかとされていることなどから、土壌の酸化還元系つまり湛水状態であったか否かに関係するとも考えられたので生育期間中の乾田日数の影響について調査した。



第2図 9月の乾田日数と玄米Cd濃度

第2表 年度別玄米 Cd 濃度と乾田日数

年 度	昭和	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
	29年																	
玄米中 Cd 濃度 (ppm)	0.07	0.32	0.07	0.14	0.14	0.78	0.22	0.19	0.41	0.50	0.23	0.24	0.18	0.53	—	0.19	0.25	
乾田日数	9 月	10	15	12	13	11	24	10	17	17	24	4	14	7	20	—	0	—
	9月上中旬	0	14	4	7	5	14	4	7	7	14	0	4	2	10	—	0	—

調査方法

前記水稻作況試験においては水温・水量調査が行われており、水量調査では稲作期間中供試圃場の水量を水深にて、毎日午前9時と午後2時の2回2ヶ所平均で測定してあったので、水深が0cmを乾田状態とみなし、午前午後とも乾田状態の日数を「乾田日数」とした。

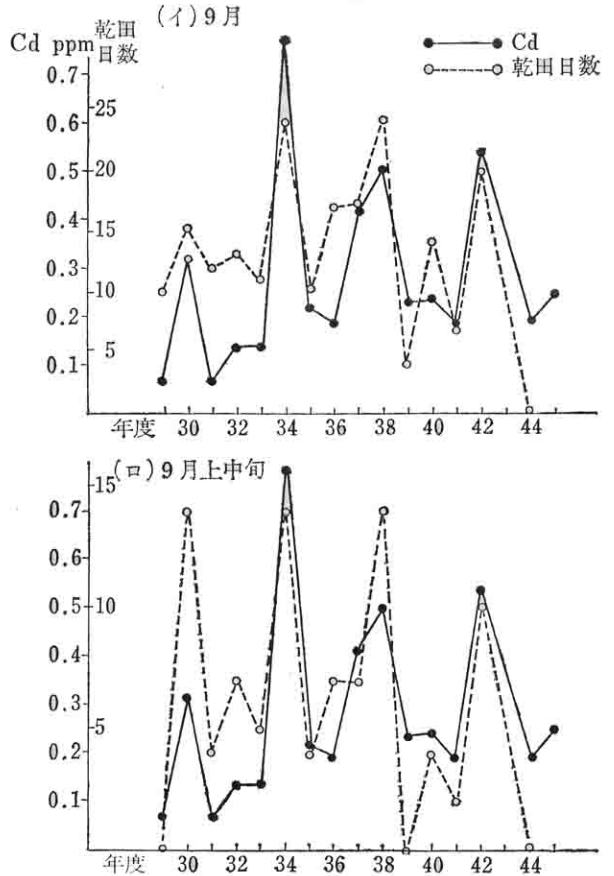
調査結果

乾田日数を年毎に又旬別に算出した積算値をも求めて Cd 濃度との関係について検討した。6月25日の田植より7月、8月は旬別個々にも又積算値についても全く関係はみられなかったが、9月における旬別積算乾田日数は第2表および第2図のとおりであり、9月全期間および9月上～中旬の乾田日数と玄米 Cd 濃度の間には関係がみられた。

すなわち第3図のように、玄米 Cd 濃度の高い年は9月中の乾田日数多く、乾田日数の少ない年は Cd 濃度低く、第4図にみられるように相関が高かった。またこれは9月上～中旬の20日間中のみの乾田日数についても同様で、むしろ9月全期間よりもやや相関が高く、20日間で5日以下の乾田日数であれば Cd 0.4ppm 以上の玄米汚染はみられず、0.4ppm 以上の汚染のみられた4ケ年はいずれも乾田日数は6日以上であった。9月全期間については15日間以下の乾田日数であれば 0.4ppm 以下であった。

このように Cd 汚染土壌水田における米の Cd 汚染に対しては、9月中とくに9月上～中旬の乾田日数の多少が大きな要因となると考えられる。各年次の用水汚染程度や土壌の経年汚染経過は明らかでないが、玄米中の Cd 濃度は水や土壌の汚染程度より乾田日数の多少により強く影響されると考えられる。

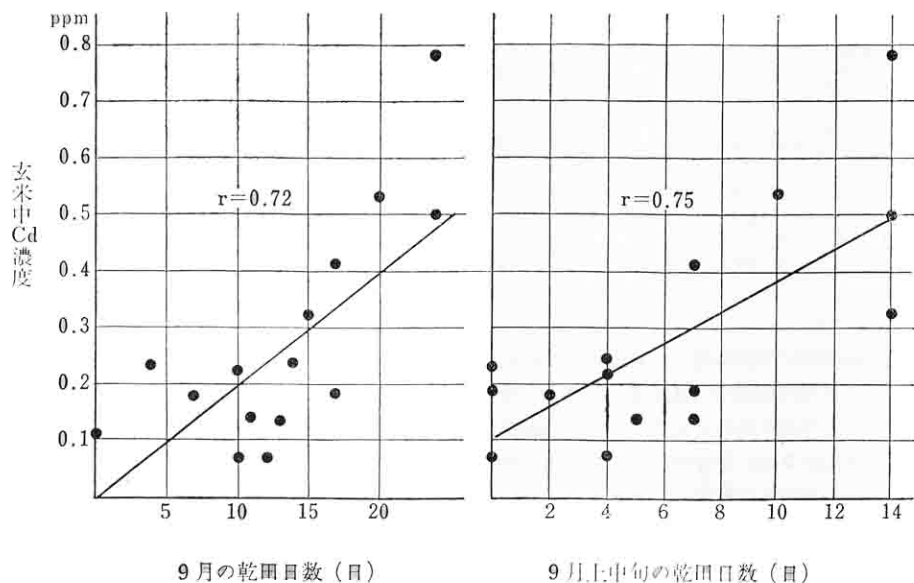
乾田日数との関係が稲の生育期間中とくに9月中のみみられたのは、この試験においては9月1日頃が平均的な出穂期であり、その後20日間は開花授精し玄米の厚さも決定される重要な時期であるためとみられる。これまで稲体中の Cd 濃度は、根>わら>もみがら>玄米



第3図 9月および9月上・中旬の乾田日数と玄米 Cd 濃度

で、下部器管>上位器管となり、その差も大きく、PやKなどの要素と異なり体中での移動、再配分は少ないとされていることなどから出穂期以後玄米を形成する時期の吸収が玄米汚染に大きく影響するともみられ、このときの可給量が乾田状態か湛水状態かによって左右されるのであろう。

これまで Cd の土壌中での形態は、水田状態下では CdS で溶解度は低いが、乾田状態となると酸化されて CdSO<sub>4</sub> となり可溶性となると推定されているが、乾田日



第4図 玄米のCdと乾田日数の相関

数が多いほどCd可給態量を増加せしめて玄米汚染を助長したと考えられ、従来のCd形態変化の推定を裏付けた結果ともなった。

各地のCd汚染地で土壌Cd含量と米の汚染度にほとんど相関がみられないこと、隣接田でも米の汚染度がいちじるしく異なることなどは、灌排水などの水管理、栽培管理の違いが、玄米中のCd濃度に強く影響することを示すものと思われる。

以上のことからCd汚染田において米の汚染をなるべく回避するという点のみからの水管理は、栽培期間中湛水しておくこと、とくに出穂期以後の湛水が必要と考えられる。さらにこれらのことから何らかの方法により或程度土壌Ehの低下をはかることも有効とみられ、米の汚染度と関連させる場合の土壌Cd量は土壌Eh要因を加味した可給態量を考慮しなければならないだろう。

この試験田においては長期にわたり、Cdを含む灌漑用水により水稻を栽培していたのであるから、試験田土壌のCd濃度は年を経るに従って高くなる筈であり、もしも毎年の9月中の乾田日数が同じであれば、玄米中のCd濃度も年を経るに従って高くなる筈である。しかしこの調査では、試験年次が進むにつれ玄米中のCd濃度が高くなるという傾向はあまり明瞭でなかった。これは試験期間の後期に9月中の乾田日数の少ない年が多く、玄米中のCd濃度が低く抑えられたものと考えられ、後期の年の9月中の乾田日数が前期の年のように多けれ

ば、後期の年の玄米中のCd濃度はもうすこし高くあらわれ、試験年次が進むにつれ玄米中のCd濃度が高くなるという傾向がもうすこし顕著に認められたのではないかと思われる。

上記のことから、9月の乾田日数の多少は、Cd汚染田における玄米中のCd濃度に影響を及ぼす一要因と考えられる。もちろん玄米中のCd濃度に影響する要因は他にもあると考えられるので、他の要因についてはさらに検討したいと考える。

#### IV 摘要

1. 多摩地区のCd汚染地域内において、毎年圃場、品種、栽培期、施肥量、管理などを同一にして栽培された昭和29～45年産水稻粗玄米の各年Cd濃度およびこれと生育期間中の乾田日数との関係を調査した。
2. 調査16件のうち0.3ppm以下であった年ののみについてみれば、玄米濃度は年々上昇する傾向もみられたが、全年次では年によりきわめてまちまちで経年傾向も明らかでなかった。
3. 田植より7月、8月までは明らかでなかったが、9月および9月上中旬の乾田日数と玄米中のCd濃度は高い相関がみられ、乾田日数の多い年はCd濃度が高く、Cd汚染土壌における玄米汚染に対しては出穂期以後の乾田状態が一要因となることが推定された。

## 参考文献

1. 森次益三・小林純 生物体内における微量金属の研究(第2報) 白米中のカドミウム含有量 農学研究 50巻1号
2. 小林宏信ほか 水稲によるCd吸収と体内挙動について(1) 農技研 試験研究成績の概要 1969
3. 山添文雄ほか カドミウムの溶解性と作物吸収量について 農技研肥料化学特別資料 昭和45年

## Summary

Annual surveys were carried out from 1954 to 1970 on paddyfield rice grain, cultivated with the same seeds, manure, period and paddyfield, in the cadmium contaminated area in Tama. In these surveys, correlation between cadmium contamination of paddyfield rice grain grown in the polluted field and the number of dry paddyfield days during the growing period of rice plant was analyzed.

In these surveys of 16 years, general tendency of variation in the degree of cadmium contamination showed irregularity and general tendency was not seen throughout all years of survey. But 11 years which indicated cadmium contamination less than 0.3ppm in these surveys showed a slight upward tendency year by year in the degree of cadmium contamination of paddyfield rice grain.

In the time from transplanting date to August, close correlation was not seen but it was found between cadmium contamination of rice grain and the number of dry-paddyfield days from september 1 to 20. Cadmium contamination increased in proportion to the number of dry-paddyfield days.

It was presumed that no water in paddyfield after heading is a pollution factor to rice grain grown in cadmium contaminated rice field.