

# 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

森 次 益 三・小 林 純

### 緒 言

カドミウムは周期表では亜鉛の直下に位置し、化学性もそれと類似する。けれども生物体内の分布は亜鉛に比べると著しく少量であり、またカドミウムは動植物に対し毒性が強いと考えられている。その毒性の研究は近年の医学界でかなり興味を持たれ、カドミウム工場における慢性中毒症としての腎臓障害、蛋白尿の排泄<sup>1,2,9)</sup>、骨疾患の発生<sup>5)</sup>など、多くの報告がみられる。

また、Tipton, Schroeder, Perry ら<sup>8,11)</sup>は人体臓器について多数の分析を試み、その結果、カドミウムが最も多く含まれる場所は腎臓であり、その含有量は年齢の進むに従って集積増加し、またその量が最も多い国民の一つとして日本人をあげていることは、われわれにとり注目すべきことである。

筆者らは既に日本の多くの農産物や水の中に広範にカドミウムが含まれていることを知っており、日本産のアユにもカドミウムが見出されることは前報<sup>4)</sup>に述べた通りである。

本報では、日本産白米中に含まれるカドミウム量とその産地による分布を明らかにする目的で、全国の農業試験場の圃場で生産された米をおもな材料として、ヂチゾン比色法によって試みた定量分析の結果を報告する。

### 分 析 試 料

全国各都道府県の農業試験場の昭和34年産米約200点のほか、ルイジアナの米国稲作研究所、食糧事務所などから入手した外米若干点を含む合計250点ほどの試料を使用した。日本米の大多数は玄米であったため、実験用小型精米機により、精白度(ヌカの割合)が9~10%の範囲内となるように注意して精白を行なった。

### 分 析 法

白米20gを秤取し、磁製ルツボに移し、475°C恒温に調節した電気炉内に一昼夜置いてほとんど灰化し、なお残留する少量の炭素を除くために、10%硫酸ソーダ溶液1mlと濃硝酸1mlを加え、砂皿上で加熱して硝酸を蒸発させた後、350°C~450°Cの電気炉に10~20分間入れて灰化を促進し、さらに残留する炭素は濃硝酸少量を加え、砂皿蒸発、電気炉灰化の操作を繰り返し、濃硝酸使用量は合計約2.5mlで完全な灰を得ることができた。

このようにして得られた灰分をSaltzmanの方法<sup>10)</sup>にしたがって、微量のシアン化カリウムを含む一規定以上のカ性ソーダ溶液から、ヂチゾンのクロロホルム溶液を使ってカ

ドミウムを分離抽出し、さらに2%酒石酸溶液を用いて逆抽出を行なった。ただ筆者らは原著の方法を一部変更し、最初の抽出のとき加える酒石酸カリウムナトリウム溶液の通常使用量を5mlとし、また、最後に発色のために加えるデチゾン・クロロホルム溶液は10mg/lの濃度のものを10mlとした。

この分析法の詳細については別に報告する予定である。

## 分 析 結 果

### 1. カドミウム含有量の地域差

各都道府県農業試験場産の白米の分析成績は第1表および第1図に示すように、生産地間でかなりの地域差がある。

カドミウム含有量の最高値は、群馬県農業試験場の亜鉛鉍害試験地産の農林25号で、1195  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (約1.2 ppm) であり、ついで東京都農試の東山38号の472  $\mu\text{g}/\text{kg}$  であった。また、同じ東京都の八州千本(421  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、富山農試の山陰17号(413  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )なども含有量が高かった。反対に、低い含有量を示したのは、和歌山農試産農林37号の5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  を最低に、山梨農試の若葉(6  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、ヤマビコ(7  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、和歌山県コガネニシキ(7  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、金南風(9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、福島県アキバエ(9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、兵庫県千本旭(9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、長野県農林10号(9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )などであった。つぎに、各農試ごとの平均含有量を比較すると、これが高いのは東京都農試の218  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、富山農試(189  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、福井農試(151  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )などであって、低いのは和歌山農試の10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  を最低に、宮城農試(15  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、青森農試(16  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、福島農試(17  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )、愛知農試および北海道農試(19  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )などであった。そして鉍害地産米を除く203点の日本産米の平均カドミウム含有量は66  $\mu\text{g}/\text{kg}$ (0.066 ppm)、標準誤差5.0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  であった。

以上の試料はおもに農業試験場の圃場で生産された米であって、もちろん各県を代表する試料ではないが、それらのカドミウム含有量と生産圃場の土壌母岩の種類、土壌の反応、平均収量などの関係事項を、試験場別の平均含有量の順に列挙してみると第1図のようである。

また、外米のカドミウム含有量は第2表に示すとおりであって、粒の長短と無関係に産地によってかなりの相違がみられ、タイ、ビルマ、それにアメリカのルイジアナ、テキサス、アーカンサス諸州の米は日本米と比較してカドミウムの含有量が低い傾向にあった。

つぎに、金属鉍山の廃水の影響を受ける鉍毒地の白米として、神岡鉍山下流の富山県神通川流域、東邦亜鉛安中精錬所下流の群馬県碓氷川流域、同じく群馬県足尾銅山下流の渡良瀬川流域、またそれらの対照として神岡鉍山の影響のない神通川支流の井田川流域、渡良瀬川の水をかんがいする無被害地(対照地区1)、および渡良瀬川の水をかんがいしない鉍害地附近の開墾地(対照地区2)などからも試料を集め、比較分析を行なった。その結果は、第3表のとおりであって、カドミウムと一緒に産出される亜鉛、鉛の鉍山のみでなく、渡良瀬川のように銅山の下流部でも、白米のカドミウム含有量が正常な米に比べて著しく高いことが観察された。

第1表 日本産白米のカドミウム含有量

{含有量は風乾白米(10%精白米)1kg中の $\mu\text{g}$ で示す。  
早, 中, 晩の区別は参考文献6,7および一部は農試からの連絡によった。

生産農試	品 種	早,中,晩 の 別	カドミウ ム含有量 $\mu\text{g}/\text{kg}$	生産農試	品 種	早,中,晩 の 別	カドミウ ム含有量 $\mu\text{g}/\text{kg}$
1 北 海 道	農林34号	早	19	6 山 形 県	農林17号	中	46
	福雪	〃	20		農林41号	〃	42
	栄光	中	33		藤坂5号	早	131
	実優	〃	15		ササングレ	晩	51
	照錦	晩	12		ギンマサリ	〃	106
	豊光	〃	15	平 均		75	
	平 均		19				
2 青 森 県	農林17号	晩	19	7 福 島 県	農林21号	中	16
	藤坂5号	中	14		藤坂5号	早	22
	陸奥光	〃	15		ササングレ	中	21
	トワダ	〃	12		アキバエ	〃	9
	青森糯14号	〃	19		セキミノリ	〃	15
	平 均		16	平 均		17	
3 岩 手 県	農林17号	中	24	8 茨 城 県	農林1号	早	87
	藤坂5号	早	26		農林14号	〃	228
	陸羽132号	中	31		農林29号	晩	131
	ササングレ	晩	25		トネワセ	早	113
	チョウカイ	中	16		コシヒカリ	〃	182
	平 均		24	平 均		148	
4 宮 城 県	農林16号	中	16	9 栃 木 県	農林10号	中	26
	農林17号	〃	13		農林16号	早	17
	農林24号	〃	16		農林24号	〃	16
	藤坂5号	早	14		農林29号	中	22
	新6号	一	17		農林48号	〃	34
	ササングレ	中	15	平 均		23	
	平 均		15				
5 秋 田 県	農林17号	中	85	10 群 馬 県	農林24号	中	31
	農林41号	晩	78		農林25号	晩	22
	ハツニシキ	早	36		〃	〃	1195*
	チョウカイ	中	71		〃	〃	310*
	トワダ	早	61		農林29号	中	30
	平 均		66	農林48号	〃	30	
				千葉旭	晩	69	
				埼玉糯	早	34	
				平 均		36	

\* 鈹害試験地産, 平均値の計算より除く。

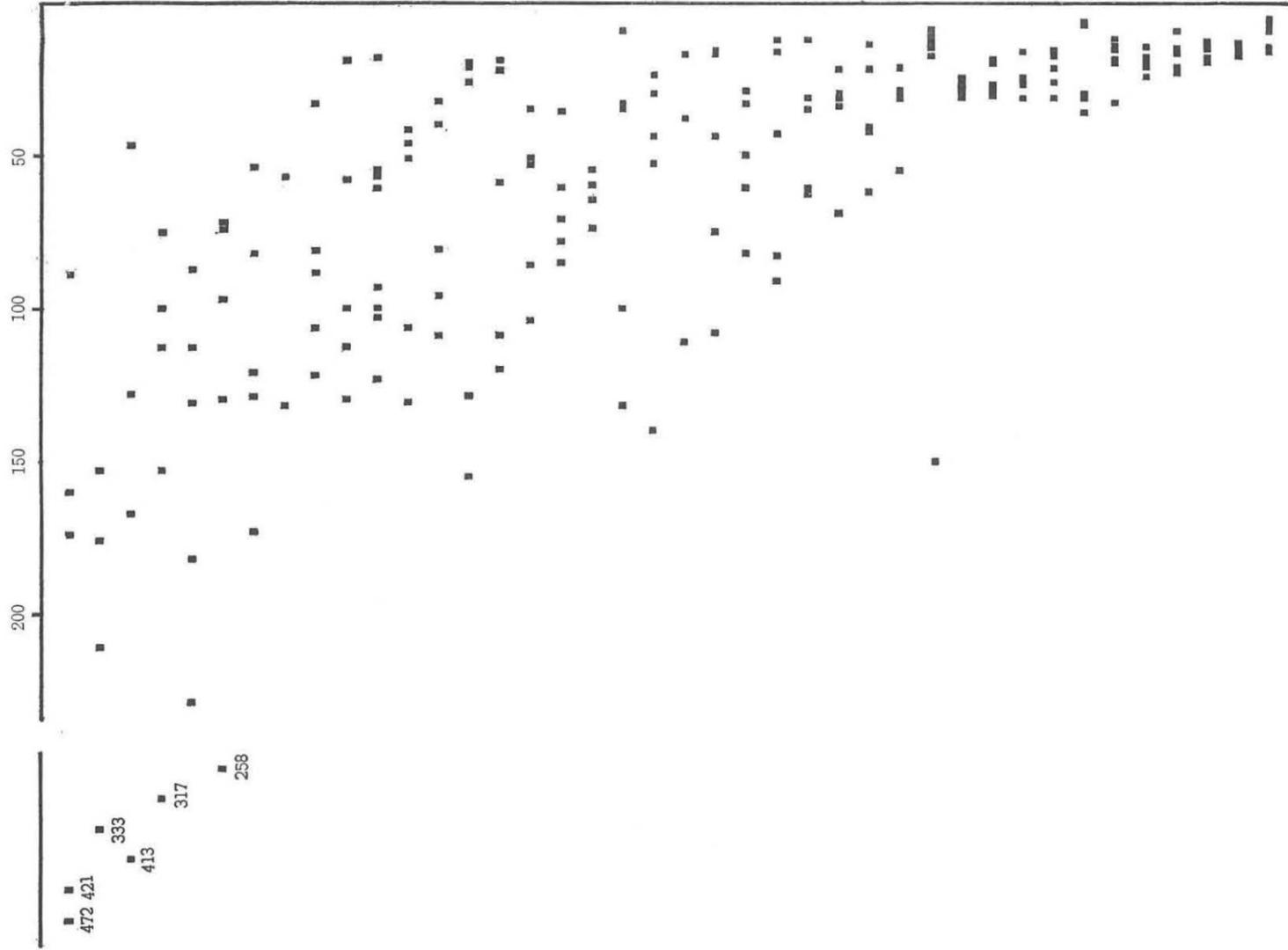
生産農試	品 種	早,中,晩 の別	カドミウ ム含有量	生産農試	品 種	早,中,晩 の別	カドミウ ム含有量
11 千葉県	混合試料		52 μg/kg	18 山梨県	農林22号 農林31号 金南風 若葉 ヤマビコ 平均	晩 " " 中 一 均	36 30 31 6 7 22
12 東京都	農林17号 東山38号 八州千本 トネワセ ヤマビコ 平均	早 晩 " 早 中 均	160 472 421 89 174 263	19 長野県	農林10号 農林17号 アキパエ ヨモヒカリ チクマ 平均	晩 中 " 一 晩 均	9 34 34 100 132 62
13 神奈川県	農林8号 農林23号 農林29号 農林32号 ヤマビコ 平均	中 " 早 " 中 均	19 30 19 29 27 25	20 静岡県	愛知旭 シモツキ ミホニシキ ヤエホ ハマユウ 平均	中 晩 中 早 一 均	30 55 21 30 31 33
14 新潟県	米山 日本海 越路早生 越栄 コシヒカリ 平均	一 一 早 一 中 均	140 30 24 44 53 58	21 愛知県	農林17号 東海千本 金南風 新山吹 ハツシモ ミホニシキ 平均	早 晩 中 一 中 晩 均	24* 21 14 21 17 19 19
15 富山県	山陰17号 シンマサリ ハウネンワセ シロガネ 平均	晩 一 早 中 均	413 128 47 167 189	22 三重県	農林22号 農林29号 豊千本 コガネニシキ ミホニシキ 平均	早 " 晩 中 晩 均	35 53 104 51 86 66
16 石川県	山陰17号 早農林 越路早生 ハウネンワセ ヨモヒカリ 平均	晩 早 " " 一 均	258 72 97 74 130 126	23 滋賀県	農林29号 新山吹 平均	早 一 均	132 57 95
17 福井県	農林23号 農林30号 ハウネンワセ マンリョウ フクミノリ 平均	晩 早 " 一 中 均	75 113 100 317 153 152				

\* 早期栽培用の品種であるが普通栽培を行なった。

生産農試	品 種	早,中,晩 の別	カドミウ ム含有量 μg/kg	生産農試	品 種	早,中,晩 の別	カドミウ ム含有量 μg/kg	
24 京 都 府	農 林 17 号	早	22	29 島 根 県	農 林 22 号	中	83	
	旭 4 号	中	41		近 畿 33 号	早	16	
	中生新千本	一	14		ミホニシキ	晩	91	
	金 南 風	晩	42		タ カ ネ	中	12	
	ア ケ ボ ノ	〃	62		ヤ エ ホ	〃	43	
平 均		36	平 均		49			
25 兵 庫 県	農 林 17 号	早	151 *	30 岡 山 県	農 林 22 号	早	81	
	農 林 22 号	〃	12		朝 日	晩	122	
	農 林 23 号	〃	17		ア ケ ボ ノ	〃	33	
	朝 日	晩	11		ミホニシキ	〃	106	
	千 本 旭	〃	9		コガネナミ	早	88	
	金 南 風	中	15	平 均		86		
	ミホニシキ	晩	12					
う こん 錦	早	10	31 広 島 県	農 林 17 号	早	33		
平 均		30		農 林 22 号	中	61		
				中生新千本	〃	82		
				コガネニシキ	〃	50		
26 奈 良 県	東 海 旭	晩	129	島 県	チヨヒカリ	〃	29	
	新 金 南 風	一	54		平 均		51	
	ア ケ ボ ノ	晩	82		32 山 口 県	農 林 12 号	晩	130
	コガネニシキ	早	121			農 林 17 号	早	19
	旭 糯	晩	173	農 林 37 号		中	58	
平 均		112	光	晩		113		
			タ カ ネ	中		100		
27 和 歌 山 県	農 林 22 号	早	14	平 均		84		
	農 林 37 号	中	5	33 徳 島 県	農 林 8 号	早	129	
	金 南 風	〃	9		農 林 17 号	〃	20	
	ハ ツ シ モ	〃	15		ア ケ ボ ノ	中	20	
	コガネニシキ	早	7		ミホニシキ	〃	155	
平 均		10	サチワタリ		早	26		
28 鳥 取 県	農 林 22 号	中	93	平 均		70		
	農 林 29 号	〃	61	34 香 川 県	東 山 38 号	早	40	
	秀 峰	早	18		香 川 35 号	晩	96	
	タ カ ネ	中	55		ア ケ ボ ノ	〃	109	
	ホウキアサヒ	〃	103		ミホニシキ	中	81	
	ヤ マ ビ コ	〃	57		シ オ ジ	晩	32	
	ヤ エ ホ	晩	100		平 均		72	
	ツ パ サ	〃	123					
平 均		76						

\* 早期栽培を行なった。

カドミウム含有量 (μg/kg)



試験場名	地質	土性	土壌の反応 KCl H <sub>2</sub> O	収量 kg/10a	かんがい 水源
東京	秩父古生層	C	6.0	360	多摩川水系
愛媛	安山岩類, 沖積地	CL	4.5	450	九頭竜川
富山	那珂川河成沖積層	CL	4.7	413	榎川
福井	花崗岩, 片麻岩, 沖積地	L	5.5	520	手取川
茨城	片状花崗岩, 沖積地	L	5.5~7.0	468	溜池
石川	石灰岩, 古生層, 粘板岩等, 沖積地	CL-C	—	450	天野川
奈良	花崗岩, 海成沖積地	L	—	380	旭川
滋賀	頁岩質風化物, 沖積地	CL	5.8~6.0	392	千代川水系
山口	安山岩, 石英粗面岩, 沖積地	CL	5.2	600	馬見ヶ崎川
鳥取	和泉砂岩, 沖積地	L	微酸性	488	ダマ
山形	安山岩風化物, 沖積地 (含火山灰)	L	5.4	525	大分川
香川	花崗岩, 沖積地	L-C	5	350	餘鹿川
徳島	安山岩系沖積地	L	6.5	450	溜池
大分	第3紀層, 沖積地	CL	5.0	570	犀川水系
三重	安山岩, 秩父古生層, 第3紀層, 沖積地	CL	5.6	550*	栖吉川
秋田	花崗岩, 河海成沖積地	CL	4.2	520	嘉瀬川
長崎	花崗岩, 沖積地	SL	5.8	400	山口川
長野	花崗岩系, 第4紀新層	SL	6.0	464	溜池
新潟	花崗岩, 安山岩, 沖積地	SL	6.0	360	斐伊川
佐賀	赤城系安山岩質火山灰土	SL	5.8	420	利根川
福岡	秩父古生層に由来する新洪積層	L	5.0	526	曾我谷川
広島	古第3紀層, 瀬戸川層群, 沖積地	CL	6.5	450	安倍川
島根	第3紀層, 沖積地	L	5.6~6.0	472	明石川
知事	安山岩, 火山灰, 沖積地	L	6.3	510	井戸
群馬	安山岩, 沖積地	SL-L	—	375	金目川
東京都	第3紀層, 沖積地	L	微酸性	350	平石川
静岡県	第3紀洪積層	CL	6.0	467	矢作川
兵庫県	第3紀層 (安山岩), 沖積地	C	4.8~5.2	490	猪苗代湖
熊本	第4紀新層	CL	酸性	460	溜池
神奈川	和泉砂岩, 秩父古生層, 沖積地	SCL	5.8	410	紀の川
岩手					
栃木					
山梨					
北海道					
愛知県					
福島					
青森					
宮城					
和歌山					

註. 地質, 土性, 土壌の反応, 収量, かんがい水源などは各試験場より報告された資料による。

第1図 各都道府県農業試験場産米のカドミウム含有量

生産農試	品 種	早,中,晩 の別	カドミウ ム含有量	生産農試	品 種	早,中,晩 の別	カドミウ ム含有量
35 愛 媛 県	農 林 22 号	早	153	39 長 崎 県	農 林 18 号	晩	65
	松 山 三 井	晩	211		農 林 22 号	早	74
	ア ケ ボ ノ	〃	333		神 愛	晩	55
	ミ ホ ニ シ キ	中	176		シ モ ツ キ	〃	60
	平 均		218		平 均		64
36 高 知 県	農 林 22 号	中	31	40 熊 本 県	農 林 12 号	晩	25
	土 佐 2 号	晩	35		農 林 18 号	〃	28
	越 路 早 生	早	12		宝	〃	31
	ホ ウ ネ ン ワ セ	〃	63		宝 作	〃	30
	サ チ ワ タ リ	中	62		肥 後 糯	〃	26
平 均		41	平 均		28		
37 福 岡 県	農 林 18 号	晩	16	41 大 分 県	農 林 17 号	早	22
	農 林 22 号	早	75		農 林 18 号	晩	120
	十 石	一	44		農 林 22 号	早	109
	綾 錦	早	16		大 分 三 井	晩	19
	ト ワ ダ	〃	108*		ホ ザ カ エ	〃	59
平 均		52	平 均		66		
38 佐 賀 県	伊 万 里 1 号	晩	111	全 国 平 均			66
	ホ ザ カ エ	〃	38				
	ベ ニ セ ン ゴ ク	〃	17				
	平 均		55				

\* 早期栽培を行なった。

## 2. カドミウム含有量の品種間の相違

白米のカドミウム含有量の品種による差の有無を明らかにするために、早生、中生、晩生の区別とカドミウム含有量の関係を各試験場別に調べてみた。その結果は第4表のようであって、晩生種と比較して早生種の方に含有量が高い例はわずかに長崎農試の1例があるのに対して、早生種より成熟期間の長い中生種、晩生種の順にカドミウム含有量が漸増した例は栃木、東京、富山、石川、三重、鳥取、山口、愛媛各農試の8例にみられた。これらは、栃木農試を除き、いずれも白米の平均カドミウム含有量が日本米の総平均の66  $\mu\text{g}/\text{kg}$  以上を示す農試であった。しかし、上記以外の大部分の農試では明らかな傾向を示さず(32例)、また、外米の場合にも、粒形(稲の型)とカドミウム含有量の間に特定の傾向は認められなかった。

なお、試験場から連絡のあった例として、カドミウム含有量と栽培管理の方法との関係について附記すると、第1表の脚注に記したように、愛知県農試では早期栽培用の農林17号を普通栽培し、兵庫県農試では農林17号を、福岡農試ではトワダを、それぞれ早期栽培したとのことであるが、愛知農試の場合は他品種と比較してカドミウム含有量にほとんど差

第2表 外米のカドミウム含有量

産地	備考	粒形	カドミウム含有量	
台湾	倉敷市内食糧営団より入手	短	38 $\mu\text{g}/\text{kg}$	
	岡山食糧事務所より入手	"	53	
	東京食糧事務所より入手	台北市（精米所所在地）	"	31
		桃園鎮（ " ）	"	70
		新竹市（ " ）	"	62
		台中市（ " ）	"	66
		和美鎮（ " ）	"	38
		不明	"	8
タイ		長	19	
ビルマ		長	16	
		"	13	
エジプト		短	14	
スペイン		"	49	
米 国	Bluebonnet 50	Stonville Miss.	長	156
	4-11-1-8×RC-252		"	139
	Zenith		中	93
	Nato		"	110
	Variety Bluebonnet	Stuttgart Ark.	長	16
	Variety 4-11-1-8×RC-252		"	10
	Variety Zenith		中	16
	Variety Nato		"	14
	425 Bluebonnet	Beaumont Tex.	長	6
	21 4-11-1-8×RC-252		"	32
	405 Zenith		中	20
	402 Nato		"	25
	Bluebonnet 50, 257	Crowly La.	長	10
	4-11-1-8×RC-252, 240		"	10
	Zenith, 234		中	6
Nato, 231	"		12	

が認められないのに、兵庫および福岡農試の場合は、早期栽培しなかったほかの品種と比較して、白米のカドミウム含有量が著しく高くなっており、したがって、栽培管理の方法によっても白米中のカドミウム量が相違するものようである。

### 3. カドミウムの米粒内部における分布

米粒内部のカドミウムの分布状態を明らかにするために、カドミウム含有量の高い富山県神通川流域の米を材料として実験を行なった。

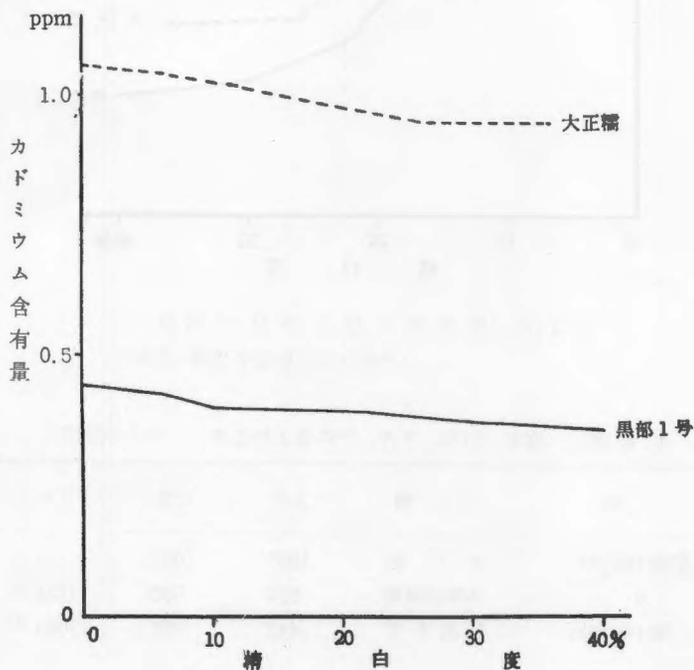
第 3 表 鉛 害 地 産 白 米 の カ ド ミ ウ ム 含 有 量

	産 地 (鉛害の程度)	品 種	カドミウム含有量
富 山 県 神通川水系	婦負郡 八尾町 西神通		580 μg/kg
	" "		1202
	" "	金 南 風	257
	婦中町 広 田	新 木 2 号	495
	" 新 屋		730
	" "	黒 部 1 号	825
	" "	大 正 糯	912
	" 萩 島		446
	" 青 島		458
	" 添 島	新 木 2 号	804
	" 轡 田		441
	" 塚 原 野	若 葉 4 号	443
	" 横 野	金 南 風	412
	" "	大 正 糯	896
" "	黒 部 1 号	532	
" "		1623	
" 小 泉		600	
富 山 県 井田川水系 (対照地区)	" 中 島		296
	" 浜の子	富 交 8 号	64
	" 上井沢	金 南 風	161
	" "	"	125
	" 西余川 八尾町 大 杉	新 木 2 号	190 72
群 馬 県 渡良瀬川水系	山田郡毛里田村 中	農 林 25 号	258
	" 軽	農 林 48 号	223
	" 激甚	農 林 25 号	221
	" 一	"	310
	" 激甚		193
	" 軽		237
	" "		259
(対照地区 1)	" 無	} 渡良瀬川の水をかんがいする無被害地	104
" "	"		312
(対照地区 2)	" "	} 鉛害地附近の開墾地 かんがい水は渡良瀬川からとらない	44
" "	"		80
群 馬 県 碓氷川水系	高崎市 鼻高町 一	農 林 25 号	1195
	厚原町 軽 (水口附近)	旭	267
	乗附町 "	農 林 25 号	113
	" 激甚 (水口, 深耕)	農 林 29 号	446
	" " (中央部, " )	"	328
	" " (水口)	金 南 風	356
	" " (中央部)	"	217
	" 激 (水口)	農 林 29 号	225

第 4 表 稲の早生、中生、晩生の別と白米のカドミウム含有量の関係

	件数	農 試 名
晩生<中生<早生と白米のカドミウム含有量が高くなる傾向を示すもの	1	長崎
早生<中生<晩生と白米のカドミウム含有量が漸増する傾向を示すもの	8	栃木、東京、富山、石川、三重、鳥取、山口、愛媛
区別の不明のもの	32	北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、茨城、群馬、千葉、神奈川、新潟、福井、山梨、長野、静岡、愛知、滋賀、京都、兵庫、奈良、和歌山、鳥根、岡山、広島、徳島、香川、高知、福岡、佐賀、熊本、大分

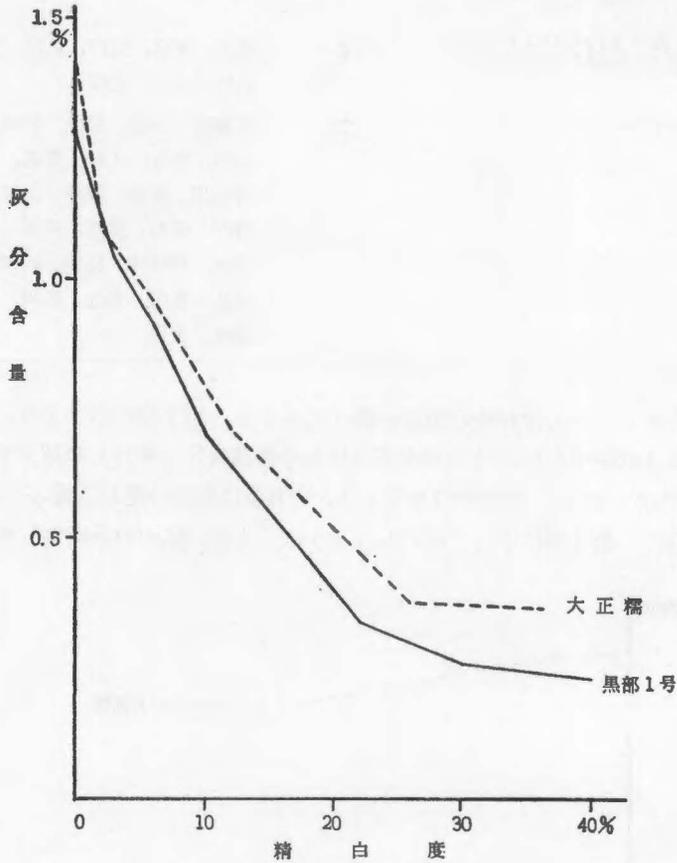
精白度によるカドミウム含有量の相違を調べてみると、第2図に示すように精白の進むに従って含有量は減少するが、その減少率はほかの無機成分（灰分）の減少率（第3図参照）と比較して小さいので、灰分中のカドミウム含有量は精白の進むに従って急に上昇し、その上昇の割合は、第4図によって明らかなように、片倉、畑中の分析例<sup>3)</sup>のうち最高の



第 2 図 精白度とカドミウム含有量の関係  
(試料は富山県婦負郡婦中町産)

上昇率を示した銅，マンガンよりも大きいことがわかった。

また，精白中に失われるヌカあるいは胚のカドミウム含有量を調べてみると，第5表のように，胚は白米部分の2～4倍，ヌカは白米の2倍強の値を示した。



第3図 精白度と灰分含量の関係  
(試料は富山県婦負郡婦中町産)

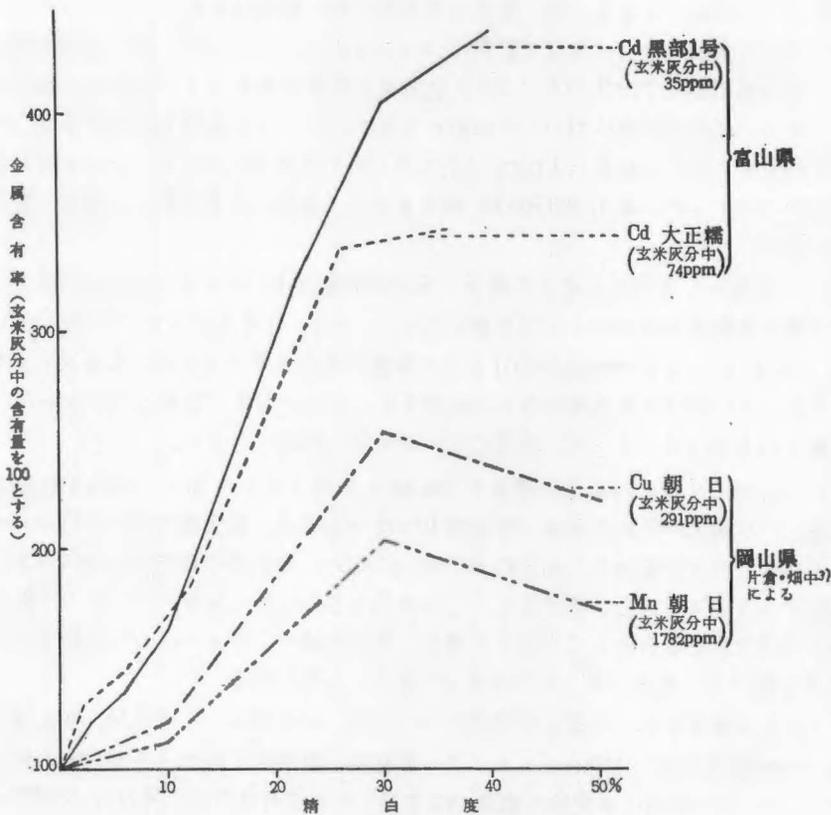
第5表 玄米，白米，ヌカ，胚に含まれるカドミウムの関係

産地	品種	玄米	白米	ヌカ	胚
富山県婦負郡婦中町新屋	大正糯	1055	1025	—	2138
" "	品種不明粳	630	582	1234 *	2357
" 婦中町横野	黒部1号	443	398	1080 ***	2076

カドミウム量は  $\mu\text{g}/\text{kg}$  で示す。

\* 胚を除いたヌカ

\*\*\* 胚を含むヌカ



第4図 精白度と灰分中の金属含有率の関係

### 考 察

第1表と第1図に示すように、鉍毒地産の米はもちろんのことであるが、各地の農業試験場産白米のカドミウム含有量にも著しい地域差が認められた。しかし、カドミウム含有量と土壌母岩の種類、土壌のpH、かんがい水質、収量などとの間にはっきりとした関係を見出すことが困難であって、この点では所期の目的を達することができなかった。

第1図によると、関東以西の米にカドミウム含有量の高い場合が多く、反対に、北海道から東北地方の太平洋側、中部および近畿の太平洋側の米にはカドミウム含有量の低い場合が多いようである。しかし、前述したように、分析した試料が農業試験場産米だけであるから、この傾向を府県別の地域差とみなすことはできない。

しかし国内の41地点、203試料の平均値を算出してみることは、日本米と外米の含有量を比較する場合、あるいは鉍害地産白米の特異性を論ずる場合に有意義であると思うので、その平均値を第1表の下端に示した。

外米のカドミウム含有量は、分析点数が少ない国もあり、また、同じアメリカでもルイジアナ、テキサス、アーカンサス州の米には含有量が少なく、ミシシッピ州のものに多量であるなどの地域差があるので、結論を下すのは早計かも知れないが、今回の分析デー

ターに限ってみれば、日本米に比べ外米の含有量は低い傾向がある。

カドミウムが水稻の生育に及ぼす影響については明らかでないが、第3表の結果にあるごとく、渡良瀬川流域で白米のカドミウム含有量と鉍害の有無および程度とが無関係であること、また、亜鉛鉍害地においても亜鉛とカドミウムによる鉍害を区別できないけれども、白米のカドミウム含有量が1 ppm以上に及ぶ米が生産されていることなどから判断して、白米中のカドミウム量が300  $\mu\text{g}/\text{kg}$  程度までは、水稻の生育に著しい障害は起きないと推定される。

つぎに、食糧としての米を考える場合、Schroeder ら<sup>11)</sup>はカドミウムは年齢とともに腎臓、肝臓に集積する傾向をもった金属であり、しかも、日本人にはこれが多いと指摘し、Tipton の分析によると中年以後の日本人の腎臓の灰にはカドミウムが2%以上にも達する例がある。この原因は日本産の白米に由来するところが大きいと考えられるから、日本人の保健上白米中のカドミウムは無関心でいられない問題であろう。

日本人の年間一人当りの白米消費量を180 kgと仮定すると、米から摂取されるカドミウムの量は、日本米の平均含有値で年間約10 mgであるが、鉍害地の仮に600  $\mu\text{g}/\text{kg}$ のカドミウムを含む白米を常食する場合約100 mgに及び、米以外の農作物や水に含まれて体内に移行するカドミウムを加算すると、その合計はさらに多くなる。したがって鉍害地帯で被害を受けた米を常食として生活する場合、当然腎臓中にカドミウムの集積量が増大して、長寿を保つ上に無害であるとの保証はできないと思われる。

カドミウム含有量と米の品種との関係については、早生種よりも中生種、中生種よりも晩生種と生育期間の長い品種ほどカドミウム含有量が漸増する例は、その反対の例よりも多い。しかし、その傾向は本実験の範囲ではカドミウム含有量の高い場合にだけ認められ、その他の場合には品種間の相違は明らかでなかった。一般的に云うと、白米のカドミウム含有量は生産地の地域差の方が大で、品種間の相違は小であった。

米粒内部のカドミウムは、胚に最も濃厚であり、ヌカ、白米の順に含有量が減少し、胚乳部分よりも皮膜部に多量に含まれているが、ほかの無機元素と比較すれば、均等な分布状態にあって、10%の精白を行なった場合のカドミウム含有量は玄米の場合の90%以上を示した。このことは精白によって米粒中のカドミウムが除去されにくいことを示している。また、ヌカの部分にカドミウムが多く含まれることは、家畜の飼料として利用する場合の問題であって、特に鉍害地での家畜の生理、畜産物の品質などに及ぼすカドミウムの影響については改めて考慮する必要がある。

## 摘 要

1. 全国の農業試験場産米をはじめ、内外の白米約250点を集め、乾式灰化後、チチゾン比色法によって、カドミウムの比色分析を行ない、その含有量を明らかにした。

2. 白米のカドミウム含有量は、産地により著しく相違するものであって、日本産白米は鉍毒地のものを除外して、最高472  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (0.472 ppm)、最低5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、平均66  $\mu\text{g}/\text{kg}$ を含有し、外米の最高156  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、最低6  $\mu\text{g}/\text{kg}$ に対し、多量の傾向がある。

3. 鉍毒被害地の白米のカドミウム含有量は著しく高く、上流に亜鉛、鉛の鉍山を有す

る富山県神通川流域の白米は最高約 1,600  $\mu\text{g}/\text{kg}$  , また群馬県碓氷川下流部の白米は最高約 1,200  $\mu\text{g}/\text{kg}$  であった。また、銅山による渡良瀬川流域の鉱毒地でも、やはりカドミウム含有量が高く、最高 312  $\mu\text{g}/\text{kg}$  であった。

4. 稲の品種間相違として、早生種、中生種、晩生種とカドミウム含有量が漸増する傾向もうかがわれたが、品種間相違よりも地域差あるいは栽培管理の方法による差の方が著しく大であった。同様にアメリカ（ルイジアナ、ミシシッピ、テキサス、アーカンサス）産の白米でも粒の長短による差は明らかでなく、地域差が顕著であった。

5. 米粒内のカドミウムは、胚芽、ヌカなどの皮膜部に濃厚で、胚乳部分に稀薄の分布傾向を示すが、ほかの無機成分と比べるとその傾向は著しくなく、10%の精白を行なった場合でもカドミウムは玄米の場合の90%以上が含有された。

終りに、試料を採集し提供して戴いた全国各府県農業試験場、ルイジアナ稲作研究所、東京食糧事務所、および岡山食糧事務所の方々に感謝したい。

#### 参 考 文 献

1. Baader E. W. 1951. Gesundheitsfürsorge und Arbeitsmedizin, Die Chronische Kadmiumvergiftung. Deut. med. Wochschr. 77 : 484.
2. Friberg L. 1959. Chronic Cadmium Poisoning. Arch. Ind. Health 20 : 401.
3. 片倉健二, 畑中千才. 1959. 酒造好適米の化学成分について (I). 醸協誌. 54 : 902.
4. 森次益三, 小林純. 1960. 生物体内における微量金属の研究 (I). 農学研究. 47 : 149.
5. Nicaud P., Lafitte A., Gros A., and Gautier J. P. 1942. Les lésions osseuses de l'intoxication chronique par le Cadmium. Aspects radiologique á type de syndrome de Milkman. Bul. et mim., Soc., méd hóp. Paris 19 : 204.
6. 農業技術協会. 1957. 農作物品種解説.
7. 農林省農業改良局農産課. 1955. 稲麦品種の特性表.
8. Perry H. M., Jr., Tipton I. H., Schroeder H. A., Steiner R. L., and Cook M. J. 1961. Variation in the Concentration of Cadmium in Human Kidney as a Function of Age and Geographic Origin. J. Chron. Dis. 14 : 259.
9. Piscator M. 1962. Proteinuria in Chronic Cadmium Poisoning. Arch. Env. Health 4 : 607.
10. Saltzman B. E. 1953. Colorimetric Microdetermination of Cadmium with Dithizone. Anal. Chem. 25 : 493.
11. Schroeder H. A., and Balassa J. J. 1961. Abnormal Trace Metals in Man: Cadmium. J. Chron. Dis. 14 : 236.