

(短報)

土壤類型別に見た土壤中カドミウムの玄米への吸収移行特性

伊 達 昇 ・ 竹 迫 紘 ・ 大 西 公 一

Characteristics of Cd Absorption from Paddy Soil to Rice Grain, in relation to Soil Type.

Noboru DATE, Hiroshi TAKESAKO,
Kōichi ŌNISHI

I 緒 言

土壤中に存在するCd(カドミウム)には、母材に由来するもののほか、用水あるいは大気中の粉じん等をキャリアーとして、2次的に加わったものがある。これら2次集積Cdによる土壤汚染は、食物連鎖をとおして、人間の健康に重大な影響を及ぼすが、なかでも、水田土壤のCd汚染は、我々日本人の主食であるコメのCd汚染の直接の原因となるため、土壤汚染防止法(農用地等の土壤汚染防止に関する法律)によって、玄米中のCd含量が1 ppm以上となるような土壤条件にあるところは、汚染対策地域に指定され、各種の対策が講じられている。

また、玄米中Cd含量が0.4 ppmをこえる可能性の高いところは、要観察地域として、玄米中のCdの分析監視体制がとられている。

しかし、これらの地域は一定の行政区画を単位に設定されており、土壤的にみれば異質な土壤が混在しているため、それぞれの土壤ごとに玄米へのCd吸収移行特性の違いを明らかにし、土壤の性質に応じたきめ細かい対応をはかる必要がある。

本報では、東京都内の主要水田土壤である3種の土壤について、玄米中へのCd吸収移行性の違いを明らかにしようと試みた。今後の行政対応の指針として役立てば幸いである。

II 試験材料及び方法

昭和34～53年に実施した地力保全基本調査の結果¹⁾から三多摩地域の水田土壤の代表的土壤類型として、表1に示す「礫質灰色低地土」、「細粒灰色低地土」、「多湿黒ボク土・黒ボクグレイ土」の3群をえらび、表2に示す計79地点について、昭和51～54年の水稲収穫時

における土壤ならびに玄米中のCd含量を分析した。土壤中Cdは0.1 N HCl抽出液、玄米中CdはHNO₃-HClO₄分解液について、それぞれ分析した。

なお、上記3群の土壤を含め、三多摩地域における水田土壤タイプの分布を示せば、図1のごとくである。²⁾

III 試験結果ならびに考察

昭和51年～54年の各年次別、土壤類型別に、土壤中(0.1 N HCl抽出)Cd含量と玄米中Cd含量との関係を図示すれば、図2のごとくである。また、各土壤タイプの代表地点の土壤物理性は、表1に併記したとおりである。

図2で明らかなように、礫質灰色低土の地点のなかには、しばしば玄米中Cd含量が0.4 ppmをこえるものがあり、とくに昭和52年には、多くの地点で0.4 ppmをこえたほか、1 ppmを上回る地点もみられた。各地点を通じて、比較的玄米中Cd含量の高い昭和51,52兩年次には、土壤中のCd濃度と、その濃度に対応する玄米中Cd含量の最高値との間に、ある程度の正相関性がうかがわれたが、玄米中Cd濃度が比較的低い昭和53,54兩年次には、このような関連性はうかがわれなかった。

4か年を通じて、土壤中のCd濃度の範囲に大きな変化はなく、Cdによる土壤汚染は進行していないことを示している。したがって、上記のような玄米中Cd含量の年次変化は、他の要因によると思われるが、既往の知見¹⁻³⁾で明らかにされているように、穂ばらみ期～登熟期の土壤が酸化的であると玄米への吸収移行が促進されることから推察すれば、年次変化の主因は、穂ばらみ以降のかんがい水量の豊否が、土壤の環元化の強弱を支配したことにあるのではないかと考えられる。しかし、気象的に見る限りは、表3で明らかなように、53年7月下旬

表1 調査地域の水田土壌類型

土 壤 類 型	代 表 地 点 の 土 壤 物 理 性								
	層 位	深 さ cm	pF 別孔隙分布 Vol %				土 性	ち密度 mm	透 水 係 数 cm / sec
			1.5以下	1.5~2.7	2.7以上	計			
礫質灰色低地土 多摩川水系河川両岸の浅耕 土型沖積土, 下層に礫層, 減水深7~10 cm/day	1	0~21	4.7	6.4	52.9	64.0	CL	14	1.9×10^{-3}
	2	21~26	2.0	5.7	52.2	59.9	CL	22	1.9×10^{-4}
	3	26~41	2.6	5.5	49.1	57.2	CL	24	2.1×10^{-3}
	4	41~51	7.9	6.0	51.1	65.0	C	23	6.6×10^{-3}
	5	51~	礫層						
細粒灰色低地土 段丘寄りに分布する土層の 厚い沖積土, 減水深3~5 cm/day	1	0~21	2.1	5.0	57.9	65.0	C	17	1.0×10^{-4}
	2	21~45	5.0	4.4	51.2	60.6	C	25	7.0×10^{-4}
	3	45~53	4.8	4.6	50.7	60.1	C	19	1.7×10^{-3}
	4	53~71	4.0	4.2	53.0	61.2	C	17	9.6×10^{-3}
	5	71~	4.9	7.9	42.1	54.9	C	17	3.5×10^{-3}
多湿黒ボク土・黒ボクグライ土 中, 西部谷戸田地区に分布 する火山灰土, 腐植層が厚 く, 湿田または半湿田	1	0~19	5.2	7.6	59.0	71.8	LiC	14	7.7×10^{-3}
	2	19~29	6.5	5.2	56.0	67.7	LiC	24	5.7×10^{-4}
	3	29~39	11.8	7.7	55.8	75.3	LiC	19	6.5×10^{-3}
	4	39~67	4.6	3.2	64.4	72.2	LiC	25	4.3×10^{-3}
	5	67~	地下水面						

~8月の旱天続きでも玄米中のCd含量は増大しないなど、降雨量の多少と土壤還元性の強弱(かんがい水量の豊否)とは、結びついていない。

一方、細粒灰色低地土においては、土壤中のCd濃度の範囲は、礫質灰色低地土とあまり変わらないにもかかわらず、各年次を通じて玄米中Cd含量は低く、かつ土壤中Cd濃度との間に関連性はみられない。これは減水深が小さいため、土壌はより還元的であり、また、所要かんがい水量が少なく、かんがい水の不足によって土壌の還元性が弱まる事態を生じにくいことによると考えられる。

湿田、半湿田の谷戸田に分布する黒ボク土壌は、Cd濃度が低いうえに、強い還元状態にあるため、上記両土壌にくらべて、玄米中Cd含量はさらに低い。

以上のように、土壌による玄米中Cd含量の差は、減水深に代表されるかんがい水の移動性の大小に由来する土壌酸化還元性の差によって説明でき、土壤中のCd濃度の大小とは、あまり関係がみられない。但し減水深の大きい土壌では、かんがい水量が不足すると思われるよ

うな場合に、土壌中のCd濃度と玄米中のCd含量が、比例的関係を示すこともあった。

各土壌のかんがい水の移動性は、表1に記載した層位別の土壌物理性では説明しがたく、灰色低地土では土層の厚さ、黒ボク土では谷戸田と言う地形が、それぞれかんがい水の移動性を規制していると認められた。

IV 要 約

土壌中のCdの玄米への吸収移行性の大きさは、還元性の強まりにくい順、すなわち礫質灰色低地土>細粒質灰色低地土>多湿黒ボク土・黒ボクグライ土の順位と一致した傾向を示すが、土壌中のCd濃度(0.1NHCl抽出)との関連性は必ずしも高くない。

今後新しい土壌汚染が発生しなければ、細粒質灰色低地土、黒ボク土の水田では、玄米中のCd含量が0.4ppmをこえる可能性はまず無いと思われるが、礫質灰色低地土では、かんがい水が不足するような場合、0.4ppm以上、時には1ppm以上のCd含量の玄米を生産する可能性を有する。



図1 三多摩地域の水田土壤類型分布

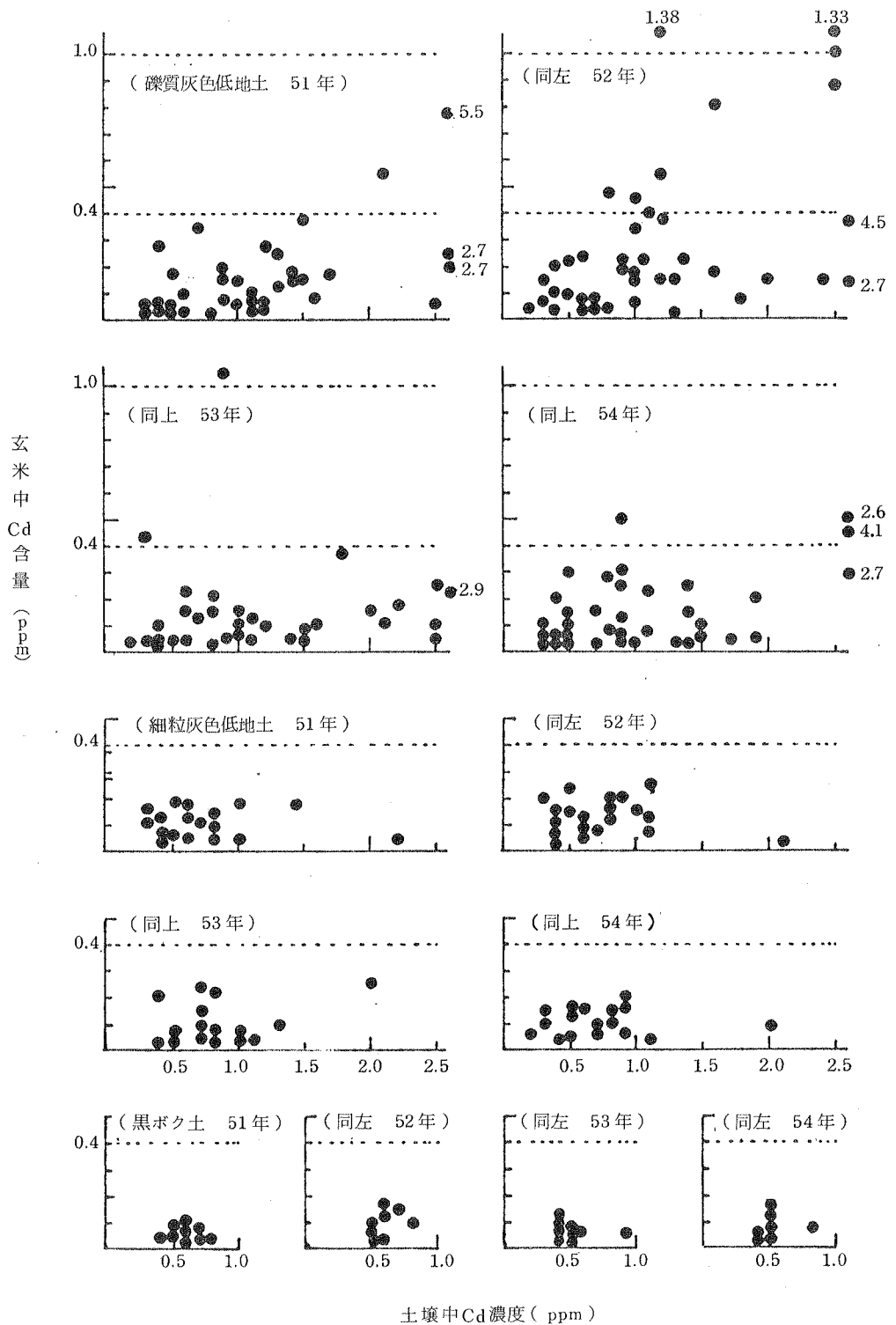


図2 土壤中Cd濃度と玄米中Cd濃度の関係

表2 各調査地点の土壤類型区分

地点 No	所在地名	灰色低地土		黒ボク土	地点 No	所在地名	灰色低地土		黒ボク土
		礫質	細粒質				礫質	細粒質	
1	秋川市 尾崎	○			41	日野市 下田		○	
2	〃 雨間	○			42	〃 堀の内			○
3	〃 〃	○			43	町田市 山崎町			○
4	〃 草花	○			44	〃 大蔵			○
5	青梅市 小曾木	○			45	〃 〃			○
6	〃 〃	○			46	〃 野津田			○
7	〃 富岡		○		47	昭島市 拜島	○		
8	〃 今井			○	48	〃 福島		○	
9	五日市町 下田		○		49	〃 宮沢		○	
10	日の出町 大久野		○		50	国立市 上の下	○		
11	〃 〃	○			51	〃 〃	○		
12	〃 〃	○			52	〃 〃	○		
13	〃 〃	○			53	〃 上新田	○		
14	〃 長井	○			54	〃 〃	○		
15	〃 谷の入	○			55	〃 中新田	○		
16	〃 欠下	○			56	〃 〃	○		
17	〃 〃	○			57	〃 向新田	○		
18	稲城市 東長沼	○			58	〃 寺の下	○		
19	〃 押立	○			59	〃 〃	○		
20	多摩市 一の宮		○		60	〃 〃	○		
21	八王子市 高月町	○			61	〃 〃	○		
22	〃 大和田町	○			62	〃 〃	○		
23	〃 長沼町		○		63	〃 〃	○		
24	〃 〃		○		64	〃 ハケの下	○		
25	〃 梅坪町			○	65	〃 〃	○		
26	〃 小比企町			○	66	府中市 住吉町	○		
27	〃 中野町			○	67	〃 〃		○	
28	日野市 新井	○			68	〃 本町	○		
29	〃 高幡	○			69	〃 〃	○		
30	〃 日野	○			70	〃 〃	○		
31	〃 〃		○		71	〃 南町	○		
32	〃 〃		○		72	〃 〃	○		
33	〃 〃		○		73	〃 分梅町	○		
34	〃 栄町		○		74	〃 〃	○		
35	〃 西平山		○		75	〃 〃		○	
36	〃 上田		○		76	〃 〃		○	
37	〃 三沢		○		77	〃 小柳町	○		
38	〃 下田	○			78	調布市 上石原		○	
39	〃 〃		○		79	世田谷区 鎌田町			○
40	〃 〃		○			地 点 数 計	49	20	10

表3 7月1日-10月20日の半旬別雨量

単位mm(昭51~54)

		7月	8月	9月	10月
昭 51 年	1	8.5	5.0	22.0	5.0
	2	11.5	14.0	39.5	48.5
	3	16.0	0.5	38.0	17.0
	4	33.5	3.0	42.0	37.5
	5	0	7.5	24.5	/
	6	0	50.0	27.5	
	計	69.5	80.0	155.5	108.0
昭 52 年	1	6.5	0	0	31.5
	2	79.0	11.5	129.0	7.0
	3	20.0	165.0	7.0	0
	4	29.0	84.5	115.5	0
	5	0	9.0	0	/
	6	0.5	0.5	22.0	
	計	135.0	270.5	273.5	38.5
昭 53 年	1	20.5	8.0	6.0	26.0
	2	91.5	0	8.5	22.5
	3	8.5	0	57.5	2.5
	4	0.5	0	12.5	15.0
	5	3.0	0	16.0	
	6	3.5	0	6.0	
	計	127.5	8.0	106.5	66.0
昭 54 年	1	1.0	0.5	7.5	18.5
	2	0	4.5	0	10.0
	3	22.5	5.5	0.5	7.0
	4	41.5	3.0	0	150.5
	5	0.5	22.0	26.0	/
	6	14.5	15.0	137.5	
	計	80.0	50.5	171.5	186.0

謝 辞

本試験は、農林水産部所管事業である「有害物質環境調査」の一部として実施したものであるが、実施にあたっては、当場農芸化学部都田紘志、加藤哲郎、金丸日支男、小川利明、吉田京子、中村彙蔵、阿川雅の各氏、ならびに都肥飼料検査所谷口克巳、猪貝豊一、若林貞生、浅海哲夫の各氏の献身的なご協力をいただいた。記して心からの謝意を表する。

引用文献

- 1) 増井正芳ほか (1971) 「水稻玄米のカドミウム汚染度と乾田日数との関係」東京都農試研究報告5 p1-6
- 2) 増井正芳 (1974) 「水稻生育時期とカドミウム吸収の関係」昭和49年度東京都農試研究速報 p60-61
- 3) 増井正芳 (1975) 「カドミウム低汚染土壌における高汚染米の出現について」昭和50年度東京都農試研究速報 p24-25
- 4) 地力保全基本調査東京都耕地土壌図 (1978) 東京都農業試験場