

客土を持つカドミウム汚染水田の浸透型が稲体のカドミウム濃度に及ぼす影響 Influence of a percolation pattern on the cadmium concentration of rice plants in cadmium polluted paddy fields with soil dressing

佐々木長市* ○佐々木喜市* 松山信彦* HAQUE MD. ZAHIDUL*
Choichi SASAKI, Kiichi SASAKI, Nobuhikou MATUYAMA, Haque Md. Zahidul

1.はじめに

カドミウム(以下、Cd と記す)汚染対策として常時湛水栽培が実施(農林水産省 2010)されている。また、農林水産省の推奨する客土厚は 25-30cm とされている。しかし、客土 15cm 以上でも汚染米の産出は少ない場合もある(尾川 1994)。また、水稲根は出穂期の時期には 40~50cm にまで達する。そのため、常時湛水栽培といえども水稲根が開放浸透状態の汚染土へと到達した場合は、生育阻害、収量減、玄米中の Cd 濃度の上昇などが予想される。本研究では、客土厚(15 cm、20 cm、25 cm、30 cm 及び 40 cm)を変え、常時湛水条件下で水稲を栽培し、下層の汚染土層を閉鎖浸透と開放浸透とした 2 種類の成層水田模型を作製し、生育収量及び稲体の Cd 吸収に及ぼす影響について試験を行った。

2.方法

2.1 装置の概要 成層水田模型は縦 50 cm、横 30 cm、高さ 70 cm の鉄箱 12 個を利用し、この中に土を充填し作製した。充填土は第 I 層の作土層(代掻き状)、第 II 層のすき床層、第 III 層の心土層の 3 層構成とした。客土厚(沖積土)を 15, 20, 30, 40cm とした鉄箱を各 2 箱、同じく 25cm 厚を 4 箱用意し、その非汚染層直下に 15cm の汚染土(沖積土、Cd 濃度 3.39mg/kg)、礫の順で充填した。鉄箱の側壁には、温度センサー、土層内の酸化還元電位差を測定するための ORP センサー、圧力水頭測定用フィルターを設置した。また、地下水位は地表面から常時 57.5cm (開放浸透模型)と地表面から常時 7.5cm (閉鎖浸透模型)になるように排水位を制御した。稲の栽培は、鉄箱に「つがるロマン」を 10cm 間隔で 15 株移植し、中干し及び追肥なしで行った。

2.2 測定項目 酸化還元電位(Eh, センタル科学社製)及び地温度の測定は各層毎に行った。生育収量調査は岩手県の栽培指針に基づいた。根量は、収量後層毎にブロック状に採取し水洗炉乾し測定した。

3.結果と考察

3.1 生育収量 表 1 を概見するならば、草丈、SPAD、葉の葉色変化、出穂数、茎数では開放浸透模型に比べ閉鎖浸透模型の値が大きい傾向が見られた。SPAD は 5%水準で有意差(n=15)が見られた。これらの結果は Cd の影響による生育阻害を示唆しているものと考えられる。

客土厚 20 cm、25 cm、30 cm、40 cm の各模型では、開放浸透型模型よりも閉鎖浸透型模型の精玄米数が 50~200 粒多くかつ精玄米重も重くなった(表 2)。客土厚 15 cm は開放浸透型模型と閉鎖浸透型模型における精玄米数の 5%水準での有意差(n=8)は見られなかった。

弘前大学農学生命科学部 Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

キーワード 客土水田 カドミウム 浸透型

3.2 根量調査

根量は全成層水田模型で第 I 層が最も多く、下層になるに従い低下する傾向となった。客土厚 30 cm 以外の模型の根量は、閉鎖浸透型の方が開放浸透型より増加する傾向となった。しかし、全根量では浸透型の異なる模型間に有意差(n=8)が見られなかった。また、客土厚 30 cm、40 cm の汚染土層に侵入した根は確認された。

3.3 玄米中 Cd 濃度

各模型の Cd 濃度の平均値(n=8)は、いずれも日本の基準値(0.4 mg/kg)、タイやオーストラリアの基準値(0.1 mg/kg)を下回っていた。しかし、1 株の個別のデータより、15、20、25cm 層から Cd

濃度 0.1mg/kg 以上の株も確認できた。このことから、常時湛水栽培の条件下で、かつ成層水田の閉鎖浸透模型、客土厚 30 cm 以上の模型であれば、玄米中 Cd 濃度は日本やタイ、オーストラリアの基準値未満となる可能性が高いと考えられる。一方、客土厚 25 cm 未満の開放浸透模型の玄米中の Cd 濃度は、0.1 mg/kg 以上の Cd が検出され、客土のみで吸収抑制が不可能と考えられる。

4. まとめ

本実験により、生育収量に客土厚の相違にかかわらず下層の浸透型の相違で有意差が認められた。さらに、常時湛水栽培

といえども下層が酸化層となる場合は、水稻根が Cd を吸収し、玄米中 Cd 濃度が 0.1 mg/kg 以上となることがわかった。客土厚 30cm 以上であれば、浸透型のいかに関わらず、国際的に安全な基準の玄米 (0.1 mg/kg 以下) が産出されると推察される。

(引用文献) 農林水産省(2010)：農林水産省の対策について、http://www.maff.go.jp/j/syuan/kome/k_cd/taisaku/index.html 尾川文朗 (1994)：秋田県における水稻のカドミウム汚染実態とその被害軽減に関する研究、秋田農試研報 35.1-64

表 1 稲の客土厚別の生育比較

No.	客土厚(cm)	草丈(cm)	SPAD	葉の黄色変化(%)	出穂数(本)	茎数(本)	葉齢
1 ●	15	105.7	10.1	58.8	10.8	11.4	14.5
2 ○		104.1	5.5	73.0	10.1	10.6	14.6
3 ●	20	102.4	10.6	50.2	10.3	10.9	14.6
4 ○		102.3	5.6	28.1	9.8	10.7	14.8
5 ●	25	100.1	12.1	27.4	10.8	12.3	14.6
6 ○		99.1	6.0	33.7	9.3	9.9	14.5
7 ●	30	103.3	14.6	29.7	10.2	12.3	14.5
8 ○		99.2	2.9	56.5	8.1	10.7	14.7
9 ●	25	104.8	12.3	36.9	10.7	11.5	14.5
10 ○		100.4	2.6	83.9	9.1	11.0	14.6
11 ●	40	100.1	18.2	22.1	14.3	15.5	14.5
12 ○		99.9	3.6	78.1	10.9	12.4	14.5
平均		101.8	8.7	48.2	10.4	11.6	14.6

表 2 稲の客土厚別の収量比較

収量調査項目	単位	客土15cm		客土20cm		客土25cm		客土30cm		客土25cm		客土40cm	
		No.1 ●	No.2 ○	No.3 ●	No.4 ○	No.5 ●	No.6 ○	No.7 ●	No.8 ○	No.9 ●	No.10 ○	No.11 ●	No.12 ○
稈長	cm	81.9	82.1	79.4	81.1	78.1	78.9	79.9	80.6	82.3	78.3	78.1	81.3
穂長	cm	19.6	20.2	18.4	19.1	18.0	17.9	18.6	18.1	19.7	19.1	19.6	17.5
穂数	本	11	10	10	9	10	8	11	7	11	10	10	11
遅れ穂	本	3	2	2	2	6	2	5	3	2	2	7	2
被害穂	本	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全重	g	43.6	42.6	39.6	35.0	38.5	29.8	38.3	30.6	45.6	32.9	48.4	34.0
1株全穂重(15%換算前)	g	21.6	21.9	19.3	16.2	17.5	14.1	19.3	12.2	22.0	14.9	22.5	18.4
平均1穂重	g	2.0	4.3	4.1	3.7	4.2	3.6	3.7	4.2	4.4	3.5	4.6	3.2
1株全穂数	数	932	922	849	757	834	703	858	662	948	761	1010	809
平均1穂数	数	85	91	89	81	89	85	81	90	90	80	97	75
穂粒重	g	20.6	21.2	22.5	15.8	16.8	13.5	18.2	11.8	21.3	14.1	21.7	17.8
稈実粒数	数	811	817	699	618	653	562	710	490	865	581	842	732
不稈実粒数	数	121	105	150	138	182	141	184	172	83	180	167	78
稈実歩合	%	87.9	89.1	82.8	82.8	80.4	79.5	83.7	75.1	91.7	77.3	85.0	80.9
粗玄米重(15%換算前)	g	16.3	16.9	14.7	12.3	13.1	10.4	14.3	8.8	17.0	10.9	17.1	14.2
精玄米重(15%換算前)	g	15.9	16.8	14.7	12.2	12.6	10.1	14.0	8.6	16.6	10.7	16.7	14.0
精玄米重(乾燥後)	g	14.6	15.3	13.3	11.3	11.8	9.4	13.0	8.1	15.5	10.1	15.5	13.0
屑米重	g	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1
玄米千粒重(15%換算前)	g	20.4	21.1	20.6	20.1	31.3	18.8	20.9	19.3	20.5	19.3	20.7	19.9
玄米千粒重(15%換算後)	g	15.8	16.5	14.2	12.3	12.9	10.3	14.3	8.9	17.0	11.2	17.0	14.3
総実重(乾燥後)	g	23.6	21.2	20.1	19.8	22.8	18.9	22.8	17.8	24.4	18.4	27.0	18.1
玄米水分	%	8.17	8.70	8.99	7.45	6.82	6.76	6.52	6.21	6.55	5.60	6.73	6.69
15%換算用係数		1.080	1.074	1.071	1.089	1.096	1.097	1.100	1.103	1.099	1.111	1.097	1.098