

第4節 土壌中交換性カリの維持効果をもつカリ資材の検討

宮崎成生

摘要 : 土壌中交換性カリ含量を高める効果は、最高分げつ期頃まで塩化カリおよび大谷石粉末がケイ酸カリに比べ高かった。水稻作付前の土壌中交換性カリ $25 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ を目標に土壌改良し慣行施肥した場合、玄米中放射性セシウム濃度は、大谷石粉末区および塩化カリ区がケイ酸カリ区より低くなる傾向があった。

キーワード : 塩化カリ, 大谷石粉末, ケイ酸カリ, 水稻, 放射性セシウム

I 緒言

これまで、黒ボク土水田において玄米への放射性セシウム吸収を抑制する方法として、土壌中交換性カリが低い場合は塩化カリにより土壌改良をして水稻の生育初期のカリ供給を高めることが有効であることを明らかにした。しかし、何らかの原因で土壌中交換性カリが早い時期に低下することがあり、その場合、水稻への吸収抑制効果が低減するため、土壌中交換性カリの維持効果が高い資材の施用が求められている。

そこで、本節では黒ボク土水田において、土壌中交換性カリ $25 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ を目標 (加藤ら, 2012) に塩化カリ, ケイ酸カリおよび米沢・三井 (1965) や第1節により効果が確認された大谷石粉末を施用して水稻を栽培し、土壌中交換性カリの推移および水稻の放射性セシウム濃度を調査して、カリ資材施用による水稻への放射性セシウム吸収抑制効果を明らかにする。

II 材料および試験方法

1. 試験区の概要

2014年に栃木県農業試験場本場水田ほ場でおこなった。試験区は、塩化カリ区、ケイ酸カリ区、大谷石粉末区及び対照区の4区とした。土壌中交換性カリ $25 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ を目標に各種カリ資材を施用し、慣行施肥をした。栽培前の土壌理化学性を第1表に示した。供試大谷石粉末は大谷石加工時に産出される切屑を篩別した 2 mm 未満のものであり、化学性等を第2表に示した。供試土壌は多腐植質多湿黒ボク土、試験規模は1区 13.5 m^2 ($4.5\text{m} \times 3\text{m}$)、2反復とした。前年生産された稲わらは全て持ち出した。

2. 栽培概要

供試品種はコシヒカリを用いた。は種は4月15日、カリ資材施用4月28日、代かき4月28日、5月7日、基肥は5月7日、移植は5月11日、栽植密度は $22.2 \text{ 本 } \text{m}^{-2}$ ($30\text{cm} \times 15\text{cm}$)、1株4本植えた。全量基肥で窒素 48 kg

ha^{-1} (うち被覆成分 $32 \text{ kg } \text{ha}^{-1}$)、リン酸 $80 \text{ kg } \text{ha}^{-1}$ 、カリ $88 \text{ kg } \text{ha}^{-1}$ であった。出穂期は7月28日、収穫は9月2日であった。

3. 採取および測定方法

作物体の採取および調整は、本章第1節と同様におこなった。

移植時、移植1か月後、最高分げつ期、幼穂形成期、出穂期および成熟期に土壌および土壌溶液を採取し、交換性カリ、水抽出カリおよび土壌溶液中カリ含量を測定した。水抽出カリは、固液比 1:10 で1時間振とう後ろ過したろ液を供試した。

土壌は、収穫調査株の周辺の株間から3か所、作土を手動式採土器用透明円筒により垂直に採取し風乾、篩別したものを供試した。土壌溶液は、土壌溶液採取器 (ファイバー式、ダイキ DIK-301B に延長チューブ DIK-301A-E1 を取り付けしたもの) を1区3本、収穫調査株を含む株間に1本ずつ土壌中 $0 \sim 10\text{cm}$ 深で垂直になるよう移植時に設置したのから採取した。

採取試料、大谷石粉末の化学分析および放射性セシウム測定は本章第1節と同様におこなった。

III 結果および考察

水稻および土壌の放射性セシウム濃度、移行係数および収穫時交換性カリへの影響を第3表に示した。出穂期の水稲茎葉中放射性セシウム濃度は、カリ施用区が対照区に比べ低下した。その程度は塩化カリ区および大谷石粉末区が大きく、ケイ酸カリ区が小さかった。収穫時の ^{137}Cs 濃度は $54 \sim 59 \text{ Bq } \text{kg}^{-1}$ であった。玄米の ^{137}Cs 濃度は、塩化カリ区が $0.40 \text{ Bq } \text{kg}^{-1}$ 、ケイ酸カリ区が $0.46 \text{ Bq } \text{kg}^{-1}$ 、大谷石粉末区が $0.33 \text{ Bq } \text{kg}^{-1}$ と対照区 $0.65 \text{ Bq } \text{kg}^{-1}$ に比べ低下した。わらの ^{137}Cs 濃度も同様であった。

カリ資材施用による水稻の収量、食味への影響を第4表に示した。処理による水稻の収量 ($5000 \sim 5400 \text{ kg } \text{ha}^{-1}$) および食味への影響はなかった。

土壌中交換性カリ含量の推移を第 1 図に示した。土壌中の交換性カリ含量を高める効果は、塩化カリ > 大谷石粉末 > ケイ酸カリであった。具体的には、塩化カリ区が移植直後から 1 か月後まで 20 mg 100g⁻¹ 以上であったが、その後徐々に低下し、出穂期 (7 月 28 日) に 4 mg 100g⁻¹ となった後、収穫時に 8 mg 100g⁻¹ となった。ケイ酸カリ区は基肥直後 16 mg 100g⁻¹、その後低下し最高分げつ期 (7 月 3 日) 以降 6 mg 100g⁻¹ 程度となった。大谷石粉末区は基肥直後に 21 mg 100g⁻¹ で、その後ゆっくり低下して幼穂形成期 (7 月 14 日) 以降 7~8 mg 100g⁻¹ となった。対照区は基肥直後に 14 mg 100g⁻¹ であったが、その後徐々に低下して最高分げつ期には 4 mg 100g⁻¹ になった。

土壌中水溶性カリ含量の推移を第 2 図に、土壌溶液中カリ濃度の推移を第 3 図に示した。大谷石粉末区の水抽出カリおよび土壌溶液中のカリ含量は、対照区より低く推移した。

以上より、水稻作付前の土壌中交換性カリ含量を 7 mg 100g⁻¹ から目標値 25 mg 100g⁻¹ に土壌改良し慣行施用した場合、塩化カリおよび大谷石粉末を用いれば、玄米の放射性セシウムを抑制することができた。これら資材が水稻の生育初期に土壌中交換性カリを高めたことによると考える。ケイ酸カリは他の資材に比べ土壌中交換性カリを高める効果および玄米への放射性セシウム吸収抑制効果は低かった。

水稻への放射性セシウムの吸収抑制効果は塩化カリがケイ酸カリより優るとするグライ土水田での報告 (農林水産省ら 2014) と同様の結果であった。ケイ酸カリは緩効性カリ肥料であるため、早期に土壌中カリを高めることには不向きであるが、砂質土壌等カリ分が流防止しやすい場合は塩化カリとの併用が有効な方法となる可能性がある (本章第 1 節)。

ha 当たりの施用量は、塩化カリが 260 kg、ケイ酸カリが 780 kg、大谷石粉末が 9920 kg であり、作業面から塩化カリが有利であった。大谷石粉末の施用は、土壌中交換性カリ含量を高めたが、水抽出や土壌溶液中カリを高める効果は低かった。大谷石粉末施用の残効があること (本章第 1 節) および CEC が高いことから、土壌中交換性カリの維持効果を高める有望な資材と考えられる。しかし、産出場所により含有成分が異なること (坪田ら, 1960)、また資材として流通していないこと、10000kg ha⁻¹ 程度の多量施用が必要なこと、また大豆 (第 4 章) および小麦 (第 5 章) では 30 Mg ha⁻¹ の施用により放射性セシウムの吸収を促進したことなど、利用にはまだ問題がある。

本研究は平成 26 年度農林水産省委託プロジェクト研究「農地等の放射性物質の除去・低減技術の開発 (水稻における放射性セシウム移行要因の解明および移行低減対策技術の開発)」で行ったものである。

第 1 表 供試土壌の化学性

pH	T-N	T-C	可給態N	Truog -P ₂ O ₅	CEC	交換性塩基			¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
						CaO	MgO	K ₂ O			
H ₂ O	g 100g ⁻¹		mg 100g ⁻¹		cmol _c kg ⁻¹	mg 100g ⁻¹			Bq kg ⁻¹		
6.8	0.61	9.3	8.1	6.3	45.9	835	69	7	86	24	62

第 2 表 供試大谷石粉末の化学性

CEC	交換性塩基			¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
	CaO	MgO	K ₂ O			
cmol _c kg ⁻¹	mg 100g ⁻¹			Bq kg ⁻¹		
121	2130	30	1530	<3.9	<1.9	<2.0

第 3 表 水稻および土壌の放射性セシウム濃度、移行係数および収穫時交換性カリへの影響

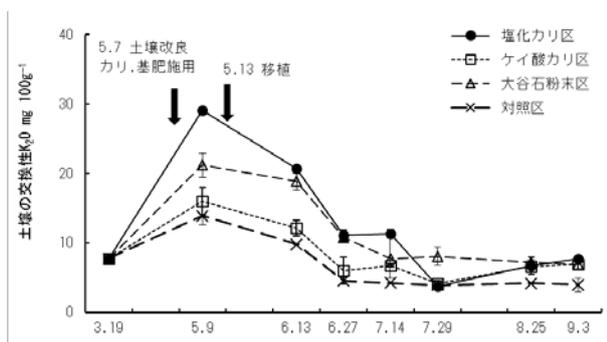
区名	¹³⁷ Cs		¹³⁷ Cs		移行係数		収穫時土壌 の交換性K ₂ O mg 100g ⁻¹
	Bq kg ⁻¹		Bq kg ⁻¹				
	出穂期の茎葉	玄米	わら	収穫時土壌	玄米	わら	
塩化カリ区	1.20 ± 0.3	0.40 ± 0.1	1.4 ± 0.6	54 ± 3	0.007	0.025	11.8
ケイ酸カリ区	1.80 ± 0.2	0.46 ± 0.1	1.3 ± 0.5	55 ± 5	0.008	0.024	10.7
大谷石粉末区	1.30 ± 0.1	0.33 ± 0.0	1.4 ± 0.2	59 ± 12	0.006	0.024	13.1
対照区	2.40 ± 0.4	0.65 ± 0.0	3.5 ± 1.3	55 ± 0	0.012	0.063	9.3

第4表 カリ資材施用による水稻の収量，食味への影響

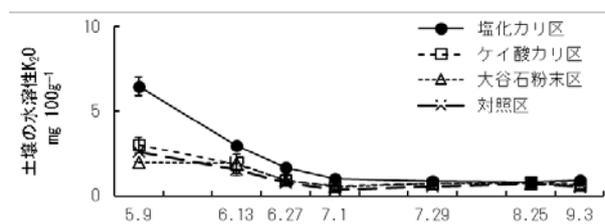
区名	わら重		精玄米重		もみがら重	千粒重	食味値
	$g\ m^{-2}$	指数	$g\ m^{-2}$	指数			
塩化カリ区	509 ± 14	100	525 ± 16	101	104	22.1 ± 0.2	75.5
ケイ酸カリ区	521 ± 1	102	512 ± 7	99	101	22.2 ± 0.2	76.5
大谷石粉末区	499 ± 43	98	542 ± 55	104	107	21.7 ± 0.1	76.0
対照区	509 ± 20	100	497 ± 15	96	98	22.3 ± 0.3	76.5

注1. 乾物換算値（平均±標準偏差）。ただし、玄米は15%水分換算値。（n=2）。

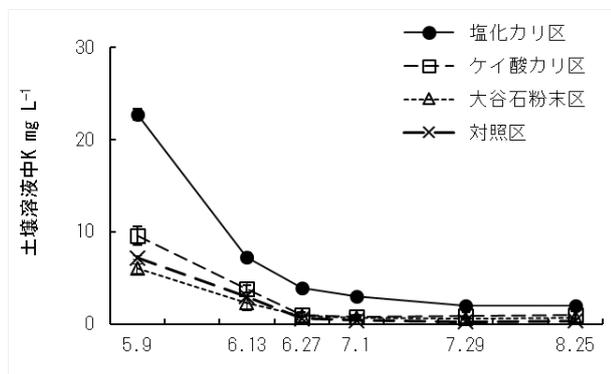
注2. 食味は近赤外線を利用した食味計（サタケRCTA11A）で測定。



第1図 土壤中交換性カリ含量の推移



第2図 土壤中水抽出カリ含量の推移



第3図 土壌溶液中カリ含量の推移

引用文献

加藤直人・伊藤純雄・木方展治・藤村恵人・池羽正晴・宮崎成生・斎藤幸雄・廣岡政義（2012）水田土壤のカリウム供給力の向上による玄米の放射性セシウム濃度の低減. 研究成果情報（農研機構・放射能対策技術）
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2011/a00a0_01_67.html

文部科学省（2004）緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法. 5-54.

日本土壤協会（2001）土壤機能モニタリング調査のための土壤、水質及び作物体分析法. 日本土壤協会, 東京. pp1-81, 24-259.

日本土壤協会（2000）堆肥等有機物分析法. 日本土壤協会, 東京. pp18-42, 146-153.

農林水産省・福島県・(独) 農業・食品産業技術総合研究機構・(独) 農業環境技術研究所（2014）放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について.

http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/youin_k

ome2.pdf

坪田五郎・宮脇謙三・三宅信・小川昭夫 (1960) 大谷石々粉の農業的利用に関する研究(第1報). 栃木農試研報 4:35-56.

米沢茂人・三井進午 (1965) 鉍滓類による農作物の ^{90}Sr および ^{137}Cs の吸収抑制に関する研究. 土肥誌 36: 135-139.