

カリ増施および堆肥施用によるキャベツの放射性セシウム低減効果

Effect of additional potassium fertilizer and manure to reduce radiocesium contamination in cabbage

生産環境部 齋藤正明 佐藤睦人

露地野菜の放射性セシウム吸収抑制対策として、カリ増施および牛ふん堆肥施用試験をキャベツを供試作物として、褐色森林土および黒ボク土の2種類の土壌で実施した。交換性カリ含量が低い土壌では、カリ増施や牛ふん堆肥施用により、土壌中の交換性カリ濃度は高まり、キャベツの放射性セシウム濃度が低減する傾向が認められた。一方、交換性カリ濃度が高い土壌では、交換性カリ含量は高まるものの、キャベツの放射性セシウム濃度低減効果は低かった。以上より、交換性カリ含量が低い土壌条件で栽培する場合はカリ成分の補給対策をとることにより、キャベツの放射性セシウム濃度の低減が可能と考えられた。

キーワード：放射性セシウム、キャベツ、交換性カリ

1 緒言

東京電力福島第一原子力発電所の事故により、福島県内の農耕地土壌は汚染され、食の安全・安心を揺るがす問題になっている。事故以降、福島県では農産物の放射性物質のモニタリング体制を充実させ、出荷・販売用の農産物への放射性物質の汚染状況の把握と安全性の確認及び消費者に対する正確な情報の提供を行ってきた。実際、福島県内産野菜における放射性セシウム濃度は、一部品目を除き、基準値を大きく下回っている²⁾。また、土壌から野菜への放射性セシウムの移行係数は、事故前後に国内外で調査され、数値に幅はあるものの全般的に低いことが確認されている⁴⁾。

しかしながら、放射性セシウムの移行量をさらに低減化する対策の実施は、さらに消費者の安心を確保するために重要である。

これまでの報告によると、土壌中のカリ濃度が高いほど放射性セシウムの作物への移行が少ない傾向にある⁵⁾。また、堆肥施用により作物中の放射性セシウム濃度は減少するとの報告もある⁶⁾。

そこで、本研究では褐色森林土および黒ボク土の2種類の土壌を用いて、カリ肥料の増施や放射能汚染に対する過度の懸念から基準値以下であっても有効活用されず問題となっている牛ふん堆肥を施用してキャベツを栽培し、キャベツ中の放射性セシウムの低減効果について検討を行った。

2 試験方法

(1) 試験条件および試験区の構成

試験は福島県農業総合センター内の褐色森林土および黒ボク土が充填されているライシメーター（縦2 m、横2 m、深さ1 m）を用いて行った。ライシメーターは土壌タイプ毎に3 枠使用し、各枠を仕切り板を用いて3 等分し、1 枠で3 処理区の試験を行った。

試験区および処理内容を表1に示した。ライシメーターは枠毎に慣行区、カリ肥料増施区、堆肥施用区の3 処理区を設定し、3 反復で実施した。なお、ライシメーターは枠毎に過去の管理状況が異なるため、過去3 カ年の管理状況を表2に示した。

供試堆肥は田村市大越町産の牛ふんおがくず堆肥と福島市荒井の畜産研究所産牛ふんもみ殻堆肥を放射性セシウム濃度350Bq/kgになるように重量比5:4の割合で混合して作成した(表3)。

表1 試験区の構成 (g/m²)

試験区		施肥量			牛ふん堆肥
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
慣行区	基肥	19	21	17	-
	追肥	6	2	6	-
カリ肥料増施区	基肥	19	21	32	-
	追肥	6	2	12	-
堆肥施用区	基肥	19	21	17	2000
	追肥	6	2	6	-

表2 ライシメーターの管理状況

枠番号	前3カ年の栽培状況		
	2009年	2010年	2011年
1	キャベツ ^{*1}	キャベツ ^{*1}	キャベツ ^{*2} ホウレンソウ ^{*2}
2	キャベツ ^{*3}	キャベツ ^{*3}	キャベツ ^{*4} ホウレンソウ ^{*4}
3	キャベツ ^{*4}	キャベツ ^{*4}	キャベツ ^{*4} ホウレンソウ ^{*4}

施肥量は福島県施肥基準に基づき行った。

ただし、*1. N、K₂O慣行施肥、P₂O₅無施肥

*2. N、P₂O₅、K₂O慣行施肥、炭酸カルシウム施肥

*3. N、K₂O慣行施肥、P₂O₅減肥 *4. N、P₂O₅、K₂O慣行施肥

表3 供試堆肥の原料および含有成分

水分 (%)	C/N	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	放射性Cs (Bq/kg)	主原料	副原料
51.6	14.9	1.8	1.2	0.8	350	牛ふん	稲わら、もみ殻、オガクズ

(2) 供試作物と耕種概要

供試作物はキャベツ(品種;初秋(タキイ種苗))を用いた。2012年4月24日に72穴セルトレーには種し、5月15日に1区につき5株(畝間67cm×株間40cm)定植し、6月5日に追肥を行った。収穫は収穫適期の7月17日に1区につき3株行った。

(3) 試料調製と分析

キャベツは、外葉と芯を除去し可食部だけを70℃で通風乾燥した。乾燥試料は、小型粉碎器を用いて粉碎し、U8容器に充填した。キャベツの放射性セシウム(¹³⁴Csおよび¹³⁷Cs)の測定は、ゲルマニウム半導体検出器(キャンベラジャパン株)を用いたガンマ線スペクトロメータにより36,000秒間行った。各測定値は新鮮重1kg当りに水分補正し、収穫日の7月17日現在の値に減衰補正した。

土壌は収穫後、各区毎に3ヵ所から作土18cmを土壌採取器(株藤原製作所, HS-30S)を用いて採取し、これを1つに混合し、風乾後、2mmのふるいを通して分析試料とした。土壌の放射性セシウム(¹³⁴Csおよび¹³⁷Cs)の測定は、NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ(応用光研工業株, FNF-401)を用いて1,000秒間行った。各測定値は乾土1kg当りに水分補正し、収穫日の7月17日現在の値にそれぞれ減衰補正した。

また、放射性セシウムの移行係数は次式により求めた。

$$\text{移行係数} = \frac{\text{キャベツ中の放射性セシウム濃度 (Bq/kg生)}}{\text{土壌の放射性セシウム濃度 (Bq/kg乾土)}}$$

交換性カリの分析は、風乾後2mmのふるいを通した土壌試料を1M酢酸アンモニウム溶液(pH7)によるバッチ法¹⁾で抽出し、抽出液中のカリウムイオン(K⁺)を原子吸光法で測定した。

3 試験結果

(1) 土壌およびキャベツの放射性セシウム濃度

図1に各試験区における土壌中の放射性セシウム濃度を示した。褐色森林土は2,200~3,500Bq/kg乾土、黒ボク土で2,800~5,700Bq/kg乾土であった。

図2に各試験区におけるキャベツ中の放射性セシウム濃度を示した。各土壌のライシメーター毎のキャベツ中の放射性セシウム濃度を慣行区と比較すると、褐色森林土は2.5~5.2Bq/kg生、黒ボク土で1.0~1.4Bq/kg生であった。また、カリ増施処理することにより、キャベツ中の放射性セシウム濃度の慣行区比は、褐色森林土では43,69,170%、黒ボク土で55,85,159%となった。また、堆肥施用処理することにより、キャベツ中の放射性セシウム濃度慣行区比は、褐色森林土では21,34,50%、黒ボク土で80,98,103%となった。

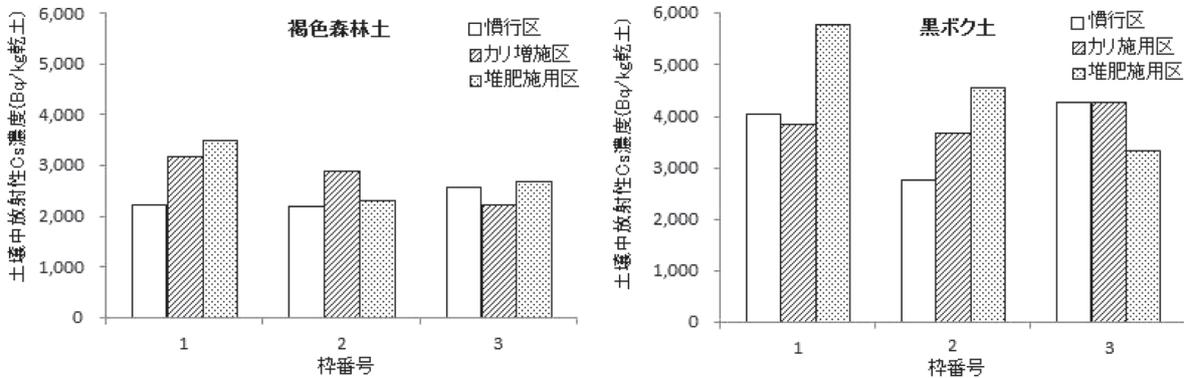


図1 土壌中の放射性セシウム濃度

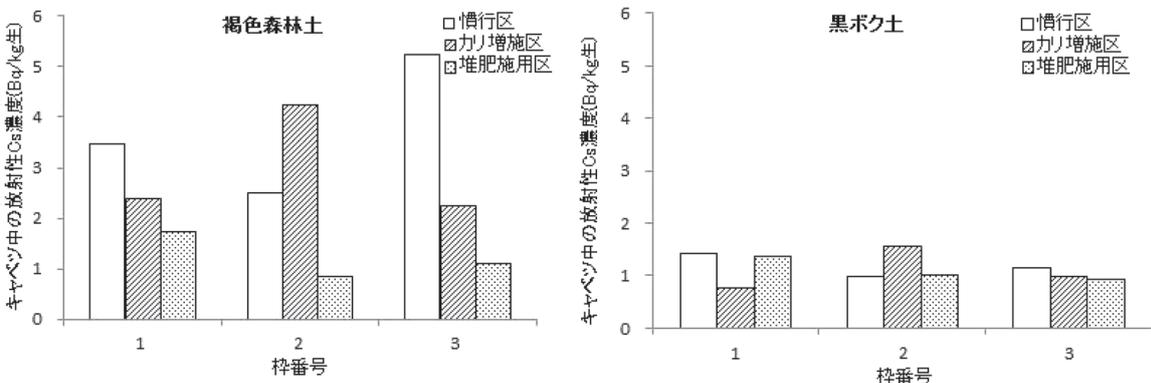


図2 キャベツ中の放射性セシウム濃度

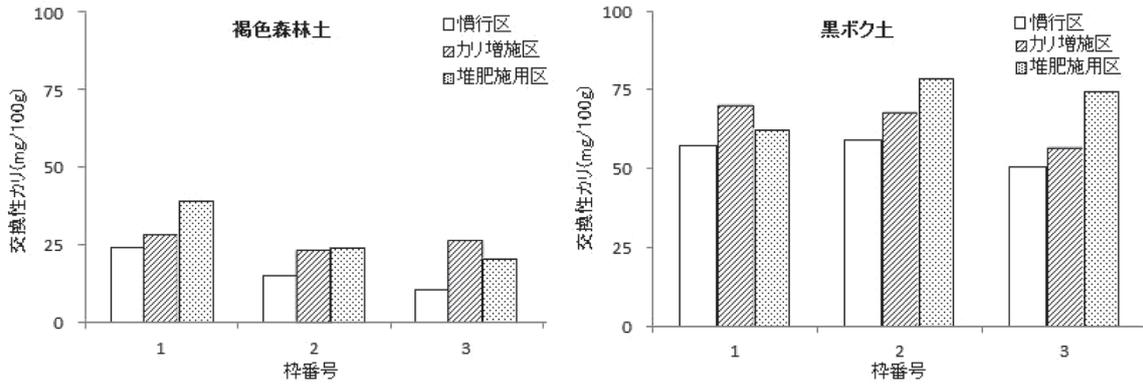


図3 土壌中の交換性カリ含量

(2) 収穫終了後の交換性カリ含量

図3に各試験区における交換性カリ含量を示した。各土壌のライシメーター毎の交換性カリ含量を慣行区と比較すると、褐色森林土は11～24mg/100g、黒ボク土で51～57mg/100gとなり、使用した枠により交換性カリ含量が異なることが確認された。また、カリ増施および堆肥施用処理することにより、慣行区比の交換性カリ含量は褐色森林土は115～250%増、黒ボク土で109～148%増となり、全ての区において交換性カリ含量が増加した。

交換性カリ含量とキャベツの放射性セシウム移行係数の関係を図4に示した。褐色森林土ではカリ増施や堆肥施用により交換性カリ含量が増加し、キャベツの放射性セシウム移行係数が減少することが確認された。また、各処理区の移行係数について統計処理を行った結果、慣行区と堆肥処理区の間で5%水準で有意な差が見られた。

一方、黒ボク土ではカリ増施や堆肥施用により交換性カリ含量が増加したもののキャベツの放射性セシウム移行係数は0.0003前後で大きな変化はみられなかった。

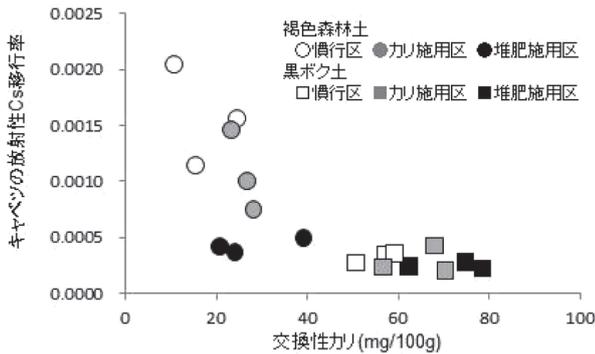


図4 交換性カリ含量とキャベツの放射性Cs移行係数の関係

4 考察

キャベツの放射性セシウム濃度は、褐色森林土ではカリ増施、堆肥施用により慣行区に比較して概ね低減することが確認された。一方、黒ボク土の処理区では、カリ増施、堆肥施用によっても放射性セシウム濃度は慣行区並みや低減となりその効果は明白でなかった。玄米において

交換性カリと移行係数の間には明瞭な関係が認められ、交換性カリが増加するほど移行係数は低下し、交換性カリが25mg/100g以上では低減効果が小さいとしている³⁾。本試験において、2土壌の慣行区で交換性カリ含量を比較すると、褐色森林土は黒ボク土の半分以下であり、褐色森林土の交換性カリは濃度が高まることにより放射性セシウム移行係数が低下していたことから、褐色森林土ではカリ増施や堆肥施用による放射性セシウム低減効果が現れる交換性カリ含量状態にあったと推定された。一方黒ボク土では、交換性カリ含量が高い状態にあったためその効果は低かった。

以上より、交換性カリ含量が低い場合はカリ肥料増施や堆肥施用など対策をとることにより、キャベツの放射性セシウムの低減が可能と考えられた。

また、今回使用した堆肥は放射性セシウム濃度が350Bq/kgであったが、土壌中の交換性カリ含量を高め、根からの吸収を抑制するため、交換性カリ含量の低い褐色森林土で栽培したキャベツ中の放射性セシウム濃度を低減する効果があることが確認された。

謝辞

本研究の実施にあたり、分析課の皆様がキャベツの放射性セシウム測定にご協力いただいた。

また、農場管理課および臨時職員の皆様がキャベツの栽培管理、試料調製等にご協力いただいた。ここに深く感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 土壤環境分析法編集委員会編. 1997. 土壤環境分析法. 博友社, 東京. p.218-219.
- 2) 福島県. 2013. 農林水産物モニタリング情報. <http://www.new-fukushima.jp/monitoring/>
- 3) 加藤直人・伊藤純雄. 2012. 水田土壌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. 中央農業研究センター2011年度成果情報. http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2011/a00a0_01_67.html
- 4) 農林水産省. 2011. 農地土壌中の放射性セシウムの野菜類と果実類への移行について. <http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/nouan/110527.html>

-
- 5) Tsukada, H., Hasegawa, H., Hisamatsu, S. and Yamasaki, S. 2002. Transfer of ^{137}Cs and stable Cs from paddy soil to polished rice in Aomori, Japan. *J. Environ. Radioact.*, 59, 351-363.
 - 6) 津村昭人・駒村美佐子・小林宏信. 1984. 土壌及び土壌-植物系における放射性ストロンチウムとセシウムの挙動に関する研究. 農業技術研究所報告 B 36 : 57-113.