

稲わら連用による水稻の放射性セシウム移行軽減効果と 土壌中の交換性カリ含量の推移

渡邊和弘¹・新妻和敏・佐久間祐樹²

Effect of continuous application of rice straw to reduce the transfer of radiocesium in paddy rice and changes in soil exchangeable potassium content

Kazuhiro WATANABE¹, Kazutoshi NIITSUMA and Yuuki SAKUMA²

Abstract

Due to the accident at TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant that occurred after the Great East Japan Earthquake in March 2011, a large amount of radioactive materials spread over a wide area inside and outside Fukushima Prefecture. Since 2012, Fukushima Prefecture has been implementing potassium fertilization (soil improvement with the goal of exchangeable potassium $25\text{mg K}_2\text{O } 100\text{g}^{-1}\text{ DW}^{-1}$) to agricultural land soil as a measure to suppress the uptake of radiocesium by crops. Rice straw contains K_2O about 2% and is considered to be useful for suppressing the uptake of radiocesium by crops.

In paddy field in the northern part of Fukushima prefecture, where brown rice with high radiocesium concentration was produced in 2011, the effect of continuous application of rice straw to soli from 2015 to 2020 to the exchangeable potassium content in soil and to the concentration of radiocesium in brown rice were investigated.

From 2015 to 2016, the target soil exchangeable potassium reached to $25\text{mg K}_2\text{O } 100\text{g}^{-1}\text{ DW}^{-1}$, but after 2017, the soil exchangeable potassium became $20\text{mg K}_2\text{O } 100\text{g}^{-1}\text{ DW}^{-1}$ or less. The concentration of radiocesium in brown rice ranged from 4 to 24 (Bq kg^{-1}), which did not exceed the standard value of radiocesium in food (100Bq kg^{-1}).

This suggests that rice straw is effective as a material for suppressing the uptake of radiocesium by rice plants.

(Received January 19, 2022 ; Accepted March 30, 2022)

Key words : rice straw, potassium fertilization, exchangeable potassium, radiocesium,
radioactive substance uptake suppression measures

キーワード : 稲わら、カリ施用、交換性カリ、放射性セシウム、放射性物質吸収抑制対策

受付日 2021年1月19日、受理日 2022年3月30日

1 現県北農林事務所安達農業普及所

2 現福島県農業振興課

1 緒言

2011年3月の東日本大震災後に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故により、多量の放射性物質が広範囲に拡散し、農地土壌に沈着した。特に放射性セシウム (^{134}Cs 、 ^{137}Cs) は環境への放出量が多く半減期が長いいため長期間にわたり農作物への移行が懸念された。

政府は、食品衛生法により食品中に含まれる放射性セシウム量の上限値として、2012年3月までは暫定規制値 (500Bq kg^{-1} ; ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計) を適用し、2012年4月からは基準値 (100Bq kg^{-1} ; ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計) を設定した。このようななか、2011年11月に福島県の県北地方のほ場で生産された玄米から、国内で初めて国の暫定規制値を超えた放射性セシウムが検出された。当該ほ場の土壌は、阿武隈山系の花崗岩を母材とした細粒グライ土で(表1)、震災前から稲わらなどの有機物管理において稲わらなどの鋤込みは行われていなかったほ場である。

表1-1 試験ほ場土壌の理化学性(2020年10月採取)

^{137}Cs 含量 (Bq kg^{-1} DW^{-1})	リン酸 吸収 係数	CEC
	($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)	($\text{meq } 100\text{g}^{-1}$)
2698	1300	33.9

注) 減衰補正は、2015年10月1日を基準日とした。

表1-2 試験ほ場土壌の粒径組成(2020年10月採取)

粒径組成				土性
砂		シルト	粘土	
粗砂 (%)	細砂 (%)	(%)	(%)	LiC
20.1	22.5	19.8	37.6	

植物体への放射性セシウムの移行は、土壌中の交換性カリ含量が低下すると大きく増加し、土壌中の交換性カリ含量を高めることで抑制されることが知

られている¹⁾。福島県では2013年以降、水稻における放射性物質吸収抑制対策としてカリ上乘せ²⁾(基肥施用時に基肥としてのカリ肥料成分とは別に実施する塩化カリ等の資材の施用: 交換性カリ $25\text{mg } 100\text{g}^{-1} \text{ DW}^{-1}$ を目標とした土壌改良^{1) 3)}) を実施し、この対策により2015年以降、基準値を超過した米は生産されていない(全量全袋検査: ふくしまの恵み安全対策協議会)⁴⁾。

水稻への放射性セシウムの吸収を抑制させるためにはカリの上乗せが効果的であるが、土壌中の交換性カリ含量が $25\text{mg } 100\text{g}^{-1} \text{ DW}^{-1}$ となることが大事である。

また、カリ上乘せと併せて水稻への放射性セシウム吸収抑制対策として重要なのは稲わらの施用があげられる。稲わらには通常2%前後のカリが含まれており、収穫後に稲わらをほ場に還元することは、土壌中の交換性カリ含量の維持につながっている。

福島県は県内各地の調査により、稲わらを鋤込んでいるほ場では土壌中の交換性カリ含量が $25\text{mg } 100\text{g}^{-1} \text{ DW}^{-1}$ 以上となる事例が多くあったことから、稲わらに含まれるカリウムに着目し、稲わらの鋤込みによる放射性セシウム移行軽減技術を明らかにした²⁾。

2012年産の米で基準値を超過した要因を解析したところ、調査した超過ほ場の全てで稲わらをほ場から持ち出しており、土壌中の交換性カリ含量も $10\text{mg } 100\text{g}^{-1} \text{ DW}^{-1}$ を下回っていたことが明らかになっている⁵⁾。

以上のことから本稿では、放射性セシウムの含量の高い玄米が生産された福島県県北地方の現地ほ場において2015年から2020年に行った稲わら施用とカリ施肥による放射性セシウム移行軽減に関する試験(以下(1)~(4))の結果について報告する。

「稲わら連用による水稻の放射性セシウム移行軽減効果」を明らかにするため(1)~(4)により調査を行った。

- (1)2015年に、稲わらの施用効果を現地ほ場試験及びポット試験により調査した。
- (2)2017年に、稲わらの効率的な施用時期について現地試験ほ場により調査した。

- (3) 2015年から2020年に、稲わら連用の効果を検証するため稲わら連用区、カリ無施用区を設定し、土壤中の交換性カリ含量及び水稻玄米中の放射性セシウム含量の推移を現地試験ほ場により調査した。
- (4) 2015年から2020年に、カリ上乘せによる土壤中の交換性カリ含量の推移と水稻玄米中の放射性セシウム含量への影響について現地試験ほ場により継続して調査した。

2 試験方法

(1) 放射性セシウム吸収抑制資材としての稲わらの施用効果(2015年)

震災前から稲わら施用を行わず、震災直後、高い放射性セシウム濃度の玄米が生産された福島県北地方の試験ほ場において、わら、カリを施用しない区(以下「カリ無施用区」)、わらを施用せずカリを標準量施用する区(以下「カリ標準区」)、稲わらとカリを標準量施用する区(以下「稲わら+カリ標準区」)を設定した。全ての区において施肥量(kg a⁻¹)はN:0.6+0.2、P₂O₅:0.7とした。カリ標準量はK₂O:0.8(kg a⁻¹)とした(表2)。試験区面積は、18 m²区⁻¹、3反復とした。

表2 稲わらおよびカリ施用基準

区名	わら施用	カリ標準
カリ無施用	×	×
カリ標準	×	○
稲わら+カリ標準	○	○

注1) 稲わらは、2014年福島県農業総合センター産を60kg a⁻¹(カリ濃度1.9%、カリ1.0kg a⁻¹相当)を荒し(5月12日)前に施用した。

注2) カリ標準量は基肥にカリ0.8kg a⁻¹を塩化カリで施肥した。

水稻(品種:天のつぶ)を5月25日に畝間30cm、株間15cm(移植機設定値)で移植し、農家慣行による栽培管理を実施した。水稻生育期間中の土壤中の交換性カリ含量と、収穫後玄米中の放射性セシウム含量を調査した。土壌採取は、作付け前から作付け期間中6回(3月30日、5月25日、6月16日、7月15日、8月10日、9月15日)行い、5点法により、表面から約0.15m深までの土壌を採土器(ハン

ドサンプラーHS-30:藤原製作所)を用い採取した。交換性カリの分析は「土壌環境分析法」⁶⁾に準じ、「簡易法・バッチ法」で行い、分析は原子吸光法を用いた。成熟期後、地上部を50株区⁻¹採取し、脱穀後、玄米の調製(網目1.80mm)を行った。玄米の分析はゲルマニウム半導体検出器を用い、厚生労働省医薬局食品保険部監視安全課作成(平成14年3月)の「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」第2章2「ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法」に準拠し行った。水稻玄米中の放射性セシウム含量の測定は500g、測定時間10時間以上、検出限界値1Bq kg⁻¹以下の条件で、ユーロフィン日本総研(株)に依頼した。減衰補正は、2015年10月1日を基準日とした。

なお、本調査では物理的半減期が2.07年の¹³⁴Csは物理的減衰による年次間差が大きい、半減期が30.1年の¹³⁷Csのみを分析対象とした。

次に、稲わらを施用した場合の土壤中の交換性カリ含量や土壌溶液カリ含量への影響をポット試験により調査した。

同試験ほ場の風乾土壌3.0kgと乾燥稲わら(カリ含量1.9%)12.0g(稲わらa換算60kg相当量)と硫酸0.57g(a換算N6.0kg相当量)を混和、1/5000aワグネルポットに充填、入水混和した稲わら施用区を設定した。また、稲わらを混和しない稲わら無施用区も設定した。試験は3反復で実施し、ポットは直射日光の当たらない室内に静置し6月10日から10月15日、湛水条件を維持し、土壌溶液採取器(大起理化学工業、DIK-301B ファイバー式)を使用し、1/5000aワグネルポット中央部にポーラス部を100mm垂直に差し込み、土壌溶液を採取し土壌溶液カリ含量を調査した。6月11、18、26日、7月2、9、23日、8月6、20日、9月3、17日、10月1、15日に土壌をコア(径19mm、深さ100mm)で採種し、土壌中の交換性カリ含量を調査した。カリの分析は「土壌環境分析法 日本土壌肥料学会監修 土壌環境分析法編集委員会編 博友社発行」に準じ、「簡易法・バッチ法」で行い、分析は原子吸光法を用いた。

(2)放射性セシウム吸収抑制対策資材としての稲わらの効率的な施用(2017年)

(1)の試験を行った同じほ場内で、稲わらの効率的利用方法を明らかにするために、稲わらの鋤込み時期が土壌中の交換性カリ含量に及ぼす影響を調査した。各試験区の稲わらの散布及び施用時期は表3のとおり。試験区面積は18 m²区⁻¹、3反復とし、鋤込み時の稲わらのカリ濃度及び施肥前の土壌中の交換性カリ含量を調査した。土壌採取は、5点法により、表面から約0.15m深までの土壌を採土器(ハンドサンプラーHS-30:藤原製作所)を用い採取した。交換性カリの分析は(1)と同様の方法とした。

表3 稲わらの施用時期

区名	2017年秋	2018年春
春鋤込み	稲わら表面散布(12月20日)	稲わら鋤込み(3月6日)
秋鋤込み	稲わら表面散布鋤込み(10月31日)	-

注1) 春鋤込みの稲は福島県農業総合センター産
注2) 秋鋤込みの稲わらは現地産

(3)稲わらの連用、カリ無施用による土壌中の交換性カリ含量、水稲玄米中の放射性セシウム含量への影響(2015年から2020年)

(1)の稲わら施用の効果を確認するため試験を継続し、稲わらを連用した場合の土壌中の交換性カリ含量や玄米中放射性セシウム含量等の推移を調査した。

カリ無施用区、カリ標準区、稲わら+カリ標準区の区を(1)と同様に設定した。稲わらは、2015年は荒しる前に施用し、2016年から2020年は秋鋤込みを実施した。施肥量(kg a⁻¹)はN:0.6+0.2、P₂O₅:0.7、K₂O:表2とした。試験区面積は、18 m²区⁻¹、3反復とした。

水稲(品種:天のつぶ)を5月25日に畝間30cm、株間15cm(移植機設定値)で移植し、農家慣行による栽培管理を実施した。水稲生育期間中の土壌中の交換性カリ含量を調査した。土壌採取は、5点法により、表面から約0.15m深までの土壌を採土器(ハンドサンプラーHS-30:藤原製作所)を用い採取した。交換性カリの分析は(1)と同様の方法とした。成熟期後、地上部を50株区⁻¹採取、脱穀し玄米の

調製(網目1.80mm)を行った。測定は、(1)と同様に行った。

移行係数(TF)は、玄米中の放射性セシウム含量を乾土の含量で割った値を使用した。

(4)カリ上乗せ方法による土壌中の交換性カリ含量の推移と水稲玄米中の放射性セシウム含量への影響(2015年から2020年)

(1)、(3)の試験と同一ほ場内においてカリの上乗せが土壌中の交換性カリ含量に及ぼす影響を調査した。

試験区は表4のとおり。

表4 各区の年ごとのカリの上乗せ(○は上乗せ実施)

区名		2015年	2016~2018年	2019~2020年
初回上乗せ	※1	○	×	×
初回+2回上乗せ	※2	○	×	○
上乗せ無し		×	×	×

(備考)稲わらを全ての区に施用、2015年が60kg a⁻¹を荒しる時、以降は前年秋に収穫した稲わらを全量鋤込み。2018年より稲わらは48kg a⁻¹を鋤込み
施肥量(kg a⁻¹):N:0.6、P₂O₅:0.7、K₂O:0.8(2015年から2020年)

注1) 初回上乗せ区は、2015年、土壌分析に基づき土壌中の土壌中の交換性カリ含量が25mg 100g⁻¹DW⁻¹になるようにカリを上乗せ

注2) 初回+2回上乗せ区は、2019年に初回上乗せを2等分し、土壌分析に基づき2等分した内の1つの区を土壌中の交換性カリ含量が25mg 100g⁻¹DW⁻¹になるように2019年と2020年の2回カリの上乗せを実施

3 試験結果及び考察

(1)放射性セシウム吸収抑制資材としての稲わらの施用効果(2015年)

水稲生育期間中の土壌中の交換性カリ含量の推移を図1に示す。

水稲生育期間において土壌中の交換性カリ含量は、移植時より稲わら+カリ標準区>カリ標準区>カリ無施用区の序列となり、その傾向は栽培期間中維持された。収穫時の交換性カリ含量は、カリ標準区はカリ無施用区と同程度まで低下したが、稲わら+カリ標準区はやや高く、稲わらより持ち込まれたカリにより土壌中の交換性カリ含量が高まった。

次に土壌と玄米の放射性セシウム含量を表5に示す。

試験ほ場は、2015年において土壌中¹³⁷Cs含量は2500Bq kg⁻¹ DW⁻¹程度あり、カリ無施用区にて基準値100Bq kg⁻¹を超える¹³⁷Cs含量の玄米が生産されるほ場であった。また、作付け前の土壌中の交換性カリ含量は5mg 100g⁻¹ DW⁻¹と低く、基肥に標準量のカリを施用しても作付け期間中のカリ含量は25mg 100g⁻¹ DW⁻¹を超えず、収穫時には無カリと同等となった。このような試験ほ場において作付け期間の土壌中の交換性カリ含量は、稲わら施用により増加し(図1)、土壌中の交換性カリの増加に有効と考えられた。また、土壌中の交換性カリ含量は玄米に吸収される放射性セシウム含量に影響し、土壌中の交換性カリ含量が高くなるにつれて、玄米中の放射性セシウム含量が低下した(表5)。

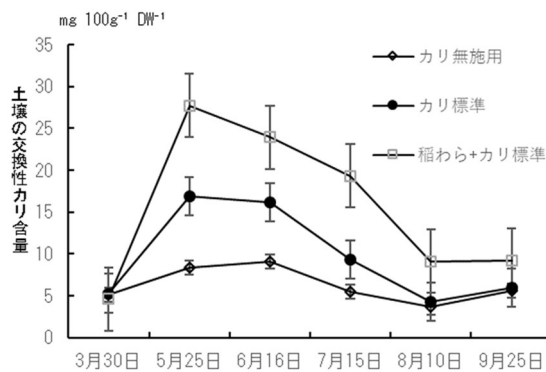


図1 土壌中の交換性カリ含量の推移(2015年)

表5 土壌と玄米の放射性セシウム含量

区名	土壌の ¹³⁷ Cs含量	土壌の交換性カリ含量		玄米 ¹³⁷ Cs含量
	収穫時 (Bq kg ⁻¹ DW ⁻¹)	作付け前 (mg K ₂ O 100g ⁻¹ DW ⁻¹)	収穫時	(Bq kg ⁻¹ ・15%水分換算)
カリ無施用	2480	5.1	5.6 b	189.0 a
カリ標準	2530	5.3	6.0 b	79.6 b
稲わら+カリ標準	2570	4.6	9.2 a	24 c
分散分析	n. s.	n. s.	**	**

注1) n. s. はp>0.1、**はp<0.01を示す。
 注2) 異なる英小文字間はTukeyの多重比較によりp<0.1を示す。
 注3) 作付け前：3月30日

試験ほ場において、カリ無施用の場合玄米中の放射性セシウムは基準値を超えたが、カリを標準施肥すれば基準値を超えないが、稲わらを施用することにより土壌中の交換性カリ含量が高まり、より一層の玄米中の放射性セシウム含量を低下させることができた。

ポット試験における稲わら施用後の土壌溶液中カリ含量を図2、土壌中交換性カリ含量を図3に示す。

土壌溶液中カリ含量は、入水混和直後から稲わら施用区が稲わら無施用区より高い値を示し、127日後でも稲わら施用区が2.6 mg L⁻¹高かった(図2)。

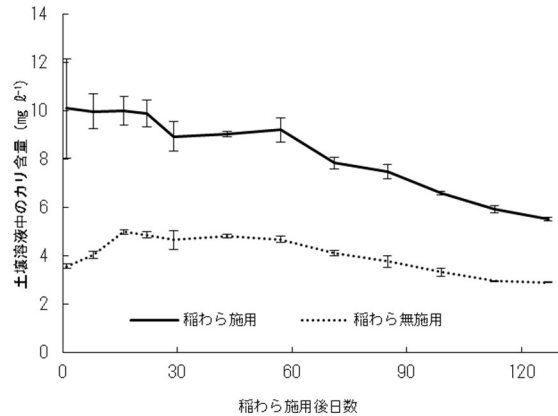


図2 土壌溶液中のカリ含量の推移
エラーバーは標準偏差(n=3)

土壌中の交換性カリ含量も、稲わら施用区が稲わら無施用区より入水混和直後から高くなり、試験期間を通して稲わら施用区が稲わら無施用区より4.7mg 100g⁻¹ DW⁻¹から7.7mg 100g⁻¹ DW⁻¹高く推移した(図3)。

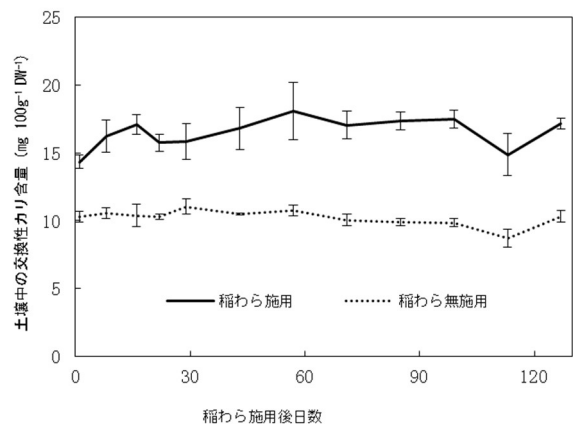


図3 土壌中の交換性カリ含量の推移
エラーバーは標準偏差(n=3)

以上のことから、稲わらに含まれるカリの溶出は入水直後から始まり、水稲の生育期間全般を通し土壌へ吸着すると考えられた。

(2)放射性セシウム吸収抑制対策資材としての
稲わらの効率的な施用時期(2017年)
各区における稲わら中のカリ濃度と土壌中の交換
性カリ含量を表6に示した。

表6 稲わらのカリ濃度と土壌中交換性カリ含量

区名	稲わらのカリ濃度(%)		土壌中の交換性カリ含量(mg 100g ⁻¹ DW ⁻¹)	
	秋鋤込み直前	春鋤込み直前	収穫時	施肥前
	2017年	2018年	2017年	2018年
春鋤込み	1.85	0.23	7.2	9.5
秋鋤込み	1.94	—	11.4	15.1

注1) 春鋤込み区の稲わらは農業総合センター産

注2) 秋鋤込み区の稲わらは現地産

稲わら施用前である2017年秋の稲わら中のカリ濃度は両区とも同程度であった。土壌中の交換性カリ含量は両区とも2017年の収穫時より2018年の施肥前が高くなったが、増加量は秋鋤込みの方が春鋤込みよりも大きくなった。

これは冬期間にはほ場に放置していた稲わらからカリが溶出し、一部はほ場外に流出したと考えられるため、稲わらのカリを有効に活用するには秋鋤込みが適する。

また(1)で行なったポット試験(2015年)の結果と考え合わせると、稲わら施用によるカリの上乗せは放射性セシウム吸収抑制対策として有効であり、稲わらに含まれるカリを効率的に利用するためには、稲わらを秋に鋤込むことが重要である。

(3)稲わらの連用、カリ無施用による土壌中の交換性カリ含量、水稻玄米中の放射性セシウム含量への影響(2015年から2020年)

福島県では2012年12月に、水田土壌において、放射性セシウム吸収抑制対策として、土壌中の交換性カリ含量25mg 100g⁻¹ DW⁻¹以上とすることを目標としてカリの上乗せを行うこととしてきた。

この試験では稲わらの連用と標準施肥を組み合わせた。標準量のカリ施肥(K₂O:0.8kg a⁻¹)区のみでは、カリ無施用よりわずかに高い水準にとどまった。

稲わらの連用と標準カリ施用区は、2015年から2016年は目標とする土壌中の交換性カリが25mg 100g⁻¹ DW⁻¹に近づいたが、2017年以降は20mg 100g DW⁻¹以下となった(図4)。

稲わらの連用は、目標とする土壌中のカリ含量を維持するためには、数年に一度、土壌分析を実施しカリを上乗せする必要がある。

各試験年における玄米中の¹³⁷Cs含量(Bq kg⁻¹)を表7、土壌中の¹³⁷Cs含量(Bq kg⁻¹ DW⁻¹)を表8、移行係数を表9に示す。

試験期間(2015年~2020年)のうち、カリ無施用の場合、2020年を除いて2015年から2019年は、玄米中の¹³⁷Cs含量は126から192Bq kg⁻¹となり、食品中の放射性セシウムの基準値(100Bq kg⁻¹)未満となることはなかった。カリ標準区と稲わら+標準区は、全て基準値未満となり、放射性セシウムの吸収が抑え

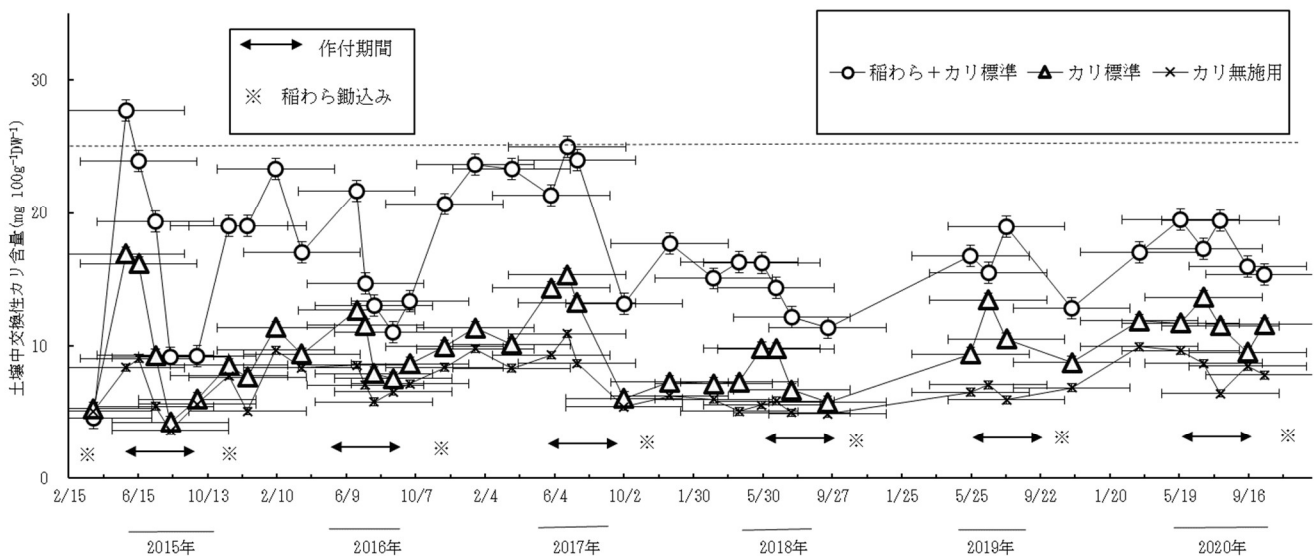


図4 土壌中交換性カリ含量の推移
エラーバーは標準偏差

られた。カリ標準区と稲わら+標準区は、放射性セシウムの吸収量に差があり、稲わらを施用することにより吸収が抑制された(表7)。

試験期間(2015~2020年)を通して土壌中の ^{137}Cs 含量(Bq kg^{-1})の大きな変化はなかった(表8)。

試験期間(2015~2020年)を通してカリ無施用区の移行係数に大きな変化は見られなかったが、カリ標準区と稲わら+標準区は2017年まで移行係数が低下した。

(4)カリ上乗せによる土壌中の交換性カリ含量の推移と水稻玄米中の放射性セシウム含量への影響
(2015年から2020年)

現地試験ほ場において、カリの上乗せ処理後の土壌

中の交換性カリ含量の推移を調査した結果、稲わら施用とカリ標準量施肥の組合せでは2年目の収穫期以降は目標の $25\text{mg } 100\text{g}^{-1}\text{DW}^{-1}$ を維持できなかった(図5)。試験ほ場は土壌中の交換性カリを保持しにくい土壌と考えられる¹⁾。したがって目標の $25\text{mg } 100\text{g}^{-1}\text{DW}^{-1}$ を維持するためには、定期的に土壌分析を行い、適切なカリを追加する必要がある。このことから、5年目(2019年)と6年目(2020年)の施肥時に、土壌中の交換性カリ含量が目標値 $25\text{mg } 100\text{g}^{-1}\text{DW}^{-1}$ となるようにカリを上乗せ施肥した結果、6年目の収穫時に目標値 $25\text{mg } 100\text{g}^{-1}\text{DW}^{-1}$ が確保できた。6年目の収穫時の土壌中の交換性カリ含量はカリを上乗せした場合とカリを上乗せしなかった場合とで差が見られたが、玄米中 ^{137}Cs 含量については差が見られなかった(表10)。

表7 玄米中 ^{137}Cs 含量(Bq kg^{-1})

区名	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
カリ無施用	189 a (18.9)	143 a (4.1)	126 a (18.5)	192 a (11.8)	170 a (98.3)	93 a (3.9)
カリ標準	80 b (3.5)	54 b (7.6)	51 b (18.2)	60 b (19.0)	40 b (22.9)	14 b (1.3)
稲わら+カリ標準	24 c (3.6)	8 c (1.4)	6 c (0.48)	4 b (0.54)	4 c (2.5)	6 b (2.5)

注1) アルファベット異符号はTukey法により、5%水準で有意差有り

注2) 減衰補正は、10月1日を基準日とした

注3) ()は標準誤差

表8 土壌中 ^{137}Cs 含量($\text{Bq kg}^{-1}\text{DW}^{-1}$)

区名	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
カリ無施用	2477	2899	2420	2759	2698	1939
カリ標準	2528	2626	2820	2707	2743	2241
稲わら+カリ標準	2568	2914	2520	2688	2670	1948

注) 減衰補正は、10月1日を基準日とした

表9 移行係数

区名	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
カリ無施用	0.0763	0.0493	0.0521	0.0696	0.0630	0.0479
カリ標準	0.0315	0.0207	0.0181	0.0221	0.0145	0.0062
稲わら+カリ標準	0.0092	0.0027	0.0023	0.0016	0.0016	0.0032

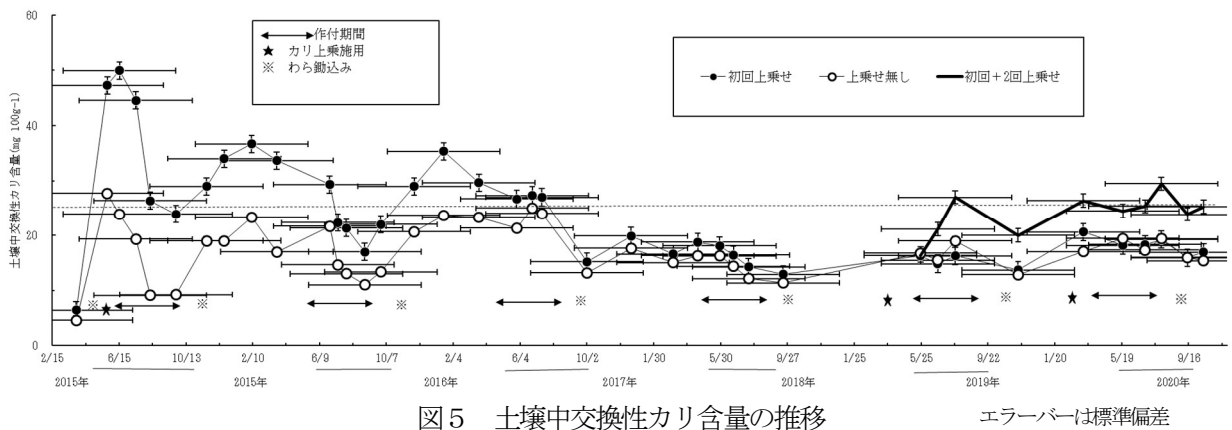


図5 土壤中交換性カリ含量の推移

エラーバーは標準偏差

注) 初回上乘せ：2015年のみカリを上乗せ、2015年より稲わらは秋鋤き込み、カリは標準施肥を継続

初回+2回上乘せ：2015年、2019年、2020年土壤中の交換性カリが $25\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ になるようカリを上乗せ、稲わらは秋鋤き込み、カリは標準施肥を継続

上乘せなし：稲わらは秋鋤き込み、カリは標準施肥のみを継続

表10 収穫時の土壤中交換性カリ含量、玄米中放射性 ^{137}Cs 含量 (2020年)

区名	収穫時の土壤中		玄米中放射性
	^{137}Cs 含量 (Bq kg^{-1})	交換性カリ含量 ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}\text{DW}^{-1}$)	^{137}Cs 濃度 (Bq kg^{-1})
初回上乘せ	2133	16.9 ^b	3.17 ^b
初回+2回上乘せ	1655	25.3 ^a	1.30 ^b
上乘せ無し	1948	14.7 ^{bc}	6.17 ^{ab}

注) アルファベット異文字はTukey法により、5%水準で有意差有り。

4 摘要

- (1) 稲わらを施用することで、土壤中の交換性カリ含量は高まり、玄米に吸収される放射性セシウムの低下に効果がある。稲わらからのカリの溶出は、入水により発生すると考えられ、生育期間全般を通して土壤中の交換性カリ含量が高まる。
- (2) 稲わらに含まれるカリを有効に活用するための稲わら鋤込み時期は、春鋤込みに比較し秋鋤込みのほうが適する。
- (3) 稲わらを連用した場合、稲わらを連用しない場合より土壤中の交換性カリ含量は高い水準で維持され、玄米中の ^{137}Cs 含量は試験期間(2015年～2020年)を通して 24Bq kg^{-1} 以下であった。標準量のカリ施肥($\text{K}_2\text{O}:0.8\text{kg a}^{-1}$)のみでは、土壤中の交換性カリ含量はカリ無施用とほぼ同様な水準で維持された。カリ無施用で水稻を栽培した結果、2015年から2019年の水稻玄米中の ^{137}Cs 含量は126から192(Bq kg^{-1})となり、食品中の ^{137}Cs の基

準値(100Bq kg^{-1})未満となることはなかった。

- (4) ほ場試験において、収穫後土壤中の交換性カリ含量を $25\text{mg } 100\text{g}^{-1}\text{DW}^{-1}$ に維持するためには、定期的な土壤診断を実施し、追加的なカリ施用が必要であることが明らかになった。また、玄米中 ^{137}Cs 含量を 25Bq kg^{-1} 以下に抑えるためには、本試験ほ場においては、収穫後土壤中の交換性カリ含量は $20\text{mg } 100\text{g}^{-1}\text{DW}^{-1}$ あれば十分と考えられた。

謝辞

本調査は委託プロ(農林水産省:営農再開のための放射性物質対策技術の開発)(2015年から2017年度)及び受託プロ(農林水産省:食料生産地域再生のための先端技術展開事業)(2018年から2020年)により実施した。

放射能プロ及び営農再開プロの課題実施に当たって多くの御助言を頂いた農林水産省農林水産技術会議事務局、農業・食品産業技術総合研究機構中日本農業研究センター及び東北農業研究センターの各位

に対しここに感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 農林水産省・福島県・(独) 農業・食品産業技術総合研究機構. 2014. 放射性セシウム含量の高い米が発生する要因とその対策についてから要因解析調査と試験栽培等のとりまとめから(概要第2版)
- 2) 中山秀貴・佐藤翔平・鈴木芳成・根本文宏. 2019. 放射性セシウム吸収抑制対策を実施した福島県水田土壌中の交換性カリ含量の変動とその土壌要因. 農作業研究 54(3) : 163-172.
- 3) 福島県. 2014:放射性セシウム対策に係る除染及び技術対策の指針」第3版
- 4) ふくしまの恵み安全対策協議会. 放射性物質検査情報(玄米) : 2021年11月26日現在
- 5) 福島県・農林水産省. 2013年1月、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
- 6) 土壌環境分析法. 日本土壌肥料学会監修. 土壌環境分析法編集委員会編, 博友社発行
- 7) 平山孝・竹内恵・中山秀貴・二瓶直登. 2018. カリウム肥料の増施によるダイズの放射性セシウム移行軽減効果と子実への影響. 福島農総合セ研報 第9号 : 1-10.
- 8) 田上恵子. 2012. 直接沈着及び経根吸収による放射性核種の植物への移行 RADIOISOTOPES .61 : 267-279.
- 9) 平山孝・慶徳庄司・山内久志・古賀一成・高橋誠一. 2015. 交換性カリ含量の低い土壌における畑作物の放射性セシウム吸収抑制. 東北農業研究 68号 : 65-66.

