

カリによるダイズの放射性セシウムの吸収抑制効果

Effect of potassium application on radiocesium uptake by soybean

福島県農業総合センター作物園芸部 竹内 恵 慶徳庄司
 (独) 農研機構中央農業総合研究センター 島田信二
 (独) 農業環境技術研究所 木方展治

カリ肥料およびゼオライトや有機質を施用した試験において、ダイズの茎葉や子実の放射性セシウム濃度や移行係数は、カリ肥料やカリに富む有機質の施用により低下した。ダイズ子実の放射性セシウム濃度を低下させる方法として、カリ肥料やカリに富む有機質の施用が有効である。

キーワード：ダイズ、放射性セシウム、カリ

1 緒言

東京電力福島第一原子力発電所の放射能漏れ事故後、福島県の農林水産物については緊急時環境放射線モニタリングを実施しているが、その中でダイズについて2012年度に食品の放射性セシウム基準値(100Bq/kg)を超過したものは19件あった。ダイズは他の作物より放射性セシウムを吸収しやすいとの報告²⁾もあり、栽培への不安が高まった。

ここでは、土壌中の交換性カリ含量を高めると植物体中の放射性セシウム濃度が低下する¹⁾とされていることから、ダイズ子実中の放射性セシウム濃度の低減を目的として、カリ肥料、堆肥・有機質およびゼオライトについて施用試験を実施したので報告する。

2 試験方法

(1) カリ肥料およびゼオライトの効果(試験1)

カリ肥料を基肥として施用した場合のダイズ子実中の放射性セシウム濃度低減効果について、福島県農業総合センター内の水田転換畑(灰色低地土)において試験した。硫酸カリおよび珪酸カリの施用量を変え、ゼオライトについても慣行区に上乘せする形で試験を実施した(表1)。カリ以外の施肥については、基肥を窒素0.2kg/a(硫安)、リン酸0.8kg/a(過リン酸石灰)の慣行量とし、その他に、ようりん4kg/a、苦土石灰8kg/aを施用した。追肥は各区とも8月3日に窒素0.6kg/aを硫安で施用した。試験は3反復で実施した。

品種はタチナガハを用いた。播種は2012年5月31日に条間70cm、株間20cm、1株2本立で耕耘同時畝立て播種で行った。他の栽培管理についてはセンターの通常管理とし

た。ダイズは成熟期に達した後、坪刈り(5.6㎡)し、自然乾燥した後、手で脱粒した。その後、子実を7.9mmのふるいで選別、調製を行った。栽培後、畦の土壌を約20cm深まで採土し、自然乾燥した後、乳鉢で粉碎し2mm目のふるいにかけた。ダイズ子実と土壌の放射性セシウム濃度は、農業環境技術研究所のゲルマニウム半導体検出器で測定した。

(2) 堆肥および有機質の効果(試験2)

堆肥および有機質の施用がダイズの放射性セシウムの吸収抑制に及ぼす効果を検討するため、福島県農業総合センター内の水田転換畑(灰色低地土)において、牛ふん堆肥、発酵鶏糞、ナタネ油粕を供試して試験を行った。慣行区では化成肥料(大豆化成500)を施用した(表2)。本試験は連用試験の2年目となる。堆肥および有機質肥料の施用量は、肥効率を考慮して設定した窒素の有効成分量に基づいて決定した。ようりん4kg/a、苦土石灰8kg/aを全区に施用した。追肥は化成肥料区を含めすべての区において実施しなかった。播種は、2012年5月24日に条間70cm、株間20cm、1株2本立で耕耘同時畝立て播種で行った。他の栽培管理についてはセンターの通常管理とした。試験は2反復で実施した。

表1 カリ肥料およびゼオライトの施用量

区名	供試肥料	カリ施用量 (kg/a)	ゼオライト施用量 (kg/a)
カリ無施用	—	—	—
慣行	硫酸カリ	0.8	—
硫酸カリ3倍	硫酸カリ	2.4	—
珪酸カリ3倍	珪酸カリ	2.4	—
慣行+ゼオライト	硫酸カリ	0.8	50

表2 有機質の施用量と肥料成分

区名	施用量 (kg/a)	成分含有率 (現物%)			窒素 肥効率 (%)	窒素 成分量 (kg/a)
		窒素	リン酸	カリ		
牛ふん堆肥	187	0.53	1.7	1.9	30	0.3
発酵鶏ふん・多	16.3	3.5	3.5	3.0	70	0.4
発酵鶏ふん・少	8.2	—	—	—	—	0.2
ナタネ油かす・多	10.8	5.3	2.0	1.0	70	0.4
ナタネ油かす・少	5.4	—	—	—	—	0.2
化成肥料	4.0	5	20	20	100	0.2

窒素の有効成分量は施用量に成分含有率と窒素肥効率を乗じて算出した。
 牛ふん堆肥の放射性Cs濃度：23.4Bq/kg FW(水分68.6%)

2012年8月8日にダイズ3株(6本)を子葉節から切り取り、部位別(葉、葉柄、茎)に分解し、水洗いした後、80℃の通風乾燥機において48時間乾燥した。その後、家庭用ミルを使用し、葉、葉柄は粉末状になるまで、茎は数mm程度の固まりが残る程度に粉碎しサンプルとした。成熟期後に坪刈り(2.8㎡)を行った。ダイズ子実の調製、土壌の採取、調製は試験1と同様とした。ダイズ子実の放射性セシウム濃度は、福島県農業総合センターのゲルマニウム半導体検出器で測定した。また、土壌の放射性セシウム濃度は、福島県農業総合センターのNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータで測定した。

(3) 異なる土壌におけるカリ施肥の効果(試験3)

異なる土壌におけるカリ施肥の効果について、西郷村の黒ボク土および伊達市の灰色低地土を用いて試験を行った。土壌中の交換性カリ含量が表3に示した目標値となるように硫酸カリを使用して調整し、1/2000aワグネルポットに充填してダイズを栽培した。試験は1区3ポットで3反復で実施した。基肥にはカリの他に窒素0.3g/ポット(硫酸)、リン酸0.8g/ポット(過リン酸石灰)、土壌改良資材として苦土石灰30g/ポットを全区に施用した。

表3 異なる土壌におけるカリ施肥の効果

土壌	交換性カリ含量 改良目標値 (mg/100g)
黒ボク土	— (無調整)
	20
	50
	100
灰色低地土	— (無調整)
	50

品種はタチナガハを用い、播種は2012年12月12日に1ポット8粒播きした。その後、福島県農業総合センター内のガラス温室で昼間20℃、夜間15℃に設定し管理した。5～6葉期になったダイズを子葉節から切り取り、部位別(葉、葉柄、茎)に分解し水洗いした後、80℃の通風乾燥機で48時間乾燥し、家庭用ミルで粉末状になるまで粉碎した。土壌は、1区3ポット分を混合した後、そこから約1.5kgの生土を採取し、自然乾燥後、乳鉢で粉碎し2mm目のふるいにかけて。放射性セシウム濃度は、ダイズ植物体、土壌とも株式会社同位体研究所のゲルマニウム半導体検出器で測定した。

3 結果

(1) カリ肥料およびゼオライトの効果(試験1)

試験1のダイズの生育は各区とも全般的に良好で、収量にも大きな違いはなかった。ダイズ子実中の放射性セシウム濃度はカリ無施用区が42.0Bq/kgであったのに対し、慣行区および硫酸カリ3倍区では27.4～19.0Bq/kgに有意に

低下した。ケイ酸カリ3倍区ではカリ無施用区と同等であり、ゼオライト区においては有意な差は認められなかった(表4)。

栽培後の土壌中の放射性セシウム濃度は2,460～2,830Bq/kgであり、放射性セシウムの土壌から子実への移行係数は硫酸カリ3倍区において有意に低下した。栽培後の土壌中の交換性カリ含量は、硫酸カリ3倍区において有意に高まったが、その他の区においては判然としなかった(表4)。

表4 子実中および土壌中の放射性セシウム濃度と交換性カリ含量

区名	子実中の		土壌(栽培後)		移行係数
	放射性Cs濃度 (Bq/kg)	放射性Cs濃度 (Bq/kg)	放射性Cs濃度 (Bq/kg)	交換性カリ (mg/100g)	
カリ無施用	42.0±6.0 a	2,460±214 ns	11.4 a	0.018 a	
慣行	27.4±6.4 b	2,540±363 ns	14.2 ab	0.011 ab	
硫酸カリ3倍	19.0±4.9 b	2,510±320 ns	18.7 b	0.008 b	
珪酸カリ3倍	42.6±13.9 a	2,590±150 ns	11.9 ab	0.017 a	
慣行+ゼオライト	29.4±5.1 ab	2,830±301 ns	18.0 ab	0.011 ab	

数値は平均±標準偏差。統計処理はTukey-kramer法で行い、異なる文字間で有意差がある。
ダイズ子実の放射性Cs濃度は出荷規格の水分15%に補正
移行係数=子実中の放射性Cs濃度/土壌中の放射性Cs濃度

(2) 堆肥および有機質肥料の効果(試験2)

試験2でのダイズの生育は全般に良好であったが、牛ふん堆肥区での生育が主茎長も長く最も旺盛であった。ダイズ子実中の放射性セシウム濃度は牛ふん堆肥区で最も低く、化成肥料区の30.1Bq/kgに対し12.4Bq/kgまで低下し、移行係数も同様に低下した。発酵鶏糞ふんおよびなたね油かすでは施用量にかかわらず低減効果が認められなかった。栽培後土壌の交換性カリ含量は牛ふん堆肥区で27.1mg/100gまで高まった(表5)。

表5 子実中および土壌中の放射性セシウム濃度と交換性カリ含量

区名	子実中の		土壌(栽培後)		移行係数
	放射性Cs濃度 (Bq/kg)	放射性Cs濃度 (Bq/kg)	放射性Cs濃度 (Bq/kg)	交換性カリ (mg/100g)	
牛ふん堆肥	12.4	2,860	27.1	0.0043	
発酵鶏糞・多	52.7	2,760	10.9	0.0191	
発酵鶏糞・少	30.3	2,900	13.2	0.0105	
なたね油粕・多	46.6	2,640	11.6	0.0176	
なたね油粕・少	43.8	2,860	11.0	0.0153	
化成肥料	30.1	2,720	15.1	0.0111	

ダイズ子実中の放射性Cs濃度は出荷規格の水分15%に補正
移行係数=子実中の放射性Cs濃度/土壌中の放射性Cs濃度

8月9日に採取したダイズ茎葉の放射性セシウム濃度は、直近の7月の土壌中の交換性カリ含量が高くなると低下する傾向を示した(図1)。

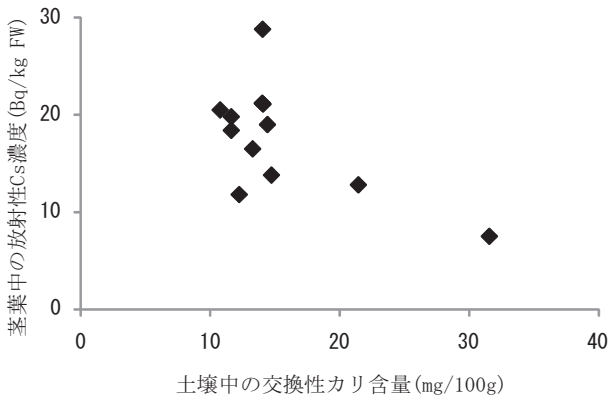


図1 7月の土壤中の交換性カリ含量と8月のダイズ茎葉中の放射性セシウム濃度の関係

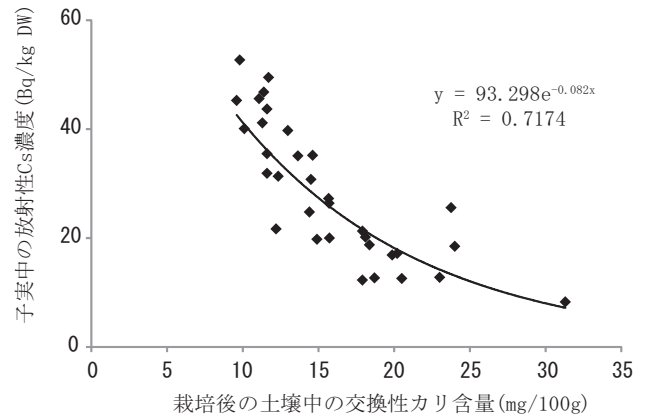


図3 栽培後の土壤中の交換性カリ含量とダイズ子実中の放射性セシウム濃度との関係 (試験1および試験2)

(3) 異なる土壌におけるカリ肥料の効果 (試験3)

試験3におけるダイズの生育は緩慢で草丈も短かったが、区による大きな生育の違いはなかった。5～6葉期に採取したダイズ茎葉中の放射性セシウム濃度は、土壌の種類によらず灰色低地土、黒ボク土ともに土壤中の交換性カリ含量が高まるにつれて低下した (図2)。

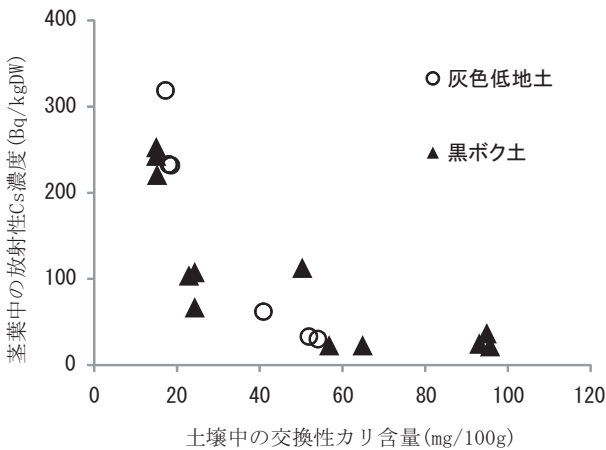


図2 土壤中の交換性カリ含量と5～6葉期のダイズ茎葉中の放射性セシウム濃度の関係

4 考察

栽培後の土壤中の交換性カリ含量とダイズ子実中の放射性セシウム濃度の関係を、試験1および試験2の結果を併せて図3に示した。図から栽培後土壌の交換性カリ含量が増加すると、ダイズ子実中の放射性セシウム濃度が低下する関係が認められた。また、試験2および試験3においては、土壤中の交換性カリ含量が増加すると、生育の茎葉中の放射性セシウム濃度が低下することが認められた。これらの結果から、土壤中の交換性カリ含量を高めることにより、生育期間中からダイズの放射性セシウム吸収を抑制できることが示唆された。

試験1において、硫酸カリを基肥に慣行の3倍量施用することにより、子実中放射性セシウム濃度の低減効果が高

まった。一方、同じくカリ慣行基肥量の3倍量をケイ酸カリで施用した場合には、低減効果が認められなかった。これはケイ酸カリが水溶性であり、水溶性のものに比較して土壤中に水分に溶解しにくく、土壤中の交換性カリ含量が高まらなかったことから、放射性セシウムの吸収を抑制できなかったものと考えられた。

試験2において牛ふん堆肥の施用により放射性セシウム吸収抑制効果が認められたが、その要因としてはカリは有機物中においても大部分が水溶性であり、a当たり3.6kg相当の多量のカリが土壌に投入されたと試算されることから、土壤中の交換性カリ含量が増加したことが考えられた。

以上のことから、ダイズの子実中の放射性セシウム濃度を低減させるためには、土壤中の交換性カリ含量を高めることが重要であり、そのためには、水溶性カリ肥料の施用や、堆肥によるカリの多量施用が効果的であることが確認された。

引用文献

- 1) Tsukada, H., Hasegawa, H., Hisamatsu, S., and Yamasaki, S. 2002. Transfer of ¹³⁷Cs and stable Cs from paddy soil to polished rice in Aomori, Japan. J. Environ. Radioact. 59: 351-365.
- 2) Uchida, S., Tagami, K., and Hirai, I. 2007. Soil-Plant Transfer Factors of Stable Elements and Naturally Occurring Radionuclides (1) upland Field Crops Collected in Japan. J. NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY 44: 628-640.