

# 野菜におけるゼオライト施用による放射性セシウムの吸収抑制効果

Inhibiting effect of absorption of radiocesium to vegetables by the zeolites

福島県農業総合センター作物園芸部 小林智之  
 学習院大学理学部 村松康行 大野 剛

ポット栽培ならびに現地ほ場の栽培においてゼオライトを施用し、野菜類に対する放射性セシウムの吸収抑制効果について調査した。黒ボク土および褐色森林土を用いたコマツナのポット栽培試験では、栽培前土壌の交換性カリ ( $K_2O$ ) 含量が10mg/100g乾土前後と低く、ゼオライト1%の施用から放射性Csの吸収抑制効果が認められた。ブロッコリーの現地栽培試験では、栽培前土壌の交換性カリ含量が低いAほ場において、10a当たり2tのゼオライト施用により放射性Csの吸収抑制効果が認められた。ゼオライト施用による植物体の放射性Cs濃度と栽培後土壌の交換性カリ含量との間に相関が認められたことから、ゼオライトから供給された交換性カリが放射性Csの吸収抑制効果に寄与したと考えられた。

キーワード:放射性セシウム、野菜、ゼオライト、交換性カリ

## 1 緒言

放射性Csは土壌に含まれる粘土鉱物の特定の部位に強く吸着し、捕捉される<sup>4)</sup>。土壌改良資材であるゼオライトは、含まれる粘土鉱物の作用により、Csイオンを迅速に捕捉し、その吸着能は土壌よりも高いという報告もある<sup>1)</sup>。また、福島県内の主な畑地土壌の種類は、黒ボク土、褐色森林土、褐色低地土が上位を占めている<sup>2)</sup>。そこで、本試験では、栽培土壌に黒ボク土ならびに褐色森林土を用い、ポット栽培ならびに現地ほ場の栽培においてゼオライトを施用し、野菜類に対する放射性Cs ( $^{134}Cs$  および  $^{137}Cs$ ) の吸収抑制効果について調査した。

## 2 試験方法

### (1) 試験 I

原発事故時に汚染された福島県農業総合センターのライシーメーターの表層より採取した黒ボク土および褐色森林土にゼオライトを施用し、1/5000 a のワグネルポットでコマツナを栽培した。栽培前土壌の交換性カリ ( $K_2O$ ) 含量は、黒ボク土で12.8mg/100 g 乾土、褐色森林土で9.2mg/100 g 乾土であった。ポット当たり2,600 g の乾土を充填し、栽培前にゼオライト資材 (資材名「Z-12」、粒径0.5~1mm) を重量比で土量の1%、5%、10%混和し、対照としてゼオライトを施用しない無処理区を設けた。なお、供試したゼオライトは、1%で10 a 当たり1 t、5%および10%で10 a 当たり5 t および10 t に相当する施用量である。併せて、肥料として土壌1kg 当たりCDU-S555を1 g、苦土石灰を1 g (10 a 当たり  $N:P_2O_5:K_2O=22.5:22.5:22.5$ kg、苦土石灰150kg) を添加し混和した。コマツナは‘よかった菜’を供試し、平成24年3月6日にポット当たり10粒播種し、本葉2葉期に5株に間引きした。収穫は、草丈が27cm以上の大きさを目安として、同年4月8日に行った。植物体試料

は定温乾燥機により75°C乾燥物とし、土壌試料は栽培後土壌を混和し風乾したものを供試した。交換性放射性Csは、土壌20 g に対し1N酢酸アンモニウム溶液200mlを混合し、24時間振とう抽出後に3  $\mu m$  および0.45  $\mu m$  フィルターによる濾過液を作成した。各試料は、U8容器に充填し、3反復でGe半導体検出器により測定した。

### (2) 試験 II

福島県県北地方の前作に野菜類を栽培していた褐色森林土の畑地AおよびBの2ほ場で、ゼオライトを施用しブロッコリーを栽培した。栽培前土壌の交換性カリ ( $K_2O$ ) 含量は、Aほ場で31.3mg/100 g 乾土、Bほ場で40.9mg/100 g 乾土であった。ゼオライト資材 (資材名「日東ゼオライト」、粒径0.5~1.5mm) は、10 a 当たり1 t および2 t を施用し、対照としてゼオライトを施用しない無処理区を設けた。定植日は、平成24年5月25日とし、株間40cm、条間40cmの栽植密度で反復当たり2  $m^2$  に対し10株を定植した。収穫日はAほ場では同年7月24日、Bほ場では7月18日に行い、花蕾の粒揃いを基準として反復当たり生育の揃った5株を収穫した。肥料は、CDUたまご化成S555、燐硝安加里S604ならびに苦土石灰を施用した (10 a 当たり  $N:P_2O_5:K_2O=23:20:21$ kg、苦土石灰100kg)。植物体試料は定温乾燥機により75°Cで乾燥物とし、土壌試料は株元から15cmの深さで栽培後土壌を採取し風乾したものを供試した。各試料の分析は、U8容器に充填し、3反復でGe半導体検出器により測定した。

## 3 試験結果

### (1) 試験 I

コマツナの放射性Cs濃度は、黒ボク土および褐色森林土ともに、無処理区に比べゼオライトを施用した各区で低い

濃度となった(表1)。栽培後土壌の交換性放射性Cs濃度は、黒ボク土および褐色森林土ともに無処理区に比べゼオライト5%区およびゼオライト10%区において低下が認められた(表2)。また、黒ボク土および褐色森林土ともにゼオライト施用量の増加に伴い、栽培後土壌の交換性カリ含量も増加した(表2)。コマツナの放射性Cs濃度と栽培後土壌の交換性カリ含量との関係は、黒ボク土および褐色森林土ともに、栽培後土壌の交換性カリ含量の増加に伴いコマツナの放射性Cs濃度の低下となり、非常に強い負の相関が認められた(図1、2)。

表1 コマツナのポット栽培における栽培後土壌及び植物体の放射性Cs濃度

区名	栽培後土壌の放射性Cs濃度 (Bq/kgDW)	植物体の放射性Cs濃度 (Bq/kgFW)
黒ボク土 無処理	14,500 ± 167	239 ± 64.1
黒ボク土 ゼオライト1%	14,800 ± 398	127 ± 4.33 **
黒ボク土 ゼオライト5%	13,900 ± 549	44.3 ± 2.09 ***
黒ボク土 ゼオライト10%	13,100 ± 701	33.8 ± 2.57 ***
褐色森林土 無処理	12,500 ± 375	411 ± 72.8
褐色森林土 ゼオライト1%	12,600 ± 180	286 ± 7.38 **
褐色森林土 ゼオライト5%	12,500 ± 317	75.4 ± 18.3 ***
褐色森林土 ゼオライト10%	11,500 ± 405	41.3 ± 6.58 ***

表中数値は平均±標準偏差とし、\*、\*\*、\*\*\*は、Dunnettの多重比較検定により、無処理との比較で5%、1%、0.1%の有意差がある

表2 コマツナのポット栽培における栽培後土壌の交換性放射性Cs濃度と交換性カリ含量

区名	交換性放射性Cs濃度 (Bq/kg)	交換性カリ含量 (mg/100g乾土)
黒ボク土 無処理	88.2 ± 6.45	18.9 ± 3.91
黒ボク土 ゼオライト1%	80.9 ± 6.52	51.0 ± 2.64 **
黒ボク土 ゼオライト5%	71.5 ± 3.79 *	153 ± 4.06 ***
黒ボク土 ゼオライト10%	58.7 ± 5.39 **	258 ± 17.8 ***
褐色森林土 無処理	49.7 ± 4.91	13.3 ± 2.78
褐色森林土 ゼオライト1%	43.6 ± 1.93	42.7 ± 18.5
褐色森林土 ゼオライト5%	35.8 ± 3.64 **	149 ± 12.9 *
褐色森林土 ゼオライト10%	30.1 ± 0.551***	293 ± 86.7 ***

表中数値は平均±標準偏差とし、\*、\*\*、\*\*\*は、Dunnettの多重比較検定により、無処理との比較で5%、1%、0.1%の有意差がある

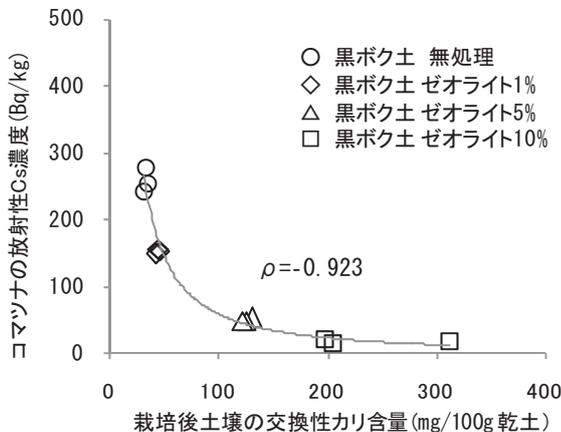


図1 黒ボク土でのポット栽培における栽培後土壌の交換性カリ含量とコマツナの放射性Cs濃度との関係

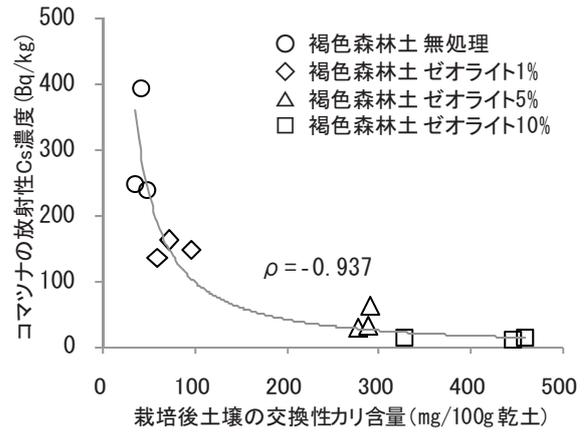


図2 褐色森林土でのポット栽培における栽培後土壌の交換性カリ含量とコマツナの放射性Cs濃度との関係

(2) 試験II

現地ほ場におけるブロッコリーの放射性Cs濃度は、Aほ場では無処理区に比べゼオライト2t区で低下し、Bほ場では区間での差は認められなかった(表3)。交換性放射性Cs濃度は、Aほ場およびBほ場ともに区間による差は認められなかった(表4)。栽培後土壌の交換性カリ含量は、Aほ場およびBほ場ともに無処理区に比べ2t区で増加が認められた(表4)。ブロッコリーの放射性Cs濃度と栽培後土壌の交換性カリ含量との関係は、栽培後土壌の交換性カリ含量の増加に伴いブロッコリーの放射性Cs濃度が低下し、負の相関が認められた(図3)。

表3 現地ブロッコリー栽培ほ場における栽培後土壌及び植物体の放射性Cs濃度

区名	栽培後土壌の放射性Cs濃度 (Bq/kgDW)	植物体の放射性Cs濃度 (Bq/kgFW)
Aほ場 無処理	2,420 ± 732	8.20 ± 3.71
Aほ場 ゼオライト1t	2,170 ± 486	3.52 ± 0.975
Aほ場 ゼオライト2t	2,150 ± 86.1	2.15 ± 0.345 **
Bほ場 無処理	3,400 ± 970	3.20 ± 0.722
Bほ場 ゼオライト1t	3,140 ± 584	2.96 ± 0.674
Bほ場 ゼオライト2t	3,750 ± 690	1.96 ± 0.120

表中数値は平均±標準偏差とし、\*\*は、Dunnettの多重比較検定により、無処理との比較で1%の有意差がある

表4 現地ブロッコリー栽培ほ場における栽培後土壌の交換性放射性Cs濃度と交換性カリ含量

区名	交換性放射性Cs濃度 (Bq/kg)	交換性カリ含量 (mg/100g乾土)
Aほ場 無処理	17.9 ± 2.25	23.0 ± 3.13
Aほ場 ゼオライト1t	14.5 ± 4.25	30.4 ± 3.72
Aほ場 ゼオライト2t	15.0 ± 2.06	42.7 ± 5.72 **
Bほ場 無処理	14.1 ± 3.50	30.4 ± 11.3
Bほ場 ゼオライト1t	15.6 ± 2.61	43.6 ± 6.67
Bほ場 ゼオライト2t	14.4 ± 0.994	52.4 ± 3.57 *

表中数値は平均±標準偏差とし、\*、\*\*は、Dunnettの多重比較検定により、無処理との比較で5%、1%の有意差がある

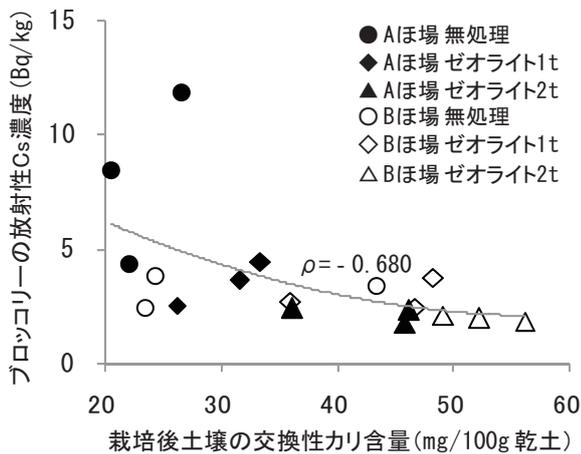


図3 現地ほ場における栽培後土壌の交換性カリ含量とブロッコリーの放射性Cs濃度との関係

#### 4 考察

黒ボク土および褐色森林土を供試したコマツナのポット栽培試験では、ゼオライト1%の施用から放射性Csの吸収抑制効果が認められた。また、現地ほ場におけるブロッコリーの栽培試験では、Aほ場において10 a 当たり2 tの施用で明確な放射性Csの吸収抑制効果が認められた。

交換性放射性Cs濃度は、ゼオライトによる土壌中の放射性Csの吸着を示す指標となるが、ポット栽培試験におけるコマツナの放射性Cs濃度は、無処理と比較した場合ゼオライト1%の施用から低下傾向ではあるものの有意差は認められず、交換性放射性Cs濃度は5%以上のゼオライト施用によって低下が認められた。また、現地ほ場におけるブロッコリーの栽培試験では、処理間で交換性放射性Csに差は認められなかった。このことから、植物体への放射性Csの吸収抑制効果は、ゼオライトによる吸着よりも他の要因により成されていることが示唆された。

植物体の放射性Csの吸収抑制には、土壌中の交換性カリ含量が影響を及ぼすとされており<sup>3)</sup>、ゼオライトには交換性カリが含まれている。ポット栽培ならびに現地ほ場における試験では、ゼオライト施用により、植物体の放射性Cs濃度と栽培後土壌の交換性カリとの間に相関が認められた。特にポット栽培試験では、黒ボク土および褐色森林土の栽培前土壌の交換性カリ(K<sub>2</sub>O)含量は10mg/100 g 乾土前後であったため、ゼオライト施用に伴う交換性カリの供給により、放射性Csの吸収抑制効果がより明確に現れたと考えられた。

以上のことから、交換性カリ含量が低い土壌ほどゼオライト施用による植物体への放射性Csの吸収抑制効果が現れやすく、その原因としては、ゼオライトから供給される交換性カリによる影響を受けているものと考えられた。

#### 引用文献

1) 後藤逸男・橋本 大・近藤綾子. 2011. 土壌・天然ゼオライト・植物中におけるセシウムの挙動. 農業および園芸 86 : 976-979.

2) 福島県農林水産部. 2005. 福島県施肥基準, p.17-20.

3) Smolders, E., K. Vandenberghe and R. Merckx. 1997. Concentrations of <sup>137</sup>Cs and K in Soil Solution Predict the Plant Availability of <sup>137</sup>Cs in Soils. Environmental Science and Technology 31 : 3432-3438.

4) 山口紀子・高田裕介・林健太郎・石川 覚・倉俣正人・江口定夫・吉川省子・坂口 敦・朝田 景・和穎朗太・牧野知之・赤羽幾子・平舘俊太郎. 2012. 土壌-植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因. 農業環境技術研究所報告 31 : 75-129.