

堆肥調製時のゼオライト及びプルシアンブルー添加が 牧草への放射性セシウム移行低減に及ぼす効果

石川知浩・伊藤裕之*・吉野淳良*

(宮城県北部地方振興事務所栗原地域事務所・*宮城県畜産試験場)

Effect of the Addition of Zeolite or Prussian Blue during Composting on the Transfer of Radioactive Cesium into Grass

Tomohiro ISHIKAWA, Hiroyuki ITO * and Junryo YOSHINO *

(Miyagi Prefectural Government Northern Promotion Office Kurihara Regional Office ·

* Miyagi Prefectural Government Livestock Experimental Station)

1 はじめに

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所事故により、広い範囲で土壌や飼料作物等の多くが放射性物質に汚染され、生産活動に大きな支障を来すこととなった。粗飼料→家畜→ふん尿→堆肥→土壌→粗飼料という流れで営まれてきた循環型生産システムを、原発事故以前のように円滑に、そして、安全安心が確保された中で再び構築するために様々な技術の確立が求められている。我々は、その一つとして、放射性物質に汚染された堆肥を施用した際の、飼料作物への放射性物質の移行を低減する技術の検討を行い、いくつかの知見を得た。

2 試験方法

(1) 汚染堆肥の調製

本試験に使用した汚染堆肥は、場内ほ場で平成23年に生産調製されたオーチャードグラス(以下OG)の汚染牧草(水分率23~33%、放射性セシウム(以下RCs)濃度が原物で576~1,044Bq/kg)を乳牛ふんと混合(ふん100kgに対して汚染牧草約30kgの割合で混合)し、一部のふん牧草混合物には、放射性セシウム吸着能が高いと言われているゼオライト(以下ZL)またはプルシアンブルー(以下PB)を一定の割合で添加し、1回/週の頻度で切り返しを行い、80日間かけて製造されたものである。ZLは日東粉化工業株式会社の日東ゼオライト(陽イオン交換容量160meq/100g、K₂O含量2.2%、pH6.4)、PBは大日精化工業株式会社のアンモニウム紺青(25kg容量、NH₄Fe[Fe(CN)₆])をそれぞれ用いた。試験区ごとのこれらの資材の添加割合は、ZL添加試験においては、無添加のZL対照区、汚染牧草の10%添加したZL試験区1および30%添加したZL試験区2、一方、PB添加試験においては、無添加のPB対照区、汚染牧草の0.5%添加したPB試験区1および1.0%添加したPB試験区2である。なお、汚染堆肥の施用直前のRCs濃度は原物で382~596Bq/kgであった。

(2) 牧草の栽培試験

ZL、PB両添加試験とも、3区×3反復で、1区当

たりの栽培面積は2m×2.5mの5m²であった。平成24年9月に黒ボク土である場内試験ほ場に汚染堆肥を10t/10a施用し、OG(品種:まきばたろう)の種子を4kg/10a播種した。翌年の平成25年6~8月に1番草から3番草まで収穫し、各番草ごとにRCs濃度を測定した。RCs濃度の測定は日立アロカ製のNaIシンチレーションで行った。なお、1番草および3番草収穫後にそれぞれ土壌のRCs濃度とK₂O含量についても測定を行った。

3 試験結果及び考察

(1) 土壌のRCs濃度及びK₂O含量

1番草および3番草収穫後の土壌のRCs濃度及びK₂O含量については、表1及び表2に示すとおりである。RCs濃度については、いずれの添加試験においても、いずれの番草後においても、各区間に有意な差は見られなかった。K₂O含量については、一部区間において差が認められたが、黒ボク土において放射性セシウムの移行抑制の観点から必要とされる交換性カリウム含量の40mg/100g乾土をすべての区で大きく上回っていた。

(2) 汚染堆肥へのZL添加効果

OG各番草におけるRCs濃度については表3のとおり、1.8~6.5Bq/kg(水分80%換算)と低く、ZL無添加区と添加区との間で有意な差は認められなかったが、堆肥にZLを添加することで各番草におけるRCs濃度は低くなる傾向が見られた。1番草と3番草のRCsの移行係数は表4のとおりであり、いずれの番草においても、堆肥へのZLの添加によりRCsの移行が有意に低減されることが認められた。

RCsに高濃度に汚染された牛ふん尿に重量比で5%のZLを添加し調製した堆肥を用いてコンテナ中で栽培したイタリアンライグラスへのRCs移行について試験した結果、ZL添加によりRCs濃度が20%前後低下する傾向があることが報告されている¹⁾が、今回の我々の試験結果も同様なものであった。ZLは陽イオン交換容量が高く、しかも、1価の陽イオンの中でセシウムイオンに対する選択性が高いこと、また、ZLの結晶構造内の孔の大きさがセシウムイオンの大きさに近く、この穴にセシウムイオンが選択的に捕捉されることから、ZLのRCs吸着

能の高さが示唆されている。汚染堆肥に ZL を添加し調製することで、堆肥中の RCs が ZL に吸着され、施用後の牧草への移行が抑制されたものと思われる。

(3) 汚染堆肥への PB 添加効果

堆肥に添加した PB が OG の RCs 濃度に及ぼす影響を示したのが表 5 である。RCs 濃度自体は、2.2 ~ 5.7Bq/kg (水分 80%換算) と低かったが、2 番草において PB を 0.5 % 添加した場合、及び、3 番草において 1.0 % 添加した場合にそれぞれ、無添加の場合より RCs 濃度が有意に低下した。さらに、移行係数においては、3 番草において、PB1.0 % の添加により有意に低下することが認められた (表 6)。

PB については、その結晶構造は、Fe²⁺ と Fe³⁺ を頂点の位置に持つ立方体構造をしており、内部に 1 辺 0.5nm 程度の空隙があり、ここにセシウムイオンが選択的に吸着されると考えられている。農研機構では、土壤中 RCs の吸着に効果のある各種資材の実証試験の結果、土壤に 10 % の割合で添加された「ブルシアンブルーフロアブル 30 %」の吸着能が他の資材に比べ高かったという内容のプレスリリースを行っている²⁾。また、RCs に高濃度に汚染された牛ふん尿に重量比で 0.1 % の PB を添加し調製した堆肥を用いてコンテナ中で栽培したイタリアンライグラスへの RCs 移行について試験した結果、PB 添加により RCs 濃度が 20%前後低下する傾向があることが報告されており¹⁾、今回の我々の試験結果は、OG への汚染堆肥中の RCs 移行低減にも PB に効果があることを明らかにした。しかし、PB は内部構造にシアノ基を有しており、地下水等への溶出には留意する必要があることから、添加割合については十分検討する必要がある。

4 ま と め

RCs 濃度 500Bq/kg 前後の汚染堆肥を 10t/10a 施用した場合、堆肥調製時に ZL あるいは PB を添加することにより、OG への RCs 移行低減効果が期待される。

引 用 文 献

- 1) 天羽弘一. 2012. 放射性セシウムを含有する家畜ふん尿およびサイレージの処理について. 農研機構シンポジウム「自給飼料および畜産物への放射性物質移行とその低減技術」(2012/12/5) : 20-25.
- 2) 農業・食品産業技術総合研究機構. 2013. 放射性物質吸着資材に関する効果実証試験の結果について. 農研機構プレスリリース (2013/2/28).

表 1 1 番及び 3 番草収穫後の土壤 RCs 濃度

区 分	1 番 後	3 番 後
ZL対照区(無添加)	139.9±27.0	128.4±12.5
ZL試験区1(10%添加)	137.9±15.3	112.3±28.1
ZL試験区2(30%添加)	137.7±14.6	106.3±14.4
PB対照区(無添加)	108.5±5.3	101.0±3.7
PB試験区1(0.5%添加)	108.9±10.1	89.4±10.2
PB試験区2(1.0%添加)	100.0±6.1	97.4±17.1

※単位: Bq/kg乾土 平均±標準偏差

表 2 1 番及び 3 番草収穫後の土壤 K₂O 含

区 分	1 番 後	3 番 後
ZL対照区(無添加)	301±65	219±54
ZL試験区1(10%添加)	304±15	211±69
ZL試験区2(30%添加)	270±25	217±39
PB対照区(無添加)	223±23 ^a	209±14
PB試験区1(0.5%添加)	294±24 ^b	176±21
PB試験区2(1.0%添加)	251±19	169±26

※単位: mg/100g乾土 平均±標準偏差
※異符号間有意差あり a-b: P<0.05

表 3 OG の RCs 濃度に及ぼす堆肥添加 ZL の影響

区 分	1 番 草	2 番 草	3 番 草
ZL無添加区	4.1±2.1	4.3±0.4	6.5±1.1
ZL10%添加区	1.8±0.1 ^a	3.3±1.0	5.0±1.2
ZL30%添加区	2.2±0.1 ^b	3.1±0.6	4.1±1.1

※単位: Bq/kg 水分80%換算 平均±標準偏差
※異符号間有意差あり a-b: P<0.05
※NDは検出限界値を代入して処理

表 4 OG への RCs の移行係数に及ぼす堆肥添加 ZL の影響

区 分	1 番 草	3 番 草
ZL無添加区	0.15±0.08 ^b	0.26±0.05 ^a
ZL10%添加区	0.07±0.01 ^a	0.24±0.08
ZL30%添加区	0.08±0.01 ^c	0.19±0.06 ^b

※移行係数=OGのRCs濃度(乾物)÷土壤のRCs濃度(乾土)
※平均±標準偏差
※異符号間(同一列内)有意差あり a-b, b-c: P<0.05 a-c: P<0.01

表 5 OG の RCs 濃度に及ぼす堆肥添加 PB の影響

区 分	1 番 草	2 番 草	3 番 草
PB無添加区	2.4±0.1	3.7±0.3 ^a	5.7±0.5 ^a
PB0.5%添加区	2.2±0.3	2.6±0.3 ^b	3.9±1.3
PB1.0%添加区	2.3±0.3	2.8±0.3	3.2±0.8 ^b

※単位: Bq/kg 水分80%換算 平均±標準偏差
※異符号間(同一列内)有意差あり a-b: P<0.05
※NDは検出限界値を代入して処理

表 6 OG への RCs の移行係数に及ぼす堆肥添加 PB の影響

区 分	1 番 草	3 番 草
PB無添加区	0.11±0.01	0.28±0.03 ^a
PB0.5%添加区	0.10±0.02	0.22±0.08
PB1.0%添加区	0.11±0.02	0.17±0.05 ^c

※移行係数=OGのRCs濃度(乾物)÷土壤のRCs濃度(乾土)
※平均±標準偏差
※異符号間有意差あり a-c: P<0.01