

# 栃木県農業試験場における放射性物質対策試験研究等の概要

宮崎成生

栃木県農業試験場は、2011年3月11日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放出され拡散した放射性物質が与えた農地への影響の把握とその対策技術の開発のため、2011年から研究開発部の水稻、麦類、野菜、果樹、花き、病理昆虫、土壤環境研究室およびいちご研究所において、それぞれが扱う作物および資材等を対象に研究に取り組んだ。なお、生物工学研究室は、県農産物等モニタリング検査のマネジメント業務を土壤環境研究室とともにいった。各章の概要は以下のとおりである。

## 第1章 栃木県内農地土壤の放射性セシウム濃度分布

本県農地には稲の作付制限の対象となる土壤中放射性セシウム濃度が5000 Bq kg<sup>-1</sup>を超える地点はなかったが、北部および北西部で1000 Bq kg<sup>-1</sup>を超える地点があった。また、農林水産省調査(207地点)をもとに農業環境技術研究所により農地土壤の放射性セシウムの分布マップが作成され、15都県の調査結果とともに2012年3月23日に農林水産省から公表された。

## 第2章 水稻の放射性セシウム吸収低減化

### 第1節 カリ施用による移行低減効果

カリ増施による玄米への放射性セシウム吸収を抑制する技術を開発するため、土壤中放射性セシウム濃度が1000 Bq kg<sup>-1</sup>程度と比較的高い水田および前年に放射性セシウム濃度が50 Bq kg<sup>-1</sup>程度の玄米を生産した水田において、作付前の土壤中交換性カリ含量と施用資材(塩化カリ、大谷石粉末およびケイ酸カリ)を組合せ、土壤中交換性カリ含量の持続性を調査し、その結果として水稻の放射性セシウム濃度への影響を検討した。

多湿黒ボク土水田において、水稻移植から最高分けつ期頃まで土壤中交換性カリ含量を20 mg 100g<sup>-1</sup>以上に維持すると玄米への放射性セシウムの移行係数を0.01以下にすることを明らかにした。

### 第2節 有機物連用多湿黒ボク土水田での移行係数の経年変化

2011~2014年に農試場内有機物連用多湿黒ボク土水田

ほ場において、有機物の長期連用による土壤中交換性カリ含量と土壤から玄米への放射性セシウム移行との関係およびその経年変化を調査した。

2011年は玄米への移行係数が比較的大きく、大気経路による直接汚染の影響が大きいと考えられた。2012年には移行係数が小さくなったが、以降経年による低下は緩やかになった。また、土壤中カリ含量が水稻の生育初期に低下すると、移行係数が大きくなる場合があった。堆肥や稲わらの長期連用により土壤中交換性カリ含量が高く維持され、化学肥料のみを施用している場合や堆肥施用を中止して数年経過した場合に比べ、玄米への移行係数は小さかった。

### 第3節 カリ施用時期の違いによる移行低減効果

土壤中交換性カリ含量が8 mg100g<sup>-1</sup>と低い多湿黒ボク土水田において、放射性セシウム吸収抑制対策としてのカリ施用効果は基肥が追肥より優った。これは放射性セシウムの吸収量が多い水稻生育前半に土壤中交換性カリ含量を高めることによると考えられた。生産した稲わらを全て持ち出し、カリ無施用による水稻栽培を4年間続けた結果、玄米への移行係数は0.14と高い値となった。

### 第4節 土壤中交換性カリの維持効果を高めるカリ資材の検討

土壤中交換性カリ含量を高める効果は、最高分けつ期頃まで塩化カリおよび大谷石粉末がケイ酸カリに比べ高かった。水稻作付前の土壤中交換性カリ25 mg100g<sup>-1</sup>を目標に土壤改良し慣行施肥した場合、玄米中放射性セシウム濃度は、大谷石粉末区および塩化カリ区がケイ酸カリ区より低くなる傾向があった。

### 第5節 水管理による移行低減効果

2012年産玄米の放射性セシウムが50 Bq kg<sup>-1</sup>程度と高かった地点の土壤(多湿黒ボク土)を用い、交換性カリ含量を40 mg100g<sup>-1</sup>に調整後慣行施肥で水稻をポット栽培し、中干しの延長と早期落水を実施して、水管理による移行低減効果を検証した。湛水期間を短くすることにより、玄米の放射性セシウム濃度を低下させる傾向がみられた。収量は節水により減少する傾向があった。

## 第6節 天水田における水稻の放射性セシウム吸収

森林面積が大きい本県では、山地から平地への放射性セシウムが継続して流出し、水稻への吸収が懸念されたが、2012年の調査の結果、天水田において山地からの放射性セシウムの負荷は小さいと考えられた。20 mg100g<sup>-1</sup>程度の交換性カリ含量が確保されていれば天水田での移行係数は0.05を超えず、用水田と同等であった。

## 第3章 大豆およびそばの放射性セシウム吸収低減化カリ資材施用による移行低減効果

は種時の土壤中交換性カリ含量を大豆では30 mg 100g<sup>-1</sup>（栽培後の土壤中交換性カリ含量：20 mg 100g<sup>-1</sup>）、そばでは50 mg 100g<sup>-1</sup>（栽培後の土壤中交換性カリ含量：35 mg 100g<sup>-1</sup>）にするよう土壤改良を行うことで、大豆、そばともに移行係数をほぼ0.01以下に低減できた。一方、大豆へのカリ資材としての大谷石粉末施用では、子実放射性セシウム濃度および移行係数が高くなる場合が見られた。

## 第4章 コムギおよびオオムギへの土壤からの放射性セシウム移行

2011年10月から2012年6月に、県北部の土壤中の放射性セシウム濃度が922～1636 Bq kg<sup>-1</sup>の黒ボク土において、コムギおよびオオムギの放射性セシウムの吸収抑制に対する土壤改良資材の効果を調査した。すべての試験区において土壤中の交換性カリウム含量が23 mg 100g<sup>-1</sup>以上であり、土壤からワラおよび子実への移行係数は極めて低く、子実中の放射性セシウム濃度は4 Bq kg<sup>-1</sup>未満であった。放射性セシウム吸収抑制のためには麦作の基本である適正な土作りと施肥管理によって交換性カリ含量を一定水準（20 mg 100g<sup>-1</sup>以上）に維持することが重要であると考えられた。

## 第5章 野菜の放射性セシウム吸収低減化

### 第1節 露地野菜の放射性セシウム吸収移行抑制とニラおよびトマトの放射性セシウム汚染堆肥による影響

ホウレンソウ、ブロッコリー栽培で放射性セシウムの吸収移行抑制を図るため、ほ場にカリ、ゼオライトや大谷石粉末を投入してその効果を検討した。しかし対照のカリ慣行施用区を含め、全ての処理区で植物体の放射性セシウムは不検出またはごく微量が検出されたのみであり、効果は判然としなかった。

トマトでは自家製の堆肥や腐葉土を使用して2次育苗を実施するため、2次育苗の代替資材や育苗法を検討した。培養土は市販の「げんきくんセル100」を使用し、

塩化カルシウム、第1リン酸カリおよび硝酸カリを配合した底面給水養液を使用することで、伸長を抑制することができることを明らかにした。

放射性セシウム汚染堆肥をほ場へ投入した場合の農作物への影響について検討したが、ニラおよびトマトへの吸収移行は認められなかった。

### 第2節 放射性セシウムを含む堆肥の表面施用によるアスパラガスおよび土壤への影響

アスパラガス栽培で放射性セシウムが暫定許容値400 Bq kg<sup>-1</sup>程度の堆肥を140000 kg ha<sup>-1</sup>（県施肥基準20000 kg ha<sup>-1</sup>）と多量に表面施用した場合でも、若芽の放射性セシウムは収穫期間中0.5 Bq kg<sup>-1</sup>（新鮮あたり）未満であった。収穫終了時の土壤中放射性セシウムは、地表から5 cmまで多少高まった。

## 第6章 果樹類の放射性セシウム吸収低減化対策

ナシやブドウについて、福島第一原発事故により降下し枝幹に付着した放射性セシウムは、事故後に発生した枝や果実への移行がきわめて少なかった。放射性セシウムは、土壤表層や樹体粗皮に蓄積し、作土表面の除去ならびに粗皮削りおよびせん定により、ほ場内の放射性セシウムの除去が可能であった。クリでは、カットバックなど強いせん定により放射性セシウムの果実への移行を低減でき、せん定強度が強いほど低減効果は大きかった。

### 第7章 露地花きおよび鉢物花きの放射性セシウムを含む資材利用による影響

露地での小菊栽培において、400 Bq kg<sup>-1</sup>程度の濃度の放射性セシウムを含む堆肥を利用した場合、またシクラメン栽培において、400 Bq kg<sup>-1</sup>未満の濃度の放射性セシウムを含む腐葉土を用土資材として利用した場合、その吸収はごく微量であった。

## 第8章 イチゴでの放射性セシウム吸収低減化対策

非汚染土壤に放射性セシウムを500 Bq kg<sup>-1</sup>程度含む堆肥を2 kg m<sup>-2</sup>施用したほ場で収穫したイチゴ果実から放射性セシウムは検出されなかった。

放射性セシウムを200 Bq kg<sup>-1</sup>程度含む汚染クリプトモス培地を用いた養液栽培でのイチゴ果実への放射性セシウムの移行係数は最大で0.06であり、汚染クリプトモス培地にパーミキュライトを混合することにより、放射性セシウムの果実への移行を抑制できることが明らかとなった。また、汚染クリプトモスに体積比で5倍量の地下水をかけ流すことにより、培地中の放射性セシウムを

30%程度低減できることが明らかとなった。

放射性セシウムを 2500 Bq kg<sup>-1</sup> 程度含む土壌を用い、交換性カリの蓄積量を高 (35.1 mg100g<sup>-1</sup>)、中 (20.9 mg100g<sup>-1</sup>)、低 (14.7 mg100g<sup>-1</sup>) の 3 水準で比較したところ、放射性セシウムのイチゴ果実への移行係数は、高 0.001、中 0.002、低 0.004 であり、土壌中交換性カリ含量を高くすることにより、放射性セシウムの吸収を抑制できることが明らかとなった。

#### 第 9 章 高濃度の放射性セシウムを含む土壌でミミズを飼育した場合の体内蓄積

土壌からミミズへの放射性セシウムの移行およびミミズによる有機物分解作用が、土壌中の交換態セシウム濃度に与える影響を検討した。

放射性セシウム濃度が 5820 Bq kg<sup>-1</sup> の土壌においてミミズを飼育したところ、ミミズの放射性セシウム濃度は、飼育日数の経過とともに上昇し、調査を終了した 180 日後には 70.4 Bq kg<sup>-1</sup> あった。ミミズに含まれる放射性セシウムの総量は、180 日後には 2.53 Bq まで上昇した。これらのことから、土壌中の放射性セシウムの一部は、ミミズの体内に蓄積されることが確認された。

#### 第 10 章 果実の加工が放射性セシウム濃度に及ぼす影響

2012 年の本県産果実類の一部で放射性セシウムが検出された。加工方法による放射性セシウム濃度への影響を検討した。

梅干しの製造過程において、生梅の放射性セシウム量は梅干し 0.65 : 梅酢 0.35 に分配された。梅干しの放射性セシウム濃度 (Bq kg<sup>-1</sup>) は、生梅のセシウム濃度 (Bq kg<sup>-1</sup>) × 0.65 × (加工後の乾物率 / 加工前の乾物率) で予測できた。

梅ジャムは製造過程において、裏ごし作業のため加工後の放射性セシウム濃度が大幅に低下した。

プラム、ブルーベリー、イチゴではジャム加工後の放射性セシウム濃度は、加工前の放射性セシウム濃度 × (加工前重量 / 加工後重量) で推定できた。