

# 野菜の放射性セシウム濃度の経年変化

Secular variation of radiocesium density of vegetables

作物園芸部 齊藤誠一 小林智之  
浜地域研究所 斎藤幸平

2011年3月に発生した東日本大震災の事故に伴い放出された放射性Csが福島県の代表的な野菜（キュウリ、ブロッコリー、コマツナ、サツマイモ、エダマメ）への影響について、品目間および地域間の経年変化を検討した。主要野菜のブロッコリー、キュウリ、コマツナ、サツマイモは事故後（2011年）よりも、2年目（2012年）の放射性セシウム濃度、移行係数が低下した。エダマメの放射性セシウム濃度、移行係数は差がなかった。地域間では、郡山が2年間の減少率が大きく、相馬では小さかった。

キーワード：放射性セシウム、交換性カリ含量、経年変化

## 1 緒言

2011年3月11日の東日本大震災発生後の東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、 $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ （以下放射性セシウム）を始めとする放射性物質が広範囲に拡散した。

福島県は野菜を始め、多くの園芸品目を生産しており、事故直後、野菜に対する放射性物質の吸収移行について、知見が少なかつたため、野菜の生産、販売に対し、不安が広がった。

放射性物質は、土壌に沈着した後、経根吸収によって野菜に移行するとされている<sup>1) 3) 7) 10)</sup>。

降下、沈着した放射性セシウムは、時間の経過に伴い土壌に強く吸着し、固定され<sup>2) 4) 6) 8)</sup>、土壌からの経根吸収の程度は変化するとされている。また、同一採取地における $^{137}\text{Cs}$ の年次間の変動は、変動幅の小さいほ場と大きいほ場が認められる報告<sup>5)</sup>もある。

植物に吸収される放射性セシウムは、土壌の種類の違いによってその濃度に違いが生じると言われている<sup>9)</sup>。

野菜における放射性セシウム吸収の経年変化については、ほ場試験の知見が少ない。

そこで、2011年に農業総合センターにおいて、野菜類30品目を供試し、放射性セシウム濃度を測定した。本稿は、2011年の試験の中で放射性セシウムが比較的高い代表的な品目について、2年間の吸収、移行を比較したので報告する。

## 2 試験方法

### (1) 主要な野菜の放射性セシウムの年次間差

#### A 試験場所

試験は、農業総合センター本部（郡山市日和田町高倉字下中道116番地）の普通畑で行った。土壌型は、灰色低地土である。

#### B 供試品目および耕種概要

供試した品目は、本県の主要品目である果菜類のキュウリ、葉菜類のブロッコリー・コマツナ、豆類のエダマメ、イモ類のサツマイモの計5品目とし、代表的な品種を選定した。耕種概要は、福島県中通りの慣行に従った（表1）。

表1 供試品目、品種および耕種概要

| 品目     | 品種                            | 栽培年  | 播種<br>(月日)     | 定植<br>(月日) | 試料採取<br>(月日) |
|--------|-------------------------------|------|----------------|------------|--------------|
| ブロッコリー | ピクセル                          | 2011 | 7/29           | 8/19       | 10/25        |
|        |                               | 2012 | 3/14           | 4/24       | 6/13         |
| キュウリ   | パイロット<br>(穂木)<br>GTII<br>(台木) | 2011 | 5/6<br>(5/8)   | 6/3        | 6/28~9/5     |
|        |                               | 2012 | 5/14<br>(5/15) | 6/8        | 7/2~8/10     |
| コマツナ   | よかつた菜G                        | 2011 | 9/13           | —          | 10/17        |
|        |                               | 2012 | 9/13           | —          | 10/18        |
| サツマイモ  | ベニアズマ                         | 2011 | —              | 5/27       | 11/27        |
|        |                               | 2012 | —              | 5/17       | 10/22        |
| エダマメ   | 味太郎                           | 2011 | 5/23           | 6/10       | 8/13         |
|        |                               | 2012 | 5/8            | 5/17       | 8/14         |

### C 施肥

ほ場には土壌改良資材として、耕起前に苦土石灰を10a当たり100kg施用した。基肥については、窒素、リン酸、カリを福島県の施肥基準を参考に表2のとおり施肥した。堆肥は施用しなかった。

キュウリは、これらに加えて窒素、リン酸、カリを表3のとおり追肥した。追肥は、硝安(N 34%)、リン安(N 11%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  61%)、重炭酸カリ(カーボリッチ、 $\text{K}_2\text{O}$  46)を用い、7/1~8/30の間に、5~7日おきに計10回施用した。追肥方法は、肥料を水に溶かし、計量カップで株毎に所定の施肥量を均等に施用した。

表2 品目毎の基肥の施肥量

| 品目     | 基肥 (kg/10a) |                        |                      |
|--------|-------------|------------------------|----------------------|
|        | N           | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{K}_2\text{O}$ |
| ブロッコリー | 17.0        | 22.0                   | 17.0                 |
| キュウリ   | 24.6        | 24.6                   | 24.6                 |
| エダマメ   | 7.0         | 16.0                   | 10.0                 |
| サツマイモ  | 5.0         | 10.0                   | 10.0                 |
| コマツナ   | 10.0        | 10.0                   | 10.0                 |

表3 キュウリの追肥量

| 品目   | 追肥 (kg/10a) |                               |                  |
|------|-------------|-------------------------------|------------------|
|      | N           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| キュウリ | 29.3        | 26.6                          | 30.0             |

## (2) 放射性セシウム吸収の地域間差

### A 試験場所

試験は、農業総合センター本部（郡山市日和田町高倉字下中道 116 番地、以下郡山）及び農業総合センター浜地域研究所（相馬市成田字五郎右エ門橋 100 番地、以下相馬）の普通畑で行った。土壌型は、農業総合センター本部が灰色低地土、農業総合センター浜地域研究所が褐色森林土である。

### B 供試品目および耕種概要

品目は、葉菜類のコマツナを供試した。栽培した品種、耕種概要は、表 4 のとおりである。

表4 コマツナの品種及び耕種概要

| 試験場所       | 栽培年  | 播種<br>(月日) | 試料採取<br>(月日) |
|------------|------|------------|--------------|
| センター<br>本部 | 2011 | 9/13       | 10/17        |
|            | 2012 | 9/13       | 10/18        |
| 浜地域<br>研究所 | 2011 | 9/8        | 10/17        |
|            | 2012 | 9/12       | 11/7         |

供試品種は、よかった菜G。

### C 施肥

ほ場には、土壌改良資材として苦土石灰を 10 a 当たり 100 kg 施用した。窒素、リン酸、カリについては、福島県の施肥基準を参考に表 5 のとおり基肥を施肥した。追肥および堆肥は施用しなかった。

表5 コマツナの基肥の施肥量

| 品目   | 基肥 (kg/10a) |                               |                  |
|------|-------------|-------------------------------|------------------|
|      | N           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| コマツナ | 10.0        | 10.0                          | 10.0             |

## (3) 野菜調査及び分析方法

放射性セシウムの調査は、食品衛生法で定められた部位（可食部）を採取後、水道水で洗浄し、乾燥器（75℃）で 4～7 日間乾燥後、家庭用ミキサーで粉碎し、分析用試料として供試した。核種分析は、試料を U8 容器に充填し、Ge 半導体検出器を用いて 20,000～80,000 秒で測定した。

各品目を栽培したほ場の土壌は、野菜の収穫終了後、1 区当たり 5 株について、それぞれの株元から採取し、風乾後、よく混合した。採取位置は、各株元から 15 cm 離れた地点 5 か所について、それぞれ深さ 0～15 cm の範囲を採土した。土壌の放射性セシウム濃度は、風乾後、U8 容器に充填し、Ge 半導体検出器を用いて 10,000～20,000 秒で測定した。

土壌の交換性カリ含量は、上記の方法で採取後、風乾した土壌を用い、原子吸光度計で測定した。

## 3 試験結果および考察

### (1) 品目別の放射性セシウムの推移

#### A 1年目の放射性セシウム濃度

2011 年の栽培後における土壌の放射性セシウム濃度は、2,296～4,995Bq/kg DW であった（表 6）。各品目の 1 年目の <sup>137</sup>Cs は 12.8～30.3Bq/kg DW と低かった（図 1）。品目間ではブロッコリー、コマツナ、エダマメ、サツマイモが比較的高く、キュウリが低かった。

栽培後土壌の交換性カリ含量は、11.1～139 mg/100gDW であった（表 7）。前作の影響でブロッコリー、キュウリ、コマツナ土壌の交換性カリ含量は 39.0～139 mg/100gDW と高く、サツマイモとエダマメは、11.1～12.8 mg/100gDW と低い値であった。

#### B 2年目の放射性セシウム濃度

2012 年の栽培後における土壌の放射性セシウム濃度は、1,707～2,497Bq/kg DW に低下した（表 6）。各品目の 2 年目の <sup>137</sup>Cs は 3.6～20.9 Bq/kg DW であった（図 1）。土壌の交換性カリ含量は、12.2～80.3 mg/100gDW であった（表 7）。ブロッコリー、キュウリ、コマツナの土壌の交換性カリ含量は、20 mg/100gDW 以上であったが、サツマイモとエダマメは、ほとんど変わらずに低い値であった。

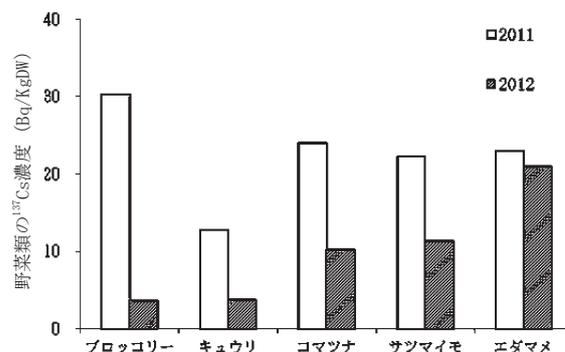
表6 野菜の栽培後土壌の放射性セシウム濃度

| 品目     | 放射性セシウム濃度<br>(Bq/kgDW) |       |
|--------|------------------------|-------|
|        | 2011年                  | 2012年 |
| ブロッコリー | 4905                   | 2232  |
| キュウリ   | 4995                   | 2497  |
| コマツナ   | 2336                   | 1707  |
| サツマイモ  | 2296                   | 2126  |
| エダマメ   | 3326                   | 1981  |

放射性セシウム濃度は、採取日で減衰補正した。

### C 2年間の放射性セシウム濃度の変化

同一ほ場で栽培した野菜類における <sup>137</sup>Cs 濃度は、いずれの品目も 2012 年が 2011 年を下回った（図 1）。

図1 2011年と2012年に生産された主要野菜の<sup>137</sup>Cs濃度

品目間では、ブロッコリー、キュウリ、コマツナ、サツマイモの順に減少率が高く、エダマメの減少率は低かった（図 2）。各品目の移行係数は、ブロッコリー、キュウリ、コ

マツナが低く、サツマイモ、エダマメが高かった。2012年の移行係数はエダマメを除いて2011年を下回った(図3)。

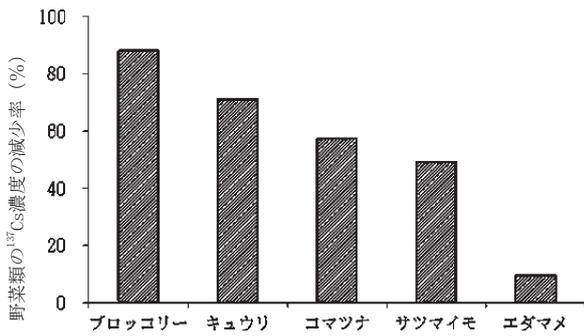


図2 2011年と2012年に生産された主要野菜の<sup>137</sup>Cs濃度の減少率(%)

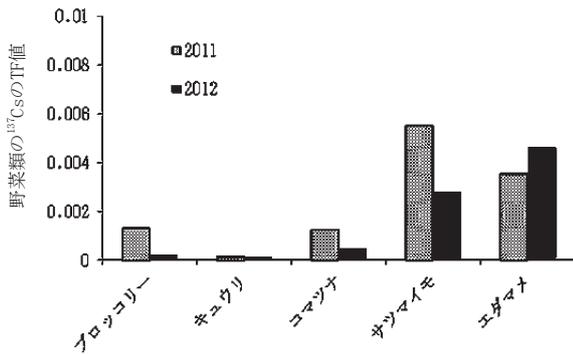


図3 2011年と2012年に生産された主要野菜の<sup>137</sup>CsのTF値

土壌の放射性セシウムは、時間の経過に伴い土壌に強く吸着され、固定されるとされており<sup>2) 4) 6) 8)</sup>、移行係数が低下したためと考えられ、3年目以降の推移について継続して検討する必要がある。

表7 野菜の栽培後土壌の交換性カリ含量

| 品目     | 交換性カリ含量 (mg/100gDW) |       |
|--------|---------------------|-------|
|        | 2011年               | 2012年 |
| ブロッコリー | 139                 | 80.3  |
| キュウリ   | 39.0                | 23.0  |
| コマツナ   | 63.3                | 27.2  |
| サツマイモ  | 12.8                | 12.9  |
| エダマメ   | 11.1                | 12.2  |

放射性セシウム濃度は、採取日で減衰補正した。

(2) 放射性セシウム吸収の地域間差

2011年の郡山における収穫終了後の土壌の放射性セシウム濃度は、2336 Bq/kg DWであった(表8)。コマツナの<sup>137</sup>Csは、24.0 Bq/kg DWであった。一方、相馬の土壌は1127Bq/kg DWであった。コマツナの<sup>137</sup>Csは、10.0 Bq/kg DWであり、郡山の方が高かった。

土壌の交換性カリ含量は、郡山が63.3 mg/100gDWであった。一方、相馬は56.2 mg/100gDWであり、どちらも高かった(表7)。

2012年の郡山における栽培後の土壌の放射性セシウム濃度は、1707 Bq/kg DWであった(表8)。コマツナの<sup>137</sup>Cs

は、10.2 Bq/kg DWであった(図4)。一方、相馬の土壌は585Bq/kg DWであった(表8)。コマツナの<sup>137</sup>Csは、6.7 Bq/kg DWであり、郡山の方が高かった(図4)。

土壌の交換性カリ含量は、郡山が27.2 mg/100gDWであった。一方、相馬は38.1 mg/100gDWであり、どちらも高かった(表7)。

郡山と相馬で栽培したコマツナの放射性セシウム濃度は、ともに2012年が2011年を下回ったが、郡山が相馬より減少率が高かった(図4、図5)。各年次の移行係数は、郡山は2年目が低くなったが、相馬は高くなった(図6)。

年次間の減少率に地域間差が見られた要因について、検討を要する。

表8 コマツナの栽培後土壌の放射性セシウム濃度

| 試験場所 | 放射性セシウム濃度 (Bq/kgDW) |       |
|------|---------------------|-------|
|      | 2011年               | 2012年 |
| 郡山   | 2336                | 1707  |
| 相馬   | 1127                | 585   |

放射性セシウム濃度は、採取日で減衰補正した

注) 郡山はセンター本部。相馬はセンター浜地域研究所。

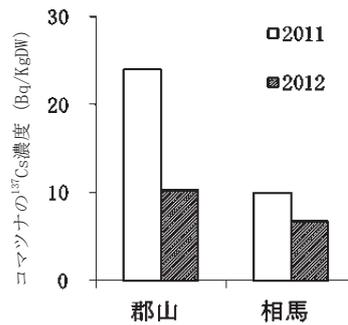


図4 2011年と2012年に生産されたコマツナの<sup>137</sup>Cs濃度

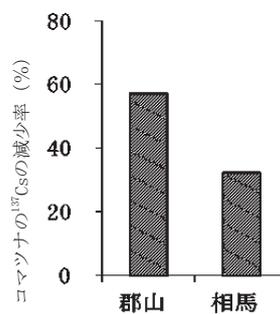


図5 2011年と2012年に生産されたコマツナの<sup>137</sup>Cs濃度の減少率(%)

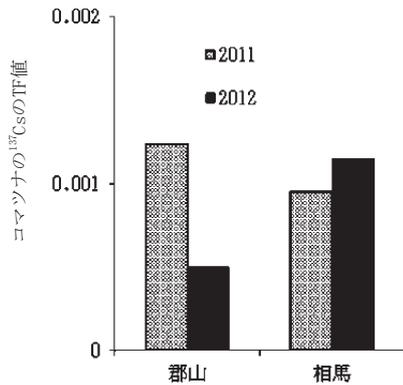
図6 2011年と2012年に生産されたコマツナの<sup>137</sup>CsのTF値

表9 コマツナの栽培後土壌の交換性カリ含量

| 試験場所 | 交換性カリ含量<br>(mg/100gDW) |       |
|------|------------------------|-------|
|      | 2011年                  | 2012年 |
| 郡山   | 63.3                   | 27.2  |
| 相馬   | 56.2                   | 38.1  |

## 謝辞

本研究を実施するにあたり、学習院大学村松康行氏、大野剛氏には、様々な助言を頂いた。放射性セシウム濃度の分析では、日本放射線安全管理学会の方々のご理解と多大なご協力を頂いた。名古屋大学柴田理尋氏、小島康明氏、小島久氏、高エネルギー加速器研究機構榎本和義氏、東京医科歯科大学能登昭雄氏、原正幸氏、東京工業大学實吉敬二氏、鹿児島大学福德康雄氏に多大なご協力を頂いたので深く感謝の意を表す。

## 引用文献

- 1) 石川奈緒・内田滋夫・田上恵子. 2007. 放射性セシウムの水田土壌への吸着挙動における粘土鉱物の影響. *Radioisotopes* 56 : 519-528.
- 2) 石川奈緒・内田滋夫・田上恵子. 2007. 放射性セシウム of 農耕地土壌への吸着・固定能について. 農業農村工学会全国大会講演要旨集 980-981.
- 3) 小林智之・常盤秀夫・加藤義明・村松康行・大野 剛. 2012. 福島県内の土壌で栽培した野菜類における放射性セシウムの移行係数. *Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity* 160-163.
- 4) 小島 懋・藤本 弘・虎谷博一・太田襄二. 1980. 2:1型粘土鉱物に固定されたセシウムの植物による吸収. *日本土壌肥料学会誌* 51 : 1-7
- 5) 駒村美佐子・津村昭人・市橋秀樹・結田康一・山崎慎一. 1995. 水田土壌から白米への移行係数. *クロスオーバー研究シンポジウム論文集* 91-104.
- 6) 駒村美佐子・津村昭人・三輪昭人・小平潔. 1997. 水田土壌中の<sup>137</sup>Csの減衰. *環境中微量物質動態専門研究会報告書* 145-148.
- 7) 落合 透・武田聖司・木村英雄. 2009. 生物圏評価のための土壌から農作物への移行係数に関するデータベース. *日本原子力研*

究開発機構.

- 8) 武田 晃・塚田祥文・高久雄一・久松俊一. 2008. 土壌に添付されたCs及びIの形態変化と植物吸収. *平成20年度環境科学技術研究所年報* 21-23
- 9) 鶴飼保雄. 2007. 植物が語る放射線の表と裏. 培風館, 東京.
- 10) 内田滋夫・住谷みさ子・横須賀節子・大桃洋一郎. 1987. 放射性核種の経根吸収経路による農作物への移行 - 放射性セシウムおよびストロンチウム. *RADIOISOTOPES* 36 : 575-580.