

## 養殖ヒトエグサ乾燥品の放射性セシウム濃度（短報）

成田 薫

### Radioactive Cesium Concentrations in Dried Product of Cultured Green Alga *Monostroma nitidum* (Short Paper)

Kaoru NARITA

東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質の影響により、福島県の農林水産業は甚大な被害を受けている。福島県相馬市松川浦（以下、松川浦）においては、アサリやヒトエグサ等の養殖業が行われてきたが、休業を余儀なくされている。

養殖ヒトエグサは漁業者の自家加工による乾燥品を主たる出荷形態としており、放射性物質の乾燥濃縮による濃度上昇と製造工程での混入が懸念される。操業再開にはこれらの把握と低減策及び加工場・製品管理の手法の検討が不可欠となる。そこで自家加工場における個別の問題点や混入リスクを想定し、複数の加工場においてヒトエグサ乾燥品を製造し、その放射性セシウム濃度を把握した。また、原料ノリの摘取りから乾燥品に至るまでの製造工程で水分量の減少による乾燥濃縮の度合いとともに想定される混入物の放射性セシウム濃度を把握した。

2013～2015 年のヒトエグサ漁期に松川浦の自家加工場でヒトエグサ乾燥品を製造した。原料ノリの摘取り、加工は漁業者が通常の方法で行い、図 1 に示す製造工程から原料ノリ及び脱水後、乾燥品を試料として採取した。試料は 1L マリネリ容器に充填して 1 検体とし、ゲルマニウム半導体検出器により  $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  濃度を測定した。測定時間は、2,000～10,000 秒とした。この場合の検出限界濃度は、セシウム合計値で概ね 3～1.5Bq/kg で、本報告では放射性物質濃度について対象核種を検出した場合はその測定値、検出限界未満のものは N.D とした。平均値を求める等の数値処理は、便宜上、対象核種を検出した場合はその測定値、N.D は検出限界濃度の 1/2 を濃度の値として取り扱った。

各工程における放射性セシウム濃度の測定結果を表 1 に示す。乾燥品の放射性セシウム濃度の最大値は、2013 年の 186Bq/kg であった。この試験で試作した検体のうち食品衛生法の基準値（以下、基準値）である 100Bq/kg を上回るものは、2013 年実施分で 28 検体中 3 検体、2014 年、2015 年については、それぞれ 21 検体中 0 検体、33 検体中 0 検体であった。原料ノリ、脱水後の検体についてセシウム濃度の最大値は、実施した 3 ヶ年のうち 2013 年に検出され、原料ノリは 23.5Bq/kg、脱水後のもので 39.3Bq/kg であった。



※ 試料採取を行った工程

図 1 乾燥品の製造工程  
(原料～乾燥まで)

表1 ヒトエグサ乾燥品製造工程における放射性セシウム濃度 ( $^{134}\text{Cs} \cdot ^{137}\text{Cs}$  合計値)

	2013年					2014年					2015年				
	N	100Bq< 検体数	最大値	最小値	平均	N	100Bq< 検体数	最大値	最小値	平均	N	100Bq< 検体数	最大値	最小値	平均
原料ノリ	31	0	23.5	N.D < 1.72	4.06	26	0	4.39	N.D < 2.35	2.11	18	0	3.83	0.56	1.52
脱水後	31	0	39.3	1.90	8.36	27	0	8.28	0.85	3.85	20	0	6.41	0.74	2.91
乾燥品	28	3	186	19.3	56.4	21	0	99.3	16.6	44.0	33	0	68.7	7.54	26.9
実施加工場数	2					6					6				

年毎の経時的な変化を図2に示す。原料ノリ～乾燥品に至るまでいずれもセシウム濃度は低下傾向がみられる。また、2013年に乾燥品でみられた基準値を超えた値は、2014、2015年とも出現していない。乾燥品について、各年のセシウム濃度の中央値前後25%をみると2013、2014年に大きな変化はないが、2015年は低下し、20.3～33.2Bq/kgとなった。

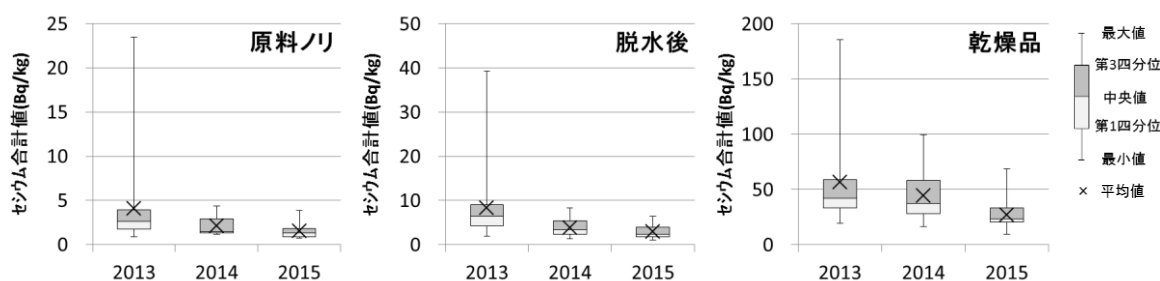


図2 ヒトエグサ乾燥品製造工程における放射性セシウム濃度の経時的な変化(2013～2015年)

各工程における水分量の測定結果を表2に示す。原料ノリの水分量は、平均で約88%、脱水後は、平均で約82%、乾燥品は約15%であった。工程前後の水分量の減少による濃縮の倍率を各工程の水分量の平均をもとに濃縮係数として求めた。なお、乾燥工程については出荷規格を考慮して乾燥品の水分量を16%とした。原料の脱水工程による濃縮係数は1.50倍、脱水後のノリの乾燥工程による濃縮係数は4.67倍となった。これにより原料ノリ～乾燥品まで通した濃縮係数は約7倍で、2015年時点の原料ノリの実測値から乾燥品のセシウム濃度(理論値)を求めると、表1の平均値で約11Bq/kg、最大値で約27Bq/kgと試算された。このことから基準値を超えない乾燥品の製造について原料ノリのセシウム濃度は支障がなく、2015年以降は原料として問題ない値であると考えられる。一方、実測値と理論値の差は、平均値の比較で約17Bq/kg、最大値の比較で約42Bq/kg、実測値の方が高く、これらは加工時の混入等、乾燥濃縮以外の要因が示唆された。

表2 ヒトエグサ乾燥品製造工程における水分量

工程	平均	値の範囲	濃縮係数*	備考
原料ノリ	87.6%	85.7～90.0%	-	-
脱水後	81.7%	78.6～85.0%	1.50	88%→82%
乾燥品	14.5%	10.7～18.8%	4.67	82%→16% 出荷規格17%未満

$$* \text{濃縮係数} = \frac{100 - (\text{工程後の水分量})}{100 - (\text{工程前の水分量})}$$

原料ノリの収穫時及び加工時に混入する雑海藻等や加工施設内のチリについて放射性セシウム濃度の測定結果を表3に示す。原料ノリの収穫時の混入物としてアマモ等植物片は21Bq/kg、フクロノリ等藻類は8.4Bq/kg、浮泥は92Bq/kgであった。特に浮泥の値が高く注意が必要と考えられた。また、加工時については、施設内のチリが2,300Bq/kgと高濃度であり、乾燥品に混入する

ことで濃度上昇させる主要因と考えられた。

表3 ヒトエグサ乾燥品製造工程における混入物の放射性セシウム濃度

種類	原料ノリ収穫時			加工時
	アマモ等植物片	浮泥 (砂泥と珪藻類の混合物)	フクロノリ等藻類	チリ
放射性セシウム濃度 ( <sup>137</sup> Cs+ <sup>134</sup> Cs)	21 Bq/kg 湿 H26.5採集	92 Bq/kg 湿 H27.4採集	8.4 Bq/kg 湿 H26.5採集	2,300 Bq/kg 湿 H27.5採集
備考	・漁期中全般 ・表層に浮いて漁場を漂流	・漁期後半(4月以降)に出現 ・表層に浮いて漁場を漂流	・漁期中全般 ・漁場周辺やノリ網に繁茂(雑藻)	・乾燥場そばの作業スペースで採取 ・軽いホコリが主体。ほか落ち葉等

自家加工場における混入物によるセシウム濃度上昇を把握するため、2加工場を一組にして同一原料で乾燥品を複数回製造し、乾燥品(水分量16%)の放射性セシウム濃度を比較した(図3)。加工場A、Bの組では、乾燥品のセシウム濃度は、加工場Aで7.21~29.9Bq/kg、加工場Bで19.8~35.9Bq/kgであった。全ての回でセシウム濃度は加工場Bのほうが高く、その差は0.03~15Bq/kgであった。加工場C、Dの組では、乾燥品のセシウム濃度は、加工場Cで17.7~29.0Bq/kg、加工場Dで23.3~68.1Bq/kgであった。全ての回でセシウム濃度は加工場Dのほうが高く、その差は0.9~45Bq/kgであった。試験を行った2組とも全ての試験回で一方の加工場が他方の加工場より高い濃度の加工品を作る結果となった。同一原料を用いているため、これらの差は各加工場における混入物に起因するものと考えられた。

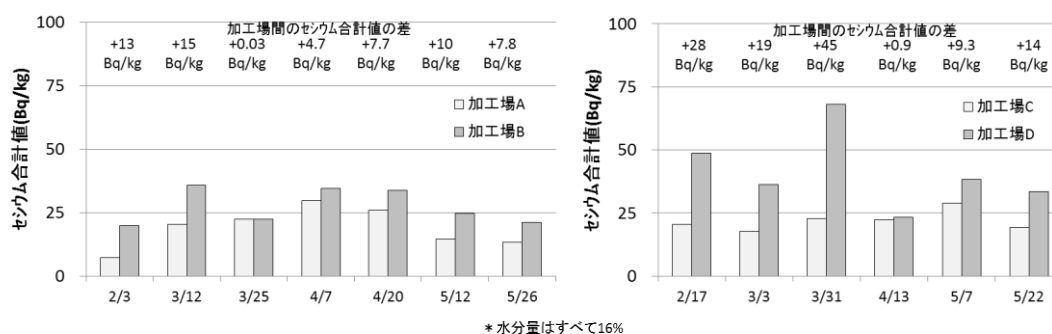


図3 同一原料を用いたヒトエグサ乾燥品の加工場間での放射性セシウム濃度の比較(2015年)

松川浦の養殖ヒトエグサ乾燥品の製造にあたり、2015年現在、原料ノリの段階においては、セシウム濃度の面で大きな問題がないことを確認した。一方、製造工程において、加工場のチリは濃度上昇の主要因になり得ることが示唆された。今後、操業再開にあたり、安定的に基準値を満たすヒトエグサ乾燥品を製造するため、従前の加工場については除染等の技術導入、効果検証と清浄な環境の維持管理が課題になる。また、生産者の高齢化等も踏まえ、作業の協働化や加工施設の集約など、将来のヒトエグサ生産管理、出荷体制を見直す余地があると考えられる。

## 謝 辞

本報告にあたり、試料の提供とヒトエグサ乾燥品の製造工程において的確な助言をいただいた相馬双葉漁業協同組合の太田雄彦氏と同組合員の諸氏には、記して謝意を表します。

## 文 献

- 1) 神山享一：平成24年事業概要報告書、94-95(2013)