

報 告

ワカサギの釜茹でによる放射性セシウムの除去効果

脇本忠明¹⁾、戸田弘美²⁾、西野英二³⁾、戸田 廣⁴⁾、薄井征記⁵⁾

- 1) 愛媛大学名誉教授 (〒790-0905 愛媛県松山市樽味四丁目 15-19.)
- 2) (株)出羽屋常務取締役 (〒300-0135 茨城県かすみがうら市加茂 3385.)
- 3)(株)IRI 放射能検査サービス 代表 (〒386-0603 長野県小県郡長和町古町 38-1)
- 4)(株)出羽屋代表取締役社長 (〒300-0135 茨城県かすみがうら市加茂 3385.)
- 5)霞ヶ浦漁業共同組合 組合長 (〒311-3512 茨城県行方市玉造甲 125-8)

Examination of the Radioactivity Cesium Removal in Wakasagi by Boiling in an Iron Pot

Tadaaki WAKIMOTO¹⁾, Hiromi TODA²⁾, Eiji NISHINO³⁾, Hiroshi TODA⁴⁾, Seiki USUI⁵⁾

- 1) Ehime University, Professor emeritus (4-15-19 Tarumi, Matsuyama, Ehime 790-0905 Japan)
- 2),4) Dewaya(Co) (3385 Kamo, Kasumigaura, Ibaraki 300-0135 Japan)
- 3) Radioactivity Inspection Service(Co) (38-1 Furumati, Nagawamachi, Chiisagata, Nagano 386-0603 Japan)
- 5) Kasumigaura Shore Fishing Industry Cooperative Association (125-8 Tamatsukuri kou, Namegata, Ibaraki 311-3512 Japan)

Summary

We studied removal of radioactive cesium from Wakasagi collected in Kasumigaura Shore. The radioactivity of cesium in Wakasagi exists in he muscle mainly. The radioactivity of cesium in Wakasagi of Kasumigaura Shore is currently decreasing to the density to about 40 Bq/kg, and it was able to decrease to the level of 6.6~20.4Bq/kg by extracting with the water.

Key Words : セシウム 134、セシウム137、ワカサギ、佃煮、煮干し、除洗効果、霞ヶ浦

1. はじめに

2011年3月11日、東日本大震災が発生し、それに伴って、福島第一原子力発電所は地震と津波により大きな被害を受けた。その結果、多量の放射性元素が放出され、原子力発電所の事故としては未曾有の大事故となった。今回取り上げた霞ヶ浦湖は、その福島県の南西部で栃木県を挟んで位置しており、直接放射性物質が襲ったという地域ではない。しかし、茨城県では、2011年6月から霞ヶ浦西湖と北湖について湖に生息するワカサギ、シラウオ、コイ、ゲンゴロウブナ、ギンブナ、アメリカナマズ、ウナギ、テナガエビという当地の特産「水産物」について放射性セシウムの汚染状況を調査している¹⁾。2012年5月31日までの1年間の調査結果から、ワカサギについては、西湖も北湖も同じ傾向で減少していることが確認された。ワカサギの場合、2011年6月の時点では、80~90 Bq/kg あったものが、2012年3,4月には40~50 Bq/kg 以下がっている。シラウオも同様の傾向を示しているが、コイ、アメリカナマズは湖内の地点により大きな濃度差が認められ、

セシウム濃度は次第に蓄積していることが確認された。このことは、霞ヶ浦に投入される放射性物質が局所的な汚染経路を持つことが予想される。その原因は、おそらく霞ヶ浦に流入する河川によってもたらされる近隣の山林からの浸出水によるものと考えられる。このような汚染の状況が県の調査で報告され、霞ヶ浦の水産物を食品に加工している各種の業者は、そのセシウム汚染魚を原料として使えるかどうか深刻な課題が生じた。

国の基準値は²⁾、2012年4月から一般食品は「100 Bq/kg」ということになったので、当面霞ヶ浦の水産物は大部分が安全圏内と言うことにはなったが、消費者、とくに、スーパー・マーケットのような販売店では、「100 Bq/kg 付近の魚介類は売れない、50 Bq/kg 以下にしてほしい」と要望し、それが、さらに、厳しく 25 Bq/kg 未満にせよとの要望が出るに至った。これに対して、霞ヶ浦周辺の水産食品製造業者は、その要望には対応困難と放棄寸前の状況まで追い込まれた。

このような背景の中で、これまで長年「ワカサギの煮干し」

の製造を続けてきた出羽屋（株）の研究メンバーが放射性セシウムの低減の取り組みを始めた。そこで、著者らは環境汚染の観点から協力を依頼され、放射性セシウムの低減、あるいは除去の検討をする事になった。放射性セシウムは、ナトリウム、カリウムと同じアルカリ金属族で、カリウムの挙動を参考に霞ヶ浦の魚介類中のセシウム汚染の低減方法について検討した。

依頼があった2012年4月15日から7月21までのワカサギ解禁日までを検討期間として、当面の課題を「30 Bq/kg以下のワカサギの製品を作り出す。」ことを目標に、従来の出羽屋での「煮干し」の製法をもとに各操作段階の条件について放射性セシウムの濃度変化を検討した。

ここでは、ワカサギの試験結果がほぼ目的的の課題を克服出来たのでその検討条件について、経験的ではあるが放射能を低減できたので報告する。表示するセシウム値は、Cs134とCs137の合量とした。

2. 方法

煮干し製造工程でのセシウム除去試験方法は、出羽屋（株）のワカサギ「煮干し」の製造工程を基に検討した。その概要を示すと、①捕獲されたワカサギは、まず水洗いをして、②12個の釜に分けて塩茹でする。③それをそのまま乾燥したものが「煮干し」である。

この工程について、今回検討したのは、①捕獲時の原料のセシウムを測定すること。②水洗いをして30秒から1分程度ボイルした後の材料のセシウムを測定する。③最後に、乾燥して「煮干し」のセシウムを測定する。という三段階の工程でのセシウム除去率を求め、最終的に商品価値があるレベルにまでセシウム濃度を下げることが出来るかどうかを検討した。

3. 結果と考察

(1) ワカサギ解禁までの検討結果

1) ワカサギの部位別セシウム分布

ワカサギのセシウム汚染の実態を確認するために、2011年に捕獲冷凍保存していたワカサギを使用して、頭部・エラを除去した可食部だけとホールボディを比較してみた。エラを除去する理由は、水中の土壤粒子に付着したセシウムが汚染源にならないかという危惧があったからである。しかし、検討した数十匹の可食部ワカサギの残留セシウム含量は、85.5%という結果であった。2011年のワカサギのホールボディ値は、191.6 Bq/kgと非常に高い値であった。このことより、ワカサギの主たるセシウム汚染は、エラや体皮に付着しているものではなく、体内（とくに筋肉）、それもカリウムと同様にエサから取り込まれて、体内の体細胞に含有されているものと予想された。そこで今後のセシウム除去方法は、魚体内からカリウムイオンを取り出す方法を想定して、セシ

ウムを少しでも除去する方法を検討することとした。

2) 塩茹で用いる釜の検討

出羽屋（株）では、塩茹で用いる釜に「丸釜」と「角釜」の2種類の釜を使用している。通常は「丸釜」で製造してきたが、今回はこの二つの釜について検討した。

2012年6月27日、茨城県が試験操業として捕獲したワカサギを提供して頂き、2種類の釜で塩茹で時のセシウム濃度をしらべた。その結果をTable 1に示した。

Table 1 丸釜と角釜のセシウム除去率の比較

	生魚 (Bq/kg)	煮干し (Bq/kg)	Cs 除去率 (%)
丸釜	43.5	26.5	39.0
角釜	43.5	13.8	68.3

丸釜と角釜の2種類の釜での茹で方にについて、丸釜は、釜の中でワカサギが「踊る」状態で茹でることになるのに対して、角釜では、ワカサギを整然と並べて茹でることにより「踊る」ことがない特徴がある。それがセシウムの除去にどのように作用するのかは不明であるが、結果から、角釜を使用することでかなりセシウムを除去できることを突き止めた。ただ、試験操業のため、試験回数が限られ、再現性があるかどうかはこの段階では確定出来ない。

3) 塩茹で工程でのセシウム除去率

さらに、茨城県の試験操業のワカサギの一部を使わせて頂き、上記の角釜による製造方法でワカサギの「煮干し」製造を実施した。その結果をTable. 2に示す。

Table.2 煮干し製造でのセシウム除去率(%)

原料	生魚 (Bq/kg)	煮干し (Bq/kg)	Cs 除去率 %
沖宿沖 7/9	31.8	8.1	74.5
沖宿沖 7/9	29.6	9.9	66.6

2012年7月9日に2回茨城県が試験操業したワカサギ各約1kgを用いて「煮干し」を2回製造した。その結果、セシウム除去率は60~75%で、製品中のセシウム濃度は10 Bq/kg以下になることが確認された。

(2) ワカサギ解禁前までの試験結果の考察

2012年4月15日より放射性セシウムの除去試験を開始し、7月21日のワカサギ解禁日までに目的の30 Bq/kg以下にな

る方法を検討したので、その結果を考察した。

- ① ワカサギのセシウム汚染は、体細胞に含有され、その侵入経路は80%程度はエサから来ることが予測できた。
 - ② ワカサギの体内からセシウムを除去するには、「角釜」が有効であることを確認した。
 - ③ ここでは示していないが、これまでの「煮干し」製造には、「茹で汁」は何回も流用していたのを、毎回1回きりにすることにより、二次汚染を防ぐ事にした。
- 以上の3点を注意深く実施することにより、ワカサギをほぼ30 Bq/kg 以下に出来ることが確認された。

2012年7月21日、ワカサギ漁が解禁となり、霞ヶ浦の各地点で捕獲されたワカサギは直ちに生魚のままセシウム値を測定し、セシウム濃度が40 Bq/kg 前後のものについて、上記の手法で「煮干し」の製造に着手した。2012年7月の時点では、霞ヶ浦のワカサギのセシウム濃度は、ほぼ40 Bq/kg 前後に収束しており、目標通りのセシウム量に低減した「煮干し」の製造が可能になった。その結果を以下に記載する。

(3) ワカサギ解禁後のセシウム除去結果

7月21日、ワカサギ解禁日に捕獲されたワカサギを煮干しにした。捕獲されたワカサギの生魚の放射性セシウム(Cs134、Cs137の合量)は、15.1~26.8 Bq/kg の範囲であった。これを混合して、1ロット(1釜)ごとに測定した結果をTable 3に示した。今回は2個の釜で10回操業した。

Table 3 7月21日捕獲ワカサギの煮干中セシウム(Bq/kg)

	Cs134 (Bq/kg)	Cs137 (Bq/kg)	Total Cs (Bq/kg)	検出限界 (Bq/kg)
1.	3.4	4.8	8.3	3.9
2.	5.3	10.1	15.4	3.8
3.	9.0	11.4	20.4	3.8
4.	3.9	6.9	10.7	3.7
5.	3.0	3.7	6.6	3.8
6.	7.1	10.2	17.3	3.9
7.	6.8	10.0	16.8	4.0
8.	6.0	7.3	13.3	4.0
9.	9.9	12.0	21.9	4.0
10.	7.9	8.6	16.5	4.0

原料のワカサギは今回30 Bq/kg 前後であったため、煮干しの残留放射性セシウム濃度はほぼ20 Bq/kg 以下に押さえることが出来た。2011年から1年4ヶ月の間にセシウムは次第に湖底に沈積し、浮遊漁であるワカサギへの影響は小さくなっていることが伺えた。

解禁前から8月31日までワカサギの煮干しの測定結果を

Table 4とTable 5 にまとめた。

Table 4 ワカサギ漁解禁日前までの条件検討(生魚データ)

実施時期	実験条件	総Cs値(Bq/kg)
6月14日	水洗後セシウム測定	42.1
6月27日	水洗後セシウム測定	43.5
7月9日	水洗後セシウム測定	29.6
7月21日	水洗後セシウム測定	15.1~26.8 (平均22.6)

Table 5 ワカサギ解禁7,8月の「煮干し」データ

操業月 (17回)	実験条件	結果 総Cs値
7月	①捕獲場所 霞ヶ浦 (西浦 牛渡沖)	(Bq/kg) 6.6~20.4
	②使用釜 角釜	平均13.2
	③処理量 80kg/釜	
8月	④茹で水 地下水+食塩	(Bq/kg) 10.1~20.4
	⑤処理温度 沸騰水(約100°C)	
	⑥処理時間 投入後20分	平均14.8

7,8月の2ヶ月間で計17回の操業をし、Table 5 に示すような良好な結果を得ることが出来た。

4. 謝辞

本試験実施に際し、茨城県水産試験場の水産物理利用加工部長の岡本成司氏、茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所所長太田牧人氏のご協力に心より感謝申し上げます。そして、放射能汚染で窮地に立っていた霞ヶ浦の佃煮業者方々の精神的支援をしてくださったGLAの高橋佳子氏に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 厚労省公表資料:「霞ヶ浦の水産物中のセシウムの放射能濃度(2012/5/31)公表分まで」
- 2) 厚生労働省医薬食品局食品部 食安発0315第1号、平成24年3月15日通達資料

2013年3月25日受付

2013年5月15日受理

和文要約

霞ヶ浦に生息するワカサギの体内から放射性セシウムを除去する方法について検討した結果、セシウムは主にワカサギの筋肉に存在し、それは水によって効果的に抽出除去できることが確認された。この理由は放射性セシウムがカリウムと化学的に類似した性質を持っているためであると考えた。現在の霞ヶ浦のワカサギのセシウム濃度は約 40 ベクレル／キログラムまで減少しているので、今回的方法で放射性セシウム濃度をさらに 6.6～20.6 ベクレル／キログラムまで低減することができた。