

# 東日本大震災と 放射能の影響解明

— 水産業の復興に向けた調査研究 —

2013年  
**2月20日** 水曜日  
**10:45~16:00**  
(受付開始 10:15)

**イイノホール**  
東京都千代田区内幸町2-1-1

## ごあいさつ



本日は、独立行政法人水産総合研究センターの成果発表会にお越しいただき、誠にありがとうございます。

私たち水産総合研究センターは、水産基本法の基本理念である「水産物の安定供給の確保」と「水産業の健全な発展」に科学・技術の面から貢献するため、調査・研究・技術開発に全力で取り組んでおります。

これらの成果を分かりやすく伝えることも重要な使命として、種々の講演会やセミナー、シンポジウム等を行っており、そのひとつとして水産関係者をはじめ一般の皆様も対象にした成果発表会を毎年開催しております。

第10回となる今回は、「東日本大震災と放射能の影響解明－水産業の復興に向けた調査研究－」をテーマといたしました。

東北地方を中心に未曾有の被害をもたらした東日本大震災の発生から2年の月日が流れようとしています。あらためて言うまでもなく、被害にあった地域は日本における沿岸、沖合、遠洋漁業において重要な役割を担うとともに水産の加工流通においても中核であり、養殖業も重要な地位を占めるなど水産業が盛んな地域です。これらの機能の多くが地震や津波で大きな被害を受けるとともに、原発事故による大きな影響を受けています。当センターにおいても東北地方の水産業の復興・再生に向けて研究開発の面から貢献するため、「水産業復興・再生のための調査研究開発推進本部」及び「現地推進本部」を設置し活動してまいりました。本日は放射能問題を中心に当センターがこれまで行ってきた東日本大震災に関する研究開発の取り組みと今後の展開について、ご紹介します。このことが少しでも復興のお役に立てば幸いです。

今後ともみなさまとのコミュニケーションを大切に、水産に関する調査・研究・技術開発を積極的に行って参りますので、よりいっそうのご理解とご支援を下さいますようお願い申し上げます。

平成25年2月20日  
独立行政法人水産総合研究センター  
理事長 松里 壽彦

# プログラム

<b>1</b>	開 会	10:15
<b>2</b>	理事長挨拶	
<b>3</b>	はじめに －水研センターの震災復興への取り組み－ 水産総合研究センター理事 和田 時夫	10:55
<b>4</b>	講 演	
	<b>1) 海産生物の放射能のこれまでとこれから</b> 中央水産研究所 海洋・生態系研究センター 渡邊 朝生	11:10
	( 昼休み 12:00～13:00 )	
	<b>2) 海洋環境への放射性物質の拡散状況</b> －水と泥にどう拡がったか－ 中央水産研究所 海洋・生態系研究センター 小笠 恒夫	13:00
	<b>3) 海産魚の生態と放射性物質の取り込み</b> －ヒラメとマダラー－ 東北区水産研究所 資源生産部 栗田 豊	13:30
	<b>4) 淡水魚類の放射性物質の取り込み状況</b> 増養殖研究所 内水面研究部 山本祥一郎	14:00
	( 休 憩 14:30～14:45 )	
	<b>5) 地震・津波が海洋環境と水産資源に与えた影響</b> 東北区水産研究所 資源海洋部 山田 陽巳	14:45
<b>5</b>	総合質疑	15:30
<b>6</b>	閉 会	15:45

# はじめに —水研センターの震災復興への取り組み—



水産総合研究センター理事 和田時夫

2011年3月11日の東日本大震災は千年に一度ともいわれる未曾有のものであり、とりわけ海洋生態系や水産業が大きな打撃を受けた。水産総合研究センター（水研センター）は、大震災の発生直後から、水産業の被害状況の把握、水産生物や漁場環境への影響の解明、水産業の復旧・復興へ向けた調査研究に全力をあげて取り組んできた。ここでは、個別の具体的な取り組みや成果の報告に先立ち、水研センターによる震災復興へ向けた取り組みの全体像をご紹介します。

## 1. 対応体制

大震災の発生に対応して、水研センターでは、まず被災地域に勤務する職員およびその家族の安否確認を進める一方、水産庁に協力して被災地への緊急支援物資の輸送支援に取り組んだ。これと並行して、被災地に所在する当センターの施設や県の水産試験研究施設、大学等の被災状況の把握に努め、当面必要となる調査研究の準備を行った。

大震災への対応は、分野横断的な調査研究にとどまらず、調査船や庶務・広報などの研究支援部門を動員した統合的な活動である。このため、水研センター本部（横浜）に理事長をヘッドとする「水産業復興・再生のための調査研究開発推進本部」、東北区水産研究所（塩釜）に「現地推進本部」を設置し、被災地域の試験研究機関や行政部局、水産庁と連携して対応を進めてきた。

## 2. 取り組みの経過と概要

大震災の発生直後は、水産関連施設の被害状況の把握や放射能調査をはじめとする緊急に対処が必要な事項への対応を中心に取り組んだ。その後は、地震や津波が水産業や水産生物、漁場環境に及ぼした影響の評価・解明を進めてきた。そして最近では、水産に関する総合的な研究開発機関である水研センターの機能を発揮して、被災地域の水産業の復興を支援する取り組みに重点を移しつつある。

水研センターの取り組みの柱は、①大震災が漁場環境及び海洋生態系や水産資源に及ぼした影響の評価と回復過程のモニタリング、②被災地の水産業の復旧・復興への科学・

技術的側面からの支援、③東京電力福島第一原子力発電所事故にともなう水産生物や漁場環境の放射能汚染調査と海洋生態系や水産生物中の放射性物質の挙動、の3つである。

### ①漁場環境や水産資源への影響評価とモニタリング：

今回の地震による地殻変動で沿岸域を中心に海底が広範囲にわたり沈下した。また、津波により沿岸の藻場や干潟が壊滅的な影響を受けるとともに、大量のガレキが海底に沈積した。このため、水産資源の分布や再生産にも影響が及ぶことが懸念された。一方、被災地の試験研究機関も調査船を含めて大きな被害を受けており、調査体制の再建も大きな課題であった。

水研センターは被災県の試験研究機関と連絡・調整しながら調査体制を再構築し、大震災後も途切れることなく定常的な海洋観測や水産資源調査を実施して、調査結果を関係の漁業者や行政部局に提供してきた。また、漁業調査船を喪失した福島県からの要請に応じて、当センターの漁業調査船こたか丸（59総トン）を派遣している。さらに、仙台湾をはじめとする沿岸域の詳細な調査を行い、藻場や干潟、貝やウニなどの水産生物に対する大震災の直接的な影響を評価するとともに、その後の漁場環境や水産生物の分布状態の変化を追跡調査している。現在、福島県地先水域は原発事故の影響で北部の一部魚種をのぞいて休漁を余儀なくされている。休漁中の水産資源の変化を把握し、漁業再開後の持続的な資源利用へ向けて適切な科学的助言ができるよう準備しておくことも重要な課題である。

### ②水産業の復興・再生：

水産業は東北地方の基幹産業の1つであり、大震災からの復興を進める上で、水産業の復興・再生が要となる。このため、一日も早い漁業や養殖業の再開が期待された。水研センターは、大震災直後の緊急対応として、水産庁や被災県の行政部局に協力して、漁港施設をはじめとする水産業関連の被害状況やガレキの沈積状況の調査を行った。また、サケマスふ化施設の被害状況の調査を行い、秋の親魚の回帰に間に合うよう施設の再建へ向けた技術的な支援を行ったほか、三陸沖でのかつお釣漁業の活餌の確保のためのまき網漁業の技術開発を行った。さらに、被害を受けた

種苗生産施設に代わり、ヒラメやアワビの放流種苗の生産やカキ養殖の種苗の確保への協力、効果的な沈積ガレキ撤去のための手法開発などを行った。

現在は、農林水産省のプロジェクトの一環として、被災地域の関係機関や漁業団体、大学等とも連携して、各種の先端技術を活用して水産加工・流通も含めた水産業の復興・再生を支援するための取り組みを進めている。また、災害に強い漁港や漁港施設の再建のため、設計基準の見直しに関する調査研究も行っている。

### ③放射能対応：

水研センターは、1954年のビキニ・エトウィック環礁における核実験にともなうマグロ類の放射能汚染問題に取り組んで以来、一貫してわが国周辺の魚介類や漁場環境の放射能レベルのモニタリングを実施してきた。今回の原発事故に当たっては、水産庁の指示の下、発生直後から東北海域をはじめとして魚介類や漁場環境の放射能レベルのモニタリングを大幅に強化する一方、これまでの経験を活かして、厚生労働省の指示の下に、地方自治体を実施する水産物の食品としての安全確保のための放射能検査に協力し、技術指導を行うとともに、沖合域の魚類を中心に地方自治体の手の回らない部分について放射能検査を担当した。これらの対応に加えて、現在は、関係県の試験研究機関や大学等とも連携し、河川や湖沼も含めた生態系や水産物の体内における放射性物質の動態の解明にも取り組んでいる。

以上のようなモニタリングの継続や調査研究を通じて、

時間の経過にともなう漁場環境や水産生物中の放射能レベルの変化の過程や見通し、一部の水産生物の放射能レベルが下がりにくい理由などについて科学的な情報を提供するとともに、水産生物放射能レベルを人為的に低減させる技術の開発にも取り組んで参りたい。

## 3. 成果の記録と公表

地方自治体に協力して実施した水産物の放射能レベルの検査結果は、関係自治体に提供するとともに水産庁のホームページで公表し、各地での水産生物の出荷規制や解除に活用された。その他の調査研究の成果についても、随時、水産庁や被災地域の行政部局、漁業関係者に提供し、各種の対策の立案や方針の決定などに利用いただいている。さらに、報告書や論文などにまとめて、水産庁をはじめとする政府機関に報告するとともに、当センターのホームページや学会などで公表している。また、当センターが主催する成果発表会や学会が開催するシンポジウムなどを通じて広く情報提供に努めている。この成果発表会では、放射能関連や漁場環境並びに水産資源関連の調査研究を中心に取り組み状況の詳細と成果をご紹介するが、本日、詳しくご紹介ができなかった水産業の復興・再生関連の話題を含め、今後も水研センターの大震災関連の取り組みや成果について、折に触れてご報告、ご紹介して参りたい。今後とも、皆様のご理解と一層のご支援をお願い申し上げます。

水研センターはじめ関係機関の大震災関連の取り組みや各種の報告書、データなどが閲覧できるウェブサイトのアドレスを以下に掲げる。お役に立てば幸いです。

- ・水産総合研究センター／東日本大震災関連情報 <http://www.fra.affrc.go.jp/tohokueq/index.html>
- ・首相官邸／  
東日本大震災への対応 <http://www.kantei.go.jp/saigai/>  
東電福島原発 放射能関連情報 [http://www.kantei.go.jp/saigai/genpatsum\\_houshanou.html](http://www.kantei.go.jp/saigai/genpatsum_houshanou.html)  
復興に向けて <http://www.kantei.go.jp/fukkou/>
- ・農林水産省／東日本大震災に関する情報 <http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/index.html>
- ・水産庁／水産物の放射性物質調査の結果について <http://www.jfa.maff.go.jp/j/housyanou/kekka.html>
- ・福島県／福島県ホームページ <http://www.cms.pref.fukushima.jp/>  
\*トップページから「震災・復興」や「原子力災害情報」等の大震災関連ページに移動
- ・宮城県／震災・復興—宮城県公式ウェブサイト <http://www.pref.miyagi.jp/site/ej-eartquake/>
- ・岩手県／いわて復興ネット～復興関連情報ポータルサイト～  
<http://www.pref.iwate.jp/view.rbz?cd=39696&ik=0&pnp=14>
- ・東京電力／東日本大震災後の福島第一・第二原子力発電所の状況  
<http://www.tepcoco.jp/nu/fukushima-np/index-j.html>
- ・日本水産学会／東日本大震災に関するお知らせ [http://www.miyagi.copas.co.jp/JSFS/info\\_shinsai.html](http://www.miyagi.copas.co.jp/JSFS/info_shinsai.html)
- ・日本海洋学会／東日本大震災関連特設サイト <http://www.kaiyo-gakkai.jp/sinsai/>

# 海産生物の放射能のこれまでとこれから

中央水産研究所 海洋・生態系研究センター  
渡邊朝生



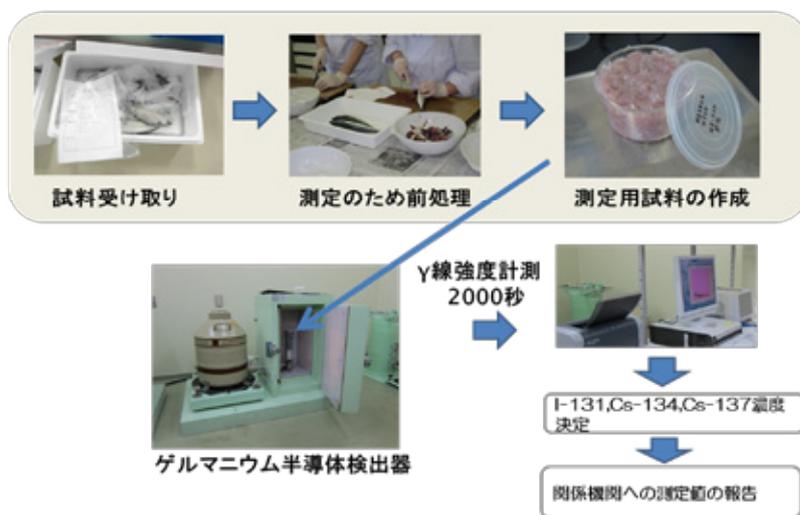
2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とその後の大規模な津波により、常磐から三陸の水産業は甚大な人的、物的被害を受けた。そして、東京電力福島第一原子力発電所の事故により海に漏出した放射性物質は海産生物に移行し、暫定規制値（放射性セシウム 500Bq/kg、放射性ヨウ素 2000Bq/kg）を大きく超える濃度を持つ海産生物が出現するに至った。海産生物への放射性物質の移行の事実は、漁業活動から水産物の流通、消費に至る水産業の様々な側面に影響を及ぼし、水産業復興にとっての足かせになっている。放射能の問題への対応は長期にわたり続くことが想定され、水産業復興に向けて、海産生物の食品としての安全確保のためのモニタリングに加え海洋生態系内での放射性物質の挙動の科学的な評価と将来予測への取り組みを着実に進めていくことが求められている。

放射性物質の漏出への水産総合研究センターにおける対応は、食の安全を守ることを目的とした放射性ヨウ素、放射性セシウムを対象とする緊急時モニタリング調査から開始された。事故発生後、水産庁との連携により緊急の放射能調査に対応するための体制を整え、東日本の都県、漁業団体等における放射能調査の立ち上げに参画し、事故後の約半年の間、魚介類の安全性の確認作業を中心に取り組んだ。その後は、都県のモニタリング体制が拡充、整備されたことから、軸足を影響解明の観点からの調査研究に移している。

海産生物のモニタリング調査では、現在までに2万件を超える調査データが積み重ねられている（水産庁 HP：<http://www.jfa.maff.go.jp/j/housyanou/kekka.html>）。そして、これらのデータは、流通する水産物の安全の確保、福島県沖での試験操業の実施の判断等に役立てられるとともに海産生物における放射性物質の動きを解明するた

めの基礎的なデータになっている。物理学的半減期が8日のヨウ素-131は初期の段階で検出されなくなり、現在検出される主要な放射性核種は物理学的半減期がそれぞれ30.1年と2.06年のセシウム-137（30.1年）とセシウム-134（2.06年）となっている。モニタリングデータの解析から、海産生物に含まれる放射性セシウムの濃度についても低下しつつあることが明らかになっている。事故発生直後に10,000Bq/kg-wetを超える高濃度の放射性ヨウ素、放射性セシウムが検出されたコウナゴは、1年後にはほとんどが10Bq/kg-wet以下もしくは検出限界未満となった。また、事故後の5月に850Bq/kg-wetの放射性セシウムが検出されたシラスでは、海水の濃度低下とともに急速に濃度が下がり8月には100Bq/kg-wet以下、11月には50Bq/kg-wet以下、現在では10Bq/kg-wet以下、もしくは検出限界未満のレベルにまで低下している。広域を回遊するマイワシやマサバなどの小型の浮魚類では、事故後半年程度の間は濃度の上昇がみられたものの、上限値は暫定規制値（500Bq/kg）内に留まり、その後は濃度低下に転じ、1年後にはほとんどが5Bq/kg-wet以下もしくは検

図1 緊急モニタリング調査での飼料処理、測定の流れ



出下限値未満となった。一方、沿岸域の底魚や岩礁性魚類、汽水域を利用する魚類では濃度低下がゆっくりであること、一部の底魚では福島県沖から離れた海域でも濃度の高い個体が発見すること、さらに、福島第一原発の20km圏内および福島第一原発港湾内において、事故発生から1年以上の時間が経過してもなお1万Bq/kg上の非常に高い濃度の放射性セシウムを含む魚が見つかることなど、今後の動向を予測する上での課題も明確になってきた。

今後、福島第一原発事故により海洋環境中に放出された放射性核種では、長い物理学的半減期を持つセシウム-137が残っていくことになる。新たな汚染がなく濃度変化が落ち着いてきた状況では、海産生物中のセシウム-137濃度は生息する海水中の濃度との間に比例関係があることが知られている（海水中の濃度に対して50～100倍の濃度となる）。

事故により海洋に放出された放射性セシウム137の濃度の低下が進行している現状から、浮魚類では海水に

追隨して今後もさらに濃度が低下していくことが予想される。

一方、濃度の低下が遅い底魚や岩礁性の魚類の今後の動向については、海水だけではなく、餌料等を通しての海底土や改訂直上水中の環境中の放射性セシウムの影響も考慮する必要がある。このため、水産総合研究センターでは、海洋環境中の放射能調査に加え、それぞれの魚類がどこに生息し、どのような餌を食べているのかといった生態に関する調査、魚類における放射性セシウムの取り込みや排出といった生理に関する研究を多くの研究機関と連携して行っている。また、非常に高い濃度を持った個体の出現については、事故発生後の初期に原発周辺海域を覆った高濃度水の影響に着目した研究にも取り組んでいる。

水産総合研究センターは、これらの調査研究により、海洋生態系における放射性セシウムの挙動を明らかにし、海産生物の濃度変化の予測に取り組むことで、水産業復興に貢献していきたい。

図2 小型浮魚(カタクチイワシ、マイワシ)の放射性セシウム濃度の変化

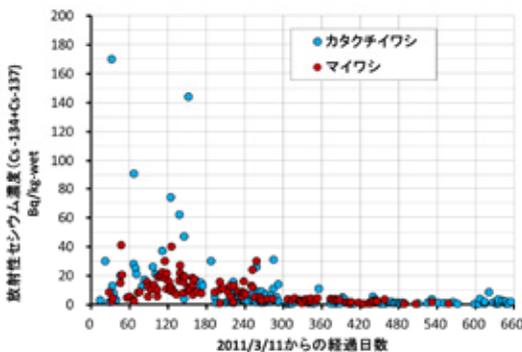


図3-2 福島県沖の底魚類の濃度別出現率

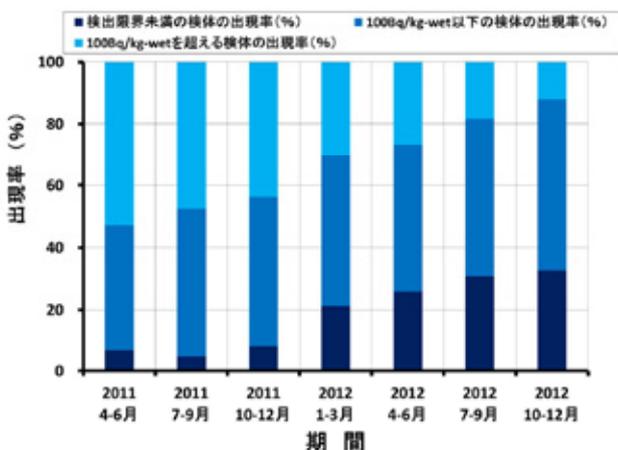


図3-1 福島県沖の底魚類の放射性セシウム濃度の変化

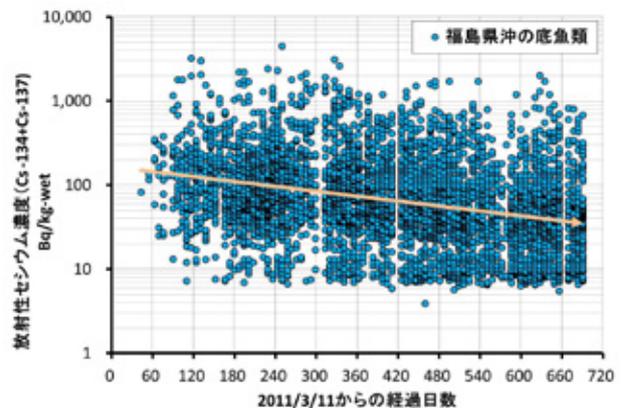
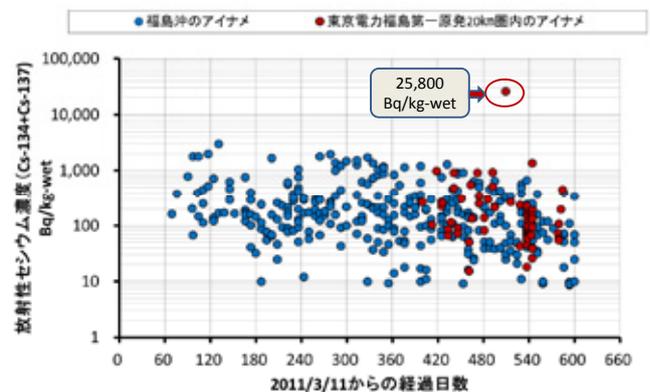


図4 福島第一原発近海での高濃度アイナメの出現



# 海洋環境への放射性物質の拡散状況 —水と泥にどう拡がったか—

中央水産研究所 海洋・生態系研究センター  
小埜恒夫



東日本大震災に誘発された東電福島第一原子力発電所事故によって、大量の放射性物質が海へ直接、あるいは大気経由で放出された。水産総合研究センターは事故直後の2011年4月から、漁業調査船により福島周辺海域から日本周辺海域全体、さらには西部北太平洋全域までの広い範囲において、海産生物の生息環境について放射能モニタリング調査を継続して実施し、事故により発生した放射性物質の海洋環境（海水、海底土）への拡散状況を監視し続けている。

事故直後の放射性セシウム濃度は、原発から16km離れた沿岸で1000Bq/l程度まで上昇した（Tsumune et al. [2012]）<sup>※1</sup>。その後周囲の海水との混合によって放射性セシウム濃度は時間と共に急激に減少していき、2011年7月における水研センターのモニタリング結果では、宮城県（仙台湾以内）から福島県にかけての大陸棚域における海水中の放射性セシウム濃度は3Bq/l～10mBq/l（mBqはBqの1/1000）の範囲にまで減少した。福島周辺の海水中の放射性セシウム濃度はその後も減少し続けており（図1）、最新の2012年10月におけるモニタリングでは福島県の南部沿岸で20mBq/l～100mBq/lの濃度範囲となっている。

福島沿岸以外の日本周辺海域では、放射性セシウム濃度は更に減少している。特に日本海と東シナ海は事故当初から顕著な放射能汚染が存在していなかったが、2012年夏のモニタリングにより海水中の放射性セシウム濃度が最大でも2.4mBq/lと、事故以前の放射性セシウムの濃度レベルと完全に一致していることが確認出来た。太平洋岸でも、東北・北海道近海域における表層海水中の放射性セシウム濃度は、2012年に入ってから最大でも20mBq/l程度、黒潮以南の海域ではそれ以下の水準にまで落ちており、事故前の水準に完全に復帰しているとはいえないものの、海水から海産生物への放射能移行の危険性は殆ど考えなくても良いレベルにまで低下してきたと言える。

より広域で見た場合、事故起源の放射性セシウムは海洋中でどの程度の範囲にまで広がっているのだろうか？このことを確認するために、水研センターでは複数の外洋水産資源の調査航海において海水の採取を実施し、最東端で東経175度付近までの放射能モニタリングを実施してきた。これは日本の研究機関の中でも最も遠方までカバーした、調査船による海洋放射能モニタリングである。

この結果、事故由来の放射性セシウムは北太平洋の海洋

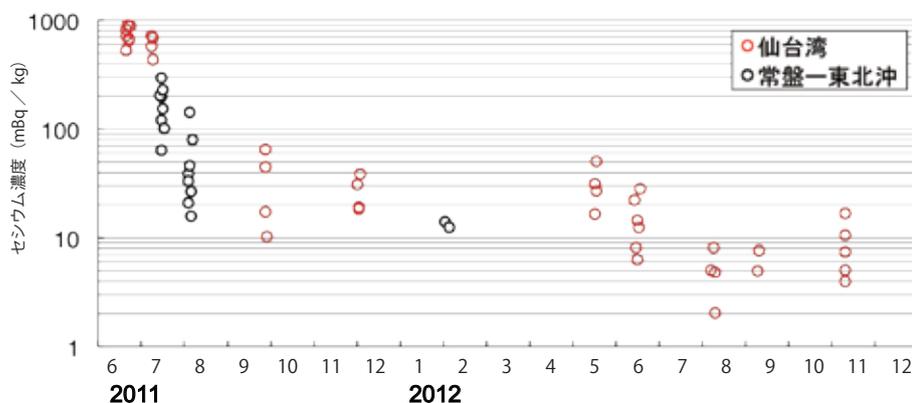


図1 福島～仙台湾海域における海水中放射性セシウム濃度の時間的推移（セシウム137のみ表示）

仙台湾は鉛直3層（表層、中層、底層）の、常盤～東北沖は鉛直2層（表層、50m）の平均値（2013年度日本海洋学会春季大会発表予定）

表層を黒潮続流に沿って東進し、2011年7月頃には濃度100mBq/l程度の水塊として東経155度を通過、11月頃には東経175度を通過していることが判った。更に2012年7月の東経175度以西の海域は、事故の影響がほとんどない日本以西からの水塊が黒潮などに乗って流れ込んできたことによって放射性セシウム濃度が低下し、海洋表層でも20mBq/l以下の濃度にまで落ちてきていることも判明している(図2)。

海水はこのように、日本近海の濃度が順調に低下してきているが、海底に降り積もった放射性セシウムはそれほど大きく動くことができないため、現在でも比較的高濃度の放射性セシウムが滞留している可能性が有る。この現状を探るため、水研センターでは2012年の2月と7月の2回、茨城県から福島県にかけての大陸棚周辺の下底土に含まれる放射性セシウム濃度を、緯度・経度5分間隔(距離で約7~9km間隔に相当)の格子状に測定し、海底土汚染状況マップを作成した(図3)。この結果、福島第一

原発より南側の、水深50mから100m程度の水深帯に帯状に高濃度の放射性セシウムが堆積していること、しかし水深50m程度より浅い海域では、むしろ放射性セシウム濃度は低下していることが判った。また原発より北側の海域のほとんどでは放射性セシウムの濃度が相対的に低いこと、茨城県海域の大陸棚縁から陸棚斜面にかけても放射性セシウム濃度が低いことなどが判明している。

「低い」とはいつでも海底に堆積している放射性セシウム濃度は、直上の水に比べればまだまだ高い値である。水研センターでは、この海底土から海水や底魚に移行してくる放射性セシウムがどの程度であるのか、また海底土の放射性セシウム濃度が今後どのように変わっていくのかについて、さらに研究を進めていきたい。

引用文献

- 1)Tsumune, D., T. Tsubono, M. Aoyama, and K. Hirose,(2012) J. Environ. Rad., doi:10.1016/j.jenvrad.2011.10.007
- 2)Kaeriyama, H., D. Ambe, Y. Shimizu, K. Fujimoto, T. Ono, S. Yonezaki, Y. Kato, H. Matsunaga, H. Minami, S. Nakatsuka, and T. Watanabe, (2013) BiogeoSci. Dis., 10, 1-21, doi:10.5194/10.5194/bgd-10-1993-2013

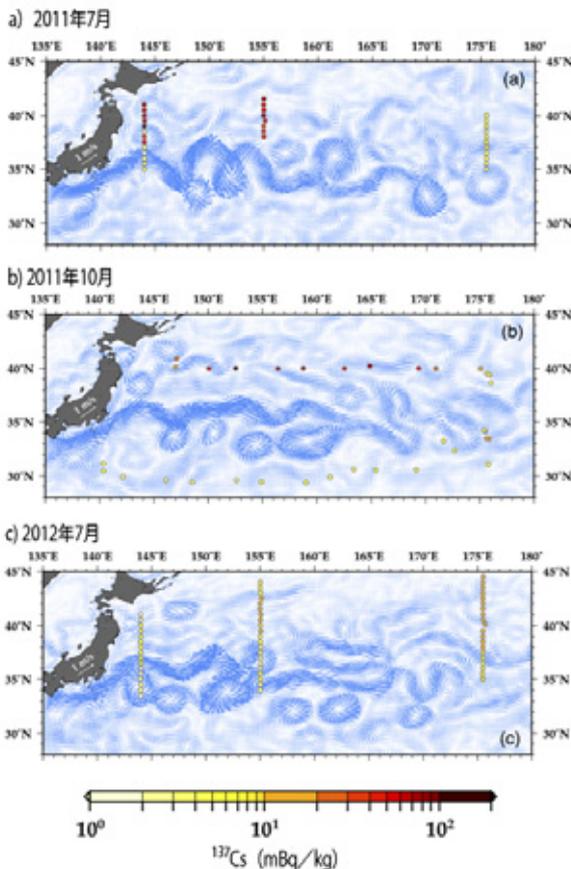


図2 a)2011年7月、b)2011年10月、c)2012年7月における、西部北太平洋表層の放射性セシウム濃度モニタリング結果。

Kaeriyama et al. [2013] \*<sup>2</sup>より抜粋

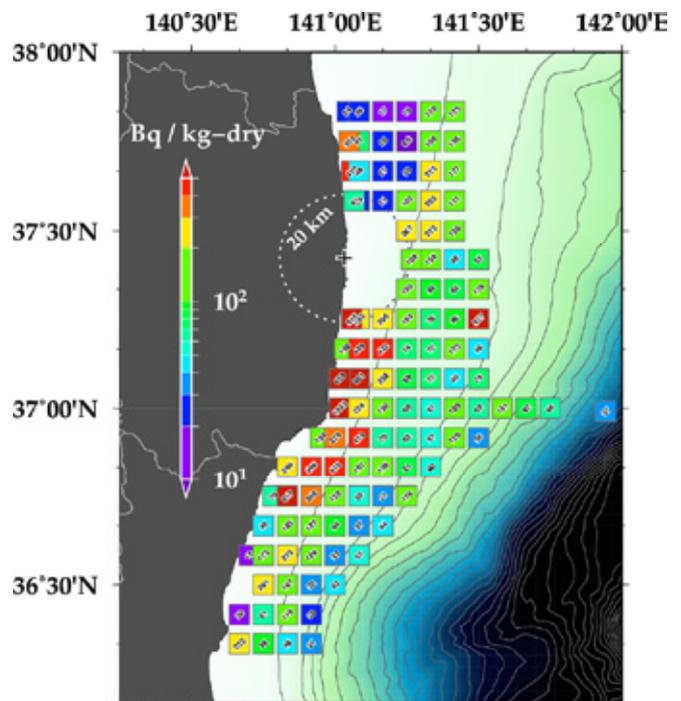


図3 2012年7月における、茨城沖~福島沖の海底土表層の放射性セシウム濃度分布

# 海産魚の生態と放射性物質の取り込み —ヒラメとマダラ—

東北区水産研究所 資源生産部 栗田 豊



2011年3月に発生した東京電力福島第一原発事故以来、水産総合研究センターを含む関係各機関によって、海産魚体内の放射性セシウム（以下、セシウムとよぶ）濃度モニタリングが継続的に行われている。その結果、魚種によって、あるいは同じ魚種でも個体によって、濃度のばらつきが認められるが、全体的には一定の減少傾向が認められている。また、体内セシウム濃度の出現様式が特徴的な3グループが存在することが明らかになった。それらは、①環境があまり汚染されていない海域に、高い濃度の個体が発見される（マダラ、ヒラメなど、比較的広域に動く魚種）、②比較的高濃度の個体が比較的多く出現する（スズキ、クロダイなど、生活史の一定期間を汽水域で生活する魚種）、③非常に高い濃度の個体が、まれに出現する（アイナメ、メバルなど、水深が浅い岩礁などに定着する魚種）グループである。これらの特徴は、各魚種の生態を理解することで、説明可能になる部分が多いと思われる。水産総合研究センターでは、これら魚種の生態とセシウム体内濃度に関する調査研究を行っているが、今回の発表では、マダラとヒラメについて、生態と濃度出現傾向の関係を紹介する。

## 1. セシウムの取り込み・排出機構

魚体内のセシウムは、海水と餌から取り込まれ、主に鰓から排出される。排出速度は比較的速く、通常、魚体内濃度の1%程度が1日に排出されると報告されている。この値は、約70日間で体内濃度が半分になる（生物学的半減期）ことを意味する。海水からの取り込みは海水中のセシウム濃度に比例し、餌からの取り込みは餌生物中のセシウム濃度と摂餌量で決定する（図1）。取り込み量が排出量より多ければ体内濃度は増加し、取り込み量が排出量より少なければ、体内濃度は減少する。生物学的半減期は、取り込みが0の場合における体内濃度が半分になる期間である。実際は、海水と餌からの取

り込みがあるので、体内濃度が半分になる期間は生物学的半減期より長くなる（図2）。

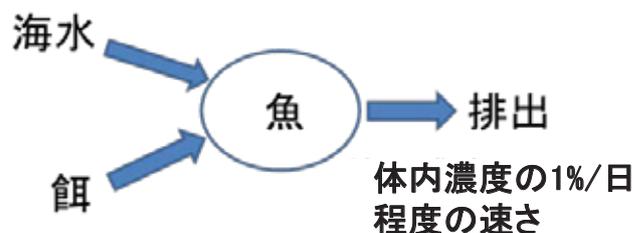


図1. 海産魚における放射性セシウムの取り込みと排出の概念図。

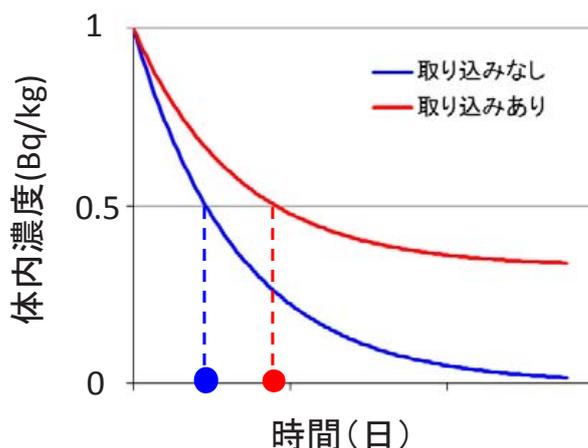


図2. 生物学的半減期と観測される半減期。体内への取り込みがない場合に体内濃度が半分になるまでの時間が生物学的半減期である（●）。野外で観測される（取り込みがある場合）体内濃度が半分になるまでの時間（●）は生物学的半減期より長くなる

## 2. マダラの個体別セシウム濃度出現の特徴と生態

海水や餌生物のセシウム濃度が0に近い岩手県や青森県においても、50Bq/kg-wet程度の濃度の個体が発見するのが、マダラの特徴である。このことは、マダラの分布・移動生態から説明できる。この海域のマダラは、青森県～茨城県が一つのまとまり（系群）となっており、

系群内での個体の移動が考えられる。実際に2012年に東北水研で実施した標識放流試験においても系群内の移動が確認された。ただし岩手県や青森県といった環境中のセシウム濃度が低い海域に移動すれば体内濃度の減少速度は速いので、極端に濃度が高い個体は出現しないと思われる。

マダラで認められるもう一つの特徴は、1kg未満のマダラの体内濃度が非常に低いのに対して、1kg以上の個体で体内濃度が高い個体が出現することである。このことは、季節的な深浅移動と体重による食性の違いから説明できる。東北水産研究所が実施しているトロール調査の結果から、2～4月には1kg未満、1kg以上とも、一部の個体が100m以浅に分布することが明らかとなった。しかし、この水深のマダラの食性は体重によって異なり、1kg未満はセシウム濃度の低いエビジャコやシログチ、1kg以上はセシウム濃度が比較的高いイカナゴやカレイ類を多く摂餌していた(図3)。これに対して、5月以降は、1kg未満、以上ともに水深200m以深が分布の中心となり、餌のセシウム濃度は低かった。このような生態により、1kg以上の個体の一部で、セシウム濃度が高くなっていると考えられる。

### 3. ヒラメの個体別セシウム濃度出現の特徴と生態

仙台湾～常磐海域外でセシウム濃度が50Bq/kg-wetを超える個体の出現は非常に少ない。また、仙台湾～常磐海域内でも、原発から離れるほどセシウム濃度は低くなっている。以上のことは、ヒラメが仙台湾～常磐海域

外に移動する割合が少ないこと、域内でもある程度の定着性があることを示唆する。東北水研が2012年に実施した全長40cm以上の標識放流試験の結果、仙台湾～常磐海域内の移動は認められているが、現時点では、域外への移動は認められていない。

ヒラメは全長20cmを超えると、食性に顕著な違いが認められない。体内のセシウム濃度も全長による顕著な差が認められていない。ヒラメの主要な餌はカタクチイワシとイカナゴである。2012年仙台湾では、胃の中の餌の重量には季節変化が認められたが、1年間の平均は体重の1%程度であった(図4)。常磐海域でも同様の知見が得られている。2012年4月以降のカタクチイワシとイカナゴのセシウム濃度は、それぞれ9Bq/kg-wet以下(平均2Bq/kg-wet)と61Bq/kg-wet以下(平均19Bq/kg-wet)である。胃の中の餌の重量を1日の摂餌量と等しいと仮定すると、ヒラメは1日に体重1kgあたり約0.1Bqのセシウムを餌から取り込むと推定された。仙台湾、福島県北部、中部、南部におけるヒラメのセシウム濃度は2012年10月現在、それぞれ18、31、42、27Bq/kg-wetであった。2011年10月以降に観測された体内濃度の半減期は、それぞれ428、181、211、160日(生物学的半減期は83、112、133、102日)であり、当面はゆっくりとした減少傾向が続くと思われた。

このように、摂餌生態と移動生態を知ることによって、現在観測されている体内濃度の変化の理由の一端が理解できる。これらの知見を食の安全・安心の確保に活かしたい。

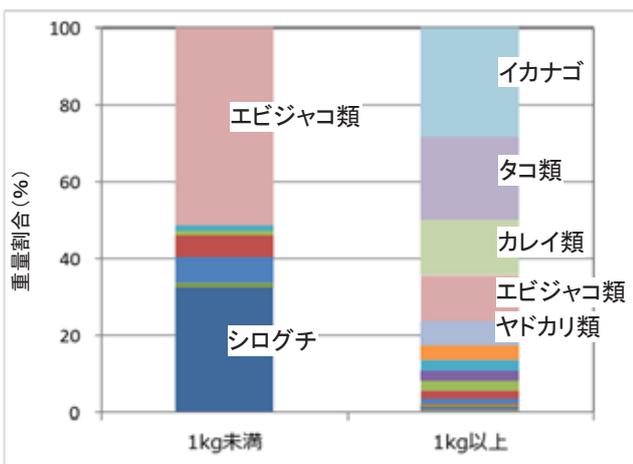


図3. 春期浅海域における体重1kg未満と1kg以上のマダラの食性

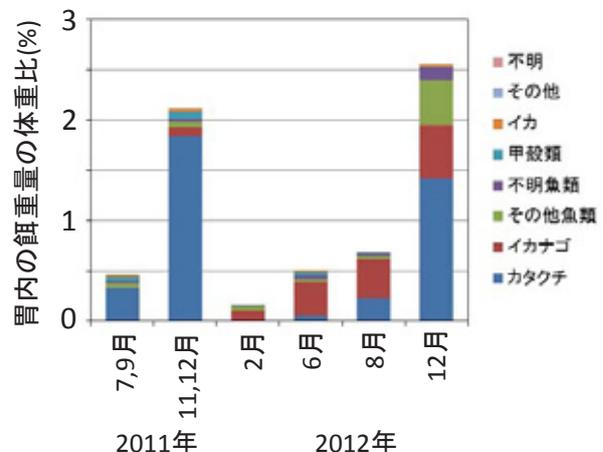


図4. 仙台湾におけるヒラメの胃内容物重量と餌生物の季節変化

# 淡水魚類の放射性物質の取り込み状況



増養殖研究所 内水面研究部 山本祥一郎

福島第一原子力発電所から放出された大量の放射性物質は、海水中だけでなく、大気中にも拡散し、東北・関東地方の陸域、湖沼、河川が広範囲にわたり汚染された。陸水域に降下した放射性物質の一部は生物体にも取り込まれ、多くの淡水魚類から放射性物質が検出されるようになった。また一部の湖沼・河川では、食品衛生法の新基準値(100Bq/kg)を上回る高濃度の放射性セシウム(以下セシウム)を含む魚類が採捕され、現在もなお出荷制限や採捕の自粛が要請されている水域が少なくない。淡水魚類への放射性物質の蓄積がどのように生じているのかは、まだよく分かっていない。放射性物質の魚類への移行経路の特定や、魚体内に取り込まれた放射性物質を低減する技術開発は、食品の安全・安心確保の観点からも危急の課題となっている。ここでは、東北・北関東に生息する淡水魚類への放射性物質の蓄積状況と、これまで水産総合研究センターがおこなってきた淡水魚の放射能調査の概要をまとめて紹介する。

魚類への放射性物質の蓄積は、体内への取り込み量と排出量によって決まる。北欧の研究例によると、淡水魚類では鰓や体表からの取り込みは比較的少なく、主に餌から取り込まれることが報告されている(Hewett & Jefferies 1978)<sup>\*1</sup>。また、排出は代謝や体サイズと関係し、高水温ほど排出が進み、大型魚ほど排出が少なくなることが知られている(Ugedal et al. 1992)<sup>\*2</sup>。

アユは日本を代表する淡水魚であり、漁業だけでなく遊漁の対象としても人気の高い魚種である。2011年3月の事故後からその年の10月までに東北・北関東の河川で採集されたアユから、基準値を大きく上回る高濃度のセシウムが検出された(図1)。アユは海と川を行き来する生活を送り、河川ではもっぱら川底の石に付着

した藻類を餌とする。河川の底泥中に含まれるセシウム濃度とその場所から採集されたアユのセシウム濃度との間には正の相関関係が認められている。セシウム濃度が高い河川に生息するアユは、藻類を食べる際に川底に堆積した放射性物質を含むシルトを同時に取り込んでいることが考えられる。幸い、アユに含まれるセシウム濃度は今年度大きく低下し、一部の地域を除くほとんどの河川で100Bq以下にまで減少した。しかし、河川の底泥からはいまだに高いセシウムが検出されるところがあり、今後も魚体だけでなく生息環境中に蓄積した放射性物質も注意深くモニタリングしていく必要がある。またアユ同様、ワカサギも各地でセシウム濃度が低下する傾向が認められている。

一方、イwana、ヤマメ、ヒメマスなどのサケ科魚類や一部のコイ科魚類では、現在もなお高いセシウムが検出される水域がある(図2)。今のところ飼育施設の養殖魚からは基準値を超える魚が確認されないことから(図3)、イwana等の放射性物質の取り込みは食物連鎖を介した餌由来の

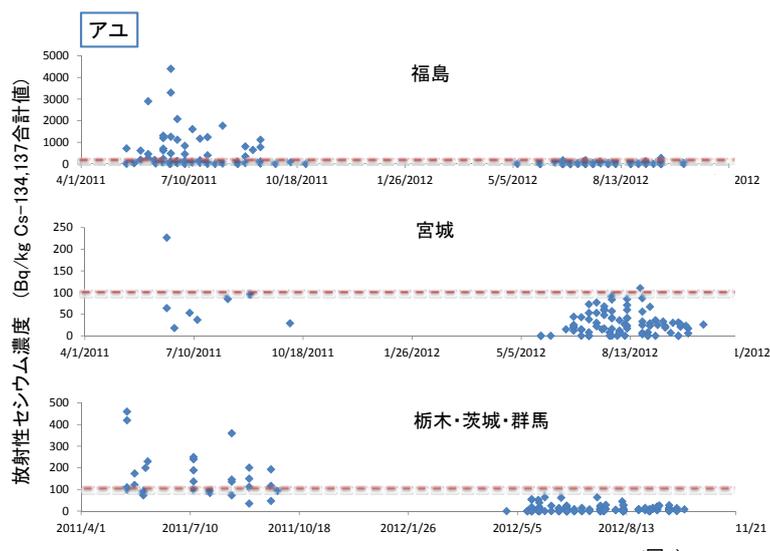


図1. 福島県、宮城県、栃木県、茨城県、群馬県の河川におけるアユに取り込まれた放射性セシウム濃度の推移。点線は100Bq基準値を示す。

可能性が高いと考えられる。また、同じ場所に生息する魚であっても体内に取り込まれるセシウム濃度に個体差が大きく、体サイズとセシウム濃度との間に関係は認められなかった(図4)。イワナやヤマメの主な餌生物は水生昆虫だが、水生昆虫のセシウム濃度にも種による違いや個体差が大きいことがわかっており、このことが魚体内への取り込みに個体差をもたらす要因の一つになっていると考えられる。

湖に生息する大型のサケ科魚類やブラックバス類、ナマズ類など肉食性の強い淡水魚種(サクラマス、イワナ、コクチバス、ブラックバス、アメリカナマズなど)では比較的高い濃度の放射性セシウムが検出されている。ノルウエーの湖に生息するサケ科魚類では、1986年に起きたチェルノブイリ原発事故の影響を受け、長期にわたり高濃度の放射性セシウムが検出された(Jonsson et al. 1999)<sup>\*3</sup>。湖やダム湖では、水や堆積物に蓄積した放射性セシウムが系外に出にくいいため、影響が長期に及ぶ可能性がある。

水産総合研究センターでは、今後も淡水魚類や彼らを取り巻く環境要素の放射性物質のモニタリングを継続するとともに、放射性物質の魚類への移行経路の特

定や将来予測に取り組み、みなさんが一日も早く安心して魚を釣ったり食べたりできるよう研究を進めていきたい。

引用文献

- 1) Ugedal O. et al. (1992) Freshw. Biol. 28: 165-171.
- 2) Hewett C. J. and Jefferies D. F. (1978) J. Fish Biol. 13: 143-153.
- 3) Jonsson B. et al. (1999) Nature 400: 417

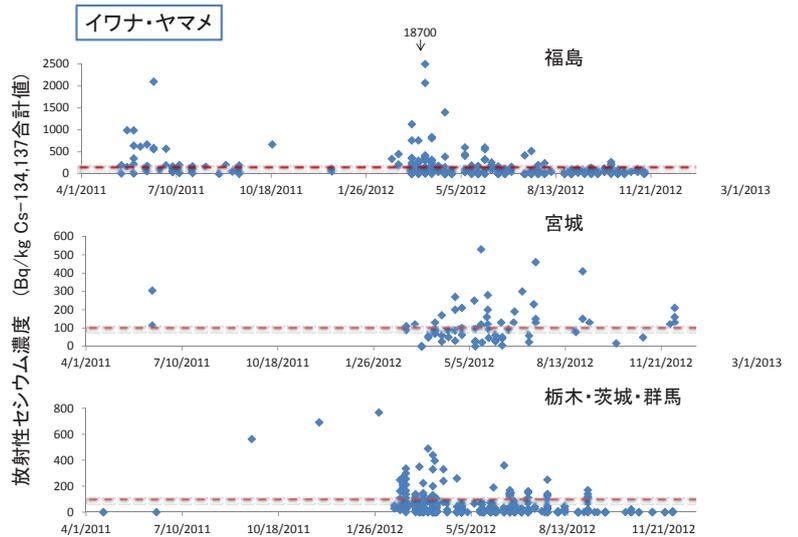


図2. 福島県、宮城県、栃木県、茨城県、群馬県の河川におけるイワナ・ヤマメに取り込まれた放射性セシウム濃度の推移。点線は100Bq基準値を示す



図3. 養殖魚に取り込まれた放射性セシウム濃度の推移

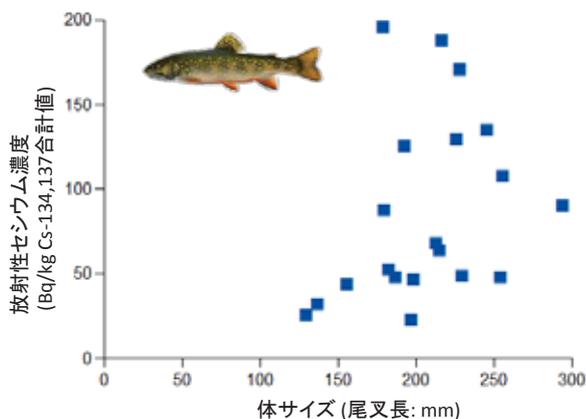


図4. カワマス(内蔵を除く)に取り込まれた放射性セシウム濃度と体サイズとの関係

# 地震・津波が海洋環境と水産資源 に与えた影響



東北区水産研究所 資源海洋部 山田陽巳

東北地方太平洋沖大地震により東北太平洋側沿岸では地盤沈下がおこり海底地形が変化した。そしてそれに引き続く津波は沿岸域の藻場を破壊し、魚貝類を運び去り、海底地質も変えてしまった。さらに陸上からの大量の瓦礫、栄養塩が沿岸から沖合まで広がった。この未曾有の震災の影響を受け、全国の漁業生産量の2割を占める、この豊穡の海とここに棲む魚は大丈夫だろうか、我々は船に乗り、海に潜り、その実態を観察してきた。

## 1. 東北沖合における資源・海洋環境のモニタリング体制の復旧

東北沖合は、黒潮と親潮がぶつかり合う複雑な海況を呈し、世界三大漁場に数えられ、我が国の漁業・養殖業生産量の2割を占めるほどの良質な水産物供給基地として重要な海域である。これまで水産総合研究センターは各県水産試験研究機関とともに、資源・海洋モニタリングを実施し、資源・海洋の現況、漁海況予報等を広く情報提供し、効率的、安定的な漁業経営や水産物の供給に努めてきた。また、今回の大震災による海洋環境、水産資源への影響を測る上でも、震災前まで継続してきたモニタリングデータが大きな役割を果たした。

しかしながら今回の大震災による海洋環境、水産資源への影響調査を実施する上で、大きな問題があった。青森県から茨城県に至る各県の試験研究機関の庁舎や調査船は大きな被害を受け、当所でも宮古庁舎の全壊、調査船若鷹丸の損傷により、速やかな調査を開始できなかった。そこで、震災直後の4月には北海道区水産研究所所属調査船北光丸をいち早く東北沖合に派遣し、水産資源、漁場環境の緊急調査を実施した。

この調査では、沖合での底魚資源調査のほか、各県が実施している海洋観測の

中断を補うように、それを肩代わりした。青森県、岩手県、茨城県では5月以降、順次観測を再開したが、宮城県、福島県では調査船の被害が大きく、その後も、水研センターの他、水産庁調査船、大学練習船等による海洋観測支援が行われた。これにより、東北沖合の親潮や黒潮の動きをモニタリングし、サンマ等小型浮魚類を対象とした漁業者への漁業再開に向け、精度良い漁海況情報を提供することができた。

東北太平洋沿岸には、観測ブイによる観測網が張り巡らされており、定置網漁業、養殖漁業者等にリアルタイムで水温、流況情報を提供してきた。今回の震災により、これら観測ブイの多くが、流失、損傷を受けた。水研センターでは、水産庁の支援を受けながら、これらの復旧に努めた。東北海域ではホヤ、ホタテやカキの天然種苗採捕による養殖業が盛んである。これら養殖漁業の早期復旧のために、従来の水温観測を主体としたブイから、より現場ニーズが高い流況を中心とした観測ブイを展開した。さらに、短波レーダー等最新の観測技術を導入し、種苗採捕の最適な海域、時期を予測し、養殖漁業の円滑な復旧に努めた。

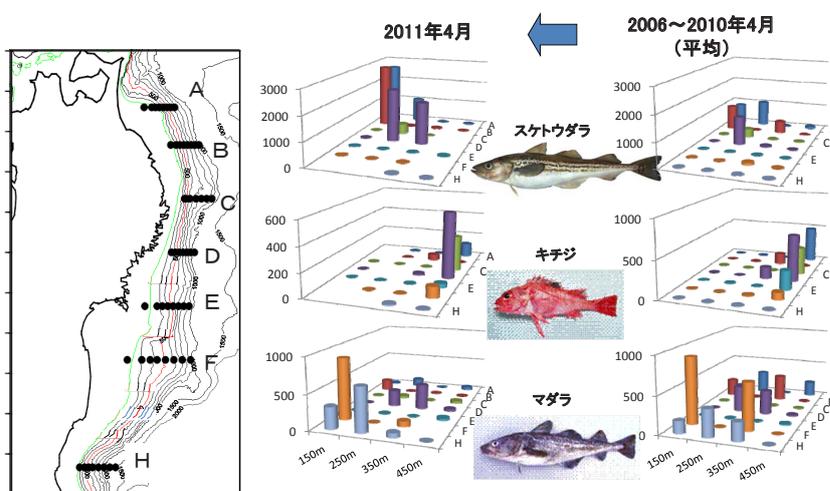


図1. 東北沖合における主要底魚類の分布密度の震災前後の比較

## 2. 水産資源への影響

リアス式海岸が続く三陸沿岸には、チリ地震による大津波からの被害を軽微にとどめた、岩手県田老の大防潮堤さえ一瞬で飲み込むほどの大津波が押し寄せた。ウニ、アワビ等の魚貝類のほか、三陸沿岸はワカメの産地でも有名である。それら沿岸資源への影響がまず懸念された。その影響は、湾により大きく異なった。宮古湾では、湾内の水深が震災前よりも数十センチ程度増し、アマモ場が大きく減少した。広田湾のように順調に回復している湾もある。アマモ場は「海のゆりかご」とも言われ、その回復はメバル等魚類の資源回復にとっても重要である。宮城県ではエゾアワビの成貝は減少していなかったが、稚貝はほとんどの湾で10分の1まで減っていた。牡鹿半島では地盤沈下が原因と思われる浮泥の堆積でアサリが着底できる場所が減少している可能性が示唆され、福島県松川浦ではその年生まれのアサリが大きく減っていたが翌年生まれの稚貝が確認でき、生息環境の改善が進んでいる。

一方、沖合では、北光丸による緊急調査によるトロール調査の結果、たら類、かれい類、ズワイガニ、キチジ等トロールで漁獲された主要魚種の分布水深や出現傾向は、震災前と大きな違いはなかった。しかし、マダラ等は八戸沖や仙台湾に産卵・生育場を持っており、大津波がこれらの産卵場・生育場に損傷を与えれば、その後の資源状況に大きな影響が及ぶことが懸念された。震災のあった3月は、1～2月に産卵された卵からふ化したマダラの稚魚が浮遊生活を送っていた頃である。震災直後の6月に分布していたマダラ稚魚は震災前と比べ、体長は小さく、やや沖合に分布していたが、2012年6月には震災前と同様なサイズ、分布状況に回復しており、今後のマダラ資源への影響もそれほど懸念するほどではなかった。また、マダラ、ヤナギムシガレイ、サメガレイ等、震災後、大きく資源が増大している魚種もあることも明らかとなった。

## 3. 水産資源の生息環境への影響

マダラ等沖合資源の産卵・生育場にもなっている仙台湾の北部ではノリやカキの養殖業が盛んである。1960年のチリ地震による津波が来

襲した時にはその翌年に死者1名を含む麻痺性貝毒が発生した。震災後、貝毒原因プランクトンの休眠細胞の分布密度は湾西部で2005年の10倍程度の高い値を示した。三陸沿岸各県ではその後の貝毒発生に十分警戒することになった。一方、仙台湾は東北一の人口を有する仙台市のほか、塩釜市、石巻市など有数の工業団地、水産加工団地を背後に控え、大震災によりこれら都市からの施設損壊による漁場環境の悪化が懸念された。若鷹丸が復帰した6月から、係留系及び繰り返し観測により仙台湾の漁場環境を連続モニタリングし、津波によって湾内に供給された大量の栄養塩に起因する赤潮の発生や、貧酸素水塊の発生に注視した。幸いにも貧酸素水塊や赤潮の発生等の大きな環境悪化は観測されなかった。周年にわたる観測により、仙台湾の海水交換が一ヶ月半で行われることも明らかとなり、このことが当初懸念された赤潮や貧酸素水塊の発生を抑えたことが示唆された。

仙台湾にはヒラメ・カレイ類等も豊富に分布し、小型底曳き網漁業や刺し網漁業が盛んである。湾西部では、底質の大きな変化はなく、ヒラメ稚魚の生息数や餌生物量が比較的高い水準にあり、震災後もヒラメ稚魚の生育場としての機能は維持されていた。またヒラメ稚魚以外にもアカシタビラメやサブロウなども震災前後で分布量に大きな変化は見られなかった。

このように今回の大震災により、東北沿岸、沖合の漁場環境、水産資源への影響が懸念されたもののそれほど大きな影響は受けず、あるいは順調に回復している。水研センターでは、引き続き、各県、水産庁等とも連携しながら、東北海域の漁場環境、水産資源の動向をモニターしていく。

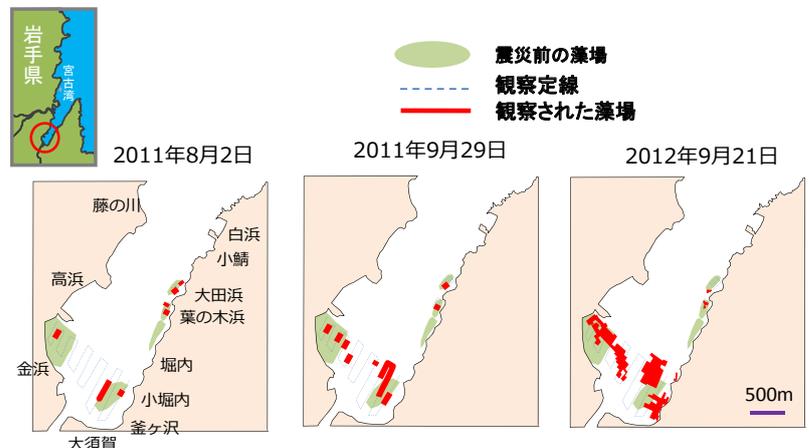


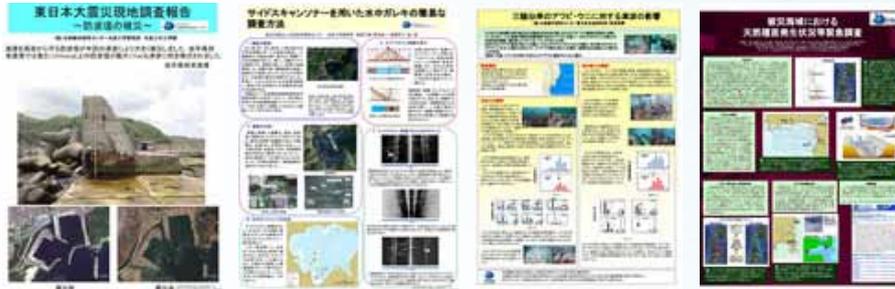
図2. 岩手県宮古湾におけるアマモ場の震災による消失とその後の回復

## 水産総合研究センターが公開している東日本大震災に関する調査研究情報

<http://www.fra.affrc.go.jp/tohokueq/index.html>

では、以下のような内容をご覧ください

- ・ポスターにまとめた調査研究情報は下記のウェブサイトに掲載しております。



[http://www.fra.affrc.go.jp/eq/info\\_res/index.html](http://www.fra.affrc.go.jp/eq/info_res/index.html)

- ・震災復興に向けた活動報告集は下記のウェブサイトに掲載しております。

東日本大震災による漁港施設の地震・津波被害に関する調査報告(第1報)

簡単に行える音響測器を用いた漁場調査に関する手引き

放射性物質影響解明調査事業報告書

平成23年度水産庁漁場復旧対策支援事業「被害漁場環境調査事業成果の概要」

東日本大震災による水産関連施設の地震・津波被害に関する調査報告

平成23年度種苗発生状況等調査事業種苗特性緊急調査報告書

東日本大震災における漁村・水産物流通の被災状況と復興計画報告書

さけます復興支援第一次現地実態調査

井戸パイロット調査と南三陸町での取組

「平成23年度震災復興対策プロジェクト研究」成果報告書

[http://www.fra.affrc.go.jp/eq/repo\\_res/index.html](http://www.fra.affrc.go.jp/eq/repo_res/index.html)

- ・当センター広報誌（FRANEWS）に掲載した東日本大震災に関する記事は、下記のウェブサイトからご覧いただけます。



<http://www.fra.affrc.go.jp/eq/franews.html>



お問い合わせ先

独立行政法人 水産総合研究センター

〒220-6115 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-3 クイーンズタワーB15階

TEL 045-227-2600 URL <http://www.fra.affrc.go.jp/>