

# 水 產 資 源 部

研究課題名 底魚資源の管理手法に関する研究  
 小課題名 主要魚介類の資源動向  
 研究期間 2006～2016年

坂本 啓・山田 学・鈴木 聡

## 目 的

東日本大地震による福島第一原子力発電所の事故で、海産魚介類が放射性物質に汚染され、福島県の沿岸漁業は試験操業を余儀なくされている。

操業自粛が資源に与えた影響を評価し、自粛中の資源動向を把握することにより、本県漁業の再開後に適切な資源管理を実施するための資料とする。

## 方 法

調査漁具を図1、表1に、調査定点及び調査実施日を表2に示す。開口板を用いた着底トロール調査を、いわき沖水深100～500m、相馬沖水深100～400mで実施した。

漁業調査指導船いわき丸（以下、いわき丸）において着底トロール調査での採集資料は、主要魚種24種（図2に示すとおり）について、年齢査定等の魚体測定（魚種により異なる）を、その他の魚種については種ごとに個体数と重量を測定し、基礎データとした。

資源動向の指標として、採捕のあった主要魚種24種の重量をもとに、1km<sup>2</sup>あたりの重量（以下、重量密度）を算出し、2006～2010年の平均（以下、震災前5か年平均）及び2015年、2016年を比較した。

## 結 果 の 概 要

震災前5か年平均と2015年の比較では2015年の方が、カナガシラ、ババガレイ、マダラ、ユメカサゴの順に重量密度が高く、ほとんどの異体類は震災前5か年平均より高い結果となった。ケガニやズワイガニの甲殻類、スルメイカやヤナギダコの頭足類については、同等またはそれ以下の重量密度であった（図2）。

震災前5か年平均と2016年の比較では2016年の方が、2015年とほぼ同等の結果であったが、アオメエソ、アカムツの来遊性資源が高い結果であった。

2015年と2016年の比較では、アオメエソやアカムツの来遊資源が高い一方、異体類については同程度、マダラ、ミズダコの重量密度が低い結果となった。

震災後の操業自粛により漁獲努力量が削減されたことで定着性の魚類では資源量が増加されたことが明らかとなった。

また、2016年は例年より海水温が高いことから、来遊性資源であるアオメエソ、アカムツの重量密度が増加したと考えられる。

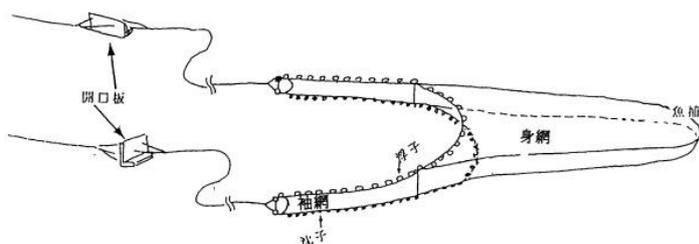


図1 調査漁具

表1 漁具仕様と曳網条件

項 目	仕 様
身網全長	39m
袋網目合	15節
袖先間隔	14～19m
曳網速度	3.2～3.8kt
曳網時間	15、20分

表2 調査定点と調査実施日

定点名	曳網開始位置		曳網終了位置		月別調査実施日											
	北緯	東経	北緯	東経	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S-100	36°59.93'	141°06.25'	37°03.20'	141°07.06'	1/14	2/10	3/14	4/22	5/31	6/22	7/11	8/24	9/5	10/24	11/24	-
S-150	37°09.97'	141°21.60'	37°07.13'	141°19.53'	1/14	2/8	3/18	4/26	5/24	6/22	7/11	8/24	9/5	10/24	-	-
S-175	36°53.06'	141°16.13'	36°56.21'	141°19.35'	1/28	2/22	3/11	4/21	5/25	6/20	7/25	-	9/26	-	11/21	-
S-300	37°05.57'	141°34.99'	37°08.40'	141°37.74'	1/12	2/8	3/17	4/20	5/24	6/21	7/12	8/25	9/15	-	-	-
S-500	36°59.10'	141°36.85'	37°02.93'	141°40.21'	1/12	2/9	3/17	4/25	5/30	6/27	7/13	8/25	9/15	10/20	-	-
U-100	37°41.84'	141°21.55'	37°46.07'	141°22.31'	1/13	2/18	3/16	-	5/23	6/15	-	-	9/14	10/19	-	-
U-150	37°47.33'	141°36.39'	37°51.91'	141°37.97'	1/13	2/18	3/16	-	5/23	6/15	-	-	9/14	-	-	-
U-200	37°47.76'	141°38.82'	37°51.95'	141°39.75'	1/13	2/18	3/16	-	5/23	-	-	-	9/14	-	-	-
U-300	37°36.18'	141°43.48'	37°37.01'	141°43.47'	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10/19	-	-
U-400	37°42.22'	141°53.54'	37°43.05'	141°53.58'	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10/19	-	-

定点名：Sはいわき市塩屋崎沖、Uは相馬市鶴ノ尾崎沖、数字は水深(m)  
U-300,U-400は、年数回実施。

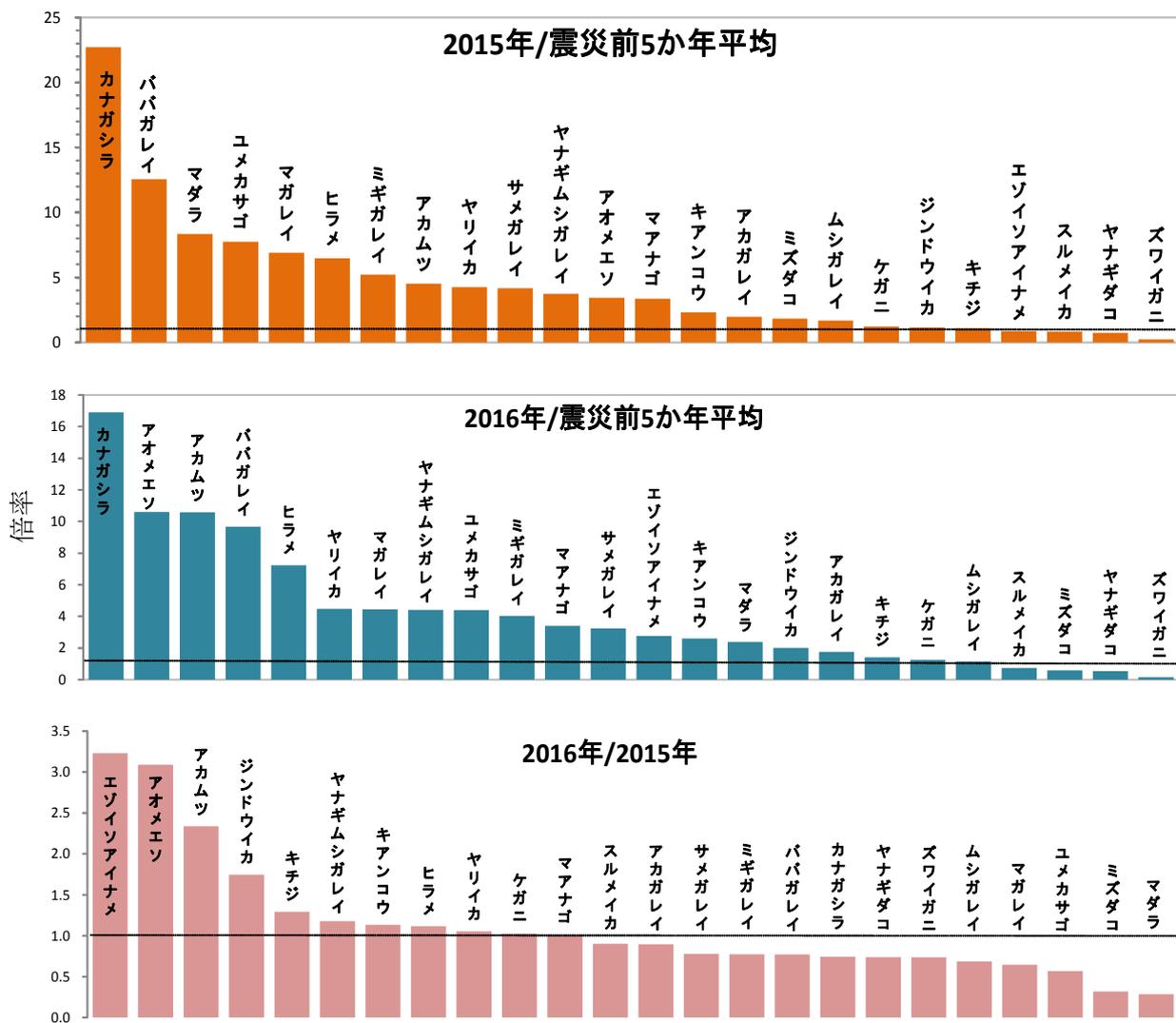


図2 いわき丸トロール調査全地点における重量密度比較 (kg/km<sup>2</sup>)

結果の発表等 なし

登録データ 16-02-001 「いわき丸比較」(04-04-0616)

研究課題名 沿岸性底魚類の生態と資源動向の解明  
小課題名 アカムツの生息場水温と分布移動  
研究期間 2005～2016年

坂本 啓・山廻邊昭文

## 目 的

震災以降、調査船調査によるアカムツの採捕量増加がみられ、試験操業においても2015年は約1,100kg、2016年は約6,100kgの水揚げがあった。福島県におけるアカムツは来遊性資源であることから、環境要因に関する情報を整理し、生態的知見を把握することを目的とした。

## 方 法

漁業調査指導船いわき丸（以下、いわき丸）で着底トロール調査を本県沖水深100～500mの10定点（鵜ノ尾埼沖を「U」、塩屋埼沖を「S」とする）において、毎月1回（U-300、400においては年数回）の頻度で実施した。（17, 18ページ参照）

いわき丸のトロール調査で採捕した2005～2016年のいわき沖水深100～500mのアカムツの1km<sup>2</sup>あたりの重量（以下、重量密度）、全長を整理し、重量密度については各年で算出し、全長組成については2006～2010年（以下、震災前5年）、2015年、2016年ごとに算出し比較を行った。また水深帯別及び採集時の網口部での水温別に重量密度を整理し、水深帯別については、震災前5年、2015年、2016年ごとに算出し、採集時の網口部での水温別については、2006年～2016年での全ての採集記録を整理した。なお、データについてはアカムツの漁獲があったものを使用した。

また、いわき丸の海洋観測による塩屋埼沖における水深105m、179mの底水温を震災前5年の平均、2015年、2016年ごとに月別の底水温を整理し、比較を行った。

## 結 果 の 概 要

2016年のアカムツの重量密度は2005年以降で最も高く（図1）、全長組成では震災前5年では、小型魚が多かったが、2015年、2016年は20cm前後の中型魚の採捕が多かった（図2）。また、採捕尾数が最も多かったのは2016年であった。

月別水深別の重量密度は、震災前5年と2015年と比べ、2016年の分布密度が高くなっていた。特に震災前では採捕のなかった水深175m地点で密度が高くなっていた（図3）。また、水深200m以深では、震災前5年、2015、2016年とも採捕がなかった。

採集時の底水温をみると、アカムツは6～16℃に分布しており、特に12℃付近で重量密度が高かった（図4）。

アカムツの漁獲が多かった2016年9月の底水温（水深179m）をみると、震災前5年と比較して、1.5～3℃高かった（図5）。このことが2016年にアカムツの漁獲量が増加した要因と考えられた。

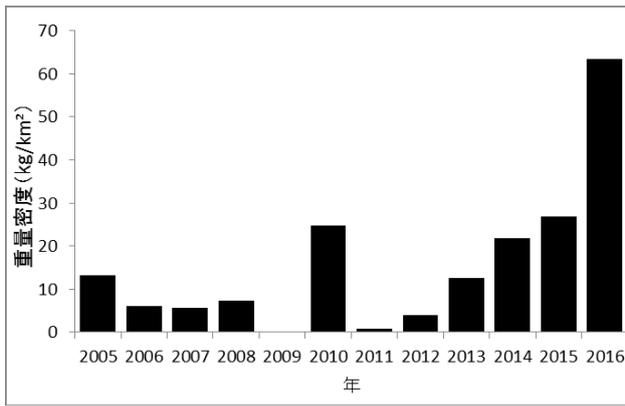


図1 いわき丸によるアカムツの重量密度経年変化

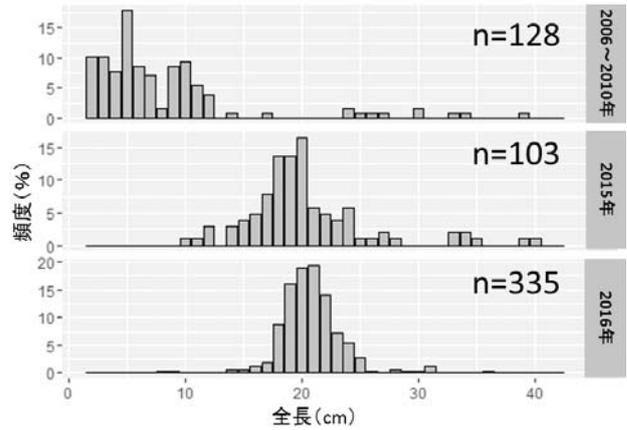


図2 2006~2010年、2015年、2016年のアカムツの全長組成

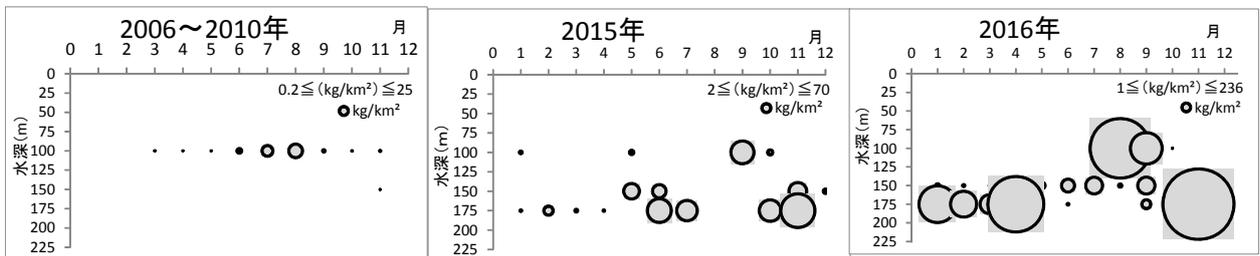


図3 水深帯別アカムツの重量密度 (2006~2010年、2015年、2016年)

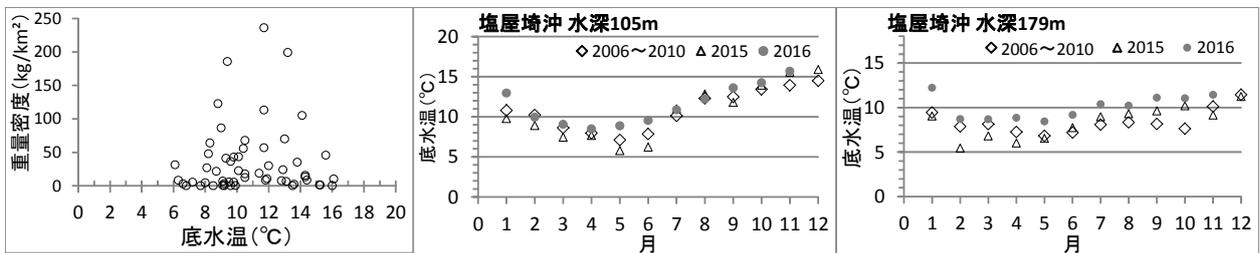


図4 2006~2016年の底水温とアカムツ重量密度の関係

図5 海洋観測における北緯37.00°の底水温

結果の発表等 平成28年普及成果

登録データ 16-02-002 「いわき丸アカムツと底水温」(04-57-0516)

研究課題名 底魚資源の管理手法に関する研究  
小課題名 キチジの生態と産卵期の解明  
研究期間 2006～2016年

坂本 啓

## 目 的

東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故で、海産魚介類が放射性物質に汚染され、福島県の沿岸漁業は操業自粛を余儀なくされている。その結果、操業自粛により資源が増加した魚種が多くみられ、今後増加した資源を持続的に利用する必要がある。

キチジは2012年9月から試験操業対象種となり、本操業となる前の生態的知見を整理し、今後の資源管理に役立てることを目的とした。

## 方 法

福島県水産資源管理支援システムにより、キチジの漁業種類別漁獲量、漁獲金額を整理した。また、農林水産省の漁業・養殖生産統計年報より本県、宮城県、茨城県のキチジ漁獲量を整理した。

漁業調査指導船いわき丸（以下、いわき丸）で着底トロール調査を本県沖水深100～500mの10定点（鵜ノ尾埼沖を「U」、塩屋埼沖を「S」とする）において、毎月1回（U-300、400においては年数回）の頻度で実施した。（17, 18ページ参照）。いわき丸によるトロール調査において採集されたキチジは、いわき沖水深500mを対象に魚体測定を行い、年別に全長組成、重量密度を整理し、月別雌雄別に生殖腺重量指数を整理した。

## 結果の概要

本県のキチジの漁獲動向は1976年の800トンを超えて漁獲量は減少しており、それに伴って金額も減少傾向にある。1990年代は毎年漁獲量が100トン未満、金額は0.5億未満であったが、2006年より漁獲が増加し、200トン前後まで回復した。また、キチジはほとんどが底びき網での漁獲であった（図1）。隣県については、宮城県は2003年より漁獲量が増加し、茨城県は低水準のまま推移している（図2）。

2006～2009年では15cm前後が主体であるが、2015、2016年では20cm前後の主体に加え、小型魚の割合も多くなっており、加入があることを確認した（図3）。

雌雄別の生殖全重量指数（以下、GSI）では雌雄とも体長12cmになるとGSIが高くなっており（図4）、体長12cm以上の個体のみを月別に整理したGSIでは雄で11～4月、雌で2～4月に高い結果であった（図5）。このことから本県海域におけるキチジの産卵期は2～3月と推測された。

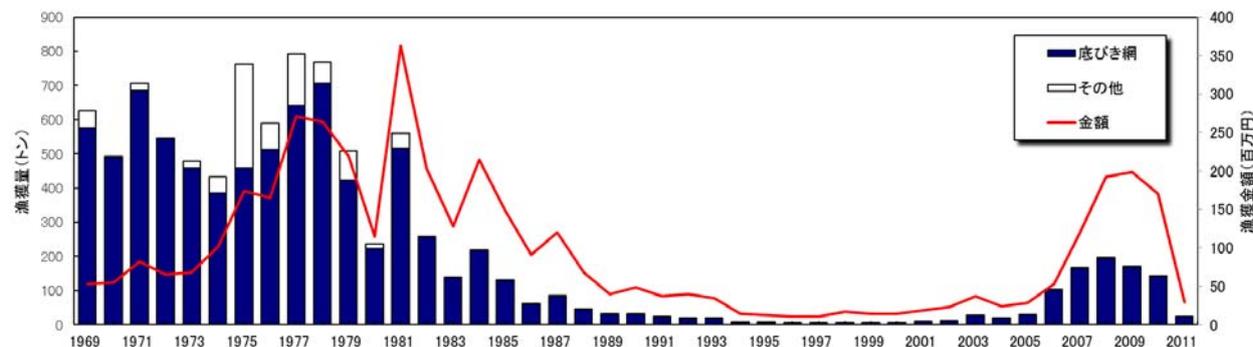


図1 福島県におけるキチジの漁獲量及び漁獲金額

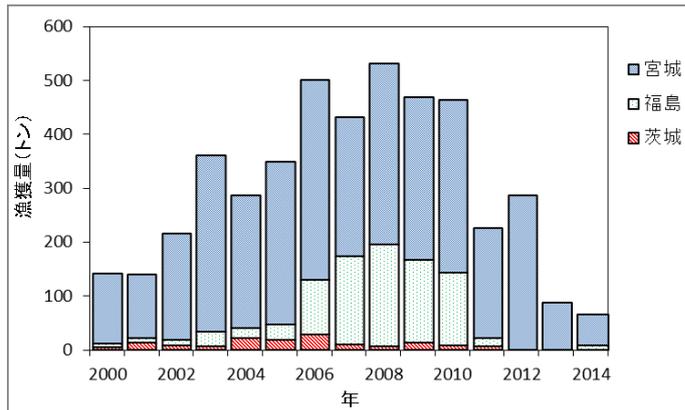


図2 本県及び宮城県、茨城県のキチジの漁獲量

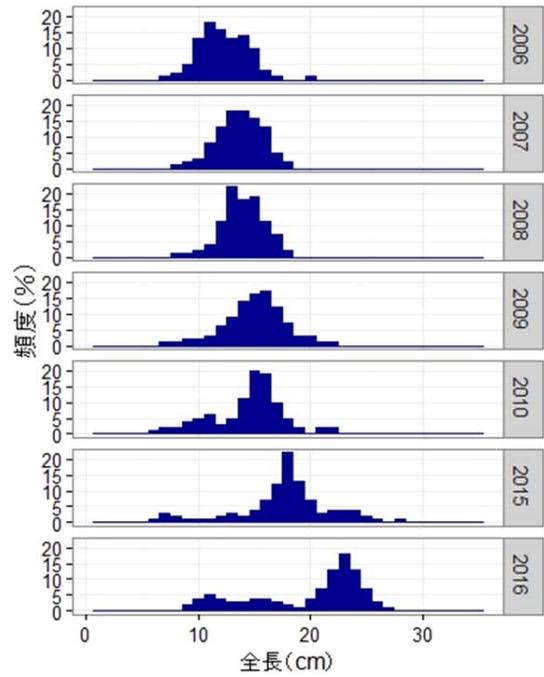


図3 キチジの年別全長組成

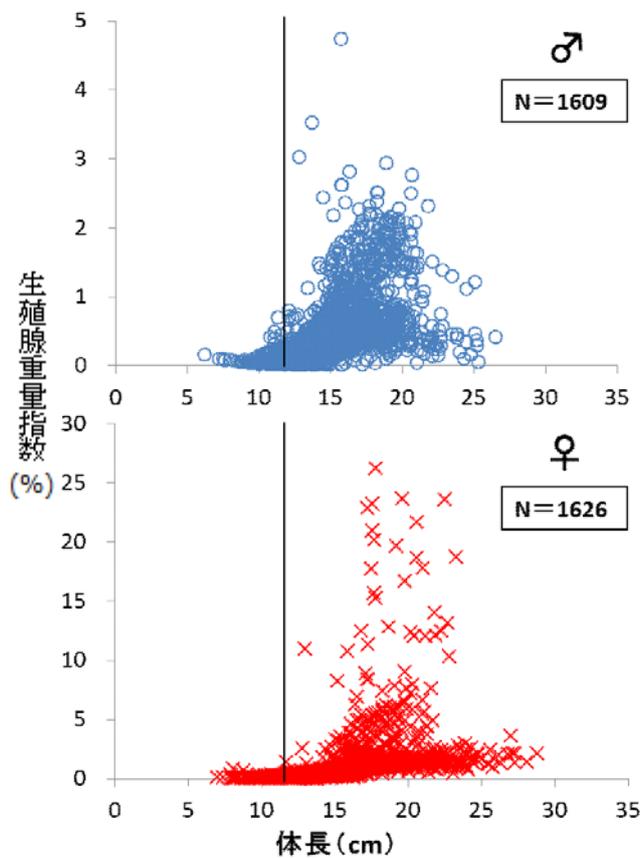


図4 キチジの雌雄別体長別GSI

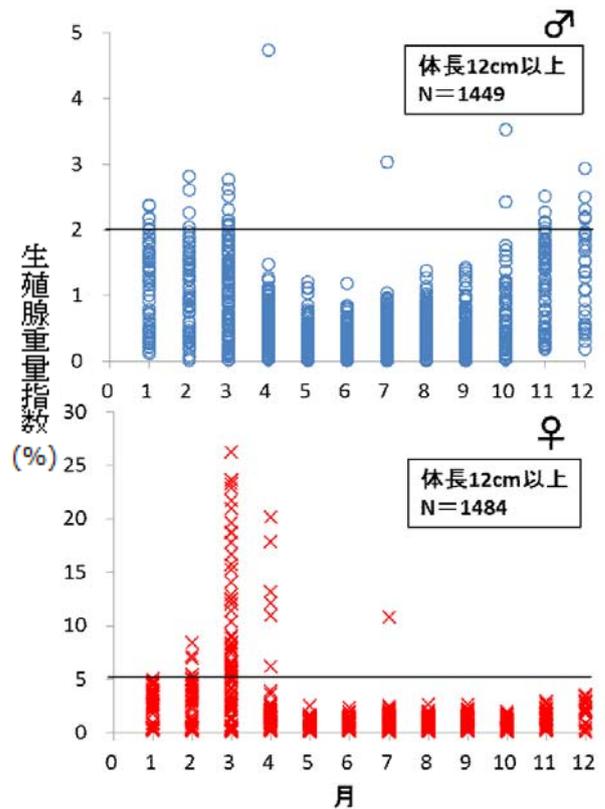


図5 キチジの雌雄別月別GSI

結果の発表等 なし

登録データ 16-02-003 「キチジ生態、産卵期」(04-57-0616)

研究課題名 沿岸性底魚類の生態と資源動向の解明  
小課題名 ヒラツメガニの分布拡大  
研究期間 2016年

坂本 啓・鈴木 聡・山廻邊昭文

## 目 的

2016年9、10月の試験操業の底びき網において、水深100m以深でヒラツメガニが大量に漁獲され、いわき丸トロール調査でも最大水深175mで採捕があった。福島県沖のヒラツメガニの生息域は季節的に変動がみられるが、過去の底びき網漁船の操業記録によると主分布海域は水深60m以浅であり、それ以深ではまれに漁獲される程度である。そこで、分布域変化の要因について把握するため、水産試験場の海洋観測による底水温データ及び標本船または試験操業の操業記録を用いて解析を行い、生態的知見及び資源特性を得ることを目的とする。

## 方 法

福島県水産資源管理支援システムより、1984～2016年の底びき網漁業におけるヒラツメガニの漁獲量を年別に整理し、底びき網漁船の標本船日誌及び試験操業の操業記録より曳網時間あたりの漁獲量（以下、CPUE）を整理し、比較した。

漁業調査指導船いわき丸（以下、いわき丸）の海洋観測結果のうち塩屋埼沖のデータを用いて、2007～2009年、2016年の9月と10月の水深55m、105m、140m、179mの底水温を整理し、比較した。

## 結果の概要

底びき網の漁獲量は1990年が最も多く100トン以上漁獲し、それ以外の年では1～40トン程度の漁獲量であった（図1）。また、底びき網漁船の操業記録による漁場分布について、9、10月での漁獲は、2016年を除く全ての年において水深100m以浅での漁獲であった（図2）。2016年は水深90～200m付近の広範囲にまで漁獲があり、CPUEも2016年が最も高くなっていた。その結果、1990年は大量発生があったと推測され、その際に水深100m以深で漁獲がないことから、今回のヒラツメガニの分布拡大は資源の増加による沖合への分布拡大でないことが考えられた。

いわき丸海洋観測における塩屋埼沖の底水温は、水深55m及び105mではいずれの年においても大きな差はみられなかったが、水深179mでは9月、10月ともに2016年の底水温が2007～2009年より2.0～4.4℃高く、11℃台であった。このことにより2016年のヒラツメガニの分布域が沖合まで広がったと考えられた。

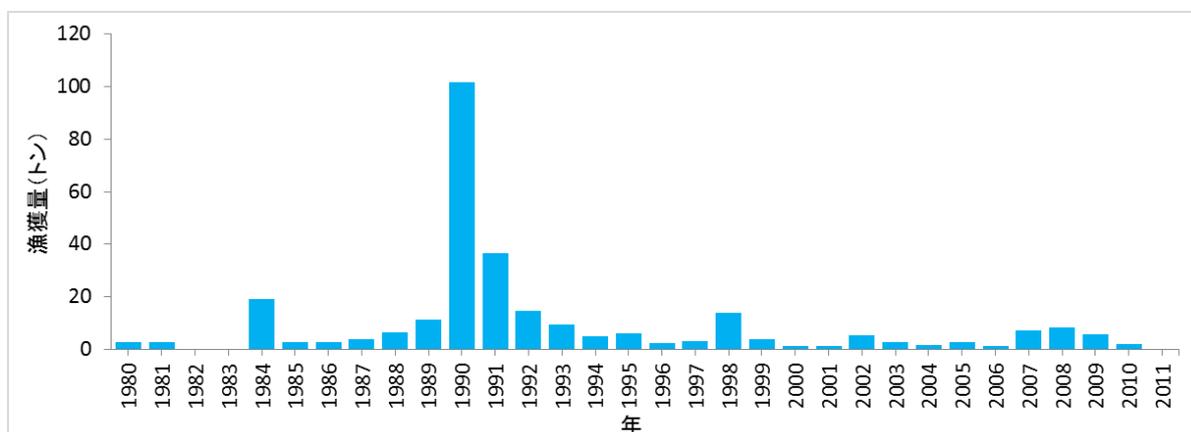


図1 福島県における底びき網によるヒラツメガニの漁獲量

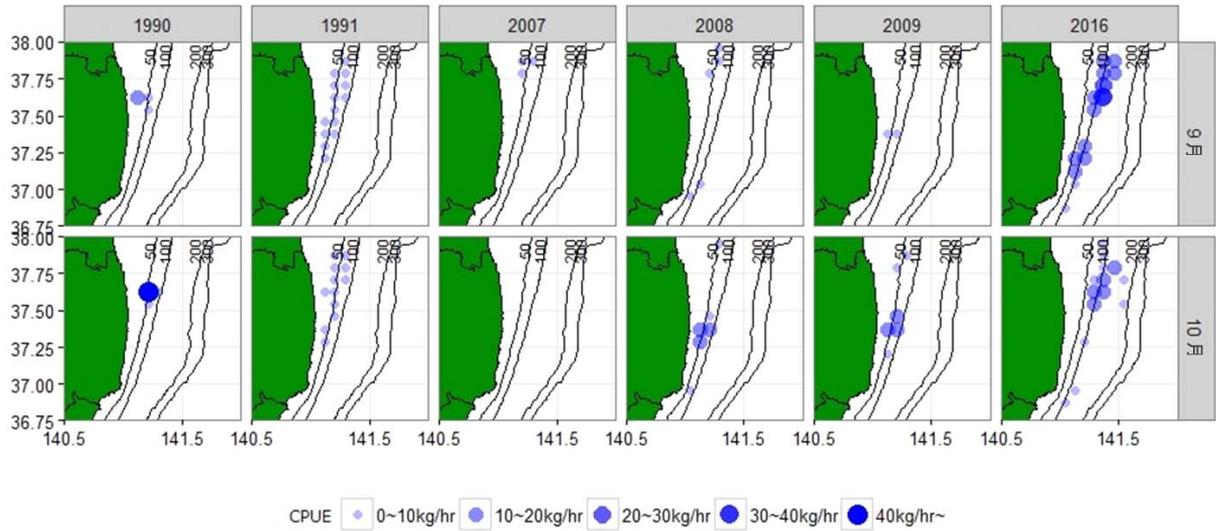


図2 標本船及び試験操業の操業記録によるヒラツメガニの漁場

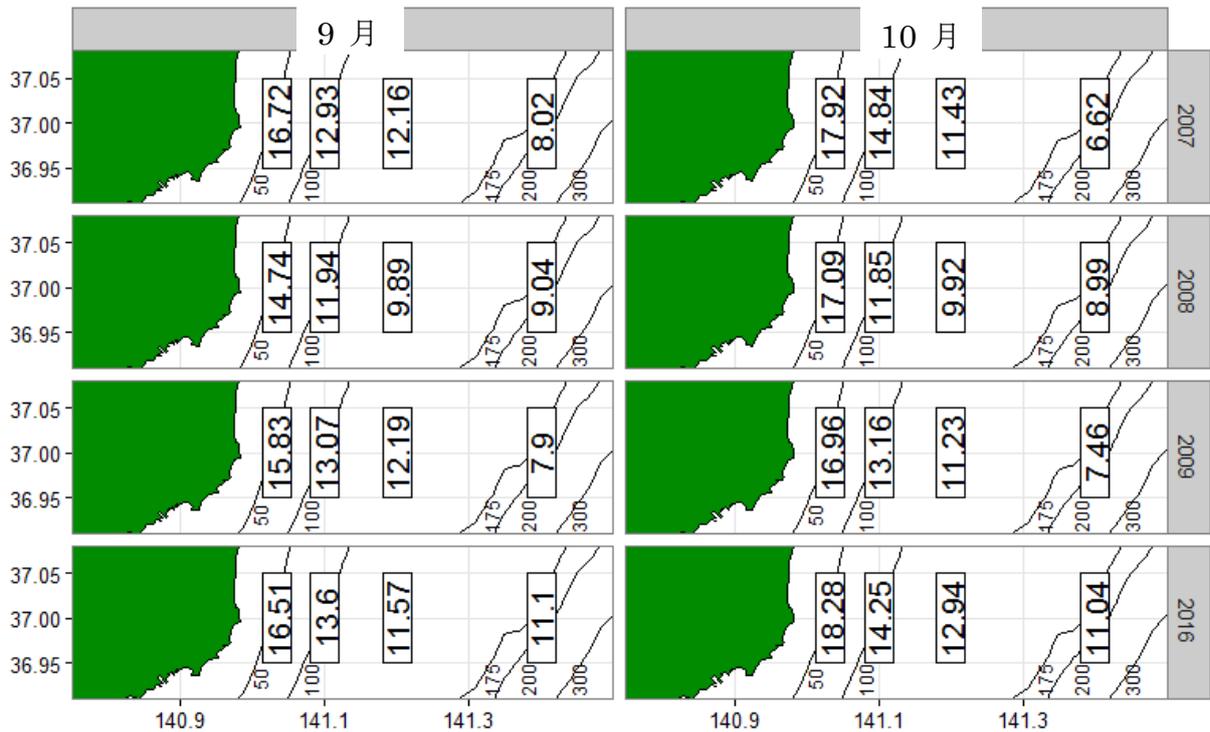


図3 海洋観測における北緯37.00°の底水温（左側9月、右側10月）  
（底水温は左から水深55m、105m、140m、179m）

結果の発表等 平成28年普及成果

登録データ 16-02-004 「標本船ヒラツメガニ」(04-57-1616)

研究課題名 沿岸性底魚類の生態と資源動向の解明

小課題名 ガザミ科2種の資源動向

研究期間 2016年

鈴木 聡

## 目 的

震災以降、調査船調査においてガザミの採捕量増加が確認され、2015年の試験操業においてもさし網、かごの漁法において約7,700kgの水揚げがあった。そこで、ガザミ科2種（ガザミ、ヒラツメガニ）において震災前後の漁獲量推移から現在の資源状況を把握した。

## 方 法

両種の震災前漁獲量は統計記録がある2000年から2010年までのさし網、かご漁業を対象とし、震災後は2014年6月から2016年までの試験操業漁獲量の速報値を用いた。資源量指数（CPUE）は2001年から2010年までの標本船日誌と2014年6月から2016年までの試験操業日誌から1隻あたりの漁獲量（kg）を算出し、両種の対数CPUEの回帰分析にはデミングの方法を用いた。

## 結 果 の 概 要

- (1) ガザミの漁獲量は、震災前においては2000～2004年は2,000kgを下回る水準であったが、2005年以降は4,000kg前後を安定して推移していた。震災以降の試験操業においては2014年で1,100kg、2015年、2016年では8,000kg弱ほどで2015年以降は震災前に比べ2～5倍程度の漁獲量となった（図1）。
- (2) ガザミのさし網における1日1隻あたりの漁獲量（CPUE）に関して、震災前は0.72～2.05kg/日・隻の範囲で推移していたが、震災後は2014年から順に2.04、2.70、2.98 kg/日・隻と増加傾向にあった（図3）。震災前の平均CPUEは1.59 kg/日・隻であったのに対し、震災後は2.80 kg/日・隻と震災前に比べ1.76倍程度であった。
- (3) ヒラツメガニの漁獲量は年変動が大きく、震災前は9～81トンの範囲にあり、ガザミの漁獲量の約20倍程度であった（図2）。震災以降の漁獲量は平均して震災前の4%程と著しく減少している。さし網漁業におけるCPUEは、震災前で3～10kg/日・隻の範囲で推移していたが、震災後は0.7～1.3kg/日・隻程度と減少していた（図3）。
- (4) ガザミとヒラツメガニのさし網漁業における対数CPUEの関係から、負の相関が認められた（ピアソンの相関係数0.67）（図4）。つまり、ガザミの資源量が増加するとヒラツメガニの資源量が減少するという現象が示唆された。今後は、両種の増加、減少要因について海洋環境・漁業利用の側面から詳細に解析することで、資源の変動を予測し、効果的な管理が可能になるものと考えられる。
- (5) 注意点としては、ガザミ及びヒラツメガニの漁獲量集計にあたり統計上の区分が可能なもののみを抽出したため、カニ類等の区分不可能な分類の中に両種の漁獲量が含まれている可能性がある点と震災後のさし網漁業における漁獲努力量は震災前と質や量に変化している点である。

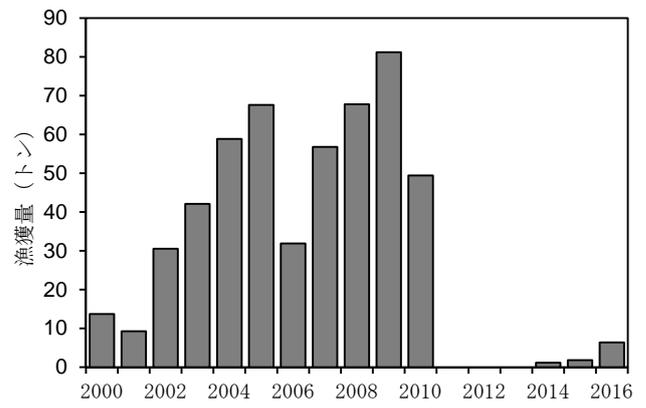
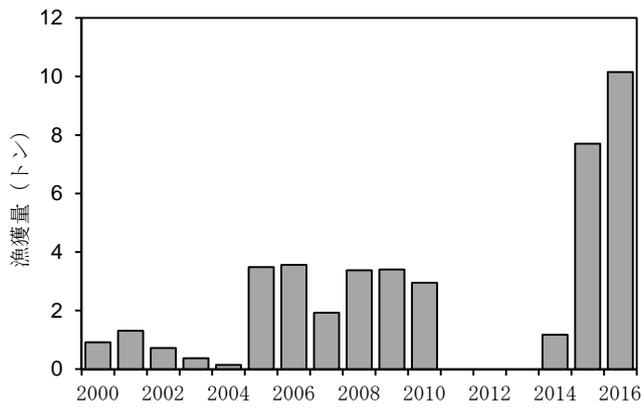


図1 ガザミの漁獲量推移 (さし網、かご)

図2 ヒラツメガニの漁獲量推移(さし網、かご)

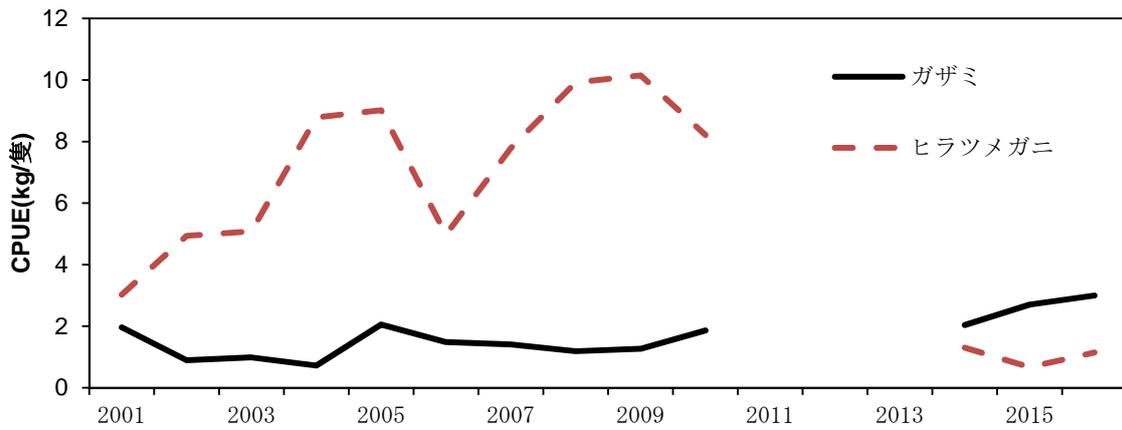


図3 ガザミとヒラツメガニのさし網漁業における CPUE (kg/隻) の推移

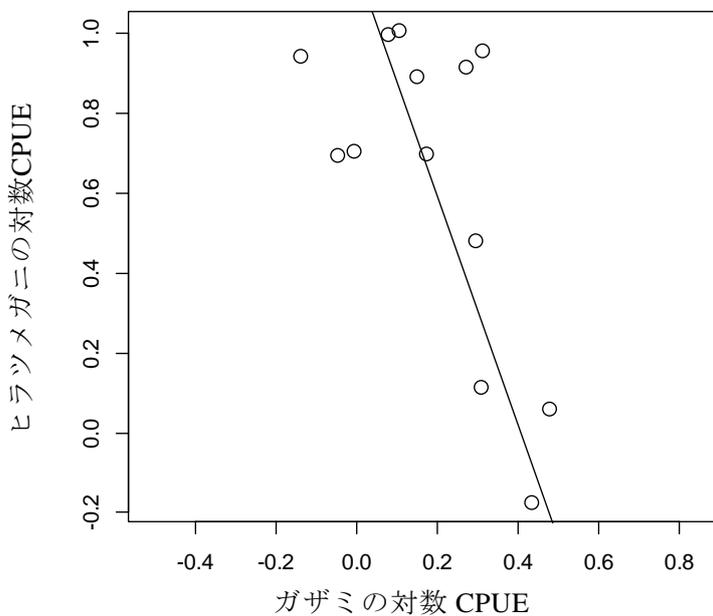


図4 ガザミとヒラツメガニのさし網漁業における対数 CPUE の関係

結果の発表等 なし

登録データ 16-02-005 「28Portunus trituberculatus」 (04-99-0315)

**研究課題名** 沿岸性底魚類の生態と資源動向の解明  
**小課題名** 震災後の沿岸トロール調査における魚種別分布密度  
**研究期間** 2014年～2016年

鈴木 聡

## 目 的

福島県沿岸における主要な底魚類に関して、沿岸域におけるトロール調査により得られた魚種別の分布密度の推移を明らかにし、資源動向を把握する。

## 方 法

主要底魚類の資源動向を把握するため、いわき市新舞子沖水深 10、20、30、50mの定点において、月 1 回、漁業調査指導船拓水によりトロール調査を実施した。曳網時間は水深 10、20、30m が 30 分、水深 50m は 20 分とした。

年別の曳網面積より、単位面積あたりの個体数及び重量を魚種別に算出した。期間は震災前においては 2006～2010 年の 5 年間の平均値、震災後は直近の 2011～2015 年の平均値及び最近年の 2016 年のものを用いた。また、主要カレイ類においてサイズ階級毎の個体数割合を算出した。

## 結 果 の 概 要

- (1) 2016 年の個体数密度は震災前に比べ、ほとんどの魚種において増加していたが、ヒラメ、ソウハチ、マダラ、サブロウについては震災前より減少していた（図 1）。震災前と比べ増加した種のうち特に高い増加比率であったものとしてヤナギムシガレイ（199.9 倍）、ガザミ（69.2 倍）、マコガレイ（28.0 倍）が挙げられる。これらの種は震災後において加入水準が良好であったものと考えられる。また、2016 年と 2011～2015 年の平均値を比較すると、カレイ類の多くで 2016 年の個体数密度の方が高い傾向にあり、個体数の増加が継続しているものと考えられた。
- (2) 2016 年の重量密度は震災前に比べほとんどの魚種において増加が確認されたが、キアンコウ、サブロウについては震災前より減少していた（図 2）。最も高い増加比率であったのがヤナギムシガレイであり（721.6 倍）、要因としては資源量の増加に伴った分布域拡大により水深 50m においても多数採捕されるようになったことが挙げられる。また、2016 年と 2011～2015 年の平均値を比較すると、カレイ類や底魚類の大半で 2016 年の重量密度の方が高い傾向にあり、重量の増加が継続しているものと考えられた。
- (3) 個体数及び重量密度の結果において、個体数密度が震災前より低く、重量密度が高くなった種が存在した。その代表的な主としてヒラメが挙げられ、震災の前後でサイズ階級別割合の比較を行うと震災前 3 年平均では全長 30cm 未満の個体数割合が 44.8%、30～50cm 未満が 52.7% であり、合計で 97.5% と採集物のほとんどが 50cm 未満であったのに対し、震災後では全長 30cm 未満が 20.3%、30～50cm 未満が 36.8%、50cm 以上が 42.9% であり、半数近くが 50cm 以上を占めていた（図 3）。このようにサイズの組成が大型に移行し、重量密度が高くなったものと考えられる。

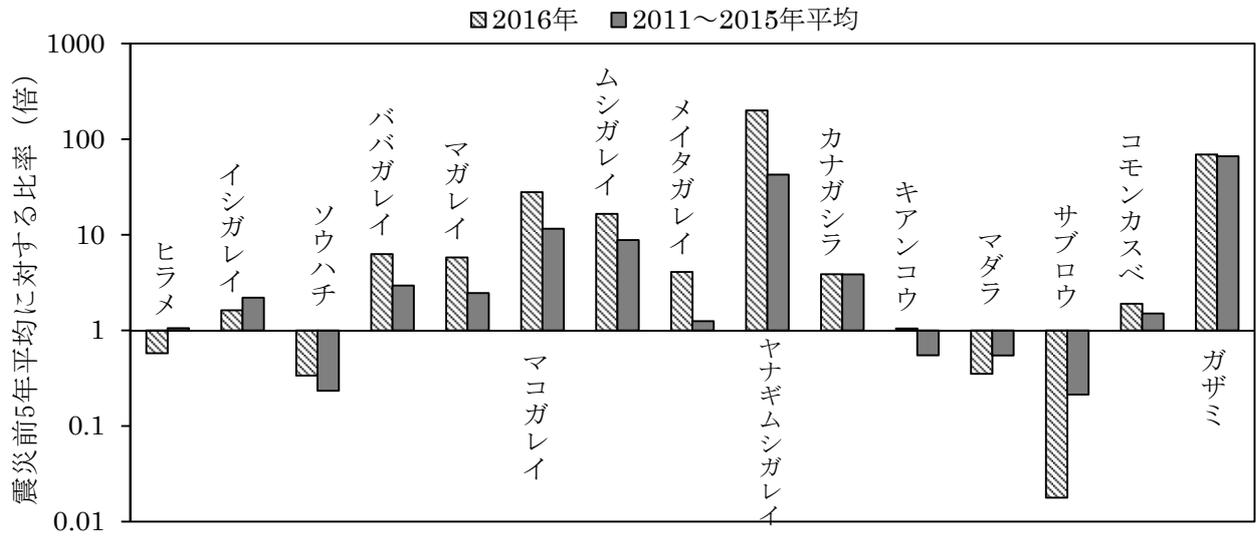


図1 魚種別個体数密度の震災前5年平均との比

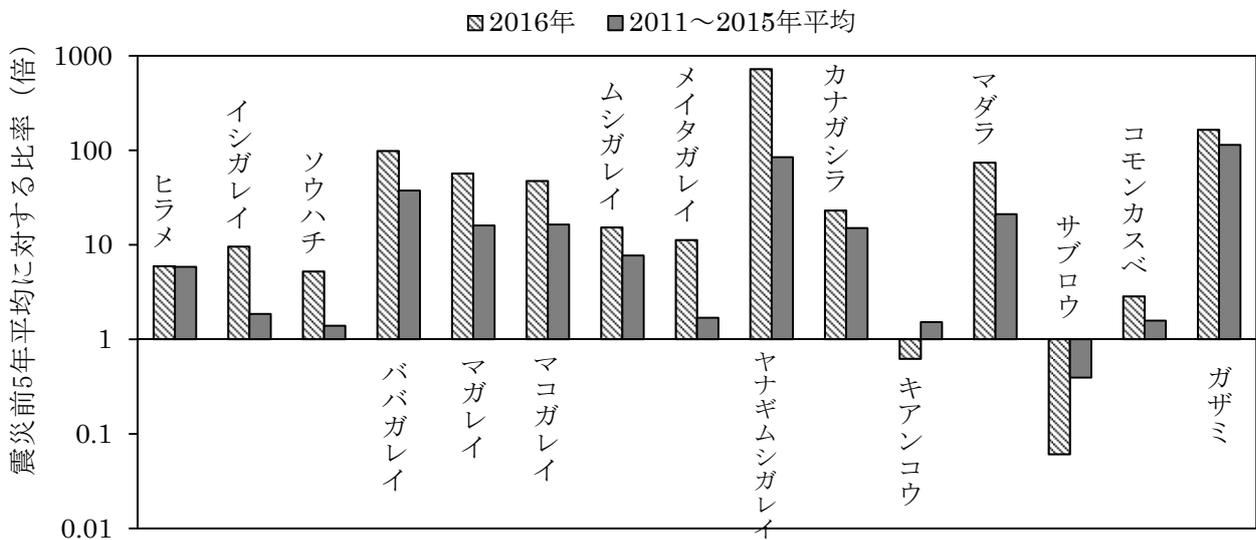


図2 魚種別重量密度の震災前5年平均との比率

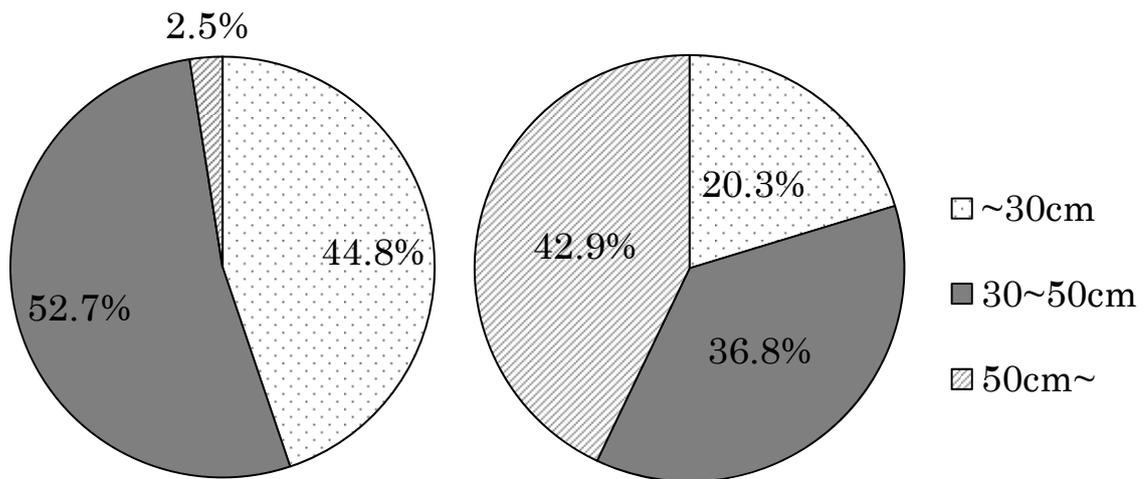


図3 ヒラメのサイズ階級別割合 (左: 震災前3年平均、右: 平成25~平成28年平均)

結果の発表等 なし

登録データ 16-02-006 「28 異体類幼稚魚新規加入」 (04-99-0315)

研究課題名 沿岸性底魚類の生態と資源動向の解明

小課題名 幼稚魚新規加入状況調査

研究期間 1998年～2016年

鈴木 聡

## 目 的

福島県沿岸における主要な底魚類に関して、その資源動向を大きく左右する稚魚分布量、水準、密度状況を把握し、資源への加入水準を予測する。

## 方 法

マガレイ、マコガレイの加入水準を推定するため、いわき市新舞子沖水深10、20、30、50mの定点において、月1回、漁業調査指導船拓水（以下、拓水）によりトロール調査を実施し、稚魚分布量を把握した。曳網時間は水深10、20、30mが30分、水深50mは20分とした。

また、イシガレイの加入水準を推定するため、相馬海域（磯部大浜）及びいわき海域（新舞子、菊多浦）の水深7、15mの定点において、拓水により水工研Ⅱ型ソリネット（以下、ソリネット）を15分間曳網し、稚魚の分布量を把握した。袋網目合は3.7mmとし、2～7月に原則月1回実施した。

トロール、ソリネット調査ともに採集効率を1とし分布密度を算出した。

## 結果の概要

### 1 マガレイ

2016年級（0歳魚、5月～翌年2月集計）の分布密度は17.5尾/ $\text{km}^2$ であった（図2）。前年の2015年級（8.9尾/ $\text{km}^2$ ）と比べると2倍程度の密度であったが、2003年の調査開始から最も高い分布密度を示した2010年級（97.3尾/ $\text{km}^2$ ）と比較すると、およそ20%程度であり、低い分布密度であった。

### 2 マコガレイ

2016年級（0歳魚、1月～12月集計）は本調査では採取されず、分布密度は算出できなかったが低い分布密度であると考えられた。2015年級（1歳魚、1月～12月集計）の分布密度は54.4尾/ $\text{km}^2$ であり、震災以降の年級群で最も高い分布密度を示した2011年級（1歳魚、48.1尾/ $\text{km}^2$ ）より高くなった。（図3）。

### 3 イシガレイ

2016年級（0歳魚、2月～7月集計）の分布密度は5.6尾/ $1,000\text{ m}^2$ であった（図4-1）。1998年の調査開始から最も高い密度を示した2004年級（10.5尾/ $1,000\text{ m}^2$ ）と比べ50%程度の密度であった。定点別にみると磯部大浜で11.7尾/ $1,000\text{ m}^2$ 、新舞子で4.8尾/ $1,000\text{ m}^2$ 、菊多浦で0.2尾/ $1,000\text{ m}^2$ であり（図4-2）、採集尾数はそれぞれ255尾、95尾、5尾であった。すべての調査定点で3月に最も多く採集され、分布密度も高かった。

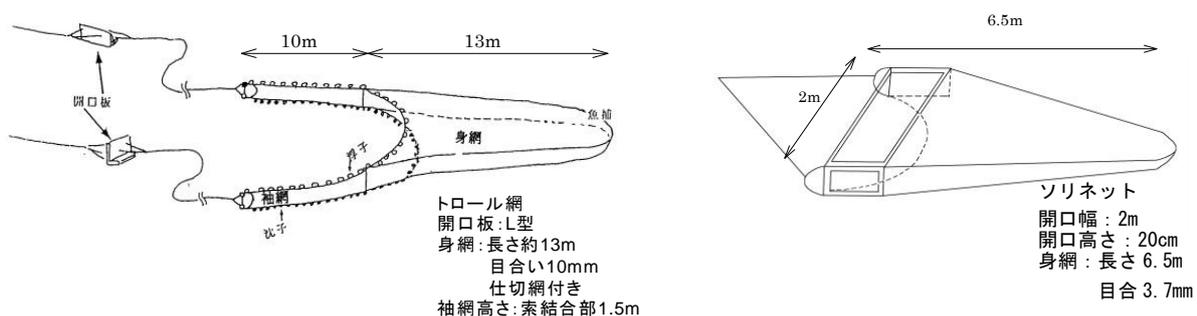


図1 調査漁具

表1 調査定点と調査月

調査方法	調査地点	曳網開始		曳網終了		曳網時間 (分)	調査月
		北緯	東経	北緯	東経		
トロール	新舞子10m	37° 05.40'	140° 59.55'	37° 04.25'	140° 59.35'	30	毎月1回
	新舞子20m	37° 04.55'	141° 00.45'	37° 03.35'	140° 59.75'	30	
	新舞子30m	37° 04.45'	141° 01.25'	37° 03.25'	141° 00.85'	30	
	新舞子50m	37° 03.35'	141° 02.75'	37° 05.40'	141° 02.15'	20	
ソリネット	菊多浦15m	36° 52.35'	140° 48.70'	36° 52.85'	140° 48.55'	15	4, 5, 6, 7, 2, 3月
	菊多浦7m	36° 53.15'	140° 48.00'	36° 53.55'	140° 48.35'	15	
	新舞子15m	37° 02.80'	140° 59.40'	37° 03.25'	140° 59.50'	15	4, 5, 6, 7, 2, 3月
	新舞子7m	37° 04.25'	140° 58.95'	37° 04.65'	140° 59.15'	15	
	磯部大浜15m	37° 45.88'	141° 01.18'	37° 46.35'	141° 01.16'	15	
磯部大浜7m	37° 45.58'	140° 59.69'	37° 47.00'	140° 59.68'	15	4, 5, 6, 7, 2, 3月	

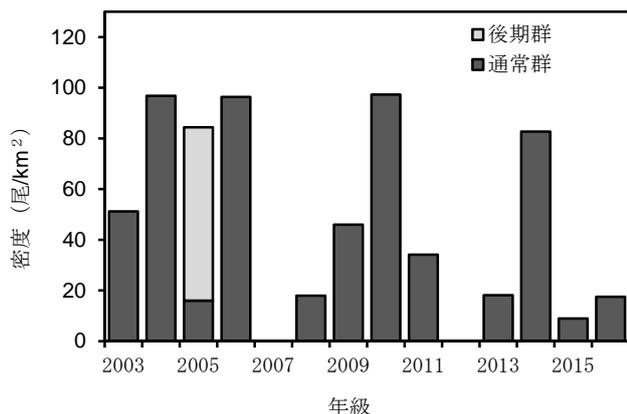


図2 マガレイ稚魚の分布密度  
(0歳魚、5月～翌2月の平均密度)

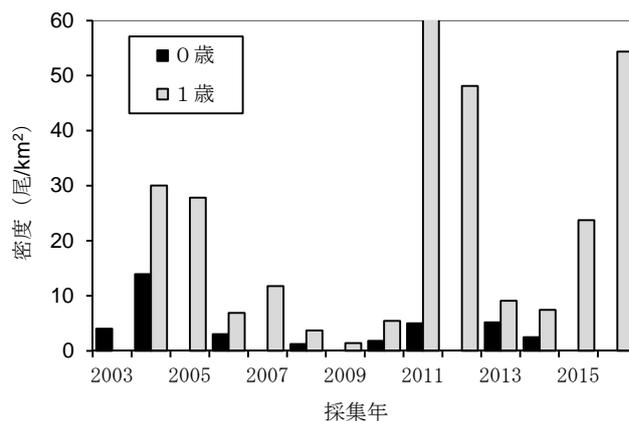


図3 マコマガレイ稚魚の分布密度  
(0, 1歳魚、1月～12月の平均密度)

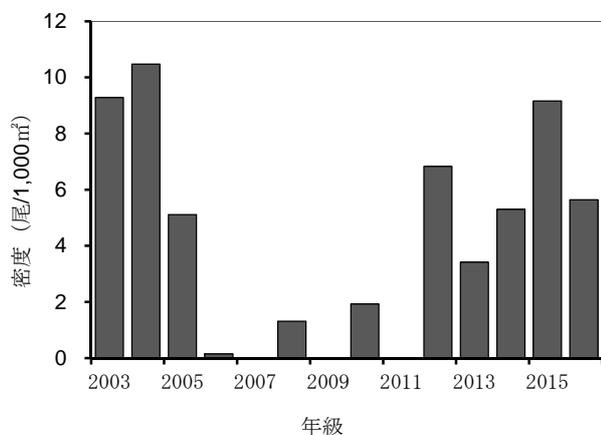


図4-1 イシガレイ稚魚の分布密度  
(0歳魚、2月～7月の平均密度。1998年から2002年までは磯部大浜、菊多浦のみ)

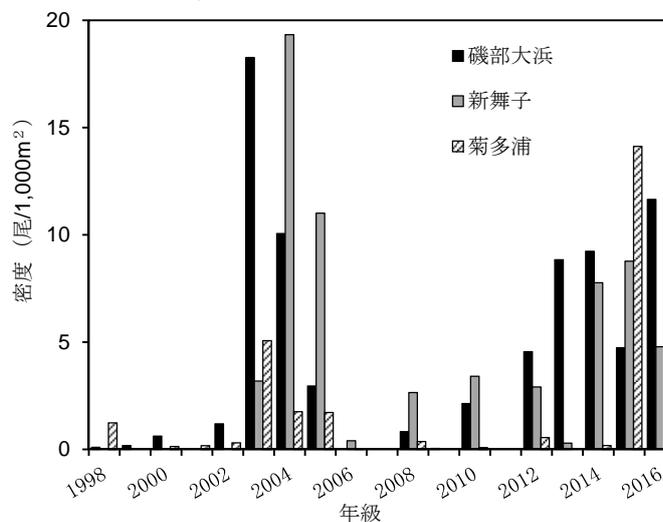


図4-2 イシガレイ稚魚の定点別分布密度  
(0歳魚、2月～7月の平均密度)

結果の発表等 なし

登録データ 16-02-007「28異体類幼稚魚新規加入」(04-99-0315)

研究課題名 沿岸性底魚類の生態と資源動向の解明  
小課題名 沿岸性底魚類における年級別放射性セシウム濃度の経時変化  
研究期間 2011年～2016年

鈴木 聡・松本 陽

## 目 的

2011年3月に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所（以下、1F）の事故により、海洋中に多量の放射性物質が漏出し、様々な水産生物が汚染された。事故以降、福島県における魚類の放射性セシウムの汚染状況は①1F以南の水深50m以浅の海域で最も汚染が大きい、②沖合性や回遊性の魚種、魚類以外の海産生物では放射性セシウム濃度が低く、沿岸性でかつ定着性の強い魚種で高い、③セシウム濃度は経時的に低下傾向を示すが、その速度は魚種により異なっているという3点がわかっている。こうした濃度とその低下速度の違いには世代交代や分布、移動、成長などの生態的な差異が起因していると考えられる。そこで、福島県沿岸の底魚類3種（イシガレイ、シロメバル、マコガレイ）において魚種間の生態的な差異、特に年級（生まれ年）に着目し放射性セシウム濃度との関係を整理することを目的とした。

## 方 法

試料は2011年4月から2015年6月末までに福島県海面において緊急時環境放射線モニタリング検査あるいは試験研究用として漁船及び調査船により採捕されたものの内、耳石による年級査定を行った標本を用いた。標本数はイシガレイ702個体、シロメバル740個体、マコガレイ1,359個体であり、生態学的半減期推定に用いた震災以前年級である2011年級以前の検体はそれぞれ517個体、714個体、1,143個体であった。生態学的半減期推定には指数関数モデルである  $A = A_0 e^{-\lambda t}$  より最小二乗法を用いてパラメータを推定し、年級別性別に半減期を推定した（Wada et al. 2））。

## 結 果 の 概 要

各魚種の2010年以前年級において震災当初である2011、2012年では700～1,800Bq/kg程度の比較的高い<sup>137</sup>Cs濃度を示していたが、経時的に低下している傾向にあった（図1, 2, 3）。2011年級においては、2013年当初に70～87Bq/kg程度の値が確認されたがその後は低下し不検出が多く確認された。2012年以降年級においては2010年以前年級に比べ低い濃度で推移し、不検出も多く確認された（図1, 2, 3）。

各魚種の2010年以前年級における<sup>137</sup>Cs濃度の平均値は52.2～190.7Bq/kgであり、2011年級、2012年以降年級の方が低かった（図1-1, 2, 3）。

また、年級と性の区別をしない生態学的半減期は短い方から順にシロメバルで323日、マコガレイで331日、イシガレイで392日となった。年級別の生態学的半減期は、魚種や年級で異なっており、その要因として初期の汚染が顕著であった種もしくは年級で短い傾向にあることが示唆された（表1, 2, 3）。

<sup>137</sup>Cs濃度の推移から各魚種に共通して震災以降に生まれた年級では後年次年級ほど<sup>137</sup>Cs濃度が低く、不検出の検出割合も多くなっている傾向が確認された。

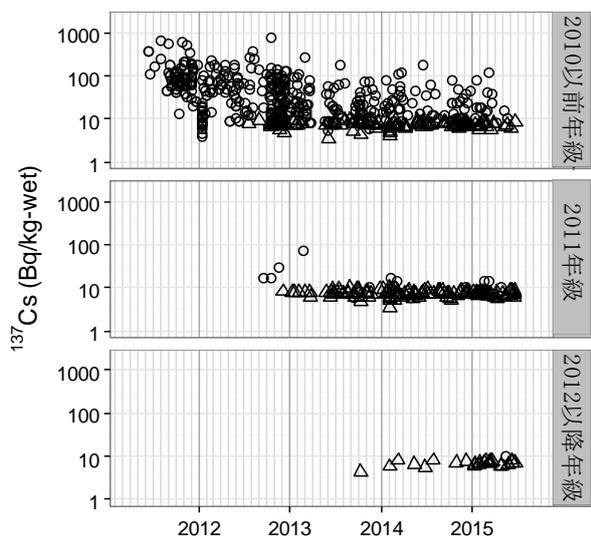


図1 イシガレイの年級別 <sup>137</sup>Cs 濃度推移 (△は不検出)

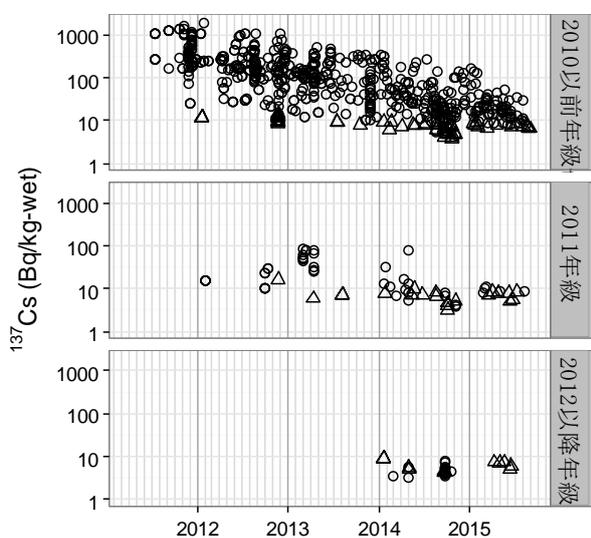


図2 シロメバルの年級別 <sup>137</sup>Cs 濃度推移 (△は不検出)

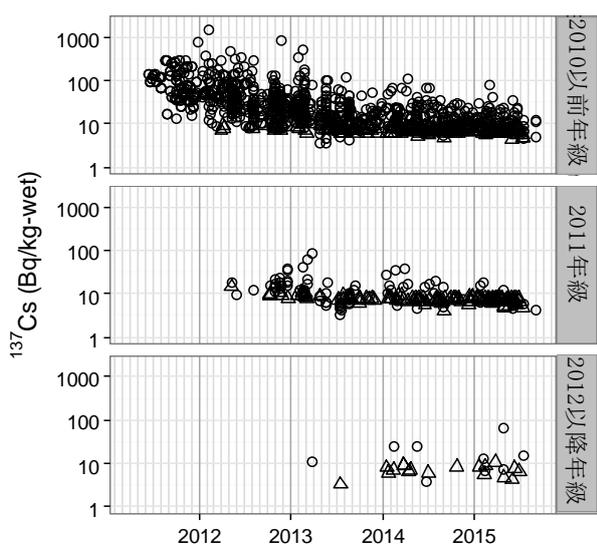


図3 マコガレイの年級別 <sup>137</sup>Cs 濃度推移 (△は不検出)

表1 イシガレイの推定された生態学的半減期

Sex	cohort	n	P	$A_0$ (Bq kg <sup>-1</sup> -wet)	$\lambda_{\text{eff}}$ (d <sup>-1</sup> )	$T_{\text{eco}}$ (d)
メス	2008	123	<0.001	230	0.00168	427
	2009	68	<0.001	98	0.00159	455
	2010	137	<0.001	57	0.00154	470
	2011	12	0.438	-	-	-
	All	410	<0.001	166	0.00192	374
オス	2008	18	0.873	-	-	-
	2009	14	<0.05	75	0.00167	431
	2010	57	0.085	-	-	-
	All	107	<0.01	74	0.00156	461
All	517	<0.001	143	0.00183	392	

表2 シロメバルの推定された生態学的半減期

Sex	cohort	n	P	$A_0$ (Bq kg <sup>-1</sup> -wet)	$\lambda_{\text{eff}}$ (d <sup>-1</sup> )	$T_{\text{eco}}$ (d)
メス	2006	138	<0.001	591	0.00169	427
	2007	52	<0.001	727	0.00296	239
	2008	65	<0.001	728	0.00275	258
	2009	56	<0.001	218	0.00212	336
	2010	22	<0.01	55	0.01106	63
	2011	20	0.088	-	-	-
	All	430	<0.001	528	0.00209	342
オス	2006	65	<0.001	675	0.0019	377
	2007	25	<0.001	1092	0.00348	203
	2008	49	<0.001	1077	0.00429	164
	2009	47	<0.001	1130	0.00777	90
	2010	18	<0.01	57	0.00175	411
	2011	23	<0.05	43	0.00074	1025
	All	284	<0.001	778	0.00265	268
All	714	<0.001	487	0.00221	323	

表3 マコガレイの推定された生態学的半減期

Sex	cohort	n	P	$A_0$ (Bq kg <sup>-1</sup> -wet)	$\lambda_{\text{eff}}$ (d <sup>-1</sup> )	$T_{\text{eco}}$ (d)
メス	2008	157	<0.001	127	0.00103	715
	2009	97	<0.001	93	0.00129	566
	2010	341	<0.001	144	0.00315	225
	2011	52	<0.01	16	0.00066	1156
	All	772	<0.001	130	0.00187	384
オス	2008	59	<0.01	167	0.00207	346
	2009	40	<0.001	172	0.00207	345
	2010	173	<0.001	158	0.00346	204
	2011	46	<0.01	16	0.00119	614
	All	371	<0.001	163	0.0027	263
All	1143	<0.001	147	0.00215	331	

結果の発表等 平成28年度水産試験場普及成果

登録データ 17-02-008 「radioactive analysis」(10-69-0315)

**研究課題名** 生態特性に応じた蓄積過程の解明  
**小課題名** 福島県沿岸海水のセシウム 137 濃度の水平分布について  
**研究期間** 2011 年～2016 年

山田 学・森口隆大

## 目 的

原発事故を受けた近年の福島県沿岸の海水のセシウム 137 濃度（以下濃度）のモニタリングで、極沿岸（海岸からの採水による）では沖合に対して相対的に高い濃度が検出されているが、採水地点は 5 地点のみで、県下全域への波及が明らかでなく、また、福島第一原子力発電所（以下 1F）から正東沖 1km での採水地点がないなど特に沿岸の濃度の水平分布を明らかにするにあたり不足する地点があった。魚介類の汚染メカニズム解明のための環境データを得るため、福島県水産試験場では、不足する地点の海水試料を採集し、分析を他機関\*と連携して行い、濃度の水平分布を明らかにすることを目的とした。

## 方 法

海水試料の採集、分析を、他機関\*と連携して 2012 年 1 月から開始し、その後採水地点を増やして極沿岸 17 地点と 1F 沖 3 地点、相馬沖 3 地点、四倉沖 1 地点で行った。これらのデータおよび東京電力ホールディングス株式会社、原子力規制庁のデータから（図 1）、極沿岸と 1、3、15、30、50km 沖の濃度を解析した。

## 結 果 の 概 要

極沿岸の濃度は 0.009～0.875Bq/kg の範囲にあり、1F から北側へ 15km 離れた地点は、南側へ 50km 離れた地点と同程度で、1F 北側は南側に比べ低かった（図 2）。

1F から北側へ 15km または南側へ 50km 離れた地点の極沿岸での濃度は、1F から正東沖へ 3km 離れた地点と同程度であり、極沿岸の南北距離よりも距岸距離に応じて低下する濃度分布が観察された（図 2、3）。

距岸 3km の濃度は 0.009～0.021Bq/kg の範囲にあり、極沿岸のような 1F 北側と南側の濃度差がみられなかった（図 2）。

1F からの距離が同じでも、距岸方向（1F 正東沖）では極沿岸と比較して濃度が低く、また、距岸方向への濃度は距岸 1、3km まで急激に低下し、その後緩やかに低下していた（図 3）。

これらの結果から、距岸による急激な濃度変化があることが明らかにした。

本成果により、これまでシミュレーションによって示されてきた潮流等による拡散特性（南に濃く、北に薄い）が実測的に確認されるとともに、沖合方向には南北以上に急激に濃度が低下することが明らかにできたことで、これまで水産試験場が明らかにしてきた魚介類の汚染メカニズムに関する科学的説明を補強でき、生産者、消費者の安心につながることを期待される。また、空間的な濃度勾配を明らかにしたことで、一部データが欠損しているため事故直後における放射性物質濃度分布が得られていない海域の濃度を推定する材料が得られた。

本成果の公表にあたっては、現在では極沿岸であっても非常に低い濃度となっていることを強調する必要がある。

\* 国立研究開発法人水産研究・教育機構、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構、国立大学法人東京海洋大学

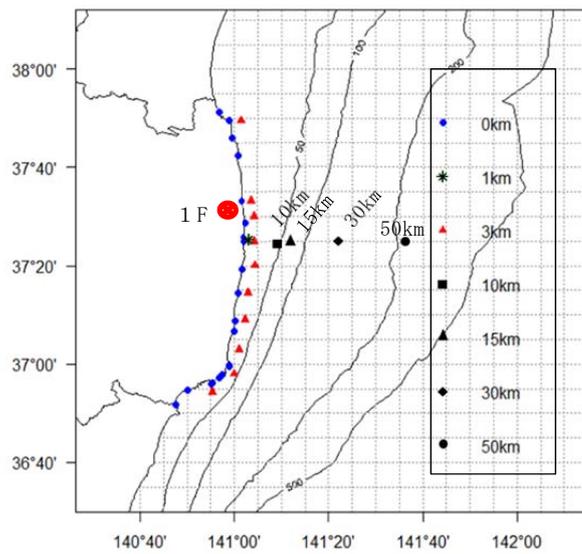


図1 採水地点

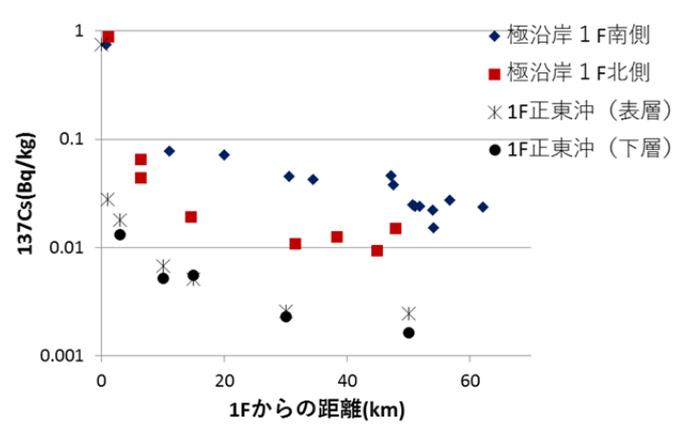
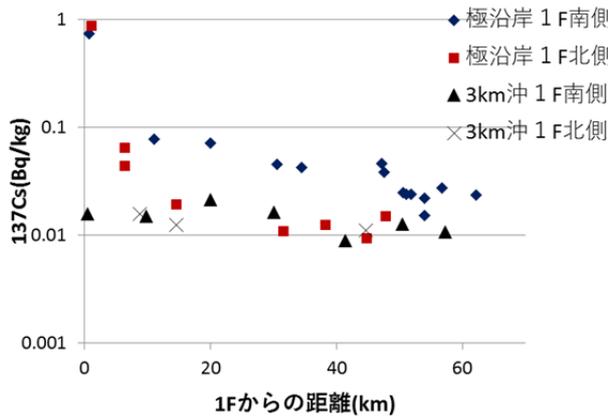


図2 1Fからの南北距離別海水のセシウム137濃度（極沿岸、3km沖） 図3 1Fからの距離別の海水のセシウム137濃度  
 ※3km沖は表、下層の平均値 ※2014年3月～2016年3月の平均値で表した。

結果の発表等 平成 28 年度放射線関連支援技術情報  
 登録データ 16-02-009 「極沿岸海水等データ.xlsx」 (10-69-1416)

**研究課題名** 生態特性に応じた蓄積過程の解明  
**小課題名** イシカワシラウオにおける放射性セシウム濃度の経年変化  
**研究期間** 2011年～2016年

山田 学・池川正人・渡邊昌人・松本 陽

## 目 的

海産魚介類の放射性セシウム (Cs) の取込経路は、海水と餌料生物と考えられている。事故後、海水と餌料生物のCs濃度は継続的に低下しており、魚介類への影響も小さくなっていると推測されるが、環境中に残存するCsの影響は不明である。そこで、ごく浅海域を生息域とし、約1年の短い生活史であり発生時期が推定可能なイシカワシラウオを用いて、海域間の特徴や経年変化を解析し、汚染メカニズムの基礎知見とする。

## 方 法

2011年11月～2017年2月に緊急時環境放射線モニタリングのために福島県沿岸で採捕されたイシカワシラウオの全長を測定した。Cs-137濃度 (Bq/kg-wet) は、緊急時環境放射線モニタリングによる値を用い、不検出となった検体は、水産試験場のゲルマニウム半導体検出器でCs-137濃度を検出できるまで検出限界値を下げて測定して得た。年級・採捕海域別に採捕日、事故後経過日数及び平均全長とCs-137濃度の関係を解析した。

## 結 果 の 概 要

Cs-137濃度の経年推移は、年級を経るごとに低下する傾向、福島第一原子力発電所 (1F) 以北海域のほうが以南海域より低めの傾向がみられた (図1)。1F以南で採捕されたイシカワシラウオの各年級について、推定孵化日を3/1とした経過日数とCs-137濃度の関係をみると、2011年級は低下傾向、2012、2013年級は上昇傾向、2014、2015年級ははじめ上昇傾向であったが約250日経過以降は横ばい～低下傾向、2016年級ははじめ横ばいであったが、約300日経過以降は低下傾向であった (図2)。平均全長とCs-137濃度の関係をみると、2011年級は低下傾向、2012年級は横ばい、2013年級は緩やかな上昇傾向、2014、2015年級は緩やかな上昇傾向だが全長40mm以上は横ばい、2016年級は横ばいであった (図3)。2014～2016年級は、経過日数、成長に伴うCs-137濃度の上昇が、途中で停止する様子が見られた。Cs-137濃度は、2016年級では0.73～1.51Bq/kg-wetで、2016年8月の福島県極沿岸海水では0.001～0.056Bq/Lであったことから、既往の知見による海水からの濃縮係数 (約100倍程度) とほぼ一致していた。

本結果は、検出限界値を下げた測定により得たものであり、全ての年級でCs-137濃度は50Bq/kg-wet以下で、2016年級では1.51Bq/kg-wet以下と非常に低いものであった。

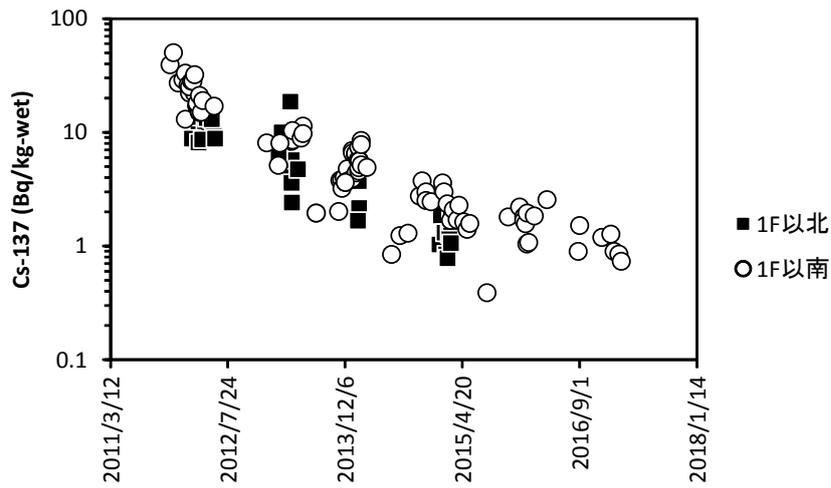


図1 供試魚Cs濃度の経時推移.

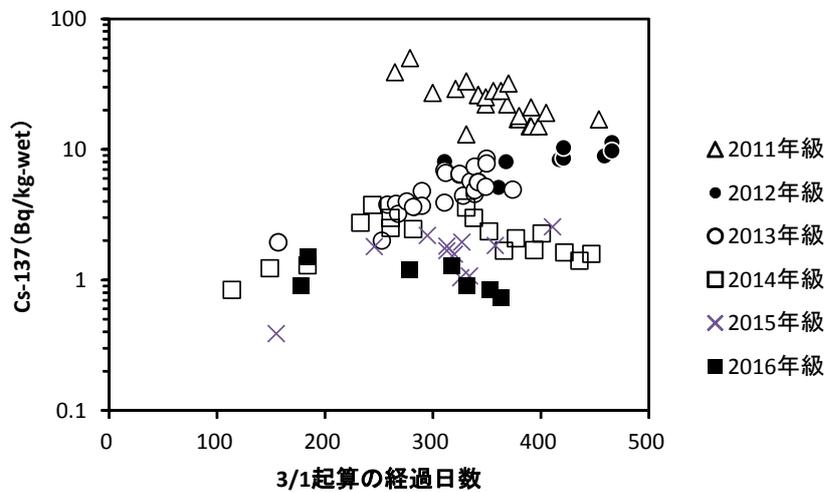


図2 各年級の3/1起算経過日数とCs濃度の関係.

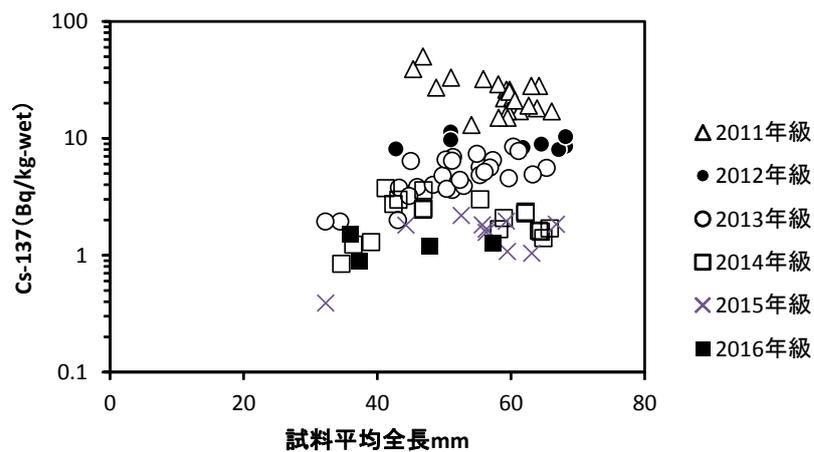


図3 各年級の平均全長とCs濃度の関係.

結果の発表等 なし

登録データ 16-02-010 「H29シラウオCsデータ.xlsx」(10-69-1116)