

## 様式-2 平成 26 年度資源変動要因分析調査課題報告書（中課題）

課題番号 9000  
大課題名 資源変動要因分析調査  
中課題名 スケトウダラ日本海北部系群、ズワイガニ日本海系群、スルメイカ秋季発生系群  
担当機関 日本海区水産研究所資源管理部資源管理グループ  
担当者名 木所英昭

### 1. 調査・研究の目的

我が国の TAC をベースとした資源管理では、加入量の予測値によって将来予測が行われ、TAC の基礎となる ABC が算定されるとともに管理方針が決定される。したがって、加入量変動を的確に予測することは資源管理方針を決定する上において最も重要な要素となっている。特に当年および次年の加入量予測結果は ABC の算定に直接影響を与えるため、重要性が非常に高い。しかし、加入量の情報を漁獲情報から事前に把握することは困難であることに加え、海洋環境によって大きく変化するため、事前把握及び将来予測が困難なのが現状である。

本課題では、10000 番台の中課題で別途、開発改良を実施している日本海海況予測システム (JADE) と連携し、そのデータを用いたシミュレーションによって、日本海で TAC 対象種として産業的にも重要なスケトウダラ日本海北部系群、ズワイガニ日本海系群、スルメイカ秋季発生系群の加入量予測および加入量変動の把握精度の向上を行い、ABC の精度向上、および的確な資源管理方針の策定に用いることを目的とする。平成 23 年度では、スケトウダラ日本海北部系群において 2006~2010 年までに得られた幼稚魚について耳石日周輪を用いたふ化後日数の推定を行ない、発育段階別分布状況を検討するとともに、改良した JADE モデルを用いて北海道西岸の卵仔魚輸送実験を行い、実際の分布状況の再現を中心に検討を進めた。

### 2. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 調査船調査の結果から、近年の豊度の高い年級群である 2006、2012 年級群は、4 月の仔稚魚の段階で豊度が高く、4 月時点ですでに大よその豊度が決まっていた。
- (2) 豊度の高い 2006、2012 年級群の特徴として、耳石解析の結果からは、生き残った仔稚魚の主体は 2 月下旬~3 月中旬に孵化した個体であった。しかし、これらの初期成長については特に速い傾向は見られなかった。また、2006 年と 2012 年は、石狩湾周辺における卵密度が高かった。
- (3) 粒子追跡シミュレーションの結果は、資源豊度の高かった 2006 年および 2012 年の特徴として、卵仔稚魚の経験水温が低かったことと、北海道北部日本海の沿岸域に輸送される仔稚魚の数が多かったことが示された。この結果は、低水温と成育場への輸送環境が高い年級群豊度を生み出すための条件として重要であることを示している。
- (4) スケトウダラ日本海北部系群の 2014 年級群の加入量が低かった要因として、シミュレーションの結果から、生活史初期における経験水温は低かったものの、北上流が非常に弱く、北海道北部日本海の沿岸域に南下流が存在したために、卵や仔稚魚が生育場へ上手く輸送されなかったことを示すことが出来た。
- (5) メガロパ幼生の多くが沖合冷水域内に混在して分布しており、水深 150m 以浅の海域にはほとんどいなかった。メガロパは深度 0~500m に分布し、ゾエアよりも分布深度範囲は大きかった。モード深度は 100~250m で、モード水温は 4~10℃であった。
- (6) 調査海域のメガロパ密度と前年の雌資源量の年変動を比較すると、2014 年までの直近 5 年間の増減傾向には正の相関がみられた。2012 年から 2013 年にかけてのメガロパの大幅な減少理由は、日本海沖合の水塊配置の違いによる調査海域への来遊量の差と推測された。

- (7) JADE データを用いて、日本海南西海域を起源とするズワイガニ幼生の輸送・着底シミュレーションを実施し、産卵場への帰還率とズワイガニの加入量変動の関係を示した。
- (8) 秋季発生系群に相当する 4 月に外套背長 5cm 以上のスルメイカは、表面水温 9℃～12℃の範囲に多く分布していた。一方、外套背長 5cm 未満のスルメイカは水温 12℃以上、特に 13℃以上の海域に多く分布していた。
- (9) スルメイカは、外套背長 5cm に成長するまでに外套膜の形状が急速に細くなると共に、肉鰭が外套背長に対して伸張する傾向が認められ、成長に伴う遊泳力の増大が示唆された。体型の変化はスルメイカの餌生物の変化と深く関係していたことが明らかとなった。なお、スルメイカ稚仔は外套背長 1/3 程度（相対的に大型）の餌生物を捕食していた。
- (10) スルメイカの幼稚仔の輸送シミュレーションを行った結果、2007 年と 2013 の生残率は高く、資源評価調査結果による RPS との相関も高かった。スルメイカ秋季発生系群の資源評価結果では、2014 年の資源量が高い値であったが、その要因の一部をこのシミュレーション結果で示すことが出来た。
- (11) 1970 年代初頭の気候変動に伴う海況変化の大きな特徴として、山陰沖の水温が上昇することが把握された。以上の特徴に関し、寒冷期には佐渡沖と山陰沖の極前線が南へ蛇行し、冷水域が日本沿岸へ南下する一方、温暖期には極前線の蛇行が解消される様子を中長期モデルによって表現することが出来た。
- (12) 島根沖冷水の差し込みが起きる年はズワイガニの再生産成功率が低くなること、島根沖冷水の差し込みが 70 年代初頭のレジームシフトに伴って起きていたことについて、それぞれの可能性が高い事を、実験から示すことに成功した。

### 3. 調査・研究推進上の課題

- (1) スケトウダラ日本海北部系群では、卵調査の海域や時期が限定されているために、漁獲物の成熟状態を基に大まかな産卵期を推定している。しかし、より詳細な産卵期を推定するためには卵調査の拡充が必要である。また、初期生残への母性効果や水温・餌量の影響を把握するために飼育実験の拡充が必要である。
- (2) ズワイガニの幼生分布調査について、今後はこれまでのように大規模な幼生分布調査を実施しない計画である。そのため、ズワイガニ資源量との対応を検証するためには、これまでに蓄積した生物データおよび環境データを詳細に分析することが大切である。
- (3) スルメイカ今年度のシミュレーション結果では 2007 年と 2013 の生残率は高く、資源評価調査結果による RPS との相関も高い結果が得られた。しかし、2006 年以前のシミュレーション結果ではシミュレーションの結果の信頼性が確認できず、次年度の課題となった。
- (4) 中長期モデルにおける 80 年代の極前線の位置を一般的に理解されている緯度(40°N)付近に近づけるためには、更なるパラメータ調節が必要となる。

### 4. 特筆すべき成果

- (1) スケトウダラ日本海北部系群の 2014 年級群の加入量が低かった要因として、シミュレーションの結果から、生活史初期における経験水温は低かったものの、北上流が非常に弱く、北海道北部日本海の沿岸域に南下流が存在したために、卵や仔稚魚が生育場へ上手く輸送されなかったこととして、示すことが出来た。
- (2) スルメイカの幼稚仔の輸送シミュレーションを行った結果、2007 年と 2013 の生残率は高く、資源評価調査結果による RPS との相関も高かった。スルメイカ秋季発生系群の資源評価結果では、2014 年の資源量が高い値であったが、その要因の一部をこのシミュレーション結果で示すことが出来た。

## 様式-1 平成 26 年度資源変動要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号	9010
大課題名	資源変動要因分析調査
中課題名	スケトウダラ日本海北部、ズワイガニ日本海、スルメイカ秋季発生系群
小課題名	スケトウダラ日本海北部系群の再生産変動要因の検討
担当機関	北海道区水産研究所、日本海区水産研究所、北海道立総合研究機構稚内水産試験場、北海道立総合研究機構中央水産試験場、北海道立総合研究機構函館水産試験場
担当者名	船本鉄一郎、千村昌之、山下夕帆、田中寛繁、渡邊達郎、志田 修、美坂 正、本間隆之、渡野邊雅道

### 1. 調査・研究の目的

日本海北部に分布するスケトウダラ日本海北部系群は、北海道日本海側の沖底および沿岸漁業の重要種であり TAC 管理対象種である。しかし、その漁獲量は 1992 年度の 146 千トンから大きく減少し、2009 年度は 15 千トンまで落ち込んだことから、資源回復計画対象種として回復処置も実施されている。日本海北部系群は寒冷レジームから温暖レジームへの移行後に、漁獲量の減少の他、資源量の減少、産卵場の縮小、再生産成功率（RPS）の低下等が観察されている。資源減少要因については、産卵期における水温上昇や親魚量減少などが指摘されているが、そのメカニズムについて不明な点が多く、加入量予測についても不確実性が高い。

本課題では、漁獲データ解析および調査船調査などで得られたスケトウダラ日本海北部系群に関する産卵期・産卵場、発育段階別分布状況などを解析し、そこで得られた知見を JADE モデルによる輸送拡散モデルに応用することで、生活史初期の環境変化に重点を置いた、スケトウダラの再生産状況の解析および加入量水準早期把握手法の検討を行う。

平成 26 年度は、JADE モデルおよび FRA-ROMS モデルを用いた輸送実験、調査で得られた仔稚魚の分布状況等の取り纏め、高豊度年級となった 2006、2012 年級群および最新年（2014 年）の検討・把握を行う。

### 2. 調査・研究方法

- (1) 調査船調査で採集された幼魚の耳石を用いた孵化日推定を行い、幼稚魚の発育段階別分布状況を解析する。これらの成果は、輸送モデルのシミュレーションの検証資料とする。
- (2) 再生産成功率の変化が大きい 2005 年以降の産卵期・生活史初期の解析を進め、海洋モデルによる輸送シミュレーション結果と比較し、再生産に影響を与えた海洋環境を検討する。
- (3) 過去のデータの再解析を行い、資源豊度が高かった 1980～1990 年代の生物情報について再検討し、近年との比較を行う。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 調査船調査の結果から、近年の豊度の高い年級群である 2006、2012 年級群は、4 月の仔稚魚の段階で豊度が高く、4 月時点ですでに大よその豊度が決まっていた。
- (2) 豊度の高い 2006、2012 年級群の特徴として、耳石解析の結果からは、生き残った仔稚魚の主体は 2 月下旬～3 月中旬に孵化した個体（後期孵化群）であるが、これらの初期成長については特に速い傾向は見られなかった（図 1）。また、調査船調査の結果からは、石狩湾周辺における卵密度が高かった。さらに、改良型 JADE モデルの粒子追跡シミュレーションの結果からは、卵仔稚魚の経験水温が低いとともに、北海道北部日本海の沿岸域に輸

送される仔稚魚の数が多かった。

- (3) 過去のデータの再解析の結果から、RPS の高かった 1980 年代は低水温と遅い産卵期、RPS の低かった 1990 年代～2000 年代前半は高水温と早い産卵期、RPS の高い年が 2 回出現した 2000 年代後半以降は低水温と遅い産卵期で大まかに特徴付けられると考えられた。輸送モデルの結果も合わせると、2000 年代後半以降は、水温や産卵期に関しては基本的に初期生残に好適であるが、RPS の高低が輸送の成否に大きく依存しているために、RPS の高い年級群が出現しにくい状況にある可能性が示唆された。
- (4) 2014 年に実施された調査船調査より、2014 年級群の豊度は、高豊度であった 2006、2012 年級群を下回ると考えられた。改良型 JADE モデルの粒子追跡シミュレーションの結果により、この原因としては、2014 年級群の生活史初期における経験水温は低いが、北上流が非常に弱いとともに、北海道北部日本海の沿岸域に南下流が存在したために、卵や仔稚魚が生育場へ上手く輸送されなかった可能性が示唆された。
- (5) FRA-ROMS モデルの粒子追跡シミュレーションにより、武蔵堆周辺や雄冬沖の産卵場で産出された卵の輸送パターンを調べた結果、雄冬沖よりも武蔵堆周辺で産出された卵の方がよりオホーツク海へ輸送されやすいと考えられた。

#### 4. 具体的なデータ

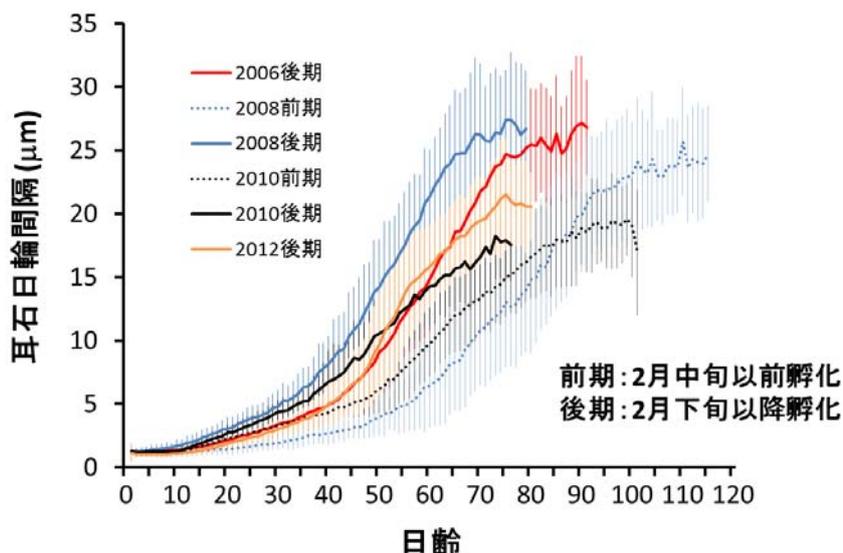


図 1. 5 月に採集されたスケトウダラ日本海北部系群の仔稚魚の成長。生残個体の主体である後期孵化群（実線）の成長は、年級群豊度の低かった 2008 年級群について速かった

#### 5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 卵調査の海域や時期が限定されているために、漁獲物の成熟状態を基に大まかな産卵期を推定しており、より詳細な産卵期を推定するためには卵調査の拡充が必要である。
- (2) 初期生残への母性効果や水温・餌量の影響を把握するために飼育実験の拡充が必要である。

#### 6. 調査・研究発表

- (1) 千村昌之ほか (2014) Factors determining the recruitment of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* in the Sea of Japan off Hokkaido Island, Japan. Johan Hjort symposium
- (2) 山下夕帆ほか (2015) オペレーティングモデルによる不確実性を考慮した資源管理方策の検討 (仮題). 平成 27 年度日本水産学会春季大会発表予定

## 様式-1 平成 26 年度資源変動要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号	9020
大課題名	資源変動要因分析調査
中課題名	スケトウダラ日本海北部、ズワイガニ日本海、スルメイカ秋季発生系群
小課題名	ズワイガニ幼生の分布特性の解明および加入量予測モデルの開発
担当機関	日本海区水産研究所 資源環境部海洋動態グループ、資源管理部資源管理グループ、資源生産部資源増殖グループ、東京農業大学 生物産業学部アクアバイオ学科アクアゲノムサイエンス研究室
担当者名	本多直人・渡邊達郎・山本岳男・上田祐司（日本海区水産研究所）、白井滋（東京農業大学生物産業学部）

### 1. 調査・研究の目的

ズワイガニ幼生は長い浮遊期間を有するため、その間の流れの変動が幼生の輸送および着底状況に影響を及ぼし、漁場形成や資源量変動に大きく関与していると考えられている。幼生輸送状況を数値モデルにより再現することで過去のズワイガニの資源量変動の経年変化を把握し、さらには資源動向予測に応用することが検討されている。正確なモデルを開発・運用するには、幼生の詳細な分布および生態特性をモデルに反映させることが不可欠である。本課題は、詳細なズワイガニ幼生分布調査と海洋調査を実施することで、幼生の分布ならびに浮遊沈降機構等の生物的特性を解明し、さらに幼生分布状況に関するデータを継続的に蓄積することで、その知見を資源への加入量の早期把握に役立てることを主な目的とする。

### 2. 調査・研究方法

- (1) 2008 年から継続して実施している調査船を用いたズワイガニ属幼生採集により、海域別・成長段階別に幼生の詳細な分布特性や生態特性を明らかにするとともに、各種海洋観測を同時に実施して、幼生分布海域における海洋構造の特徴を調べる。
- (2) 幼生の分布調査結果を、別途実施されるトロール調査による産卵親ガニや稚ガニの分布調査結果と比較することによって、幼生の分布状況とズワイガニ資源動向の対応を検討する。本年度は第三開洋丸を用いたズワイガニ属幼生の採集及び海洋観測、DNA 分析による種同定を実施して、幼生分布に関するデータの解析および蓄積をおこなった。また、昨年度の調査結果から鉛直分布の日周性を検討した。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 鉛直分布日周性  
前年度に実施した MOCNESS 調査データを詳細に解析することにより、メガロパの日周鉛直移動パターンをモデル化した（図 1）。これを基に過去の鉛直分布データを標準化すると、より自然な分布型が得られた。
- (2) 今年度の分布調査結果  
2014 年 6 月にボンゴネットで採集されたメガロパ幼生の分布量は、前年の 1/4 以下であった昨年とほぼ同様な量であった。ズワイガニとベニズワイの比率は約 1:3 とほぼ例年通りであった（図 2）。
- (3) メガロパ分布量と雌資源量の年変動比較  
調査海域のメガロパ密度と前年の雌資源量の年変動を比較すると、2014 年までの直近 5 年間の増減傾向には正の相関がみられた（図 3）。2012 年から 2013 年にかけてのメガロパ

の大幅な減少理由は、日本海沖合の水塊配置の違いによる調査海域への幼生来遊量の差と推測された。

#### 4. 具体的なデータ

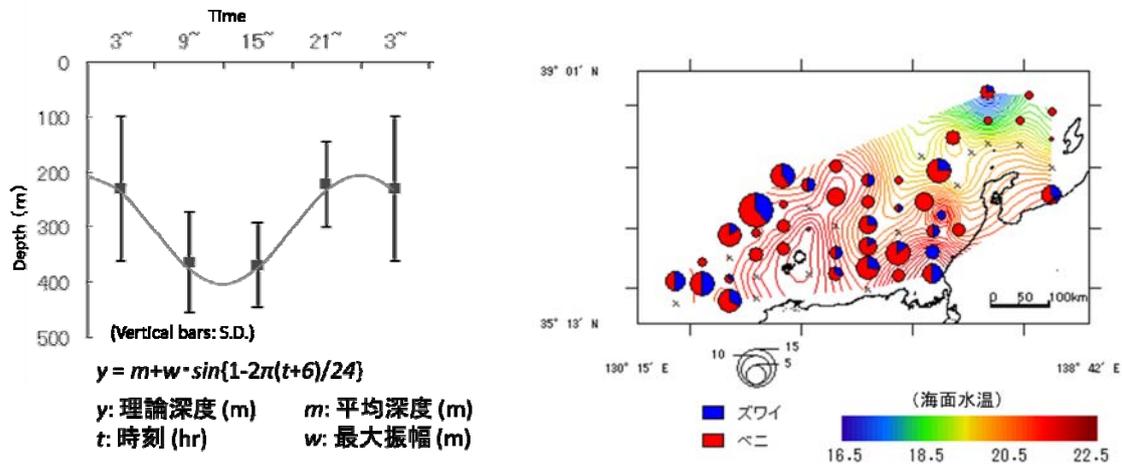


図1 (左) メガロパ鉛直分布の日周性曲線

図2 (右) 2014年6月のメガロパ水平分布

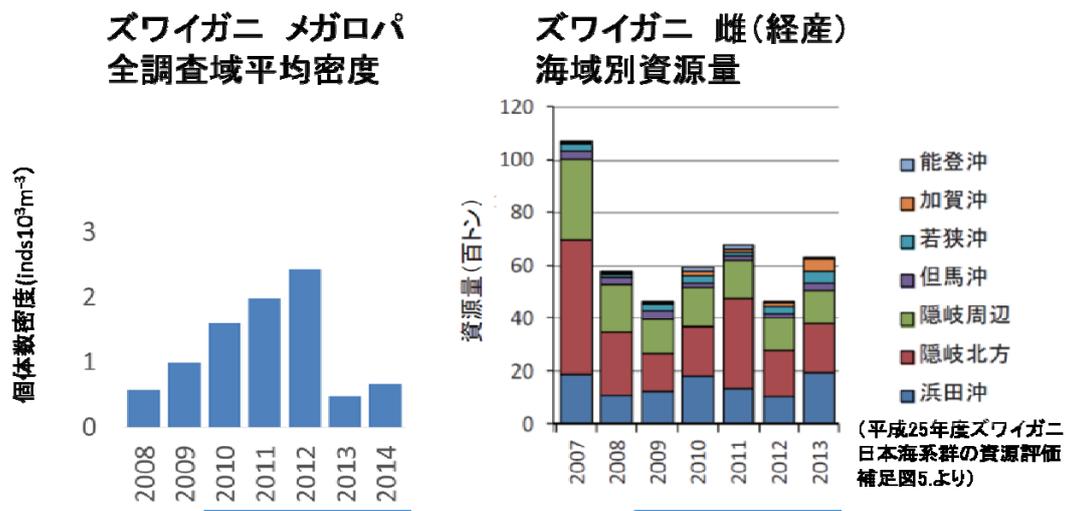


図3 メガロパ分布量と前年雌資源量の年変動比較

#### 5. 調査・研究推進上の課題

今後はこれまでのように大規模な幼生分布調査を実施しないので、ズワイガニ資源量との対応を検証するためには、これまでに蓄積した生物データおよび環境データを詳細に分析することが大切である。

#### 6. 調査・研究発表

- (1) 本多直人、他(2014): 日本海におけるズワイガニ属メガロパの日周鉛直移動. 平成26年度日本水産学会春季大会講演要旨集. P79.

## 様式-1 平成 26 年度資源変動要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号	9040
大課題名	資源変動要因分析調査
中課題名	スケトウダラ日本海北部系群、ズワイガニ日本海系群、スルメイカ秋季発生系群
小課題名	環境条件を用いたスルメイカ秋季発生系群の加入量予測精度向上
担当機関	日本海区水産研究所資源管理部資源管理グループ、資源環境部海洋動態グループ
担当者名	木所英昭、内川和久、渡邊達郎

### 1. 調査・研究の目的

スルメイカは単年生の生物資源であり、毎年世代が交代する。そのため、新規加入量はその年の漁獲対象資源となる。よって適切な資源管理には、その年の新規加入量を早期に、漁期開始前に把握することが重要であり、スルメイカ秋季発生系群では、新規加入量調査として、漁期直前の4月に漁獲対象となる前のスルメイカ（幼イカ）の分布状況を調査している。4月の新規加入量調査結果は、7月に推定する資源量と正の相関関係が認められるものの、適切な資源管理・漁況予報に向けたより一層の精度向上が求められている。本研究では、スルメイカ秋季発生系群の新規加入量予測精度の向上、および変動要因の解明を目的とする。本年度は幼スルメイカが分布する水温条件を明らかにすると共に、水温条件を用いた調査点を設定して採集調査を実施した。また、スルメイカの成長に伴う食性と体型の変化についても検討した。

### 2. 調査・研究方法

- (1) 加入前のスルメイカ（幼イカ）の分布と海洋環境（水温、基礎生産、動物プランクトンの分布）の関係を明らかにする（H23-H25）。
- (2) 水温をはじめとする海洋環境から幼イカの分布状況を推定し、新規加入量調査の調査海域を設定するとともに採集試験を実施する（H23-H25）。
- (3) 日本海海況予測システム JADE のデータを用いて推定産卵場からの幼稚仔の輸送先の年変化をシミュレーションによって明らかにするとともに生残状況を予測する（H25-27）。
- (4) 従来から実施している新規加入量調査（定点調査）結果と、海洋環境条件を考慮した調査およびシミュレーション結果を合わせて新規加入量の把握精度向上を行う（H26-H27）。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) これまでのスルメイカ新規加入量調査結果（4月）では、外套背長 5cm 以上のスルメイカは、表面水温 9℃～12℃の範囲に多く分布していた。一方、外套背長 5cm 未満のスルメイカは水温 12℃以上、特に 13℃以上の海域に多く分布していた。なお、表面水温 9℃未満の海域ではスルメイカの分布密度が大きく減少した（H23 年度結果）。
- (2) 上記の分布水温特性をもとに、各サイズが多く分布する面積比率の変化を用いて、新規加入量調査の指標値解析を試みたが、明確な精度向上は得られなかった（H24 年度結果）。
- (3) スルメイカは成長に伴う食性および体型の変化として、外套背長 5cm に成長するまでに外套膜の形状が急速に細くなり、外套背長 10cm に達すると、ほとんど成魚と同じ体型になった。また、スルメイカは外套背長 5cm 以上になると遊泳力が急速に増大し、魚食性が強くなることが明らかとなった（H23 年度結果）。
- (4) スルメイカ稚仔（DML6.0mm）の胃内容物を調べた結果、カイアシ類（*Calanus sinicus*）の破片が得られた。破片から推定すると、前体部長 2mm 程度のサイズと推定され、スルメイカ稚仔は外套背長 1/3 程度（相対的に大型）の餌生物を捕食していた（H26 年度結果）。

- (5) 日本海海況予測システムのデータ（水温）を用いてスルメイカの産卵場を予測し、月別経年変化を求めた。しかし、資源量変化および RPS との明確な関係は見いだせなかった。
- (6) 2007～2013 年の月別（10 月、11 月、12 月）に推定した産卵場から、同じ密度で粒子を流す設定の基、幼稚子の輸送シミュレーションを行った（図 1）。その結果、2007 年と 2013 の生残率は高く、資源評価調査結果による RPS との相関も高かった。
- \*スルメイカ秋季発生系群の資源評価結果では、2014 年の資源量が高い値であったが、その要因の一部をこのシミュレーション結果で示すことが出来た。
- (7) なお、輸送シミュレーション結果では、輸送されたスルメイカ稚仔が暖水渦に取り込まれ、対馬暖流域に留まる粒子が多い年に生残率が高くなる。

#### 4. 具体的なデータ

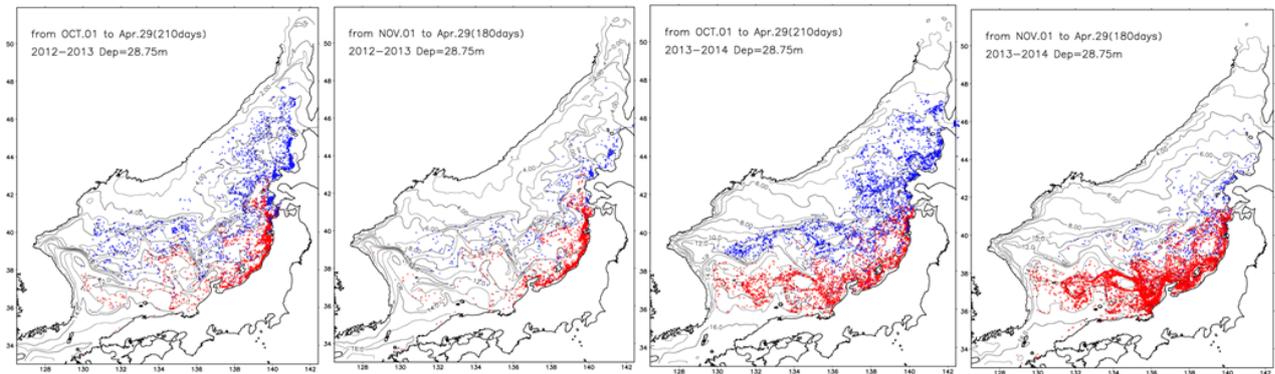


図 1 JADE のデータを用いたスルメイカ幼生の輸送シミュレーション結果。

左から、2012 年 10 月投入、2012 年 11 月投入、2013 年 10 月投入、2013 年 11 月投入。翌年 4 月末における粒子分布。赤色は生存粒子、青色は低温で死亡した粒子（ふ化後 1 ヶ月までは 14℃、2 ヶ月以降は 7℃以下で死亡）。

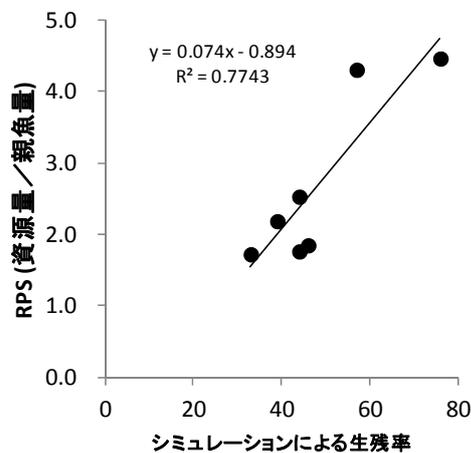


図 2 JADE データを用いた輸送生残シミュレーションによる 4 月 1 日までの生残率と、スルメイカ秋季発生系群の RPS の関係  
今年度は水温分布より産卵場を推定し、推定した各月の産卵場で産卵する設定でシミュレーションを行った。

#### 5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 今年度のシミュレーション結果では、2007 年と 2013 の生残率は高く、資源評価調査結果による RPS との相関も高異結果が得られた。しかし、2006 年以前のシミュレーション結果では、シミュレーションの結果の信頼性が確認できず、次年度の課題となった。

#### 6. 調査・研究発表

- (1) Kidokoro, H., Shikata, T., Kitagawa, S., 2014: Forecasting the stock size of the autumn cohort of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) based on the abundance of trawl-caught juveniles. *Hidrobiológica* 24 (1), 21-27.

## 様式-1 平成 26 年度資源変動要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 9050  
大課題名 資源変動要因分析調査  
中課題名 スケトウダラ日本海北部系群、ズワイガニ日本海系群、スルメイカ秋季発生系群  
小課題名 日本海の中長期的海洋モデルを用いた加入量変動要因の解明  
担当機関 日本海区水産研究所 資源環境部 海洋動態グループ  
担当者名 井桁庸介

### 1. 調査・研究の目的

日本海における 1960 年代から現在に至る約 50 年間の海洋環境（水温・塩分・流動場）の中長期変動を、海洋観測データ・再解析データ等から抽出し、それらを連続的に再現できる数値シミュレーションモデル（中長期モデル）を開発する。さらに、現況を高精度で再現する日本海海況予測システム（JADE）との相互比較によって、精度を検証すると共に改良を行う。それらの結果を使用して、対象魚種について稚仔魚の輸送・生残過程シミュレーションを行い、資源変動仮説を検証する。今年度は、中長期モデルの精度向上とその結果を用いた粒子移動計算の試行を行った。

### 2. 調査・研究方法

- (1) 1960 年代から現在までの、日本海の海洋環境の中長期変動の特徴を、ERA40 等の客観再解析データや海洋観測データを用いて抽出し、中長期モデルで再現すべき現象を特定する（H23-24）。
- (2) 日本海の渦解像大循環モデル（RIAMOM）を客観解析データ（ERA40 等）、SST データ等を境界条件として与えて駆動し、1960 年代～現在までの日本海の中長期変動を連続的に計算する。さらに、パラメータ調節を実施することで、その精度を向上させる（H24-27）。
- (3) 日本海海況予測システム（JADE）と重なる 1999 年以降の計算結果について中長期モデルと JADE との比較を行い、データ解析結果と合わせて精度を検証すると共にモデルの改良を行う（H26-27）。
- (4) 対象魚種の課題から提案される資源変動仮説に基づき中長期モデルによる計算結果を用いた稚仔魚の輸送・生残過程のシミュレーションを行い、資源変動仮説を検証する（H25-27）。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 中長期モデルの計算と精度向上  
昨年度から引き続きパラメータ調節等を行いつつ、計算を 2000 年まで実施し、1960～2000 年までの日本海海洋環境データセットを作成した。1980 年代の極前線位置に関しては改善が見られたものの、依然として緯度約 1 度南に位置しており、その再現性の向上が今後の課題として引き続き残された。また、1999・2000 年の水温分布を JADE と比較したところ、極前線の位置・形状等は定性的には一致している事が示されたが、北海道西岸域の水温分布に関しては相違が大きいことが分かった。
- (2) ズワイガニを想定した粒子漂流計算の実施  
1970 年代のレジームシフトを対象に、ズワイガニを想定した粒子追跡実験を、1963～77 年の中長期モデル計算結果を用いて実施した。山陰沖の水深 200～500m 帯に設定したズワイガニの産卵域（図 1 黄領域）に 1/24°間隔で 772 個の粒子を設置し、各年 2 月 1 日か

ら 4 月 1 日まで 5 日毎に計 10036 個の粒子を深度 2.5m に放流した。放流された粒子は、150 日間で 500m 深まで強制的に沈降させ、海底での着底を判別した。設定した産卵域へ着底した粒子数の、全放流粒子数に対する割合を帰還率として見積もった (図 2 上)。帰還率には大きな経年変化が見られ、1968,71,72 年に特に低い値が見られた。

帰還率の低い年は、レジームシフト前～中の寒冷期にあたり、産卵域に北から冷水域 (島根沖冷水: 8℃以下の水温領域と仮定) が差し込む年に対応していた (図 2 下)。これは対馬暖流分枝流の山陰沖への蛇行が、粒子の対馬暖流下流域への効果的な輸送に繋がり、ズワイガニ幼生の産卵域への帰還を妨げることを意味している。

以上の様に、島根沖冷水の差し込みが起きる年はズワイガニの再生産成功率が低くなること、島根沖冷水の差し込みが 70 年代初頭のレジームシフトに伴って起きていたことについて、それぞれの可能性が高い事を、実験から示すことに成功した。

#### 4. 具体的なデータ

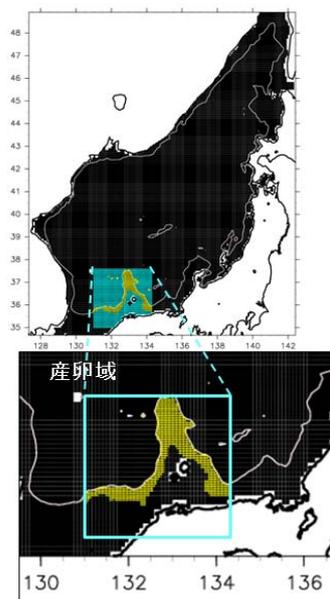


図 1. 粒子追跡実験で設定したズワイガニの産卵域 (黄領域:水深 200~500m 帯)。

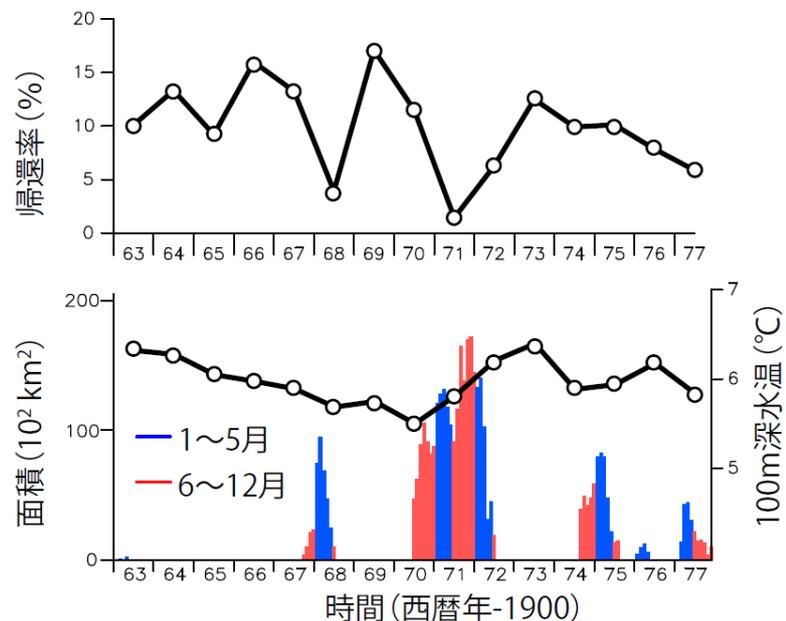


図 2. 粒子追跡実験で得られた、放出粒子が産卵域へ帰還した割合 (上)。図 1 の青線領域内 100m 深における各月の 8℃以下の領域面積 (棒) と同領域平均の水温時系列 (折線) (下)。

#### 5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 中長期モデルにおける 80 年代の極前線の位置を一般的に理解されている緯度(40°N)付近に近づけるため、パラメータ調節等により改善を試みる。
- (2) 1960 年代後半の島根沖冷水の差し込みの経年変化と資源変動仮説との関連を調べる。

#### 6. 調査・研究発表

- (1) 井桁庸介・山崎恵市・福留研一・渡邊達郎 (2014) : 1970 年代初頭のレジームシフトに伴うズワイガニ資源量変動に関する粒子追跡実験。 2014 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, p.22, 2014.11.15.