

様式-2 平成 27 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、資源評価結果の信頼性向上、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。

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 月時点ですでに豊度が決まっていた。
- (2) 豊度の高い 2006、2012 年級群は、生残仔稚魚の主体は 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他の年と比較して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) 2006 年および 2012 年に仔稚魚の生残率が高かった要因として、卵仔稚魚の経験水温が低かったこと、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粒子追跡シミュレーションの結果で示された。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) 2015 年級群はシミュレーションによる経験水温が高かったにもかかわらず 4・5 月における仔稚魚の豊度が比較的高かった。この結果は前年度までの結果と異なる傾向であるものの、近年、産卵場の北上が指摘されており、高水温の影響が小さい海域において産出された卵が多かった影響等が推察される。今後、輸送モデルの高度化をする上では、これらの可能性を考慮する必要がある。
- (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。2012 年から 2013 年にかけてメガロパの採集数が減少したが、その理由は沖合域の水塊配置による調査海域への幼生来遊量の違いと推測された。時間帯別の各層採集結果より作成したメガロパの日周鉛直移動を考慮して分布深度を標準化すると、ベニズワイとズワイガニの鉛直分布に大差はなかった。
- (6) 数値輸送モデルによるシミュレーションによって調査結果とほぼ同様な幼生の分布状況を再現できた。さらに、シミュレーションにより求めた幼生の孵出海域への帰還率を、後の 10 齢資源量と比較したところ、年変動は概ね一致しており、資源加入量の変動には幼生の浮遊時の流況が大きな影響を与えることが検証できた。

- (7) 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°C~12°C 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°C 以上、特に 13°C 以上の海域に多く分布していた。これらの情報を基に新規加入量調査の調査範囲を設定することで、効率的な調査の実施が可能になることが期待される。
- (8) 2007~2014 年の月別 (10 月、11 月、12 月) に推定した産卵場 (日本海のみ) から、同じ密度で粒子を流す設定の基、幼稚仔の輸送シミュレーションを行った。その結果、シミュレーションによる生残率と資源評価における再生産成功率 (RPS) は正の相関関係が認められた。特に 2013 年秋~2014 年春のシミュレーションによる生残率は高い一方、2014 年秋~2015 年春のシミュレーションによる生残率は低く、2014 年の資源量増加と翌 2015 年の減少と整合しており、産卵場形成位置とその後の輸送環境が 2014 年~2015 年資源量変動要因の一つとして示すことが出来た。
- (9) 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。
- (10) 中長期モデル結果に、スルメイカの輸送生残モデルを用いてシミュレーションした結果、1990 年代の温暖期における資源量の緩やかな回復を再現することが出来た。一方、1980 年代の寒冷期については生残率の変動が大きく、スルメイカ資源量の減少傾向については十分再現出来なかった。要因として、中長期モデルにおける日本海極前線の南への蛇行が不安定であることが要因として考えられた。

3. 調査・研究推進上の課題

- (1) スケトウダラの成熟タイミングに影響を及ぼす要因や、後期孵化群が生き残る利点などについて探索する必要がある。また、加入量変動メカニズムの解明や、より精度の高い加入量早期把握指標の探索のためにも、輸送モデルの高度化が必要である。
- (2) ズワイガニでは、予測結果と資源量の年変動の相関は非常に良いものの、今後、関係が合わなくなった際には幼生の生態要素をさらにモデルに組み込む等の対応で調整が必要となる。また、本研究ではズワイガニだけでなくベニズワイの幼生の生態的知見も蓄積できたことから、両種の分布域や資源量の差異に関する課題の検討も可能となった。
- (3) スルメイカでは、シミュレーションの生残率と RPS と同じの間には正の相関関係が認められた。しかし、前年の親魚量×シミュレーションによる生残率として計算した予測資源量は観測された資源量と関係が認められなかった。資源量を予測計算する際の親魚量の取り扱い方が資源量予測精度を向上させるための課題として残された。
- (4) 中長期モデルの精度向上に向けて、寒冷気候時における極前線の蛇行の時間変動を安定化させること、対馬海峡通過流量に経年変動を与えることが課題として残された。

4. 特筆すべき成果

- (1) 近年のスケトウダラ日本海北部系群では、幼稚仔期の経験水温が低く (2~8°C)、適切な成育場 (道北沿岸) に運ばれたときに、加入量が増加することを明らかにした。
- (2) ズワイガニでは、シミュレーションで算出されたズワイガニ幼生が産卵場に戻ってくる割合 (帰還率) と、7 年後のズワイガニの加入量が関連していることが明らかとなり、幼生期の海洋環境から、加入量 (ふ化 7 年後) を予測することが可能になった。
- (3) スルメイカでは、2014 年に推定された高い資源量、翌 2015 年の資源量が大きく減少した要因の一部を、シミュレーションによる生残率をもとに示すことが出来た。

様式-1 平成 27 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、中央水産試験場、函館水産試験場
担当者名	船本鉄一郎、千村昌之、東屋知範、黒田 寛、中川 亨、横田高士（北水研）、井桁庸介、阿部祥子、久賀みづき（日水研）、美坂 正、星野 昇、本間隆之、渡野邊雅道（道総研）

1. 調査・研究の目的

スケトウダラ日本海北部系群は、沖底および沿岸漁業の重要対象種であり、TAC 制度により管理されている。しかし、1990 年代以降、産卵場の縮小などが観察される中、漁獲量や資源量が大幅に減少し、近年の資源状態は低水準が続いている。この資源状態の悪化の要因としては、高水温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い。

本小課題では、漁業データ、調査船調査結果、および飼育実験結果の解析などにより、スケトウダラ日本海北部系群に関する成熟、産卵場、発育段階別分布状況、および成長などに関する情報を得るとともに、それらを考慮した輸送モデルによる粒子追跡シミュレーションを行うことにより、再生産変動に影響を及ぼしている要因の探索に加え、加入量水準の早期把握手法の検討も行うことを目的としている。

その中で、平成 27 年度については、平成 23～27 年度に得られた結果を取り纏め、加入量早期把握手法の検討を行う。

2. 調査・研究方法

- (1) 漁業データや調査船調査結果の解析により、成熟、卵仔稚魚の分布、および仔稚魚の成長・生残などに関する情報を収集する。
- (2) 飼育実験により、仔魚の成長・生残に対する水温や餌量の影響を把握する。
- (3) これらを考慮した輸送モデルによる粒子追跡シミュレーションにより、再生産に影響を及ぼす海洋環境を探索するとともに、加入量の早期把握に有用な指標の検討も行う。

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、RPS の高い 2006・2012 年級群については、4・5 月の仔稚魚の段階で、すでに豊度が高かったことが明らかとなった。また、これらの年級群については、石狩湾周辺における卵密度も高かった。
- (2) 耳石解析の結果から、2006・2012 年級群に関しては、生き残った仔稚魚の主体が、2 月下旬～3 月中旬に孵化した個体（後期孵化群）であるが、これらの初期成長は、低・中豊度年級群の後期孵化群と同じかむしろ遅かったと考えられた。
- (3) 粒子追跡シミュレーションの結果から、2006・2012 年級群に関しては、卵仔稚魚の経験水温が低いとともに、道北沿岸域に輸送される仔稚魚の数が多かったと考えられた。また、石狩湾や岩内湾で産出された卵仔稚魚については、檜山沖で産出された卵仔稚魚よりも、圧倒的に道北沿岸域に流されやすいと考えられた（図 1）。さらに、武蔵堆周辺や雄冬沖（近年はほとんど機能していない北部の産卵場）で産出された卵仔稚魚については、武蔵堆周辺で産出された方が、より道北沿岸域に輸送されやすいと考えられた。

- (4) 粒子追跡シミュレーションにおいて、道北沿岸域に到達した粒子数と RPS の関係を調べた結果、0.7 以上という高い相関係数が認められたことから、道北沿岸域に到達した粒子数が加入量の早期把握指標となり得る可能性が示唆された (図 2)。
- (5) 漁業データの解析結果から、RPS の高かった 1980 年代は遅い成熟、RPS の低かった 1990 年代～2000 年代前半は早い成熟、RPS の高い年が 2 回出現した 2000 年代後半以降は再び遅い成熟で特徴付けられると考えられた。また、近年は、産卵親魚の齢構成が高くなっていると考えられた。
- (6) 飼育実験の結果では、仔魚の生残率は水温 6℃付近で最も高かったものの、仔魚の成長は高水温ほど良かった (図 3)。また、3 日に一度の給餌群は毎日給餌群よりも全ての水温範囲で成長と生残率が共に低かった。これらの結果から、スケトウダラ仔魚の成長や生残には、水温に加えて餌量も大きく影響することが示唆された。
- (7) 2015 年級群は、シミュレーションによる経験水温が高かったにもかかわらず 4・5 月における仔稚魚の豊度が比較的高かった。この結果は、前年度までの結果と異なる傾向であるものの、近年、産卵場の北上が指摘されており、高水温の影響が小さい海域において産出された卵が多かった影響等が推察される。今後、輸送モデルの高度化をする上では、これらの可能性を考慮する必要がある。

4. 具体的なデータ

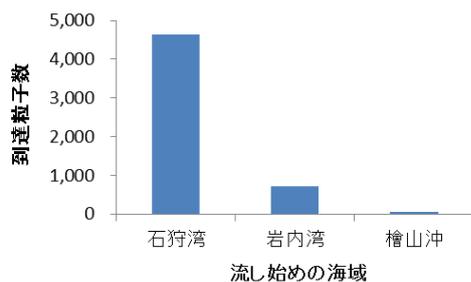


図 1. 輸送モデルにおいて、各道南沿岸域から流した粒子の内、道北沿岸域に到達した粒子数

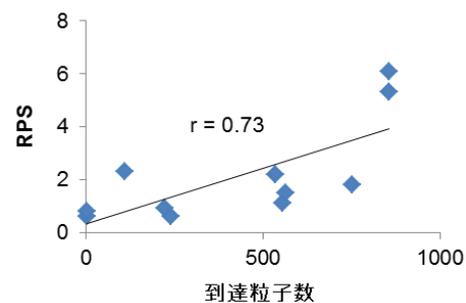


図 2. 輸送モデルにおいて、道南沿岸域から流した粒子の内、道北沿岸域に到達した粒子数と RPS の関係

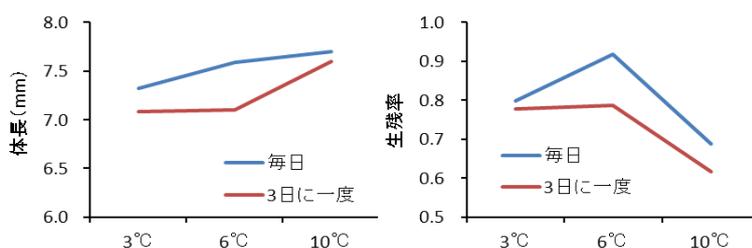


図 3. 飼育実験において、水温を 3 通り (3、6、10℃)、給餌の頻度を 2 通り (毎日、3 日に一度) にした場合の、孵化後 21 日目における仔魚の体長と生残率

5. 調査・研究推進上の課題

成熟のタイミングに影響を及ぼす要因や、後期孵化群が生き残る利点などについては不明のため、今後それらを探る必要がある。また、加入量変動メカニズムの解明や、より精度の高い加入量早期把握指標の探索のためにも、輸送モデルの高度化が必要である。

6. 調査・研究発表 (一部のみ)

- (1) 船本鉄一郎 (2015) スケトウダラの資源変動と管理. 平成 27 年度水産海洋学会発表大会シンポジウム
- (2) 船本鉄一郎 (2015) スケトウダラの資源動向. 北日本漁業経済学会第 44 回大会ミニシンポジウム

様式-1 平成 27 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・井桁庸介・山本岳男・上田祐司（日水研）、白井滋（東京農大生物産業）

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すること、さらに幼生分布状況に関するデータを継続的に蓄積し、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) 調査船を用いたズワイガニ属メガロパ期幼生採集により、海域別・成長段階別に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) DNA 分析によりズワイガニ属幼生を同定するための確実かつ簡便な手法を開発し、調査で採集された幼生の種判別を行う。
- (3) これまでに蓄積された幼生の分布調査の結果を、トロール調査による産卵親ガニや新規加入量調査の結果と比較することで、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。
- (4) 成長に伴う幼生の沈降様式と生残環境を考慮した輸送シミュレーションを開発し、計算した幼生の帰還率と資源加入量を比較することで海洋環境が与える資源変動仮説を検証する。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 毎年の幼生分布調査結果から、メガロパは沖合の冷水域に多く分布することがわかった。水深 150m 以浅の海域と深度 500m 以深にはほとんど分布しない。2012 年から 2013 年にかけてメガロパが減少したが、その理由は沖合域の水塊配置による調査海域への幼生来遊量の違いと推測された。時間帯別の各層採集結果より作成したメガロパの日周鉛直移動モデル（図 1）により分布深度を標準化すると、ベニズワイとズワイガニの鉛直分布に大差はなかった。
- (2) DNA 分析による種判別手法として、Cyt-b 領域内で種間に違いが生じる箇所を特定し、これを制限酵素で切断した際に生じる型の違いを判別することによる確実な簡易同定法を開発した。また、種固有のプライマーを新たに 2 つ設計し、マルチプレックス法を用いることで作業効率の向上を図れるようになった。分析結果によると、調査で採集された幼生の

ズワイガニとベニズワイの比率は毎年約 1:3 でほぼ一定であり、全体の約 0.4%が交配種であった。両種を比較するとズワイガニのメガロパの体は有意に小さかった。

- (3) 幼生分布量と前年の経産雌現存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ことから、少なからず親量と幼生量は対応すると考えられる。ただし、現時点において幼生分布量と 7 年後の 10 齢資源加入量の間には明瞭な相関は確認できない。
- (4) 数値輸送モデルによるシミュレーションによって調査結果とほぼ同様な幼生の分布状況を再現できた。さらに、シミュレーションにより求めた幼生の産卵場への帰還率を、後の 10 齢資源量と比較したところ、年変動は概ね一致した (図 2)。資源加入量の変動には幼生の浮遊時の流況が大きな影響を与えることが検証できた。

4. 具体的なデータ

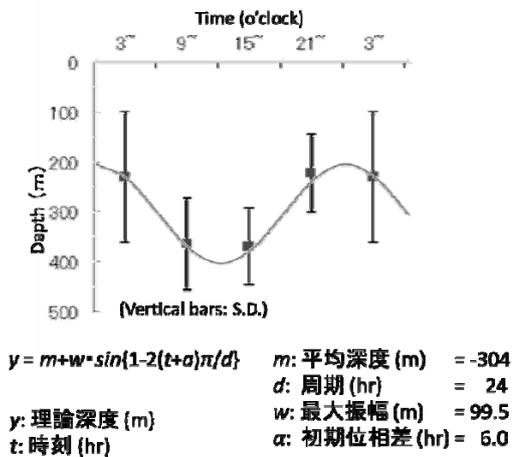


図 1 調査より求めたメガロパの日周鉛直移動モデル式

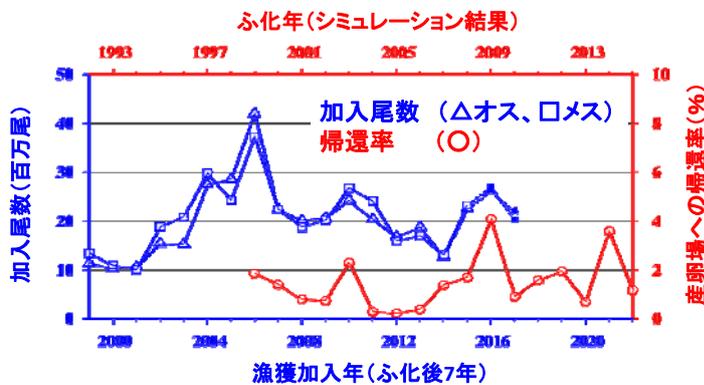


図 2 幼生の産卵場への帰還率と漁獲加入量 (10 齢資源量) の年変動比較

5. 調査・研究推進上の課題

現時点までは予測結果と資源量の年変動の相関は非常に良い。もし将来的に合わない場合には、本研究で得られた幼生の生態要素をさらにモデルに取り入れることで予測精度を向上できる。また、本研究ではズワイガニだけでなくベニズワイの幼生の生態的知見も蓄積できたことから、今後両種の分布域や資源量の差異に関する検討に役立つ可能性がある。

6. 調査・研究発表

- (1) 本多直人他(2016): 輸送予測に関わるズワイガニ幼生の鉛直移動様式. 平成 28 年度日本水産学会春季大会講演要旨集 (予定)

様式-1 平成 27 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、阿部祥子、井桁庸介、内川和久

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、新規加入量のみがその年の漁獲対象資源となり、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る。そこで、スルメイカ秋季発生系群では、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）の分布状況を新規加入量調査として実施している。現在、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。そこで本研究では、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して実施している。特に、2014年の資源量は過去最高値を記録したものの、翌2015年には半減しており、2014年に急に増えた要因と、翌2015年に半減した要因の説明が求められている。そのため、平成27年度は2014年の資源量増加および翌2015年の減少要因に関し、これまで検討してきた輸送生残シミュレーションを用いて要因解明を行った。

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。
- (2) スルメイカは外套背長 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、魚食性が強くなった。なお、スルメイカ稚仔（DML6.0mm）は胃内容物の調査から前体部長 2mm 程度のカイアシ類が観察され、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と推察された。
- (3) 日本海海況予測システム（JADE2）のデータ（水温）を用いて日本海から東シナ海における各月（10、11、12月）のスルメイカの再生産に好適な海域を推定し、推定面積の経年変化を求めた（図1）。しかし、再生産に好適な海域の面積と資源量および RPS との間

に明確な関係は見いだせなかった。

- (4) 2007～2014年の月別（10月、11月、12月）に推定した産卵場（日本海のみ）から、同じ密度で粒子を流す設定の基、幼稚仔の輸送シミュレーションを行った（図2）。その結果、シミュレーションによる生残率と資源評価における再生産成功率（RPS）は前年に引き続き、正の相関関係が認められた（図3）。
- (5) 2015年度の資源評価結果では、2015年に資源量が大きく減少（2014年～半減）したと判断されている。シミュレーション結果でも2014年秋～翌年春の生残率は2013年よりも低く、産卵場形成位置とその後の輸送環境が2015年の資源量減少要因の一つとして示すことが出来た。
- (6) 2015年4月の新規加入量調査結果とシミュレーション結果（親魚量×生残率）で資源量を予測すると、共に近年の最高値となり、2015年の資源量減少を事前に予測出来なかった。

4. 具体的なデータ

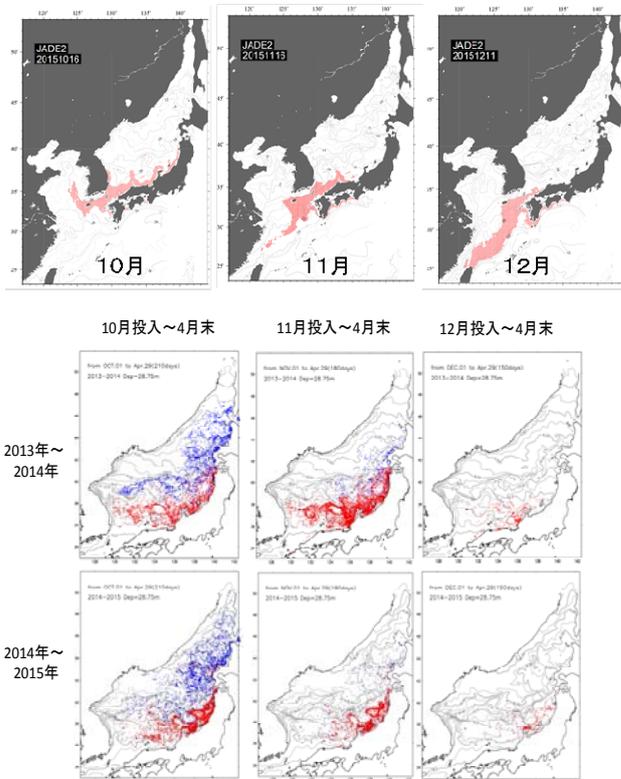


図2 スルメイカ幼生の輸送シミュレーション結果
10月～12月にふ化した個体の4月29日における生残状況。赤色は生存粒子、青色は死亡粒子（ふ化後1ヶ月までは14℃、2ヶ月以降は7℃以下で死亡）。

図1 日本海海況予測システム（JADE2）のデータ（水温）を用いて推定した、日本海から東シナ海における各月（10、11、12月）のスルメイカの再生産に好適な海域（赤色の範囲）

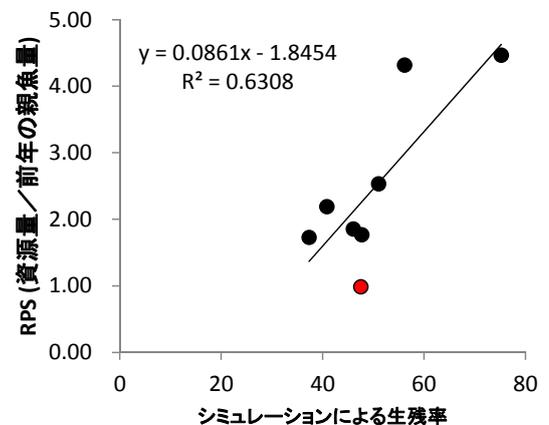


図3 輸送生残シミュレーションによる生残率と、スルメイカ秋季発生系群のRPSの関係
赤丸は2015年のRPSとの関係を示す。

5. 調査・研究推進上の課題

シミュレーションによる生残率とRPSと同じの間には正の相関関係が認められた。しかし、前年の親魚量×シミュレーションによる生残率として計算した予測資源量は、観測された資源量と関係が認められなかった。今後、産卵親魚の推定方法の検討と、資源量を予測計算する際の親魚量の取り扱い方が資源量予測精度を向上させるための課題として残された。

6. 調査・研究発表

特になし。

様式-1 平成 27 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・阿部祥子

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) 1970 年代初頭のズワイガニ資源量変動に関する考察

昨年度、中長期モデルと粒子追跡実験から、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。しかし、モデルでは急激な資源量減少を説明し得る 1965 年以前の島根沖冷水の差し込みが見られないと共に、寒冷期の島根沖冷水の差し込み（再生産成功率）が大きく変動した（図 1（1））。

そこで、観測水温データを再検討し、中長期モデルと同様の解析を実施することで、島根沖冷水の時間変動を抽出した（図 1（2））。その結果、1965 年以前には島根沖冷水の差し込みは、1965 年以前には起きておらず、1967～1971 年にかけては安定的に起きていた可能性が示された。

(2) 1980～1990年代のスルメイカの資源量変動に関する粒子追跡実験

中長期モデル結果に、9040 課題と同様の手法を適用し、スルメイカの資源量変動仮説を検証した。その結果、1990年代の温暖期における資源量の緩やかな回復を再現することに成功した(図2)。一方で、1980年代の寒冷期については生残粒子数の変動が大きく(図2)、推定されているスルメイカ資源量の安定的な減少について再現出来なかった。これは、中長期モデルにおける日本海極前線の南への蛇行が不安定であることに起因し、その改善が必要であることが示唆された。

4. 具体的なデータ

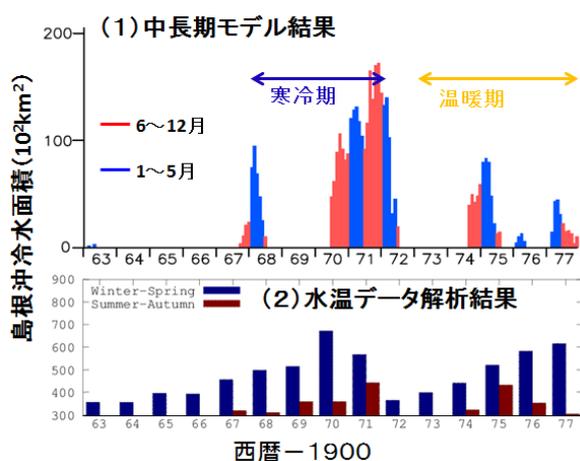


図1. 山陰沖 100m 深における 8°C以下の領域面積の時間変化(中長期モデル結果(1)、観測水温データ(2))。

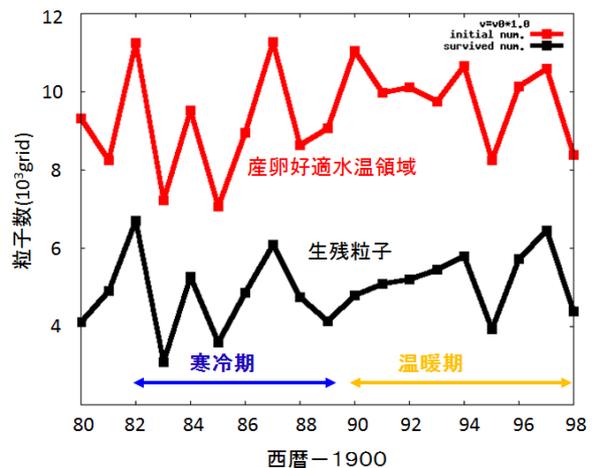


図2. 中長期モデルの1980～90年代の計算結果を用いた粒子追跡実験から推定された、産卵好適水温領域(赤)と生残スルメイカ粒子数(黒)の時間変化。

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 寒冷気候時における極前線の蛇行の時間変動を安定化させ、再現性を高める必要がある。
- (2) 中長期モデルにおける対馬海峡通過流量に経年変動を与える。

6. 調査・研究発表

- (1) 阿部祥子・井桁庸介(2015): 対馬海峡通過流量の変動が日本海南部の水温分布に与える影響. 2015年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, p150, 2015.9.28.
- (2) 阿部祥子・井桁庸介(2015): 対馬海峡通過流量が日本海極前線の蛇行に与える影響に関する数値実験. 2015年日本海及び日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究, 2015.12.17.
- (3) 井桁庸介・福留研一・山崎恵市(2015): 山陰沖の対馬暖流の蛇行がズワイガニ資源量変動に影響を与える可能性の検討～1970年代初頭のレジームシフトを例として～. 2015年日本海及び日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究, 2015.12.17.