

様式-2 平成 23 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状況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) スケトウダラ 0 歳魚の耳石日周輪を用いた解析より、初期成長は加入が良かった 2006 年と加入が悪かった 2007 年で有意差はなく、初期生残への影響は小さいことが示唆された。
- (2) 過去の卓越年級群である 1986～1988 年級群についても、2006 年と同様に 2 月産卵群の生残が重要であることが示された。
- (3) 調査船調査により、2012 年級群が高豊度であった 2006 年級群並の高い豊度で分布していることが確認された。
- (4) 高豊度であった 2006 年級群と 2012 年級群は、ふ化日組成および成長履歴が似ており、ふ化日から逆算した産卵盛期と産卵場における産卵盛期が 2 月で一致していた。
- (5) 2 月に実施した卵分布調査によると、高豊度となった 2006 年級群や 2012 年級群では、卵が石狩湾に多く分布する傾向が見られた。
- (6) 日本海北部系群の卵・仔魚を想定した粒子追跡シミュレーションの結果から、2006、2012 年は低水温傾向によって生残に有利だった可能性が示唆された。
- (7) 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。
- (8) 分布密度は年々増加傾向であった。同海域の雌資源量とは 2010 年から 2012 年までは正の相関がみられたものの、5 年間全体および各海区別では両者に相関関係はなかった。
- (9) 採集したズワイガニのメガロパを飼育水温約 7～8℃で観察した結果、採集から稚ガニまでに要する日数は平均 23 日であった。採集されたズワイガニ幼生は、1～2 ヶ月続くとされるメガロパ期のほぼ中間期の幼生と推測された。

- (10) 2012 年調査では 540 個体以上のズワイガニ属メガロパ幼生が採集され、調査海域の平均分布密度は過去最大であった。
- (11) 津軽海峡・宗谷海峡からの海水流出条件に改良を加えた 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た。さらに H24 年度では、経験水温・経験塩分を記録できるようにした。
- (12) 日本海南西部の浜坂沖ズワイガニ広域型増殖場とその沖合に係留系を設置し、長期観測を開始した。回収した係留系による昨年度の観測結果を解析したところ、形成初期の対馬暖流亜表層反流と思われる流動現象が捉えられていた。
- (13) 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 度以上の海域に多く分布していた。
- (14) 新規加入量調査の指標値（秋季発生系群に相当するスルメイカの指標値）を、「外套背長 5cm 以上のスルメイカの 1 曳網あたりの平均採集個体数×表面水温 9℃以上・12℃未満海域の面積比」として求めたが、予測精度を向上させる結果は得られなかった。
- (15) 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。
- (16) 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。

3. 調査・研究推進上の課題

- (1) スケトウダラの近年の産卵場および卵・仔稚魚は極沿岸域に分布しているため、これらと環境要因との関連を検討するには沿岸域の海洋環境の詳細な解析値が必須である。
- (2) ズワイガニの輸送モデル改良に役立つ幼生の生態情報（孵出場所および時期、浮遊期間、沈降特性、日周性、生残、着底条件等）の解明には、分布調査に加えて水槽実験による検討が重要である。
- (3) ズワイガニ資源量の変動と幼生分布の対応を検証するためには、今後も分布調査を継続してデータを蓄積する必要がある。
- (4) 係留系を用いた海洋観測を継続実施し、幼生輸送に関わる流動の再現性の観点から、海洋モデルの妥当性を検証する必要がある。
- (5) スルメイカ新規加入量調査において、水温条件を用いた調査計画では想定した大きさのスルメイカが採集されたが、調査日程や時化等により、十分な成果が得られなかった。
- (6) 中長期モデルの作成に関し、検証に用いる水温データが不足（特に北海道西岸沖）しており、その収集が必要。また、計算結果は全体的に極前線が南側に位置していたため、改善を行うためのパラメータ調節が必要である。

4. 特筆すべき成果

- (1) 高豊度であった 2006 年級群と 2012 年級群は、ふ化日組成および成長履歴が似ており、ふ化日から逆算した産卵盛期と産卵場における産卵盛期が 2 月で一致していた。
- (2) 2 月に実施した卵分布調査によると、高豊度となった 2006 年級群や 2012 年級群では、卵が石狩湾に多く分布する傾向が見られた
- (3) 日本海北部系群の卵・仔魚を想定した粒子追跡シミュレーションの結果から、2006、2012 年は低水温傾向によって生残に有利だった可能性が示唆された。

様式-1 平成 24 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	森 賢、船本鉄一郎、千村昌之、山下夕帆、渡邊達郎、奥野 章、志田 修、三原行雄、板谷和彦、本間隆之

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 24 年度は、2011 年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い、海域別分布状況を検討する。改良された JADE モデルを用いた輸送実験を行う。

2. 調査・研究方法

- (1) 調査で採集された幼魚の耳石を用いたふ化日推定を行い、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。また、漁獲情報、調査船調査結果などから推測される産卵状況（産卵海域・時期等）を解析し、モデルの初期値を検討する。
- (2) 再生産成功率の変化が大きかった 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の検討を行う。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 秋期に行われた日本海での現存量調査により、2010 年以降は石狩湾以北の海域に分布する親魚の割合が増加してきており、かつて産卵場が形成されていた武蔵堆周辺での産卵場が回復してきている可能性が示唆された。
- (2) 2012 年に実施された調査船調査により、2012 年級群が高豊度であった 2006 年級群並の高い豊度で分布していることが確認された。2012 年級群の分布様式をみると、4 月には共に沿岸よりに分布していたが、5 月では、その分布パターンが 2006 年級群と異なり、2012 年級群が沖側に大きく広がって分布する傾向がみられた（図 1）。

- (3) 高豊度であった2006年級群と2012年級群は、ふ化日組成および成長履歴がよく似ており、ふ化日から逆算した産卵盛期と産卵場における産卵盛期が2月で一致していた。
- (4) 2006～2012年にかけて各年2月に実施した卵分布調査によると、高豊度となった2006年級群や2012年級群では、卵が石狩湾に多く分布する傾向が見られた。
- (5) 改良したJADEの解析値を用い、日本海北部系群の卵・仔魚を想定した粒子追跡シミュレーションを実施し輸送経路推定の改善を目指した結果、沖合に拡散した2012年級群の動態をよく再現することが出来た(図2)。シミュレーションの結果から、高豊度年(2006、2012年)について、檜山と岩内産卵群とを比較すると、2006年は岩内産卵群の輸送経路が安定し、2月中旬の岩内生まれの生残率が多かった。2012年も同様に、岩内産卵群は生育場への輸送経路が安定していたが、生育場沖合への輸送も確認できた。また、粒子の経験水温履歴の結果から、2006、2012年ともに低水温傾向がみられ、生残に有利だった可能性が示唆された。一方、低豊度年(2007、2008年)について、2007年は高水温、2008年では春先の早い昇温が生残に不利だった可能性が示唆されたが、2008年は他にも原因がある可能性が残された。

4. 具体的なデータ

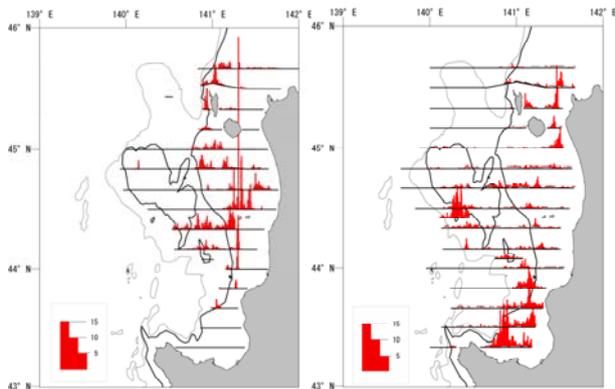


図1. 5月のすけとうだら音響調査で計測された0歳魚の分布密度(尾/m²).

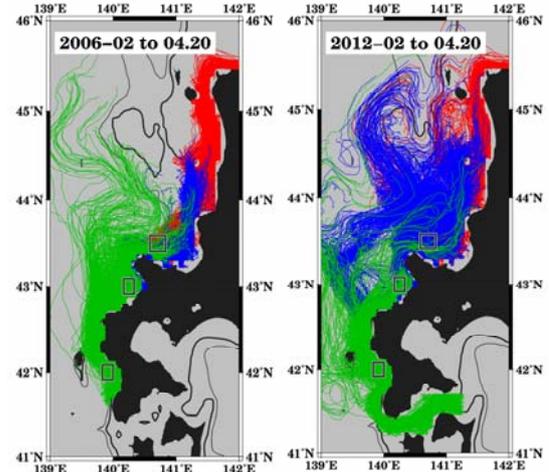


図2. 改良版JADEで推定した2006年および2012年の輸送特性.

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 粒子追跡シミュレーションで設定した産卵場について、近年、重要性が指摘されている武蔵堆周辺海域を検討対象に加える必要がある。スケトウダラ卵稚仔の生残に関与する環境要因パラメータを飼育実験等で検証する必要がある。シミュレーションと実際の分布を詳細に比較するためにも、野外採集標本の日齢査定処理費を確保する必要がある。

6. 調査・研究発表

- (1) 千村昌之・田中寛繁・山下夕帆・本田聡(2012): 2012年に発生したスケトウダラ日本海北部系群の高豊度年級群について. 水産海洋学会創立50周年記念大会講演要旨集.

様式-1 平成 24 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
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・奥野章・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 年から継続して調査船によるズワイガニ属幼生採集を実施し、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) 調査船による幼生分布調査結果の解析に加えて、水槽実験等を用いて幼生の物理的および生物学的特性を調べて、幼生の浮遊沈降機構を詳細に把握する。
- (3) 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。本年度は水産庁照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い、数値輸送シミュレーションへ情報を提供した。さらに、採集幼生の飼育および次年度以降に予定している幼生の物理的および生物学的特性（沈降速力、比重等）把握のための予備的実験をおこなった。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 日本海における過去 5 年間のズワイガニメガロパ幼生の分布特性
メガロパの約 3 割がズワイガニ、約 7 割がベニズワイであった。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（図 1）。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い。モード深度は 100～250m で、モード水温は 4～10℃であった。甲幅および甲長はベニズワイの方がズワイガニよりも大きかった。水平および鉛直分布と体サイズに明確な相関はなかった。分布密度は年々増加傾向である。同海域の雌資源量とは 2010 年から 2012 年までは正の相関がみられた

ものの、5年間全体および各海区別では両者に相関関係はみられなかった。

(2) 平成24年度のズワイガニ属幼生の分布調査結果

2012年調査では540個体以上のズワイガニ属メガロパ幼生が採集され、調査海域の平均分布密度は過去最大であった(図2)。また、特異的に大量のメガロパが採集された観測点が初めてあった。現在、DNA分析によりメガロパの種判別中であり、ズワイガニ、ベニズワイ、交配種を識別後に、同年の分布特性の詳細な解析を実施する予定である。

4. 具体的なデータ

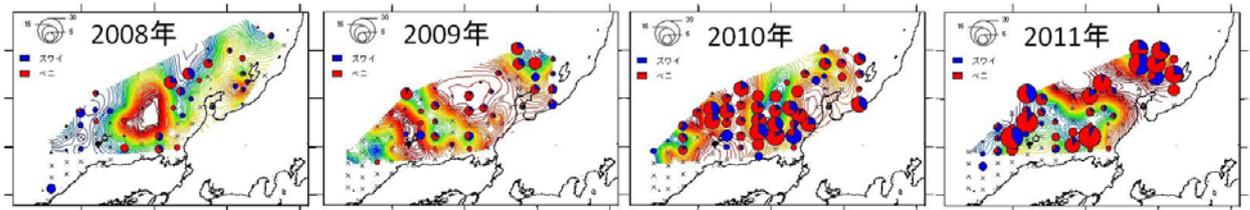


図1 毎年のズワイガニ属メガロパ分布(2008~2011年の6月)

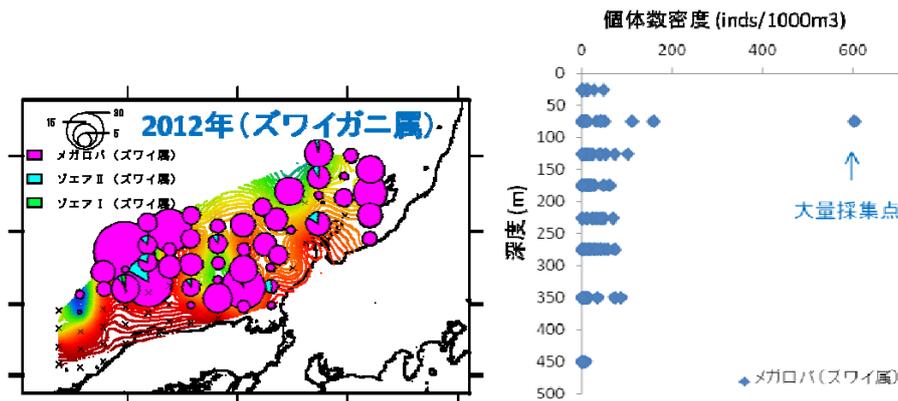


図2 2012年6月のズワイガニ属幼生の水平および鉛直分布

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) ズワイガニ資源量の変動と幼生分布の対応を検証するためには、分布調査を継続してデータを蓄積する必要がある。
- (2) 輸送モデル改良に役立つ幼生の生態情報(孵出場所および時期、浮遊期間、沈降特性、日周性、生残、着底条件等)の解明には、分布調査に加えて水槽実験による検討が重要である。

6. 調査・研究発表

- (1) 本多直人, 他(2012): ズワイガニ幼生の鉛直分布および体密度と海洋構造の関係. 平成24年度日本水産学会春季大会講演要旨集, P65.
- (2) 本多直人, 他(2013): 日本海におけるズワイガニのメガロパ期幼生の分布(仮題). 平成25年度日本水産学会春季大会発表予定.

様式-1 平成 24 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 9030
大課題名 資源動向要因分析調査
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 輸送生残過程を考慮したズワイガニの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管理部資源管理グループ
担当者名 奥野章・上田祐司・木下貴裕（日本海区水産研究所）

1. 調査・研究の目的

ズワイガニ幼生は長い浮遊期間を過ごすことから、幼生の輸送に関わる年々の流況が着底海域に差異をもたらす資源量変動の要因となり得ることが、幼生分布調査と数値モデルの両面から示唆されている。このような変動要因仮説にもとづき、数値モデルを用いた資源量変動予測を実現していくために、幼生の生物特性に即した改良をモデルに加えると同時に、結果をよく検証する必要がある。本課題では、海洋モデルの精度を検証し、生物輸送モデルに本種幼生の生物特性を反映した改良を加え、資源量変動予測に数値モデルを応用する手法を開発することを目的とする。本年度は、既存モデルの問題点を検討するとともに、モデル検証用の係留観測を開始する。

2. 調査・研究方法

- (1) 日本海海況予測システム JADE のデータを用いて、ズワイガニ幼生の輸送・着底状況の年々のシミュレーションを実施し、実際のズワイガニ資源の変動との対応を調べるとともに、ズワイガニ幼生の経験環境に応じた生残特性等の新規知見にもとづき、生物輸送モデルに適切な改良を加える (H23-27)。
- (2) 日本海南西海域において係留系観測を実施し、ズワイガニ幼生の輸送に関わる海洋流動の実態を把握するとともに、数値モデル JADE の海況再現性を検証する (H23-27)。
- (3) JADE データを用いたズワイガニ幼生の輸送・着底シミュレーションにおいて、着底までの経験水温・経験塩分を検討できるよう、生物輸送モデルを改良する (H24)。
- (4) JADE データの海況再現性を検証するために、ズワイガニ保護礁を利用した係留観測を継続して実施する (H24)。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 昨年度までに実施したズワイガニ幼生の輸送・着底シミュレーションでは、海流の年々の変動に起因する輸送・着底状況の変化のみに着目しており、幼生が着底までに経験する水温・塩分等の環境因子は考慮していなかった。そこで、シミュレーションに用いる生物輸送モデルのプログラムを改良し、経験水温・経験塩分を記録できるようにした。改良後のシミュレーションでは、たとえば暖冬・寒冬といった環境因子の変動とその影響を検討することが可能となった (図 1)。
- (2) 底曳網漁場との兼ね合いから十分な観測が困難であった幼生の輸送に関わる流動の実態を把握し、海洋モデルの精度検証に供するため、昨年度に引き続き、日本海南西部の浜坂沖ズワイガニ広域型増殖場とその沖合に設置した係留系による海洋観測を実施した。回収した係留系による昨年度の観測結果を解析したところ、形成初期の対馬暖流亜表層反流と思われる流動現象が捉えられていた (図 2)。

4. 具体的なデータ

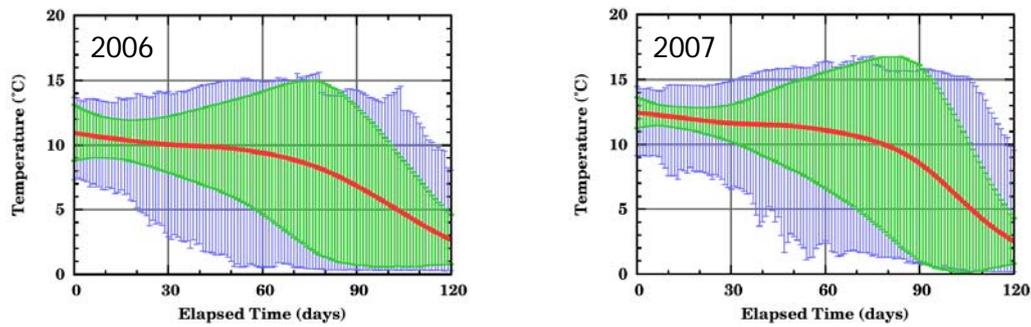


図1: 改良した生物輸送モデルを用いたズワイガニ幼生の輸送・着底シミュレーション(試行)により得られた経験水温の例。追跡開始からの日数で整理して示す。赤線は着底していない粒子すべての経験水温を平均したもの、緑線は平均値のまわりに標準偏差を、青線は同じく最大値・最小値の範囲を示す。左は2006年(寒冬)の、右は2007年(暖冬)の例。

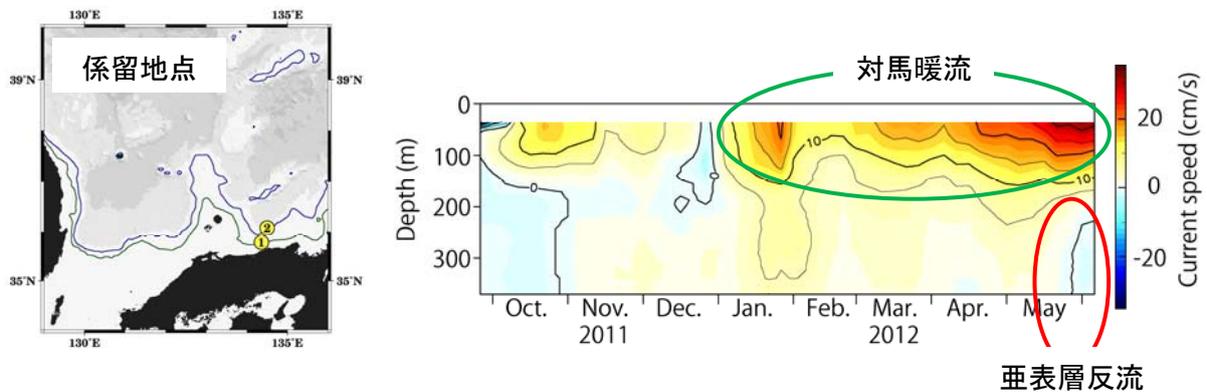


図2: 係留系設置地点と観測結果(第1報)。浜坂沖保護礁内には流速計1基(ADCP)を用いた楕円型ブイシステム(左図)を、但馬沖には流速計2基(ADCPとAANDERAA)を用いた系(左図2)を設置している。但馬沖ADCPが計測した東西方向流速の時系列(右図)をみると、対馬暖流の下方に形成初期の亜表層反流と思われる現象が捉えられていた(2012年5月下旬)。

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) シミュレーションの結果を資源量調査の結果と比較し、変動要因仮説の妥当性や既存モデルの不十分な点をさらに検討するとともに、幼生の生物特性を経験する環境要因に関連づけて生物輸送モデルに組み込む必要がある。
- (2) 係留系を用いた海洋観測を継続実施してデータを蓄積し、幼生輸送に関わる流動の再現性の観点から、海洋モデルの妥当性を検証する必要がある。

6. 調査・研究発表

- (1) 奥野章・渡邊達郎・高山勝巳(2012): 流出流量のあたえ方に応じてみられた日本海海況予測システムJADEによる海況表現の変化. 2012年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, p. 54, 2012. 09. 15.
- (2) Akira Okuno, Tatsuro Watanabe and Katsumi Takayama(2012): Subsurface counter current beneath the Tsushima Warm Current reproduced by a data assimilative model, 2012 AGU Fall Meeting, OS21A-1666, 2012. 12. 04.

様式-1 平成 24 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) 過去に実施されたスルメイカ新規加入量調査結果を用いて分布と海洋環境（水温）の関係を整理した結果、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。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) 上記の各外套背長範囲が多く分布する水温範囲の経年変化（4月20日の表面水温の日本海全体に対する面積比）を JADE による2次解析データを元に整理した。その結果、外套背長5cm以上のスルメイカが多く分布する海域（表面水温9℃以上、12℃未満）の面積比は、2008年は35.4%と高い値を示したが、そのほかは概ね20～25%程度で経年的変化が小さかった（図1）。一方、外套背長5cm未満のスルメイカが多く分布する海域（表面水温12℃以上）の面積比は11.9～29.1%であり、外套背長5cm以上のスルメイカが多く分布する海域（表面水温9℃以上、12℃未満）の面積比よりも経年変化が大きかった（図1）。
- (3) 4月における外套背長5cm以上の水温範囲の面積比を用いて、新規加入量調査の指標値（秋

季発生系群に相当するスルメイカの指標値) を、「外套背長 5cm 以上のスルメイカの 1 曳網あたりの平均採集個体数×表面水温 9°C 以上・12°C 未満海域の面積比」として求めた。その結果、従来の指標値 (1 曳網あたりの外套背長 5cm 以上のスルメイカの平均採集個体数) と比較して、2008 年の値が高くなったものの、そのほかの年では大きな傾向の変化は得られず、特に新規加入量調査の指標値が過小であったと推察される 2010 年および 2011 年の指標値が改善される結果は得られなかった (図 2)。

(4) 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。外套背長 5cm 以上では、プランクトンの他、小型の魚類も捕食するようになっていたことから、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、食性も変化することが明らかとなった。これらの結果は今後、餌環境と生残過程の関係を検討する際、および輸送生残シミュレーションを実施する際の基礎資料として用いる予定である。

4. 具体的なデータ

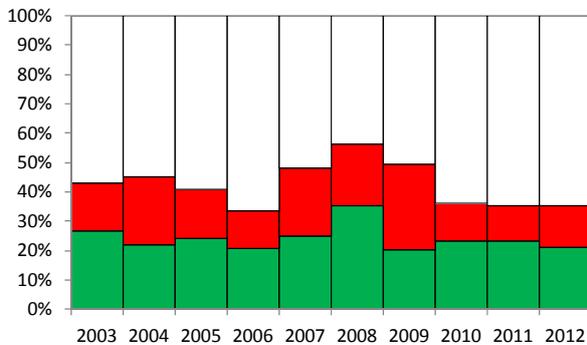


図1 2003年～2012年の4月20日の日本海の表面水温における各水温域の面積比率の変化 (左図)

資料には日本海海況予測システム (JADE) の解析データ (右図) を用いた。

■ 外套背長 5cm 以上のスルメイカが多く分布する水温範囲 (9°C 以上・12 度未満)

■ 外套背長 5cm 未満のスルメイカが多く分布する水温範囲 (12°C 以上)

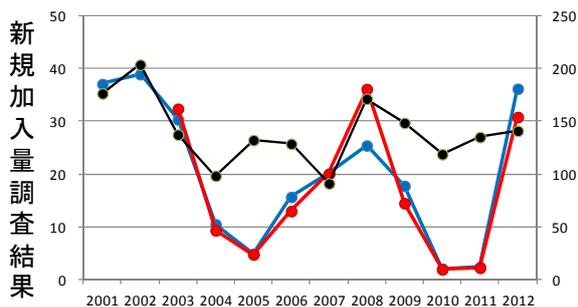
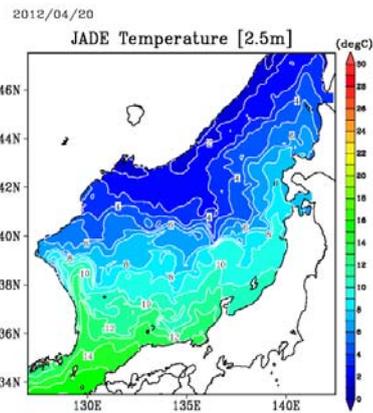


図2 4月のスルメイカ新規加入量調査結果とスルメイカ秋季発生系群の推定資源量

● 1 曳網あたりの平均採集個体数

● 1 曳網あたりの平均採集個体数×水温面積比

● 推定資源量 (7月の調査結果)

5. 調査・研究推進上の課題

(1) 水温条件を用いた調査点の設定は、調査日程の制限や時化の影響等により、十分な成果が得られなかった。次年度以降は、別の手法を元に調査精度向上を進める必要がある。

6. 調査・研究発表

(1) Uchikawa, K. and Kidokoro, H., 2012, Feeding habits of juvenile Japanese common squid *Todarodes pacificus*: relationship between dietary shift and allometric growth. 2012 CIAC abstracts.

様式-1 平成 24 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、中長期モデル駆動の前準備として、境界条件の作成と検証用水温データセットの作成を実施し、変動の特徴を抽出した。

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) 中長期モデルの作成と試行計算
中長期モデルを作成し、昨年度作成した ECMWF 再解析データ ERA40 を境界条件として、試行計算を実施した。1958～1960 年のデータを使用して、各気象要素 3 年間の月平均場を作成し、その外力で 20 年間スピニアップを行った後に、1960 年から 1998 年まで連続計算を行った。その結果、レジームシフトの発生年とされている時期を中心に日本海の極前線に空間構造の年々変動が見られた。
- (2) 日本海各層水温データセットの更新
昨年度、日本海洋データセンターに保管されているデータを使用して作成した日本海の各層水温データセット（日本海各層水温データセット）に、北海道水産試験場による取得データ、韓国海洋データセンターに保管されているデータセットを加え、データ量を増やした。水温データのグリッドデータ化については、ガウシアン型重み付き平均を用い、デ

ータ密度によって影響半径を 5、10、20、40 分の 4 段階に変化させて行った。

(3) 中長期モデルでレジームシフトに伴う海況変化を表現

(1) の作業から、1970 年初頭のレジームシフトに伴い、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(図 1 (a))、温暖期には極前線の蛇行が解消される(図 1 (b))様子が、中長期モデルにより表現された。この様子は日本海各層水温データセットからも、似た傾向として確認出来る(図 1 (c)、(d))。一方、中長期モデルで計算された、1980 年代末に起きたレジームシフトに伴う極前線の変動については、日本海東部海域で類似した変動が見られたものの、全体的に極前線が南側に位置していた。その再現性の向上が今後の課題として残されている。

4. 具体的なデータ

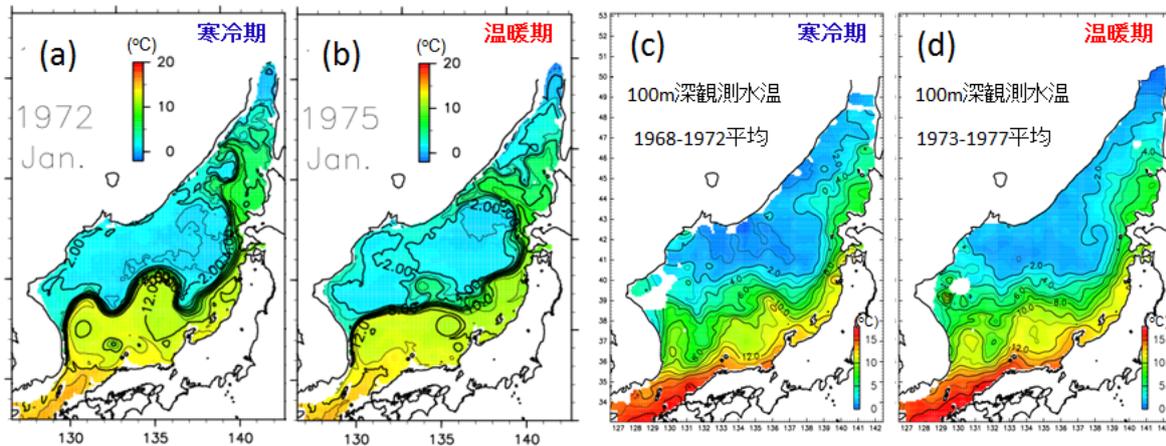


図 1. (a) 中長期モデルで計算された 1972 年 1 月の月平均水温場。(b) (a) と同じだが、1975 年 1 月のもの。(c) 日本海各層水温データセットから見積もった 100m 深水温の 1968~1972 年における平均場。(d) (c) と同じだが、1973~1977 年平均のもの。

5. 調査・研究推進上の課題

(1) 中長期モデルによる計算結果では、全体的に極前線が南側に位置していたため、改善を行うために、パラメータ調節が必要である。

6. 調査・研究発表

なし