

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) 5 月の北海道日本海で採集されたスケトウダラ 0 歳魚の耳石日周輪を用いた解析より、初期生残に必要な環境条件は水温が比較的低温で、長い期間安定していることが示唆された。一方、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 年と同様に小型個体の比率が高く、卓越年級群発生には 3 月ふ化群（2 月産卵群）の生残が重要であることが示された。
- (3) 改良した JADE の解析値を用い、スケトウダラ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、従来の JADE では再現が難しかった岩内湾から生育場への輸送経路が現実的になった。
- (4) 平成 23 年度のズワイガニ属幼生の分布調査では約 400 個体のズワイガニ属メガロパ期幼生が採集された。深度 100～300 m の範囲（モード深度は 250～300m）に多く分布していた。
- (5) 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。
- (6) ズワイガニ幼生の沈降速度/比重計測を水槽実験で計測した結果、飼育幼生の成長に伴い沈降速度は大きくなった。体密度は各成長ステージ内では成長とともに大きくなる傾向が見られたが、ゾエア期とメガロパ期の体密度に明瞭な差は認められなかった。
- (7) 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属幼生の輸送・着底シミュレーションを実施した。改良を加えた JADE データを用いた場合の方が再現性が高く、また、年々の帰還率（幼生を模した粒

- 子が放流域内に帰還着底した割合)も、全般的な傾向は一致したものの細部に差がみられた。
- (8) ズワイガニ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、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。
 - (9) 4月に外套背長5cm以上のスルメイカは、表面水温10℃~12℃の範囲に多く採集されていたが、外套背長5cm未満のスルメイカは、水温13℃以上の海域で採集数が増加していた。
 - (10) スルメイカの定点採集調査に加えて、水温10℃~12℃の範囲に調査点を追加し、分布状況を調査した。水温を条件に設定した3調査点(表面水温10.6~11.1℃)では採集されたスルメイカの外套背長範囲は73.6~99.4mmであり、すべて5cm以上であったが、平均採集尾数は2.67尾に留まった。
 - (11) 幼イカ期の成長に伴う体型の変化として、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。
 - (12) 中長期モデルとして再現すべき1970年代初頭の気候変動に伴う海況変化の特徴として、レジームシフト発生期に日本海上の気温が急激に変化すること、1970年初頭のレジームシフトに伴い、山陰沖の水温が上昇することが把握された。以上の特徴を用いて、1965~71年を寒冷期、1972~76年を温暖期と区分し、水温の水平分布を作成した。温暖期に比べ、寒冷期には、山陰沖と能登一佐渡沖に北から冷水が入り込み、沿岸の水温勾配が強化されている様子が確認できた。

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、来年度も本年度と同様の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ものの、採集個体数が著しく少なかった。次年度以降の結果によっては調査方法を検討する必要がある。
- (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。

4. 特筆すべき成果

- (1) 改良したJADEの解析値を用い、スケトウダラ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、従来のJADEでは再現が難しかった岩内湾から生育場への輸送経路が現実的になった。
- (2) 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。改良を加えたJADEデータを用いた場合の方が再現性が高く、また年々の帰還率(幼生を模した粒子が放流域内に帰還着底した割合)も、全般的な傾向は一致したものの、細部に差がみられた。

様式-1 平成 23 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	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資源管理部底魚資源グループ、日本海区水産研究所資源環境部海洋動態グループ、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、産卵回遊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 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 23 年度は 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い、発育段階別分布状況を検討した。また、JADE を改良し、北海道西岸の卵仔魚輸送実験を行った。

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) 産卵状況の変化を確認するため、檜山海域の漁獲物の卵巣を調査した結果、2005 年度以降は産卵時期が遅くなった可能性が示唆された。
- (2) 5 月の北海道日本海で採集されたスケトウダラ 0 歳魚の耳石日周輪を用いた解析より、初期生残に必要な環境条件は水温が比較的低温、長い期間安定していることが示唆された。一方、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。

- (3) 近年で最大の加入であった 2006 年級群の仔稚魚は 3 月ふ化群が多かったことから、過去の卓越年級群についても検討を行った。調査が継続されている 4 月の調査結果を比較したところ、卓越である 1986~1988 年級群についても、2006 年と同様に小型個体の比率が高く、卓越年級群発生には 3 月ふ化群 (2 月産卵群) の生残が重要であることが示された (図 1)。
- (4) GODAE GHRSSST NDC AVHRR OI (衛星観測+現場観測の海面水温、空間分解能: 経度緯度 $1/4^\circ$ 、時間分解能: 日別) を用い 1981 年 9 月 1 日以降の水温と RPS との対応を比較した結果、冬季の水温低下が早く始まり、かつ春季まで低温傾向が持続することが、その年の RPS が高くなる要因の一つとして示唆された。しかし RPS の変動が、水温変動と逐一对応するわけではないことから、流動等の別の要因も介在していると考えられた。
- (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、従来の JADE では再現が難しかった岩内湾から生育場への輸送経路が現実的になった (図 2)。再生産が良かった 2006 年の状況を比較したところ、低温傾向をよりもっともらしく示すことができた。同じ低温傾向でも加入が良くなかった 2008 年については、産卵場から生育場への輸送経路は安定しているが、4 月あたりからの強い昇温が生残に不利だった可能性が示唆された。

4. 具体的なデータ

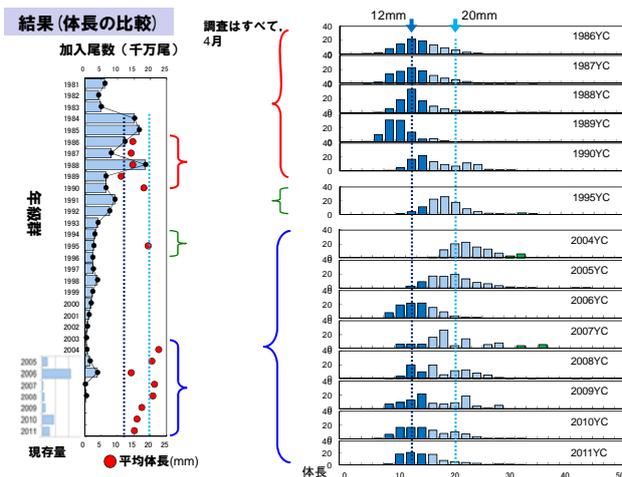


図 1. 4 月の仔稚魚の分布調査で採集されたスケトウダラの体長組成.

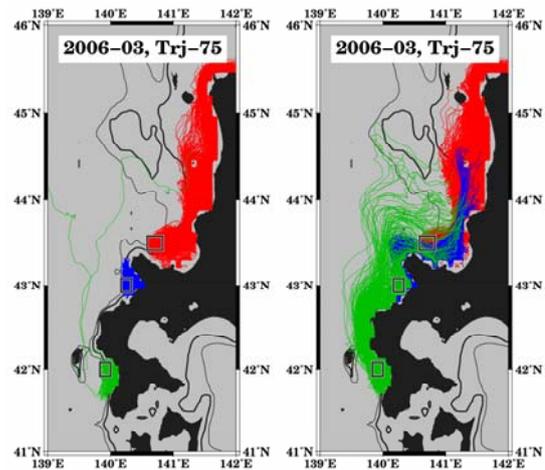


図 2. 現行版 JADE (左図) と改良版 JADE (右図) で推定した 2006 年の輸送特性.

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 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。

6. 調査・研究発表

- (1) Masayuki Chimura, Yuuho Yamashita, Satoshi Honda (2011): Why did the northern Japan Sea walleye pollock stock experience high survival in 2006?. PICES-2011 Program and Abstracts.
- (2) 板谷和彦・志田修・三宅博哉・宮下和士 (2011): 北海道日本海におけるスケトウダラ仔稚魚の体長組成. 平成 23 年度日本水産学会春季大会講演要旨集.

様式-1 平成 23 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 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、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・上田祐司・白井滋

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) 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的な特性を調べて、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、日水研資源生産部資源増殖グループ（小浜庁舎）の協力の下、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的特性（沈降速度/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) ズワイガニ属幼生の分布調査
平成 23 年調査では約 400 個体のズワイガニ属メガロパ期幼生が採集され、その多くが隠岐北西、丹後沖、能登北の冷水域内に分布していた（図 1）。深度 100～300 m の範囲に多く分布しており、モード深度は 250～300m であった。DNA 分析による種判別が完了した後で、分布特性の詳細な解析を実施する予定である。
- (2) 採集メガロパの成長度合の推定
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（図 2）。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。さらに飼育条件を整えて、海域、

深度および環境と成長の関係等を詳しく解析すれば、孵出および着底時期を推定できる可能性がある。

(3) 幼生の沈降速度/比重計測

水槽実験で計測した結果、飼育幼生の成長に伴い沈降速度は大きくなった。体密度は各成長ステージ内では成長とともに大きくなる傾向が見られたが、ゾエア期とメガロパ期の体密度に明瞭な差は認められなかった。今後、より詳細な成長段階毎に計測をおこなう予定である。

4. 具体的なデータ

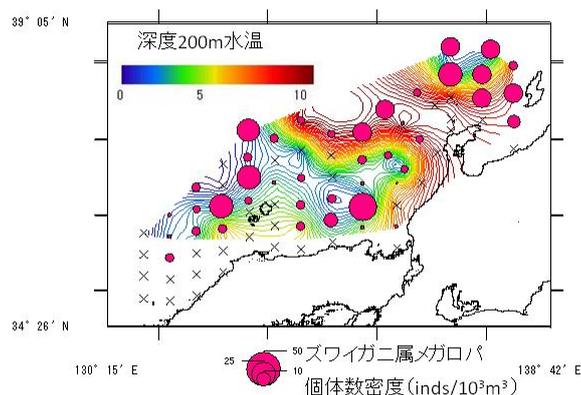


図1 ズワイガニ属の水平分布 (2011年6月)

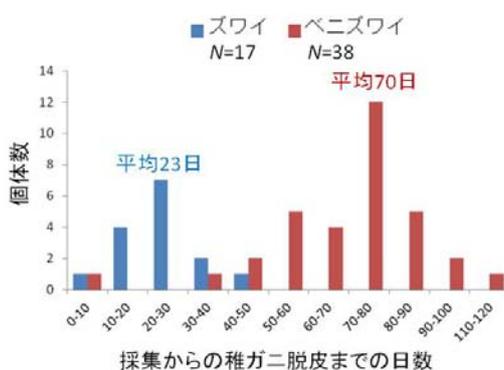


図2 採集されたメガロパが稚ガニに脱皮するまでに要した日数

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、来年度も本年度と同様の分布調査を継続してデータを蓄積する必要がある。
- (2) DNA分析による種同定をより正確かつ効率化するため、さらなる手法の高度化が望まれる。
- (3) 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、日周期性、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(2011): ズワイガニ属幼生の分布深度と海水の鉛直密度分布に関する考察. 平成23年度日本水産学会春季大会講演要旨集, P45.
- (2) 本多直人, 他(2012): ズワイガニ幼生分布と海洋構造依存および生物的特性の関係(仮題). 平成24年度日本水産学会春季大会発表予定.

様式-1 平成 23 年度資源変動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 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、資源環境部海洋動態グループ、資源管理部資源管理グループ
担当者名 木下貴裕・奥野章・上田祐司

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ともに、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系観測を開始する。

2. 調査・研究方法

- (1) 数値モデル 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) 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 のデータを用いてズワイガニ幼生の輸送・着底シミュレーションを実施し、従来の JADE データを用いた場合の結果と比較することで、既存モデルの問題点を検討する(H23)。
- (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系観測を開始する(H23)。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 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幼生の輸送・着底シミュレーションを実施し、従来の JADE データを用いた場合の結果と比較した。双方とも現実的な結果であったが、本年度の幼生分布調査(課題 9020)との対応をみると、改良を加えた JADE データを用いた場合の方が再現性が高いと考えられた。また、年々の帰還率(幼生を模した粒子が放流域内に帰還着底した割合)を比較すると、全般的な傾向は一致したものの、細部に差がみられた(図 1)。
- (2) 底びき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、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(図 2)。第 1 回目の回収は次年度を予定している。

4. 具体的なデータ

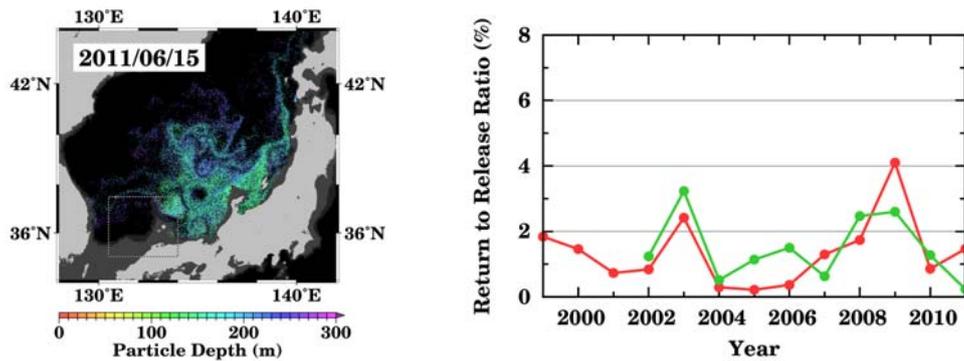


図1：左は、本年度の幼生分布調査(課題 9020)に対応する時期の幼生分布のシミュレーション結果。津軽海峡・宗谷海峡からの海水流出に改良を加えた JADE データによる結果のみ例として示す。右は、シミュレーション結果から求めた帰還率(幼生を模した粒子が放流域内に帰還着底した割合)の時系列。赤線は従来の JADE データによる結果、緑線は津軽海峡・宗谷海峡からの海水流出に改良を加えた JADE データによる結果。

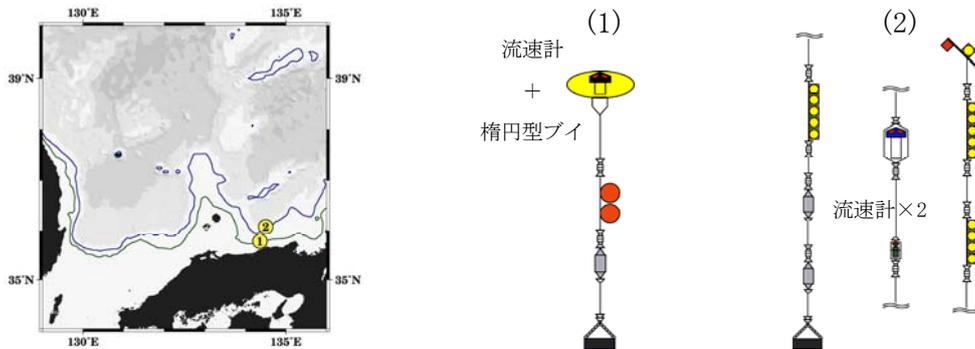


図2：係留系設置地点と係留系概要図。浜坂沖保護礁内には流速計1基(ADCP)を用いた楕円型ブイシステム(1)を、但馬沖には流速計2基(ADCPとAANDERAA)を用いた系(2)を設置した。

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、モデルに組み込むために幼生の生物特性に関する情報を収集する必要がある。
- (2) 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。

6. 調査・研究発表

- (1) 井桁庸介・熊木豊・渡邊達郎 (2011)：丹後半島沖で観測された対馬暖流沿岸分枝の季節変動. 2011年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, p.135, 2011.09.28.
- (2) 奥野章・井桁庸介・渡邊達郎 (2011)：保護礁を利用した対馬暖流鉛直構造の長期係留観測について, 第66回日本海海洋調査技術連絡会総会, 2011.12.06.
- (3) 井桁庸介・渡邊達郎・奥野章・山崎恵市 (2011)：日本海山陰海岸沖で観測された日周潮汐流の空間構造. 研究集会報告「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集会」23A0-S4, 九州大学応用力学研究所, pp.17-28, 2011.12.15.

他、学会発表3件。

様式-1 平成 23 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) 10000 番課題で開発されている JADE (2) 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10℃～12℃の範囲に多く採集されていたが、13℃以上の海域では採集数が減少していた（図1）。一方、外套背長5cm未満のスルメイカは、外套背長5cm以上のスルメイカの採集個体数が減少した水温13℃以上の海域で採集数が増加した（図1）。つまり、外套背長によって分布する環境（水温）が異なっていた。なお、表面水温8℃未満の海域ではスルメイカはほとんど採集されていなかった。
- (2) 上記の4月における漁獲加入前の幼スルメイカの分布と、水温の関係をj用いて2001年より実施している定線調査に加えて、水温10℃～12℃の範囲に調査点を追加し、分布状況を調査した（図2）。2011年はスルメイカの採集個体数が少なく（1曳網あたり13.17尾、近年5年平均比32%）、特に外套背長5cm以上のスルメイカでは1曳網あたり2.3尾（近年5年平均比14%）であった。なお、水温を条件に設定した3調査点（表面水温10.6-11.1℃）

では採集されたスルメイカの外套背長範囲は73.6~99.4mmであり、すべて5cm以上であったが、平均採集尾数は2.67に留まった。2011年の新規加入量調査結果と2011年のスルメイカ秋季発生系群の資源量を比較すると、新規加入量調査結果で予測される資源量は著しく低く、2011年の新規加入量調査では加入前のスルメイカを十分に採集できていない傾向が見られた。

- (3) スルメイカの餌環境とスルメイカの捕食に関し、幼イカ期の成長に伴う体型の変化についても検討した。その結果、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(図3)、肉鰭が外套背長に対して伸張する傾向が認められた。なお、外套背長10cmに達すると、ほとんど成魚と同じ体型になっていた。これらの体型の変化は遊泳力の増大を示していると共に、平成22年度の資源動向要因分析調査で得られたスルメイカの餌生物の変化(沿岸域では、外套背長5cmより小型魚類を捕食しはじめ、外套背長10cmになると小型魚類が主な餌料に変化)と深く関係していた。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重要である。

4. 具体的なデータ

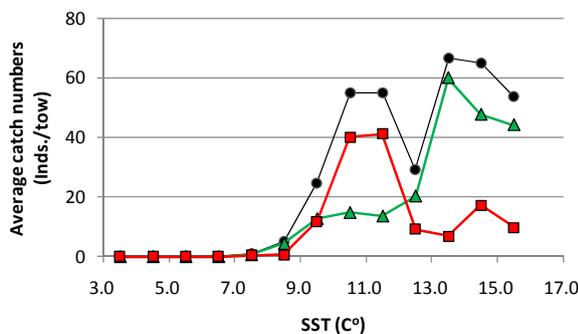


図1 2010年~2011年のスルメイカ新規加入量調査結果による水温と採集個体数の関係 ●全個体、■外套背長5cm以上、▲外套背長5cm未満

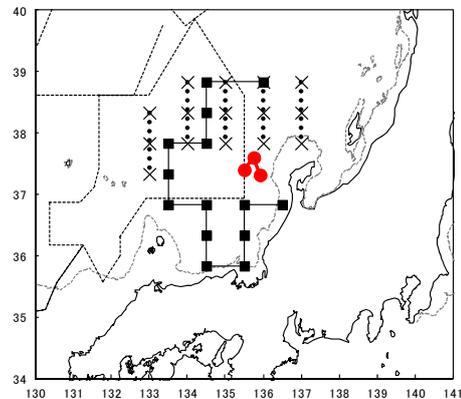


図2 2011年のスルメイカ新規加入量調査の定線調査点位置■と、水温条件によって設定した調査点●は水温条件を用いて事前に設定した調査候補地点

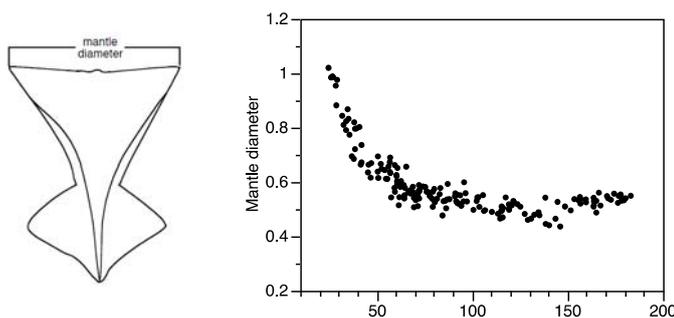


図3 スルメイカの外套背長(mm)にともなう外套膜の(幅/背長)比の変化

外套背長50mmまで急速に(幅/背長)比が低下(体型が細くなり)、外套背長100mmで生態と同じ体型となった。

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 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ものの、採集個体数が著しく少なく、次年度以降の結果によっては調査方法を検討する必要がある。

6. 調査・研究発表

- (1) 木所英昭(2011): 1990年代後半以降の我が国日本海沿岸域におけるスルメイカ漁獲量の減少について. 水産海洋研究, 75(4), 205-210.
 (2) 内川和久・木所英昭(2011): 若齢スルメイカの成長に伴う形態および食性の変化. 第9回日本海ブロック資源研究会講演要旨集, 7-8.

様式-1 平成 23 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) 日本海大循環モデルに使用する境界条件を作成
ECMWF 再解析データ ERA40 (解像度 $1.125^{\circ} \times 1.125^{\circ}$) の各気象要素に関して、次年度から構築する海洋大循環モデルの格子点 ($1/12^{\circ} \times 1/12^{\circ}$) と同様の点に空間内挿を行い、モデルの境界条件を作成した。気象要素としては、気温、東西・南北風、雲量、露点温度、海面水温を対象とし、空間内挿にはガウシアン型重み付き平均（影響半径 40 分）を採用、期間は 1957～1998 年とした。
- (2) 海洋観測データから日本海各層水温データセットを作成
日本海ブロック水産試験研究機関データ（日本海水温データベース：<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/shigen/suion/Page.htm>）と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、1963～1998 年まで 0、50、100m の水温データセットを作成した（JODC データセット）。JODC データセットの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段階に変化させた。データ数を増やすために50m、100m深データについては、指定水深±10mのデータを採用した。日本海データベースのデータセットとJODCデータセットとを合成し、日本海の水温データセットを作成した。

(3) 1970年代初頭の気候変動に伴う海況変化の特徴を抽出

(1)、(2)の作業から作成したデータセットから、レジームシフトにともなう変動を抽出し、以下の3点について、その特徴を把握した；1) レジームシフト発生期に日本海上の気温が急激に変化する(図1上)；2) 1970年初頭のレジームシフトに伴い、山陰沖の水温が上昇する(図1下)；3) 水温の時間変化(図1下)から、1965～71年を寒冷期、1972～76年を温暖期と区分し、水温の水平分布を作成した。温暖期に比べ、寒冷期には、山陰沖と能登一佐渡沖に北から冷水が入り込み、沿岸の水温勾配が強化されている様子が確認できた。

4. 具体的なデータ

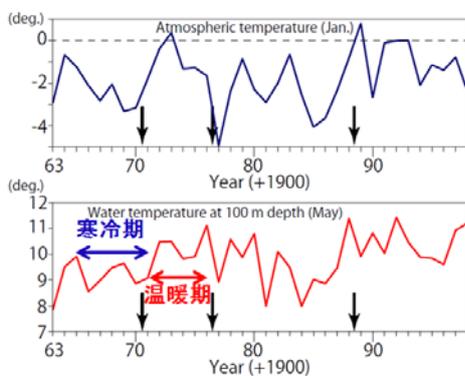


図1. ERA40 から見積もった、日本海上全体で平均した1月気温の経年変化(上)と、水温データセットから見積もった、山陰沖100m深で平均した(図2の点線領域)5月水温の経年変化。矢印はレジームシフト発生年を示す。

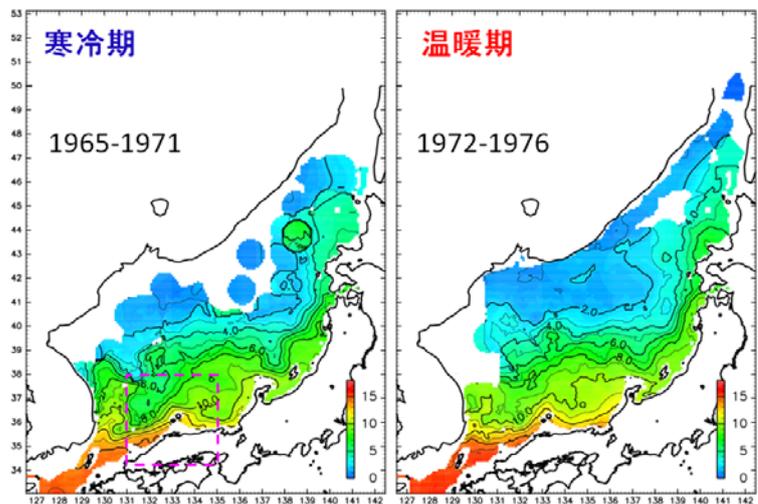


図2. 山陰沖水温変動から判断された(図1下)寒冷期(左)と温暖期(右)で平均された、100m深水温の水平分布。

5. 調査・研究推進上の課題

(1) 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。

6. 調査・研究発表

- (1) Y. Tian, H. Kidokoro, T. Watanabe, Y. Igeta, H. Sakaji and S. Ino (2012) : Response of yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, a key large predatory fish in the Japan Sea to sea water temperature over the last century and potential effects of global warming. *Journal of Marine Systems*, 91, 1-10.
- (2) 奥野章・渡邊達郎 (2011) : 1982年から2010年の日本海の海面水温にみられた中長期的変動, p 1141. 2011. 9. 29.