

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 1000
大課題名 資源変動要因分析調査
中課題名 スケトウダラ太平洋系群
担当機関 北海道区水産研究所資源管理部高次生産グループ
担当者名 山村織生

1. 調査・研究の目的

第I期において提案した仮説すなわち「産卵場周辺の流動条件により産卵盛期の早生群が生残した場合、幼魚の着底体長が大きくなりサイズ依存的捕食を通じて加入までの生残が良好となる」を検証するため、実施が必要な調査を継続および新規に行う。継続する調査として、噴火湾周辺における卵仔魚の分布と餌料豊度の調査、着底前後の幼魚の日齢、体サイズと被食状況を解明する採集が挙げられる。また、新規調査として、仔魚および幼魚が分布する噴火湾における採集調査が挙げられる。これにより餌料転換期の卵仔魚と餌環境の把握が可能となる。また、道東海域養育場における幼魚の栄養摂取は第I期において生残への影響は少ないと結論されたが、2000年代以降当該海域に分布する幼魚の栄養状態が年々悪化しており、今後もその傾向が継続する場合生残に深刻な影響を及ぼす可能性がある。そのため、道東海域においても着底後越冬前後の幼魚の採集及び生理学的分析を実施する。以上の結果を総合して、第I期で構築した加入量変動シナリオを強化・検証することにより、資源変動要因の解明と加入量予測精度の向上に資することができ、資源管理現場でも漁業者に対しての説明等で活用が可能となる。

2. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 噴火湾周辺海域における風力階級平均値は2005年以降に高い値となっており、近年の低い卵仔魚生残率との関係が示唆された。これまでの調査により当海域において卵は表層に多く分布しており、風の強い年には表層の物理的攪乱により卵の死亡率が高くなることなどがどうか、今後検討が必要である。(1010)
- (2) 2013/14冬季における噴火湾周辺において産卵場の環境調査を行った。その結果、1991年以降観測されてきた海況と比較すると、1月下旬に既に湾内の北東側半分はおよそ5°Cの沿岸親潮(CO)に覆われ、2月上旬には噴火湾全域で3°CのCOによって占められていた。スケトウダラ仔魚の分布はCOの流入期以降分布密度が高かったことから、平均的な海況の年と比較してその生残率は低かったものと判断された。(1010)
- (3) 北海道高解像度モデルによる粒子追跡シミュレーションにより2003～2011年の流動場を再現し、9年分の卵～稚魚期までの卵・仔稚魚分布の経年変化を調べた。初期粒子（産卵場に相当）は、Yabe et al. (2011)に基づくSAI（Spawning Area Index）が5%以上の海域10m深に、1/150°間隔で配置し、産卵から孵化までの日数はYabe et al. (2011)の近似式で計算した。孵化後の体長とステージ（前期仔魚、後期仔魚、稚魚）はNishimura et al. (2007)の年別近似式を平均した近似式により、粒子の水平移動と鉛直移動はKuroda et al. (2014)のスキームで決定し、各年について1～3月の間、1日間隔で粒子の初期位置を更新しながら、100日間、粒子を追跡した。その結果、100日後に噴火湾に滞留する卵数はRPSと良い適合を示した ($r = 0.74$)。(1020)
- (4) 2005年以降、5月と6月の稚魚現存量の間に正の相関関係が認められ、近年では餌生物転換期における減耗が年級群豊度決定に与える影響は小さかった。また、5、6月の稚魚は水温5

～7°Cの地点に多く分布し、餌生物転換後の主要餌生物である大型カイアシ類の生物量が多い(少ない)年に6月の稚魚サイズが大きい(小さい)傾向があることが分かった。また、噴火湾海域では2000年代後半以降、大型カイアシ類が全般的には高豊度で推移しており、5、6月の餌生物転換期に稚魚の胃内容物中に占める割合も高かった。(1030)

- (5) 飽食条件のもと2～13°Cの5段階の水温でふ化仔魚を28日間、体長20～30mmの稚魚を3～12°Cの4段階の水温で32日間飼育し、成長と生残を調べた。その結果、高温区で最終的な体長が大きかった一方、生残率は5°Cで最大で2、8、10、13°Cと続いた。稚魚では高温区ほど成長が速く、終了時生残率は6°Cが最大で3°Cおよび12°Cで低かった。(1030)
- (6) 日高湾において6月に採集した底魚類13魚種450個体の胃内容物を採取分析した。底魚類種組成と併せ考え重要な捕食者はスケトウダラのみであり、従来重要とみなされて来たソウハチおよびアブラガレイに由来する捕食圧は僅少であった。また、スケトウダラの共食いが起こり易い環境は水温4～8°C、水深50～200mであることが分かった。(1040)
- (7) 過去4年間の採集及び食性分析結果に基づき日高湾～噴火湾における遊泳幼魚(5～8月を想定)の被食量を推計した。2014年の被食個体数は4億尾程度と推定され、過去3年間よりも1桁少ない値であった。4年間を通じ重要であった捕食者はスケトウダラ、ソウハチ、およびアブラガレイであり、特に前2者による捕食量が全体の9割程度を占めていたことから、特に重要と見なされた。(1040)

4. 調査・研究の課題

- (1) 当系群は四島周辺をはじめとするロシア水域と往来・交流している模様だが、共同調査の困難さからその実態の把握がきわめて困難である。
- (2) 飼育実験において野外の想定水温範囲(5～9°C)における飼育魚の成長速度は、仔魚では天然魚並みであった一方、稚魚では天然魚を大きく下回った。この原因は不明であり、飼育条件の検討が必要である。
- (3) 粒子追跡実験において、卓越年の2005年はシミュレーション結果と実測値に齟齬が認められた。これは、卓越年級が他年級と異なる機構で発生していることを示唆しているが、その機構は不明である。

5. 特筆すべき成果

- (1) 2003年～2011年の海面高度データに基づく粒子追跡シミュレーションにより、卓越発生年を除く通常年の加入変動が高い精度で再現可能となった。今後1990年代まで遡及した流動場の再現が期待される。
- (2) 仔魚および稚魚の飼育実験により、両者の成長と生残に好適な水温条件を明らかにすることが出来た。

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 1010
大課題名 資源変動要因分析調査
中課題名 スケトウダラ太平洋系群
小課題名 スケトウダラ卵仔稚魚の生残に影響する要因の解明
担当機関 北海道区水産研究所資源管理部
担当者名 濱津友紀(北水研)・中谷敏邦(北海道大学大学院水産科学研究院資源生物学講座、
噴火湾におけるスケトウダラ仔稚魚の餌料系列の解明)

1. 調査・研究の目的

スケトウダラの年級豊度は、生活史初期の生残の多寡により決定される部分が大いと考えられる。この時期の生残には、産卵親魚の年齢構成や栄養状態、卵仔稚魚が分布する海域の物理環境、及び仔稚魚の餌料環境などが影響を及ぼしている。一方で生残の舞台となる海域も、年あるいは年代により異なる可能性が指摘されている。時間的、空間的に大きな範囲をカバーしつつ、各発生段階にとって重要な海域については、物理環境のみならず種間関係を含めた分析が必要である。この様な観点から、本課題では、主産卵場である噴火湾周辺域、及びその他の産卵場における調査結果の分析を進めることにより、スケトウダラ卵仔稚魚の生残に影響する要因の解明を目的とする。

スケトウダラ太平洋個体群（北海道東部から東北北部太平洋に生活領域を持つ個体群）は湾口部から湾外東方陸棚水域で産卵し、産み出された卵は湾内へ輸送され、孵化することが確認されている。摂餌開始期仔魚の主要餌生物はカイアシ類ノープリウスで、これらは噴火湾では主として *Oithona similis* の再生産により供給されているものと考えられる。担当者は 1991 年以来、冬季、湾内表層域において例年、仔魚が多く分布する 1 月から 3 月までの期間、湾内に 10 地点前後の調査点を設定し、仔魚および主要餌生物であるカイアシ類ノープリウスの採集と、水温・塩分の観測を行い、カイアシ類ノープリウスの分布密度と本プロジェクトから提出される VPA による年級群強度との関係を考察してきた。そのうち、*Oithona similis* の再生産と雌成体の分布密度との関係から、沿岸親潮流入期の季節変化にかかわらず安定しているものと考えられることから (Nakatani *et. al.*)、毎年 2 月頃に噴火湾に流入する沿岸親潮の海況およびその年変動が摂餌開始期仔魚の水温および肉食プランクトンによる被食を支配しているものと予想される。本報告では昨年 (2014 年)、冬季に噴火湾で観測された結果について報告し、これまでの調査結果ならびに卓越年級群豊度との関係について検討する。(北大・中谷)

2. 調査・研究方法

- (1) 噴火湾周辺海域（噴火湾内と湾外胆振・渡島沿岸）において調査船調査時に記録された風力階級の平均値の年変化を調べ、卵仔魚の生残率と比較した。発生年級の起源に関する作業として、北海道周辺に分布する資源の漁獲量や資源量等を系群間で比較した。比較に用いた資料は、日本海北部系群（千村ほか、2015）、太平洋系群（船本ほか、2015）、根室海峡（田中ほか、2015）、およびオホーツク海南部（山下ほか、2015）の各資源評価報告である。比較した期間は 1980 年前後以降の約 30 年間である。(北水研・濱津)
- (2) 2013 年 12 月～2014 年 4 月に、噴火湾内部～湾口で調査した。CTD により海底直上～海面の水温・塩分を測定した。仔魚は口径 80cm、目合 0.33mm のプランクトンネットを用い、海底直上～海面の垂直曳により採集した。(北大・中谷)

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 噴火湾周辺海域における風力階級平均値は 2005 年以降に高い値となっており、近年の低い卵仔魚生残率との関係が示唆された。これまでの調査により当海域において卵は表層に多く分布しており、風の強い年には表層の物理的攪乱により卵の死亡率が高くなるのではないかどうか、今後検討が必要である。系群間の比較では、漁獲量は長期では全系群で減少傾向にあった一方、資源量や親魚量については日本海北部系群と太平洋系群との間で有意な負の関係が認められた (図 1)。(北水研・濱津)
- (2) 近年のスケトウダラ太平洋個体群強度の年変動によると (北水研資料)、卓越年級群が発生した 1995 年および 2005 年には、沿岸親潮 (CO) の流入が遅れていた (中谷, 2007)。さらに、比較的高豊度の 1991、1994 および 2000 年にも CO の流入の遅れが認められた。2013/14 年冬期の海況として、水深 15m の水温・塩分の水平分布を図 2 に示した。12 月は湾内全域で 10°C 以上、塩分 33.6 の津軽暖流水 (TS) が分布した。TS の滞留は 2014 年 1 月中旬まで継続し、その間に 7°C まで水温が低下した。下旬には CO が室蘭沖から湾口部中央にかけて流入してきており、2 月中旬には湾内全域に広がった。水温の低下は 3 月上旬まで継続し (およそ 2°C)、その後、4 月中旬には 4°C 前後まで上昇した。2014 年冬期のスケトウダラ仔魚の水平分布を図 3 に示した。口径 80cm、目合 0.33mm のプランクトンネットの海底から海面までの鉛直曳により採集されたスケトウダラ仔魚の水平分布を示している。スケトウダラ仔魚の分布密度は、1 月中旬までは低い値であり、下旬にかけて急に増加した。その後、2 月中旬に最も多く採集された後、3 月上旬以降急激に分布密度は低下した。2014 年級群の生残を検討するため、1991 年から継続されてきた冬季噴火湾の海況と比較すると、1 月下旬に既に湾内の北東側半分はおよそ 5°C の CO に覆われ、2 月上旬には噴火湾全域で 3°C の CO によって占められていた。スケトウダラ仔魚の分布は CO の流入期以降分布密度が高かったことから、平均的な海況の年と比較してその生残率は低かったものと判断された。(北大・中谷)

4. 具体的なデータ

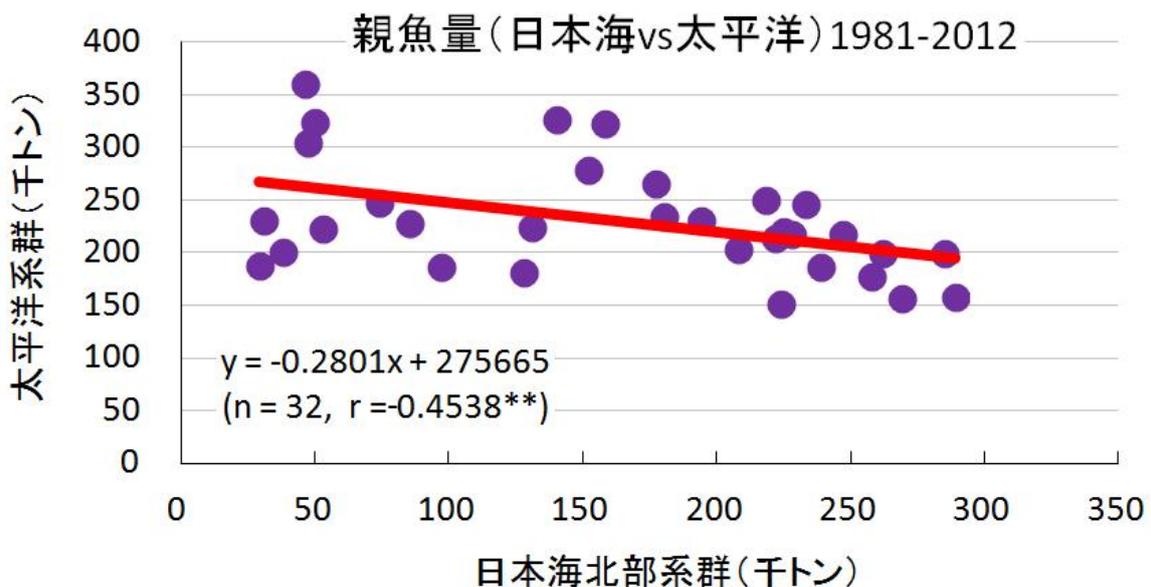


図 1. 日本海北部系群と太平洋系群の親魚量の関係 (北水研・濱津)

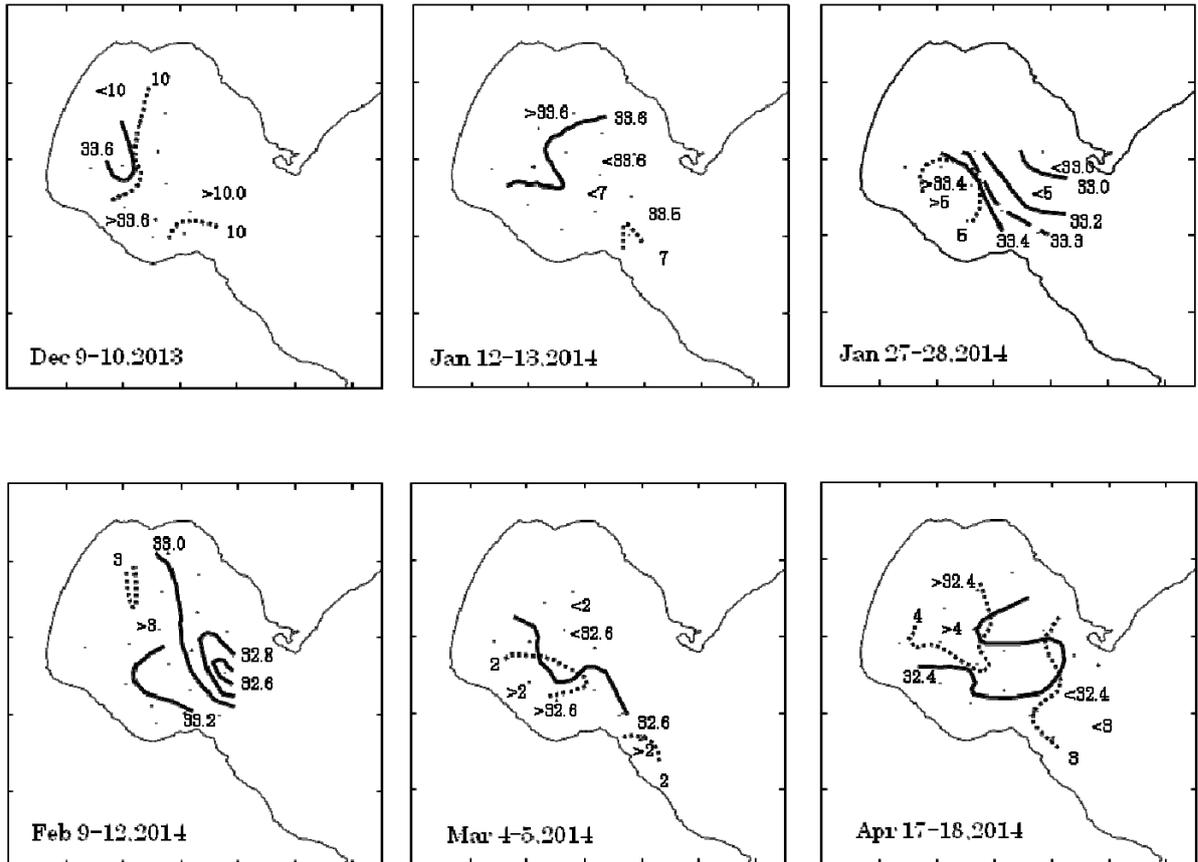


図2. 2013年12月から2014年4月に至る噴火湾における水深15mの水温・塩分の水平分布（北大・中谷）

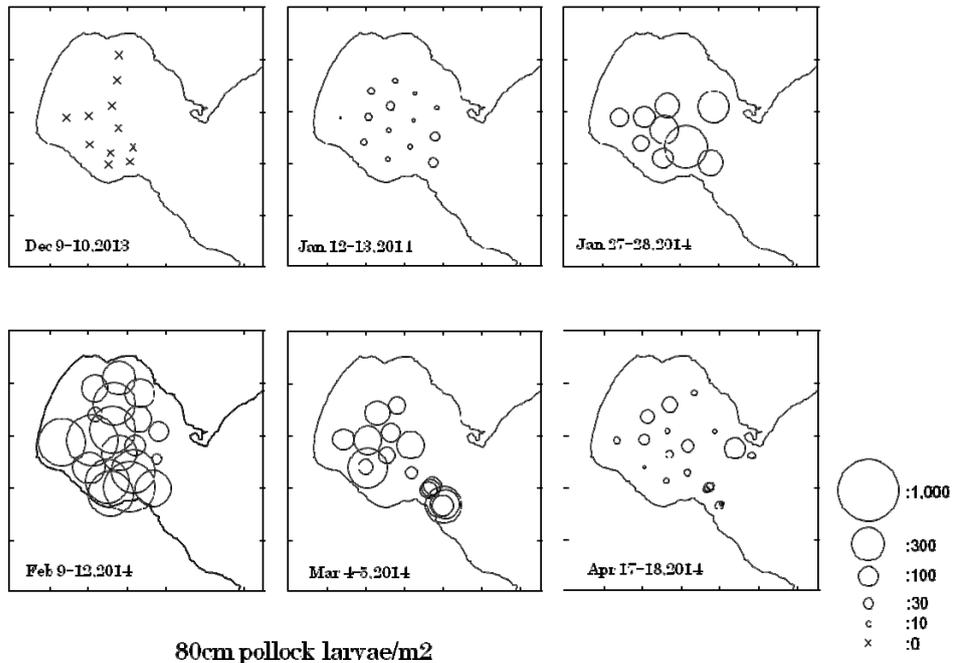


図3. 2013年12月から2014年4月までの期間、80cm口径プランクトンネットの海底から海面までの鉛直曳により採集されたスケトウダラ仔魚の水平分布（北大・中谷）

5. 調査・研究推進上の課題

日本海北部系群と太平洋系群の間に見られた、資源量や親魚量の負の相関関係をどの様に解釈すべきであろうか。北海道周辺の海流は、津軽海峡や宗谷海峡、根室海峡を通じて太平洋側に流れ込んでいる。北海道周辺に分布するスケトウダラの多くは、浮遊期はもちろん遊泳可能サイズに達した個体であっても、海流に逆らわなければやがては太平洋に流れ着く。スケトウダラは卵として発生した後、親魚になるまでおよそ5年かかる。5年間に海流に流されつつ水温や餌環境の良好な水域を選択するとすれば、水温が上昇傾向にある日本海水域を避け、より好適な環境を維持している太平洋水域にとどまるのかも知れない。そういう観点から、全体を合わせた“Stock of Japan”の分析も意味があると考えられる。北海道周辺で表層水温が全体として上昇傾向にあるなかで、日本海北部系群では高い水温が加入にマイナスに働き、太平洋系群では高い水温が加入にプラスに働くとする研究成果が得られているが、今後は系群の想定分布域を越えた移動や群れの混合を考慮した分析が必要と思われる。現在の系群構造は1970年代に実施された特別研究の結果を基に想定されているが、その後40年が経過し環境が変化するなかで、資源評価単位の再検討は避けられない課題であろう。(北水研・濱津)

スケトウダラ卵の生残と水温との関係(中谷・前田, 1984)および北海道大学練習船うしお丸により観測された結果から、本種の発生水温は産卵期である冬季の噴火湾とその周辺海域において好適範囲内であると判断される。そこで、この時期の死亡要因を被食と飢餓に限定して調査を行ってきた。生活史初期の被食に関しては、海外において免疫学的手法を用いて行われているが、噴火湾においては未だ不明であり、今後確認してゆく必要がある。当海域で予想される捕食者は、大型肉食プランクトンのオキアミ類、クラゲノミ類、ヤムシ類であろうと予想されるが、藤川(1995)によると、これら肉食プランクトンは沿岸親潮流入前の噴火湾でその分布密度は低く、沿岸親潮流入後に増加する。このことは、沿岸親潮の流入時期が早い年には、摂餌開始期仔魚の被食率が高くなるのではないかと推察される。これに対して、沿岸親潮が遅く流入した年では、湾内は比較的温暖で、仔魚の捕食行動にとって有利であり、さらに捕食者との遭遇時期が遅くなることによりこの時期の減耗率が低くなるのではないと思われるが、比較的沿岸親潮の流入が遅く、表層水温が温暖であった1997年においては、卓越年級群は発生していない。すなわち、沿岸親潮の流入が遅いことは必要十分条件とは考えられず、少なくとも沿岸親潮が早く流入した年に卓越年級群が発生していない結果が得られている。このことは、沿岸親潮の流入が遅い年で、仔魚の生残率が高かった年であっても、その後の成長・生残を支配する海洋環境が好適ではなかった可能性があるものと予想される。湾内に集中して分布するスケトウダラ仔稚魚は夏季にはそれまで卓越していた *P. newmanii* の減少に伴い、より大型の *Neocalanus plumchrus* や *Eucalanus bunnngii* コペポダイトに餌生物を変化させるため、夏季に大型の餌生物を捕食することが可能な体サイズに成長するか否かがこの時期の生残率を支配するものと予想される(杉本, 1997; 小山, 2006)。(北大・中谷)

様式-1 平成 26 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 1020
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 スケトウダラ太平洋系群
小課題名 卵仔魚の輸送・生残機構の解明
担当機関 北海道区水産研究所生産環境部生産変動グループ
担当者名 東屋知範・黒田 寛・三寺史夫（北海道大学低温科学研究所）

1. 調査・研究の目的

冬季スケトウダラ太平洋系群の卵仔魚は流れによって受動的に輸送され、噴火湾に春季まで滞留した仔稚魚が、スケトウダラ太平洋系群の加入に影響するとされる。ところが、近年の稚魚の成長履歴と加入量を調べると、噴火湾から道東養育場まで回遊する間の成長も、加入量に影響すると考えられるようになった。そこで、噴火湾から道東養育場までの海洋環境をモデルで再現するとともに生態系モデルとスケトウダラ成長モデルを用いて、海洋環境がスケトウダラ稚魚の成長に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。平成 26 年度は、交付金課題 1BD104 で開発した北海道高解像度モデルの 2003～2011 年の経年変動実験結果に基づいて、9 年分の卵～稚魚期までの卵・仔稚魚分布の経年変化を調べた。

2. 調査・研究方法

- (1) 初期粒子（産卵場に相当）は、Yabe et al. (2011) に基づく SAI (Spawning Area Index) が 5%以上の海域 10m 深に、 $1/150^\circ$ 間隔で配置した。
- (2) 産卵から孵化までの日数は Yabe et al. (2011) の近似式で計算し、孵化後の体長とステージ（前期仔魚、後期仔魚、稚魚）は、Nishimura et al. (2007) の年別近似式を平均した近似式により決定した。
- (3) 粒子の水平移動と鉛直移動は Kuroda et al. (2014) のスキームで決定した。
- (4) 計算は 2003～2011 年の各年について、1 月 1 日～3 月 31 日の間、1 日間隔で粒子の初期位置を更新しながら、100 日間、粒子を追跡した(図 1)。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 1～3 月に産卵され、追跡 100 日後、噴火湾内に分布する仔魚数を初期粒子数で割った割合の年々変動時系列（図 2 紫線）を計算したところ、2005 年を除くと RPS（図 2 水色線）と高い相関（0.74）を示した。
- (2) 本モデルでは 2005 年卓越年級群の発生を再現できない。このことは、これまでの調査結果・研究結果とも整合的であり、2005 年級については噴火湾外からの加入の可能性を強く支持している。

具体的なデータ

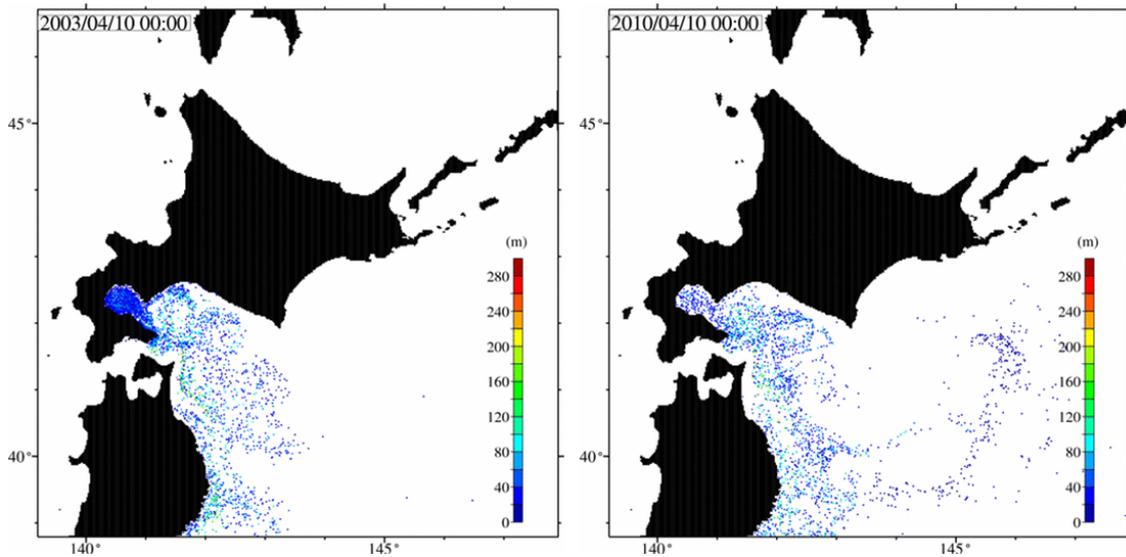


図1. 1月1日から100日後の粒子位置
 左上図：2003年、右上図：2010年（両図の初期粒子数は約17,000個と同程度）

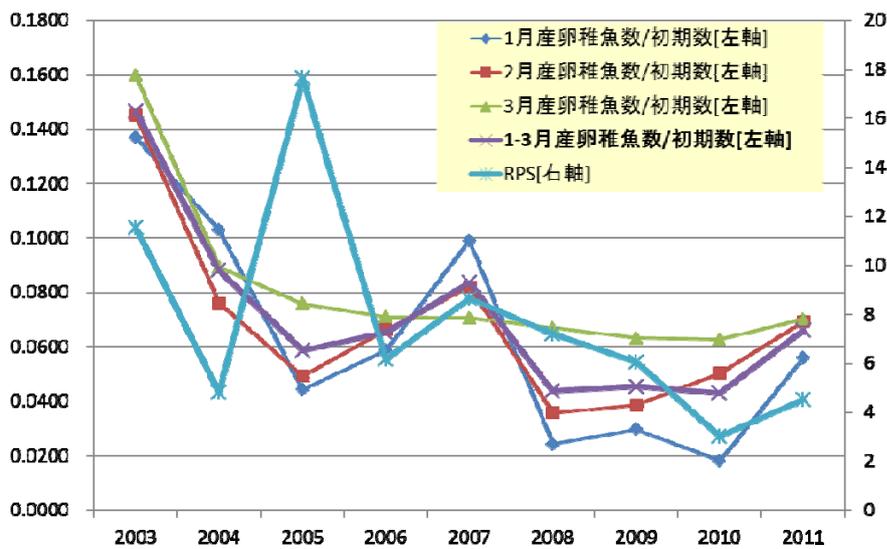


図2. 100日後噴火湾内に分布する稚魚数
 初期粒子の割合で示した（産卵年別のRPSも合わせて示した）。

4. 調査・研究推進上の課題

なし。

6. 調査・研究発表

(1) Distribution, transport pathway, and modification of the Coastal Oyashio water, off the Hokkaido coast, in the Northwestern Pacific. H. Kuroda, Y. Toya, T. Wagawa, A. Kuwata, S. Ito and S. Kakehi. PICES-2014 Annual Meeting, Yeosu, Korea, oral, Oct. 2014.

様式-1 平成 26 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号	1030
大課題名	資源動向要因分析調査
中課題名	スケトウダラ太平洋系群
小課題名	幼稚魚の生残と餌料環境
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・北海道区水産研究所生産環境部資源増殖グループ・東北区水産研究所資源海洋部生態系動態グループ・北海道立総合研究機構栽培水産試験場・北海道立総合研究機構函館水産試験場
担当者名	千村昌之・中川亨・横田高士（北水研）・田所和明（東北水研）・武藤卓志・渡野邊雅道（函館水試）

1. 調査・研究の目的

本系群のスケトウダラの年級群豊度決定には、主産卵場である噴火湾周辺海域における卵仔魚期の生き残りだけではなく、稚魚期の餌生物転換過程や、その後道東海域の成育場に移動、着底し、越冬する過程の生き残りも大きな影響を与えていると考えられている。本課題では、水温、餌料環境を変えた仔稚魚の飼育実験、浮遊仔稚魚と着底幼魚の耳石日周輪解析や胃内容物分析、主要餌生物の分布密度や親潮域からの供給量の調査結果などから、浮遊期から着底期までの生残過程、餌料環境が餌生物転換期の稚魚や着底幼魚の成長、生残に与える影響を把握することを目的とする。

2. 調査・研究方法

- (1) 5、6月の餌生物転換期に噴火湾海域で稚魚の現存量および水温・餌料環境を調べた。
- (2) 餌は飽食条件とし、水温を5段階（2、5、8、10、13℃）に変えてふ化仔魚を28日間、4段階（3、6、9、12℃）に変えて体長20～30mmの稚魚を32日間飼育して成長と生残を調べた。
- (3) 4～5月に噴火湾周辺海域で採集した浮遊仔稚魚と8～10月に道東海域で採集した着底幼魚の耳石日周輪を解析し、ふ化日と成長履歴を推定した。
- (4) 越冬前（10～11月）に道東海域で採集した幼魚の体サイズ、肥満度、肝臓脂質含有量を調べた。
- (5) 餌生物転換後の稚魚の主要餌生物である大型カイアシ類およびオキアミ類について沿岸への供給源である親潮域での現存量を調べた。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 稚魚の現存量推定調査が開始された2005年以降、5月と6月の稚魚現存量の間に正の相関関係が認められ、近年では餌生物転換期における減耗が年級群豊度決定に与える影響は小さいと考えられる。また、5、6月の稚魚は水温5～7℃の地点に多く分布すること、餌生物転換後の主要餌生物である大型カイアシ類の生物量が多い（少ない）年に6月の稚魚サイズが大きい（小さい）傾向があることが分かった。
- (2) ふ化仔魚の飼育実験では、実験終了時の体長は水温が高い実験区ほど大きかった一方、生残率は5℃で最も高く、次いで2、8、10、13℃の順であった（図1）。稚魚の飼育実験では、成長速度は水温が高い実験区ほど速い傾向が見られ、実験終了時の生残率は6℃で高く、3℃と12℃で低かった。ただし、天然魚が経験すると想定される水温範囲（5～9℃）における飼育魚の成長速度は、仔魚では天然魚並みであった一方、稚魚では天然魚を大き

く下回った。

- (3) 卓越年級群や高豊度年級群では、浮遊仔稚魚と着底幼魚のふ化時期が一致して早生まれの個体が生き残っており、着底幼魚のサイズが大きかった。一方、それ以外の年級群では着底期まで生き残った個体が遅生まれで、着底幼魚のサイズが小さい傾向があった。
- (4) 卓越年級群や高豊度年級群の越冬前の幼魚は、それ以外の年級群の幼魚に比べて体サイズが大きく、肥満度が高く、肝臓脂質含有量が多い傾向があった。
- (5) 餌生物転換後の稚魚の主要餌生物である大型カイアシ類およびオキアミ類の親潮域における現存量や豊度は2000年代後半以降高い水準にある。大型カイアシ類についてみると、親潮域で豊度が高かった年は噴火湾周辺海域でも豊度が高く、餌生物転換期の稚魚の胃内容物中に占める割合が高かった。

4. 具体的なデータ

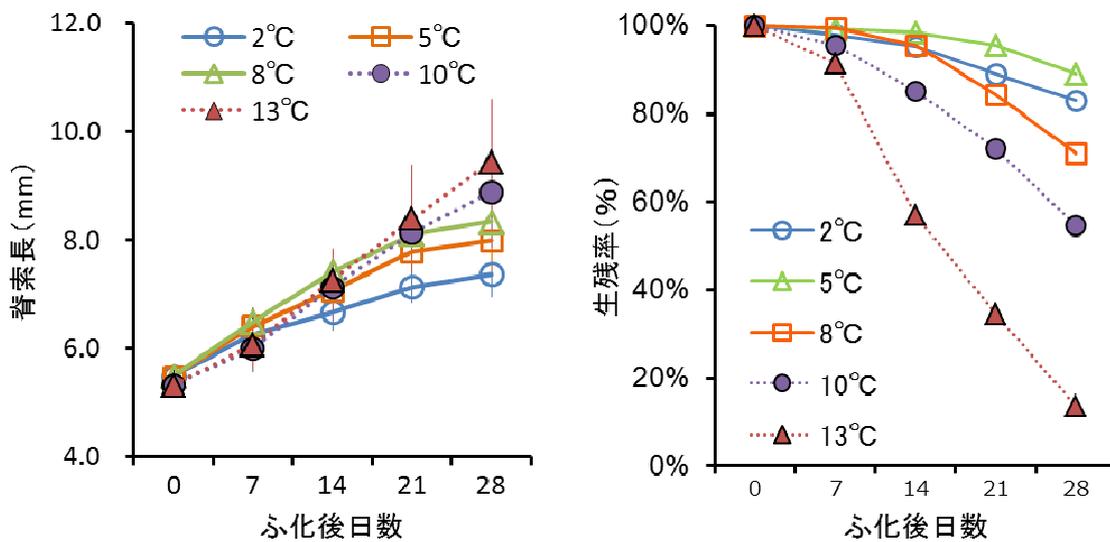


図1. 異なる水温条件で飼育した仔魚の脊索長および生残率の変化. 実験は2、5、8°Cと10、13°Cの2回に分けて行い、各水温について2つの水槽を用いた。脊索長は2水槽の平均値および標準偏差、生残率は2水槽の平均値を示した。

5. 調査・研究推進上の課題

なし

6. 調査・研究発表

- (1) Kazuaki Tadokoro, Sachihiko Itoh, and Yuji Okazaki (2014): Decadal scale variation in biodiversity of copepod community in the western North Pacific Ocean. 2nd International Ocean Research Conference, Barcelona, Spain.
- (2) Masayuki Chimura, Hiroshige Tanaka, Yuuho Yamashita and Satoshi Honda (2014): Factors determining the recruitment of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* in the Sea of Japan off Hokkaido Island, Japan. Johan Hjort symposium on recruitment dynamics and stock variability, Bergen, Norway.

他

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 1040
大課題名 資源変動要因分析調査
中課題名 スケトウダラ太平洋系群
小課題名 幼稚魚の被食減耗過程
担当機関 北海道区水産研究所亜寒帯漁業資源部生態系研究室
担当者名 山村織生

1. 調査・研究の目的

近年の当系群の加入量変動は着底後被食によるところが大きいく、生命表の分析では加入量に大きな変動をもたらすのは当歳の 5 月以降翌春までであることが指摘された。従って道東養育場に着底する以前の日高湾における遊泳生活期においても加入変動をもたらす捕食が発生する可能性がある。本課題では、継続的に採集した捕食者の試資料分析によって、水塊構造等の環境変動と魚食性捕食者に由来する捕食圧変動の関連を把握するとともに、共食いによる被食減耗の変化を把握し、環境変動がトップダウン・コントロールに及ぼす変化を定量化する。

2. 調査・研究方法

- (1) 襟裳以西海域においてスケトウダラ幼魚の潜在的捕食者の食性を分析し、幼魚の捕食状況を明らかにするため、噴火湾周辺から道東海域への移動期にあたる 2014 年 6 月に、日高湾において底魚類の採集を行った。
- (2) 底魚類の胃内容物分析により捕食者を明らかにすると共に、過去 3 年間の同様の資料を併せて各年の遊泳期における被食量を推定した。まず主要捕食者の分布密度、食性に占めるスケトウダラ幼魚重量割合に日間摂餌量（体重の 0.5%と仮定）を乗じて各魚種による 1 日単位面積あたり捕食量を算出した。更に噴火湾～日高湾の水深 50～200m 帯の面積（約 7600m²）および滞留期間（3 ヶ月=90 日間）を乗じることにより、着底前遊泳幼魚の被食量を推定した。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) まず、従来の調査結果より、共食いによる被食圧が最も重要であったため、過去の調査結果を併せて、襟裳以西海域で共食いが生起する条件を探求したところ、i)当歳魚と大型魚が同時に相当量分布する ii)水深 200m 以浅で水温 4℃以上の地点であることが分かった。
- (2) 日高湾において 6 月に採集した底魚類 13 魚種 450 個体の胃内容物を採取分析した。底魚類種組成と併せ考え重要な捕食者はスケトウダラのみであり、従来重要とみなされて来たソウハチおよびアブラガレイに由来する捕食圧は僅少であった。尾数換算で遊泳期の被食数は 4 億尾程度と推定され、過去 3 年間よりも 1 桁少ない値であった。これが両種の豊度減少を反映するのか、スケトウダラ 2014 年級の乏しい豊度を反映するのかは不明である。
- (3) 3 年間を通じ、最も卓越した潜在的捕食者はスケトウダラであり、ソウハチがこれにほぼ匹敵し、アブラガレイが続いた。ソウハチの密度はスケトウダラに比して数分の一に留まったものの、食性中に占めるスケトウダラ幼魚の割合が 30～40%程度と高く、これら 2 種による捕食が 4 カ年の平均で全捕食量の約 90%を占めた。

4. 具体的データ

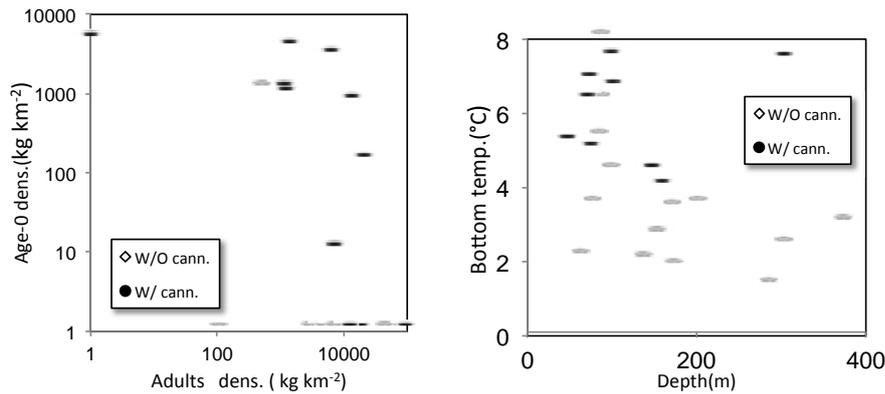


図1 (左). 北海道南西沿岸トロール調査地点のうち共食があった地点(●)となかった地点(◇)における成魚と当歳魚の豊度の関係. 図2 (右). 同調査点の水深と水温の関係. 共食は主に水深200m以浅水温4~8°Cの地点で発生したことが分かる.

表. 4カ年の調査に基づくスケトウダラ遊泳幼魚主要捕食者の密度、胃内容物中の幼魚重量割合、および滞留期間中(6~8月の90日間を想定)の捕食量. 捕食量の尾数換算は平均体重対象海域は恵山岬~襟裳岬の水深50~200m帯(面積約7600m²)である.

捕食者		マダラ	スケトウダラ	ケムシカジカ	ソウハチ	アブラガレイ	Total
密度 (t km ⁻²)	2011	0.2	6.8	0.1	1.4	0.3	
	2012	1.0	8.3	0.1	0.7	0.5	
	2013	0.1	18.9	0.0	1.4	0.3	
	2014	0.6	15.7	0.1	0.1	0.0	
スケトウ 幼魚割合 (%)	2011	0.4	11.3	4.0	30.9	4.0	
	2012	4.7	3.8	10.1	39.8	44.5	
	2013	1.5	1.7	7.5	37.4	19.0	
	2014	2.0	0.4	76.4	25.2	55.7	
捕食量 (t)							↓尾数換算
	2011	5	4625	16	2508	82	7236 4.8E+09
	2012	284	1890	84	1580	1254	5092 3.4E+09
	2013	10	1887	7	3194	351	5449 3.6E+09
	2014	22	595	6	5	1	628 4.2E+08
4年間平均	80	2249	28	1822	422	4601 3.1E+09	

5. 調査・研究推進上の問題点

なし

6. 次年度計画

引き続き捕食者調査を行い、捕食者の時空間的分布の特性を明らかにし、幼魚の分布特性と併せそのマッチングを検討する。また、道東海域も含む同様の分析を過去の調査資料を渉猟して行うことにより、近年の道東海域の利用実態変化の原因究明を試みる。

7. 調査・研究発表

(1) Funamoto, T., et al. (2014). "Comparison of factors affecting recruitment variability of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Pacific Ocean and the Sea of Japan off northern Japan. *Fish Sci* **80**:117-126.