

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 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期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幼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) 1980年代から継続している卵仔魚調査結果を取りまとめたところ、卵・仔魚とも2000年代以降高豊度水準にあった。当年代は系群全体での加入量はむしろ中～低水準にあることから、稚魚期以降の生残率が相当低下していることが改めて明らかとなった。この要因として、i)産卵場周辺の流動条件およびii)稚魚期以降の減耗の2点が考えられる。(1010)
- (2) 第I期で確立した本種仔魚の飼育系を使用して、孵化仔魚の温度体制実験を行った。噴火湾産と根室海峡産の親魚より人工授精した仔魚で比較を行ったところ、前者は水温1.5℃以下での生残率が低く、沿岸親潮がもたらす極端な低水温が加入に悪影響をおよぼすことが明らかとなった。(1010)
- (3) 卵仔魚の輸送過程に関して従来FRA-JCOPEを用いて解析を行ってきたが、今季よりFRA-ROMSの海況予測モデルと北海道太平洋沿岸高解像度モデルと結合し、産卵・養育場である噴火湾～道東海域の現実的な再現を可能とした。本年度は高分解能な気象庁再解析風向風速データを解析し、より詳細な風の変動の特徴と風に対する海洋の応答を把握するとともに、気候値で駆動した高解像度モデル（1/50°）の出力を用いて生態系モデルの構築を行った。(1020)
- (4) 本種の加入量変動要因として示唆されてきた、所謂「第2クリティカル・ピリオド」について調査を行った。主要餌生物が小型種（橈脚類ノープリウス）から大型種（カラヌス科橈脚類コペポダイト）へ転換する時期の稚魚の餌料を分布との関連で調べたところ、表層の高水温水塊で採集された小型稚魚（<30mm中心）はほとんどが小型の餌を摂食したのに対し、中-底層の低水温水塊で採集された大型稚魚（>30mm中心）の多くは大型の餌を摂取

していた（報告書1030の図1）。この結果から、体サイズ、生息水温帯と餌料組成の間に密接な関係があることが明らかとなってきた。（1030）

- (5) 2005～2009年級群を対象に浮遊期（4月）仔稚魚と着底幼魚（9月）の耳石日周輪を解析し、両者のふ化時期を比較して噴火湾における浮遊期から道東着底期にかけての生残過程を検討したところ、高豊度年級群で浮遊仔稚魚と着底幼魚のふ化時期が一致したのに対し、低豊度年級群では遅生まれの個体が着底期まで生残した。また、道東海域において捕食者の胃中より出現したスケトウダラ当歳魚の体長を経年的に比較したところ、卓越年級であった2005年は他年に比べて体長が大きかったが、低水準だった2007年も同様であった。（1030, 1040）。
- (6) 小達コレクションおよびA-line標本を調べ、餌生物転換後の稚魚の主要餌生物である大型橈脚類およびおきあみ類の沿岸への供給源である親潮域での現存量について、餌生物転換期（5-6月）における経年変動を明らかにしたところ、大型橈脚類*Neocalanus*および*Eucalanus*計4種の親潮域における5-6月の現存量はいずれも2000年代には高水準で推移し、2011年も高い値で推移した。また定量的に採集可能なカリプトピス期の*E. pacifica*の個体数のピークは春にあり、カイアシ類と同様に2000年代後期に高い水準で推移していることが明らかとなった（報告書1030の図2）。以上のことから2000年代以降餌生物転換後の稚魚の餌料環境は良好であり、その状況は最近まで継続していると推測された。（1030）
- (7) 日高湾における前期幼魚の捕食者を調査したところ、ソウハチとスケトウダラが主要な捕食者であり、捕食は水深70m以浅の海域で主に生じていることが明らかとなった。（1040）

3. 調査・研究推進上の課題

- (1) 被食幼魚体長からみた着底サイズは、卓越であった2005年級のみならず低水準な2007年級も大きく、従来の仮説と必ずしも整合しない。また、1040の結果から幼魚は体長70mm以降で着底すると考えられ、成長に応じた着底過程とその生残への影響について検討をおこなう必要がある。

4. 特筆すべき成果

日高湾における餌料転換期稚魚の食性変化を環境中のプランクトン組成との関連で明らかにした。従来ブラックボックスとされてきた当該時期の生残過程の解明に向けて進展が期待される。

- (1) おきあみ類は、その成体を定量採集することが困難なため豊度の経年変動が未調査であったが、小達コレクションから幼体を抽出することにより過去に遡った解析が可能となった。
- (2) 日高湾における着底前幼魚の捕食者調査を行い、70m以浅水深帯においてソウハチと共食いによる捕食が主要な死亡要因となっていることを明らかにした。

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 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 産卵場周辺における卵仔魚の分布
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（北大）・山本潤（北大）

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多いと考えられる。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。

2. 調査・研究方法

- (1) スケトウダラ卵・仔魚分布調査について、前期に得られた環境指数や 12 月調査データを用いて、より精密な産卵量・仔魚量の算出、及び卵仔稚魚生残特性を把握する。（北水研）
- (2) 実験には、北海道噴火湾周辺で採集された親魚を約 10 トン容量の円形水槽に収容し産出卵を回収しふ化させた仔魚（以下、噴火湾産）および根室海峡の定置網で採集した親魚を用いて人工授精しこれをふ化させた（以下、根室産）。ふ化した仔魚を 0℃から 10.0℃までの 6 水温下（0.0、1.5、3.0、5.0、7.5、10.0℃）において無給餌下で飼育しその死亡の変化および産卵海域の違いによる死亡の差異について調べた。（北大・山本）
- (3) 2011 年 1～3 月までの期間、噴火湾内部から湾口部にかけて調査した。水温・塩分は CTD を用いて観測した。カイアシ類ノープリウスは仔魚が集中する水深 15m において 6L 型バンドン採水器で海水を採取し、40 μm 目合のハンドネットですろ過して採集した。（北大・中谷）

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 12 月調査データを用いた計算の結果、近年の噴火湾海域において、産卵量・仔魚量が多い傾向は継続しており、生活史初期の生残率は依然として低いと推察された。（北水研）
- (2) 無給餌仔魚を用いて水温 6 条件下の死亡率の変化を調べた（図 1）。噴火湾産の仔魚は高温側（5.0、7.5、10.0℃）では、累積死亡率が 20-30%で急に上昇するのに対し、低温側（0.0、1.5℃）では死亡率がほぼ一定となり、低温における 50%死亡率のふ化からの日数は、5.0℃の日数よりも短かった。これに対して根室産の仔魚の死亡率変化はいずれの水温においも累積死亡率が約 20%を超えると急に死亡率が上昇した。両海域の仔魚の死亡率を比べると、高温側（5.0、7.5、10.0℃）では、ほぼ類似した傾向を示すが、低温側（0.0、1.5℃）では、噴火湾産の方が低温の死亡率が高く、根室産に比べ低温に対する耐性が低いことが考えられる。（北大・山本）
- (3) 2011 年 1 月下旬から 2 月上旬の（孵化仔魚が最も多く出現する時期）、表層域における海

洋観測の結果から、低水温、低塩分で示される沿岸親潮の流入時期は例年と比較して早かった(図2)。このことは昨年(2010年)と同様スケトウダラ仔魚の摂餌開始期の水温環境は厳しかったものと推察される。(北大・中谷)

4. 具体的なデータ

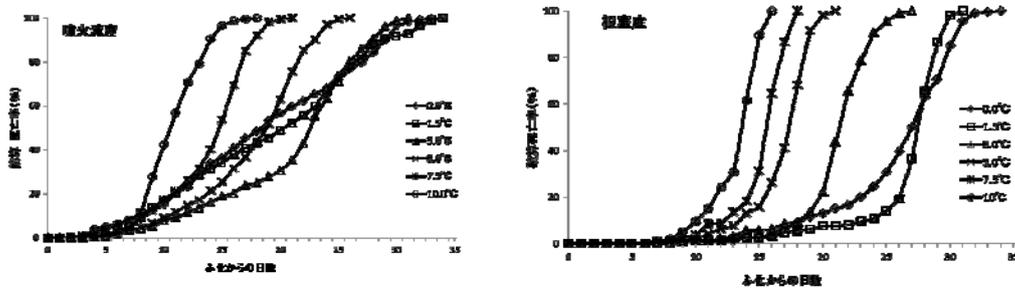


図1. 水温別による無給餌仔魚の死亡率(北大・山本)

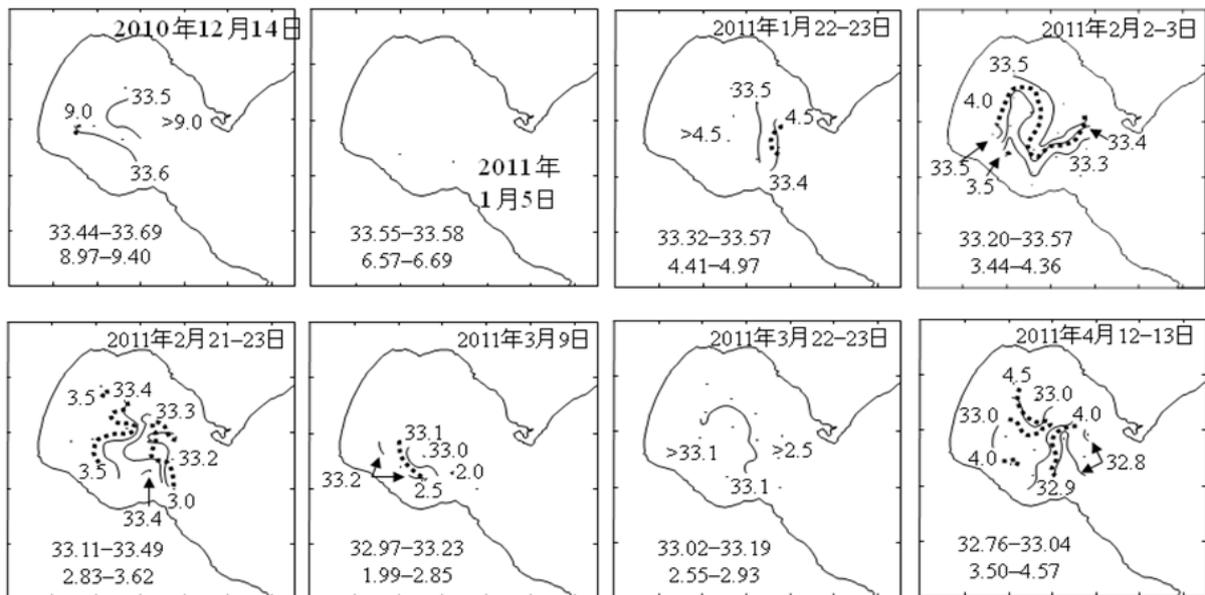


図2. 水深15m層の水温(破線)・塩分(実線)の水平分布(北大・中谷)

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 平成23年度と同様の日程、内容で各調査を継続実施する。
- (2) 産卵親魚や卵の栄養状態と卵仔魚期生残率の関係について分析する。

6. 調査・研究発表

- (1) 濱津友紀・志田修・西村明・千村昌之・山村織生(2011): スケトウダラ噴火湾産卵群の産卵の遅速と卵・仔魚の生残. 2011年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 2011年11月.

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 1020
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 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・河野時廣（東海大学生物理工学部）

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 23 年度はスケトウダラ稚魚についてのデータ解析を主に行う。

2. 調査・研究方法

- (1) 本事業では、これまでの風データより高解像度である気象庁再解析風向風速データを解析し、より詳細な風の変動の特徴と風に対する海洋の応答を把握する。本年度は風データの取得と解析を行う。
- (2) FRA-ROMS の海況予測モデルと北海道太平洋沿岸高解像度モデルと結合し、産卵・養育場である噴火湾～道東海域の現実的な再現を行う。本年度は気候値で駆動した高解像度モデルの出力を取得し、生態系モデルの構築を行う。
- (3) 簡単な海洋生態系モデルとスケトウダラ稚魚成長モデルを結合し、輸送されている期間中の餌環境や稚魚の成長を解明する。本年度は、スケトウダラ稚魚の噴火湾から道東への移動を BOX モデルで表現する。モデルによるスケトウダラの成長は、BOX 内の海洋生態系から出力される餌生物量に依存して成長すると仮定した。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 気象庁による高解像度再解析風データの整備・解析を開始した。
- (2) 気候値で駆動した FRA-ROMS を境界外力とした北海道太平洋沿岸高解像度モデルの出力を用いて駆動する生態系モデルを構築した（図 1）。
- (3) スケトウダラ稚魚による噴火湾から道東までの移動過程をについて、各 BOX に滞留する時間設定を行った（図 2）。スケトウダラの成長をモデル化した。

4. 具体的なデータ

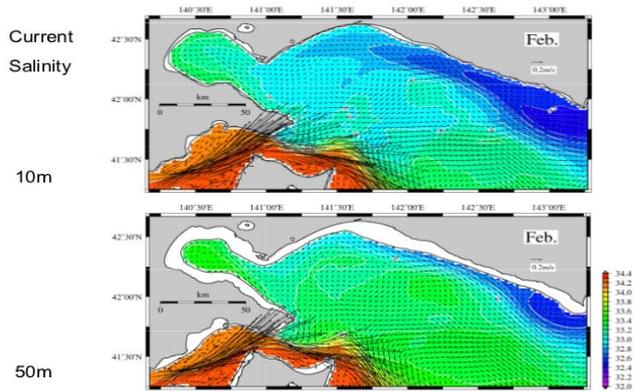


図1. $1/50^\circ$ 解像度モデルで再現された2月の噴火湾周辺海域の平均的な流れと塩分分布。噴火湾周辺海域の定性的な海況の特徴である沿岸親潮・親潮・津軽暖流を再現している。このモデル結果に海洋生態系モデルを結合する。

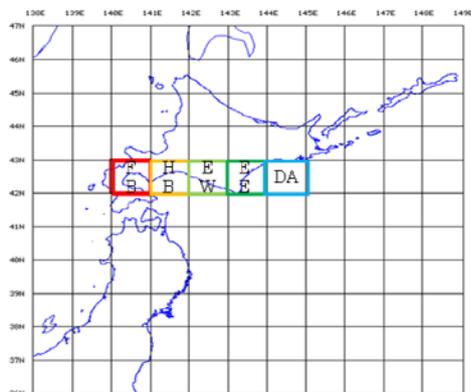


図2. FB：Funka Bay(噴火湾)，HB：Hidaka Bay(日高湾)，EW：Erimo West(えりも岬西部)，EE：Erimo East(えりも岬東部)，DA：Doto Area(道東海域)。スケトウダラ稚魚が上記のボックスを左から右へ移動し、各ボックスの餌を食べスケトウダラ稚魚は成長すると仮定した。

5. 調査・研究推進上の課題

なし。

6. 調査・研究発表

- (1) Itsuka Yabe, Akira Kusaka, Tomonori Hamatsu, Tomonori Azumaya and Akira Nishimura (2011) : Water mass structure in the spawning area of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) on the Pacific coast of southern Hokkaido, Japan. 水産海洋研究, 75(4), 211-220.
- (2) 東屋知範・赤羽敬子・日下 彰(2011) : 東北・北海道太平洋沿岸域における流動場がスケトウダラ加入量変動に及ぼす影響. 水産海洋学会(函館)、口頭発表.

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 1030
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、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、北海道立総合研究機構釧路水産試験場
担当者名 千村昌之（北水研）・田所和明（東北水研）・宮下和士（北大）・武藤卓志（栽培水試）・渡野邊雅道（函館水試）・石田宏一（釧路水試）

1. 調査・研究の目的

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初期生残のみならず、その後の稚魚の餌生物転換過程および幼魚の成育場である道東海域に移動・着底し、越冬する過程の生残も大きな影響を与えていると考えられている。本課題では浮遊仔稚魚および着底幼魚の耳石解析や胃内容物分析結果、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を合わせて解析することにより、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および着底後の幼魚の成長、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) 噴火湾周辺海域で音響トロール調査、餌料環境調査を行った。餌生物転換期前後の稚魚の鉛直分布特性および胃内容物を経年的に明らかにし、それらの日周変化も調べた。
- (2) 浮遊仔稚魚（4月）と着底幼魚（9月）の耳石日周輪を解析し、両者のふ化時期を比較して噴火湾における浮遊期から道東着底期にかけての生残過程を検討した。
- (3) 道東海域において着底幼魚の肝臓脂質含有量および胃内容物を経時的に調べ、着底幼魚の餌料環境について検討した。
- (4) オダテコレクションおよび A-line 調査の標本を調べ、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沿岸への供給源である親潮域での現存量について、餌生物転換期（5-6月）における経年変動を明らかにした。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 表層の暖かい水塊で採集された小型稚魚（<30mm 中心）はほとんどが小型の餌を摂食していたのに対し、中-底層の冷たい水塊で採集された大型稚魚（>30mm 中心）は大型の餌を摂食していた個体の割合が高かった（図 1）。分布する深度、水塊が体サイズによって変化することで餌生物転換が起こったと考えられる。小型稚魚、大型稚魚ともに昼夜で分布水深が異なった。昼夜共に大型稚魚の方が小型稚魚より大きな餌を摂食する傾向がみられた。
- (2) 2005～2009 年級群では、高豊度年級群で浮遊仔稚魚と着底幼魚のふ化時期が一致していたのに対し、低豊度年級群は遅生まれの個体が着底期まで生残していた。2010 年級群は着底幼魚の平均ふ化日が浮遊仔稚魚よりも遅く、低豊度年級群と同じパターンを示した。
- (3) 2011 年級群の着底幼魚の脂質含有量からみた越冬前の栄養状態は、越冬中に飢餓による大量減耗が起こらなかったと考えられる 2003 年級群と同程度であった。
- (4) 大型のカイアシ類である *Neocalanus* 3 種 (*N. cristatus*, *N. flemingeri*, *N. plumchrus*) および *E. bungii* の 5-6 月における親潮域における現存量はいずれも 2000 年代にそれ以前

と比べ高い水準で推移し、最近の 2011 年も高い値で推移した (図 2)。また定量的に採集可能なカリプトピス期の *E. pacifica* の個体数のピークは春にあり、カイアシ類と同様に 2000 年代後期に高い水準で推移していることが明らかとなった (図 2)。以上のことから 2000 年代以降餌生物転換後の稚魚の餌料環境は良好であり、その状況は最近まで継続していると推測された。

4. 具体的なデータ

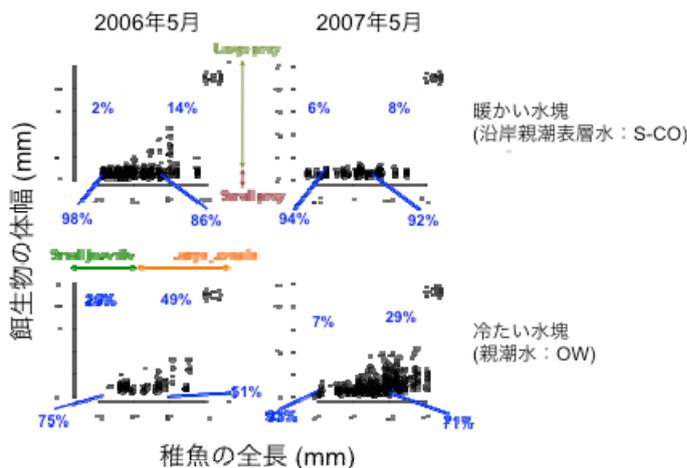


図 1. 2006 (左)、2007 年 (右) 5 月における稚魚の全長と餌生物の体幅の関係。上段は相対的に暖かい水塊、下段は冷たい水塊中で採集した稚魚の胃内容物分析の結果を示す。図中の数値は各水塊において大型稚魚と小型稚魚がそれぞれ摂食していた大型・小型餌生物の個体数の割合を示す。

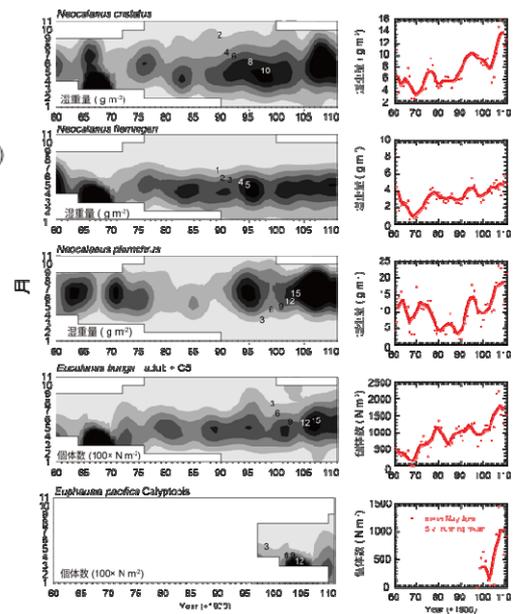


図 2. 5-6 月の親潮域におけるカイアシ類 4 種と *E. pacifica* カリプトピス期幼生現存量の経年変動。グラフ中の各点は 5-6 月の平均値、赤線は 5 年移動平均値を示す。

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 越冬前の栄養状態が越冬期の生残に十分であったかを評価するためには、越冬中 (1-4 月) の幼魚の栄養状態または餌料環境について調査する必要がある。

6. 調査・研究発表

- (1) 川内陽平ほか(2011) : Environmental factors influencing the vertical distribution of walleye pollock juveniles in Funka Bay, Japan before and after the transition period of food organisms. *Journal of Marine Science and Technology*, 19 (3), 279-286.
- (2) 川内陽平ほか(2011) : 餌生物転換期におけるスケトウダラ稚魚の鉛直分布の昼夜変化. 平成 23 年度日本水産学会北海道支部大会, 北海道大学, 2011 年 11 月.
- (3) 千村昌之ほか(2011) : 北海道太平洋沿岸におけるスケトウダラの浮遊期から着底期にかけての生残過程. 2011 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 63p.
- (4) Sanae Chiba, Hiroya Sugisaki, Akira Kuwata, Kazuaki Tadokoro, Toru Kobari, Atsushi Yamaguchi, David L. Mackas, (2011) Pan-North Pacific comparison of long-term variation in *Neocalanus* copepods based on stable isotope analysis. *Prog. Oceanogr.*, doi:10.1016/j.pocean.2011.11.007

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 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 幼稚魚の被食が加入に及ぼす影響
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こと。また、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（日高湾）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6月に、日高湾の13地点において底魚類の採集を行った。
- (2)第I期調査で提示された仮説である「早生群が主群を占めた年級は生残率が高い」を検証するために、道東海域における幼魚の体長組成を調査する。7～12月の原則毎月3地点で採集をおこない、捕食者の胃中より出現したスケトウダラの体長組成を得る。これを経年的に比較し、当該年級の再生産成功率との関連を調べた。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

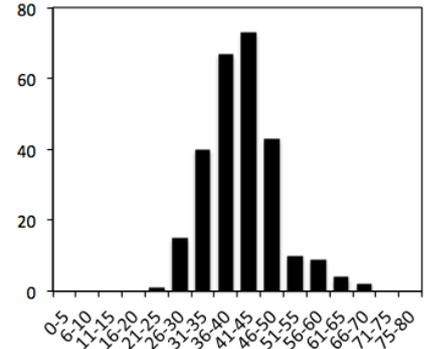
- (1)海底水深47～284mの範囲の13地点で採集を行い、潜在的捕食者217個体の胃試料を採取した。スケトウダラ当歳魚（体長25～70mm；図1）を5魚種（スケトウダラ、ケムシカジカ、オクカジカ、アブラガレイおよびソウハチ；表1）の40個体が捕食しており、その95%が水深70m以浅の地点で採集された。特にソウハチは当該水深帯で優占する(>60%)のみならず餌料中に占める幼魚の割合が高く(44.5%)、捕食者として最も重要であることが明らかとなった。
- (2)日間成長率0.3mmを仮定し各年の9月1日時点に標準化した被食幼魚の体長頻度分布は概ね40～125mmの範囲にあった(図2)。実際に採集されている着底幼魚は概ね70mm以上であることから(図3)、着底時期は日齢よりも体長に依存して決定すると推察された。2003～2010年を比較したところ、この期間内における卓越年級である2005年級のモード位置は最大であったが、低豊度であった2007年級も同様の位置にあった(図2)。

4. 具体的なデータ

→表 1. 2011 年 6 月に日高湾で採集したスケトウダラ潜在的捕食者の食性に占める当歳魚の質量割合(W%).

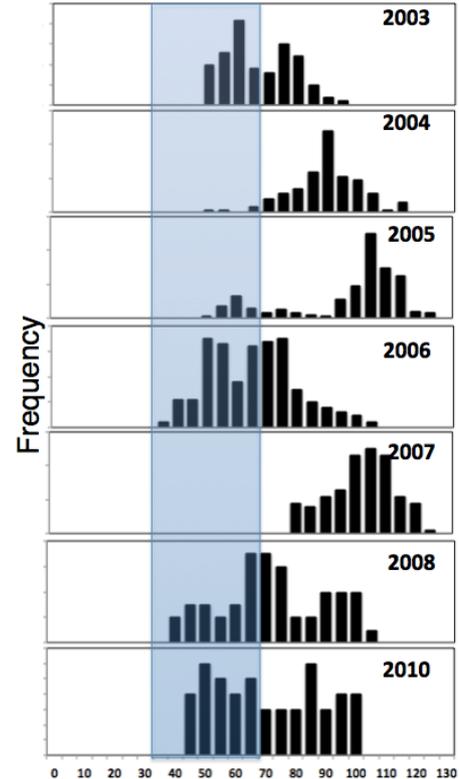
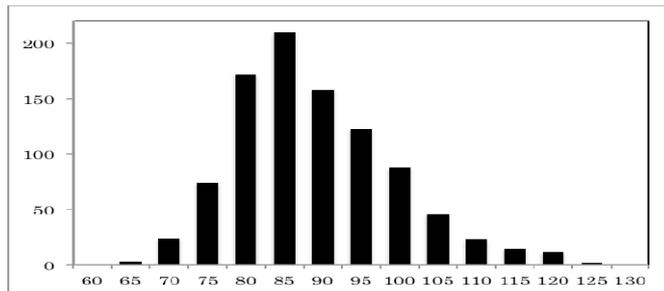
	W%	N
マダラ	0.37	29
スケトウダラ	20.61	86
ケムシカジカ	7.49	9
オクカジカ	1.69	16
ツマグロカジカ	0	18
アブラガレイ	7.74	28
ソウハチ	44.52	22
ハタハタ	0	8

→図 1. 右表の捕食者の胃中より出現した当歳魚の標準体長頻度分布. 40mmSL 付近にモードが認められた.



→図 2. 2003~2010 年に道東海域で採集した底魚類の胃中より出現した当歳魚の標準体長頻度分布. 変化する成長率(0.2-0.5mm/d)に基づき 9 月 1 日時点の体長に標準化した。当該期間の卓越であった 2005 年級の他に 2007 年が大型であった。影付きの部分は図 3 に認められず、着底以前の体長範囲である。

↓図 3. 2003~2010 年 7~12 月に道東海域において採集した底魚類の胃中より出現したスケトウダラ幼魚の体長(SL)頻度分布。



5. 調査・研究推進上の課題

図 2 の影付きの部分は着底以前の体長範囲であり、幼魚は実際には日齢でなく体長に依存して着底するものと推察される。この点を踏まえ、第 I 期で提唱した仮説を改訂する必要がある。

6. 調査・研究発表

- (1)Kooka K & Yamamura O (in press) Winter energy allocation and deficit of juvenile walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Doto area, northern Japan. *Env J Fish Biol*.
- (2)Yamamura O et al. (2011) Recruitment variability of Japan Pacific walleye pollock: A synthesis from DoCoFis Program. ESSAS Open Science Meeting. Seattle.
- (3)Yamamura O et al. (2011) Decadal shift in the diets of walleye pollock in the Oyashio area. ESSAS Open Science Meeting. Seattle. ほか口頭発表 1 件