

様式-2 平成25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) 水槽内に躍層を再現し、孵化直後および開口期仔魚の水温嗜好性および低水温水塊に対する挙動を観察したところ、ふ化直後の仔魚は卵黄が大きいため周囲の海水よりも密度が小さく、遊泳力も弱いため水槽の表層近くに分布した。開口期仔魚は、両水温で表層の分布が減り上下層にばらついて分布した（図1 a, b）。卵黄吸収時には1.5°C飼育仔魚は開口期と同様の分布の特徴が認められたが（図1 c）、5°C飼育仔魚は上層の1.5°C水塊内の分布が少なく、冷水を忌避していることを示していた（図1 d）。卵・仔魚はふ化と経験水温により冷水に対する反応が異なり、さらに、その特徴は卵黄吸収時に顕著になることが明らかになった(1010)。
- (2) 近年の産卵場周辺における橈脚類ノープリウス分布密度は2008年が最大であり、その後漸減傾向が続いている模様である(1010)。
- (3) 主要な産卵場付近の10m深に卵を模した粒子を配置し、2月1日からの2カ月間、1010課題の成果である卵仔魚の比重変化を組み込んだ粒子の移動経路を追跡したところ、粒子の比重を1.026に設定した場合に噴火湾内での粒子の鉛直分布は観測に基づく分布とよく一致し（図2）、噴火湾での粒子滞留率は最も高かったことから、卵仔魚期の鉛直分布・能動的な鉛直運動がその後の加入過程に重要な役割を果たすことが明らかとなった（1020）
- (4) 2005～2012年の期間は、5月と6月の稚魚現存量の間に正の相関関係があり、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、稚魚（とくに小型個体）は水温が高い場所に多く分布し、餌生物転換後の主要餌生物である大型橈脚類の生物量が多い（少ない）年に6月の稚魚サイズが大きい（小さい）傾向があったことから、

近年当該時期の餌豊度は減耗要因にはなり難いものの、成長変動を通じて後の生残に影響を及ぼしている可能性がある(1030)。

- (5) 2005年以降、高豊度年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た結果、着底幼魚のサイズが大きかった一方、低豊度年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。ただし、最近(2010、2012、2013年)は、ふ化後1ヶ月以降の成長が遅く、早生まれでも浮遊仔稚魚や着底幼魚のサイズが小さかった(1030)。
- (6) 過去3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。3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、アブラガレイおよびマダラであり、特に前2者の捕食が全体の8割以上を占めた(1040)。
- (7) 3年間の捕食量は5090～7200tの範囲にあり、これを平均体重(6月末の被食個体の平均値=1.5グラム)で除すことにより、2011、2012および2013年の被食個体数はそれぞれ36、26および27億尾と算出された(1040)。計算には様々な仮定を含むものの、その結果は他調査結果とも整合することから、個々のパラメータの精度を高めることにより、加入過程のよりの確な理解に資するものと期待される(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) 着底幼魚の生物学的情報を限られた点数の試料に依拠せざるを得ない。今年度は北海道立釧路水産試験場の調査で得られた試料を援用することにより、標本数を確保することができた。
- (3) 当期の主要なテーマの一つであった加入変動における「餌料転換期」の重要性は近年に限ってみると比較的低いことが明らかとなりつつある。しかし、当該時期におけるボトムアップ調節に由来する成長変動が、その後のサイズ選択的捕食を通じて加入変動に影響する可能性が残されているため、摂餌量—成長量関係を飼育実験を通じて明らかにする必要がある。

5. 特筆すべき成果

- (1) 比重と水柱中での鉛直的な位置を考慮したシミュレーションにより、卵仔魚輸送過程のよりの確な再現が可能となった。
- (2) 近年は加入変動に及ぼす「餌料転換期」の重要性が比較的低いことが明らかとなったが、餌料豊度変化による成長変動を通じてその後の生残に影響を及ぼしている可能性が明らかとなった。
- (3) 着底前遊泳幼魚の被食死亡量を推定する初の試みを行い、2011～13年の噴火湾および日高湾(50～200m水深帯)における4ヶ月間の被食量が26～36億尾の範囲にあることを明らかにした。

様式-1 平成 25 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（北大、噴火湾におけるスケトウダラ仔稚魚の餌料系列の解明）・山本潤（北大、スケトウダラ仔魚の水中挙動と生残の解明）

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。

主産卵場である噴火湾海域では、津軽暖流水と寒冷な沿岸親潮の水塊配置の違いにより、卵発生環境は大きく変動する。本研究では仔魚期において好適/不適な水塊条件を明らかにするとともに、寒冷な水塊が表層付近に存在する場合に仔魚はどのような挙動をするのかを調べることで、仔魚の生残機構について考察しその豊度が決定される要因を解明することを目的とする。昨年度までの結果では、低温（1.5°C 以下）でふ化・飼育した仔魚の生残率が悪く、低温水に対する忌避能力が低いことが示唆された。本年度は、5°C でふ化した仔魚と比較することにより、その差異を明らかにする。（北大・山本）

スケトウダラ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、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分布密度と VPA による年級群強度との関係を考察してきた。本年は摂餌開始期の餌生物環境の指標となるカイアシ類ノープリウスの分布密度の経年変化をまとめ、年級群強度との関係を検討する。（北大・中谷）

2. 調査・研究方法

(1)産卵量の計算方法を検討し、結果を資源解析データ(親魚量)と比較した。(北水研・濱津)

(2)噴火湾周辺で採集した親魚を約 10t 容量の円形水槽（完全密閉ろ循環型）に収容し産出卵を回収しふ化させた仔魚を用いて 1.5°C（または 5°C）で無給餌下で飼育した。温度選好の有無は、ふ化直後、開口期、ほぼ卵黄が吸収された仔魚（卵黄吸収時）について、上層と下層の水温が調節可能な水槽内にアクリル製円筒（直径 10cm、高さ 80cm）上層と下層の温度を変えて（上層と下層の境：高さ約 40cm）、仔魚の温度の変化に対する挙動を以下の手順で調べた。①

上下水槽の水温を飼育水温の 1.5°C（または 5 °C）に設定し 10 個体を静かに上層に移す。②1 時間後に 1.5°C 飼育した仔魚は下層の水温を 5°C に昇温、5°C で飼育した仔魚は上層の水温を 1.5°C に冷却し上層 1.5°C/下層 5.0°C の水温和環境になるように設定した。（北大・山本）

(3) 1~3 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。カイアシ類ノープリウスは仔魚が多い水深 15m において、20ℓ 型または 6ℓ 型のバンドン採水器で海水を採取し、40μm 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) 月単位の生残率を元に算出した産卵量は、変動傾向が親魚量と類似した。（北水研・濱津）
- 2) 両水温において、ふ化直後の仔魚は卵黄が大きいため周囲の海水よりも密度が小さく、遊泳力も弱いため水槽の表層近くに分布した。開口期仔魚は、両水温で表層の分布が減り上下層にばらついて分布した（図 1 a, b）。卵黄吸収時には 1.5°C 飼育仔魚は開口期と同様の分布の特徴が認められたが（図 1 c）、5°C 飼育仔魚は上層の 1.5°C 水塊内の分布が少なく、冷水を忌避していることを示していた（図 1 d）。卵・仔魚はふ化と経験水温により冷水に対する反応が異なり、さらに、その特徴は卵黄吸収時に顕著になることが明らかになった。（北大・山本）
- 3) 卓越年級が発生した 1995 年と 2005 年には、沿岸親潮の流入が遅れていた。さらに、高豊度であった 1991、1994、および 2000 年も沿岸親潮の流入の遅れが観測された。これら年のカイアシ類ノープリウスの分布密度には変動が見られたが、年級強度との相関はなかった。当海域のノープリウスは主に *O. similis* であり、その冬季分布密度は比較的安定している。また、春季ブルーム終了後には沿岸親潮が輸送する *Pseudocalanus newmanii* の産卵によりノープリウスが急増する（Nakatani et al., 2007）このように、両種の産卵により海況に依らず比較的安定した摂餌開始期仔魚の餌環境が維持されている。（北大・中谷）

4. 具体的なデータ

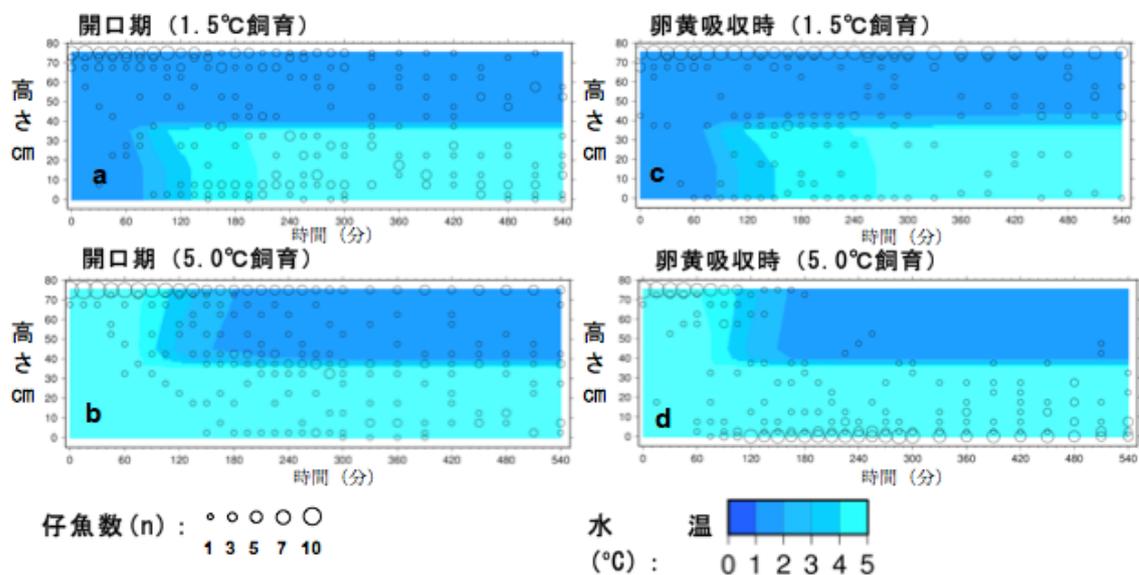


図 1. 無給餌仔魚の飼育実験結果

図2. 2008～2012の噴火湾における橈脚類ノープリウスの分布密度. 各年3～6回の調査結果より範囲と中央値(●)を示した。

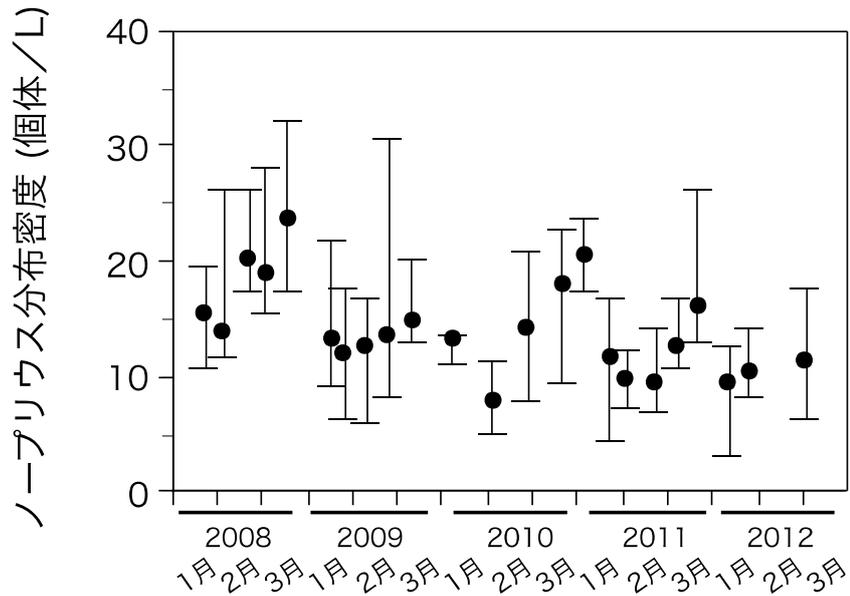
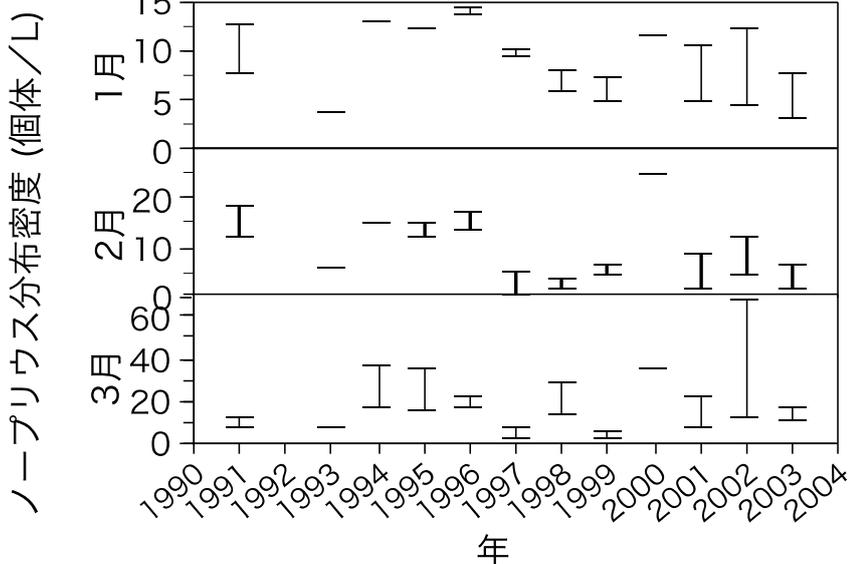


図3. 1991～2003年噴火湾における橈脚類ノープリウスの分布密度の範囲. 文献値と独自調査結果に基づく.



5. 調査・研究推進上の課題

卵の生残と水温との関係(中谷・前田, 1984)と北大うしお丸による観測結果から、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、死亡要因を被食と飢餓に限定し調査を行ってきた。被食に関し海外では免疫学的手法を用いて行われているが、噴火湾では不明であり今後確認が必要である。当海域で予想される捕食者として、大型肉食プランクトンのオキアミ類、クラゲノミ類、ヤムシ類等が挙げられるが、藤川(1995)によると、これらは沿岸親潮流入前の噴火湾で分布密度が低く、沿岸親潮流入後に増加する。一方、摂餌開始期仔魚の主要餌であるカイアシ類ノープリウスの分布密度は、*O. similis* 雌成体の分布密度が低い津軽暖流水中에서도比較的温暖な水温のもとで産卵可能である

が、雌成体の分布密度が高い沿岸親潮中では低水温により産卵率が低下していると予想され、これら二つの水塊の流入時期に依存せず、ノープリウスの分布密度は比較的安定している (Nakatani et al., 2007)。これらから、沿岸親潮流入が遅く湾内が温暖な年は捕食者の分布密度が低いと予想され、被食率が低く抑えられると推察される。しかし、比較的沿岸親潮流入が遅く表層水温が温暖であった 1997 年等では卓越年級は発生していない。即ち、沿岸親潮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が発生していない結果が得られている。このことから、沿岸親潮流入が遅い年で、仔魚生残率が高かった年でも、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。湾内に集中し分布する仔稚魚は夏季には春季卓越する *P. newmanii* の減少に伴い、より大型の *Neocalanus plumchrus* や *Eucalanus bunnigii* コペポダイトに餌を変化させるため、夏季に大型の餌を捕食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と予想される (杉本、1997 ; 小山、2006)。今後は、夏季に着底する稚魚の摂餌成功率、孵化日組成等を調べ、年級強度との関係を解析する必要がある。

様式-1 平成 25 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 25 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平年的な出力を用いて、主要な産卵場付近の 10m 深に卵を模した粒子を配置し、2 月 1 日からの 2 カ月間、粒子の移動経路を追跡した。

2. 調査・研究方法

(1) 主要な産卵場付近の 10m 深に卵を模した粒子を配置し、卵密度の違いによる鉛直位置と水平分布の違いを 2 月 1 日からの 2 カ月間の粒子の移動経路を追跡しながら調べた。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

(1)1985 年～2011 年までの年毎の粒子の奇跡を調べると、襟裳岬付近の海域に置いた粒子が陸棚上を東へ輸送される年はあるが、噴火湾内から道東海域まで輸送される粒子はほとんど無かった。噴火湾・日高湾に置いた粒子は主に日高湾に留まるか、南へ輸送され東北沿岸域まで分布した。
(2)東経 143 度以東、北緯 42 以北の道東海域に存在する粒子数の経年変化は、1980 年代後半から 1990 年代前半が少なく、その後 2001 年まで相対的に多かった。
(3)A01 における冬季の Chl-a 濃度の経年変化は、1990 年代後半から 2000 年代前半に相対的に高い。一方、春季の Chl-a 濃度は 1990 年代前半、2000 年代前半、2010 年代というように約 10 年周期で相対的に低くなっていた。硝酸塩・リン酸塩・ケイ酸塩濃度は同期した経年変化をしており、冬季の栄養塩濃度は 1990 年代後半に相対的に低く、その後は増加傾向であった。春季の栄養塩濃度は年々の変動はあるものの、1990 年代前半から近年まで増加傾向であった。
(4) 交付金課題（1BD104）で開発した北海道高解像度モデルの平年的な出力を用いて、主要な産卵場付近の 10m 深に卵を模した粒子を配置し、2 月 1 日からの 2 カ月間、粒子の移動経路を追跡した（図 1）。本研究での粒子の水平移動は高解像度モデルによる流れ、また、鉛直移動は流れおよび粒子の比重（浮力の効果）とランダムな運動により支配され、粒子の比重を 5 パターン変えることでその鉛直位置を調節した。その結果、粒子の比重を 1026Kg/m^3 に設定した場合、噴火湾内での粒子の鉛直分布は観測に基づく分布とよく一致し（図 2）、噴火湾での粒子滞留率は最も高い（図 3）。この結果は、卵仔魚期の鉛直分布・能動的な鉛直運動がその後の加入過程に重要な役割を果たす可能性を示唆している。

4. 具体的なデータ

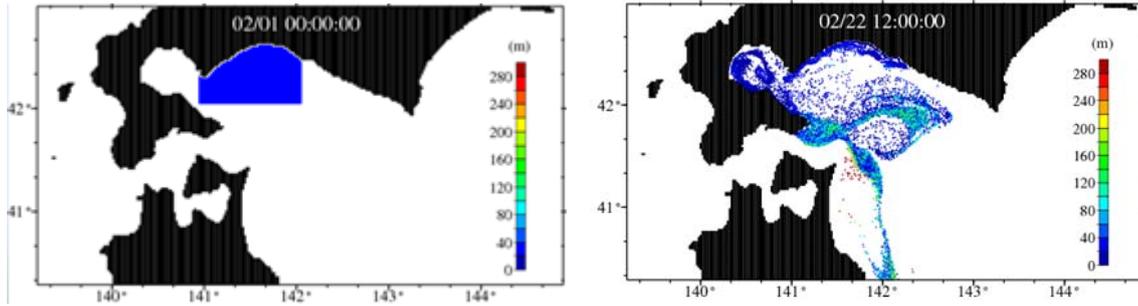


図 1. 粒子の初期配置 (左)、22 日後の粒子位置 (右)。色は粒子が滞在している深度。

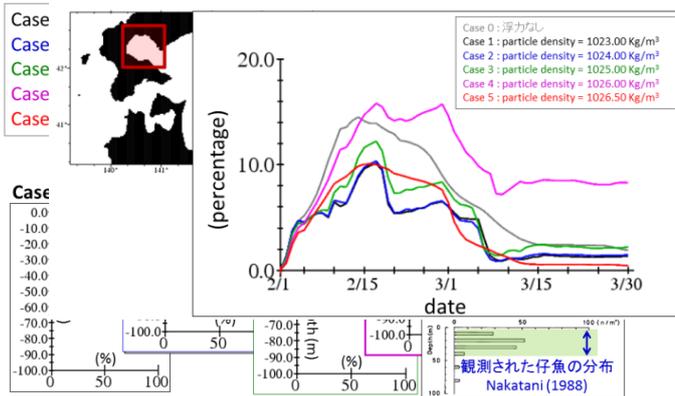


図 2. 噴火湾内 3 月における粒子の鉛直分布
図 3. 噴火湾での粒子滞留率 (初期に配置

した粒子数に対する割合)

5. 調査・研究推進上の課題

なし。

6. 調査・研究発表

(1) H. Kuroda et al. : A preliminary study to understand the transport process of the eggs and larvae of Japanese Pacific walleye pollock *Theragra chalcogramma* using particle-tracking experiments based on a high-resolution ocean model. Fisheries Science (in press)

様式-1 平成 25 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・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・北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
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や成育場である道東海域に移動・着底し、越冬する過程の生き残りが大きな影響を与え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日周輪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) 4-5月に噴火湾海域で採集した浮遊仔稚魚と9-10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。
- (3) 越冬前（10-11月）に道東海域で採集した幼魚の肝臓脂質含有量を調べた。
- (4) 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) 2005年から2012年では、5月と6月の稚魚現存量の間に正の相関関係があり、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と考えられる。また、稚魚（とくに小型個体）は水温が高い場所に多く分布し、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）傾向があった。
- (2) 2005年以降、高豊度年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た結果、着底幼魚のサイズが大きかった一方、低豊度年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。ただし、最近（2010、2012、2013年）は、ふ化後1ヶ月以降の成長が遅く、早生まれでも浮遊仔稚魚や着底幼魚のサイズが小さかった。
- (3) 2012年と2013年の越冬前の幼魚は、それ以前の年の幼魚に比べてサイズが小さく、肝臓脂質含有量が少なかったことがわかった（図1）。
- (4) 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。

4. 具体的なデータ

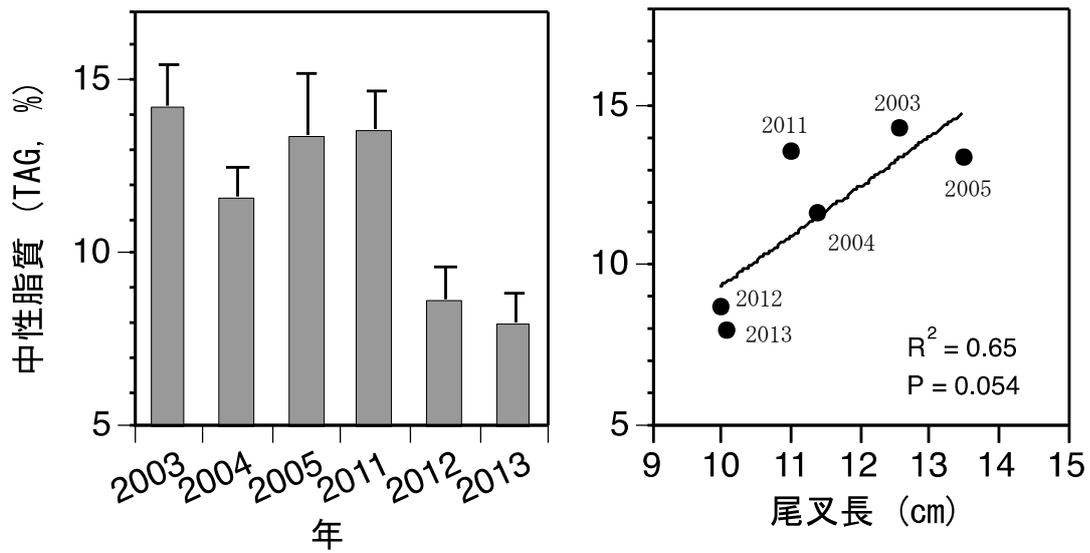


図1. 越冬前における幼魚の肝臓脂質含有量 (左: 経年変化、右: 尾叉長との関係)。

5. 調査・研究推進上の課題

なし

6. 調査・研究発表

- (1) Yohei Kawauchi, Masayuki Chimura, Takashi Muto, Masamichi Watanobe, Hokuto Shirakawa and Kazushi Miyashita (2012): Effect of environmental factors and prey species on daytime and nighttime vertical distribution of juvenile walleye pollock in and around Funka Bay. Fisheries Science (in press)

様式-1 平成 25 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、幼魚の補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2013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2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（4ヶ月=120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) 2013は5地点における採集に留まったものの（調査船ウィンチ故障のため）、14魚種約350個体の胃内容物を採取分析した。その結果、底魚類の種組成と併せ考えて重要な捕食者であったのは、スケトウダラ、ソウハチおよびアブラガレイであった。
- (2) 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、マダラおよびアブラガレイがこれに続いた。ソウハチの密度はスケトウダラの1/10程度に留まったものの、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3カ年の平均で全捕食量の87%を占めた。
- (3) 3年間の捕食量は5090~7200tの範囲にあり、これを平均体重（6月末の被食個体の平均

値=1.5 グラム) で除すことにより、2011,2012 および 2013 年の被食個体数はそれぞれ 36、26 および 27 億尾と推定された。

4. 具体的データ

表. 3 年の調査による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 4 ヶ月間 (5~8 月を想定) の捕食量. 対象海域は恵山岬~襟裳岬の水深 50~200m 帯 (面積約 7600m²) である。

		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	
スケ幼魚割合 (%)	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	
捕食量 (t)	2011	5	4625	16	2508	82	7236
	2012	284	1890	84	1580	1254	5092
	2013	10	1887	7	3194	351	5449

5. 調査・研究推進上の問題点

調査の途中でウィンチが故障し、襟裳以西海域の東側での採集が不可能となった。

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。

7. 調査・研究発表

- (1) Yamamura O et al. (2013) Interannual variation in diets of walleye pollock in the Doto area, in relation to climate variation. **Mar Ecol Prog Ser** 491: 221-234.
- (2) Funamoto et al. (2013) Abiotic and biotic factors affecting recruitment variability of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) off the Pacific coast of Hokkaido, Japan. **Fish Oceanogr** 22: 193-206. ほかー遍
- (3) 山村織生・小岡孝治・森賢 (2013). 親潮域のスケトウダラに最近 20 年間で何が起こったか? 日本海洋学会秋季大会シンポジウム. 札幌.