

## 様式-2 平成27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) 卵仔稚魚の生残に影響すると考えられる親魚に関係した要因のうち、栄養特性(卵径・前期仔魚肥満度や孕卵数)では年級変動を説明できないが、産卵の遅速は卵仔稚魚の生残可能時期とのマッチ・ミスマッチにより年級変動に影響すると考えられた。産卵期が適切な時期になるためには、親魚の成熟時期・海域の水温が低い方が望ましいと推察された。一方、仔魚の飼育実験結果からは、冷水内でふ化すると水温選好性が弱く、生残に不利になる可能性があり、また、フィールド調査でも低温・低塩分で特徴づけられる沿岸親潮の噴火湾内への流入時期が遅れることが、仔魚の生残にとって重要であった。以上の様に、スケトウダラは水温の変化に対し発生段階により様々な応答を示すため、海洋環境の変化が卵仔稚魚の生残に影響を及ぼす過程は複雑であると考えられた。(1010)
- (2) 高解像度モデルにより、初期に配置した粒子数と100日後に噴火湾内に滞留していた粒子数との比(卵仔魚残留率)を算出し、これとVPAから推定されたRPSとの対応を調べたところ、既往研究により北方四島からの加入が重要とされている2005年を含めると、相関は非常に低かった( $r=0.29$ )のに対し、当該年を除いた場合は有意な正の相関( $r=0.62$ )が得られ、産卵量で補正しない場合よりも相関係数は0.08高かった。この原因を解析した結果、1月の産卵量が加入量に対して重要であることが示唆された。(1020)
- (3) 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°C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。また、2000年代後半以降における餌

生物転換期前後の稚魚の主要餌生物であるカイアシ類 (*Neocalanus*、*Eucalanus*、*Pseudocalanus*) およびオキアミ類の親潮域での豊度は、経年変動があるものの高水準であった。(1030)

- (4) 仔魚期から幼魚期まで一貫して体サイズが大きかった 2005、2007 年級群は RPS が高かったことから、体サイズが大きいたことが仔魚期から幼魚期にかけての生き残りに有利に働くと考えられた。各年級の仔魚の成長（ふ化後 60 日間）と経験水温の関係を調べたところ、高い水温を経験した仔魚は有意に速い成長を示した（図 2）。このことから、近年（2010 年以降）生まれの年級は、ふ化日が早いにもかかわらず低水温のため体サイズが小さく、生き残りが悪いと考えられた。(1030)
- (5) 日高湾において游泳期幼魚の捕食者を 5 年間継続して採集し、約 2000 個体の胃内容物分析を実施した。その結果、底魚類の種組成と併せ考えると最重要な捕食者はスケトウダラ（共食い）であり、ソウハチがこれに続いた。しかし最近 2 年間のソウハチによる捕食圧は低く見積もられており、前魚種による平均被食発生深度が年々深くなっている事実と併せ、本種が分布する浅海域においてスケトウダラ幼魚が枯渇している可能性が指摘された。また、スケトウダラ共食いの発生状況を年代別に調べたところ、1990 年代に比して 2000 年代以降は高水温・浅海域での発生が増加しており、親魚による捕食行動の変化が窺われた。(1040)
- (6) 第 I 期で提示した仮説（早生群の生残がその後のサイズ選択的死亡を通じて高強度年級をもたらす）は部分的に支持されたものの、太平洋系群スケトウダラの加入を取り巻く状況は近年、低水温により大きく変化したと考えられた。即ち、近年は早生群の高い生残が見られるものの、冬季から早春にかけて強勢な沿岸親潮のため低水温となり、温度律速による成長率の著しい低下がみられる。その結果、餌料転換期前後におけるサイズ依存的死亡が苛烈となっている可能性が指摘された。(1000)

### 3. 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は依然困難である。
- (2) 近年の海況の急激な変化に伴い、親魚の分布と産卵場および産卵期に急激な変化が認められており、この状況に調査船調査が対応し切れていない可能性がある。
- (3) 高解像度モデルによる粒子輸送実験を経年的に産卵場と産卵期を固定して実施してきたが、実際には年々の変化が予想される。そのため、現場データに基づく産卵実態の把握が今後重要な課題となる。
- (4) 被食状況の調査を6月に実施してきたが、最近2年間の状況から、6月以前に幼魚が過酷な捕食圧を受けている可能性があるため調査が必要である。

### 4. 特筆すべき成果

- (1) 発生段階に応じた比重変化を考慮した高解像度モデルによる粒子輸送実験により、卵仔稚魚の輸送過程を経年的に再現可能となり、沿岸域に長期（100日以上）留まる割合が高い場合にその後の生残も有利となる事が明らかとなった。
- (2) 近年は早生群の高い生残が見られるものの、冬季から早春にかけて強勢な沿岸親潮のため低水温となり、温度律速による成長率の著しい低下がみられる。その結果、餌料転換期前後におけるサイズ依存的死亡が苛烈となっている可能性が指摘された。

## 様式-1 平成 27 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）

### 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、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。本年度は 2015 年 1 月から 3 月までの期間、6 回にわたり調査を行った。重点目的とした内容は、1) 2015 年冬季、沿岸親潮の噴火湾への流入時期、2) 冬季に湾内に滞留している対馬暖流起源の水塊と噴火湾東方から流入してくる沿岸親潮が同時に調査海域に分布している時期を特定し、両水塊中に分布する摂餌開始期スケトウダラの摂餌成功度を比較し、沿岸親潮の湾内への流入時期と仔魚の生残過程との関係を検討した。

### 2. 調査・研究方法

- (1) 産卵場付近の風の状況を、過去 50 年分のアメダス・データにより概観し、卵生残への影響を考察した。太平洋系群に加入する魚群の起源についての分析の一環として、日本海北部系群と太平洋系群を足し合わせた親魚量と加入量の間関係を調べた。資源評価報告として公表されている、1980 年以降の約 30 年間の資源量データを用いた。加入量として 2 歳魚の資源尾数を用いた。（北水研・濱津）
- (2) 2015 年 1～3 月に 5 回の海洋観測を行った。摂餌開始期スケトウダラは、口径 80cm、目合 0.33mm のプランクトンネットを用い、海底直上から海面までの鉛直曳により採集した。摂餌開始期仔魚の主要餌生物であるカイアシ類ノープリウス・コペポダイトは、水深 15m

において 6L 型バンドン採水器で海水を採取し、 $40\mu\text{m}$  目合いのハンドネットで濾過し標本を採集した。各観測点において CTD による海底直上付近から海面までの水温と塩分を測定した。(北大・中谷)

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 主産卵場に近い室蘭で観測された 1-2 月に最大風速が  $10\text{m/s}$  を超える日の割合は、1980 年代以降は増加傾向にあり、近年の低い卵仔魚生残率との関係が示唆された。今後の野外調査において、物理的衝撃に弱いと考えられる発生初期の卵の鉛直分布状況を再確認する必要がある。1981 年度以降の日本海北部系群と太平洋系群を足し合わせた親魚量と加入量の間に関連のある正の関係が認められた (図 1)。(北水研・濱津)
- (2) スケトウダラ太平洋系群の産卵期はおよそ 1~3 月であり、湾口部から湾外東方陸棚域で生み出された卵は、季節風と湾内の海底形状によって励起される渦対により湾内へ輸送され、表層域で孵化する。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あり、当海域では主として *Oithona similis* の再生産によって供給されているものと思われる。VPA による年級群強度の推定値から、本個体群資源量は変動していることが確認され、卓越群誕生年は沿岸親潮の流入が遅れた温暖な海況であったことが確認された。(北大・中谷)
- (3) 5 年間のまとめとして、卵仔稚魚の生残に影響すると考えられる親魚に関係した要因のうち、栄養特性(卵径・前期仔魚肥満度や孕卵数)では年級変動を説明できないが、産卵の遅速は卵仔稚魚の生残可能時期とのマッチ・ミスマッチにより年級変動に影響すると考えられた。産卵期が適切な時期になるためには、親魚の成熟時期・海域の水温が低い方が望ましいと推察された。一方、仔魚の飼育実験結果からは、冷水内でふ化すると水温選好性が弱く、生残に不利になる可能性があり、また、フィールド調査でも低温・低塩分で特徴づけられる沿岸親潮の噴火湾内への流入時期が遅れることが、仔魚の生残にとって重要であるとの観察結果が得られた。この様に、スケトウダラは水温の変化に対し発生段階により様々な応答を示すため、海洋環境の変化が卵仔稚魚の生残に及ぼす影響は複雑である。

### 4. 具体的なデータ

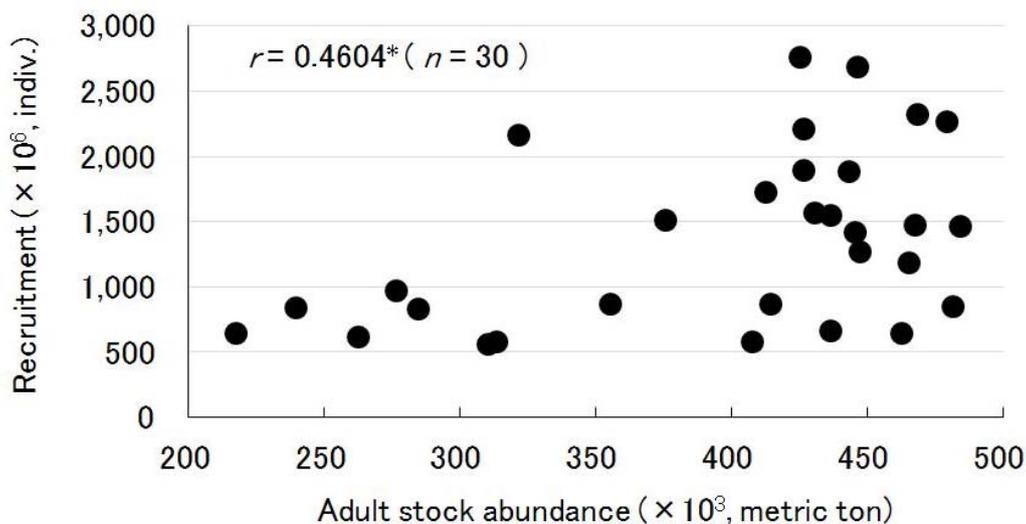


図 1. 日本海北部系群と太平洋系群を足し合わせた親魚量と加入量の関係 (北水研・濱津)

2015年冬季、塩分 33.3 前後の沿岸親潮の流入時期は2月上旬であり、1987年以降実施されてきた海況と比較して、本年の水塊交替時期は平均的であったものと推定される。図2に示したように、室蘭西方には塩分 33.0-33.3 の水塊前線が形成され、これより西方の湾内部は津軽暖流水が分布し、東方から湾内へ沿岸親潮の流入が認められた。そこで、この時期得られた資料をもとにして、摂餌開始期仔魚の摂餌成功率と海況との関係を検討した。(北大・中谷)

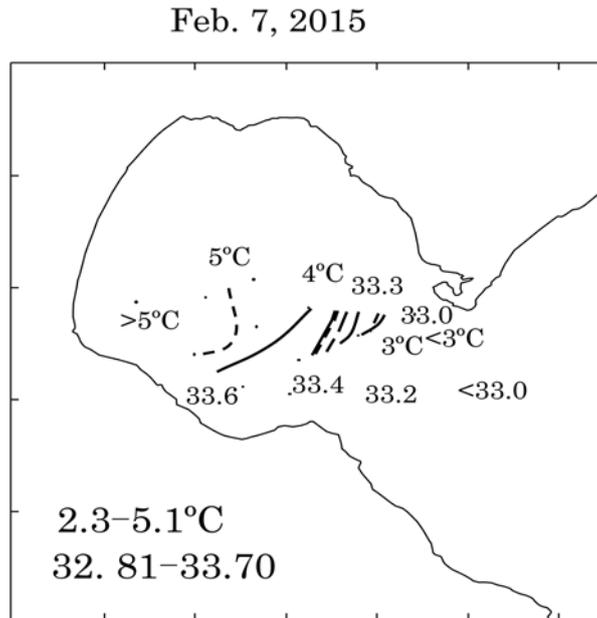


図2. 2015年2月上旬の水深15mにおける水温・塩分の水平分布 (北大・中谷)

表1. 沿岸親潮および津軽暖流水中に分布する摂餌開始期仔魚の摂餌成功率 (北大・中谷)

		St.9	St.18	St.28	St.29	St.33	St.45
larvae(TL)	Min	6.98	6.80	7.04	6.91	7.03	6.90
	Median	7.83	7.72	7.78	7.90	7.68	7.92
	Max	9.98	11.85	11.95	8.68	10.73	10.32
	No. examined	21	23	21	20	20	21
	feeding success	0.14	0.52	1.00	0.70	0.70	0.81
	Van-Dorn(N/l)	20.50	14.33	12.83	15.17	8.67	8.00

沿岸親潮が流入してきた湾口部 St. 9 と St. 18 で採集された仔魚（水深 15m 水温 それぞれ 2.25℃および 3.26℃）の摂餌率は、それぞれ 14%と 52%であった（表 1）。環境中のカイアシ類ノープリウスはそれぞれ 20.50 個体/ℓ および 14.33 個体/ℓ であった。これに対し、湾内 4 観測点における仔魚（水深 15m 水温 4.22~5.07℃）の摂餌率は 70%以上であった。湾内のカイアシ類ノープリウスの分布密度は 8.00~15.17 個体/ℓ で、沿岸親潮中のカイアシ類ノープリウスの分布密度と比較して、高摂餌率を支えるほど高い分布密度とは考えられない。これらの結果から、沿岸親潮の流入前に湾内の温暖な海水中で孵化した摂餌開始期仔魚の運動能力が沿岸親潮域の仔魚に対して高いのではないかと考えられる。今後は、沿岸親潮内に多く分布するオキアミ類、端脚類、及びヤムシ類等肉食プランクトンによる捕食と冬季噴火湾の水塊構造との関係から、生活史初期のスケトウダラの生残率が推定できるのではないかと考えられる。（北大・中谷）

## 5. 調査・研究推進上の課題

北日本のスケトウダラ資源の大部分を占める、日本海北部系群と太平洋系群を足し合わせた親魚量と加入量の間、有意な正の関係が認められた。ここで 2 歳魚の資源尾数が 20 億尾以上となる豊富な加入量は、2005 年度（親魚量の年度）をのぞき、親魚量が 42 万トン以上ある年に得られていた。太平洋系群では水産資源学的な親子関係は無い、あるいは弱いとする考えが支配的であるが、そもそも太平洋系群として想定されている資源分布範囲に問題があるのかもしれない。海洋環境が変化するなかで、北日本のスケトウダラの系群構造について、再確認が必要と思われる。北海道周辺の水域は海峡を通じてつながっており、海流の方向を考えると、生活史初期の個体は日本海から太平洋へと漂流・移動する可能性がある。親魚量と加入量の間、一定の関係がみられたということは、北日本のスケトウダラを一つの集団としてみた場合、当集団には親子関係があるとみなすこともできる。一方で、日本海北部系群の資源が低迷している現状において、太平洋系群と足し合わせた親魚量が 42 万トン以上に回復する道筋は厳しいと思われ、今回の分析から想定される再生産構造の下で卓越年級群が発生する可能性は小さいと言わざるを得ない。（北水研・濱津）

## 6. 調査・研究発表

- (1) 濱津友紀・船本鉄一郎・山下夕帆（2015）日本海から太平洋へのスケトウダラ加入の可能性. 2015 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 102.
- (2) Hamatsu T., T. Funamoto and Y. Yamashita (2016) Consideration about walleye pollock recruitment from Japan Sea to Pacific. Proceedings of the 31th international symposium on Okhotsk Sea & sea ice.

## 様式-1 平成 27 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・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

スケトウダラ太平洋系群の卵仔魚は海流によって受動的に輸送され、噴火湾内に春まで滞留した稚仔魚が本系群の加入量に影響すると考えられている。しかし、これまでの研究においては定性的な議論が先行しており、海洋の流れによる輸送が加入量の年々変動に与える影響を定量的に評価することが喫緊の課題となっている。本課題では、噴火湾から道東生育場までの海洋環境が再現されたモデル出力を用いて、スケトウダラ成長モデルを開発・併用することで、海洋環境がスケトウダラ卵稚仔魚の輸送、生残、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 27 年度は、前年度までに作成した個体ベースモデルと月別推定卵量データを組み合わせた加入量指数と VPA に基づく RPS とを比較し、また、個体ベースモデルに基づく噴火湾内の仔魚分布と海洋環境との対応関係を解析した。

### 2. 調査・研究方法

- (1) スケトウダラ太平洋系群に特化した個体ベースモデルを構築する。
- (2) 北海道高解像度沿岸モデルの再現性を調べ、モデルバイアスなどを定量的に把握し、バイアスを考慮・補正した個体ベースモデルに改良する。
- (3) 北海道高解像度沿岸モデルの出力（水研センター運営費交付金課題 1BD104 で作成）を利用して、三次元的な卵稚仔魚の輸送、生残、成長過程とこれらの年々変動を調べる。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 2003 年～2011 年の 1 月 1 日～3 月 31 日を産卵日と仮定して、Spawning Area Index (SAI) に基づき産卵場を決定し、スケトウダラ太平洋系群の卵を模した粒子を海面下 10m 深に配置した。その後、浮力等による鉛直運動を考慮した個体ベースモデルを用いて、100 日間の追跡実験を実施した。経験水温などに基づき、それぞれの粒子に対応した孵化日、孵化後の成長段階（前期仔魚、後期仔魚、稚魚）や体長を計算した。さらに、H27 年度は、SAI を用いずに、産卵場を苫小牧周辺沖に固定した実験を行った。出力を解析した結果、SAI の個体ベースモデルに対する感度は低いことがわかった（図は示さない）。
- (2) 産卵場を苫小牧周辺沖に固定した実験結果を用いて、初期に配置した粒子数と 100 日後に噴火湾内に滞留していた粒子数との比を、月別産卵量で補正した加入量指数を算出して、VPA から推定された RPS との対応を調べた（図 1）。既往の研究により北方四島からの加入が重要とされている 2005 年を含めると、相関は非常に低く ( $r=0.29$ )、2005 年を除いた場合は有意な正の相関 ( $r=0.62$ ) が得られ、産卵量で補正しない場合よりも 0.08 程、相関係数は高い（図 1）。この原因を解析した結果、特に、1 月の産卵量が加入量に対して重要であることが示唆された。
- (3) 個体ベースモデルの再現性を検証するために、3 月の噴火湾に分布している前期仔魚および後期仔魚と海面水温 (SST) 分布との対応関係を調べた。過去の研究から指摘されて

いるように、前期仔魚と後期仔魚の頻度分布は SST の 4°C 付近に極大を示す(図 2 の青線)。ただし、SST の頻度分布自体(図 2 の緑線)が 4°C で極大を示すため、仔魚が分布する海域に限定された特徴ではないことが示唆された。

#### 4. 具体的なデータ

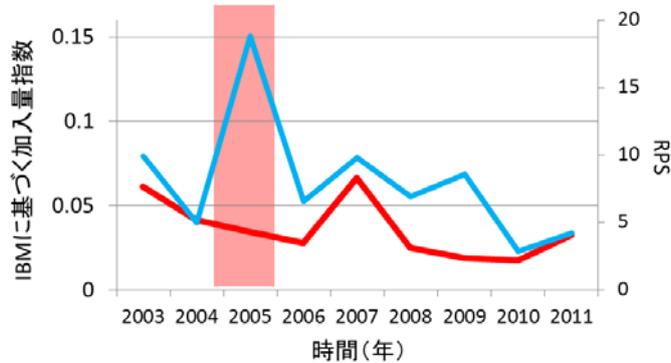


図 1. 月別推定卵量で補正した加入量指数(赤線)と RPS(水色線)の比較

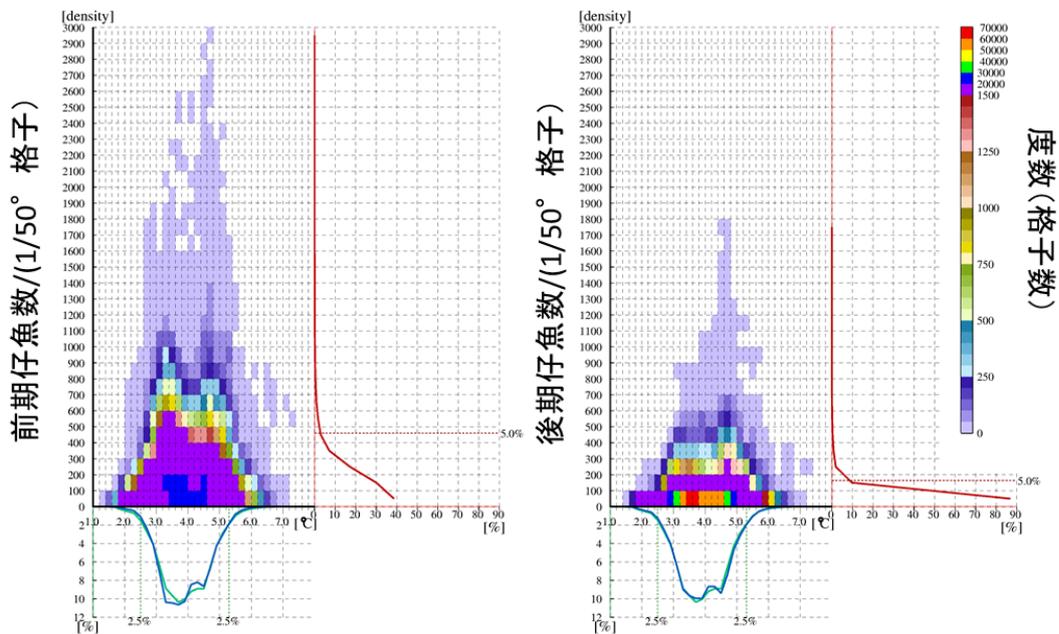


図 2. 1~3 月の噴火湾内に分布する前期仔魚(左パネル)および後期仔魚密度(右パネル)と海面水温に基づく二次元度数分布。度数は 1/50° 格子毎にカウント。各パネルの左図と下図に一次元の度数分布を示す。下図の青線(緑線)は仔魚密度で重みづけした(重みづけしない) SST の頻度分布。

#### 5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 今後、2005 年級群のように、噴火湾外に産卵場をもつ可能性のある年級群の資源動態や回遊過程を調査して、個体ベースモデルに反映させる必要がある。

#### 6. 調査・研究発表

- (1) 黒田 寛(2015): 北海道周辺海域における海洋環境変動, 水産海洋学会シンポジウム(口頭発表) 講演要旨集, 105.

## 様式-1 平成 27 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

本系群では、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に加え、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年級群豊度決定に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日間飼育して成長と生残を調べた。水温7℃と9℃において稚魚の飢餓耐性を調べた。
- (3) 4～6月に採集した浮遊仔稚魚と9～11月に採集した着底幼魚の体サイズ、ふ化日、成長履歴を調べた。
- (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) 餌生物転換期前後の稚魚の主要餌生物である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における豊度を調べた。

### 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（小）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が、生残率は5℃で最も高かった。無給餌条件下において稚魚（平均全長39mm）の生残率が50%を下回るまでの日数は7℃で9日、9℃で7日であった。
- (3) 仔魚期から幼魚期まで一貫して体サイズが大きかった2005、2007年級群はVPAで推定された親魚量と加入量から求めたRPSが高かった（図1）。体サイズが大き（小）いことが仔魚期から幼魚期にかけての生き残りに有利に働くと考えられる。また、仔魚期（ふ化後60日間）

の成長は水温の影響を強く受け、高い水温を経験した仔魚の成長が速かった (図 2)。2010 年級群以降は低水温のためにふ化日が早いにもかかわらず体サイズが小さく、生き残りが悪いと考えられる。

- (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みられた。
- (5) 2000 年代後半以降における餌生物転換期前後の稚魚の主要餌生物であるカイアシ類 (*Neocalanus* 属、*Eucalanus* 属、*Pseudocalanus* 属) およびオキアミ類の親潮域での豊度は、経年変動があるものの高い水準であった。

#### 4. 具体的なデータ

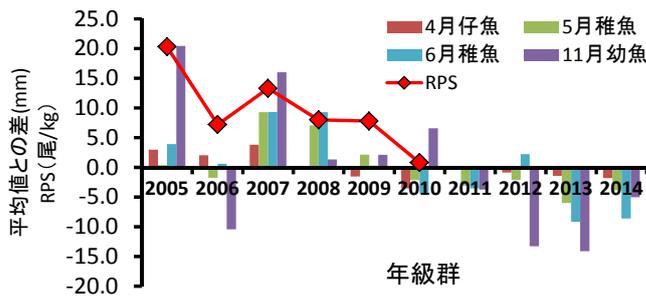


図 1. 2005～2014 年級群の仔稚魚 (4、5、6 月) と幼魚 (11 月) の体サイズの平均値との差および RPS  
2011 年級群の 4 月仔魚のデータはない。2011 年級群以降の RPS は加入量に仮定値を用いているため示していない。

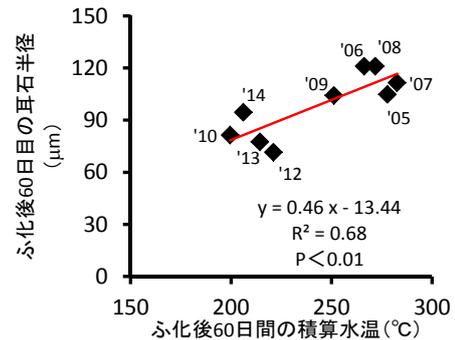


図 2. ふ化後 60 日間の噴火湾の積算水温 (気象庁データ) と 4 月に採集された仔魚のふ化後 60 日目における耳石半径の関係

#### 5. 調査・研究推進上の課題

なし

#### 6. 調査・研究発表

- (1) 田所和明・岡崎雄二・葛西広海 (2015) : Seasonal variation of mesozooplankton community in the Oyashio and Kuroshio-Oyashio Transition waters, western North Pacific, PICES2015, 中国・青島.
- (2) Masayuki Chimura, Hiroshige Tanaka and Yuuho Yamashita (2015) : Effects of body size and growth rate in larval and early juvenile stages on the year class strength of walleye pollock in the Sea of Japan. Symposium on Growth-survival paradigm on early life stages of fish, 横浜.

## 様式-1 平成 27 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 2015 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 4 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 7600m<sup>2</sup>）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) 本種の共食い発生状況の経時変化を調べるために、1990～2012 年の胃内容物 1 万 6 千個体分の資料に基づき、年代による発生状況の違いを、現場の水深および水温との関連で分析した。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 噴火湾～日高湾においてスケトウダラおよびマダラは過去最高水準の現存量を示したが、スケトウダラ幼魚への依存率は 2.0%および 0%と低かった。また、当海域でスケトウダラと並ぶ重要捕食者であるソウハチは昨年度に次ぐ低い現存量を示した結果、幼魚捕食量の推定値は 2200 トン程度と昨年度に次ぎ 2 番目に低い値となった。5 年間の平均で被食数は 24 億尾程度となり、最重要捕食者はスケトウダラで、ソウハチがこれに続いた。
- (2) 被食幼魚の体長は 5 年間で増加傾向にあり、最近 2 年間は 50mm を越えた。この体長増加は被食地点の水深と強い相関を示し( $R^2=0.96$ )、浅海域での高いサイズ選択的死亡を伺わせた。即ち、近年は餌料転換期又はそれ以前の幼稚魚が高い死亡に晒され生残率が低いため、浅海域を利用する小型幼魚（体長 $\leq 50$ mm）の現存量が低い。その結果、6 月時

点では比較的深い海域のみで被食が生じ、推定被食圧が低下していると考えられた。

- (3) 1990年代に共食いは主に4°C未満の低水温帯で発生していたのに対し、2000年以降は発生する深度帯が浅く、水温が上昇した。これは、1990年代に比して低下した餌の豊度にスケトウダラが反応して浅海域を利用するようになり、共食いの発生増加に繋がったと考えられた。

#### 4. 具体的データ

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。対象海域は恵山岬~襟裳岬の水深50~200m帯(面積7600m<sup>2</sup>)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	
現存量 (t)	2011	1,574	51,793	520	10,288	2,574		
	2012	7,664	62,996	1,050	5,028	3,571		
	2013	802	143,376	119	10,830	2,341		
	2014	6,652	100,539	1,023	717	96		
	2015	12,319	122,975	1,026	1,220	1,785		
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	3.7	1.7	7.5	37.4	19.0		
	2014	31.87	0.4	76.4	25.2	55.7		↓尾数換算 (単位:億)
	2015	0	2.0	29.3	5.9	47.6		
捕食量 (t)	2011	3	3515	12	1906	62	5499	<b>36.7</b>
	2012	216	1436	64	1201	953	3870	<b>25.8</b>
	2013	18	1434	5	2427	267	4152	<b>27.7</b>
	2014	1272	241	469	108	32	2123	<b>14.2</b>
	2015	0	1498	180	43	509	2231	<b>14.9</b>
	平均	302	1625	146	1137	365	3575	<b>23.8</b>

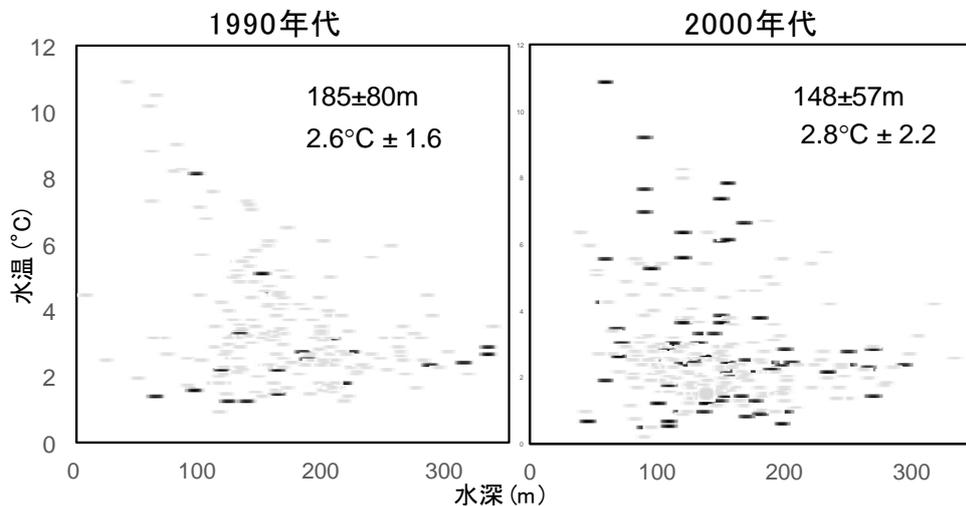


図. 1 1990年代(左)および2000年代(右)における、共食いが発生した地点(●)および発生しなかった地点(○)の水温・深度分布。1990年代には発生頻度が低く、主に低水温(<4°C)地点で発生していた。図中に示した数値は共食い発生地点の平均水深・水温(±標準偏差)。

#### 5. 調査・研究発表

- (1) 山村織生・小岡孝司(2015) 道東沿岸域における底生魚類群集構造. 水産海洋学会2015年大会. 釧路.