



平成29年度

道総研函館水産試験場
事業報告書

北海道立総合研究機構
水産研究本部函館水産試験場

目 次

函館水産試験場概要

1. 所在地	1
2. 賃貸の状況	1
3. 試験調査船	1
4. 機構	2
5. 職員配置	2
6. 経費	2
7. 職員名簿	3

調査および試験研究の概要

I 調査研究部所管事業

1. 日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究（重点研究）	5
2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）	7
2. 1 イカ類	7
2. 2. 1 スケトウダラ（道西日本海檜山海域）	18
2. 2. 2 スケトウダラ（道南太平洋）	24
2. 3 ホッケ	31
2. 4 イワシ・サバ類	36
2. 5 養殖ホタテガイの成長モニタリング調査	39
2. 6 噴火湾環境調査	42
3. 海洋環境調査研究（経常研究）	
3. 1 定期海洋観測	44
4. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）	
4. 1 マナマコ	46
5. マナマコ資源増大調査研究Ⅱ. DNA標識技術を利用した放流追跡調査（経常研究）	48
6. ホタテ貝等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究）	
6. 1 貝毒プランクトンモニタリング調査	52
7. 養殖コンブ生産安定化試験（経常研究）	59
8. 資源評価調査事業（公募型研究）	62
9. 日本周辺国際魚類資源調査委託事業（クロマグロ）（公募型研究）	63
10. 資源量推定等高精度化推進事業（公募型研究）	
10. 1 スケトウダラ日本海北部系群	64
10. 2 スケトウダラ太平洋系群	67
11. 道東海域の雑海藻を原料とした水産無脊椎動物用餌料の開発と利用（公募型研究）	71
12. マコンブ遊走子の拡散距離を考慮したスポアバック効果の再検証（公募型研究）	72
13. 輸出重要種資源増大等実証委託事業（公募型研究）	
13. 1 マナマコ	82
13. 2 ホタテガイ	87
14. ICT技術による噴火湾養殖ホタテガイ育成状況モニター技術開発	97

15. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）	
15. 1 資源・生態調査	
15. 1. 1 エビ類（トヤマエビ）	103
15. 1. 2 アカガレイ	113
15. 2 資源管理手法開発試験調査	
15. 2. 1 ホッケ	121
16. 有害生物出現調査並びに有害生物出現情報収集・解析及び情報提供委託事業 （大型クラゲ出現調査及び情報提供事業）（受託研究）	123
17. 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）	
17. 1 採苗良否の要因解明	124
17. 2 ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響解明	127
18. 噴火湾養殖ホタテガイ稚貝へい死リスク評価調査研究（受託研究）	132
19. 対EU輸出向けホタテガイに係るプランクトン検査委託業務（受託研究）	134
20. 養殖コンブ種苗生産工程基礎研究（採苗技術改良試験）（受託研究）	136
II その他	
1. 技術の普及指導	143
2. 試験研究成果普及・広報活動	148
3. 研修・視察来場者の記録	149
4. 所属研究員の発表論文等一覧	150

函館水産試験場概要

1. 所在地

(平成30年3月31日現在)

郵便番号	所在地	電話番号・FAX番号
040-0051	北海道函館市弁天町20番5号 函館市国際水産・海洋総合研究センター内	電話 0138-83-2892 (代表) 0138-83-2893 (調査研究部) FAX 0138-83-2849

2. 賃貸の状況

(平成30年3月31日現在)

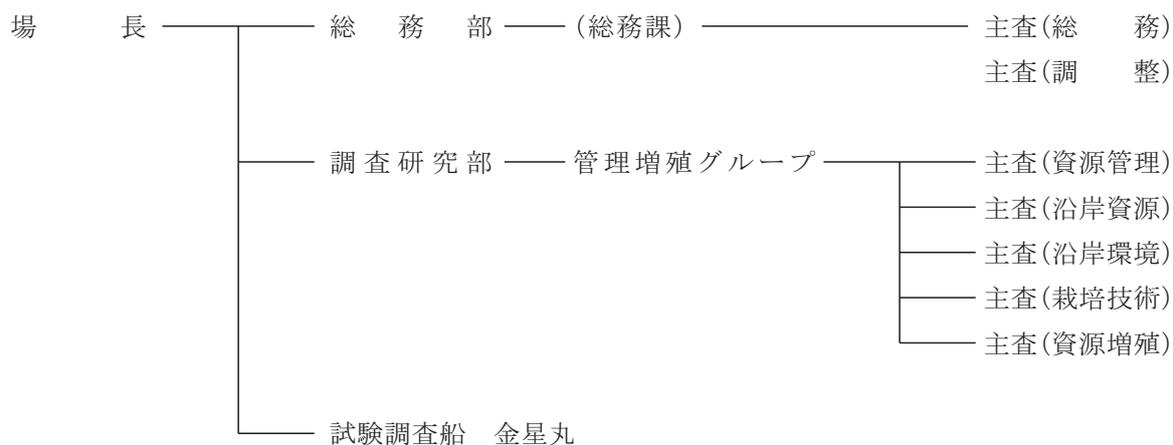
研究室	共用実験施設	海洋調査関連施設
通年使用施設 4 面積 252.0 m ²	通年使用施設 10 面積 135.1 m ² 各月使用施設 4 面積 136.8 m ²	通年使用施設 2 面積 187.3 m ²

※平成26年6月1日から函館市国際水産・海洋総合研究センターに入居（賃借）。

3. 試験調査船

船名	トン数	馬力	船質	進水年月	主要設備
金星丸	151 t	1,300 ps	鋼船	H13. 1	甲板機械装置：バウスラスター，ベッカーラダー 漁撈設備：全自動イカ釣機，オッタートロール， ラインホーラー／ネットホラー 航海計器：レーダー，電子海図情報装置， 気象衛星受画装置 観測装置：CTD測定装置，科学魚群探知機， 多層音波潮流計

4. 機構



5. 職員配置

(平成30年3月31日現在)

	総務部	調査研究部	金星丸	計
研究職		10		10
事務職	5			5
海事職			17	17
合計	5	10	17	32

6. 経費

(平成30年3月31日現在)

区分	金額	備考
人件費	219,560千円	
管理費	83,300千円	
業務費	101,868千円	研究費, 研究用施設・機械等含む
合計	404,728千円	

7. 職員名簿

(平成30年3月31日現在)

場 長 寺 井 稔

総務部

部 長 澤 村 隆 裕

総務課

総務課長(兼) 澤 村 隆 裕

主査(総務) 河 野 隆 一

主査(調整) 榊 原 滋

主 任 高 橋 美智子

調査研究部

部 長 三 橋 正 基

管理増殖グループ

研 究 主 幹 西 田 芳 則

主査(資源管理) 武 藤 卓 志

主査(沿岸資源) 藤 岡 崇

研 究 主 査 澤 村 正 幸

主査(沿岸環境) 渡 野 邊 雅 道

主査(栽培技術) 吉 田 秀 嗣

研 究 主 任 金 森 誠

主査(資源増殖) 酒 井 勇 一

研 究 職 員 前 田 高 志

金星丸

船 長 葛 西 利 彦

機 関 長 大 嶋 康 裕

通 信 長 伊 藤 章 浩

航 海 長 若 林 幸 夫

一 等 航 海 士 青 山 登

二 等 航 海 士 浅 野 文 一

三 等 航 海 士 本 多 暁

一 等 機 関 士 宮 崎 正 人

二 等 機 関 士 川 井 靖 志

二 等 船 舶 通 信 士 名 和 仁

工 作 長 関 川 達 也

航 海 主 任 小 林 秀 哉

機 関 主 任 大 坂 昌 博

司 厨 長 成 田 徹

船 員 内 村 祐 樹

船 員 樋 口 和 樹

船 員 新 山 悠

調査および試験研究の概要

I 調查研究部所管事業

I 調査研究部所管事業

1. 日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究（重点研究）

担当者	調査研究部 金森 誠
共同研究機関	栽培水産試験場, 中央水産試験場, 地質研究所, 工業試験場
協力機関	上ノ国町, 檜山地区水産技術普及指導所ほか

(1) 目的

近年、北海道における日本海海域の漁業生産は低迷しており、漁協組合員一人当たりの生産額は他海域を大きく下回っている（H25：オホーツク海海域の20%、太平洋海域の58%）。日本海海域の生産を底上げする新たな漁業振興策を推進することが喫緊の課題である。日本海海域では漁業者の減少に伴い漁港遊休区域の有効活用も課題となっている。漁港内の静穏域を利用した養殖漁業は有効な活用方法の一つと考えられる。そのため、漁港内環境の養殖生産への適性把握が求められている。二枚貝は無給餌で養殖できるため、収益性に優れ、環境負荷も少ない養殖対象魚種である。アサリは日本海海域と同じく暖流の影響が強い津軽海峡の漁港（函館漁港）における養殖試験で良好な成長・生残が確認され、日本海海域への展開が期待されている。本課題では道南日本海の上ノ国漁港（大崎地区）において、アサリの垂下養殖技術の開発と実証を行うことを目的とする。

(2) 経過の概要

2016年6月から試験用養殖筏において、アサリの垂下養殖試験を開始した。試験海域の水深は約3m、養殖筏のサイズは6m×6mの鋼製である。2016～2017年はアサリの初期サイズおよび初期密度がその後の成長、生残に与える影響を検証することを課題として試験に取り組んだ。アサリの養殖資材は、丸籠（目合1分、直径40cm×高さ10cm）と基質（砂利+軽石、混合比率1：1）を用いた。籠には基質10リットルとアサリを入れた。初期サイズと初期密度の設定は表1のとおりである。籠の垂下深度は深度1.5mとした。各試験区とも3籠で試験を行った。なお、籠は多段式とはせず、1本のロープに1籠を結束して垂下した。2017年6月に全ての籠を引き揚げ、試験を終了し、各籠の生貝全個体の殻長の測定を行った。また、各籠から無

表1 アサリ養殖試験概要

初期サイズ	初期密度	開始	終了
20mm	50, 100, 200 個/籠	2016年 6月27日	2017年 6月8日
15mm	50, 100, 200 個/籠	2016年 6月27日	2017年 6月8日
10mm	50, 100, 200 個/籠	2016年 6月27日	2017年 6月8日
6mm	50, 100, 200 個/籠	2016年 6月27日	2017年 6月8日

* 養殖試験に用いたアサリ種苗は栽培水産試験場が道産アサリを母貝として生産した種苗、初期サイズは養殖試験開始時の平均殻長を示す。なお、各試験3籠ずつ行っている。

作為に抽出した15個体については、殻長に加えて、殻高、殻幅、殻付き重量（湿重量）および軟体部重量（湿重量）を測定した。同海域の天然貝と身入りを比較するため、7月に種苗生産用に採捕した上ノ国町産の天然アサリを上ノ国町から提供いただき（N=122）、全個体の殻長、殻高、殻幅、殻付き重量（湿重量）および軟体部重量（湿重量）を測定した。測定した軟体部は、成分分析に供するため中央水試加工利用部に提供した。重量を測定した各籠15個体以外の養殖アサリはシェフによる製品評価に供するため、中央水試に提供した。

2017年6月から新たな養殖試験を開始した。2017～2018年の試験では基質の種類【砂利+軽石、札幌軟石、稚内層珪質頁岩およびケアシェルの4種】、段数【1段吊、2段吊の2パターン】、養殖開始時期【5月、6月、7月の3パターン】、管理方法【3ヶ月、6ヶ月に1回籠交換および籠交換なしの3パターン】が成長、生残に与える影響を検証することを課題とした。試験は2018年に5～7月に終了予定である。

(3) 得られた結果

ア) 成長

2016年6月に垂下したアサリの約1年後の平均殻長は29.7~37.3mmであった(図1)。成長は密度の影響を強く受けており、同じ初期サイズで比較した場合、密度に依存したサイズ差が見られた。一方、初期サイズの成長への影響は小さく、密度が同じであれば、初期サイズの差は成長に伴い、縮小する傾向が認められた。そのため、アサリの垂下養殖では、初期密度の管理が重要だと考えられる。この事業での目的サイズである殻長30mm以上のアサリの割合は、殻長6mm種苗の場合、50個/籠の条件で96.9%(124/128個体:3籠の合計、以下同様)、100個/籠の条件で86.7%(221/255個体)、200個/籠の条件で48.3%(238/493個体)であった。殻長30mm以上の個体の平均重量は、それぞれ9.5、8.1、7.2gであった。

従って、今回試験を行った3籠あたりの生産量で考えると、50個/籠で約1.2kg、100個/籠で約1.8kg、200個/籠で約1.7kgとなる。この海域では100個/籠が効率的な養殖を行う上での一つの目安と考えられる。

イ) 肥満度

2016年6月に垂下したアサリの約1年後の平均肥満度【CF=軟体部重量×(殻長×殻高×殻幅)⁻¹×10⁵】は16.6~18.8であった(図2)。密度、初期サイズともに明瞭な影響は認められなかった。測定した養殖アサリ全個体では17.8±1.7(平均肥満度±標準偏差、N=539、平均殻長34.8mm)であった。函館湾の天然漁場の肥満度のピークは17.6~17.9と報告されている(伊藤ら、2015)。今回、肥満度の季節変化は調べていないが、少なくとも道南海域の天然漁場のアサリと同等以上の肥満度と考えられる。一方、2016年7月20日に測定した上ノ国町産の天然アサリの平均肥満度は12.8±1.8(N=122、平均殻長35.1mm)であった。同じ海域の天然アサリと比較すると、養殖アサリの肥満度は非常に高かった。

ウ) 生残

2016年6月に垂下したアサリの約1年後の平均生残率は82~99%であった(図3)。生残は初期サイズの影響を強く受けており、密度に関わらず、20mmおよび15mm種苗では、生残率が96~99%であったのに対して、10mm種苗では91~93%、6mm種苗では82~85%と生残率は徐々に低下した。ただし、6mm種苗でも8割以上

の生残率であり、基本的に養殖アサリの生残率は良好と考えられた。

参考文献

伊藤詩織, 田村亮輔, 森本翔一, 五嶋聖治 2015. 北海道函館湾アサリ漁場の形成過程. 北海道大学水産科学研究彙報 65:93-100.

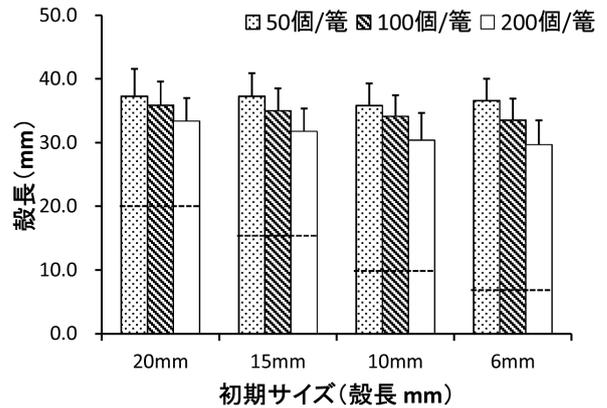


図1 試験終了時の養殖アサリの平均殻長
破線は養殖開始時の殻長。縦棒は標準偏差を示す。

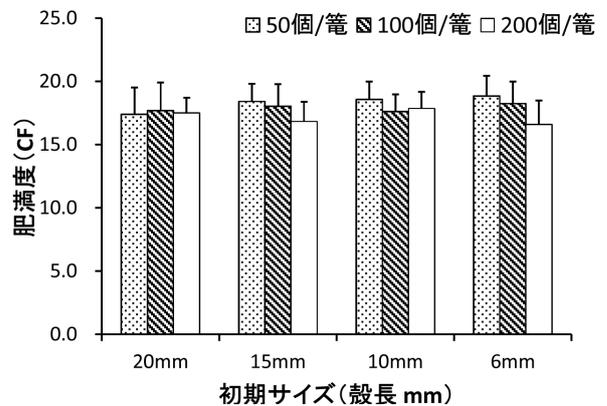


図2 試験終了時の養殖アサリの平均肥満度
縦棒は標準偏差を示す。

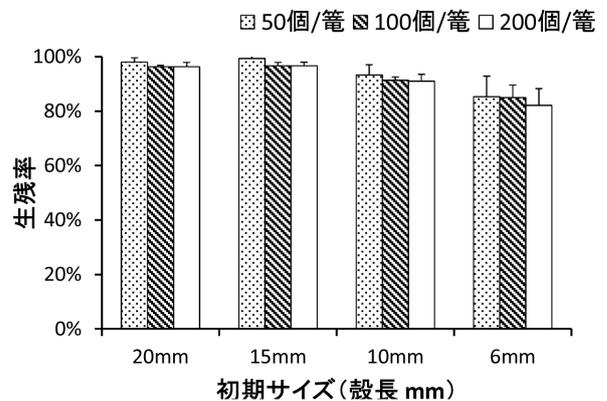


図3 試験終了時の養殖アサリの平均生残率
縦棒は標準偏差を示す。

2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究費）

2. 1 イカ類

担当者 調査研究部 澤村 正幸

(1) 目的

北海道の重要魚種であるスルメイカについて、北海道日本海及び道南太平洋海域に來遊する群を対象として、來遊時期と來遊量、日齡と成長、成熟状態などをモニタリングし、その年の來遊状況を把握する。來遊条件としての海洋環境との関係を解析し、漁場形成機構に関する知見を蓄積する。これらを基に、精度の高い漁況予報を目指すとともに、日本海に來遊したスルメイカを対象に資源評価を実施する。

調査によって得られたデータや情報は、全国会議などで報告し、調査船調査結果や漁況予報等については、随時漁業者他、関係機関へ情報提供する。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

北海道日本海及び道南太平洋海域のスルメイカ漁況について把握するため、漁業生産高報告及び水試速報値を用いて漁獲統計調査を行った。

函館港及び松前港水揚げの近海釣りイカについては、函館魚市場株式会社及び松前さくら漁業協同組合松前市場において2017年6月～2018年1月に水揚げされたスルメイカの漁獲統計資料（日別、銘柄別の漁獲量及

び水揚げ隻数）を収集し、CPUE（1日1隻あたり漁獲量）を算出した。このほか北海道日本海の6港（江差、大成、奥尻、余市、留萌、稚内）についても、漁業協同組合提供の漁獲統計資料を用いて月別の出漁隻数と漁獲量を求め、CPUE（1日1隻あたり漁獲量）を算出した。得られた代表港7港（松前、江差、大成、奥尻、余市、留萌、稚内）の月別CPUEを一般化線型モデル（GLM）により標準化し、各年の來遊水準の指標とした。

イ 調査船調査

調査船金星丸（151トン、1,300馬力）により、2017年5～11月に実施した漁獲調査の概要を表1に示した。調査船調査の調査項目は、海洋観測（CTDによる表層～600mまでの各層の水溫・塩分の測定）、海象・気象の観測、自動イカ釣機による釣獲試験、漁獲したイカ類の生物測定である。結果については、道総研で発行している「北海道浮魚ニュース」の一部として取りまとめ、管内の漁業協同組合、市町村及び関係団体に随時配布した。

ウ 漁獲物調査

函館港に水揚げされる生鮮スルメイカの外套長組成を把握するため、6月～10月に月1回、函館魚市場株式会社において漁獲物の標本調査を行った。競り時間

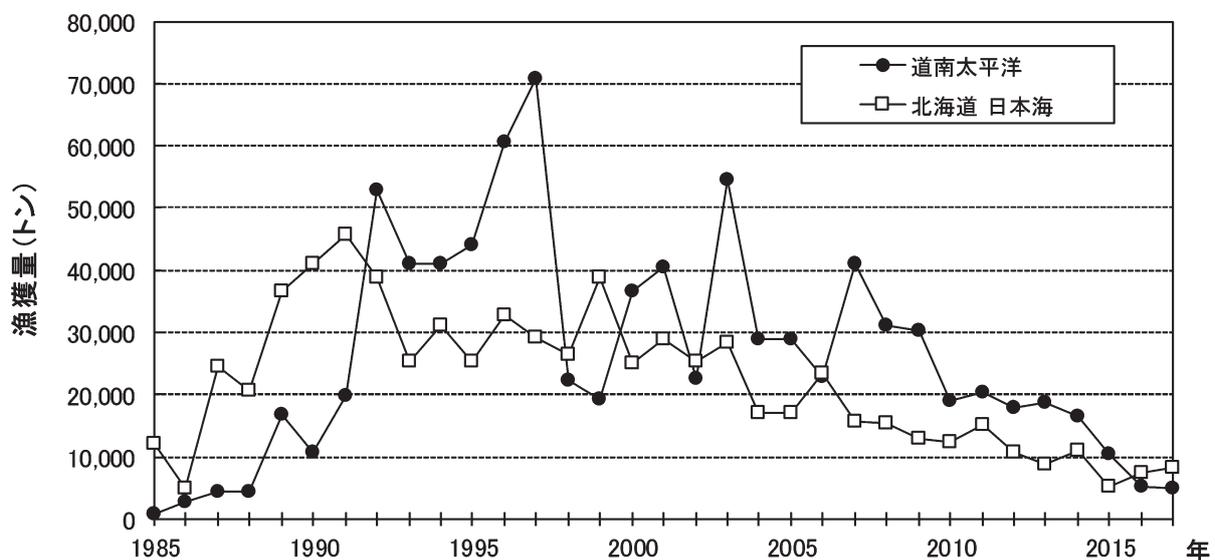


図1 道南太平洋及び北海道日本海におけるスルメイカ漁獲量（1～12月）の経年変化

の前に市場に出向き、漁獲量が多く銘柄が揃っているイカ釣り漁船から全銘柄について銘柄ごとに1函を抽出・購入して生物測定を行い、銘柄別の漁獲函数から水揚げ日のサイズ組成を算出した。11月以降は漁獲が少なく標本を入手できなかった。

(3) 得られた結果

日本海海域（渡島日本海～宗谷日本海海域）

ア 漁獲統計調査

漁獲統計が現在の様式となった1985年以降の北海道日本海（渡島管内福島町～宗谷管内稚内市）のスルメイカ漁獲量は、1986年に過去最低の4,850トンにまで落ち込んだあと急速に増加し、1991年に45,659トンまで増加したのち、2001年以降は減少傾向を示している（図1、表2）。地域別では道南日本海（渡島管内福島町、松前町、八雲町熊石地区及び檜山管内）の漁獲量が最も多く、1985年以降の平均では北海道日本海全体の49%を占め、次いで道央日本海（後志、石狩管内）32%、道北日本海（留萌管内及び稚内市以西の宗谷管内）19%の順となっている。2017年の漁獲量は8,164トンで2016年（7,386トン）の111%に増加したものの、1985年以降で4番目に低い値であった。

道南日本海の漁獲量は、1986年の2,281トンから増加して1996年に21,476トンとなったものの、2007年以降は10,000トンを下回りさらに減少傾向が続いている。2017年の漁獲量は1,500トンで2016年（3,696トン）の41%に急減し、1985年以降で最も低い値となった。道央日本海の漁獲量は1986年の1,882トンから増加して1991年に15,947トン、1999年に16,006トンとなったあと再び減少し、2012年以降は5,000トンを下回る値で推移している。2017年の漁獲量は3,131トンで過去最低の値であった2016年（1,672トン）の187%であった。道北日本海の漁獲量は過去最低であった1986年の687トンから急増して1990年に過去最高の13,454トンとなったあと減少し、過去10年はおおむね2,000トン前後となっている。2017年の漁獲量は3,533トンで2016年（2,019トン）の175%に大きく増加した（表2）。

道南日本海におけるスルメイカの漁期である6月～翌年1月の漁獲状況を月別・地区別にみると、2017年度は、例年盛漁期となる漁期前半の6～9月が948トンで2016年度（3,463トン）の27%に減少した一方で、漁期後半の10月～1月は553トンで2016年度（228トン）の243%に増加しており、2016年度よりも漁期前半の漁獲量は少ないが、漁期後半の漁獲量は多かった（表

3）。月別の漁獲量は9月（329トン）が最も多く、また、2016年には漁獲がみられなかった1月にわずかながら漁獲があった。6月～翌年1月の地区別漁獲量は檜山管内瀬棚地区（379トン）が最も多く、次いで奥尻地区（342トン）で、両地区の合計で檜山管内全体の59%を占めた。一方、2016年度に最も漁獲が多かった檜山管内大成地区の漁獲量は277トンで2016年度（1,091トン）の25%に大きく減少した（表3）。

松前港における地元小型船の6月～翌年1月の漁獲量は38.5トンで、2016年度（22.8トン）の169%、平均CPUE（1日1隻あたり漁獲量）は147.6kgで2016年度（169.2kg）の87%であった。時期別の漁獲量は漁期前半（6月～9月）の37.9トンに対し、漁期後半（10月～1月）は0.3トンに止まった。月別の漁獲量は8月（10.5トン）、旬別の漁獲量は8月下旬（9.1トン）がそれぞれ最多であった（表4）。

北海道日本海における代表港7港の近海釣スルメイカ出漁隻数は過去10年間に顕著な減少を示しており（表5）、この海域における過去10年の漁獲量の減少傾向（図1、表2）は、資源そのものの減少のほかこうした努力量の減少とも関係していると考えられる。2017年の代表港7港の出漁隻数は松前、稚内を除く5港でいずれも2016年を下回り、漁獲量も余市、稚内を除く5港で前年を下回った。特に大成では2016年に比べ出漁隻数、漁獲量ともにほぼ半減となった。一方、稚内は2016年に比べ出漁隻数は161%、漁獲量は153%に増加している。

1995年から2014年までの北海道日本海代表港7港のスルメイカ標準化CPUEの平均を100とし、140以上を高水準、60以下を低水準、その中間を中水準として、この海域への来遊水準の経年変化を求めた（図2）。2017年の値は52で2016年（52）からほぼ横ばいとなり、

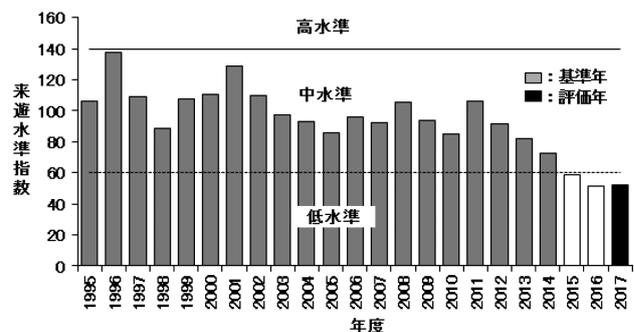


図2 代表港7港の標準化 CPUE から求めた北海道日本海へのスルメイカ来遊水準の経年変化

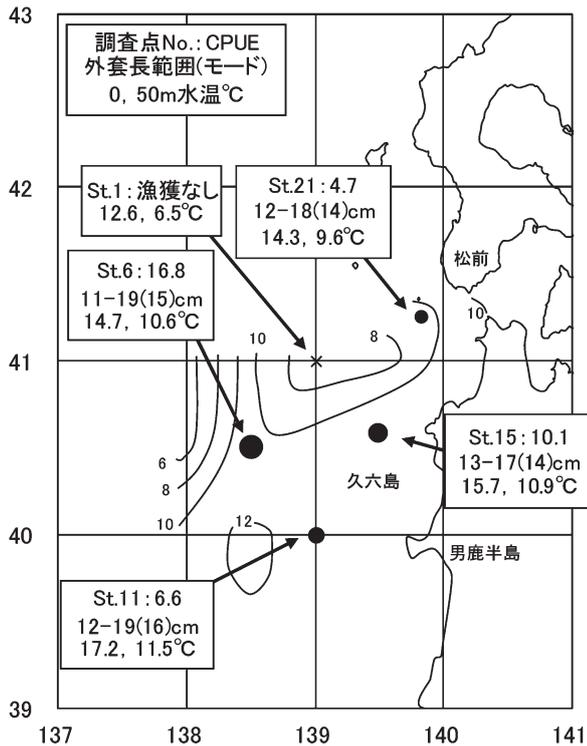


図3 2017年5月日本海スルメイカ北上期調査結果 ●は漁獲調査点。円の大きさは CPUE に比例。×は漁獲なし。△は漁獲調査中止。等温線は水深 50m の水温 (°C)。以下同じ

北海道日本海への来遊水準は2015年以降3年連続して低水準で推移した。

2017年度の北海道日本海の漁況は、道南日本海では年間を通じて明瞭な漁獲のピークがみられず、特に例年盛漁期となる漁期前半に漁獲が低迷した。これに対し、道北日本海では漁期開始直後の7月から漁獲が好調に推移し、年間漁獲量は2016年を大きく上回った。これは、例年に比べ魚群の北上が早く、道北海域に漁場が長期間形成されたことによるものと考えられる。ただし水産研究・教育機構による推定では、2017年の日本海スルメイカの資源量は2016年をわずかに上回った程度と考えられており、北海道日本海への2017年の来遊水準が低水準と判断されたこと(図2)と併せて、この海域におけるスルメイカ来遊状況は引き続き厳し

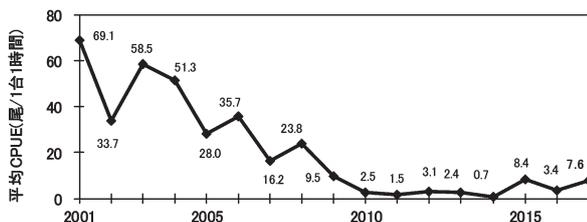


図4 5月日本海スルメイカ北上期調査での平均 CPUE の経年変化

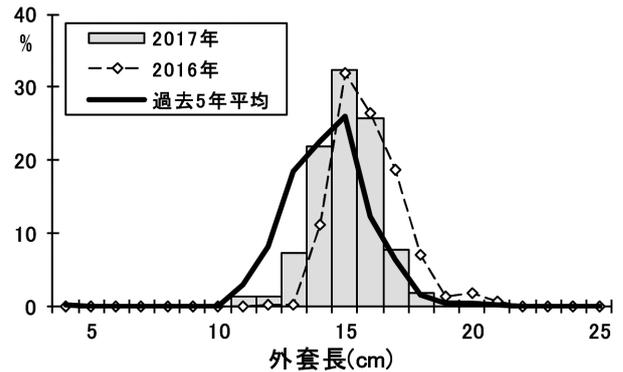


図5 2017年5月日本海スルメイカ北上期調査における漁獲物の魚体サイズ組成

い状況にあると考えられる。

イ 調査船調査

道南日本海への来遊期直前に当たる5月下旬に、津軽海峡西口から秋田県男鹿半島沖までの海域で調査を実施した。最もCPUEが高かったのは青森県久六島西方沖St.6であった。水深50m層の水温分布では、2016年に続き10°C以上の比較的水温の高い海域が沖合まで広い範囲にみられた(図3)。全調査点のCPUE(釣機1台1時間あたり漁獲尾数)の平均は7.6尾/台・時間で2016年(3.4尾/台・時間)を上回ったものの、2010年以降の低い水準に止まった(図4)。全調査点の外套長の範囲は11cm~19cm(2016年14cm~21cm)で(図5, 表1)、各調査点の外套長組成とCPUEから算出された海域全体の外套長のモードは2016年及び過去5年(2012年~2016年)平均と同じ15cm(2016年15cm)にあった(図5)。

5月21日から24日にかけて、青森県以南の4調査点で704尾の標識放流を行ったが、再捕報告はなかった。北上期に日本海で行われた他機関の標識放流調査では、計7個体の再捕報告が道水試にあり、うち日本海での再捕が5個体、オホーツク海が1個体、不明が1個体であった。

道南太平洋(津軽海峡~襟裳岬以西海域)

ア 漁獲統計調査

道南太平洋(松前町、福島町、八雲町熊石地区を除く渡島管内~日高管内、及び青森県大畑港)のスルメイカ漁獲量は、1985年の912トンから1991年以降急増して1997年には7万トンに達した。その後1998年以降はおおむね2~4万トンで推移していたが、2010年以降に減少が続いている(図1, 表2)。2017年の漁獲量は5,024トンで2016年(5,120トン)の98%であり、

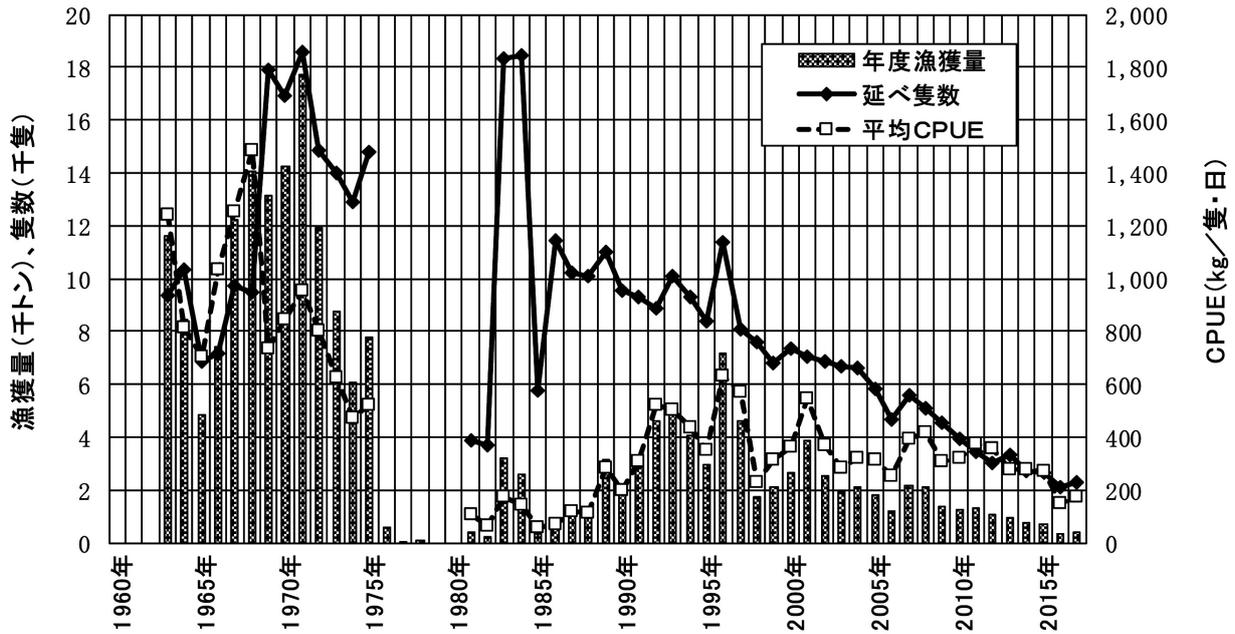


図6 函館港におけるスルメイカの漁期中(6～1月)漁獲量、平均CPUE(1日1隻あたり漁獲量kg)及び延べ出漁隻数の経年変化

1990年以降で最も低い値となった。

地域別に見ると、松前町、福島町及び八雲町熊石地区を除いた渡島管内は2,982トンで2016年(2,327トン)の128%、胆振管内は1,397トンで同じく2016年(1,094トン)の128%に増加したものの、日高管内は340トンで2016年(1,392トン)の24%に大きく減少した。青森県大畑港は305トンで2016年(307トン)とほぼ同じ値であった(表2)。

2017年度渡島太平洋海域におけるスルメイカについて、漁期である6月～翌年1月の月別・市町村別の漁獲状況(函館港水揚げの船凍イカを除く)を表3に示した。漁期前半の6～9月は1,187トンで2016年度(1,328トン)の90%に減少し、漁期後半の10月～1月は1,809トンで2016年度(1,066トン)の170%に増加した。月別の漁獲量は11月(892トン)が最も多かった。6月～翌年1月の漁獲量の総計は2,995トンで2016年度(2,390トン)の119%となり、市町村別では函館市(2,285トン)が最も多く、渡島太平洋海域全体の76%を占めた。

胆振管内の4月～翌年3月の月別漁獲量は、漁期前半にあたる4～9月は124トンで2016年度(193トン)の65%、漁期後半にあたる10月～翌年3月は1,271トンで2016年度(890トン)の143%であった。月別の漁獲量は2016年と同じく10月に集中する傾向があり、10月の漁獲量(1,207トン)は2017年度の全漁獲量の87%を占めた(表6)。

日高管内の4月～翌年3月の月別漁獲量は、漁期前半にあたる4～9月は36トンで2016年度(914トン)の4%に低迷し、漁期後半にあたる10月～翌年3月も304トンで2016年度(478トン)の64%に減少した。月別の漁獲量は、例年漁獲の中心となる8月～9月が非常に低調に推移し、10月の185トンが最多であった(表7)。

函館港における近海釣り生鮮スルメイカの年間漁獲量(6～1月)は403トンで2016年(312トン)の129%に増加したものの、2001年以降では2番目に低い値であった(図6,表8)。月別漁獲量は8月(180トン)が最も多かった。また、3年ぶりに1月に漁獲がみられたが、漁獲量は0.46トンとわずかであった。年間の平均CPUE(1隻1日当たり漁獲量)は174kg/隻・日で2016年度(147kg/隻・日)の118%、時期別のCPUEは6月～9月が188kg/隻・日で2016年度(165kg/隻・日)の114%、10月～翌年1月が49kg/隻・日で2016年度(27kg/隻・日)の164%となり、いずれも2016年度を上回ったものの、過去との比較では低い値であった。最もCPUEが高かった月は8月(309kg/隻・日)であった。

道南太平洋海域でのスルメイカ漁は、漁期開始直後には日本海から津軽海峡を通じて来遊した群が主体となり、その後本州太平洋側から来遊する北上群が漁獲対象となる漁期前半(6～9月)と、太平洋側を道東方面から津軽海峡へと向かう南下群を主な漁獲対象と

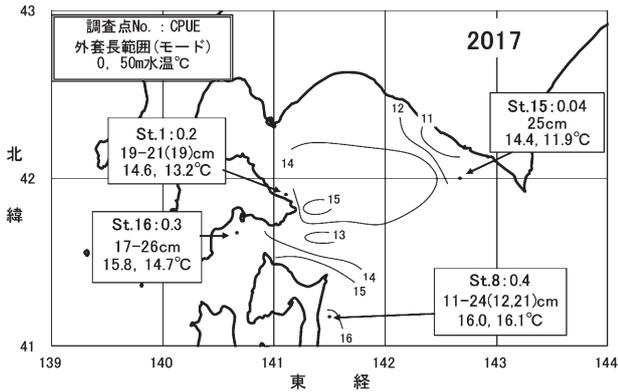


図7 2017年度11月道南太平洋スルメイカ調査結果
等温線は水深50m層の水温

する漁期後半(10月~翌年1月)に大きく分けられる。2017年度の道南太平洋の漁獲は、2016年に続き漁期前半・後半ともに低調に推移した。水産研究・教育機構による推定では、スルメイカ冬生まれ群の資源量は2015年から2017年にかけて3年連続して大きく減少したと考えられており、2017年の漁獲の低迷は太平洋のスルメイカ資源量そのものが減少したことによるものと考えられる。

イ 調査船調査

道南太平洋への南下群の来遊期にあたる11月上旬に襟裳以西の道南太平洋海域で調査船調査を実施した。深度50m層の水温は恵山沖と青森県沿岸では高かったが、日高沿岸では低くなっていた(図7)。漁獲調査

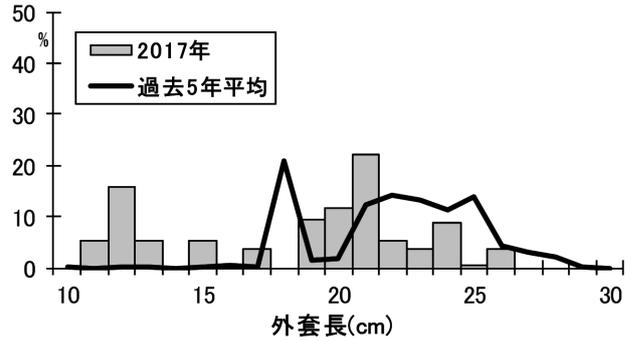


図8 2017年度11月道南太平洋スルメイカ調査における漁獲物の魚体サイズ組成

を実施した調査点4点で計24尾の漁獲があり、平均CPUEは0.2尾/台・時間で、調査が現在の計画内容で実施されるようになった2009年以降で2番目に低い値であった(図7, 表1)。外套長のサイズは11cm~26cmの範囲にあり、モードは21cmで、全体としてばらつきの大きい体長組成であった(図8)。

ウ 漁獲物調査

2017年の函館港での近海釣りイカの月別体長組成は、漁期を通じて2016年及び過去5年平均より小型となる月が多かった(図9)。

(4) 今後の研究課題

水産研究・教育機構による資源量推定では、日本近海のスルメイカは、日本海側を中心に分布する秋季発

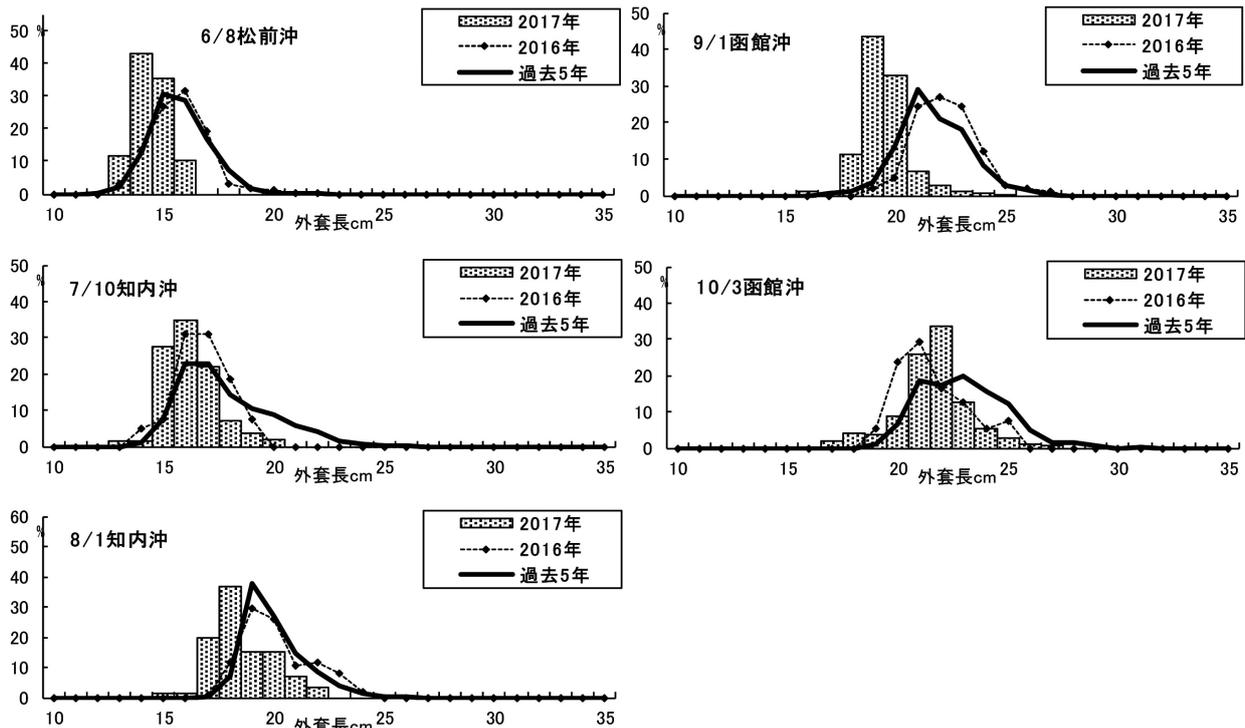


図9 2017年度函館港における買取調査から算出したスルメイカ体長組成の月別変化。11月~1月はデータなし

生系群，太平洋を中心に分布する冬季発生系群のいずれも2015年以降資源の減少が起きており，特に冬季発生系群の減少が著しいと考えられている。これは産卵海域である東シナ海の再生産可能海域の縮小が要因と考えられており，今後も続く可能性があり，引き続き資源動向の解明を進めるとともに，今後の課題として，資源の減少がスルメイカの回遊及び生態に与える影響

についても明らかにしていく必要がある。生態については，現在，北海道周辺海域に分布するイカ類の食性について調査を行っており，特にスルメイカの成長に伴う食性の変化，及び長期的な餌環境の変化がスルメイカの栄養状態に与える影響について解析を進めていく予定である。

表2 道南太平洋および道内日本海海域におけるスルメイカ漁獲量の経年変化

年	道南太平洋				道南		道内日本海				道北日本海				北海道			
	渡島 太平洋	胆振管内 高管内	北海道 南部計	青森県 大畑地区	松前・ 檜山管内 福島町	道南 日本海 日本海計	後志管内 石狩管内	道央 日本海 日本海計	留萌管内 宗谷 日本海	道北 日本海 日本海計								
1985	60	558	61	19	638	274	912	3,037	2,479	3,191	5,670	4,870	12.1	4,882	669	1,002	1,671	12,223
1986	61	1,414	7	280	1,701	1,084	2,785	2,531	1,117	1,164	2,281	1,875	7.1	1,882	396	292	687	4,850
1987	62	2,851	35	75	2,961	1,385	4,346	6,974	4,123	6,616	10,739	8,150	23.8	8,174	2,254	3,365	5,620	24,532
1988	63	2,927	6	415	3,348	960	4,308	5,879	2,952	6,587	9,539	8,150	6.9	8,157	1,300	1,585	2,885	20,580
1989	平成1	8,341	436	4,939	13,716	3,048	16,764	14,867	6,526	13,838	20,364	10,024	13.2	10,037	3,388	2,909	6,298	36,699
1990	2	6,781	187	1,596	8,564	2,079	10,643	33,324	6,543	7,588	14,131	13,423	22.2	13,445	4,335	9,119	13,454	41,030
1991	3	14,241	296	3,539	18,076	1,634	19,710	18,660	4,419	12,187	16,606	15,923	23.4	15,947	3,645	9,462	13,107	45,659
1992	4	40,586	444	7,395	48,425	4,568	52,993	45,228	4,642	12,051	16,993	15,772	9.6	15,781	2,633	3,798	6,431	38,905
1993	5	23,922	1,582	10,136	35,640	5,428	41,068	30,632	6,710	8,852	15,562	6,837	15.5	6,852	1,466	1,331	2,796	25,211
1994	6	26,193	1,365	6,737	34,295	6,659	40,954	33,516	7,323	11,716	19,039	7,887	13.5	7,900	1,338	2,919	4,257	31,196
1995	7	33,947	1,563	5,400	40,910	3,286	44,196	37,661	3,714	8,981	12,695	7,250	7.3	7,257	858	4,644	5,502	25,454
1996	8	43,964	2,109	6,911	52,984	7,715	60,699	52,483	8,519	12,957	21,476	7,167	11.2	7,178	1,068	3,133	4,201	32,855
1997	9	46,617	3,306	15,950	65,873	4,929	70,802	52,577	5,960	11,976	17,936	6,906	7.9	6,914	619	3,604	4,223	29,073
1998	10	15,995	533	4,207	20,735	1,500	22,235	19,497	3,502	7,633	11,135	8,403	8.8	8,412	2,318	4,561	6,879	26,426
1999	11	14,676	481	2,868	18,025	1,229	19,254	19,310	4,634	10,954	15,588	16,001	5.6	16,006	1,912	5,411	7,323	38,918
2000	12	27,482	2,446	4,050	33,978	2,595	36,573	31,129	3,647	9,449	13,096	7,292	15.7	7,307	1,721	2,889	4,610	25,013
2001	13	27,014	4,215	2,891	34,120	6,284	40,404	31,309	4,295	9,824	14,119	9,101	2.2	9,103	1,295	4,382	5,677	28,899
2002	14	16,986	1,236	2,234	20,456	2,247	22,703	20,081	3,095	9,951	13,046	8,772	5.9	8,777	1,866	1,646	3,511	25,335
2003	15	36,924	6,026	7,710	50,660	3,793	54,453	38,594	1,670	9,725	11,395	13,213	4.1	13,217	1,605	2,051	3,656	28,267
2004	16	17,807	2,589	5,626	26,022	2,973	28,995	19,150	1,343	5,563	6,906	6,929	1.4	6,930	1,359	1,872	3,231	17,067
2005	17	20,152	2,341	3,477	25,970	2,947	28,917	21,273	1,121	6,508	7,629	5,664	1.6	5,666	1,821	1,937	3,759	17,053
2006	18	18,147	1,368	2,282	21,797	1,162	22,959	20,995	2,848	9,643	12,491	6,365	1.1	6,366	2,881	1,594	4,475	23,331
2007	19	31,670	2,374	3,418	37,462	3,644	41,106	33,276	1,606	6,946	8,552	3,461	1.1	3,462	1,041	2,685	3,726	15,740
2008	20	18,534	5,260	5,319	29,113	2,018	31,131	19,532	999	5,743	6,741	6,053	1.5	6,054	1,346	1,359	2,705	15,500
2009	21	16,149	5,229	7,111	28,490	1,822	30,312	17,508	1,358	5,108	6,467	6,929	0.9	4,507	1,245	791	2,037	13,011
2010	22	11,198	3,905	2,506	17,609	1,500	19,109	12,700	1,502	5,001	6,503	3,495	0.5	3,495	705	1,786	2,491	12,489
2011	23	13,202	2,272	2,936	18,411	2,004	20,414	15,069	1,867	5,938	7,805	5,154	0.3	5,154	674	1,524	2,198	15,157
2012	24	9,224	1,862	5,581	16,667	1,359	18,026	10,580	1,356	4,746	6,102	2,856	12.0	2,868	659	1,041	1,700	10,671
2013	25	12,635	1,929	2,879	17,442	1,227	18,670	13,673	1,039	3,612	4,650	1,932	1.3	1,934	774	1,438	2,212	8,796
2014	26	11,197	1,646	1,784	14,628	1,877	16,505	12,149	951	5,769	6,720	3,194	0.3	3,194	566	657	1,224	11,138
2015	27	5,413	1,497	1,180	8,090	2,272	10,362	5,993	581	1,629	2,209	1,980	0.6	1,980	234	736	970	5,160
2016	28	2,327	1,094	1,392	4,814	307	5,120	3,218	891	2,805	3,696	1,672	0.0	1,672	204	1,814	2,019	7,386
2017	29	2,982	1,397	340	4,719	305	5,024	3,257	275	1,225	1,500	3,131	0.2	3,131	982	2,550	3,533	8,164

注) 1. 道内の漁獲量は漁業生産高報告及び水試速報値、渡島・檜山支庁・振興局水産課いが漁獲速報、函館魚市場資料から算出。渡島太平洋は函館港水揚げの船渠イカを除く
 2. 渡島太平洋の漁獲量は知内町～長万部町の合計値で八雲町熊石地区を除く。檜山管内の漁獲量は八雲町熊石地区を含む。宗谷日本海は稚内以西の宗谷管内の漁獲量
 3. 青森県大畑地区の漁獲量は青森県水産総合研究センター発行「ウオダス」による

表3 2017年度渡島・檜山管内の月別・地区別スルメイカ漁獲量の前年度との比較

時期	道南 日本海 海域合計	檜山管内(八雲町熊石を含む)										渡島管内(八雲町熊石を除く)											
		渡島日本海～檜山海域										津軽海峡～渡島半島東部海域											
		瀬棚	大成	熊石	乙部	江差	上ノ国	奥尻	檜山計	松前	福島	渡島日本海	管内計	知内	木古内	北斗	函館	鹿部	森	八雲	長万部	渡島太平洋 海域合計	
2017	217	19	47	8	5	4	1	46	130	76	12	88	166	0	0	0	78	1	0	0	79		
2016	1,007	57	314	62	37	80	20	122	691	278	37	315	499	0	0	0	182	2	0	0	184		
前年比%	22	33	15	12	14	4	7	38	19	27	32	28	33	0	-	-	43	34	757	-	43		
2017	133	37	14	2	0	5	1	26	84	31	18	49	223	0	0	0	174	0	0	0	174		
2016	1,841	104	621	155	129	222	27	125	1,382	370	89	458	785	3	0	0	320	2	2	0	327		
前年比%	7	35	2	1	0	2	3	21	6	8	20	11	28	0	-	21	54	11	12	-	53		
2017	268	33	34	16	13	48	4	24	173	56	39	95	550	0	0	0	453	0	1	0	455		
2016	531	35	111	155	33	56	12	32	434	59	38	97	358	0	0	0	236	1	22	0	261		
前年比%	51	95	31	10	40	86	36	75	40	96	101	98	154	83	-	10	192	27	4	-	174		
2017	329	151	84	16	10	23	1	15	300	19	10	29	508	0	0	0	468	1	9	0	479		
2016	85	4	0	33	1	27	4	4	73	6	6	12	564	0	0	0	548	0	4	0	552		
前年比%	389	3816	240123	48	1851	86	20	372	412	329	167	244	90	-	-	86	86	1975	220	-	87		
2017	279	135	66	10	3	36	4	22	276	1	2	3	687	0	0	0	454	80	132	11	7	685	
2016	38	0	1	0	1	13	1	17	33	2	3	5	732	0	0	0	657	59	10	0	0	727	
前年比%	734	-	10346	7991	221	288	354	129	841	56	55	56	94	15	-	180	69	135	1336	-	-	94	
2017	176	2	6	2	3	11	0	152	175	0	0	0	893	0	0	0	431	30	419	4	8	892	
2016	137	57	35	7	1	3	0	31	135	1	0	2	153	0	0	0	113	25	13	0	0	151	
前年比%	129	3	17	32	277	320	-	486	130	28	0	21	584	5	-	6000	381	123	3244	-	-	591	
2017	98	2	26	1	0	1	0	57	87	9	2	11	238	0	0	0	223	2	2	0	0	227	
2016	53	3	10	5	1	1	0	33	52	0	1	1	172	0	0	0	139	30	2	0	0	171	
前年比%	183	79	247	14	9	103	-	174	165	-	292	1335	139	-	-	-	160	7	129	-	-	133	
2018	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	17	0	0	0	0	17	
前年比%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	25	0	0	-	-	25	
6~	2017	948	239	179	41	29	80	7	111	687	182	79	260	1,447	0	0	0	1,173	3	10	0	0	1,187
9月	2016	3,463	199	1,045	405	200	385	63	283	2,580	713	170	883	2,206	3	0	0	1,286	5	29	0	0	1,323
小計	前年比%	27	120	17	10	14	21	12	39	27	26	46	29	66	12	-	29	91	52	36	-	-	90
10~	2017	553	140	98	12	6	48	4	230	539	10	4	14	1,823	0	0	0	1,112	112	554	15	15	1,809
1月	2016	228	60	46	11	3	17	1	81	220	3	5	8	1,074	0	0	0	927	114	25	0	0	1,066
小計	前年比%	243	231	212	108	199	285	354	285	245	302	93	182	170	13	-	224	120	99	2245	-	-	170
年度	2017	1,501	379	277	54	35	129	12	342	1,226	192	83	275	3,270	0	0	0	2,285	115	565	15	15	2,995
計	2016	3,691	260	1,091	416	203	402	64	364	2,800	716	175	891	3,280	4	0	0	2,213	119	54	0	0	2,390
前年比%	41	146	25	13	17	32	18	94	44	27	47	31	100	12	-	84	103	97	1049	-	-	125	

注) 資料は漁業生産高報告及び水試速報値、及び函館魚市場資料による。函館は函館港水揚げの船凍イカを除く。0は漁獲量0.5トン未満。

表4 2017年度松前港におけるスルメイカ漁獲量とCPUE

月	旬	地元船				外来船				合計									
		隻数	漁獲量 重量(kg)	尾数	CPUE	隻数	漁獲量 重量(kg)	尾数	CPUE	隻数	漁獲量 重量(kg)	尾数	CPUE						
6月	上旬	4	280	1,610	-	7	1,372	10,555	343.0	2,638.8	130.0	8	1,652	12,165	206.5	1,520.6	135.8		
	中旬	28	1,980	11,385	70.7	47	5,180	32,245	304.7	1,896.8	160.6	45	7,160	43,630	159.1	969.6	164.1		
	下旬	27	1,720	9,890	63.7	15	3,132	18,040	208.8	1,202.7	173.6	42	4,852	27,930	115.5	665.0	173.7		
7月	上旬	8	240	1,380	30.0	23	3,092	17,810	134.4	774.3	173.6	31	3,332	19,190	107.5	619.0	173.6		
	中旬	9	380	2,185	42.2	21	4,852	27,930	231.0	1,330.0	173.7	30	5,232	30,115	174.4	1,003.8	173.7		
	下旬	12	740	4,255	61.7	6	820	4,715	136.7	785.8	173.9	18	1,560	8,970	86.7	498.3	173.9		
8月	上旬	8	600	3,450	75.0	4	308	1,725	77.0	431.3	178.6	12	908	5,175	75.7	431.3	175.5		
	中旬	0	0	0	-	1	580	3,370	580.0	3,370.0	172.1	1	580	3,370	580.0	3,370.0	172.1		
	下旬	22	6,500	37,375	295.5	7	2,580	14,905	368.6	2,129.3	173.1	29	9,080	52,280	313.1	1,802.8	173.7		
9月	上旬	18	2,000	11,500	111.1	4	460	2,750	115.0	687.5	167.3	22	2,460	14,250	111.8	647.7	172.6		
	中旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
	下旬	13	1,120	6,440	86.2	0	0	0	-	-	-	13	1,120	6,440	86.2	495.4	173.9		
10月	上旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
	中旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
	下旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
11月	上旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
	中旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
	下旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
12月	上旬	5	120	690	24.0	1	336	1,120	336.0	1,120.0	300.0	6	456	1,810	76.0	301.7	251.9		
	中旬	4	120	690	30.0	0	0	0	-	-	-	4	120	690	30.0	172.5	173.9		
	下旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
1月	上旬	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-		
6~	9月	149	15,660	89,470	104.4	60.5	173.9	102	22,376	134,045	219.4	1,314.2	166.9	251	37,936	223,515	151.1	890.5	169.7
10~	1月	9	240	1,380	26.7	153.3	173.9	1	336	1,120	336.0	1,120.0	336.0	10	576	2,500	57.6	250.0	230.4
年計		158	15,800	90,850	100.0	575.0	173.9	103	22,712	135,165	220.5	1,312.3	168.0	261	38,512	226,015	147.6	866.0	170.4

注) 1. 松前から漁協松前事務所取り扱分のみ
2. 隻数は延べ水揚げ隻数。
3. CPUEは漁獲量/隻数。
4. 漁獲尾数は、日別、銘柄(1箱入れ尾数)別漁獲量に基づき算出した。

表5 北海道日本海主要7港における近海釣りスルメイカ出漁隻数、漁獲量、CPUEの経年変化

年度	松前			江差			大成			奥尻			余市			留萌			稚内		
	隻数	漁獲量	CPUE	隻数	漁獲量	CPUE	隻数	漁獲量	CPUE												
1992	1,987	763	384										2,174	3,088	1,421	1,270	1,252	986	1,106	2,714	2,454
1993	2,412	956	396										886	797	899	724	671	927	456	913	2,002
1994	2,758	1,073	389										1,256	1,388	1,105	787	888	1,129	691	1,349	1,952
1995	1,789	487	272										1,072	1,004	937	681	691	1,015	1,568	3,358	2,142
1996	2,209	989	448										1,050	1,141	1,087	583	699	1,199	710	2,493	3,511
1997	1,963	1,120	571										1,138	1,202	1,056	429	353	823	1,127	2,444	2,169
1998	2,013	549	273										1,567	1,273	812	1,068	1,106	1,035	2,243	3,640	1,623
1999	1,591	457	288										1,411	1,640	1,162	997	1,188	1,192	2,704	5,085	1,880
2000	1,518	398	262										928	1,092	1,177	762	795	1,043	925	2,139	2,313
2001	974	493	506										1,144	1,284	1,123	470	454	966	1,412	3,991	2,827
2002	1,325	472	356	1,984	1,266	638	4,060	1,918	472	3,998	1,845	462	1,034	1,126	1,089	755	894	1,184	930	1,564	1,682
2003	1,019	259	255	2,048	909	444	4,032	1,570	389	4,686	2,037	435	1,389	1,382	995	747	742	993	942	1,834	1,946
2004	972	276	284	1,834	818	446	3,236	993	307	4,641	1,754	378	1,158	955	824	597	571	956	996	1,739	1,746
2005	767	216	282	1,654	647	391	2,978	937	315	3,811	1,455	382	891	677	760	707	568	803	990	2,128	2,149
2006	874	231	265	1,779	1,104	620	3,834	1,618	422	3,856	1,759	456	1,147	862	751	765	827	1,081	1,065	1,707	1,603
2007	825	112	135	1,736	1,087	626	2,786	1,178	423	3,705	1,920	518	898	712	792	325	263	809	1,537	3,411	2,219
2008	408	142	347	1,264	680	538	2,471	970	393	3,429	1,786	521	550	541	984	256	229	895	808	1,742	2,155
2009	347	119	344	1,447	811	561	2,394	1,019	426	2,516	1,161	461	736	551	749	379	369	974	515	973	1,889
2010	353	116	329	1,331	579	435	2,483	1,109	447	2,766	1,546	559	638	469	736	272	203	748	975	1,820	1,867
2011	337	170	504	1,411	959	680	2,998	1,593	531	3,038	1,713	564	750	807	1,076	261	276	1,058	964	1,628	1,689
2012	219	92	422	1,391	688	494	2,852	1,514	531	2,361	1,186	502	639	403	631	293	232	791	619	1,143	1,847
2013	278	114	408	1,447	637	440	2,451	1,211	494	2,495	1,159	465	259	207	801	174	130	746	833	1,304	1,566
2014	204	52	256	1,403	684	488	1,573	753	479	1,963	749	382	266	239	898	357	380	1,063	714	599	839
2015	170	44	259	805	205	255	1,061	307	289	1,579	409	259	231	166	719	196	114	582	697	685	983
2016	135	23	169	823	248	302	1,048	327	312	1,505	366	243	413	230	557	257	133	516	1,639	1,619	988
2017	158	16	100	649	114	176	529	139	264	1,382	338	245	369	243	657	110	116	1,054	2,644	2,483	939

注)各漁協提供データより水産試験場集計。年度は6月～翌年1月。隻数は延べ操業日数。漁獲量はトン。CPUEはkg/1日1隻。松前は地元船のみの値

表6 胆振管内におけるスルメイカ漁期別漁獲量の経年変化

年度	(単位:トン)												4~9月計	10~3月計	年度計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
1986年	0	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	1	6	7
1987年	0	0	0	0	1	5	6	8	0	15	0	0	6	29	35
1988年	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	1	5	6
1989年	0	0	0	0	49	138	107	140	2	0	0	0	187	249	436
1990年	0	0	0	0	9	51	43	44	2	0	0	38	60	127	187
1991年	0	0	0	0	5	38	162	88	3	0	0	0	43	253	296
1992年	0	0	0	0	39	51	262	40	0	0	52	0	90	353	444
1993年	0	0	0	0	66	99	1,076	331	9	0	0	0	165	1,416	1,582
1994年	0	0	0	42	125	76	915	201	5	0	0	0	243	1,122	1,365
1995年	0	0	1	18	105	84	1,054	295	2	0	0	0	208	1,351	1,559
1996年	0	0	0	63	211	146	1,014	658	16	0	0	0	420	1,687	2,108
1997年	0	0	0	12	85	210	2,908	91	1	0	0	0	307	2,999	3,306
1998年	0	0	0	1	64	36	80	345	7	0	0	0	101	433	533
1999年	0	0	0	17	102	230	128	3	0	0	0	0	349	132	481
2000年	0	0	0	64	182	399	769	1,013	18	0	0	0	645	1,801	2,446
2001年	0	0	0	14	183	356	2,183	1,479	0	0	0	0	553	3,662	4,215
2002年	0	0	0	34	157	772	273	0	0	0	0	0	191	1,045	1,236
2003年	0	0	0	9	354	4,554	1,089	20	0	0	0	0	363	5,663	6,026
2004年	0	0	2	217	266	387	1,461	245	12	0	0	0	871	1,718	2,589
2005年	0	0	0	18	101	139	1,482	596	5	0	0	0	258	2,083	2,341
2006年	0	0	0	0	25	76	1,116	19	130	0	0	0	102	1,265	1,368
2007年	0	0	0	6	232	287	966	675	208	0	0	0	525	1,849	2,374
2008年	1	0	0	1	72	465	2,864	1,549	309	0	0	0	539	4,721	5,260
2009年	0	0	0	4	122	564	4,004	510	25	0	0	0	691	4,539	5,229
2010年	0	0	0	2	111	278	2,594	855	65	0	0	0	391	3,514	3,905
2011年	0	0	0	0	79	170	1,277	732	14	0	0	0	249	2,023	2,272
2012年	0	0	0	24	254	719	537	328	1	0	0	0	997	865	1,862
2013年	0	0	0	2	195	427	693	461	150	5	0	0	625	1,310	1,935
2014年	0	0	0	0	67	235	934	375	29	0	1	0	302	1,340	1,642
2015年	0	0	0	0	5	66	1,012	190	224	13	0	0	71	1,439	1,510
2016年	0	0	0	0	23	170	864	13	12	2	0	0	193	890	1,083
2017年	0	0	0	0	4	121	1,207	57	7	0	0	0	124	1,271	1,395

資料:漁業生産高報告及び水試速報値。2017年は暫定値。各月の値の「0」は漁獲量0.5トン未満。

表7 日高管内におけるスルメイカ漁期別漁獲量の経年変化

(単位: トン)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4~9月計	10~3月計	年計
1986年	0	0	0	0	0	158	108	14	0	0	0	0	158	122	280
1987年	0	0	0	0	13	44	2	16	0	0	0	0	57	18	75
1988年	0	0	0	0	4	62	294	55	0	0	0	0	66	349	415
1989年	0	0	0	0	708	3,113	557	550	8	0	0	3	3,821	1,118	4,939
1990年	0	0	0	0	358	363	420	455	0	0	0	0	721	875	1,596
1991年	0	0	0	2	1,434	767	1,170	166	0	0	0	0	2,203	1,336	3,539
1992年	0	0	0	26	857	3,588	2,919	5	0	0	0	0	4,471	2,924	7,395
1993年	0	0	0	41	1,386	5,144	3,108	385	72	0	0	0	6,571	3,565	10,136
1994年	0	0	6	334	2,106	1,274	2,418	562	37	0	0	0	3,720	3,017	6,737
1995年	0	0	0	324	1,426	1,926	1,696	24	4	0	0	0	3,676	1,724	5,401
1996年	0	0	0	371	1,153	3,381	1,603	396	5	0	0	0	4,905	2,004	6,910
1997年	0	0	0	48	2,775	9,178	3,924	21	0	0	0	0	12,001	3,946	15,947
1998年	0	0	0	1	946	678	2,159	411	13	0	0	0	1,625	2,583	4,208
1999年	0	0	0	125	1,525	1,047	164	6	0	0	0	0	2,698	170	2,868
2000年	0	0	0	505	1,494	1,088	642	319	0	0	0	0	3,088	962	4,050
2001年	0	0	0	13	567	1,202	942	168	0	0	0	0	1,782	1,110	2,891
2002年	0	0	0	11	640	1,068	493	23	0	0	0	0	1,719	516	2,235
2003年	0	0	0	87	1,217	3,471	1,486	1,449	1	0	0	0	4,775	2,935	7,710
2004年	0	0	2	774	1,378	1,946	1,158	366	3	0	0	0	4,100	1,526	5,626
2005年	0	0	0	6	1,639	556	803	474	0	0	0	0	2,201	1,277	3,477
2006年	0	0	0	18	1,917	657	55	133	0	0	0	0	2,592	188	2,780
2007年	0	0	1	634	1,355	594	648	187	0	0	0	0	2,582	835	3,418
2008年	0	0	0	30	1,624	1,495	1,686	484	1	0	0	0	3,149	2,170	5,319
2009年	0	0	1	781	3,127	2,442	512	247	0	0	0	0	6,352	759	7,111
2010年	0	0	0	1	1,170	881	263	189	1	0	0	0	2,052	453	2,506
2011年	0	0	1	342	1,343	389	483	378	0	0	0	0	2,075	862	2,936
2012年	0	0	1	899	2,950	936	413	351	32	0	0	0	4,785	796	5,581
2013年	0	0	0	85	1,288	647	489	368	1	0	0	0	2,020	858	2,879
2014年	0	0	0	3	286	801	477	217	0	0	0	0	1,090	694	1,784
2015年	0	0	0	0	5	681	164	319	11	0	0	0	686	494	1,180
2016年	0	0	0	0	304	610	133	345	1	0	0	0	914	478	1,392
2017年	0	0	0	0	25	11	185	115	4	0	0	0	36	304	340

資料: 漁業生産高報告及び水試速報値。2017年は暫定値。各月の値の「0」は漁獲量0.5トン未満。

表8 函館港における過去10年の近海釣りスルメイカ旬別漁獲量 (t) とCPUE(1日1隻あたり漁獲量kg)の経年変化

	2008年		2009年		2010年		2011年		2012年		2013年		2014年		2015年		2016年		2017年											
	隻数	漁獲量 CPUE																												
6月上旬	88	18	199	104	21	206	152	50	329	20	3	133	123	42	340	152	57	378	40	7	169	73	6	76	91	23	251	70	11	155
6月中旬	133	46	349	187	62	332	142	31	215	144	28	197	122	33	272	146	57	388	107	32	299	131	20	152	85	17	200	132	11	85
6月下旬	154	59	383	179	49	275	171	35	205	132	55	417	181	73	401	129	15	120	134	24	177	152	56	370	124	21	173	119	10	85
7月上旬	187	48	258	206	50	243	218	46	210	147	69	472	158	36	231	225	67	299	165	26	158	204	69	339	157	29	188	152	12	82
7月中旬	168	62	367	169	51	304	144	31	214	211	127	602	180	61	337	241	77	319	142	24	170	128	52	408	139	42	302	148	17	113
7月下旬	321	153	476	256	79	308	252	51	204	244	166	680	246	94	382	172	26	153	164	30	186	254	149	588	191	33	175	173	18	106
8月上旬	246	130	527	210	53	251	198	61	309	253	97	384	234	82	350	227	30	133	157	31	195	162	38	233	207	26	127	145	26	178
8月中旬	285	103	362	277	75	272	230	70	304	213	45	213	223	113	506	170	67	392	131	13	100	172	28	163	166	12	75	152	28	183
8月下旬	179	46	254	214	47	217	154	28	182	181	40	218	261	159	608	203	60	297	139	12	84	134	15	111	122	9	75	284	126	444
9月上旬	236	104	439	184	29	157	137	30	216	129	51	398	165	68	414	156	41	261	128	25	192	146	23	156	167	37	220	241	55	230
9月中旬	322	220	684	182	26	143	189	51	269	177	45	251	198	113	571	155	46	300	144	18	123	115	23	202	125	16	128	104	15	141
9月下旬	218	112	514	201	45	225	139	32	228	207	49	236	109	37	342	161	39	245	130	22	172	102	17	167	157	19	123	162	25	157
10月上旬	322	107	333	244	49	201	181	45	247	211	106	503	112	23	203	106	8	79	113	34	298	58	8	135	82	11	131	102	16	153
10月中旬	252	76	301	339	148	436	245	68	277	131	17	128	37	7	183	84	10	121	87	22	249	105	25	238	138	7	53	134	14	102
10月下旬	326	181	556	262	120	459	235	43	185	187	63	336	100	9	90	194	35	180	133	67	502	134	19	144	53	2	43	88	13	143
11月上旬	202	127	629	176	39	224	133	24	184	197	48	242	95	13	141	128	19	147	99	43	435	132	34	261	64	2	27	54	2	43
11月中旬	234	76	326	114	63	557	155	57	370	110	24	218	127	24	188	111	30	269	111	64	573	140	43	305	6	0	70	20	1	27
11月下旬	197	95	481	348	155	446	147	60	405	83	50	600	82	10	123	121	104	860	177	92	520	133	61	458	19	2	88	6	1	123
12月上旬	197	93	471	162	37	226	242	183	755	262	140	535	48	9	186	165	71	431	159	57	355	66	14	210	22	2	68	5	0	12
12月中旬	364	142	390	311	126	404	295	165	559	99	27	272	113	27	238	126	33	263	154	61	399	85	14	169	1	0	61	12	1	89
12月下旬	189	63	331	131	48	365	107	39	363	93	30	322	129	47	366	83	18	220	102	52	505	42	6	135	4	1	193	8	1	182
1月	241	68	280	82	17	206	90	59	661	34	19	557	0	0	-	51	14	280	12	1	101	0	0	-	0	0	-	4	0	116
6月計	375	123	328	470	133	282	465	116	249	296	86	291	426	148	346	427	130	304	281	62	222	356	82	229	300	61	204	321	32	100
7月計	676	263	389	631	180	286	614	128	209	602	362	602	584	191	327	638	171	267	471	81	171	586	271	462	487	105	215	473	47	100
8月計	710	278	392	701	175	249	582	159	273	647	182	281	718	353	492	600	157	261	427	55	130	468	81	172	495	48	96	581	180	309
9月計	776	436	561	567	100	176	465	112	241	513	145	282	472	219	463	472	127	268	402	65	161	363	63	173	449	72	160	507	95	188
10月計	900	364	405	845	317	375	661	156	236	529	186	351	249	38	154	384	53	139	333	122	367	297	52	175	273	20	75	324	42	129
11月計	633	298	471	638	258	404	435	141	325	390	122	312	304	47	156	360	153	424	387	199	513	405	138	341	89	4	43	80	4	45
12月計	750	297	396	604	210	348	644	386	600	454	197	434	290	83	286	374	123	328	415	170	408	193	34	175	27	2	86	25	3	103
1月計	241	68	280	82	17	206	90	59	661	34	19	557	0	0	-	51	14	280	12	1	101	0	0	-	0	0	-	4	0	116
6~9月計	2,537	1,100	434	2,369	587	248	2,126	515	242	2,058	775	377	2,200	911	414	2,137	584	273	1,581	263	166	1,773	496	280	1,731	286	165	1,882	355	

2. 2. 1 スケトウダラ（道西日本海檜山海域）

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・武藤 卓志
 協力機関 檜山振興局水産課
 檜山地区水産技術普及指導所

(1) 目的

檜山海域におけるスケトウダラの魚群行動、漁場形成機構、数量変動等の要因を解明し、資源評価と漁況予測技術の精度を高め、漁業経営の安定を図る。

(2) 経過の概要

ア 陸上調査

檜山振興局水産課、檜山地区水産技術普及指導所の協力を得て、11～12月のすけとうだら延縄漁業漁期中に漁獲物を乙部地区から収集し、生物測定を行った。漁獲量は漁業生産高報告（2016、2017年度は水試集計速報値）及びひやま漁協の漁獲日報から集計した。また、2015年度から始まった「檜山海域すけとうだら固定式刺し網漁法企業化試験」の漁獲物についても生物測定を実施し、漁獲情報の収集を行った。

松前町と福島町の漁獲量は、漁業生産高報告（2016、2017年度は水試集計速報値）から集計した。また、生物測定は漁獲量が少なかったため実施しなかった。

イ 海上調査

道西日本海におけるスケトウダラ産卵群の分布状況を明らかにするために、金星丸を用いて、すけとうだら延縄漁業漁期前の10月と漁期中の12月に新規加入量調査を実施した。

ウ 成果の広報

調査結果は、マリンネット北海道HPで公開したほか、檜山すけとうだら延縄漁業協議会などで報告した。

(3) 得られた結果

ア 陸上調査

(ア) 2017年度漁期の漁業の概要

a 漁獲量と漁獲金額

1981年度以降の檜山海域におけるスケトウダラ漁獲量は、年により増減はあるものの、1993年度（17,770トン）をピークに減少傾向となっている（図1）。2017年度の檜山管内漁獲量は1981年度以降では最低の186トン（暫定値）で、前年度（400トン）の46%であった（表1）。漁獲金額は、檜山管内全体で0.6億円（暫定値）で、前年度（0.9億円）の60%であった（表1）。

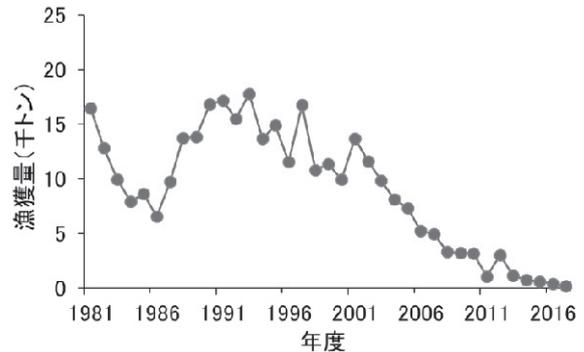


図1 檜山海域におけるスケトウダラ漁獲量の経年変化

表1 スケトウダラの地区別漁獲量と金額

	2016年度漁期計		2017年度漁期計		前年対比(%)	
	数量	金額	数量	金額	数量	金額
せたな	1	89	0	15	12	17
熊石	60	13,087	5	627	9	5
乙部	334	80,060	181	56,214	54	70
江差	3	712	0	0	-	-
上ノ国	0	38	0	0	-	-
奥尻	2	227	0	0	-	-
合計	400	94,213	186	56,856	46	60
松前	4	175	4	189	95	108
福島	0	0	0	0	-	-
合計	4	175	4	189	95	108

※ 4月～翌年3月計（漁業生産高報告）。2017年度は暫定値。
 せたな：旧瀬棚町、旧北檜山町、旧大成町の合計値。
 漁獲量、金額には延縄漁業以外の漁法で漁獲されたものも含む
 なお熊石は現在は八雲町熊石。
 2017年度のデータの一部は水試速報集計値を使用。

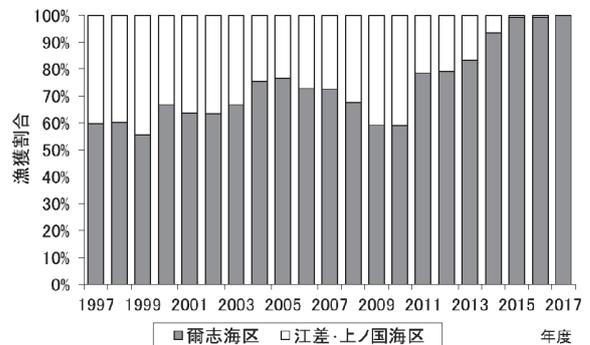


図2 檜山管内における地区別漁獲割合の経年変化

檜山海域のスケトウダラ漁獲量を地区別にみると、爾志海区（熊石+乙部）の漁獲割合は1997～2010年度までは70%前後で推移したが、2011年度以降徐々に増加

し、2015年度以降はほぼ100%となった（図2）。

b 漁獲物の特徴

2013～2017年度の檜山海域における延縄漁獲物の尾又長組成と年齢組成を図3に、2015年度から始まった「檜山海域すけとうだら固定式刺し網漁法企業化試験」で漁獲されたスケトウダラの尾又長組成と年齢組成を図4に示す。

2013～2017年度の延縄漁獲物の年齢組成をみると、毎年2005年級群と2006年級群（2017年度の10歳以上）が主体に漁獲される一方で、後続の2007年級群以降の漁獲物が少ないため、年々高齢化した。2017年度は10歳以上が主体であったが、近年では豊度がやや高いと考えられる7歳（2010年級群）も漁獲された。この間の尾又長組成は、高齢化に伴い年を追うごとに徐々に大きくなっていった。一方、2017年度の刺し網の年齢組成は、延縄漁獲物と同様に10歳以上を主体に7歳も漁獲されていた（図4）。

c 漁獲動向と漁獲努力量

乙部町におけるすけとうだら延縄漁業の漁獲量、平均単価、操業日数、平均CPUE（1日1隻あたりの漁獲量）、延べ操業隻数の経年変化を図5に示した。

漁獲量と平均CPUEは、1980年代前半から中盤にかけてともに減少し、1986年度にはそれぞれ3,081トン、1.5トンまで低下した。その後は増加傾向となり、1993年度には漁獲量が7,293トン、平均CPUEは3.6トンとなった。1994年度以降は年変動があるものの再び減少傾向となった。2017年度の漁獲量は154トンと前年（222トン）を下回った。また、平均CPUEも0.9トンと前年（1.2トン）を下回った。

平均単価（円/kg）は、2009年度まで変動を繰り返しながら上昇傾向にあったが、2010～2014年度は190円以下の安価で推移した。これは道南太平洋での豊漁が影響したと考えられる。2017年度は道南太平洋が不漁であったこともあり、1980年以降では最も高い297円であった。

2017年度の操業日数は前年をやや下回る19日で、延べ操業隻数は着業隻数が減少したこともあり1980年度以降では最低の169隻であった。

乙部町豊浜地区ですけとうだら延縄漁に使用した縄数は、記録が残っている1998年度以降減少傾向にあり、2017年度は3,900縄であった（図6）。これは1998年度の約3%であった。

d 道西日本海の漁獲動向（図7）

道西日本海全体のスケトウダラ漁獲量は、1970～

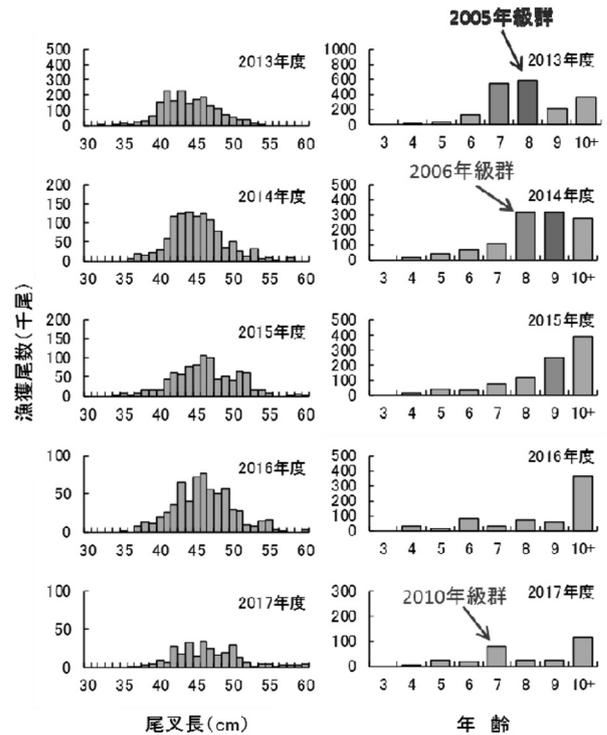


図3 檜山海域における延縄漁獲物の尾又長組成と年齢組成

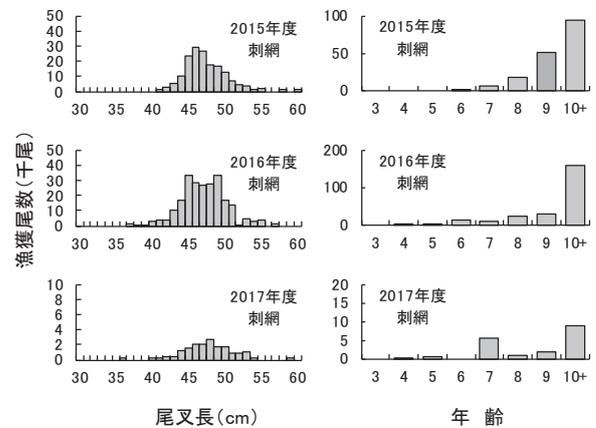


図4 檜山海域における刺し網漁獲物の尾又長組成と年齢組成

1992年度まではおよそ8～15万トンで推移していた。1993年度には10万トンを下回り、その後減少傾向を示した。2001、2002年度はやや増加したものの、2004年度以降は再び減少傾向で推移している。2013年度には1万トンを下回る9,553トンとなり、TACがABC相当に削減された2015年度は5,390トンまで大きく減少した。その後は横ばいで推移し、2017年度は5,317トンであった。

漁業別でみると、積丹半島以北を漁場としている沖合底曳網漁業の漁獲量の減少が大きく、1989～1992年度には9万トン台の漁獲量があったが、1993年度以降、

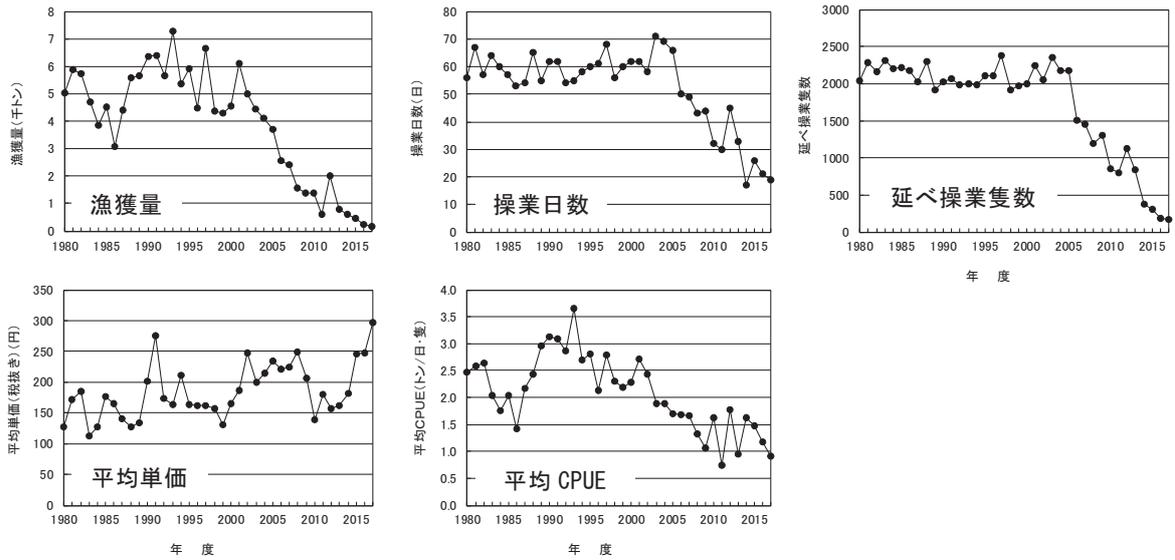


図5 すけとうだら延縄漁業による漁獲結果の経年変化(乙部町)

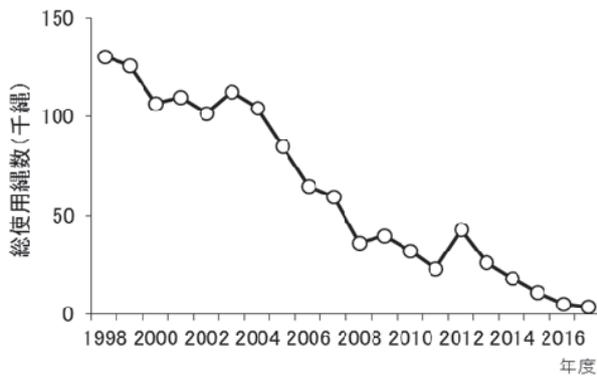


図6 すけとうだら延縄漁で使用した縄数の経年変化(乙部町豊浜地区)

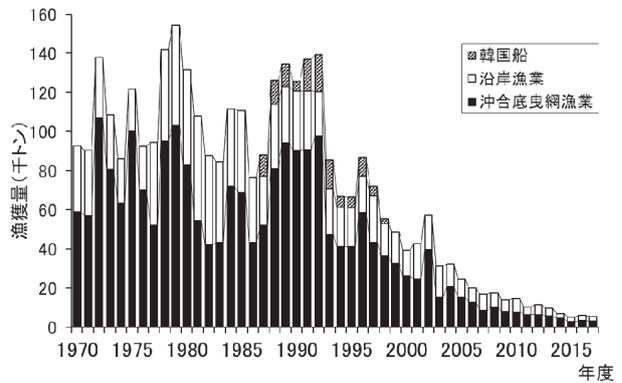


図7 道西日本海におけるスケトウダラの漁業別漁獲量の推移

減少傾向が続き、2015年度は2,814トンにまで減少した。その後は横ばいで推移し、2017年度は3,093トンであった。

沿岸漁業は1979年の5.7万トンを最高に減少傾向となり、2005年度に1万トンを下回った。その後も減少傾向が続き、2017年度は2,190トンであった(図7)。

イ 海上調査

(ア) 産卵群漁期前分布調査(新規加入量調査)

2017年10月14～22日に積丹半島以南の海域で、計量魚探調査、海洋観測調査、着底トロールによる漁獲調査を実施した(図8)。計量魚探調査では調査海域に設定した調査線上を航走し、EK60(Simrad社製)を用いて音響データを収録した。音響データ収録中の船速は10ktとし、海況に応じて適宜減速した。海洋観測調査では、CTD(SeaBird社製)を用いて水温および塩分の観測を行った。また、魚種確認と生物情報収集のため、奥尻海峡(奥尻島の東)、奥尻海脚(奥尻島の南)、相沼沖(熊石と乙部の間)、小島堆(松前小島の西)

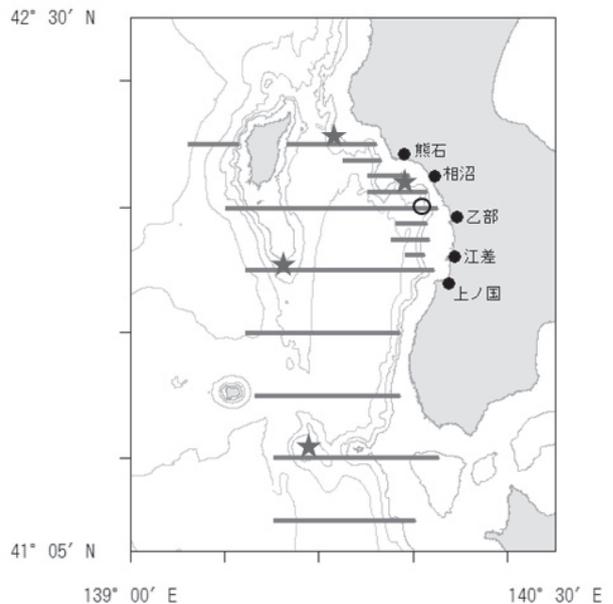


図8 スケトウダラ調査海域図

実線(—)は魚探調査ライン
星印(★)はトロール調査点
黒丸(○)は海洋観測点

の4調査点で着底トロール調査を実施した。

ここでは函館水試の担当海域である檜山海域以南(Qライン以南)の調査結果について記す。

a 道南日本海海域における魚群の分布(図9)

スケトウダラは、例年と同様に奥尻島の東側、奥尻島南の奥尻海脚、松前小島堆周辺などの沖合域で分布が多かった。沿岸域の中では、熊石沖から乙部沖の北部海域で比較的多く分布していた。

b スケトウダラの分布量(図10)

計量魚探調査結果から推定された檜山海域のスケトウダラ分布量は、2008年以降低水準で推移しており、2017年度は前年(12,247トン)をやや上回る15,876トンであった。

c 水温環境

すけとうだら延縄漁場が形成される乙部沖の10月の鉛直水温分布を図11に示す。この時期スケトウダラが多く分布する水深300m以深はほぼ平年並であったが、100m以浅は平年を1~2℃下回っていた。

d 着底トロールによるスケトウダラの尾叉長組成(図12)

奥尻海峡と相沼沖では、尾叉長40cm前後に加え、2歳(2015年級群)と思われる30cm未満のスケトウダラが漁獲された(図12)。一方、奥尻海脚や小島堆では尾叉長30cm未満は漁獲されず、主に40~45cmのスケトウダラが漁獲された。以上のように、北側は魚体が小さく、南にいくほど魚体が大きかった。

(イ)産卵群漁期中分布調査(新規加入量調査)

2017年12月7~11日に、奥尻島以南の檜山海域で計

量魚探調査、海洋観測調査、着底トロール調査を、(ア)の産卵群漁期前分布調査と同様に実施した(図13)。ただし、着底トロール調査は奥尻海峡のみで実施した。

a 檜山海域における魚群の分布(図14)

スケトウダラ魚群の多くは大成沖から乙部沖の沿岸域に分布していた。一方、10月の漁期前調査ではスケトウダラがまとまって分布していた奥尻島の南側ではほとんど分布が見られなかった。また、江差沖や上ノ国沖ではほとんど魚群が分布していなかった。

b スケトウダラの分布量

計量魚探調査結果から推定された、すけとうだら延縄漁場とその周辺のスケトウダラ分布量を図15に示す。2017年のスケトウダラ分布量は716トンで、前年(4,459トン)を大幅に下回った。当海域のスケトウダラ分布量は、調査が始まった2002年から2008年まで概ね減少傾向で推移し、2010年以降は極めて低い水準で横ばい傾向となっている。

c 水温環境

すけとうだら延縄漁場である乙部沖の12月の鉛直水温分布を図16に示す。スケトウダラが分布していた水深300~500mの水温は1.7℃以下で平年並みであった。

d 着底トロールによるスケトウダラの尾叉長組成

図13に示す1調査点で着底トロールを実施した。漁獲対象となる尾叉長40cm以上に加え、2歳(2015年級群)と思われる30cm未満のスケトウダラも漁獲された(図17)。

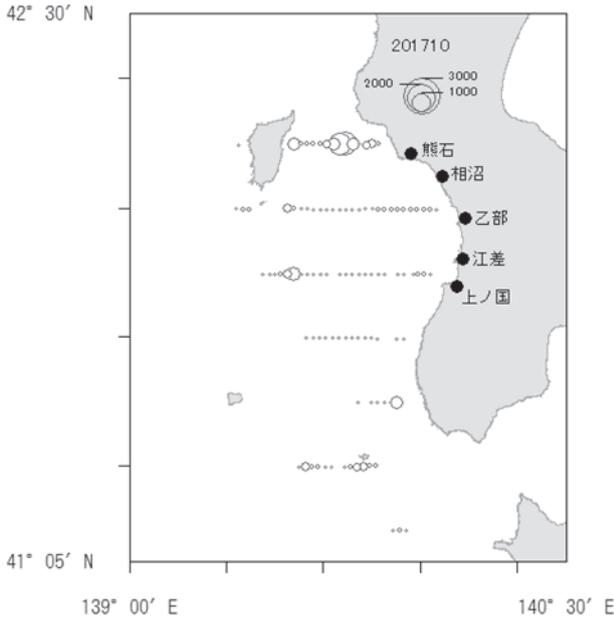


図9 調査海域全体の魚群の水平分布
○の大きさが魚群反応量を示す

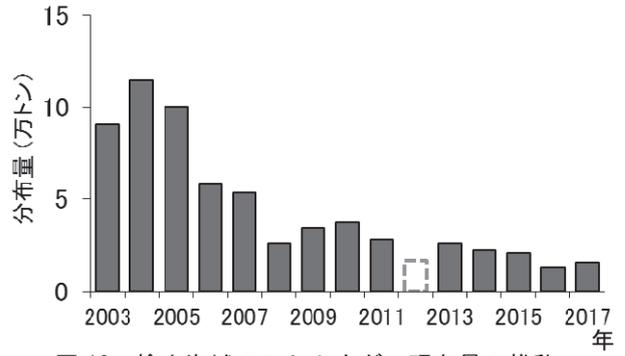


図10 檜山海域のスケトウダラ現存量の推移
※2012年は荒天による欠測等により過小評価されているため参考値

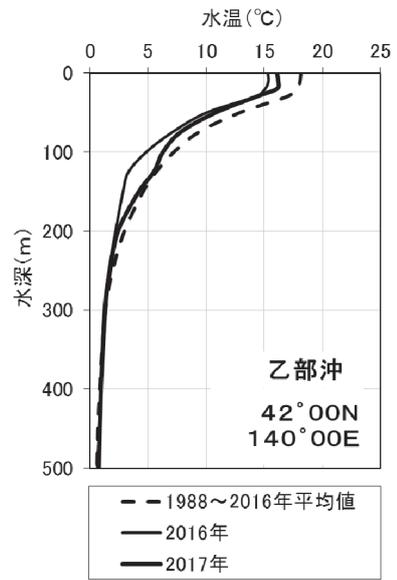


図11 乙部沖の10月の鉛直水温分布

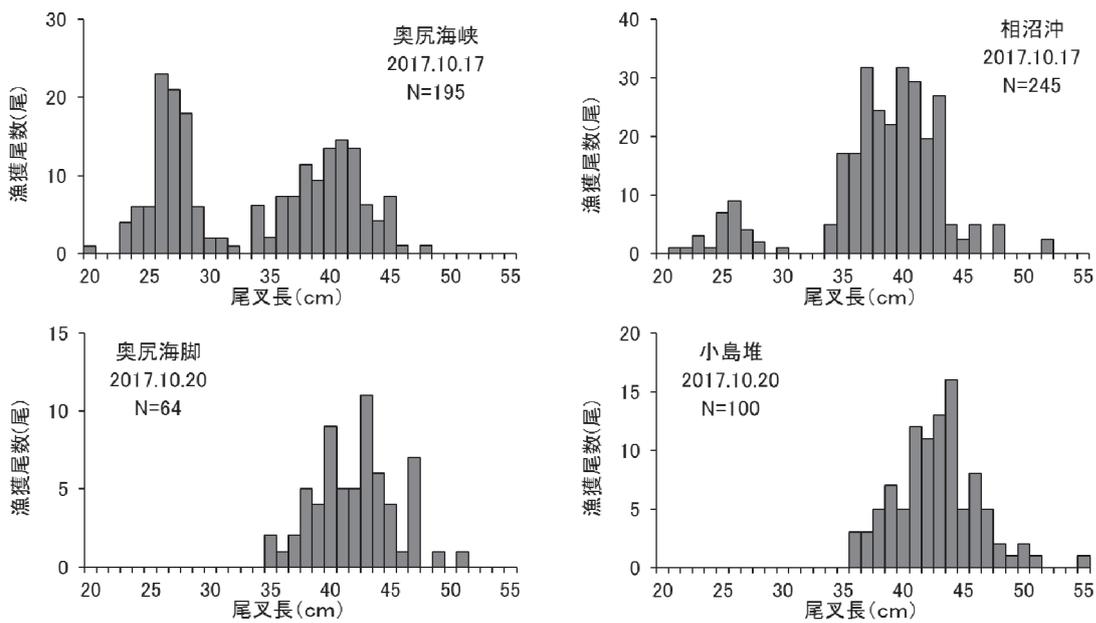


図12 着底トロール調査で漁獲したスケトウダラの尾叉長組成

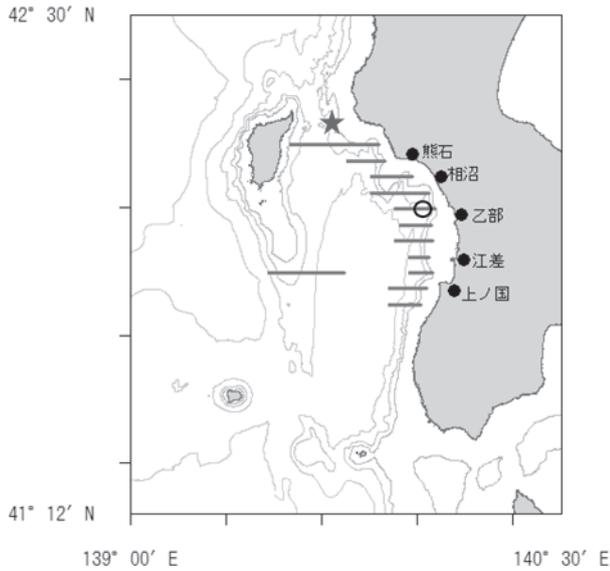


図 13 スケトウダラ調査海域図

実線(—)は魚探調査ライン
 星印(★)はトロール調査点
 黒丸(○)は海洋観測点

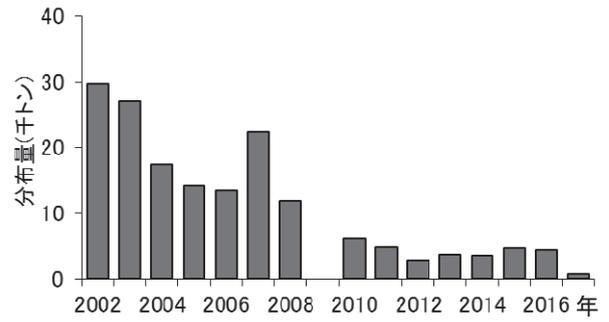


図 15 延縄漁場とその周辺のスケトウダラ分布量の推移 ※2009年は荒天で調査できず

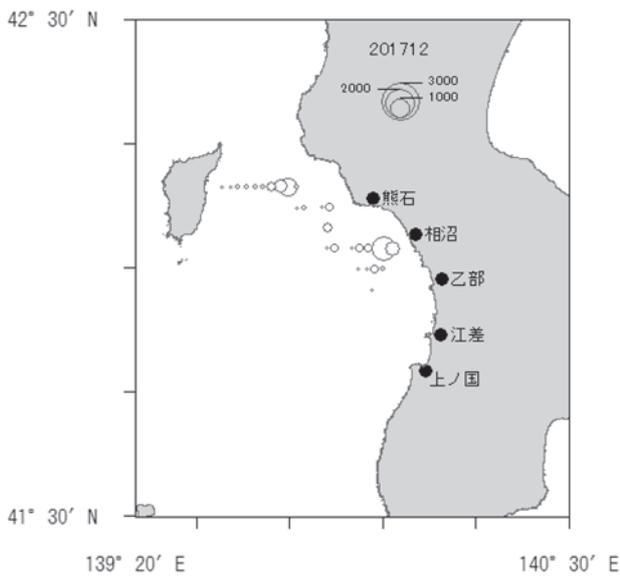


図 14 調査海域全体の魚群の水平分布
 ○の大きさが魚群反応量を示す

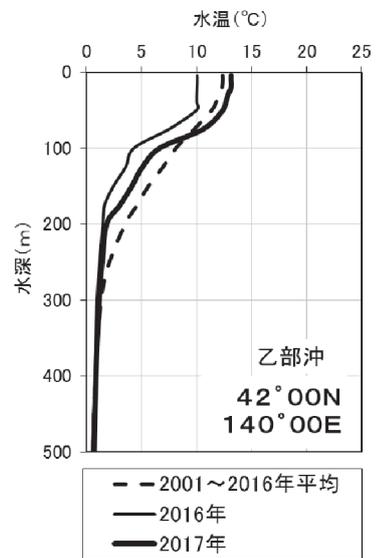


図 16 乙部沖の12月の鉛直水温分布

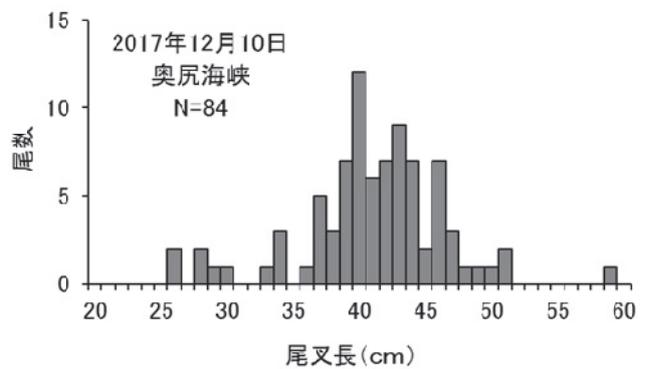


図 17 着底トロール調査で漁獲したスケトウダラの尾叉長組成

2. 2. 2 スケトウダラ（道南太平洋）

担当者 調査研究部 武藤 卓志
共同研究機関 栽培水産試験場

（1）目的

道南太平洋海域におけるスケトウダラの魚群行動、漁場形成機構、数量変動等の要因を解明し、資源評価と漁況予測技術の精度を高め、漁業経営の安定を図る。

（2）経過の概要

ア 漁獲物調査

（ア）漁獲統計調査

a 漁獲量

刺し網、定置網およびその他の沿岸漁業における漁獲量については漁業生産高報告から集計した。集計範囲は、渡島総合振興局のうち函館市恵山地区（旧恵山町）～長万部町（ただし八雲町熊石地区（旧熊石町）は除く）、胆振総合振興局および日高振興局から収集した。なお、2017年度については水試集計速報値であり、一部北海道水産林務部漁業管理課集計値（暫定値）を含む。また、沖合底びき網（以下、沖底）漁業の漁獲量は、北海道沖合底曳網漁業漁獲統計年報（以下、沖底年報）から集計した。集計範囲は中海区「襟裳以西」で漁区別に収集した。集計年は年度（4月～翌3月）とした。

b 漁業情報

（a）刺し網漁業の資源量指数

渡島および胆振総合振興局が2003年度から収集しているスケトウダラ固定式刺し網漁業漁獲成績報告書（以下、漁績）を入手し、スケトウダラ漁獲量の比較的多い南かやべ、鹿部およびいぶり中央漁協での月別の漁獲量、網数データから刺し網漁業の月別資源量指数を算出した。月別資源量指数は、漁獲成績報告書から月別・漁区別CPUE（kg/反）を集計し、漁区別CPUEを月別に合算することにより算出した。なお、月別資源量指数は、毎月漁場を通過する漁獲量を表していると考え、10月～1月の月別資源量指数を合算したものを年間の刺し網の資源量指数とし、年毎の産卵親魚の来遊量の評価した。また、漁区別CPUEの算出に使用した漁区は、ほぼ毎年使用されている182～194及び197漁区に限定した。ただし、各月、網数データはあるものの、漁獲量が0の漁区は集計対象から除外した。

なお、刺し網1反の長さは渡島管内では27m、胆振管内では45mと、海域により異なるため、網長45mを1反と定義し、反数を努力量の指標値として用いた。集計期間については、スケトウダラ固定式刺し網漁業の漁期は10月～3月となっているが、TACによる操業規制等で2月以降の操業を行わなかった年度があることから、2月以降は含まず10月～1月とした。

（b）刺し網の標準化CPUE（操業日誌）

操業日誌は、2010年度より渡島及び胆振地区のスケトウダラ刺し網船団の代表船（18隻）に依頼し、操業日ごとの操業位置（緯度・経度）、使用した網数（反）、漁獲量（kg）を記入したものである。この操業日誌のデータを用いて標準化CPUEを算出した。

CPUEの標準化には正規分布を仮定した一般化線形モデルを利用し、応答変数に対数変換した船別日別のCPUEを、説明変数に年、月、漁具の中央部の水深、漁具の浸漬日数、根拠港、操業エリアを用いた。CPUEは操業エリア、月、水深ごとに年変動パターンに違いがみられたので、これらの説明変数はそれぞれの年との交互作用項としてモデル化した。操業データの中には漁獲が0であったデータも含まれたため、応答変数はCPUEに定数項を加え対数変換したものとした。この定数項には、平均CPUEの10%の値を与えた（constant）。

$$\log(\text{CPUE} + \text{constant}) \sim \text{Year} * \text{Month} + \text{Year} * \text{Area} + \text{Year} * \text{Depth} + \text{Duration} + \text{Port} + \text{Intercept}$$

ここで、CPUEは日別船別の漁獲量（kg）を努力量（網長）で割った値、Yearは操業日誌の記録が行われた2010年～2016年、Monthは10月～翌年2月とし（Areaは後述の方法で設定した操業エリア、Depthは後述の方法で推定した漁具の中央における水深（m）、Durationは漁具の浸漬日数（1日～3日）、Portは根拠港（例えば、南かやべ漁協白尻港所属船であれば白尻）である。すべての説明変数はカテゴリカル変数として用いた。

漁具の中央部の水深の推定にはArcGISを用いて行った。日誌に記録された緯度・経度情報から、網の両端の位置をArcMap上にプロットし、両点を結ぶ直線を描画し、これを漁具の設置位置とした。次に、この直線

の中間点を算出するツールを用いて、漁具の中間点を割り出し、別途作成した海底等深線のポリゴンから深度データを読み取り、漁具中間点における水深とした(1m単位)。こうして得られた水深を7つの階級(～100m, ～150m, ～200m, ～250m, ～300m, ～350m, ～400m以浅)に分類したものを漁具の中央部の水深(Depth)とした。操業エリアは沖底漁区を基準とし、海域を11の操業エリアに分割した。日誌に記録された操業位置のうち投網開始位置を基準にして、各操業データに操業エリアの情報を紐付けた。

(c) 沖底漁業の資源量指数

沖底年報の襟裳以西海域のうち、スケトウダラの産卵場周辺海域(沖底年報の海区コードの小海区24～27:図1)を緯度および経度10'メッシュで分割した漁区において、10月～1月の漁区別漁獲量を漁区別曳網回数(全曳網数)で除すことにより、漁区別CPUE(1曳網あたりの漁獲量(kg))を算出した。この漁区別CPUEを合算したものを沖底漁業の資源量指数とした。なお、沖底漁業の主漁期は9月～2月であるが、9月においては産卵場周辺海域(24～27海区)での漁獲量が少ないこと、また、2月では努力量の年変動が大きく資源量指数を算出するのに適していないことから、この2ヶ月は集計対象には含めなかった。また、資源量指数では、曳網回数が10回以下の漁区は集計対象から除外した。

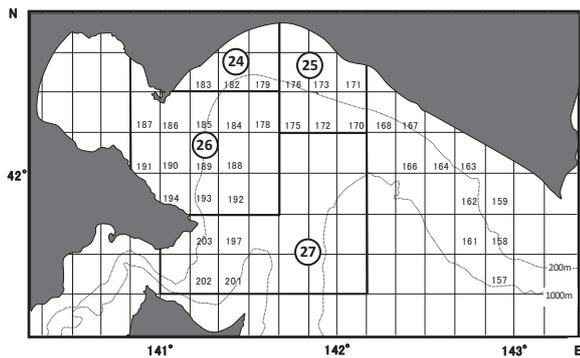


図1 沖底漁業における資源量指数の集計対象海区

(イ) 漁獲物の生物測定調査

10～3月の漁期中にスケトウダラ漁獲物の生物測定を行い、性別、年齢および体長(尾叉長)組成、成熟度等の情報を得た。標本の採集場所は、鹿部(刺し網:10～1月,各月1回)、登別(刺し網:10～2月,各

月1回)、室蘭(沖底:12～1月,各月1回)であった。

イ 調査船調査(産卵来遊群分布調査)

函館水産試験場調査船金星丸(151トン)を使用して、道南太平洋海域の水深50～500mにおけるスケトウダラ産卵来遊群の分布調査を行った(図2)。

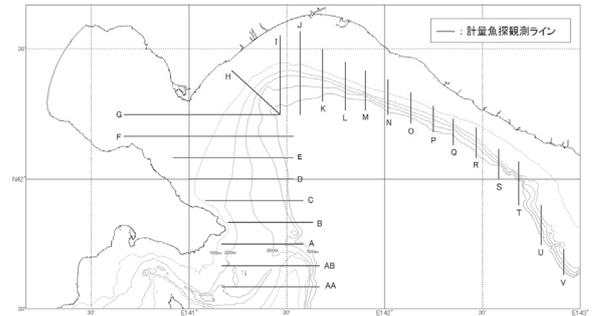


図2 産卵来遊群分布調査海域

調査はスケトウダラ刺し網漁業漁期前の8月下旬(1次調査)、漁期中(産卵期直前)の11月下旬(2次調査)および産卵期の1月中旬(3次調査)の3回実施した。調査の概要は以下のとおりである。

(ア) 調査期間

- 1次調査:2017年8月29日～9月5日
- 2次調査:2017年11月14～21日
- 3次調査:2018年1月15～20日

(イ) 調査内容

等深線に対して垂直に主に5マイル間隔で設定した調査線上を航走し、金星丸に搭載した計量魚群探知機EK-60(シムラッド社製)により音響データを収録した(設定値は表1)。音響データ収録中の船速は10ktを基本とし、海況により適宜減速した。音響データを収録した範囲は、1次調査はAA～V調査線、2次調査はA～T調査線、3次調査はC～L調査線とした。収録した音響データの解析は、計量魚探データ解析用ソフトウェアEchoview(Myriax社製)を用いて行った。また、魚種確認およびスケトウダラ生物情報取得のためのトロール調査を実施した。

表1 計量魚探(EK-60)の設定値

周波数	38 kHz
送信出力	2.0 kW
パルス幅	1.0 msec
EDSU	0.1 nmi
積分深度	10～500 m
Threshold	-70 dB

調査海域内のスケトウダラ反応量は、平均 S_A 値 (m^2/nmi^2) に調査面積を乗じて算出した累積 S_A 値で示した。平均 S_A 値は、次式に従って算出した。

$$\text{平均 } S_A \text{ 値} = \sum_i \left(S_{Ai} \times \frac{L_i}{\sum_i L_i} \right)$$

ここで、 S_{Ai} 、 L_i は調査線 i の平均 S_A 値 (m^2/nmi^2) および調査線長を示す。

ウ 資源解析

(ア) 年齢別漁獲尾数の推定

漁期中に地区別、漁業種類別に漁獲物の生物測定を行い、月別、地区別、漁業種類別の平均体重および年齢組成を算出した。次に、月別、地区別、漁業種類別の漁獲量を、それぞれ対応する平均体重で除して得た漁獲尾数に年齢組成比を乗じて年齢別漁獲尾数を算出した。

(イ) 資源水準の推定

刺し網漁業の資源量指数、沖底漁業の資源量指数、産卵来遊群分布調査時に実施した計量魚探による反応量（1次及び2次調査）のデータを解析して現在の資源水準を推定した。

エ 漁況予報

産卵来遊群分布調査（1次調査）および資源解析結果に基づいて行った漁況予報については、胆振渡島すけとうたら刺し網漁業協議会、室蘭漁業協同組合沖底船に対して報告した。また、産卵来遊群分布調査（1～3次調査）終了後に、調査結果を取りまとめて、漁況予測資料としてFAX、函館水試ホームページ

(<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/>) で公表した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲物調査

(ア) 漁獲統計調査

a 漁獲量

1997年よりTAC対象種に指定されたことから、それ以降の漁獲量は管理されている。刺し網漁業においては、2007、2009、2010、2011、2012および2013年度に行政指導による操業規制が行われた。2007、2009およ

び2010年度はTAC満量に伴う操業期間の切り上げ、2011～2013年度は、操業開始日の先送りを行った。

このような状況の中で、当海域の漁獲量は、1960年代後半～1997年度の間、4万～11万トン前後で推移してきた。1999年度には、2年連続して高豊度年級群になった1994および1995年級群の加入により、漁獲量は過去最高の15万トンを記録したが、その後、漁獲量は急減し2002年度には1985年度以降で最低の3.6万トンとなった。2003年度以降は、高豊度の年級群が2000、2005、2007年に発生したため、漁獲量は増加に転じ、2004～2013年度はほぼ7万トン以上で推移した。しかし、2010年度以降は豊度の低い年級群の発生が続いた

表2 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁業種別漁獲量（単位：トン）

年度	沿岸漁業			沖底	合計
	刺し網	定置網	その他		
1985	89,928	9,991	249	12,540	112,708
1986	82,644	1,972	250	14,108	98,973
1987	92,222	4,950	222	13,164	110,559
1988	65,242	12,093	260	7,514	85,108
1989	66,388	15,039	408	9,403	91,238
1990	36,276	12,351	393	10,048	59,069
1991	47,042	5,989	440	13,259	66,729
1992	66,473	15,009	374	16,734	98,590
1993	54,338	7,268	781	13,349	75,735
1994	32,409	13,711	496	21,931	68,546
1995	45,644	9,069	334	24,222	79,268
1996	30,940	15,565	245	12,969	59,718
1997	28,771	22,807	415	13,079	65,071
1998	52,388	28,675	206	16,508	97,778
1999	84,911	39,255	254	28,320	152,740
2000	73,289	17,525	183	21,607	112,605
2001	46,015	7,552	354	19,843	73,762
2002	19,685	922	169	15,237	36,013
2003	28,665	16,037	265	19,726	64,692
2004	45,779	24,043	284	19,935	90,042
2005	49,539	10,960	219	19,838	80,556
2006	45,933	3,177	285	19,743	69,139
2007	47,873	6,136	535	26,699	81,243
2008	46,613	4,928	411	21,652	73,604
2009	55,673	9,962	410	18,968	85,012
2010	55,362	21,241	616	19,027	96,246
2011	40,769	18,750	449	19,769	79,738
2012	45,325	4,581	131	20,086	70,123
2013	47,335	4,997	148	20,229	72,709
2014	41,778	759	105	21,529	64,171
2015	32,338	1,416	118	16,009	49,880
2016	24,776	924	117	14,702	40,520
2017	26,551	4,900	61	9,211	40,723

年度計（4～3月）、2017年度は暫定値

集計範囲：函館市恵山地区（旧恵山町）からえりも町

ことから、2014年度以降の漁獲量は減少傾向となり、2017年度はほぼ前年度並みの4.1万トンであった（表2、図3）。

漁法別にみると、当海域の主要漁業である刺し網漁業の漁獲量は海域全体の漁獲量と一致した変動傾向となっており、2017年度の漁獲量は、2016年度（2.5万トン）をわずかに上回る2.7万トンであった。定置網漁業では、2004および2010年度は2万トンを上回ったのに対し、2002、2014および2016年度は1千トンを下回るなど、漁獲量の年変動が大きい。2017年度は4.9千トンで、2016年度（0.9千トン）からは増加したものの、未だ低水準となっている（表2、図3）。なお、2008～2012年度に日高海域において、2011～2013年度に胆振海域において定置網における漁獲量が1千トンを超えたが、2017年度においても胆振海域の定置網で漁獲量が1千トンを上回った（図4）。沖底漁業では、1985年度以降、漁獲量は徐々に増加し、1999年度には2.8万トンを記録したが、その後は2万トン前後でほぼ横ばいで推移していた。しかし、2015年度以降、連続して減少しており、2017年度には0.9万トン

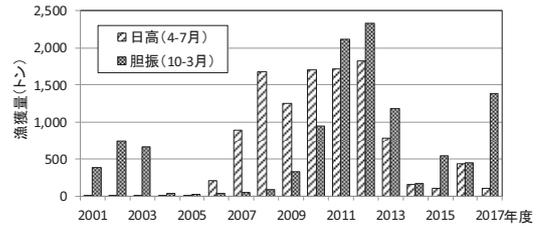


図4 胆振・日高管内における定置網漁獲量の推移

となった（表2、図3）。

振興局別にみると、渡島管内の漁獲量は、変動が大きく、1966～1974年度および1984～1997年度では連続して4万トンを上回ったのに対し、1960～1965年度および1976～1983年度では連続して2万トン前後にとどまった。1998年度以降は高豊年度級群が漁獲対象の中心となる年度にのみ漁獲量が増加するような傾向がみられている（図5）。最近年度では高豊年度級群が発生していないことから、2016年度には0.9万トンまで減少した。2017年度は1.5万トンで、前年度を上回っ

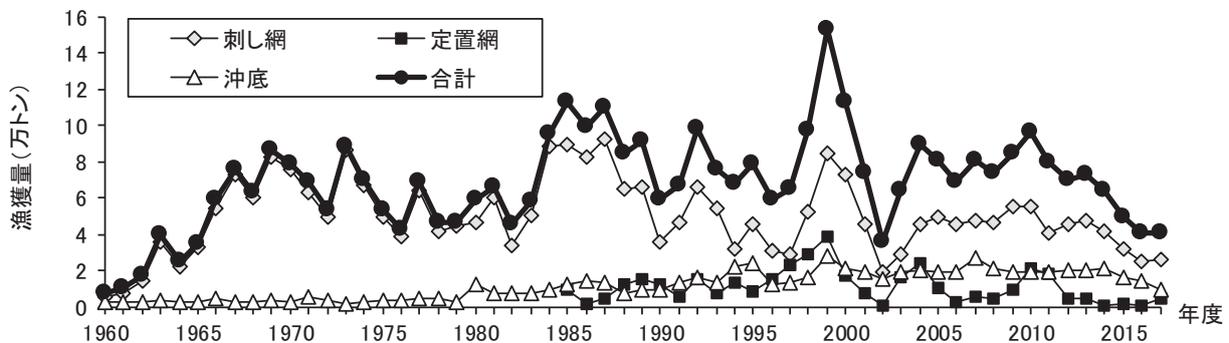


図3 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁業種別漁獲量の推移

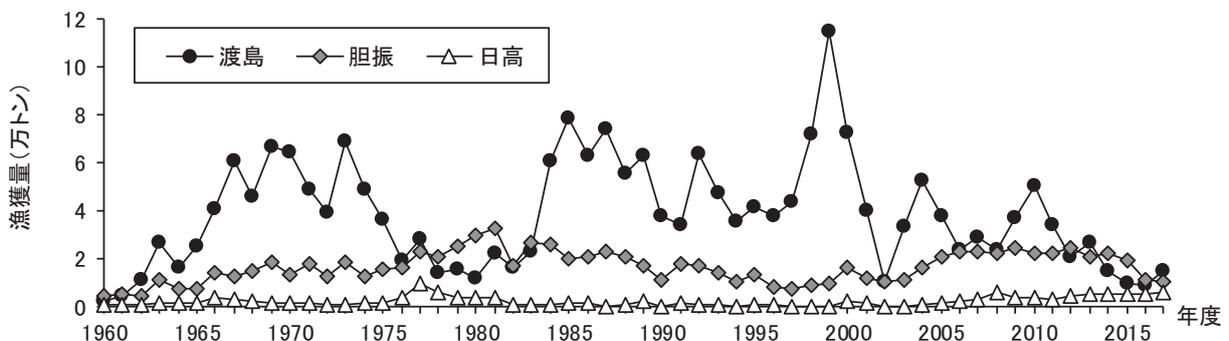


図5 道南太平洋海域におけるスケトウダラ振興局別漁獲量の推移

たものの、依然低い水準で推移している。胆振管内の漁獲量は、渡島管内と比較すると変動は小さく、1990年代半ばを除き、1万～3万トンで推移している。2017年度の漁獲量は1.0万トンで前年度（1.2万トン）よりも減少した。日高管内の漁獲量は、他の2つの地域と比べると少ないが、2010年代以降徐々に漁獲量が増加傾向となっている。2017年度の日高管内の漁獲量は6.2千トンで前年度（5.1千トン）を上回り、1985年度以降で最高となった。

b 漁業情報

(a) 刺し網漁業の資源量指数（漁獲成績報告書）

漁獲に占める割合が最も高い刺し網漁業の資源量指数は、2003年度には800台であったが、その後、増加傾向を示し、2006、2007年度には1,600台になった。2008年度にはやや下がったものの、2009年度には2005年級群の加入により2,000台、2010年度には2,900台まで増加した。その後は徐々に減少傾向となっており、2017年度の指数は1,404で、前年度（1,415）と同程度であった（図6）。

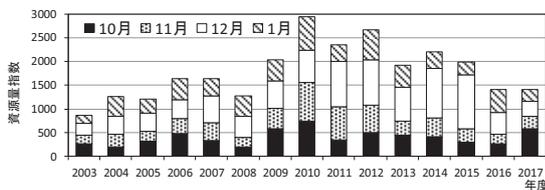


図6 刺し網漁業の資源量指数の推移

(b) 刺し網漁業の標準化CPUE（操業日誌）

代表船に依頼した操業日誌に基づく標準化CPUEは、2010および2011年度は60を上回ったが、その後減少し、2016年度には18.8となった。しかし、2017年度には27.7となり、前年度よりやや増加した。この点に関して、2016年度は秋季の産卵場付近の水温が高かったため、漁期終盤になっても魚群が沖合の深場に留まっていたことでCPUEが低下したと考えられる。2017年度は、資源状態に大きな変動はなかったとみられるものの、産卵場付近が平均的な水温環境にあったことから、魚群が刺し網で漁獲されやすい状況となり、CPUEが前年度を上回ったものと推察される（図7）。

(c) 沖底漁業の資源量指数

沖底漁業における資源量指数は、1990～1998年度までは1995年度の4万台を除き、1万～3万台で推移していたが、1999年度には約5.8万台、2000年度には約

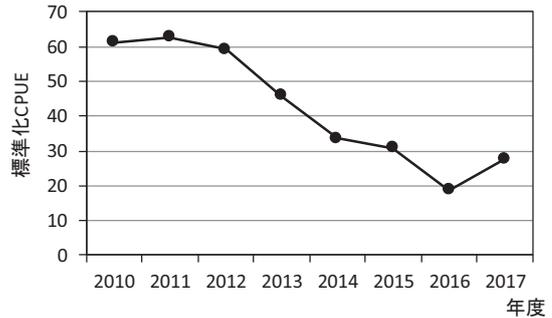


図7 刺し網漁業操業日誌に基づく標準化CPUEの推移

6.9万台まで急増した。2002～2010年度は約2.5～4.9万台で増減していたが、2011、2012年度と2年連続で前年度を大きく上回り、2012年度は1990年度以降では最大の7.2万となった。その後、2013～2015年度までは、5.4万～6.4万台で推移していたが、2016、2017年度と急減し、2017年度は3.1万台となった（図8）。

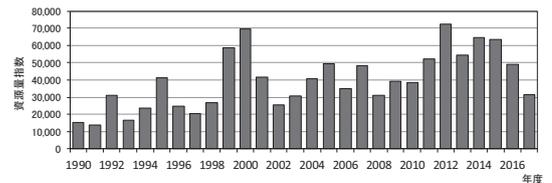


図8 沖底漁業の資源量指数の推移

(イ) 漁獲物の生物測定調査

2015～2017年度のスケトウダラ漁獲物の尾叉長および年齢組成を図9に示した。2017年度の漁獲物の尾叉長は32～59cmの範囲にあり、44cmにモードがみられた。年齢は5歳（2012年級群）が最も多く、次いで4歳（2013年級群）、6歳（2011年級群）の順で、4～6歳で全漁獲物の75%を占めた。

イ 調査船調査（産卵来遊群分布調査）

計量魚探調査によるスケトウダラ産卵群の反応量（ S_a 累積値）の経年変化を図10に示した。1次調査（8月下旬）の反応量（ m^2/nmi^2 ）は、2001～2008年度では5.6万～19.5万の範囲で推移していたが、2009年度以降は10.0万～34.3万の範囲で変動が大きくなっていった。また、2次調査（11月中旬）の反応量は、2001年度には40万台であったが、その後、連続して増加し、2007年度には280万台になった。2008～2014年度には122万～420万の範囲で変動が大きかったが、2015年度以降は約100万前後でほぼ横ばいであった。

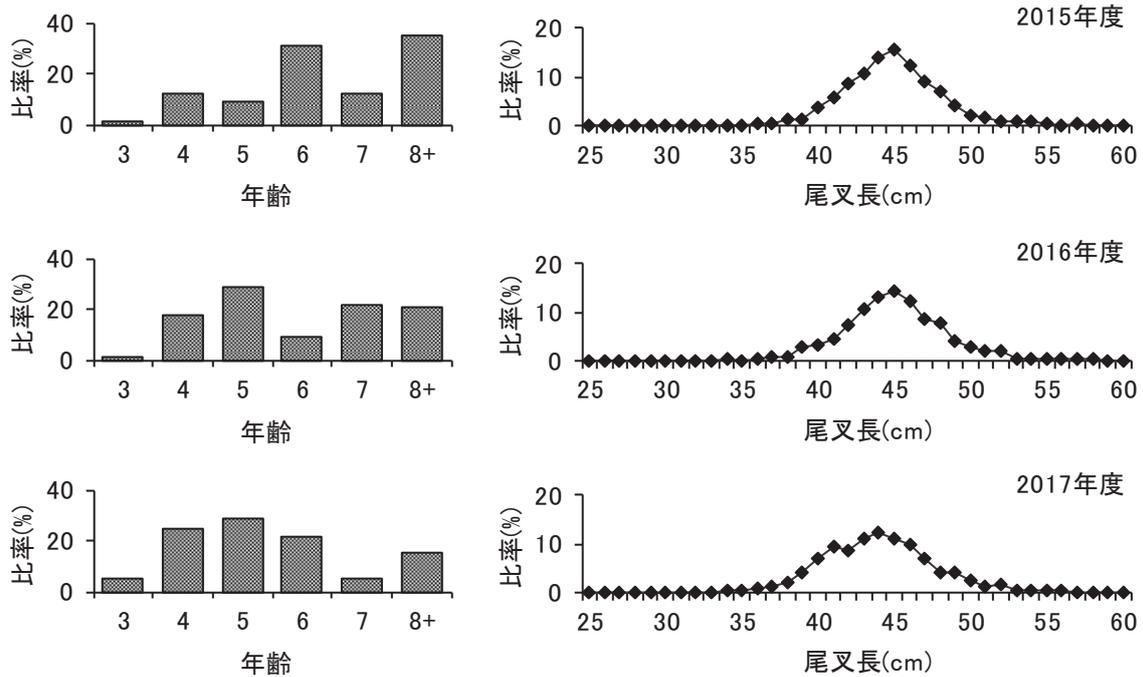


図9 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁獲量の年齢および尾叉長組成

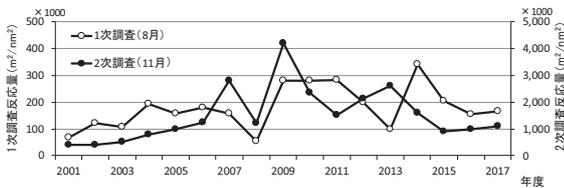


図10 スケトウダラ調査時期別の魚探反応量 (S_A 累積値)

両調査で得られた反応量を、それぞれの平均値で基準化した値の累積値(基準化反応量)は、刺し網資源量指数とほぼ同様の推移をしていた(図11)。2001～2008年度は0.64～2.65の範囲で推移していたが、2009年度には4.22まで上昇したものの、それ以降では連続して低下の傾向にある。

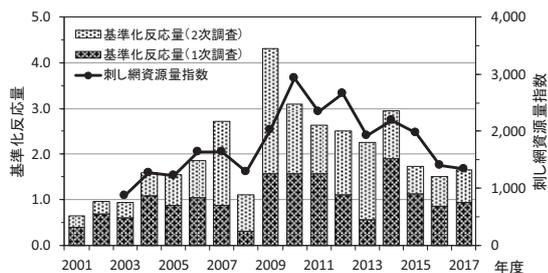


図11 調査時期別の基準化反応量および刺し網資源量指数の推移

ウ 資源解析

(ア) 年齢別漁獲尾数の推移

1980年代中頃以降、4～6歳を中心に1～2億尾で推移していたが、2年連続で発生した卓越年級群(1994および1995年級)の漁獲加入により1998年度には2.5億尾、1999年度には3.0億尾と増加した。その後は、後続年級群の豊度が低かったことやこれら卓越年級群の加齢に伴い、2002年度には過去最低の0.5億尾まで減少したが、2004年度には比較的豊度の高いと推定された2000年級群の漁獲加入により1.8億尾まで増加した。2005～2008年度は1.2～1.5億尾で比較的安定した推移であったが、2009年度には2005年級群の加入により1.7億尾、2010年度には1.8億尾まで増加した。2011年度以降は、2007年級群や2009年級群が4～6歳魚として比較的多く漁獲され資源を支えていたが、2010年級群以降の4歳漁獲尾数は連続して低く、これに伴い年齢別漁獲尾数は減少し、2016年度および2017年度は0.7億尾程度であった(図12)。

(イ) 現在の資源水準および今後の資源動向

資源水準の判断に関しては、道南太平洋海域の漁獲量の6割以上を占め、産卵群の分布の中心域で漁業を行っている刺し網漁業の資源量指数(漁績)を用いた。資源水準を評価した期間については、刺し網漁業の資源量指数を算出する基となった漁獲成績報告書データの収集が2003年度から開始されたため、2003～2016年

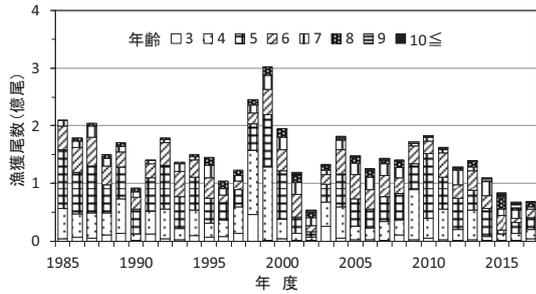


図12 道南太平洋海域におけるスケトウダラの年齢別漁獲尾数の推移

度の14年間とした。この間の平均値を100とし、100±40の範囲を中水準、その上下をそれぞれ高水準、低水準とした。2017年度の刺し網漁業の資源量指数を用いた水準指数は77であり、中水準と判断した(図13)。

エ 漁況予報

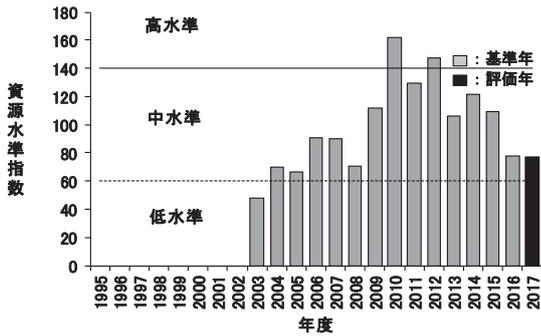


図13 道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源水準(資料は刺し網資源量指数)

産卵来遊群分布調査(1次調査)の結果に基づき、胆振渡島すけとうたら刺網漁業協議会、室蘭漁業協同組合沖底船に対して、漁況予報として報告を行った。また、道南太平洋海域スケトウダラニュース平成29年度第1号を作成し、FAXおよび函館水産試験場ホームページにおいて公表した。

漁況予報の内容については、下記のとおり。

- ・海域平均の魚探反応量は前年同期と同程度であったが、登別沖では前年同期を上回る反応がみられたことから、胆振沖(とくに登別沖)の漁期前半の漁模様は前年度を上回る可能性が高いと推測される。
- ・漁期前半の漁場は、登別沖の水深300~350m付近が中心になるものと考えられる。
- ・漁期前半の漁獲物は、金星丸で実施したトロールによる漁獲調査の組成から、尾又長45cm前後が主体となるとみられる。
- ・2010年級群以降、豊度の高い年級群の出現がみられていないこと、また、2017年度に4歳で産卵加入する2013年級群(平成25年生まれ)もこれまでの調査結果等から現時点では豊度の高い年級群とは認められないことから、現在の資源状態は、2009~2011年度と比べて減少傾向になっていると考えられる。そのため、次の卓越年級群が出現するまでは現在ある資源を有効に利用していく必要がある。

また、産卵来遊群分布調査2次調査および3次調査の結果についても、道南太平洋海域スケトウダラニュース平成29年度第2号および第3号としてFAXおよび函館水産試験場ホームページで公表した。

2. 3 ホッケ

担当者 調査研究部 藤岡 崇

(1) 目的

道南海域（渡島・桧山支庁管内）におけるホッケの魚群行動と数量変動を明らかにし、資源評価の精度を高めると共に資源管理のための基礎資料を得る。

(2) 経過の概要

ア 漁獲量

漁獲統計データは1985～2016年の漁業生産高報告、2017年の水試集計速報値を資料とした。漁期年は1～12月として、道南日本海と道南太平洋の2海域に分けて集計した。集計範囲は、檜山管内および渡島管内の松前町～函館市石崎を道南日本海、渡島管内の函館市小安～長万部町を道南太平洋とし、日本海側に面している八雲町熊石地区（旧熊石町）は道南日本海として集計した。

イ 努力量およびCPUE

10～12月に産卵場周辺海域（上ノ国、松前）において底建網により漁獲されたホッケの水揚げデータを収集し、漁獲量、漁家数について集計した。近年は数日間網をおこさず、魚がたまってから水揚げしている実態があるので、積算隻数や水揚げ日数はCPUEの努力量の指標となりにくいと考え、漁家数を努力量の指標に用いた。CPUEは、これらの漁獲量を漁家数で除すことで1軒当たり年間漁獲量を求めた。

ウ 年齢別漁獲尾数

松前漁協刺し網およびかご、ひやま漁協奥尻支所底建て網、えさん漁協まき網および刺し網、砂原漁協底建て網および南かやべ漁協木直支所定置網の漁獲物標本を規格別に採取し、生物測定を行った。2007年以降は耳石薄片標本を用いて年齢査定を行った。各漁協のそれぞれの漁業別規格別漁獲量を用いて年齢組成を推定した。それらの組成を海域全体の漁獲量に引き伸ばして年齢別漁獲尾数を求めた。2006年以前については耳石の年齢査定によって得られた体長-年齢関係から星野（2010）の方法に基づいて海域別、漁法別のAge-Length Keyを作成し、体長組成を年齢組成に変換した。

エ 資源尾数および重量

資源尾数はPopeの近似式を用いたコホート解析（VPA）で算出した。4歳以下の資源尾数算出には下記の（1）

式、最近年および最高齢（5歳以上のプラスグループ）の資源尾数については（2）式、漁獲死亡係数の算出には（3）式を用いた。また、5歳以上のプラスグループの資源尾数が比較的大きいことを考慮して、5歳の資源尾数を（4）式により推定し、4歳以下の計算に用いた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^M + C_{a,y}e^{M/2} \dots (1)$$

$$N_{a,y} = C_{a,y}e^{M/2} / (1 - e^{-F_{a,y}}) \dots (2)$$

$$F_{a,y} = -\ln(1 - C_{a,y}e^{M/2} / N_{a,y}) \dots (3)$$

$$N_{5,y} = (1 - e^{-(F_{5^+,y} + M)}) C_{5^+,y} e^{M/2} / (1 - e^{-F_{5^+,y}}) \dots (4)$$

ここで、 $N_{a,y}$ はy年度のa歳の資源尾数、 C は漁獲尾数、 M は自然死亡係数、 F は漁獲死亡係数を表す。最高齢における F はその1歳下の4歳の F と一致させた。また、最近年の最高齢における F はMS-EXCELのソルバー機能を用いて4歳の F との比が1になるように適当な初期値を与えて求めた。

オ 新規加入尾数、親魚尾数

ホッケは10～12月に産卵し、12～2月ころにふ化することから1月1日をふ化日として扱い、n年1月1日をふ化日とする年級をn年級とし、VPAで算出されたn+1年1歳魚の資源尾数をn年級の新規加入尾数とした。また1歳で成熟する個体がみられ2歳でほぼすべての個体が成熟することからn年の当初資源尾数を基に成熟率を乗じて産卵親魚尾数とした。

(3) 得られた結果

ア 漁獲量

道南海域におけるホッケの漁獲量は、1980年代後半には2万トン台まで増加したが、1990～2003年は14千トン前後で推移した。2004年以降は漁獲量が急減して10千トンを下回り、2007年には4.7千トンとなった。2008～2009年はやや増加して約8千トンとなったものの2010年以降は減少が続き2014～2016年は1千トン程

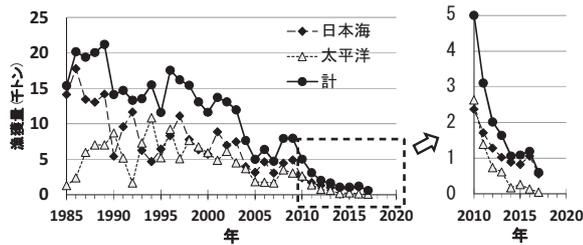


図1 道南海域の海域別ホッケ漁獲量の推移

度と下げ止まった感があったが、2017年は599トン（前年比50%）と減少した（図1）。

海域別にみると、道南日本海では1985～1989年は14千トン前後の高い漁獲水準で推移していたが、1990年には5千トン台まで急落した。1991～2003年はおよそ6千～12千トンの間を2～3年おきに増減を繰り返しながら推移し、2004年以降は4千トン前後で推移した。2010年以降さらに減少し2014年には891トンと千トンを下回った。2015年は824トン、2016年は1,055トンとやや増加したが、2017年は552トン（前年比52%）と減少した。道南太平洋では1985年に1千トン台から増加傾向を示し、1990年には8千トン台となった。その後は道南日本海と同様に2002年まで増減を繰り返し、2003～2007年は減少傾向が続き、2千トンを下回ったが、2008～2009年は3千トン台となった。2010年以降は減少が続き2014年には173トンまで減少した。2015年は265トンに増加したが、2016年は138トン、2017年は47トン（前年比34%）と減少した（図1）。

2017年の漁獲量を前年と比較すると（表1）、日本



図2 上ノ国、松前地区での10～12月に底建網で漁獲されたホッケ漁獲量

海では定置網が前年比30%の93トン、刺し網が前年比64%の424トンと減少した。太平洋では定置網が前年比32%の13トン、刺し網が前年比32%の26トンに減少した。

産卵場に近いと考えられる上ノ国、松前地区での10～12月に底建網で漁獲されたホッケの漁獲量（図2）は2003年までは千トンを超えていたものが2004年に258トンに急減し、その後増減を繰り返しながら200トン台から500トン前後で推移してきたが、2010年以降減少が続き2013年は78トンと100トンを下回った。2014年はやや増加したものの（122トン）、2015年は45トンとこれまでの最低を記録した。2016年はやや増加して140トンであったが、2017年は57トンに減少した。

表1 道南海域におけるホッケの海域別・漁法別漁獲量の年比較

		2017年漁獲量			2016年漁獲量			対前年比(%)		
漁業		春季索餌期	秋季産卵期	年計	春季索餌期	秋季産卵期	年計	春季	秋季	年計
道南 日本海	定置網	22	70	93	60	252	312	37	28	30
	まき網	1		1	0		0	—	—	—
	刺し網	284	140	424	392	269	662	72	52	64
	その他	28	7	35	70	12	82	40	61	43
	小計	335	217	552	522	534	1,055	64	41	52
道南 太平洋	定置網	4	9	13	28	13	40	15	69	32
	まき網	0		0	0		0	—	—	—
	刺し網	16	10	26	53	26	79	29	38	32
	その他	5	3	9	11	7	18	51	46	49
	小計	25	22	47	91	46	138	28	48	34
合計		360	239	599	613	580	1,193	59	41	50

注) 春季索餌期；1～6月（刺し網は1～7月）、秋季産卵期；7～12月（刺し網は8～12月）。
 なお、2017年漁獲量は水試集計速報値。

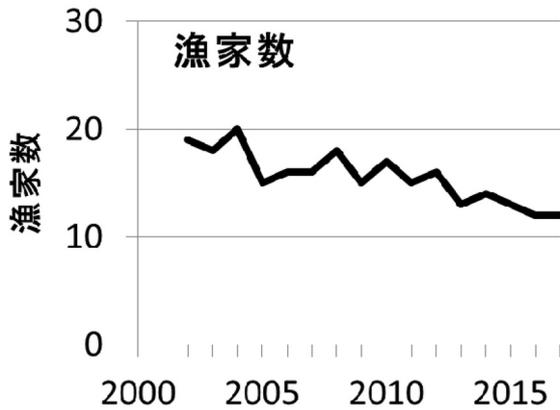


図3 上ノ国，松前地区での10～12月に底建網でホッケ水揚げのあった漁家数

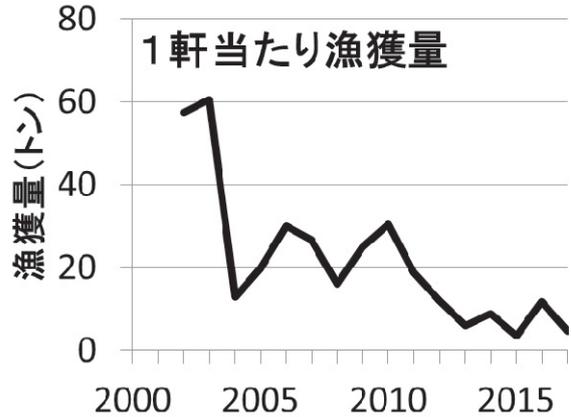


図4 上ノ国，松前地区での10～12月に底建網でホッケの水揚げのあった漁家一軒当たりの漁獲量

イ 努力量およびCPUE

道南太平洋のまき網の操業隻数については、2007年にそれまでの8隻から6隻に、2013年に5隻に減少し、2014年以降は操業を見合わせている。

産卵場に近いと考えられる上ノ国，松前地区の10～12月に底建網で水揚げのあった漁家数（図3）は、2004年まで20軒程あったものが次第に減少し、2013年は13軒とそれまでの最低となり、2014年は14軒と増加したものの2015年は再び13軒となった。2016年以降は12軒となっている。

産卵場周辺海域における10～12月の底建網漁家1軒当たり漁獲量を図4に示した。1軒当たり漁獲量は2003年まで60トン程度あったものが減少し、その後変動を繰り返しながら20～30トンで推移していたが、2011年以降さらに減少し、2013年以降は10トン以下で推移していた。2016年は12トン、2017年は5トンであった。

ウ 年齢別漁獲尾数

年齢別漁獲尾数を図5に示した。漁獲尾数の合計は1998年には6千万尾以上を漁獲し、2003年までは4千万尾前後で推移していたが、2004～2007年は2千万尾に減少した。2008～2009年に3千万尾に増加したものの

その後急減して2011年には1千万尾を下回った。2014年に2.2百万尾とこれまでの最低を記録、その後やや増加し、2016年は2.8百万尾であったが、2017年は1.5百万尾に減少した。資源の多かった2003年頃までは1歳魚の割合が高かったが2009年以降は減少した。

エ 資源尾数および資源重量

資源尾数の推移を図6に示した。資源尾数は1996年の1.4億万尾から次第に減少し、2004～2007年は5千万尾で推移した。2008年には2007年級の加入により8.6千万尾に増加したが、その後は加入の少ない年級が続き資源尾数も減少し、2014年には8百万尾に減少

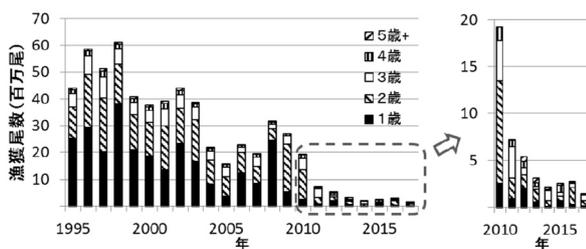


図5 道南海域に水揚げされたホッケの年齢別漁獲尾数の推移

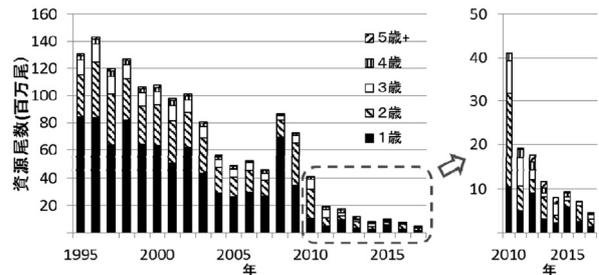


図6 道南海域に水揚げされたホッケの資源尾数の推移

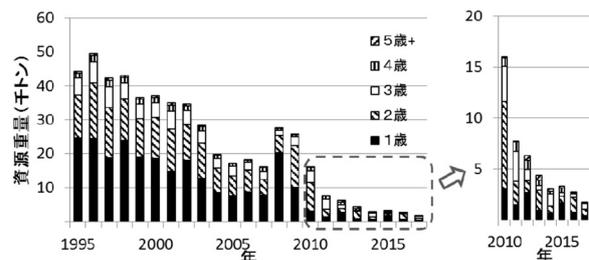


図7 道南海域に水揚げされたホッケの資源重量の推移

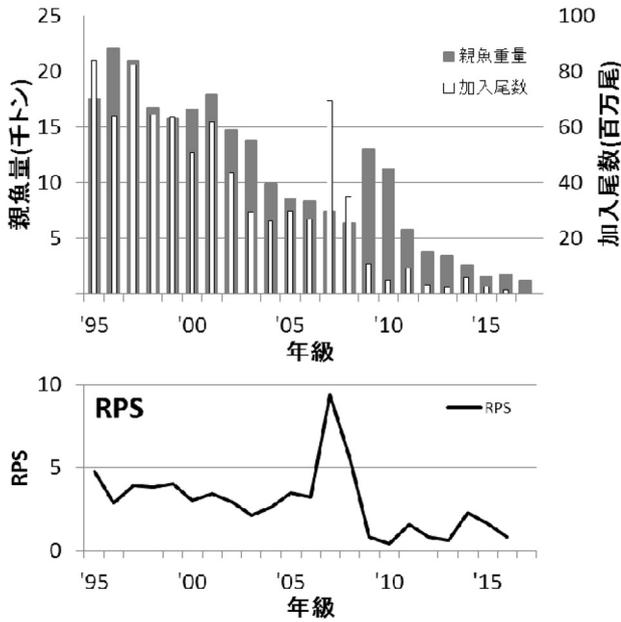


図8 産卵親魚量，加入尾数（上）およびRPS（下）の推移

した。2015年には9.4百万尾にやや増加したものの、2016年は7.2百万尾、2017年は4.4百万尾に減少した。資源重量の推移を図7に示した。資源重量は1996年に5万トンを超えたが次第に減少し、2004～2007年は1.8万トン前後で推移した。2008年は2.8万トンに増加したがその後は減少傾向が続き、2017年は1.7千トンとなった。

オ 産卵親魚量，加入尾数および再生産成功率（RPS）

産卵親魚量，加入尾数，およびRPS（加入尾数/親魚量）の推移を図8に示した。各年級の親魚量は1996年に22千トン記録した後次第に減少し、2004～2008年級は1万トンを下回り6～9千トンで推移した。2009～2010年級は増加して10千トンを超えたものの以降は再び減少し、2015年級は1.5千トンまで減少した。2016

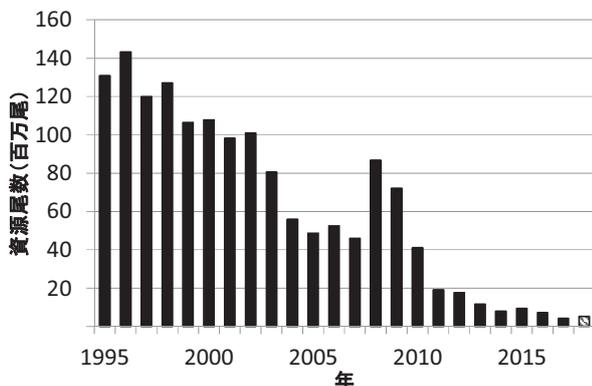


図10 VPAの前進計算から推定された2018年の資源尾数

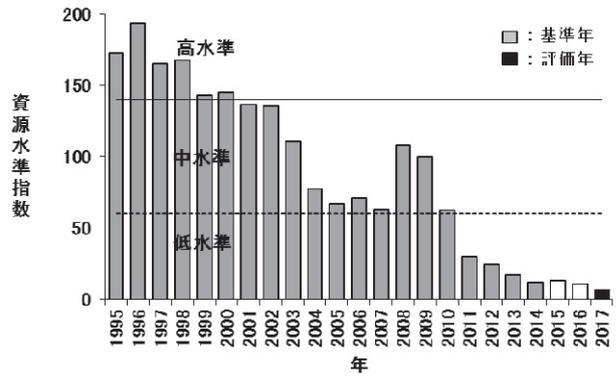


図9 道南海域におけるホッケの資源水準

（資源状態を示す指標：資源重量，従来は漁獲量）

年級は1.7千トンとやや増加したが、2017年級は1.2千トンに減少した。加入尾数は1995および1997年級は8千万尾を超え、2001年級までは5～6千万尾の加入があったが、その後減少し2003～2006年級は3千万尾の加入で推移した。2007年級は増加して約7千万尾の加入があったがその後急減し、2013年級は2.2百万尾とこれまでの最低を記録した。2014年級は増加して5.8百万尾であったが、2015年級は2.4百万尾、2016年級は1.4百万尾に減少した。RPSは1995～2006年級まで2～4の範囲で推移したが、2007年級は9.4とこれまでの最高を記録した。その後減少して2009年級以降は0.4～1.6の低い値で推移し、2014年級は2.3に増加したものの、2015年級は1.6、2016年級は0.8に減少した。

カ 現在の資源水準と動向

2017年度の資源水準は、資源重量により判断した(図9)。1995～2014年の資源重量の平均を100として標準化し、水準指数が100±40の範囲を中水準、その上下をそれぞれ高水準および低水準とした。2017年は資源水準指数が7で低水準と判断した。

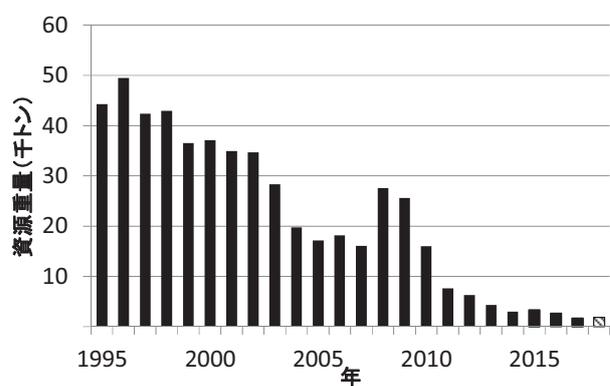


図11 VPAの前進計算から推定された2018年の資源重量

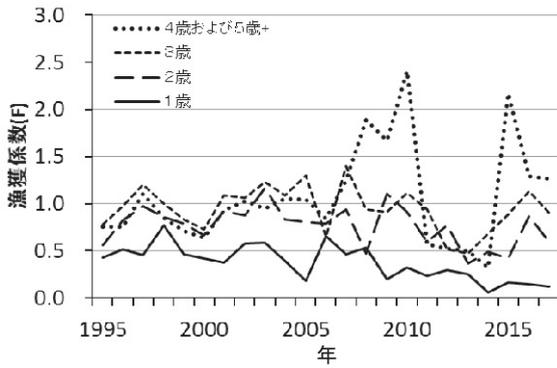


図12 年齢別漁獲係数の推移

今後の資源動向をみるため、2018年の資源量を次のように推定した。2歳以上の資源尾数は、2016年の資源尾数をもとにVPAの前進計算により年齢別資源尾数を求めた。1歳の加入尾数は過去5年級と同程度の低い加入が続くと仮定して、過去5年のRPSの平均値を親魚量に乗ずること求めた(図10)。さらに推定された各年齢別資源尾数に各年齢の平均体重を乗じて予想資源量を算出した(図11)。推定された2018年の資源尾数および資源重量は5.2百万尾、1,841トンと2017年(4.4百万尾、1,695トン)に比べてやや増加するものの、増減率は9%と1995~2015年の平均増減率(20%)よりも少ないことから横ばいと判断した。

年齢別漁獲係数および年齢別漁獲率(年齢別漁獲尾数/年齢別資源尾数)の推移を図12, 13に示した。漁獲係数と漁獲率は同様に変化している。1歳魚の漁獲率は2歳魚以上の漁獲率に比べ低い値を示し、2008年まで概ね0.3~0.4で推移していたが近年は低下してい

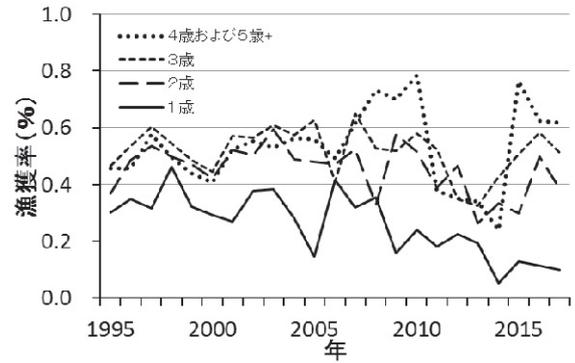


図13 年齢別漁獲率(漁獲尾数/資源尾数)の推移

る。2歳魚以上の漁獲率は2010年頃まで0.4~0.6で推移していたが、2011~2013年は次第に減少した。2015年は4・5歳+の漁獲率が0.76に増加しており、2017年も0.62と高い値となっていることから、高齢魚に対する漁獲圧が高まっている可能性がある。

一方、環境水温の変化がホッケ資源の分布回遊状況に影響を与えていることが、漁獲量減少の一因と示唆されており、近年の資源量減少にはこれらの要因も影響していると考えられる。

近年は親魚量も減少し、RPSも低い値が続いていることから、資源が急速に回復に向かう可能性は低いと考えられる。漁獲努力量が増加しないように配慮しながら、現状の資源を有効に利用することが望まれる。

(4) 文献

星野 昇：北海道日本海産マダラにおける漁獲物年齢組成の推定方法. 北水試研報, 77, 35-44 (2010).

2. 4 イワシ・サバ類

担当者 調査研究部 澤村 正幸

(1) 目的

道南海域におけるイワシ類（マイワシ、カタクチイワシ）及びサバ類（マサバ、ゴマサバ）の来遊状況（量、魚体サイズ等）のモニタリングを行う。収集したデータは予報会議等で報告する。また、北海道太平洋海域への来遊状況は釧路水試がとりまとめ、資源評価や漁況予報の資料として活用される。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

市場調査及び漁業生産高報告を基に、函館水産試験場の担当海域である檜山～日高管内の魚種別、地域別の漁獲量を集計し、漁獲の動向を調査した。

イ 生物測定調査

6月から12月にかけて、津軽海峡内から渡島太平洋にかけての海域で定置網により漁獲されたイワシ類及びサバ類の標本を採取し、生物測定を実施した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

函館水産試験場の担当海域である檜山～日高にかけての道南各管内と、釧路管内、及び全道の合計値について、それぞれの年間漁獲量を表1～3に示した。

(ア) マイワシ（表1）

マイワシの全道の漁獲量は資源が高水準であった1985～1990年までは年間100万トンを超える高い値であったが、1991年から1993年にかけて急減し、2000年から2010年にかけてはほとんどの年で年間1,000トン未満の低い水準で推移した。2011年以降の漁獲量は、マイワシ太平洋系群の資源水準の増加を反映して増加する傾向にある。2017年の全道の漁獲量は124,088トンで2016年（72,150トン）の172%であり、25年ぶりの高い値であった。海域別では、道東太平洋での巻き網の漁獲が主体となる釧路管内の2017年の漁獲量は77,156トンで2016年（49,689トン）の155%、沿岸域において定置網が漁獲の主体となる渡島管内の2017年の漁獲量は13,277トンで、前年から大きく減少した2016年（1,331トン）の10倍に、ともに増加した。全道の漁獲量に占める渡島管内の割合は1993年から2012

表1 マイワシの管内別・年別漁獲量

年/管内	(単位:t)					
	檜山	渡島	胆振	日高	釧路	全道計
1985	14.6	166,622.8	949.6	36.2	925,590.7	1,237,383.7
1986	1.5	78,276.1	186.8	24.4	920,174.9	1,175,498.7
1987	2.8	102,461.4	396.3	10.1	1,063,051.6	1,340,439.0
1988	18.4	98,020.9	396.4	43.3	1,031,377.3	1,303,370.3
1989	10.2	86,708.8	198.1	62.9	793,349.1	1,024,054.5
1990	1.5	31,408.1	69.6	86.4	875,273.7	1,005,257.5
1991	0.2	42,136.6	57.6	22.0	607,406.5	730,039.7
1992	4.5	31,018.2	242.3	32.5	123,452.4	186,601.0
1993	0.0	13,329.8	24.4	13.7	3,092.0	16,601.6
1994	1.3	19,738.1	33.1	3.9	783.0	20,592.3
1995	0	4,236.0	7.1	2.0	0.9	4,381.8
1996	0.4	5,713.7	15.7	1.7	0.1	5,736.6
1997	0.5	2,145.4	14.7	0	0.1	2,168.7
1998	0	7,192.6	27.0	0.7	56.0	12,917.9
1999	0	2,971.9	7.3	0.1	0.0	2,998.9
2000	0	748.7	3.2	0.0	0	771.0
2001	0	3,337.9	11.5	0.1	0.0	3,518.9
2002	1.3	851.0	10.0	0.3	0.4	1,489.7
2003	0	351.0	3.0	0.8	0	427.3
2004	1.6	280.6	6.9	0.1	0.0	291.4
2005	0	75.2	13.1	0.0	0	89.0
2006	0	465.6	6.4	0.2	0.4	474.0
2007	0.3	279.5	2.0	0	7.1	294.5
2008	0.0	82.9	2.6	0.1	0.0	96.3
2009	0	254.9	0.9	0.2	1.9	261.9
2010	0	515.4	0.9	0.0	0.0	518.7
2011	0	3,799.9	1.7	1.3	1.2	3,868.2
2012	0.1	555.8	0.6	2.4	56.9	651.2
2013	3.0	4,926.7	3.4	2.8	166.1	13,628.3
2014	0.0	18,097.4	1.7	9.3	20,661.1	48,324.4
2015	0.0	7,845.8	2.7	3.2	29,010.2	45,793.5
2016	0.7	1,330.6	1.3	1.4	49,689.3	72,150.1
2017	3.4	13,276.7	0.2	0.0	77,155.9	124,087.6

資料：漁業生産高報告・水試速報値による1～12月の集計値
0は漁獲なし。0.0は漁獲量0.05トン未満

年まではほとんどの年で80%から90%以上を占めたのに対し、2013年以降は道東太平洋での漁獲の増加に伴って急速に低下し、2017年は10.7%であった。

(イ) カタクチイワシ（表2）

カタクチイワシの全道の年間漁獲量は、1998年から2013年まではほとんどの年で1万トンを超える高い水準にあったが、2014年以降急減し、2015年は517トンで28年ぶりの低い水準となった。2017年の漁獲量は2,669トンで2016年（1,914トン）の139%に増加したものの、過去20年では3番目に低い値であった。地域別では、1998年から2013年にかけては釧路管内での漁獲量が最大となる年が多かったが、2014年以降は釧路管内での漁獲はみられず、渡島管内での漁獲量が全道のほぼ全てを占めている。2016年の渡島管内の漁獲量は2,669トンで2015年（1,908トン）の140%であった。

表2 カタクチイワシの管内別・年別漁獲量

年/管内	(単位:t)					
	檜山	渡島	胆振	日高	釧路	全道計
1985	0	23.6	465.2	0.1	0	852.1
1986	0	28.8	253.2	32.7	0	803.6
1987	0	94.0	179.4	2.7	2.7	327.8
1988	0	68.5	235.3	23.5	0	336.9
1989	0	725.3	381.6	2.0	0	1,110.1
1990	0	3,894.7	170.0	7.0	210.0	4,283.0
1991	1.4	3,091.5	34.2	20.5	0.3	3,150.0
1992	0	2,881.6	56.2	8.1	0	2,955.6
1993	0	6,843.3	20.6	0.2	0	6,864.8
1994	0	998.1	23.4	0.1	0	1,022.2
1995	0.1	5,295.4	10.2	0	0	5,393.4
1996	0	3,769.1	14.5	0.0	0	3,784.0
1997	0	9,245.8	1.9	0.2	0	9,257.3
1998	0	8,030.8	288.5	0.3	23,896.6	32,244.9
1999	0	10,984.3	3.1	0.1	12,685.0	23,940.3
2000	0	3,312.5	4.9	0.1	0	3,326.7
2001	0	4,087.9	1.3	0	52.6	4,145.4
2002	0	15,012.0	7.4	0.1	25,068.7	45,218.4
2003	0	10,450.0	5.5	0.0	23,001.3	56,678.4
2004	0	8,226.1	15.7	0	32,064.4	64,335.5
2005	0	4,259.4	15.4	0	2,281.0	6,663.1
2006	0	11,700.4	7.2	0	16,111.3	46,016.0
2007	0	9,920.5	12.0	0	371.7	10,396.9
2008	0	6,341.5	9.9	0.2	681.4	7,073.8
2009	0	14,854.2	3.4	0.0	7,138.4	24,974.4
2010	0	22,911.1	3.8	0	14,741.3	44,616.7
2011	0	6,535.0	6.6	0	3,730.1	11,957.3
2012	0	13,511.9	4.5	0.0	3,161.5	22,079.9
2013	0	5,029.8	2.3	0.0	9,232.5	14,299.0
2014	0	7,220.9	2.2	0.0	0	7,223.2
2015	0	513.2	0.9	0	0	516.6
2016	0	1,908.4	0.0	0	0	1,914.4
2017	0	2,668.8	0.0	0	0	2,668.9

資料：漁業生産高報告・水試速報値による1～12月の集計値
0は漁獲なし。0.0は漁獲量0.05トン未満

表3 サバ類の管内別・年別漁獲量

年/管内	(単位:t)					
	檜山	渡島	胆振	日高	釧路	全道計
1985	11.3	423.4	15.3	3.3	22.8	906.2
1986	15.7	261.0	5.7	8.8	24.6	599.8
1987	14.4	127.7	17.5	10.3	45.3	619.8
1988	33.8	277.7	4.9	7.8	18.2	644.5
1989	15.5	112.3	14.4	2.3	18.2	588.7
1990	1.9	129.3	0.8	0.8	2.3	294.1
1991	10.4	111.4	0.5	3.7	0.1	268.7
1992	14.2	10,758.1	66.1	0.1	0.0	11,183.3
1993	8.3	3,843.0	5.0	3.3	1,654.1	5,957.4
1994	3.7	5,478.9	26.0	1.7	0	6,487.7
1995	4.8	10,170.8	11.5	0.8	0	10,920.3
1996	4.5	4,885.7	10.6	0.0	0	5,240.2
1997	22.0	574.9	8.5	3.9	18.0	1,287.5
1998	1.2	2,068.8	7.1	3.0	0.0	2,147.2
1999	7.2	21,036.3	10.0	11.7	1.1	21,529.4
2000	2.2	2,550.8	7.3	0.3	0.3	3,073.6
2001	0.9	714.3	0.5	0.4	0.0	973.7
2002	1.0	795.0	0.3	0	0	923.5
2003	0.1	7,118.1	1.7	0.2	0.0	7,138.6
2004	0.1	4,754.5	3.5	0.0	0	4,775.4
2005	0.4	4,190.8	1.0	0.0	3,363.7	8,041.2
2006	0.0	197.2	0.2	5.9	1,688.3	2,539.0
2007	0.1	6,540.4	0.2	8.4	794.6	7,400.5
2008	1.3	2,212.9	4.6	3.2	0.2	2,271.8
2009	0.1	116.8	0.0	0.0	0.0	144.4
2010	0.1	5,013.1	11.6	2.9	259.6	5,337.1
2011	1.3	234.0	2.4	0.1	40.5	310.2
2012	0.3	604.5	5.5	48.6	2,415.4	3,115.2
2013	0.7	6,585.5	12.7	79.7	2,694.9	9,437.0
2014	0.5	5,849.2	19.4	83.6	9,330.2	16,860.0
2015	0.2	3,095.2	84.7	690.8	10,855.8	19,707.5
2016	0.2	2,714.5	22.7	608.9	6,676.3	10,214.5
2017	4.0	2,456.4	93.3	690.7	7,662.7	11,294.5

資料：漁業生産高報告・水試速報値による1～12月の集計値
0は漁獲なし。0.0は漁獲量0.05トン未満

ただし、この値には混獲されたマイワシが相当量含まれていると考えられ、実際のカタクチイワシ漁獲量はこれより少なくなっているものと思われる。

(イ) サバ類(表3)

サバ類の全道の年間漁獲量は、1985年から1991年までは1千トン未満の値で推移していたが、1992年以降はおおむね1千トン以上の水準で推移し、道東太平洋に巻き網の漁場が形成されるようになった2012年以降はさらに上向いている。2017年の漁獲量は11,295トンで2016年(10,215トン)年の111%に増加して4年連続で1万トンを超え、過去20年で4番目に高い値であった。地域別では、1992年から2011年までは渡島管内の漁獲量が全道の60%から90%以上を占める年が多かったが、2012年以降は釧路管内での漁獲量が全道の半分以上を占める年が多くなっている。2017年の渡島管内の漁獲量は2,456トンで2016年(2,715トン)の90%であった。また、2012年以降、6月を中心に日高沖の定

置網で漁獲されるようになり、2017年の日高管内の漁獲量は過去2番目に多い691トンであった。

イ 生物測定調査

12月15日に森町森地区の定置網から得られたマイワシの体長組成(被鱗体長:0.5cm幅)を図1に示した。測定を行った100個体の被鱗体長は13.0cm台にモードを持つ単峰形であった。他魚種との混獲率は、「いわし」銘柄(マイワシとして集計)のサンプル中マイワシ851尾に対しマサバ3尾、イカナゴ2尾、ジンドウイカ4尾で、カタクチイワシの出現はなかった。

カタクチイワシについては、漁期中にサンプルが入手できず生物測定が行えなかった。サバ類は、12月15日に森町森地区の定置網から得られたマイワシ標本中にマサバ3尾が混入していた。尾叉長は18.3cm、15.6cm、14.1cmでいずれも小型の個体であった。ゴマサバについては標本が入手できなかった。

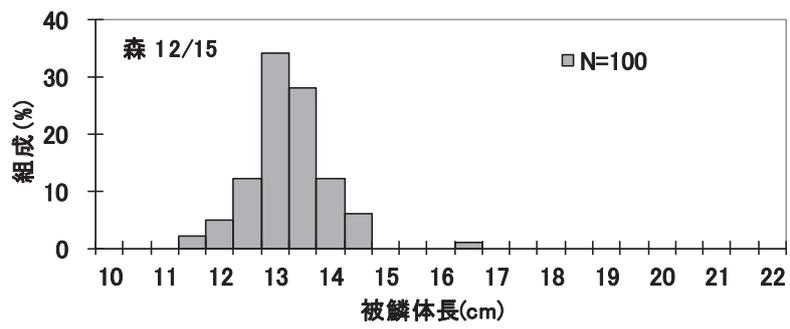


図1 2017年漁獲物調査でのマイワシの体長組成

2. 5 養殖ホタテガイの成長モニタリング調査

担当者 調査研究部 金森 誠・吉田 秀嗣

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖漁業は年間4～12万トン、金額で136～348億円を水揚げする地域の基幹産業である(2013～2017年、鹿部町・森町・八雲町・長万部町・豊浦町・洞爺湖町・伊達市・室蘭市の生産量、生産額)。耳吊りホタテガイの生産量は、その成長良否と死亡率の年変動によって左右される。毎年のホタテガイの成長・生残状況を環境要因とともに把握し、経年的な変化の度合いを知ることはホタテガイ養殖漁業の持続的発展のための重要な基礎資料となる。本調査では、各年のホタテガイの成長・生残状況を環境要因とあわせて把握、蓄積することを目的として、1991年度から継続してモニタリングを実施している。

2008年以降、噴火湾ではホタテガイに外来種ヨーロッパザラボヤが大量に付着し、操業上の大きな問題となっている。ヨーロッパザラボヤの養殖ホタテガイの成長に及ぼす影響については、「17.2 ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響解明」で扱う。

(2) 経過の概要

ア ホタテガイの成長、生残調査

本モニタリングは1991年度より継続して行われている。年により調査を行う新貝の切り替え時期や測定手順に違いがあったが、2005年度以降は以下の表1に基づいて実施している。なお、2007年7月以降調査協力漁業者を変更している。

表1 モニタリング手法の概要

対象貝	八雲産耳吊り貝(噴火湾産種苗のもの)
期間	7月～翌6月(7月で新貝に切り替え)
測定	殻高・全重を測定後、軟体部を殻から分離し全軟体部重量を測定した後、各器官をハサミ等で腑分けし測定する。

ホタテガイの測定は毎月1回、八雲漁港の3マイル沖に設けた定点(図1、水深32m)付近に垂下されている耳吊り本養成ホタテガイ(1連約200個体)を対象として行った。耳吊りロープ(約13m)の上部(上から11個体目から20個体目)、中部(おおよそ中央部)

および下部(下から11個体目から20個体目)から各10個体を採取した。採取した貝は、殻高、全重量、軟体部重量、貝柱(閉殻筋)重量、中腸腺重量、生殖巣重量を測定した。また、1連の全個体について生残判別を行い、耳吊り1連あたり200枚と仮定して、生貝数から生残率を算出した。死殻については、死亡時期を推定するため殻高を測定した。本報告では、2017年春に耳吊りしたホタテガイの成長・生残を2017年7月～2018年6月の期間について調査した結果をとりまとめる。なお、2017年11月以降は秋に漁業者が付着物を除去したホタテガイを調査対象とした。また、2018年4月は天候不良等のため欠測である。

イ 漁場環境調査

漁場環境調査はホタテガイの成長、生残調査時に実施した。調査定点(図1)において、STD(RINKO-Profiler ASTD102, JFEアドバンテック株式会社)による水温の鉛直分布および採水による深度0, 5, 10, 15, 20, 25, 30m層のクロロフィルa濃度の調査を実施した。クロロフィルaは試水300mlをGF/F濾紙で濾過後、DMFで抽出し、蛍光光度計にて分析した。ホタテガイの成長と漁場環境の比較については、ホタテガイの垂下深度である5, 10, 15m層の平均値を用いた。なお、前述のとおり2018年4月は天候不良等のため欠測である。

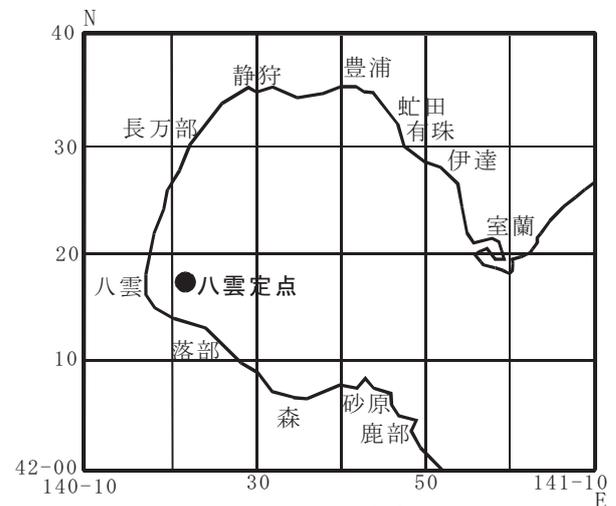


図1 調査定点

結果の分析には過去に得られたデータも用い、冬季のホタテガイ貝柱の増重が遅い年（成長不良年）とそれ以外の年（標準年）に区別した。この区別は、出荷時期の2月の貝柱重量を基準とし、数値が低い5ヶ年（1998, 1999, 2005, 2009, 2016年耳吊り貝）を成長不良年とした。成長不良年の2月の貝柱重量は、 11.0 ± 0.6 g（平均±標準偏差）、標準年では、 14.6 ± 2.2 g（平均±標準偏差）であり、成長不良年の貝柱は標準年の約3/4の重量である（図2C）。過去の成長不良年に共通する環境の特徴は、11～1月におけるクロロフィルaの低濃度であり、秋～冬季の餌量不足は出荷時期の成長不良の直接的な原因と推測される（図3）。

(3) 得られた結果

2017年耳吊り貝の中腸腺および生殖巣指数を除く各部位重量は7～翌3月にかけて概ね標準年並みもしくは標準年を上回って推移した（図2A, B, C, E）。成長良否の指標としている2月の貝柱重量は、 13.2 ± 3.0 g（平均値±標準偏差）であった（図2C）。過去の標準年の平均値（14.6 g）を下回ったものの、過去27年間で高い方から数えて16番目の数値であり、平均的な成長と考えられる。5～6月の生殖巣重量および生殖巣指数は過去の数値よりも低いことから、産卵が早かったと推測される（図2E, F）。

調査期間中の水温は7月、3月および6月で高いことが特徴であった（図3A）。2017年7月は上～中旬にかけて気温が高く、穏やかな日が続いたため海面水温が上昇しやすかったと考えられる。また、2018年は前年に続き、冬～春の沿岸親潮の勢力が弱く、3月の水温は過去2番目の高さであった。この冬～春の水温の高さは、ホタテガイの成熟・産卵を促進した可能性がある（図2E, F）。なお、6月は調査時期により水温の差が大きい時期であり、今回の調査は6月末（6月27日）に実施されたため、例年よりも高かったと考えられる。11～1月のクロロフィルa濃度は低く推移し、過去の成長不良年と共通の特徴を示し（図3B）、この時期の中腸腺重量が低位で推移した原因と考えられる（図2D）。しかし、出荷時期（12～3月）の殻高や各部位重量に成長不良の傾向は認められなかった。前年の2016年耳吊り貝は耳吊り後の低生残が問題となり、

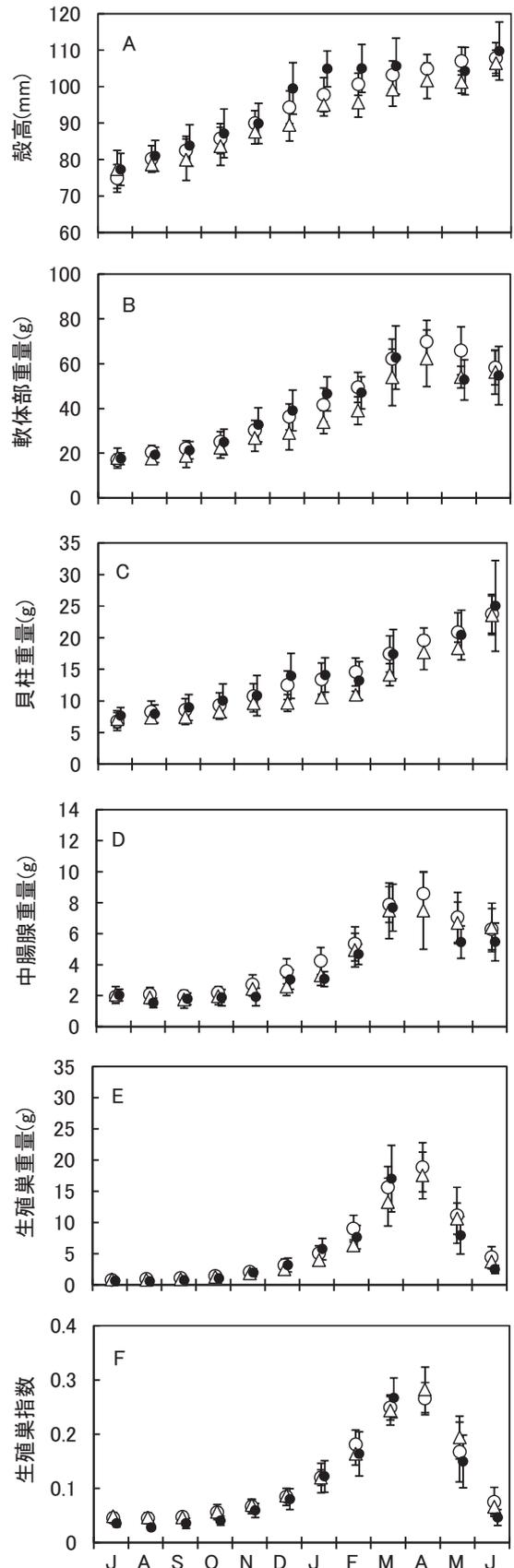


図2 八雲定点における耳吊り養殖ホタテガイ（2 齢貝）の殻高 (A)、軟体部重量 (B)、貝柱重量 (C)、中腸腺重量 (D)、生殖巣重量 (E)、生殖巣指数 (F) の季節変化。○：標準年，△：成長不良年，●：2017年耳吊り貝。縦棒は標準偏差を示す。

2017年の生産量は1991年以降最低を記録した。

調査を行っている八雲地区は3年貝の割合が高く、2016年耳吊り貝の低生残により、調査海域で養殖されているホタテガイが平年よりも少なかったと推測される。そのため11月～1月の餌不足の影響が顕在化しなかったのかもしれない。

2017年耳吊り貝の出荷時期（2017年12月～2018年3月）の生残率は77%で2003年以降最も高かった（図4）。過去の出荷時期の死殻では殻高70mm未満が平均70%を占めているのに対して、2017年の死殻は殻高70mm未満の割合が23%と非常に低かった（図5）。殻高70mm未満は7月以前の平均サイズと考えられることから（図2A）、2017年耳吊り貝は、春の耳吊り後、早い時期に死亡する個体が少なかったと推測される。2006年～2017年耳吊り貝の出荷時期（12月～4月）の死殻における殻高70mm未満の割合と同期間の平均生残率の間には統計的に有意な相関が認められる（スピアマン順位相関係数 $\rho = -0.65$, $p = 0.03$ ）。従って、出荷時期の耳吊り貝の生残良否は、春の耳吊り後、早い時期の生残良否に左右されていることが示唆される。

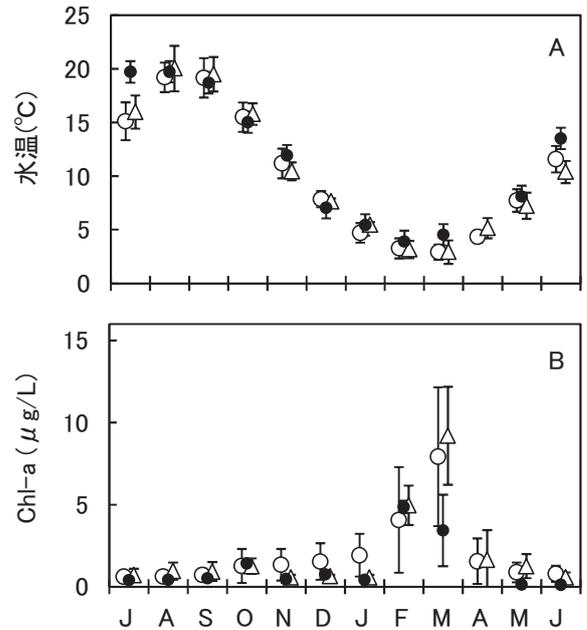


図3 八雲定点における深度5～15mの水溫 (A) とクロロフィル a 濃度 (B) の季節変化。○：標準年，△：成長不良年，●：2017～2018年。縦棒は各年平均値の標準偏差を示す。

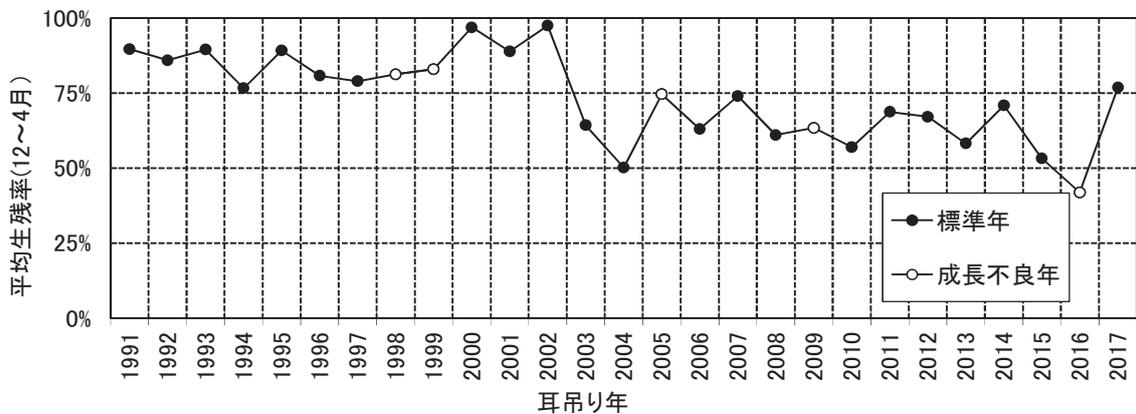


図4 八雲定点における1991～2017年耳吊りホタテガイ（2齢貝）生残率の経年変化

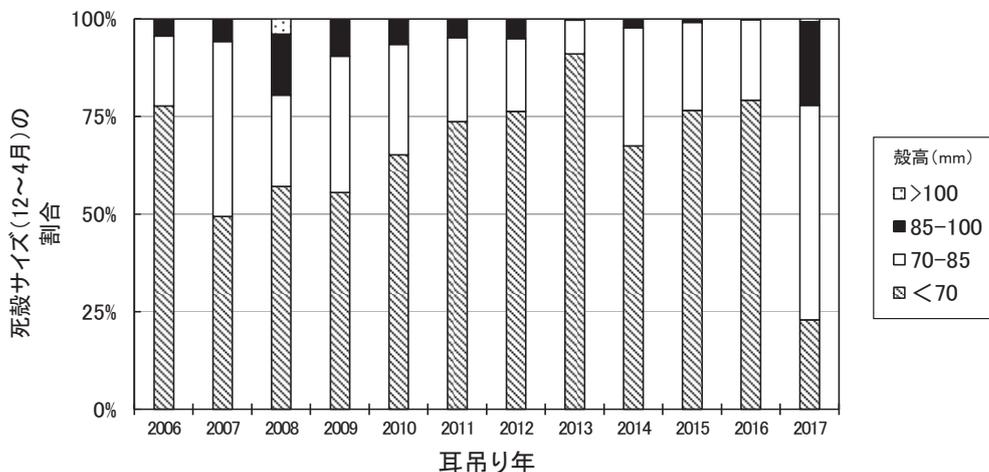


図5 八雲定点における2006～2017年耳吊りホタテガイ（2齢貝）死殻の殻高組成の経年変化

2. 6 噴火湾環境調査

担当者 調査研究部 西田 芳則・渡野邊 雅道
 協力機関 渡島北部地区水産技術普及指導所
 釧路水産試験場

(1) 目的

噴火湾では、ホタテガイ養殖、アカガレイ漁、トヤマエビ漁などが営まれ、これら漁業は地域の重要な産業になっている。また、湾外に目を向ければ、冬季にスケトウダラが道東海域から産卵のために来遊し、渡島東部海域では同種の漁業が盛んである。

上記の漁業では一見安定しているようにみえるが、次のような課題を抱えている。例えば、ホタテガイ養殖では、採苗不振、夏季の高水温によるへい死などの問題がある。アカガレイやトヤマエビ漁業では、夏季に噴火湾に形成される貧酸素水塊により漁場が変化し、それに加え、餌料である底生生物の減少による資源量の低下が危惧されている。また、スケトウダラ漁業には、胆振側にのみ主漁場が形成される年があり、その場合には渡島側の漁獲量は激減する。以上の問題に共通していることは、漁業は少なからず海洋環境の影響を受けているということである。

噴火湾の海況に関する研究では、北大が中心となって、水塊交換、熱・塩分収支、湾内水の流動などが明らかにされてきた。しかし、海況が漁業生物の漁場形成、資源変動に与える影響については未だ不明な点が多い。

そこで本研究では、定期的に噴火湾およびその周辺海域の海況を調査し、その結果を解析、また関係機関に情報提供することで、噴火湾海域における漁業生産の安定化に資することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア 調査船による海洋観測

噴火湾における水塊交替、底層の溶存酸素量、水温、塩分分布、流況などを把握するため、2017年5月9～10日、6月6～7日、9月11～13日、11月27～28日、2018年2月19～20日に、図1に示す調査点においてCTD観測、RD社製ADCPによる流れの連続観測を実施した。また、Sta. 30, 31, 34, 38地点において、9月を除き、海底直上の溶存酸素量を把握するため、海面から海底までASTD観測を行った。9月にはSta. 23, 29, 31, 38地点において、ASTD観測を実施するとともに、

同地点において、海底泥の硫化物量、強熱減量を調べるため、不攪乱柱状採泥器を用いた採泥を行った。なお、本調査は、2月においては北辰丸、それ以外の月については金星丸を用いた。

噴火湾において水塊（沿岸親潮、津軽暖流）の流入状況を数値的に把握するため、平成27年度に作成したプログラム（perl）を用いて水塊の湾内占有率を求めた。なお、各水塊の水温、塩分は、順に沿岸親潮が3℃以下、33.0以下、津軽暖流が6℃以上、33.6以上である。

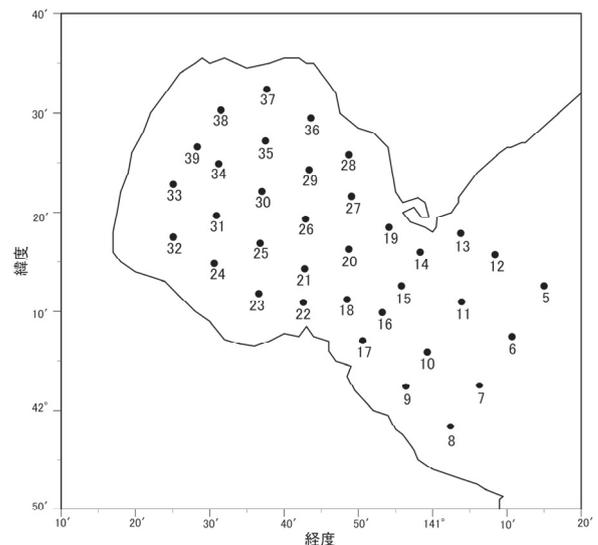


図1 調査点

(3) 得られた結果

ア 噴火湾の水塊交替

噴火湾における沿岸親潮、津軽暖流水の湾内占有率を図2に示す。沿岸親潮の湾内占有率は2017年2月から2018年2月までほぼ終始0%であった。このような2月に沿岸親潮の湾内流入がみられない現象は2016年以降継続している。一方、津軽暖流水の湾内占有率は、2017年9月時点では約9%とほぼ平年並みであったが（標準偏差内）、その後増加し、12月には約88%と平年を上回った。

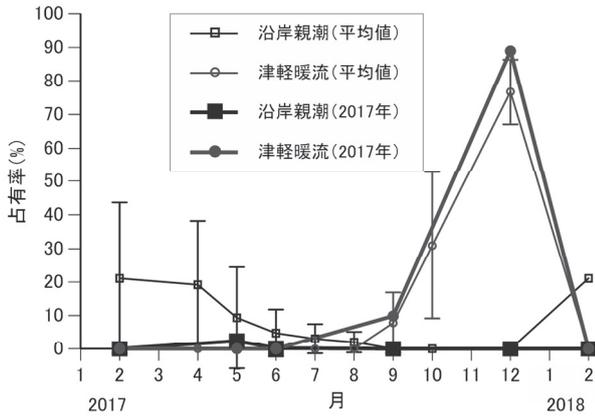


図2 噴火湾に分布する水塊の湾内占有率

イ 噴火湾底層の溶存酸素量

2017年9月における噴火湾底層の溶存酸素量を図3に示す。ここで底層とは、海底から海底直上5~10mまでの層をいう。例年噴火湾底層の溶存酸素量は湾中央部で最低値を記録するが、今年度は湾中央部のやや湾奥部寄りでは溶存酸素量が3ml/l以下になり、貧酸素水塊の形成が認められた。しかし、その規模は2015年に形成された貧酸素水塊のそれに比べ小さかった。

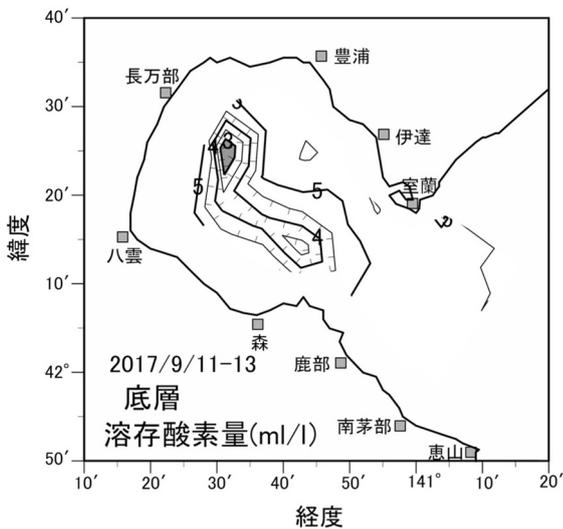


図3 噴火湾底層における溶存酸素量の水平分布

ウ 噴火湾の底質

噴火湾の海底表面における硫化物量、強熱減量を表1に示す。全硫化物量は全点0.1mg/g以下であり、基準となる0.2mg/gを下回った。また、強熱減量は各月ともに13~15%であり、ほぼ例年より約5%高かった。

表1 噴火湾の底質

調査日	調査点	硫化物量 (mg/g乾泥)	強熱減量 (%)
2017/9/13	ST.23	0.025	14.6
2017/9/12	ST.29	0	13.3
2017/9/13	ST.31	0.043	15.1
2017/9/12	ST.38	0	13.3

エ 噴火湾内外の流れ

2017年11月における流速ベクトルの水平分布を図4に示す。噴火湾では、湾口部渡島側から湾内へ流入し、湾内を時計回りに循環後、胆振側から湾外へ流出する流れが明瞭に認められた。夏季以降は津軽暖流水が湾内へ流入する時期であり、暖流水により湾内の水塊が常に入れ替わっている状況であった。湾外の恵山沖から室蘭沖にかけては強い時計回りの循環流が認められており、この循環流の一部が湾内の海水交換を促しているものと推察された。

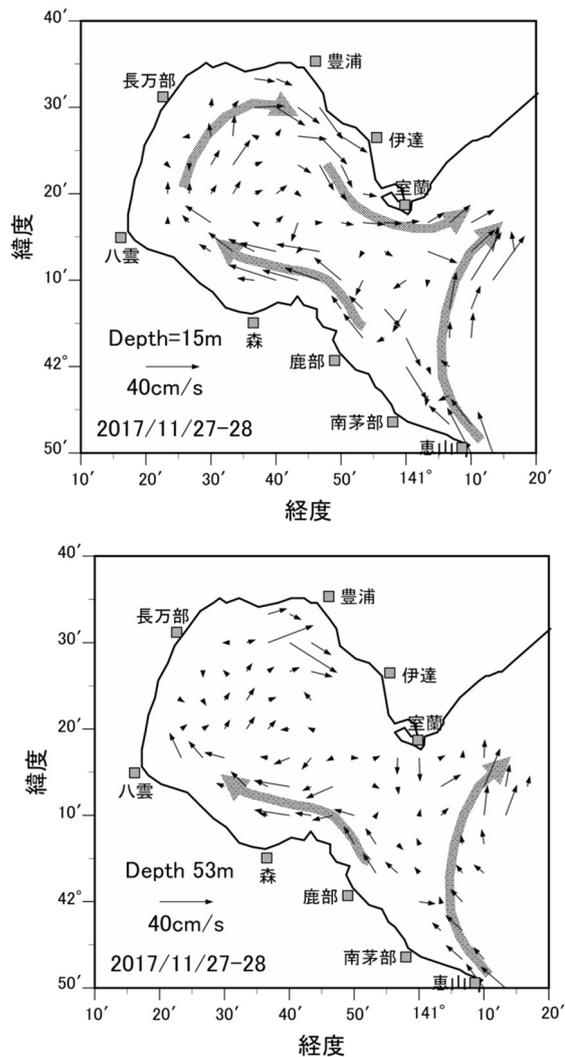


図4 (上) 深度 15m (下) 深度 53mにおける流速ベクトルの水平分布。

3. 海洋環境調査研究（経常研究）

3. 1 定期海洋観測

(1) 目的

主要魚種の資源管理，漁場・漁況予測に資するため，北海道周辺海域の沿岸から沖合にかけての漁場環境を定期的かつ長期的に調査し，海洋の構造およびその変動と生産力についての研究を進展させる。

(2) 経過の概要

ア 定期観測

調査船を用いた道南太平洋の定期観測を4，6，8，10月には図1，10月には図2，翌年2月には図3に示す各定点において実施した。10月の観測において，東経141度30分以東の観測点については北辰丸により実施した。また，2月の観測点については，全点北辰丸により実施した。

定期観測の内容は，基本的には，調査全点（25定点）におけるCTD（SBE-9plus）観測（最大600mまで），表面水の測温と塩検用の採水，透明度の観測，Sta. D01での貝毒プランクトンの採水，Sta. D24，D42での動物プランクトンの採集である。貝毒プランクトンの採水層は0m，10m，20m，30m，40mである。また，動物プランクトンは，改良型ノルパックネットを用い，Sta. D24では深度150mと500m，D42では深度150mからの鉛直引きにより採集する。なお，調査船の航行中はADCP（RD300kHz）による流れの連続観測を実施する。

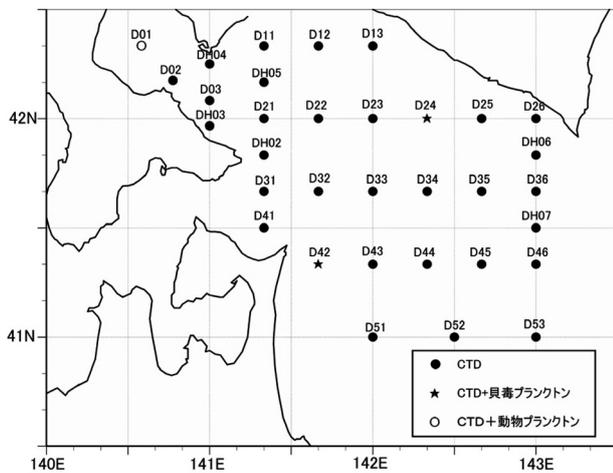


図1 道南太平洋定期観測定点
(4, 6, 8, 10月)

担当者 調査研究部 西田 芳則・渡野邊 雅道
協力機関 中央水産試験場資源管理部海洋環境G

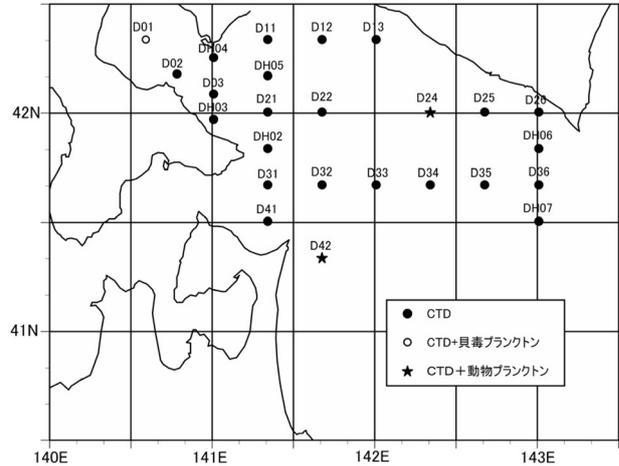


図2 道南太平洋定期観測定点（12月）

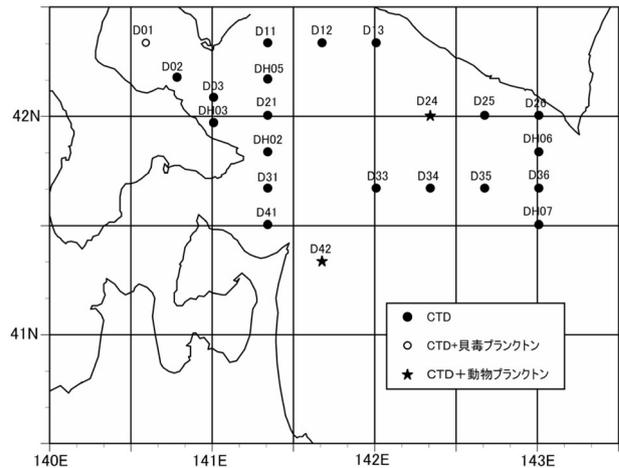


図3 道南太平洋定期観測定点（2月）

平成29年度の調査実績を表1に示す。

表1 平成29年度道南太平洋定期観測実施結果

月	金星丸			北辰丸		
	観測開始年月日	観測終了年月日	観測点数	観測開始年月日	観測終了年月日	観測点数
4	2017/4/24	2017/4/26	33	観測無し		
6	2017/6/6	2017/6/11	32	観測無し		
8	2017/7/26	2017/7/31	31	観測無し		
10	2017/9/25	2017/9/27	32	観測無し		
12	2017/11/14	2017/11/28	10	2017/12/3	2017/12/4	11
2	観測無し			2017/2/17	2017/2/22	22

イ 海況速報

中央水産試験場海洋環境グループが定期観測データ

を取りまとめ、その結果を「海況速報」として年6回、中央水試ホームページで公表している。

<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyou/sokuhou/index.html>。

(3) 得られた結果

平成29年度中央水産試験場事業報告書を参照。

4. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）

4. 1 マナマコ

担当者 調査研究部 酒井 勇一

協力機関 胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

全国で人工種苗放流による資源添加の試みられているマナマコだが、この人工種苗放流による資源添加効果は明らかでは無い。一方、遺伝マーカーを利用した親子鑑定で人工種苗を判別する技術が開発できたことで、放流サイズにかかわらず、放流効果を検討できるようになった。人工種苗放流は、漁獲により放流にかかるコスト以上の収益が回収できなければ経済的に成り立たず、継続しにくい。そのため、放流効果を把握することが不可欠であるが、この調査期間や調査範囲を決定するために必要な寿命や移動範囲に関する情報は無い。さらに、これまで本道をはじめ全国で進められてきた人工種苗放流は、生残率が高いと期待される

大型種苗を中心に行われてきたが、専用の施設で長期間の育成が必要であるため、生産できる個体数には限界がある上、生産コストも高くなる。

そこで、いぶり中央漁協白老支所・漁協潜水部会が荷さばき所で生産・放流しているマナマコ着底稚仔の追跡調査を実施し、生き残りや成長などを検討するとともに経済的な放流効果をも試算する。

(2) 経過の概要

白老港では平成22年から平成27年まで白老港の荷さばき所で、白老町、ナマコ潜水部会、胆振地区水産技術普及指導所と共同で着底稚仔を生産・放流した。平成24年度から、港内での漁獲時に漁獲物の一部を抽出して、触手を採取したのち重量を測定した。触手から抽出したDNAを元に、漁獲物に占める人工種苗の割合を調べた。ただし平成28年度は、白老港での主漁期である6月にサンプルを入手できなかったため、経済的な効果の検討からは省いた。

(3) 得られた結果

表1に平成22年から平成27年にかけて放流した着底稚仔の放流数と経費及び単価を示した。

これまで分析した2,288個体の中に、平成22年に放流した人工種苗は30個体、平成23年に放流した人工種苗が4個体、平成24年に放流した個体が16個体確認された(表2)。

図1に放流後日数と、人工種苗の漁獲時の重量の関係を示した。放流した人工種苗の一部は、2、3年目に漁獲サイズ(100g)に達すると考えられたが、同一年級であっても成長のばらつきが著しく大きいことが明らかとなった。また平成22年放流種苗は、放流7年目に当たる本年も漁獲されており、着底稚仔放流で

表1 着底稚仔の生産コスト(人件費含まず)

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	合計
経費(万円)	7.0	11.5	10.9	8.3	8.3	8.4	54.4
着底稚仔生産数(万個)	5.8	47.0	27.4	20.3	22.4	8.7	131.6
種苗単価(円/個体)*	1.21	0.25	0.40	0.41	0.37	0.97	平均0.41

※:経費の合計を種苗個体数で割り出した値

表2 操業およびフリーサンプリングした個体の分析数と人工種苗数

調査年	調査日	分析個体数	人工種苗			備考
			H22	H23	H24	
H24	4月25日	21	0	0		操業
		15	0	0		フリーサンプリング
H25	5月8日	105	0	0	0	操業
		12	2	0	0	フリーサンプリング
	6月7日	101	4	0	0	操業
	6月10日	153	1	0	0	操業
	7月8日	70	0	0	10	フリーサンプリング
	11月13日	100	2	0	0	フリーサンプリング
	12月25日	100	2	0	0	フリーサンプリング
H26	5月23日	72	1	0	2	操業
		28	0	1	0	フリーサンプリング
	6月20日	210	4	1	2	操業
	10月31日	99	3	0	0	フリーサンプリング
H27	5月29日	150	1	0	0	操業
		6月18日	150	3	1	0
	7月11日	124	2	0	0	フリーサンプリング
	12月25日	96	1	0	0	フリーサンプリング
H28	11月28日	68	0	0	0	操業
		124	1	0	0	フリーサンプリング
	12月14日	63	1	0	1	操業
H29	6月16日	137	0	0	0	フリーサンプリング
		98	2	0	0	操業
	6月23日	96	0	0	0	操業
	11月7日	96	0	1	1	操業
小計	操業	1,383	17	3	6	
	フリーサンプル	905	13	1	10	
合計		2,288	30	4	16	

1)H28年は主漁期(6月)のサンプル入手できなかったため、秋期(11-12月)のデータのみ

も、7年以上生き残ることも明らかになった。

表3に漁獲物への放流種苗の混獲率と各年の漁獲物の平均重量を示した。平成29年度は5月から6月の春期に全漁期間の58.4%に当たる1,431kgを水揚げした。この間の漁獲物の個体当たりの平均重量は210.9gであった。一方、9月から1月までの漁獲量は1,019kgであった(個体当たり平均重量178.3g)。推定漁獲個体数は春期が6,785個体、秋期が5,712個体(合計12,497個体)であったと推定される。そこで、平成25年から、主漁期の情報が無い平成28年を除き平成29年までの操業情報に、これらの混獲率をかけ、放流年級ごとの推定漁獲回収数を表4に示した。

表5に、各放流年級の平成25年から平成29年までの4年間の累積漁獲回収率と、投資効果指数(水揚げ金額÷投資金額)を示した。累積漁獲回収率、投資効果指数ともに放流年級ごとに大きく異なっていたが、平成22年放流群は既に「1」を上回り、放流経費を人工種苗による水揚げが上回った。

表3 放流年級別の混獲率(H25年～H28年操業時)

操業年度	人工種苗放流年		
	H22	H23	H24
H25 混獲率(%)	1.39	0.00	0.00
漁獲物平均重量	154.6		
H26 混獲率(%)	1.77	0.35	1.42
漁獲物平均重量	178.9		
H27 混獲率(%)	1.33	0.33	0.00
漁獲物平均重量	175.0		
H28 ¹⁾ 混獲率(%)	0.76	0.00	0.76
漁獲物平均重量	150.9		
H29 混獲率(%)	0.69	0.34	0.34
漁獲物平均重量	210.9/178.3 ²⁾		

1)H28年は主漁期(6月)のサンプル入手できなかったため、秋期(11-12月)のデータのみ

2)春季の漁獲物平均重量は210.9g、秋期は178.3g

表4 放流年級別の推定漁獲回収数(H25年～H29年操業時)

操業年度	人工種苗放流年		
	H22	H23	H24
H25	105	0	0
H26	98	21	80
H27	146	36	0
H29	86	42	42
合計	435	99	122

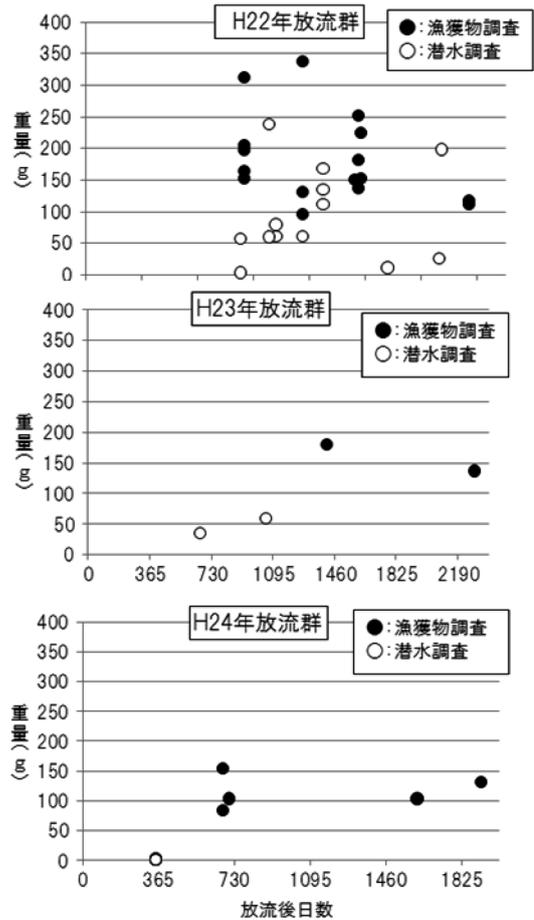


図1 漁獲およびフリーサンプリングで回収された放流種苗の重量(放流群別)

表5 放流年級別の混獲率と操業日誌から推定した累積漁獲回収率・投資効率

	操業年度	人工種苗放流年		
		H22年	H23年	H24年
(混獲率)	H25年	1.39	0.00	0.00
	H26年	1.77	0.35	1.42
	H27年	1.33	0.33	0.00
	H29年	0.69	0.34	0.34
累積漁獲回収数		435	99	122
放流数		58,000	470,000	274,000
累積漁獲回収率(%)		0.75	0.02	0.04
A:種苗放流経費(万円)		70,361	115,240	109,175
人工種苗由来漁獲収益	H25年	66,793	0	0
	H26年	77,088	16,504	62,973
	H27年	111,032	27,531	0
	H29年	32,866	16,195	16,195
B:人工種苗水揚げ(万円)		287,779	60,230	79,168
投資効果指数(B/A)*		4.09	0.52	0.73

5. マナマコ資源増大研究Ⅱ. DNA 標識技術を利用した放流追跡調査 (経常研究)

担当者 調査研究部 酒井 勇一

協力機関 ひやま漁業協同組合, 奥尻潜水部会,
奥尻町, 奥尻地区水産技術普及指導所,
せたな町, 檜山地区水産技術普及指導所檜山北部支所

(1) 目的

近年のマナマコ単価の高騰に伴い、道内各地で漁獲圧が増し、資源の維持・増大を目指した人工種苗放流事業が行われている。

函館水試では「ナマコ資源増大推進事業」(H19-25)で、奥尻町の開放系海域で種苗放流調査を実施し、体長組成から放流4年目の残留率は2.2%~17.5%であると推定した。一方、栽培水試では、東北大学と共同で実施した重点研究「DNA解析によるマナマコの放流効果推定技術開発と系群構造の解明」(H21-24)において、人工種苗のDNAマーカーを利用した判別技術を開発した。

本事業では、これまで奥尻で行ってきた調査結果を、このDNAマーカー技術を利用して追証する。

また、檜山沿岸では港湾など閉鎖系海域を主な放流地にしていることから、せたな町大成区をモデル地区として、人工種苗の放流効果を併せて検討する。さらに、地元の要望に沿って、着底稚仔の荷さばき所での生産・漁港内放流を行い、この効果についても追跡調査する。

(2) 経過の概要

ア 開放系地先に放流した人工種苗のDNA標識技術を利用した追跡調査

上述の「ナマコ資源増大推進事業」で、平成20年~22年に奥尻町に設置した放流区のうち、残留率が最も高かった平成21年の放流区に、奥尻町種苗センターで生産した表1の種苗を重ね播き放流した。

平成26年とH27年の調査では、各放流日に放流区を中心として東西南北方向に設置した100m~200mのライン沿いに、1m×10m幅のライントランセクトを行ってライン上のマナマコを採取したが、H28年からは、東西南北の4方向に伸ばした100mの調査ラインに加え、これらの中間方向へも100mのラインを伸ばし、同様にマナマコを採取した(図1)。

採取したマナマコは、重量を測定後、触手(触手の採取が困難な小型個体は体のすべて)を切り取り、99.5%エタノールに固定した。採取した触手は、DNA抽出キット(KURABO DT-S)を用いて全DNAを抽出後、栽培水試で開発した手法(平成24年 マナマコ放流用種苗作成指針参照)に則って、8マイクロ座のアリル型を調べた。アリル型の判別は、栽培水試所有のDNAシーケンサー(ABI社製3130XL)により行い、得られたアリル型を基にフリーソフトPARFEX(Sekino, M, & Kakehi S. 2011)を用いて親子鑑定した。

表1 放流種苗(奥尻地区)

年度	放流日	体長(mm)	個体数
H26	12.9.	7.13	25,192
H27	4.23.	10.4	35,663
	12.2.	5.5	95,622
H28	5.19.	12.8	94,430
	12.8.	14.7	50,160
H29	5.17.	13.5	72,330
合計			373,397

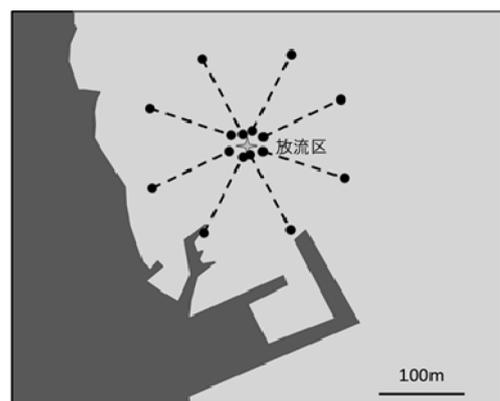


図1 放流区での調査ライン(開放系) 調査ラインは100mで10mピッチのライントランセクトを実施

表2 大成地区A漁港への放流種苗(アワビセンター育成)

	H26	H27	H28	H29
放流日	H26.6.13	H27.6.10	H28.11.28	H29.12.15
放流サイズ(mm)	13.2	16.7	5.4	8.11
放流数	32,375	15,183	86,738	61,282

イ 閉鎖系地先に放流した人工種苗のDNA標識を利用した追跡調査

(イ) 大型種苗放流

せたな町水産種苗育成センターで採卵・育成した種苗を同年12月15日にA漁港に放流した(表2)。

種苗放流にあわせて、放流区(図2)を中心として1m×10mのライントランセクト調査(北西方向に70m, 南東方向に200m)を行った。採取したマナマコは、先述と同じ方法で人工種苗を判別した。

(イ) 着底稚仔放流

せたな町大成区の前浜で入手した親マナマコ100個体から、8月8日にクビフリンを用いて産卵誘発した。応答した♀19個体, ♂43個体から得た受精卵291万個を1t水槽3基に収容して孵化させて、3日目から給餌した。また、8月16日(受精後8日目)に採苗器

(タマネギ袋1枚の中にタマネギ袋5枚を丸めて収容)を、各水槽に12基ずつ(合計36基)収容して8月30日まで静置した。また、8月16日にアワビセンターで育成した着底稚仔を12基の採苗基(タマネギ袋にネトロンネット2枚(30×80cm), タマネギ袋2枚(40cm×80cm), 遮光幕2枚(30×100cm))を設置した1t水槽に収容して、8月30日まで静置した。

採苗器上の着底稚仔の個体数は、これと同じ基質で作ったテストピース(10cm×10cmを1水槽当たり6個)を同時に垂下し、ここに着底した稚マナマコの密度を基に推定した。

A漁港では、海底に設置した放流区に、採苗器18基(12.1万個体)を固定して放流した。B

漁港とC漁港にも同じ方法でそれぞれ採苗器18基(26.7万個体)と12基(20.8万個体)を放流した(表3)。

さらにこれら3漁港で、稚マナマコを採苗していない採苗器(天然採苗器と称す)を50m程度離れた海底面に設置した。

12月15日に各地先からこれら人工採苗基のうち2基と天然採苗器全てを潜水で回収した。

採取した個体は、これらをメントールで麻酔し、体長と重量を測定後、DNAを抽出して人工種苗を判別した。

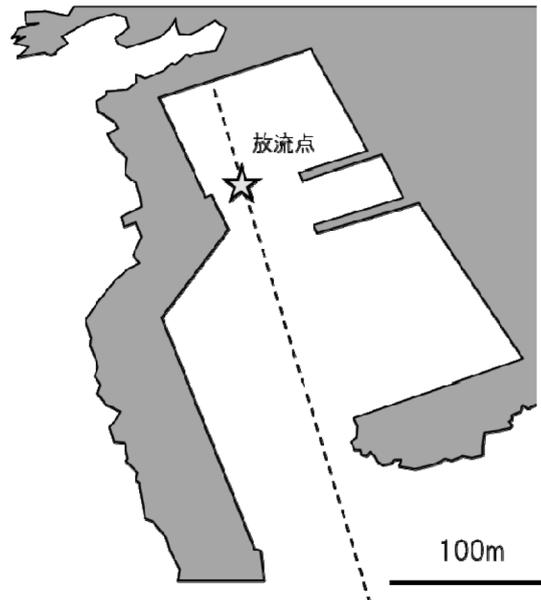


図2 A漁港での放流点と調査ライン

		A漁港	B漁港	C漁港	合計
H26	放流数(万個体)	7.2	72.8	48.5	128.5
	採苗器数	2	27	27	56
H27	放流数(万個体)	4.6	6.9	5.2	16.7
	採苗器数	24	72	72	168
H28	放流数(万個体)	6.9	19.4	19.7	46.0
	採苗器数	31	43	47	121
H29	放流数(万個体)	12.1	20.8	26.7	59.6
	採苗器数	12	12	24	48
合計	放流数(万個体)	18.7	99.1	73.4	191.2
	採苗器数	57	142	146	345

表4 放流個体の回収数と混獲率(奥尻地区)

調査日		H27.4.23	H27.12.5	H28.5.19	H28.12.8	H29.5.17	H29.12.7
分析個体数		105	29	240	70	230	130
回収数	H26.12.9.	0	0	7	4	15	3
	H27.4.23.		0	35	5	15	4
	H27.12.2			0	13	0	9
混獲率(%)	H26.12.9.	0.0	0.0	2.9	5.7	6.5	2.3
	H27.4.23.		0.0	14.6	7.1	6.5	3.1
	H27.12.2			0.0	18.6	0.0	6.9
人工種苗混獲率(3群込み)				17.5	31.4	13.0	12.3

(3) 得られた結果

ア 開放系地先に放流した人工種苗のDNA標識技術を利用した追跡調査

表4に追跡調査日と放流群ごとの人工種苗の回収個体数, 混獲率を示した。これまでにH26年12月に放流した種苗からH27年12月に放流した3放流群を確認しており、これらの混獲率は12.3%~31.4%と調査回次毎に変動した。

図3に人工種苗の分散範囲を示した。いずれも転石場で確認されているが、調査ごとに分散範囲も異なっ

ていた。

これらの分散範囲の人工種苗の密度を元に生残率を推定して、表5に示した。調査ごとに回収される天然個体を含めたマナモコの数と人工種苗の混入率ならびに分散範囲が変動するため、H26年12月放流群の推定残留率は0.14~1.28%、H27年4月放流群では0.14~0.84%、H27年12月放流群では0~0.13%と変動した。

放流種苗の放流群別の重量を図4に示した。同じ放流群であっても個体間のばらつきが大きいことが明らかになった。

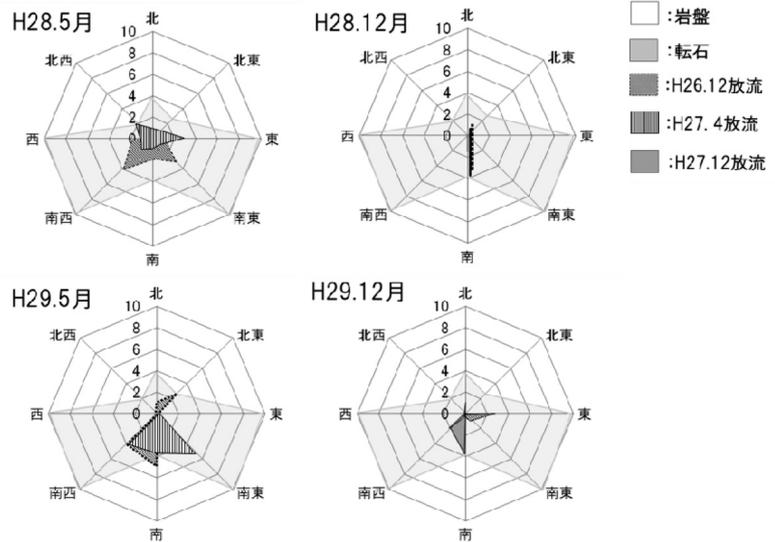


図3 人工種苗の分散範囲と底質

表5 生産ロット別の推定残留率(混入率)

放流日	体長(mm)	種苗	放流数	推定残留率(混入率)			
				H28.5月	H28年12月	H29年5月	H29.12月
H26.12.9	7.1	当歳	25,192	0.47(2.9)	0.14(5.7)	1.28(6.5)	0.16(2.31)
H27.4.23	10.4	越冬	35,663	0.46(14.6)	0.14(7.1)	0.84(6.5)	0.19(3.08)
H27.12.2	5.5	当歳	95,662	0.0(0.0)	0.05(18.6)	0.0(0.0)	0.13(6.92)

イ 閉鎖系地先に放流した人工種苗のDNA標識を利用した追跡調査

(ア) 大型種苗放流

a A漁港

これまでの調査でA漁港内の調査ライン上で回収した個体のうち、人工種苗の混入率とその分散範囲から推定した残留率を図5に示した。調査ごとに回収される天然個体を含めたマナモコの数と人工種苗の混入率ならびに分散範囲が変動するため、H26年放流群及びH27年放流群の推定残留率は変動した。

それぞれの放流種苗の成長を図6に示した。放流種苗の一部には、放流後1年(生後2年)程度で漁獲サイズである100gに達する個体もいたが、同じ時期、同じ放流群の成長は大きくばらついた。

(イ) 着底稚仔放流

H26年からH28年までの着底稚仔の放流数と3ヶ月後の採苗器上の残留率を表6に、人工種苗の比率を図7に示した。どの地区でも天然個体が発生していること、人工採苗器の残留率が低いことが明らかになった。

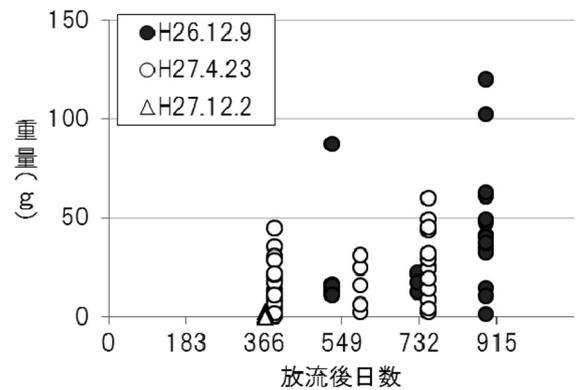


図4 放流種苗の成長

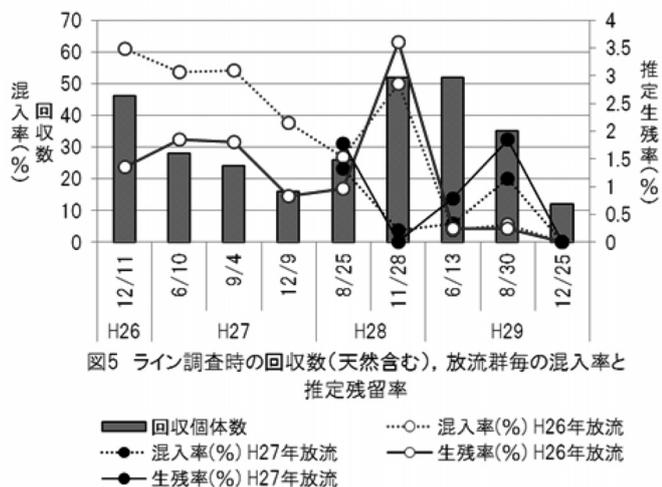


図5 ライン調査時の回収数(天然含む)、放流群毎の混入率と推定残留率

なお、本年度回収した個体については現在分析中である。

参考文献

Falush, D., Stephens, M., and Pritchard, J. K. (2003a). Inference of population structure: Extensions to linked loci and correlated allele frequencies. *Genetics*, 164:1567-1587.

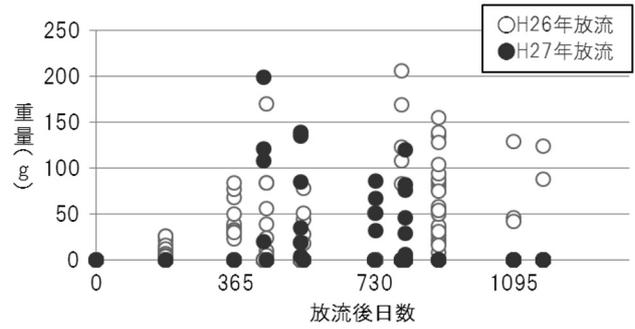


図6 大型種苗の成長

表6 H26年～H28年に各地先に設置した着底稚仔採苗器上の残留率(着底稚仔3ヶ月後)

	体長	A漁港	B漁港	C漁港
H26	人工(mm)	7.9	-	8.3
	天然(mm)	32.8	-	-
	比率	47.1	88.9	100.0
H27	人工(mm)	8.9	9.6	10.3
	天然(mm)	19.1	10.6	12.9
	比率	40.0	56.3	52.5
H28	人工(mm)	6.2	4.7	10.1
	天然(mm)	3.4	5.0	9.0
	比率	80.0	80.0	73.0

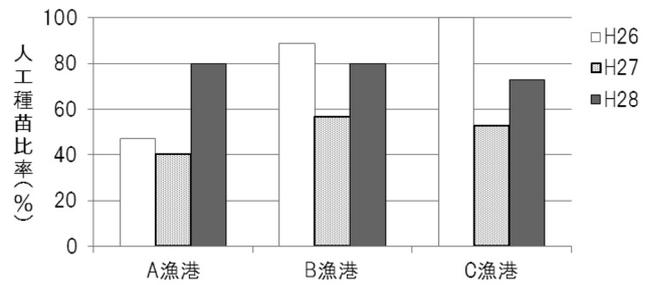


図7 人工採苗器上の人工種苗の比率

6. ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究）

6. 1 貝毒プランクトンモニタリング調査

担当者 調査研究部 吉田 秀嗣・金森 誠・西田 芳則

協力機関 日高地区水産技術普及指導所静内支所
胆振地区水産技術普及指導所
渡島北部地区水産技術普及指導所
渡島地区水産技術普及指導所

(1) 目的

北海道全域における貝毒プランクトンの出現と貝毒発生傾向を把握して、二枚貝類等の計画的出荷をサポートすることを目的とする。

(2) 経過の概要

調査は北海道沿岸の17海域18定点で実施され、現地での採水、水温・塩分測定は、水産技術普及指導所、漁業協同組合および水産試験場が担当した。函館水産試験場は、図1に示す太平洋中部（静内）、噴火湾東部（虻田）、噴火湾西部（八雲、森）、噴火湾湾口（鹿部）、津軽海峡（知内）の5海域6定点において、表1に示す深度で採集された麻痺性貝毒原因プランクトン *Alexandrium* 属および下痢性貝毒原因プランクトン *Dinophysis* 属の検境と結果の速報を担当した。なお、2017年から噴火湾西部（森）の4～7月の調査回数は2回から1回に変更され、噴火湾湾口部（鹿部）の採水層は8層（深度0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40m）から5層（深度0, 10, 20, 30, 40m）に変更された。

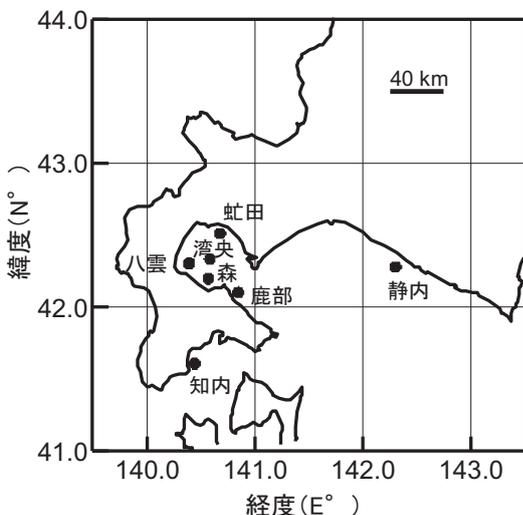


図1 調査点の位置図

また、参考資料とするため、噴火湾の湾中央（定期海洋観測定点D01）で金星丸による調査を実施した。各調査点の調査時期と回数は表2に示した。その他の定点における検境と結果の速報等は、中央水産試験場が担当した。

二枚貝類等の出荷規制については、北海道水産林務部の報告を用いた。規制は北海道独自の自粛規制と国による自主規制の2段階からなっている（表3）。

(3) 得られた結果

結果は「貝毒プランクトンモニタリング速報」として関係機関に電子メールで配信し、道総研函館水産試験場のホームページに公開した。また、詳細は「赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書」として道総研中央水産試験場のホームページに公開されている。

表1 各調査点の調査深度

海域	調査点	調査深度(m)
太平洋中部	静内	0, 10, 20, 30
噴火湾東部	虻田	0, 5, 10, 15, 20, 25
噴火湾西部	八雲	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30
同上	森	0, 10, 20, 30
噴火湾湾口	鹿部	0, 10, 20, 30, 40
津軽海峡	知内	0, 10, 20

表2 各調査点の調査時期と回数

調査点/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
静内	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1
虻田	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1
八雲	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
森	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
鹿部	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
知内	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
湾中央	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0

表3 二枚貝等の国内出荷規制基準値

貝毒の種類	規制区分	部位	規制基準値
麻痺性貝毒	自粛規制	可食部	3 MU/g
		中腸腺*	20 MU/g
下痢性貝毒	自主規制	可食部	4 MU/g
		可食部	0.08mgOA当量/kg
下痢性貝毒	自主規制	可食部	0.16mgOA当量/kg

*: 中腸腺による規制の対象種はホタテガイ

この他に北水試研報第93号に「北海道、噴火湾東部海域における麻痺性貝毒原因プランクトン*Alexandrium tamarense*の出現と環境要因、特に河川流量との関係について(資料)」として、本事業のデータを取りまとめた結果を報告した。

ここでは2017年の麻痺性貝毒原因プランクトン*A. tamarense*および下痢性貝毒原因プランクトン*D. fortii*, *D. acuminata*, *D. norvegica*の出現状況と出現した水温・塩分の概要について記載する。これら3種の下痢性貝毒原因プランクトンは、下痢性原性を有する0A群を高毒量でもつことがあるため、噴火湾では注意を要する種である(平成26年度道総研函館水産試験場事業報告書, 111-113頁参照)。なお、本調査は、貝毒プランクトンの生態に合わせて、暦年単位(2017年1-12月)で報告する。

ア 貝毒プランクトンの出現状況

*Alexandrium tamarense*は3-5, 8月に出現した(表4)。ただし、津軽海峡では出現が認められなかった。*A. tamarense*が出現した水温は3.5-19.0℃, 塩分は31.6-33.5だった。最高出現密度は3月23日の噴

火湾湾口での40細胞/Lであり、それが出現した深度10mの水温は4.8℃, 塩分は33.5だった(表5)。

*Dinophysis fortii*は5-11月に出現した(表4)。*D. fortii*が出現した水温は6.2-19.3℃, 塩分は30.7-34.0だった。最高出現密度は9月11日の太平洋中部での220細胞/Lであり、出現した深度20mの水温は15.1℃, 塩分は33.2だった(表5)。

*Dinophysis acuminata*は1-11月に出現した(表4)。*D. acuminata*が出現した水温は1.1-20.4℃, 塩分は27.7-34.0だった。最高出現密度は6月15日の噴火湾湾口部での620細胞/Lであり、出現した深度0mの水温は13.4℃, 塩分は31.2だった(表5)。

*Dinophysis norvegica*は2-8月に出現した(表4)。ただし、津軽海峡では出現が認められなかった。*D. norvegica*が出現した水温は2.2-15.1℃, 塩分は30.6-33.6だった。最高出現密度は6月15日の噴火湾湾口部での150細胞/Lであり、出現した深度0mの水温は13.4℃, 塩分は31.2だった(表5)。これは*D. acuminata*が最高出現密度を記録した同一日、同一定点、同一深度だった。

約2ヵ月に1回調査した噴火湾湾央での貝毒プラン

表4 *Alexandrium tamarense* および *Dinophysis* 属3種の出現時期・水温・塩分

海域 (調査点)	<i>A. tamarense</i>			<i>D. fortii</i>			<i>D. acuminata</i>			<i>D. norvegica</i>		
	時期 (月)	水温 (℃)	塩分	時期 (月)	水温 (℃)	塩分	時期 (月)	水温 (℃)	塩分	時期 (月)	水温 (℃)	塩分
太平洋中部 (静内)	8	17.2	32.1	6-11	9.7 - 17.7	31.8 - 33.9	1,2,4-11	1.1 - 18.0	31.1 - 33.9	4-8	2.2 - 15.1	31.1 - 33.2
噴火湾東部 (虻田)	4,5	3.5 - 5.2	31.6 - 32.4	6-9	9.4 - 17.6	30.7 - 33.1	2-7	2.7 - 17.6	27.7 - 33.6	2,4-7	3.4 - 14.8	30.6 - 33.3
噴火湾西部 (八雲)	-	-	-	7,8	6.3 - 19.3	32.3 - 32.3	2-7,9	4.1 - 20.4	30.5 - 33.7	3,5-7	4.6 - 7.7	32.1 - 33.6
噴火湾西部 (森)	4	5.1 - 6.0	31.9 - 33.3	7,8	6.2 - 10.2	31.9 - 32.4	3-8	4.1 - 10.2	31.8 - 33.5	4-7	5.1 - 10.2	31.8 - 33.3
噴火湾湾口 (鹿部)	3,4,8	3.5 - 19.0	32.5 - 33.5	7	11.3	31.7	3-7	3.7 - 13.4	31.2 - 33.5	5-7	4.7 - 13.4	31.2 - 32.5
津軽海峡 (知内)	-	-	-	5,6	9.8 - 11.4	33.9 - 34.0	4-8	8.5 - 20.3	31.5 - 34.0	-	-	-

表5 *Alexandrium tamarense* および *Dinophysis* 属3種の最高出現密度とその出現時期・水温・塩分

海域 (調査点)	<i>A. tamarense</i>				<i>D. fortii</i>				<i>D. acuminata</i>				<i>D. norvegica</i>			
	最高密度 (細胞/L)	時期 (月)	水温 (℃)	塩分	最高密度 (細胞/L)	時期 (月)	水温 (℃)	塩分	最高密度 (細胞/L)	時期 (月)	水温 (℃)	塩分	最高密度 (細胞/L)	時期 (月)	水温 (℃)	塩分
太平洋中部 (静内)	30	8	17.2	32.1	220	9	15.1	33.2	250	8	17.2	32.1	120	6	7.8	31.8
噴火湾東部 (虻田)	10	4,5	3.5-5.2	31.6-32.4	110	7	13.7	32.4	490	6	12.3	31.3	120	5	3.4	32.5
噴火湾西部 (八雲)	-	-	-	-	180	7	6.3	32.3	160	5	7.3	32.0	140	6	6.0	32.3
噴火湾西部 (森)	10	4	5.1-6.0	31.9-33.3	30	7	10.2	31.9	230	5	7.5	32.0	120	6	6.3	32.2
噴火湾湾口 (鹿部)	40	3	4.8	33.5	50	7	11.3	31.7	620	6	13.4	31.2	150	6	13.4	31.2
津軽海峡 (知内)	-	-	-	-	10	5,6	9.8-11.4	33.9-34.0	40	4	8.5	33.9	-	-	-	-

クトンの出現状況を以下に記す。*A. tamarense*は出現しなかった。*D. fortii*は7, 9月に出現し、最高出現密度は7月27日の32細胞/L (30細胞/0.95L), *D. acuminata*は2, 4, 6月に出現し、最高出現密度は6月7日の330細胞/L, *D. norvegica*は4, 6月に出現し、最高出現密度は6月7日の50細胞/Lだった。

付表1に示した調査点から得られた海域ごとの*A. tamarense*, *D. fortii*, *D. acuminata*および*D. norvegica*の最高出現密度の経年変化を表6~9に示した。2017年の特記事項としては、*D. fortii*が太平洋中部で220細胞/出現し、1981年以後では最高を記録した。

唯一同じ調査点で1980年代から長期間調査が継続されている噴火湾東部海域の虻田沖1マイルにおける*A. tamarense*, *D. fortii*, *D. acuminata*および*D. norvegica*の最高出現密度の経年変化を図2に示した。2015年に

2,760細胞/Lと高かった*A. tamarense*の最高出現密度は、2016年に60細胞/L, 2017年には10細胞/Lに低下した。*D. fortii*の最高出現密度は、2016年(50細胞/L)より高くなり、110細胞/Lだった。*D. acuminata*の最高出現密度は、2016年(410細胞/L)より高くなり、490細胞/Lだった。*D. norvegica*の最高出現密度は、2016年(50細胞/L)より高くなり、120細胞/Lだった。

イ 二枚貝等の出荷規制

津軽海峡~太平洋中部の6海域におけるホタテガイの貝毒検査結果の経年変化を表10~12に示した。対象海域では麻痺性および下痢性貝毒は、1990年代後半から低毒化傾向が継続している。2017年は麻痺性貝毒および下痢性貝毒によるホタテガイの出荷規制は措置されなかった。

表6 *Alexandrium tamarense* の最高出現密度 (細胞/L) の経年変化

年/海域	津軽海峡	噴火湾湾口	噴火湾西部	噴火湾東部	太平洋西部	太平洋中部
1979			4,340	10,900		
1980		10	220	10,940	2,740	
1981	750	740	1,100	44,400		3,300
1982	0	40	60	20		240
1983		13,750	1,440	14,520		
1984		2,460	50,540	4,880		
1985		8,320	2,280	3,380		
1986		1,200	18,820	3,080		
1987		200	8,720	5,760		
1988		40	500	80		
1989		7,340	39,580	9,400		3,960
1990		700	1,300	740		40
1991		660	1,420	3,960		80
1992		20	180	20		0
1993		20	60	60		60
1994		400	2,820	240		100
1995		280	5,540	240		0
1996		60	60	60		20
1997		40	100	100		60
1998		40	20	20		0
1999		60	300	100		20
2000		20	140	20		0
2001		80	40	40		
2002		20	0	280		0
2003		400	180	80		20
2004		5,080	880	450		10
2005	0	100	40	20	0	10
2006	60	600	1,180	1,130	340	50
2007	10	500	630	40	150	0
2008	0	30	150	30	10	
2009	0	970	970	390	10	30
2010	0	30	730	300		90
2011	0	270	1,400	360		40
2012	0	20	160	80		10
2013	0	240	420	170		10
2014	20	20	20	20		10
2015	0	200	690	2,760		20
2016	30	40	60	60		10
2017	0	40	10	10		30

注)四角内の数字は各海域の最高出現密度を示す。

表7 *Dinophysis fortii* の最高出現密度 (細胞/L) の経年変化

年/海域	津軽海峡	噴火湾湾口	噴火湾西部	噴火湾東部	太平洋西部	太平洋中部
1979						
1980		50	160	520	700	
1981		190	260	180	740	
1982		110	160	400	40	
1983			1,850	4,800	5,425	
1984			360	1,080	1,020	
1985			580	400	980	
1986			400	2,820	840	
1987			140	140	200	
1988			340	920	140	
1989			320	360	300	
1990			140	180	180	
1991			340	380	60	
1992			40	80	20	
1993			200	80	80	
1994			240	320	660	
1995			80	40	60	
1996			20	60	20	
1997			0	40	100	
1998			40	100	40	
1999			260	220	440	
2000			260	20	160	
2001			240	120	160	
2002			60	80	20	
2003			80	40	20	
2004			140	120	480	
2005		20	170	500	990	110
2006	10	100	40	50	60	100
2007	0	10	30	20	30	0
2008	10	10	50	20	40	
2009	10	40	50	30	0	80
2010	10	110	100	10		130
2011	280	40	40	110		20
2012	10	20	10	160		190
2013	10	120	20	110		210
2014	20	70	60	30		20
2015	0	20	10	30		100
2016	10	110	180	50		140
2017	10	50	180	110		220

注)四角内の数字は各海域の最高出現密度を示す。

表8 *Dinophysis acuminata* の最高出現密度 (細胞/L) の経年変化

年/海域	津軽海 峡	噴火湾 湾口	噴火湾 西部	噴火湾 東部	太平洋 西部	太平洋 中部
1979						
1980						
1981		60	20	100		
1982		80	160	180		
1983			(140)			
1984			(380)			
1985						
1986						
1987						
1988		100	140	40		
1989		280	680	380		20
1990		80	160	220		0
1991		40	60	120		0
1992		200	200	700		140
1993		440	620	740		200
1994		500	360	2,680		80
1995		260	1,000	2,360		40
1996		500	1,420	320		280
1997		20	620	380		20
1998		80	80	60		60
1999		20	260	480		0
2000		640	1,920	780		20
2001		60	0	80		
2002		60	120	200		100
2003		940	920	720		20
2004		40	40	50		20
2005	10	40	30	30	40	70
2006	10	80	250	120	120	70
2007	80	50	100	50	20	10
2008	40	140	1,470	610	40	
2009	10	330	640	790	30	280
2010	10	90	280	370		30
2011	40	950	590	600		110
2012	20	230	420	310		30
2013	10	140	960	280		30
2014	30	80	210	150		1,010
2015	70	470	1,090	200		180
2016	10	520	1,120	410		6,710
2017	40	620	230	490		250

注)四角内の数字は各海域の最高出現密度を示す。括弧内の数字は付表1に示す調査点の一部の調査点の結果しかいないことを示す。

表9 *Dinophysis norvegica* の最高出現密度 (細胞/L) の経年変化

年/海域	津軽海 峡	噴火湾 湾口	噴火湾 西部	噴火湾 東部	太平洋 西部	太平洋 中部
1979						
1980						
1981		340	0	300		
1982		260	40	60		
1983			(460)			
1984			(380)			
1985						
1986						
1987						
1988		160	440	180		
1989		180	180	160		120
1990		240	1,080	480		40
1991		880	1,560	1,860		100
1992		280	240	320		460
1993		160	420	160		200
1994		520	920	1,140		220
1995		440	2,040	1,060		60
1996		640	1,400	820		820
1997		20	260	120		40
1998		20	60	40		20
1999		100	140	1,140		20
2000		20	100	40		0
2001		100	20	280		
2002		140	20	60		460
2003		200	500	160		100
2004		300	180	350		60
2005	0	70	100	180	60	440
2006	0	170	140	160	400	290
2007	0	70	110	170	170	0
2008	0	10	60	40	30	
2009	0	90	60	30	0	80
2010	10	50	700	180		750
2011	0	40	30	60		70
2012	30	130	300	250		190
2013	0	40	80	60		10
2014	70	400	130	240		290
2015	0	60	60	20		70
2016	0	280	150	50		1,510
2017	0	150	140	120		120

注)四角内の数字は各海域の最高出現密度を示す。括弧内の数字は付表1に示す調査点の一部の調査点の結果しかいないことを示す。

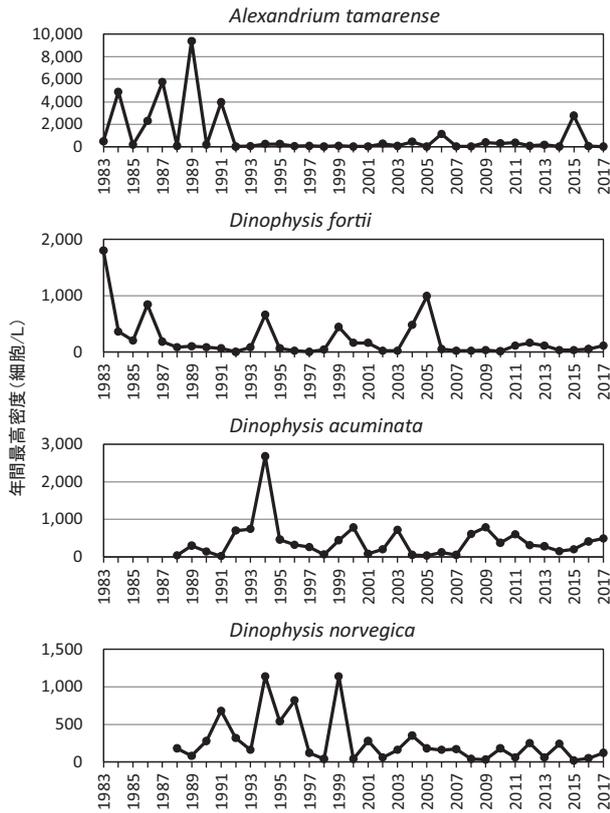


図2 噴火湾東部海域の虻田沖1マイル調査点における *Alexandrium tamarense* および *Dinophysis* 属3種の最高出現密度の経年変化

表10 ホタテガイの麻痺性貝毒・中腸腺の最高毒量 (MU/g) の経年変化

年/海域	津軽海峡	噴火湾湾口	噴火湾西部	噴火湾東部	太平洋西部	太平洋中部
1975			21.6	4.1		
1976			14.6	16.9		
1977			38.4	54.3		
1978	1.8		306.5	297.0		
1979			734.5	690.8		
1980	18.4	184.2	342.0	77.8	6.9	29.8
1981	70.6	367.6	484.0	318.6		105.0
1982	<2.0	24.3	25.9	7.0		79.5
1983	40.8	247.5	360.6	405.6		364.8
1984	235.7	943.9	960.0	730.8		608.0
1985	9.8	302.0	424.8	319.1	3.6	1576.0
1986	65.0	845.1	960.9	396.0	64.2	556.2
1987	16.8	778.7	1832.1	1522.0	8.9	229.6
1988	2.3	530.1	252.1	23.5	22.0	171.4
1989	329.1	2364.0	2812.2	1446.0	465.6	1742.3
1990	48.3	720.0	725.7	430.7	90.5	286.0
1991	14.0	785.7	834.7	84.4	514.6	969.2
1992	2.0	48.7	30.0	27.4	5.3	14.9
1993	2.5	15.2	6.6	10.0	1.9	28.1
1994	2.2	89.8	323.4	54.1	ND	5.4
1995	4.6	51.4	348.0	73.8		10.0
1996	<2.0	25.6	12.0			3.6
1997	<2.0	27.4	15.4	5.6		3.5
1998	3.3	19.6	20.6	9.9	<2.0	18.6
1999	3.1	36.6	48.2	23.4	2.0	35.4
2000	<2.0	9.7	8.9	10.4	<2.0	8.4
2001	<2.0	17.3	8.5	7.8	<2.0	6.2
2002	<2.0	5.1	3.9	3.3	<2.0	4.6
2003	2.2	98.1	45.7	26.2	<2.0	32.5
2004	<2.0	186.2	217.3	254.5		
2005	<2.0	52.2	21.6	5.9		
2006	11.7	71.8	111.7	40.2		
2007	2.0	56.3	135.0	9.8		6.5
2008		14.6	14.6	10.0		2.1
2009		114.8	104.3	93.3		2.3
2010	2.2	23.3	31.1	59.9		2.1
2011		14.1	169.0	179.6		
2012		4.8	6.6	6.0		<2.0
2013		8.9	18.9	20.6		
2014		2.3	13.2	6.1		
2015		7.2	36.6	54.4		
2016		2.7	18.3	17.5		
2017		8.2	2.9	3.7		

注)NDは未検出を示す。

表 11 ホタテガイの麻痺性貝毒・可食部の最高毒量 (MU/g) の経年変化

年/海域	津軽海峡	噴火湾湾口	噴火湾西部	噴火湾東部	太平洋西部	太平洋中部
1975			ND	0.9		
1976	ND		2.6	2.1		
1977			6.4	8.8		
1978	ND		41.0	36.0		
1979			96.9	89.6		
1980	2.8	25.9	38.2	9.6	2.1	3.6
1981	17.6	63.4	99.0	58.8		15.7
1982	<2.0	7.0	5.2	2.7		21.2
1983	4.1	49.8	66.1	48.1		64.0
1984	30.8	97.4	143.3	127.6		81.9
1985	2.6	57.4	35.4	30.1	2.1	218.1
1986	3.4	82.5	129.9	87.5	13.4	91.3
1987	3.4	93.8	228.8	197.8	2.4	38.4
1988	2.0	61.0	36.1	9.6	3.6	21.3
1989	26.0	258.5	316.2	129.5	64.7	266.2
1990	6.9	37.2	31.8	40.5	12.1	55.0
1991	3.4	121.6	81.5	15.3	94.2	139.3
1992	<2.0	6.2	3.9	3.3	2.3	4.7
1993	2.4	3.0	2.3	2.1	2.2	2.7
1994	<2.0	9.8	25.5	4.8	<2.0	<2.0
1995	2.0	7.6	20.2	12.8	<2.0	2.1
1996	<2.0	3.2	2.9	2.3	<2.0	2.0
1997	<2.0	3.3	2.4	2.1	<2.0	<2.0
1998	<2.0	2.5	2.2	2.1	<2.0	3.1
1999	<2.0	4.6	7.4	3.2	<2.0	3.4
2000	<2.0	2.2	2.1	2.3	<2.0	<2.0
2001	<2.0	2.4	2.1	2.1	<2.0	<2.0
2002	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
2003	<2.0	9.5	3.7	2.6	<2.0	2.4
2004	<2.0	27.0	21.3	5.2	<2.0	<2.0
2005	<2.0	7.9	4.7	2.0	<2.0	<2.0
2006	<2.0	9.3	6.9	4.6		<2.0
2007	<2.0	8.0	11.2	3.2		<2.0
2008	<2.0	2.7	2.7	2.7		<2.0
2009	2.0	24.3	21.6	8.6		<2.0
2010	<2.0	8.2	3.4	8.9		<2.0
2011	<2.0	22.8	20.6	26.4		<2.0
2012	<2.0	<2.0	2.6	<2.0	<2.0	<2.0
2013	<2.0	3.1	2.5	2.8	<2.0	
2014	<2.0	<2.0	<2.0	1.9	<2.0	
2015	<2.0	<2.0	6.5	7.7	<2.0	
2016	<2.0	<2.0	2.1	2.4	<2.0	
2017	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0		

注)NDは未検出を示す。

表 12 ホタテガイの下痢性貝毒の最高毒量 (MU/g^{*1}, mgOA当量/kg^{*2}) の経年変化

年/海域	津軽海峡	噴火湾湾口	噴火湾西部	噴火湾東部	太平洋西部	太平洋中部
1975						
1976						
1977						
1978	ND					
1979						
1980	<0.05		0.14	<0.05	<0.05	
1981	0.25	0.1	<0.05	ND		0.1
1982	0.025	0.05	0.05	0.05		0.05
1983	0.025	0.4	0.2	0.4		0.2
1984	0.05	0.1	0.1	0.2		0.1
1985	0.05	0.1	0.1	0.2	ND	0.4
1986	0.025	0.2	0.4	0.2	0.05	0.1
1987	0.025	0.1	0.1	0.4	0.025	0.1
1988	0.025	0.1	0.05	0.2	0.025	0.2
1989	0.05	0.2	0.2	0.8	0.1	0.2
1990	0.025	0.025	0.1	0.2	0.025	0.1
1991	ND	0.1	0.025	0.2	0.8	0.1
1992	ND	0.1	0.025	0.1	0.05	0.2
1993	0.025	0.2	0.05	0.2	ND	0.025
1994	0.025	0.1	0.1	0.05	ND	0.05
1995	ND	0.05	0.05	0.1	ND	0.025
1996	ND	0.05	0.1	0.2	ND	0.1
1997	0.025	ND	0.05	0.1	ND	0.05
1998	ND	ND	0.025	0.05	ND	0.025
1999	0.1	0.05	0.05	0.4	ND	ND
2000	0.025	0.025	>0.05	<0.05	ND	ND
2001	ND	ND	0.025	0.025	ND	ND
2002	ND	ND	0.025	>0.05	ND	0.025
2003	ND	0.05	0.05	0.05	ND	0.05
2004	ND	0.05	0.1	0.025	ND	0.025
2005	0.025	0.025	0.025	0.025	ND	0.025
2006	ND	ND	0.025	ND		0.025
2007	ND	ND	ND	ND		0.025
2008	0.025	0.1	0.025	0.05		ND
2009	ND	0.025	0.025	0.05		ND
2010	ND	0.025	0.025	0.05		ND
2011	ND	ND	ND	0.05		ND
2012	ND	0.05	0.025	0.025	ND	ND
2013	ND	0.025	0.025	ND	ND	
2014	ND	0.025	0.025	ND	ND	
2015 ^{*1}	ND	ND	ND	0.05		
2015 ^{*2}	ND	ND	ND	ND	ND	
2016	ND	ND	0.09	0.04	ND	
2017	ND	0.01	ND	0.02		

注)NDは未検出を示す。

*1:2015年9月30日以前はマウス試験法(MU/g)による検査

*2:2015年10月1日以後は機器分析法(mgOA当量/kg)による検査

付表 1 津軽海峡から太平洋中部海域における貝毒プランクトン調査点

生産海域	調査年	調査点
津軽海峡	1979	なし
	1980	知内沖4.2km
	1981-1982	木古内沖5.5km
	1983-2004	なし
	2005-	知内沖2km
噴火湾湾口	1979	なし
	1980-1982	南茅部沖1.8km
	1983	大船沖1, 3, 5マイル, 鹿部沖1マイル*
	1984-2004	鹿部沖1マイル*
	2005-	鹿部沖2.7km
噴火湾西部	1979-1980	砂原沖1.5km
	1981-1982	落部沖1.5km
	1983	砂原沖1, 2マイル, 落部沖1, 3, 5マイル(落部沖1.5km**), 八雲沖1, 3, 5マイル, 国縫沖1, 3, 5マイル
	1984	落部沖1, 3, 5マイル(落部沖1.5km**), 国縫沖1, 3, 5マイル
	1985-1999	落部沖1, 5マイル, 国縫沖1, 5マイル
	2000-2004	八雲沖3マイル
	2005-	森沖3km, 八雲沖3マイル
	噴火湾東部	1979-1980
1981-1982	虻田沖4.4km	
1983	礼文沖1, 3, 5マイル, 虻田沖1, 3, 5マイル, 伊達沖1, 3, 5マイル	
1984	虻田沖1, 3, 5マイル	
1985-1999	虻田沖1, 5マイル	
2000-	虻田沖1マイル	
太平洋西部	1979-2004	なし
	2005-2009	苫小牧沖0.5km
	2010-	なし
太平洋中部	1979-1980	なし
	1981-1982	静内沖3km
	1983-1988	なし
	1989-2001	日高沖***
	2002-2004	門別沖****
	2005-2007	様似沖2.2km
	2008	なし
2009-	静内沖2.5km	

*: 1983-1999年は、鹿部町から室蘭市沖までの湾口横断調査のst.1を示す。

** : 落部沖1.5kmと落部沖1マイルとは、水温・塩分が同じだったことから同調査点と推察される。

***: 日高から下北半島沖の定線調査のst.1(42° 10' N, 142° 30' E)を示す。

****: 門別から下北半島沖の定線調査のst.1(42° 20' N, 142° 00' E)を示す。

7. 養殖コンブ生産安定化試験（経常研究）

担当者 調査研究部 前田 高志
 協力機関 南かやべ漁業協同組合，えさん漁業協同組合，
 函館市漁業協同組合，中央水産試験場，函館市，
 渡島地区水産技術普及指導所，
 渡島総合振興局，北海道大学

（1）目的

養殖コンブの生育状況，孔あき症や付着生物の発生に影響を及ぼす環境要因を把握し，それらの関係を解析する。また，漁業者，漁業協同組合，市町村，水産技術普及指導所等，コンブ漁業関係者間で円滑に情報共有する体制「コンブ情報ネットワーク」を構築する。

（2）経過の概要

ア 養殖コンブの生育状況調査

函館市内の3地点，大船町沖，日浦町沖，石崎町沖で促成養殖マコンブの生育状況を調査した（図1）。調査時に養成綱から1または2株のマコンブ胞子体を採集し，葉長，葉幅，葉状部の湿重量と乾燥重量を測定した。なお，乾燥重量は乾燥機を用いて60℃で2日以上乾燥させた後の値を採用し，湿重量と乾重量から乾燥歩留まりを算出した。

大船町と石崎町では2月以降，養成中の6～8個体の茎状部に標識を付け，これらの個体の葉元から10cmの位置に直径7mmの孔をあけた。生長に伴って葉状部の先端側に移動した孔の位置を調べ，標識個体の日間の生長量と末枯量を算出した。



図1 養殖コンブの生育状況および漁場環境調査地点。

イ コンブ養殖漁場の海洋環境調査

アの調査を実施した2地点の漁場環境を観測するため，養殖施設の幹綱に自記式の観測機器を設置した。各機器類の測定間隔は，光量子量計を10秒（JFEアドバンテック株式会社），水温計を10分（Onset Computer Corporation），電気伝導度計を30分（Onset Computer Corporation）に設定した。なお，電気伝導度は付属のソフトウェアを用いて塩分に換算し，光量子量は日積算値として示した。また，調査時に高速応答DOセンサー搭載メモリーCTD（JFEアドバンテック株式会社）を用い，3箇所（陸側の地点，養殖施設付近の地点，沖側の地点）で水温，塩分，光量子量の鉛直分布を観測した。さらに，バンドーン採水器を使用し，水深約0.5m（水面直下），5m，10m，20m層から海水を採取した。試水はQuAAtro 2-HR（ビーエルテック株式会社）を用い，海水中に含まれる無機栄養塩類濃度（ NO_3 + NO_2 -N， PO_4 -P， SiO_2 -Si， NH_4 -N）を測定した。

ウ コンブ養殖漁場における孔あき症，付着生物被害の実態解明

（ア）付着生物および孔あき症被害の現地調査

アの調査時に得られた胞子体サンプルの葉状部を観察し，孔あき症の発生状況や付着生物の出現状況を調べた。

（3）得られた結果

ア 養殖コンブ生育状況調査

平成29年に収穫された養殖コンブ（以下，平成29年のコンブ）の平均葉長は，大船町では4月，日浦町では7月，石崎町では6月に最大となった（図2）。この時，各地区の平均葉長（±標準偏差）は，大船町では 544.5 ± 67.7 cm，日浦町では 508.7 ± 60.9 cm，石崎町では 833.8 ± 99.7 cmであった。平成30年に収穫される養殖コンブ（以下，平成30年のコンブ）の平均葉長は11月から翌年の3月までは，一貫して大きくなる傾向が見られた。

平成29年のコンブの平均葉幅は、大船町では7月、日浦町では5月、石崎町では6月に最大となった(図3)。この時、それぞれの地区の平均葉幅は大船町では 28.4 ± 4.0 cm、日浦町では 25.0 ± 4.6 cm、石崎町では 30.5 ± 2.8 cmであった。平成30年のコンブでは、いずれの地点においても11月から翌年の3月までは、一貫して大きくなる傾向が見られた。

平成29年のコンブの平均乾燥歩留りは4月以降、急速に増加する傾向が見られた。7月の調査時には大船町と日浦町では17%以上、石崎町では16.0%に達した(図4)。平成30年のコンブの平均乾燥歩留りは、大船町と日浦町では12月から翌年3月かけて、増減を繰り返しながら10%前後で推移した。同期間、石崎町では徐々に増加する傾向が見られた。

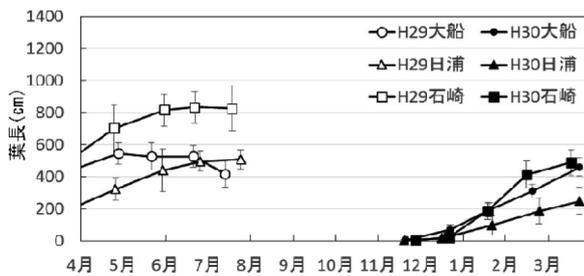


図2 促成養殖マコンブ葉長の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

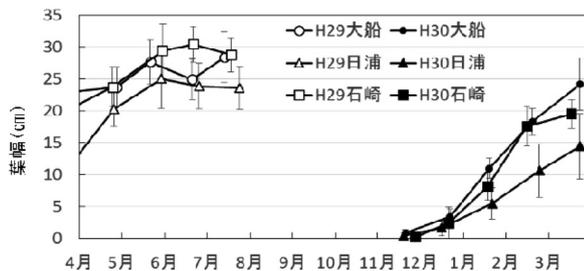


図3 促成養殖マコンブ葉幅の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

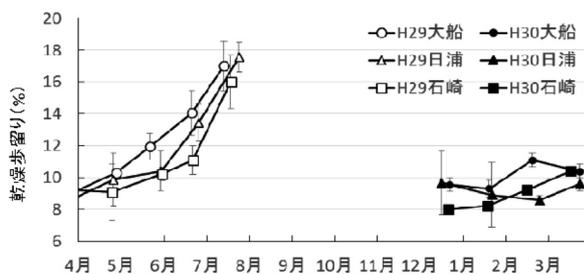


図4 促成養殖マコンブ葉状部の乾燥歩留りの季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

平成29年のコンブの日間生長量は、大船町と石崎町ともに4～7月にかけて減少する傾向が見られた(図5)。平成30年のコンブの日間生長量は、大船町では2月以降に減少する傾向が見られた。同期間、石崎町ではほとんど変化が見られなかった。

平成29年のコンブの日間末枯量は、4～7月にかけて増加する傾向が見られた。6～7月にかけて大船町では、日間末枯量は 5.9 ± 1.3 cm/dayとなり、同期間の日間生長量を大きく上回った。平成30年のコンブの日間末枯量は2月以降、両地点とも減少する傾向が見られた(図6)。

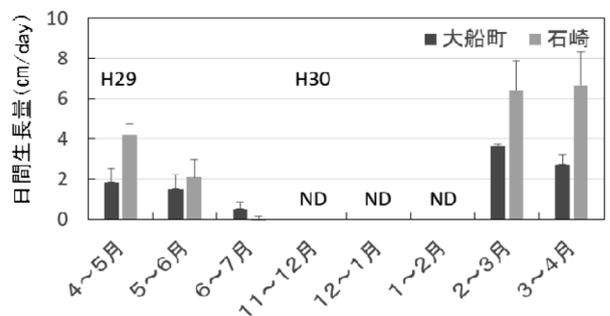


図5 大船町沖と石崎町沖の促成養殖マコンブ葉状部の日間生長量の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

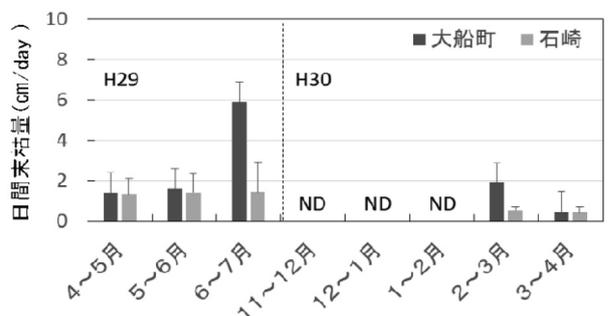


図6 大船町沖と石崎町沖の促成養殖マコンブ葉状部の日間末枯量の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

イ コンブ養殖漁場海洋環境調査

平成29年12月～平成30年7月の水温は、大船町では $2.3 \sim 17.1$ ℃、石崎町では $5.2 \sim 19.9$ ℃の範囲で推移した(図7)。大船町では12月から翌年2月にかけて水温が低下した。2月下旬には沿岸親潮の接岸に伴い、一時的に2℃台まで低下した。4月中旬以降は上昇する傾向が見られたが、6月上旬には15℃台に達した。石崎町では12月から翌年2月にかけて緩やかに低下し、その後は4月下旬まで $5.8 \sim 9.1$ ℃での範囲で推移し

た。それ以降は上昇する傾向が見られ、7月上旬には15℃以上に達した。

塩分は、大船町では29.6~34.8、石崎町では31.1~34.5で推移した。大船町では4月中旬以降、塩分が低下する傾向が見られた。なお、5月11日~5月28日までは期間は、機材の不調によりデータが得られなかった。

平成29年12月~平成30年7月にかけての日積算光量子量は、大船町では2月以降、徐々に増加する傾向を示した(図8)。石崎町では12月から翌年2月まで大きな変化はなかったが、それ以降は大きく増加する傾向が見られた。栄養塩濃度は分析が完了していないため、データは次年度以降に報告する。

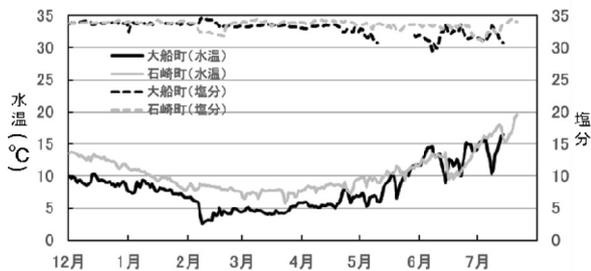


図7 大船町沖と石崎町沖のコンブ養殖施設幹綱水深における水温および塩分の推移。

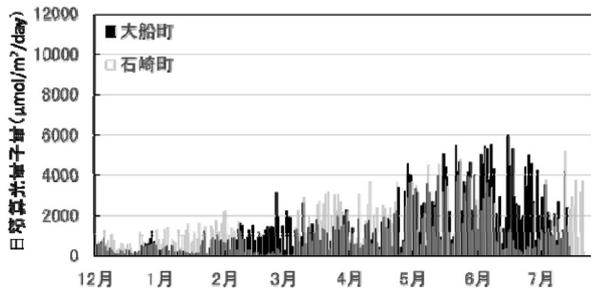


図8 大船町沖と石崎町沖のコンブ養殖施設幹綱水深における日積算光量子量の季節変化。

ウ コンブ養殖漁場における孔あき症、付着生物被害の実態解明

(ア) 付着生物および孔あき症被害の現地調査

平成29年のコンブでは、ヒドロゾア類の付着はほとんど見られなかった(図9)。最も付着が多かった石崎町でも、平均の付着数は1個体に満たなかった。コケムシ類は大船町で比較的多くの付着が確認されたものの、コンブの葉状部に1~2個体程度であった(図10)。

平成30年のコンブでは、11月から翌年3月にかけてヒドロゾア類やコケムシ類の付着は見られなかった。

なお、平成29年のコンブでは、孔あき症の発生は認められなかった。

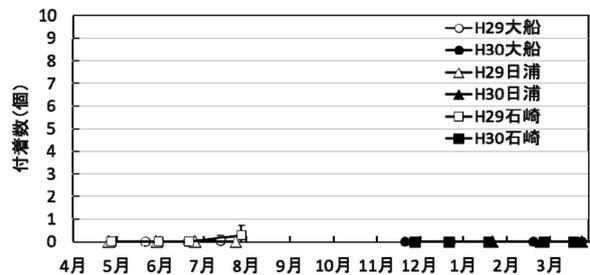


図9 促成養殖コンブに付着するヒドロゾア類の付着数の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

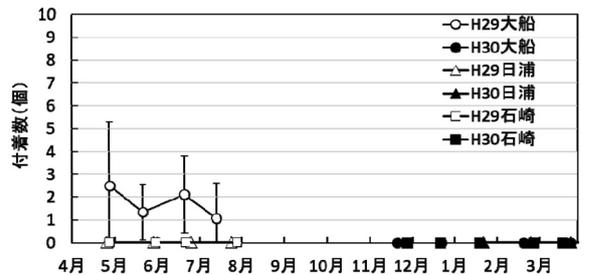


図10 促成養殖コンブに付着するコケムシ類の付着数の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

8. 資源評価調査事業（公募型研究）

担当者 調査研究部 三橋 正基, 藤岡 崇, 武藤 卓志
渡野邊 雅道, 澤村 正幸

（1）目的

我が国200海里水域内の漁業対象資源の性状を科学的根拠に基づいて評価し、生物学的漁獲許容量の推計に必要な資料を収集するため、水産庁長官が国立研究開発法人水産研究・教育機構（水産研究・教育機構）を代表として委託して実施する我が国周辺水域資源評価等推進対策委託事業の資源評価調査のうち、水産研究・教育機構で担うことが困難な、地域の市場調査、沿岸域の調査船調査等きめの細かい調査、あるいは広い海域において同時に行う漁場一斉調査を行うことを目的とする。

本道周辺の16魚種29系統群（函館水産試験場関係分は8魚種10系統群）を対象に漁獲統計、生物測定、調査船調査などを実施し、資源状況を的確に把握することにより、我が国周辺水域における資源管理の強化に資する。

（2）経過の概要

資源評価調査委託事業実施要領に基づいて調査を実施した。

調査対象種：スケトウダラ、ホッケ、スルメイカ、サバ類、マイワシ、カタクチイワシ、ブリ

調査地：函館市、江差町、乙部町、八雲町（旧熊石町）、松前町、鹿部町、森町、道西日本海、道南太平洋、えりも以西太平洋

調査期間：2017年4月～2018年3月

ア 生物情報収集調査

主要水揚げ港の漁獲統計データを収集すると共に、生物測定で得られた結果と合わせて体長組成データ等を取得した。

イ 生物測定調査

主要水揚げ港における漁獲物から標本を購入し、生物測定（全長、体長、体重、成熟度、耳石による年齢査定等）を実施し、成長や成熟等に関する知見を取得した。

ウ 漁場一斉調査

スルメイカ秋季発生系群および冬季発生系群の全国一斉調査に参画し、調査船調査を実施するとともに、漁獲状況調査等も実施した。

エ 新規加入量調査

太平洋・日本海系群を対象に調査船調査を実施し、計量魚探やトロール網を用いて新規加入量や体長組成等を推定した。

（3）得られた結果

2017年度本調査により得られた資料を、関係水産研究所に提出した他、水産研究・教育機構各水産研究所主催の各種会議において概略を報告した。また、資源評価検討結果は各水産研究所が作成した資源評価票に反映され発表された。

9. 日本周辺国際魚類資源調査委託事業（クロマグロ）（公募型研究）

担当者 調査研究部 藤岡 崇

（1）目的

国連海洋法条約ではかつお・まぐろ類等の高度回遊性魚類について、沿岸国及び漁業国が直接もしくは適当な国際機関（北太平洋マグロ類暫定科学者委員会）を通じてその保存・管理に協力することになっている。我が国周辺においてはクロマグロなどが来遊し、各種漁業により漁獲されている。本事業は、我が国海域および隣接する公海を回遊するマグロ類資源の資源評価および適切な資源管理方法を確立するため、科学的なデータを収集することを目的とし、国立研究開発法人水産研究・教育機構（水産研究・教育機構）の委託を受け実施している。

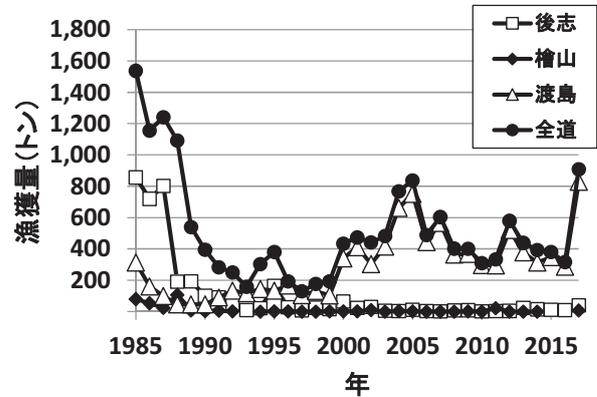


図1 マグロ漁獲量の推移

（2）経過の概要

中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）での国際合意に基づき、30キロ未満の小型魚の漁獲について、2002年から2004年までの年間平均漁獲実績から半減する措置が2015年（平成27年）1月から導入され、平成27年1月から平成28年6月までを第1管理期間、平成28年7月から平成29年6月までを第2管理期間、平成29年7月から平成30年6月までを第3管理期間として漁獲上限を設定し管理を行ってきた。

漁獲状況調査

中央水試資源管理部と共同で、渡島、後志支庁管内の8漁協（余市郡、東しやこたん（古平、美国）、寿都、島牧、松前さくら、福島吉岡、戸井、南かやべ）を対象に、日別、漁法別（定置網、釣り、延縄）、銘柄別（メジ・マグロ等）、製品別（ラウンド・セミドレス）のクロマグロの漁獲尾数と漁獲重量を調査した。また、支庁別漁獲量を調査した。

（3）得られた結果

漁獲状況調査

北海道におけるクロマグロの漁獲量は（図1）、1985年には1,500トンを超える高い水準を示したがその後減少し、1990年代は200トン前後で推移した。2000年以降は増加し、2005年には837トンの水揚げがあった。その後減少し2009年以降は400トンを下回り、2010年には310トンとそれまでの最低を記録した。2012年は増加して579トンの漁獲があったがその後再

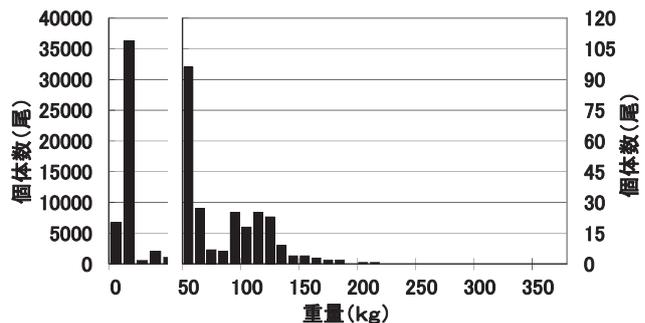


図2 クロマグロの重量組成（主にセミドレス）

び減少し、2015年は381トン、2016年は316トンであった。2017年は909トンに増加した。

近年では渡島振興局管内の漁獲量が全体の約9割を占めており、2017年には渡島振興局管内で829トンの水揚げがあった。これは9月下旬～10月上旬に南かやべ地区の定置網にクロマグロ小型個体の大量入網があったため漁獲量が増加した。

渡島管内の4漁協（松前さくら、福島吉岡、戸井、南かやべ）で水揚げされたクロマグロの重量組成（主にセミドレス）を図2に示した。水揚げされたクロマグロの重量範囲は2～292kgで、10～20kgの個体が多めで、次いで0～10kgの個体も多く漁獲された。

なお詳細については「平成29年度日本周辺国際魚類資源調査委託事業報告書（2018年3月）水産研究・教育機構」に記載した。

10. 資源量推定等高精度化推進事業（公募型研究）

10. 1 スケトウダラ日本海北部系群

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・武藤 卓志
共同研究機関 中央水産試験場
稚内水産試験場
日本海区水産研究所
北海道区水産研究所

（1）目的

スケトウダラ日本海北部系群については、資源評価調査事業により資源量の推定や生物学的許容漁獲量(ABC)の算定が行われているが、その精度に最も影響を及ぼす要因は加入量である。また、漁業者との意見交換会や資源評価説明会などにおいて、近年は加入量変動メカニズムに関する質問や研究要望を多数受けている。そこで漁業・調査船調査データの解析および輸送モデルを用いたシミュレーションなどにより、加入量変動メカニズムの解明や有効な加入量早期把握指標の探索を試み、資源量推定やABC算定の精度向上を図る。

（2）経過の概要

ア 繁殖特性の変動に関わる環境要因と母性効果の把握

檜山海域で漁獲されたスケトウダラの成熟度組成、成熟度指数(GSI)の過去データを整理し、年変動を調べた。

イ 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

産卵場が形成される檜山海域では、産卵のため沿岸に來遊するスケトウダラを対象に延縄漁業が行われている。この延縄漁具に深度計と水温計を設置し、スケトウダラ魚群の漁獲水温と漁獲深度を調べた。なお、延縄漁業では魚探で確認した魚群の中に漁具を設置するため、漁獲水温と漁獲深度はスケトウダラ産卵群の生息水温と分布深度を反映していると考えられる。

ウ その他

解析結果については、平成30年2月27～28日に開催された本事業の報告会で報告した。

（3）得られた結果

ア 繁殖特性の変動に関わる環境要因と母性効果の把握

（ア）成熟度組成の年変動

檜山海域で漁獲されたスケトウダラ(雌)の1月中下旬の成熟状況を見ると、1989～2004年までは概ね3～5割が産卵個体(放卵中、放卵後)であったが、2005年以降はその割合が低くなっていた。特に、2007年以降は産卵個体がほとんど出現しておらず(図1)、近年は産卵期が遅れる傾向が見られた。

（イ）成熟度指数(GSI)の年変動

漁期前調査(10月)で採集したスケトウダラ(雌)のGSIは、2010年以降はほとんどの個体が10以下であったのに対し、2008年以前は成熟が進んだ10を超える個体も出現し、バラツキも大きかった(図2)。このように、図1で見られた近年産卵期が遅れる現象は10月の時点で既に現れていた。

イ 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

（ア）漁獲水温(生息水温)の年変動

当海域で漁獲されるスケトウダラは、産卵期前には水温0.5℃前後の日本海固有水中に分布するが、産卵の1ヶ月以上前には水温2～5℃の産卵適水温帯へと浮上することが知られている。過去データを見ると、2004年以前の漁獲水温は3～5℃であったのに対し、2006年以降は3℃以下の低水温で推移していた(図3)。これは産卵期の遅れを反映し(図1)、近年は産卵適水温帯(2～5℃)に浮上する時期が遅れているためと考えられた。

（イ）漁獲深度(分布深度)の年変動

12月(産卵期前)のスケトウダラ産卵群の分布深度は、経年的に深くなっていた(図4)。これは、前述したように産卵適水温帯に浮上する時期が遅れているためと考えられた。

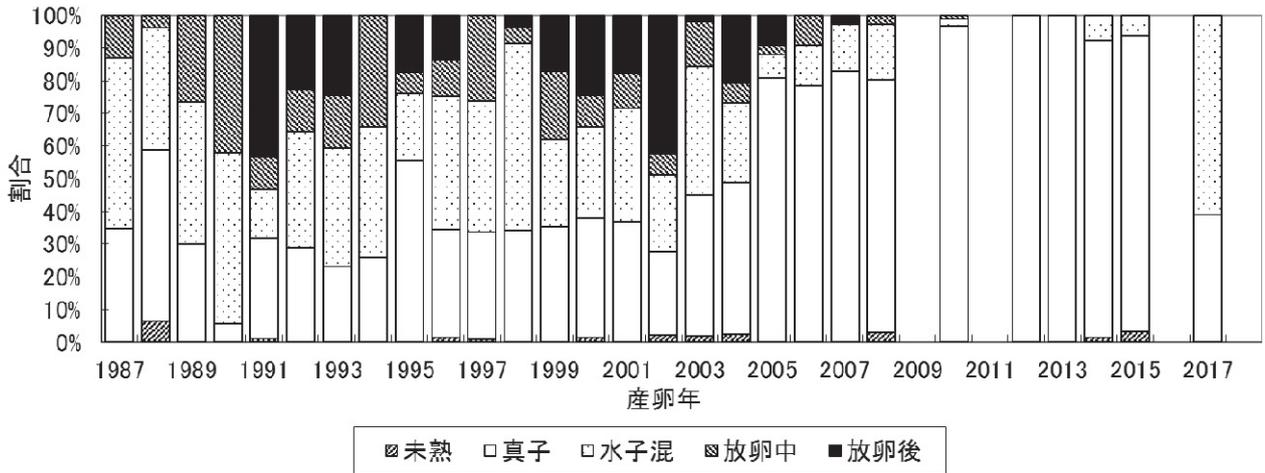


図1 北海道檜山海域におけるスケトウダラ卵の成熟割合の推移 (1月中下旬)
2009, 2011, 2016, 2018年はデータ無し

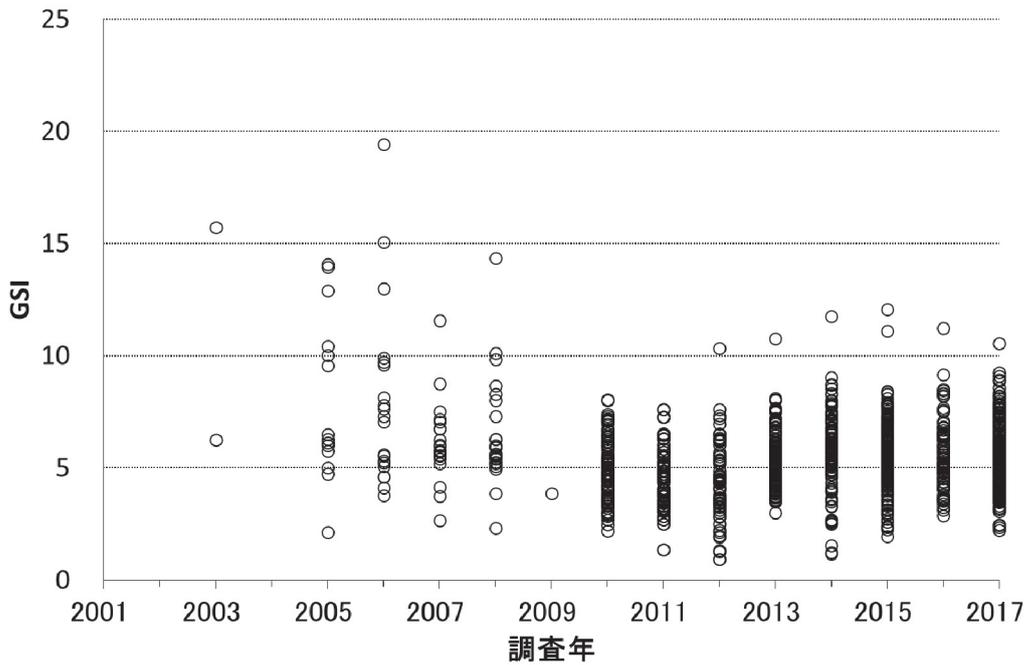


図2 北海道檜山海域におけるスケトウダラ雌のGSIの推移 (10月)
GSI = 生殖腺重量(g) / 体重(g) * 100

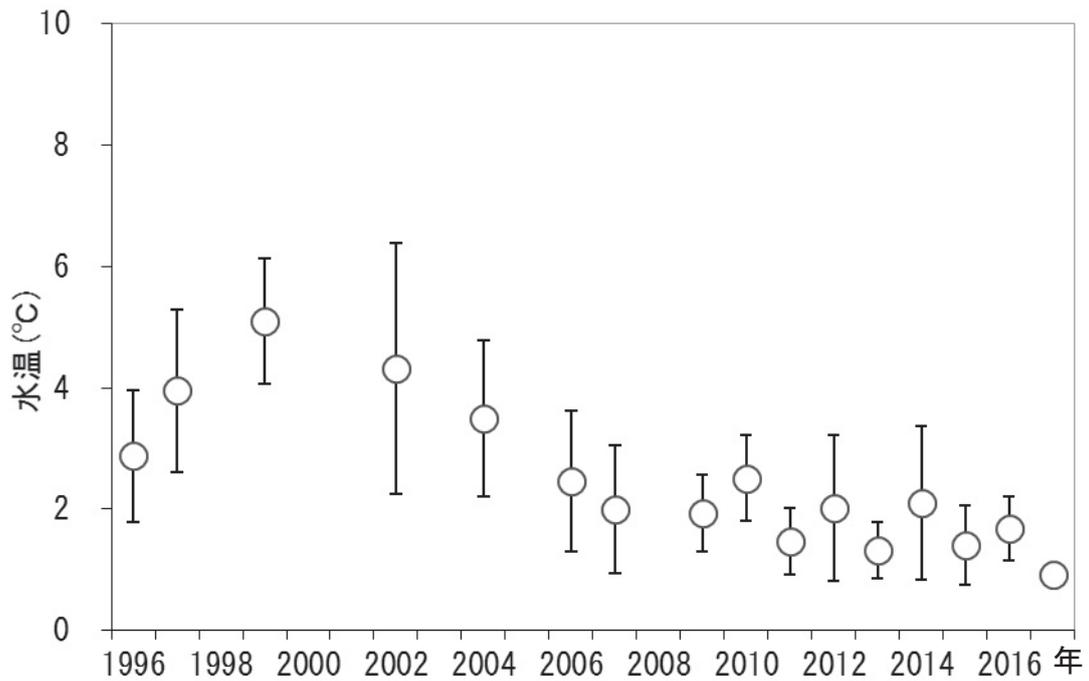


図3 北海道檜山海域におけるスケトウダラの平均漁獲水温の推移(12月)
○は漁獲水温の平均値, バーは標準偏差

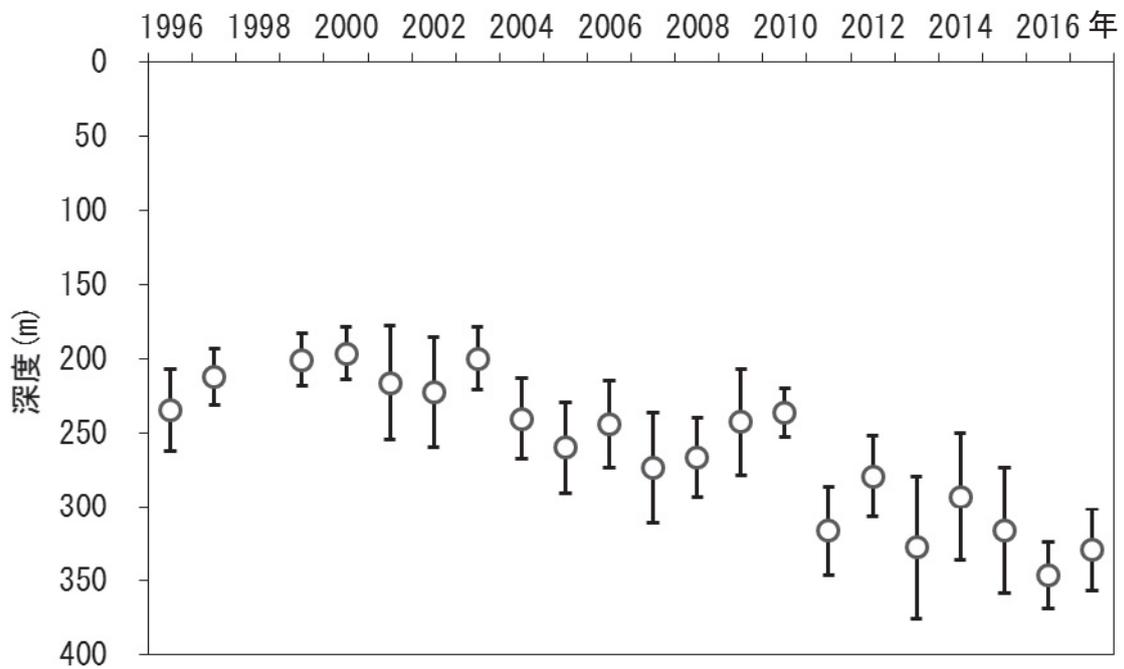


図4 北海道檜山海域におけるスケトウダラの平均漁獲深度の推移(12月)
○は漁獲深度の平均値, バーは標準偏差

10. 2スケトウダラ太平洋系群

担当者 調査研究部 武藤 卓志・渡野邊 雅道
共同研究機関 栽培水産試験場, 釧路水産試験場
北海道区水産研究所

(1) 目的

漁業・調査船調査データの解析および輸送モデルを用いたシミュレーションなどにより、加入量変動メカニズムの解明や有効な加入量早期把握指標を得ることによって、資源量推定やABC算定の妥当性向上を図る。

(2) 経過の概要

平成27年度に終了した「資源変動要因分析調査事業」の後継課題として、スケトウダラ太平洋系群の資源変動メカニズムを明らかにしていくとともに、加入量や資源量等の推定精度を高精度化することで、資源評価の精度向上を目指すことを目標に、いくつか課題が設定されたが、その中で下記の課題に参画することとなった。

- ・産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索
- ・初期成長・生残メカニズムの解明
- ・個体ベースモデルによる初期浮遊生活史の再現

ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

金星丸及び北辰丸(釧路水試調査船)を運航して、産卵期直前(11月)の道東から道南太平洋における産卵群の分布状況や産卵場の経年変化を把握する調査を行う。

2016年度においては、下記の調査を実施した(なお、本調査は資源評価事業の一環として実施した)。

(ア) 調査時期(金星丸)

2017年11月14～21日

(イ) 調査内容

調査内容については、本事業報告書1.2.2スケトウダラ(道南太平洋)の調査船調査(産卵来遊群分布調査)を参照のこと。

イ 初期成長・生残メカニズムの解明

前事業(資源変動要因分析調査事業)からの継続調査として、下記の調査を実施した。

(ア) 調査時期

2017年5月10～16日

(イ) 調査内容

噴火湾およびその周辺海域において、図1に示した調査線を航走し、金星丸に搭載した計量魚群探知機EK-60(シムラッド社製)により音響データを収録した。調査線は互いに平行に等間隔で設定し、音響データ収録中の船速は10ktを基本としたが、海況により適宜減速した(図1)。使用したEK-60の設定値は表1に示した。収集した音響データの解析は、計量魚探データ解析用ソフトウェアEchoView(Myriax社製)を用いて行った。また、魚群反応の強かった点において、フレームトロールネット(FMT:2m×2m)を用いたスケトウダラ稚魚のサンプリングを実施した。なお、反応のとくに強かった地点においては、FMTの他に中層トロールによるサンプリングも実施し、採集漁具により漁獲物の体長組成に差が生じるかを比較した。採集した稚魚は、全長を計測した後、一部については、食性を調べるために胃を摘出して、胃の内容物の種組成、種別重量を調べた。また、この調査の他に、CTDによる水温塩分観測およびNORPACネット(口径45cm,

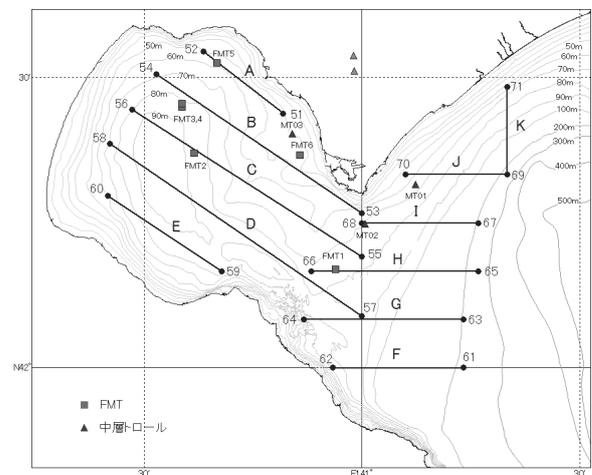


図1 調査海域

目合0.33mm)の鉛直曳き(海底上10mまたは深度150mから海面まで)による餌料生物プランクトン調査も実施した。

表1 EK-60の設定値

周波数	38,120 kHz
パルス幅	1.0 msec
EDSU	0.1 nmi
積分深度	0~100 m
Threshold	-70 dB

ウ 個体ベースモデルによる初期浮遊生活史の再現

本課題は、太平洋系群の仔稚魚期における体長、生残、分布、成長等を適切に再現できる個体データベースを構築し、初期生活史の解明を試みることを目的としているが、事業の主体は北水研が行うことになっており、函館水試は、個体ベースモデルの構築に必要な仔稚魚データを調査船調査の結果等から提供することとした。

(3) 得られた結果

ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

スケトウダラ太平洋系群の産卵場となっている噴火湾湾口域周辺の産卵群の2017年11月における分布状況は図2に示す通りである。スケトウダラ産卵群は、胆振沖(登別沖)に高密度域がみられた。この付近において、中層トロールにより漁獲物調査を行った所、水深430m付近で浮いていた魚群(曳網層:深度300m前後)は、体長(尾叉長)36~53cm(主モード45cm,副モード38cm)のスケトウダラ成魚であった(図3)。

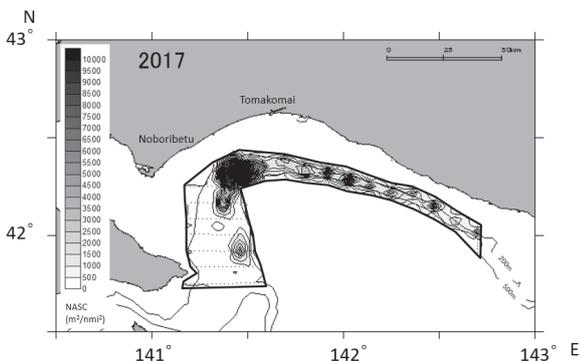


図2 産卵場周辺海域におけるスケトウダラ産卵群の分布(2017年11月)

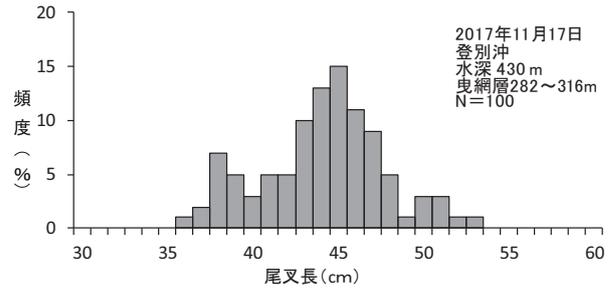


図3 中層トロールにより漁獲されたスケトウダラの体長(尾叉長)組成

また、登別沖で行った海洋観測の結果、水深100mまでは、過去平均(2002~2016年の同時期に行った観測の平均値)よりもやや高くなってはいたが、水深150~300mにかけては1~2℃低くなっており、スケトウダラ産卵群の好適水温である5℃以下の水温は、水深200m以深に形成されていた(図4)。

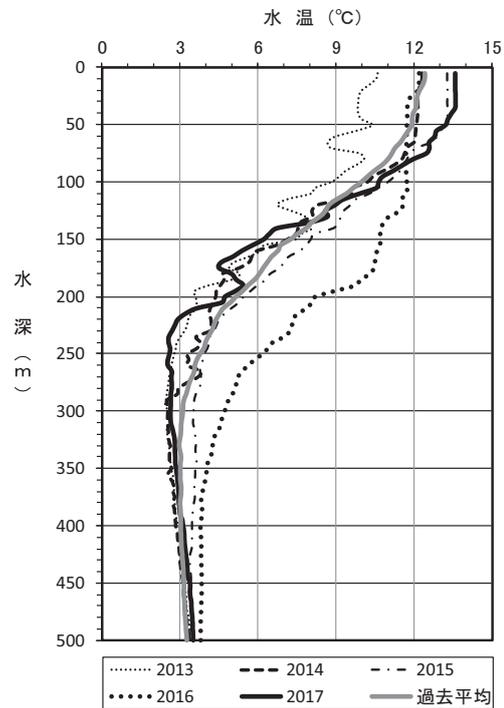


図4 11月中旬における登別沖(N42°15', 141°28')の水温の鉛直分布

イ 初期成長・生残メカニズムの解明

(ア) 魚群の分布

2017年5月のスケトウダラ稚魚とみられる魚群反応は、噴火湾内の湾央域および湾口域に観察された(図5)。過去の調査では、主に湾内(湾奥～湾央域)に魚群反応がみられていたが、2016年に引き続き湾口域の反応が比較的強かったことから、2017年も稚魚の移動時期が例年よりも早かったものと推察される。

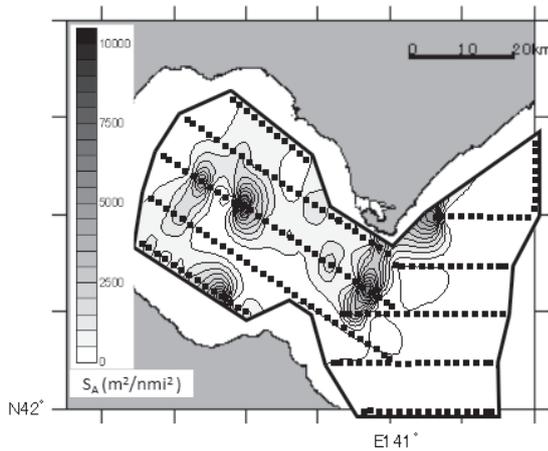


図5 5月におけるスケトウダラ稚魚の魚群反応
(NASC : m²/nmi²)

ウ スケトウダラ稚魚のサンプリング結果

5月のスケトウダラ稚魚のFMTによる曳網記録を表2に示した。5月の稚魚のサイズは、年により差がみられ、また、深度が深くなるほど大型化する傾向がみられた(図7)。なお、2017年は、FMTによる採集数が少なかったこともあり、深度の違いによるサイズの差が過去の調査と比較すると極端に大きくなった。

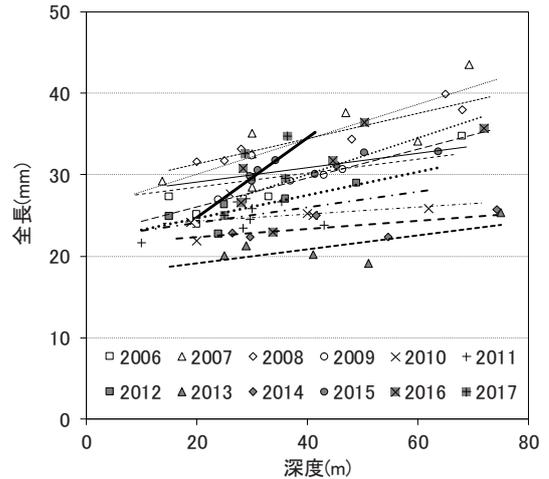


図7 FMTで採集されたスケトウダラ稚魚の分布深度と平均全長の関係(太線が2017年)

(イ) 胃内容物調査

5月に噴火湾内で採集されたスケトウダラ稚魚の胃内容物の個体数組成をみると、カイアシ類が主体となっており、2017年はPseudocalanus属及びその他のカイアシ類(主にOithona属)が主体となっていた(図6)。

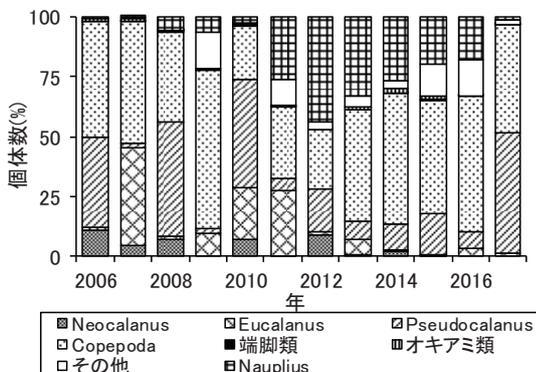


図6 スケトウダラ稚魚の胃内容物組成

表2 フレームトローネルネット(FMT)の曳網記録

網番号	May17FMT1	May17FMT2	May17FMT3	May17FMT4	May17FMT5	May17FMT6	May17 MT1※
調査年月日	20170512	20170512	20170512	20170512	20170516	20170516	20170516
時間	12:32	13:45	15:00	15:45	6:38	7:41	11:55
位置	N42°20.92 E141°05.68	N42°17.21 E140°57.65	N42°21.40 E140°48.80	N42°23.87 E140°49.76	N42°28.29 E140°34.99	N42°30.60 E140°40.71	N42°15.22 E140°58.27
水深(m)	45.8	48	50.5	41.8	79	60.2	
曳網方向(°)	226	114	305	212	134	128	313
時間	12:41	13:52	15:05	15:49	6:45	7:47	14:49
曳網開始	N42°20.52 E141°05.16	N42°17.02 E140°57.72	N42°21.55 E140°48.46	N42°23.68 E140°49.56	N42°28.11 E140°35.31	N42°30.42 E140°41.00	N42°15.82 E140°56.81
水深(m)	45.8	52.2	50.4	44.4	79.3	60.3	61.4
始(m)	150	136	124	108	162	122	205
中(m)	150	146	124	113	162	122	
終(m)	150	146	124	113	162	122	205
曳網深度	始(m) 28 中(m) 23 終(m) 24	35 39 34	35 38 36	33 28 25	55 61 46	34 32 33	41
船速(kt)	1.5~1.2	2.0~0.5	2.5~1.5	1.0~2.0	3.0~2.0	2.2~1.0	3
曳網時間(min)	10	10	10	10	10	10	10
時間	12:51	14:02	15:15	15:59	6:55	7:57	12:26
揚網開始	N42°20.19 E141°04.70	N42°16.68 E140°57.71	N42°21.74 E140°48.04	N42°23.35 E140°49.21	N42°27.90 E140°35.73	N42°30.20 E140°41.38	N42°16.16 E140°56.06
水深(m)	44.3	56.9	50.2	44.8	80.2	60.9	59.8
時間	12:57	14:07	15:20	16:05	7:02	8:03	12:35
揚網終了	N42°20.01 E141°04.45	N42°16.57 E140°57.52	N42°21.80 E140°47.94	N42°23.25 E140°49.10	N42°27.82 E140°35.88	N42°30.12 E140°41.52	N42°16.43 E140°55.38
水深(m)	45.1	58.4	49.9	45.5	80.2	60.4	
ろ水計(回転数)	15382	11522	12210	11842	13468	12328	
スケウトダブ採集尾数	11	24	21	37	1	3	1524

※中層トローネル

11. 道東海域の雑海藻を原料とした水産無脊椎動物用餌料の開発と利用（公募型研究）

11. 1 ナマコでの中規模飼育試験

担当者 調査研究部 酒井 勇一・前田 高志
共同研究機関 北海道区水産研究所

(1) 目的

本課題では、道東海域の雑海藻を利用して、ウニ・アワビ・ナマコの好適餌料を開発することを目的とする。

(2) 経過の概要

本課題は、H27年～H29年に水産研究・教育機構北海道区水産研究所、釧路水産試験場、中央水産試験場、函館水産試験場で課題分担して取り組み、最終年度であるH29年度に釧路地区水産技術普及指導所、後志地区水産技術普及指導所岩内支所および北海道栽培漁業振興公社で開発した技術の実証と普及を行う。

研究課題は以下の5課題からなる。

ア 雑海藻の安定供給地の探索と採集適期の把握：

(釧路水試担当)

イ 餌料化のための原料特性把握および加工方法の確立：(釧路水試担当)

ウ スクリーニングを目的とした小規模飼育試験：

(水産研究・教育機構北海道区水産研究所担当)

これと平行して、スクリーニング試験の結果良好な成績であった餌料を用いて、

エ ウニ・アワビの中規模飼育試験：(中央水試担当)、

オ ナマコの中規模飼育試験：(函館水試担当)。

これら5つの試験を通じて、餌料開発を効率的に進め、最終年度に

カ 雑海藻の採取・加工の実証試験と普及(釧路地区水産技術普及指導所)、

キ ウニ種苗生産・養殖現場での実証試験と普及(釧路地区水産技術普及指導所・後志地区水産技術普及指導所岩内支所)、

ク ナマコの種苗生産現場での実証試験と普及(北海道栽培漁業振興公社)を行う。

函館水試は、スクリーニング試験で良好な飼育成績を収めた雑海藻粉末を用いた給餌試験を流水条件下で行い、成長・生残を指標にして生産現場に普及可能な餌を選抜する。

(3) 得られた結果

北海道区水産研究所で作成した雑海藻A、Bの粉末と市販の配合餌料を給餌する試験を1.6L小型水槽で、3月23日～4月18日までの26日間(平均水温 11.0 ± 1.2 ℃)に平均重量0.03g(以降「小」と称す)、平均重量0.14g(以降「中」と称す)、平均重量0.58g(以降「大」と称す)を「大」は5個体、それ以外は10個体収容して飼育した。

「大」個体には奥尻町種苗育成センターで育成した個体を、それ以外はH28年度に北海道栽培漁業振興公社で生産された種苗を用いた。

飼育水は、50 μ mカートリッジフィルターで濾過した無調温海水の連続換水(7回転/日)で行った。供試個体は試験開始前に1週間絶食とした上で、重量を測定して、給餌物と給餌量などを変えた試験区を設け、各3水槽で試験した。試験終了時(最終給餌から2日後)に各水槽の個体重量を測定して、以下の式により日間成長率を算出した。

$$\text{日間成長率 (\%)} = ((\text{Ln}(W_1) - \text{Ln}(W_0)) / \text{飼育日数}) \times 100$$

W_0 : 試験開始時重量, W_1 : 試験終了時重量

これまでの試験で、海藻粉末に対して9倍量の珪藻土を添加すると(90%珪藻土区)、等量添加した場合(50%珪藻土区)や、全く添加しない場合(0%珪藻土区)に比べ有意に成長することが分かっているが、今回は珪藻土の添加量を50%、70%、90%として、その添加効果を検討し、稚ナマコのサイズ別に適正な珪藻土の添加量を明らかにした。得られた結果に基づき、企業とナマコ種苗生産用配合飼料の製品化を進めているため、ここでは具体的なデータの掲載を控える。

なお、詳細は平成29年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業実績報告書(実用技術開発ステージ)に記載した。

12. マコンブ遊走子の分散範囲を考慮したスポアバック効果の再検証 (公募型研究)

担当者 調査研究部 前田 高志
 共同研究機関 鹿部漁業協同組合, 南かやべ漁業協同組合
 えさん漁業協同組合, 戸井漁業協同組合
 函館市漁業協同組合, 上磯郡漁業協同組合
 福島吉岡漁業協同組合, 松前さくら漁業協同組合
 ひやま漁業協同組合, 渡島地区水産技術普及指導所
 渡島地区水産技術普及指導所松前支所

(1) 目的

本研究では、DNAマーカーを利用し、マコンブの遊走子が異なる群落（地域）へ移動するかどうかを明らかにする。また、実海域におけるスポアバック試験を実施し、スポアバック由来の加入個体の出現率と遺伝子流動の実態から、その正確な効果の実証を試みる。

(2) 経過の概要

ア 群落間の遺伝子流動の有無

材料のマコンブおよびホソメコンブの胞子体は、道南海域の30地点から採集した（図1、表1）。それらの胞子体の葉状部縁辺付近から葉片を切り取り、水道水で付着物や粘液をよく洗い流した。次いで、蒸留水で洗浄し、余分な水分をペーパータオルで拭き取った後、DNAを抽出するまでシリカゲルと共にビニル袋に封入して保存した。

乾燥した胞子体サンプルから2～3mm角の葉片を切り取り、1.5mLのマイクロチューブに入れ、DNeasy Plant mini kit (QIAGEN) に付属するAP1 bufferを50 μ LとRNaseAを4 μ L加え、65°Cで1～2分間インキュベートした。これをホモジナイザーでよく破碎した後、AP1 buffer を400 μ L加え、65°Cで45分間インキュベートした。続く手順は、同kit付属のプロトコルに従った。得られたDNA溶液は、GENECLEAN II kit (MP-biomedicals) を用い、付属のプロトコルに従って精製した。これをPCRの鋳型とし、26のマイクロサテライト座を含む配列を増幅した（表2）。PCR増幅は、Ando *et al.* (2014) の方法を参考にし、反応液はMultiplex PCR Master Mix 2.5 μ L (QIAGEN), 1 μ M フォワードプライマー 0.05 μ L, 20 μ M リバースプライマー 0.05 μ L, 10 μ M 蛍光修飾プライマー 0.05 μ L, DNA抽出液0.8 μ L, 蒸留水 1.55 μ Lを混合し、全量を5 μ Lに調整した。また、PCR の条件は、95°C (15分), [94°C (30秒) –57°C (1分30秒) –72°C (1分)]

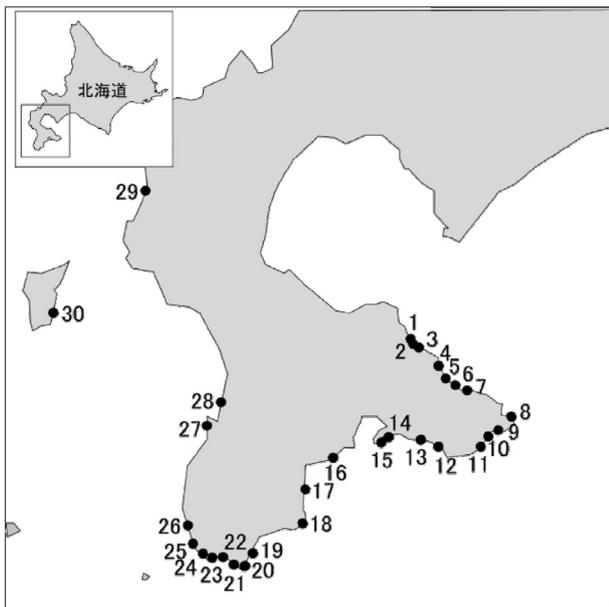


図1 マコンブおよびホソメコンブの採集地点.

表1 マコンブおよびホソメコンブの採集データ.

地点番号	北海道	鹿部町	函館市	福島市	松前町	江差町	乙部町	せたな町	奥尻町	採集地点	採集日	種類	個体数
1	北海道	鹿部町								鹿部町	2015.9.1	マコンブ	8
2										本別漁港	2017.8.24	マコンブ	8
3										鹿部漁港	2017.8.25	マコンブ	5
4										大船町	2017.8.26	マコンブ	7
5										臼尻町	2017.8.29	マコンブ	16
6										川浜町	2015.8.21	マコンブ	12
7										尾札部町	2014.12.2	マコンブ	3
8										根法羅町	2015.8.21	マコンブ	15
9										古武井町	2015.8.21	マコンブ	10
10										女那川町	2015.9.3	マコンブ	10
11										日浦町	2015.11.12	マコンブ	14
12										小安町	2016.10.25	マコンブ	10
13										石崎町	2017.5.30	マコンブ	16
14										宇賀浦町	2015.9.23	マコンブ	10
15										青柳町	2015.9.13	マコンブ	10
16										木古内町	2015.9.15	マコンブ	10
17										知内町	2015.9.15	マコンブ	8
18										中ノ川(中ノ川漁港)	2015.8.6	マコンブ	8
19										小谷石	2015.9.18	マコンブ	12
20										福島市	2015.9.18	マコンブ	12
21										白神	2017.7.21	マコンブ	16
22										白神(白神漁港)	2017.7.21	マコンブ	16
23										大浜(網日漁港)	2017.7.21	マコンブ	16
24										大磯	2015.9.15	マコンブ	16
25										札幌(札幌漁港)	2017.7.21	マコンブ	16
26										茂草(茂草漁港)	2017.7.21	マコンブ	16
27										江良(江良漁港)	2015.9.17	マコンブ	16
28										江差町	2017.6.7	マコンブ	16
29										乙部町	2017.6.7	マコンブ	16
30										せたな町	2017.5.26	マコンブ	16
										奥尻町	2017.6.20	マコンブ	16

を30回繰り返し、72°C (10分) に設定した。なお、PCR増幅には、Veritiサーマルサイクラー (Applied Biosystems) を用いた。PCR産物はGeneScan 500LIZ Size Standard (Applied Biosystems) と共にGenetic Analyzer 3130xl (Applied Biosystem) を用いて電気泳動し、GeneMapper (Applied Biosystems) を使用してアレルの検出を行った。

アレル数 (Na) と有効アレル数 (Ne), 地域特有のアレル数 (Np), ヘテロ接合度の期待値 (He) は GenAlEx 6.503 (Peakall and Smouse 2012) を用いて算出した。また、産地間の固定指数: Pairwise FstおよびRstは、Arlequin Ver3.1 (Excoffier et al. 2005) を用いて算出した。また、集団構造の推定には、STRUCTURE2.3.4 (Pritchard et al. 2000) を使用した。本種が自殖を行うことから、Admixture model-Allele frequency independent modelと Admixture model-Allele frequency correlated modelの両モデルを使用した。また、後者ではさらにLOCPRIOR modelの有無を条件に加えた、3種類のモデルを用いて解析を行った。最適なクラスター数 (K) は、LnP(D)が最も高くなったとき、LnP(D)の差分 (ΔK) (Evanno et al. 2005) が最大となったときの2通りの方法で決定した。なお、 ΔK は、STRUCTURE HARVESTER 0.6.94 (Earl 2012)を用いて算出した。解析によって得られたクラスター組成を基に遺伝子集団を分け、それらの集団間の遺伝的分化の程度を考慮して改めて集団構造を推定した。

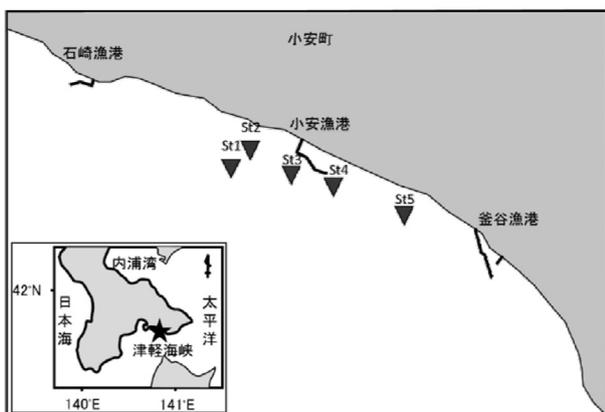


図2 小安町沖の調査地点. 図中の▼はSTD観測地点.

イ 海水中に浮遊するマコブ遊走子および養殖施設に付着した天然マコブの産地推定

2017年12月~2018年3月, バンドーン採水器を用い

て小安町沖の水深0m (海面付近), 水深5m, 水深10mから海水を採取した (図2)。海水サンプルは、冷却しながら速やかに実験室に輸送し、孔径0.45 μ mのメンブレンフィルターを用いて濾過した。フィルターは直径90mmのプラスチックシャーレに移し、水温10°C, 光量子量40 μ mol/m²/s, 光周期: 12時間明期: 12時間暗期の条件で、30mLのES培地中で静置培養した (Andersen 2005)。コブ類の胞子体が発芽し、目視可能なサイズになった時点で回収した。これらの胞子体サンプルと、小安町沖に設置された養殖施設に付着した16個体の天然マコブの胞子体から、アで述べた方法に従ってDNAを抽出、精製し、26のマイクロサテライト (表2) のアレルを検出し、GeneClass2.0 (Piry et al. 2004) を用いて産地を推定した。

表2 解析に利用した26種類のマイクロサテライトマーカーの特徴.

Locus	repeat	Size (bp)	Na	Ne	Ho	He
Sj01	(CTG) ₁₀	138-178	1.87	1.12	0.05	0.09
Sj03	(CTG) ₇	184-243	2.55	1.75	0.11	0.38
Sj04	(TTC) ₇	165-209	4.13	2.56	0.54	0.59
Sj07	(AT) ₉	200-304	7.58	4.84	0.46	0.78
Sj08	※ (TG) ₈	140-306	6.42	4.07	0.66	0.74
Sj11	※ (AT) ₁₃	207-257	6.48	4.35	0.66	0.75
Sj13	※ (AC) ₁₀	218-283	5.03	2.94	0.60	0.63
Sj17	(CAA) ₁₄	164-270	7.97	4.73	0.67	0.78
Sj20	※ (TTG) _C	201-227	8.32	5.49	0.67	0.80
Sj22	※ (AGC) ₁₀	184-299	4.90	3.05	0.57	0.64
Sj23	(CTG) ₁₃	168-274	4.68	2.77	0.57	0.62
Sj26	※ (GCA) ₁₁	166-269	7.13	4.64	0.74	0.75
Sj39	※ (CTA) ₂	191-254	9.61	6.43	0.80	0.83
Sj40	※ (AGT) ₂	170-240	8.71	5.94	0.84	0.82
Sj42	(CTG) ₁₄	207-269	7.39	4.20	0.63	0.74
Sj44	(GA) ₁₂	181-203	7.16	4.31	0.55	0.75
Sj45	※ (CT) ₁₀	161-183	3.74	1.57	0.30	0.32
Sj47	※ (CTA) _C	163-326	8.13	5.13	0.82	0.78
Sj51	(CAG) ₁₁	167-189	6.19	3.65	0.59	0.70
Sj53	※ (CTG) ₁₅	157-197	9.23	5.99	0.74	0.81
Sj54	(ATG) ₁	232-257	7.06	4.62	0.76	0.77
Sj58	※ (AG) ₁₂	149-252	9.00	5.35	0.61	0.79
Sj66	(AT) ₈	184-240	6.35	4.17	0.62	0.74
Sj67	(CAA) ₁₀	163-290	4.06	2.74	0.24	0.61
Sj76	※ (AT) ₉	186-208	5.68	4.17	0.64	0.75
Sj77	※ (GCA) ₉	236-257	3.29	1.80	0.26	0.41

Na:アレル数, Ne:有効アレル数, Ho:ヘテロ接合度の観察値, He:ヘテロ接合度の期待値. ※は実験③のスポアバック試験で親子鑑定に利用したマーカー.

ウ スポアバック試験地としての適正評価

函館市小安町沖で、2017年5月~2018年3月にかけて漁場環境の調査を行った (図2)。沖に設置された養殖施設に自記式の水温計と塩分計 (Onset Computer Corporation) を設置した。また、5地点でDOセンサー

搭載メモリーCTD (JFEアドバンテック株式会社) を用い、地点ごとの水温および塩分の鉛直分布を調べ、そのうちの2地点で海面付近、それ以深では5mごとに海水を採取した。500mlの海水を孔径0.45 μmのメンブレンフィルターを用いて濾過し、このフィルターに付着した遊走子をイと同様の条件で培養した。発芽した孢子体は顕微鏡下で観察し、コンブ類か否かを判別し、海水中に存在していたコンブ類の遊走子数を推定した。なお、2017年11月～2018年2月に採取した海水については、栄養塩濃度 (NO₂+NO₃-N) を分析した。さらに、2017年10月14日、2017年12月4日、2018年1月30日に小安漁港外に、遊走子を付着させたコンクリートブロック (縦20cm×横35cm×高さ10cm) を投入し、マコンブ孢子体の発芽の有無を観察した。

エ スポアバック試験

2017年11月1日、函館市女那川町の尻岸内養殖場でスポアバック試験を実施した (図3)。試験地周辺で、成熟したマコンブ孢子体 (母藻) 15個体を採集した。この時、母藻の葉状部から葉片を切り抜き、アで述べた方法で葉状部を洗浄した後、DNAを抽出するまで乾燥状態で保存した。養殖場内に3本の網を張り、それぞれの網の中央部に5個体の母藻を入れたスポアバックを吊り下げた (図4)。また、海側の幹網には、電磁式流速計Infinity-EM (JFEアドバンテック) を設置し、漁場内の流向および流速を観測した。また、母藻から放出された遊走子を付着させるための基質として、スポアバックを吊り下げた網から長さ145cmの網をスポアバックの両側、1m、3m、5m、10mの位置に垂下した。垂下網に付着したマコンブ孢子体がDNAを

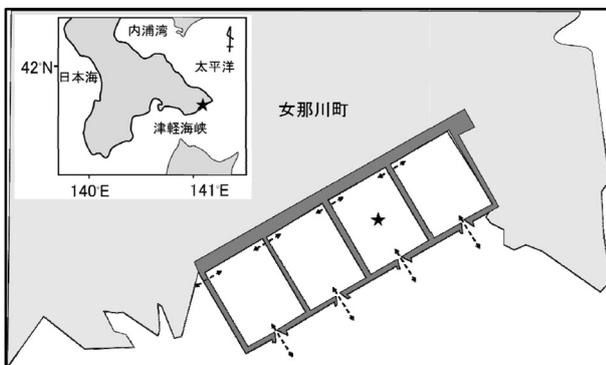


図3 スポアバック試験に利用した尻岸内養殖場。★は試験に使用したプール。図中の矢印は海水が出入りする箇所を示している。

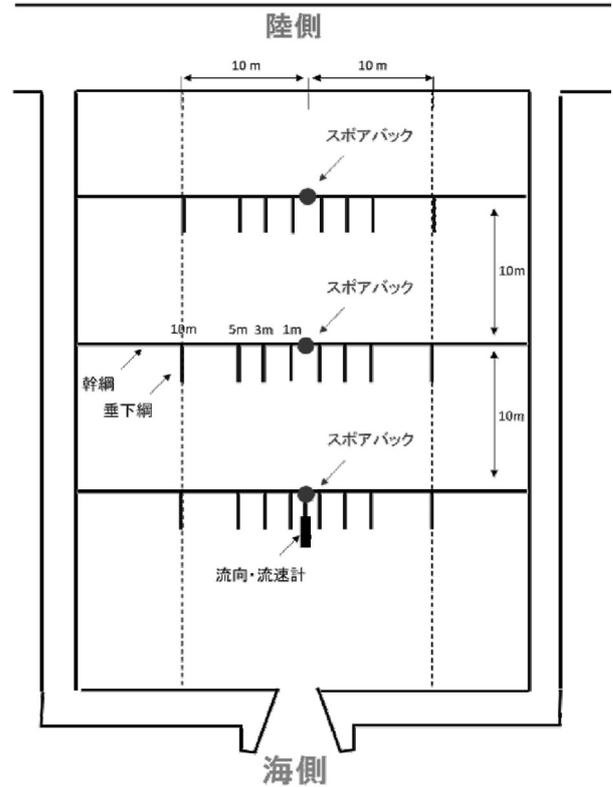


図4 スポアバック試験に設置した施設の模式図。

抽出するうえで適当なサイズに生長した時点で回収した。

各垂下網から20個体を回収し、そのうちの16個体を遺伝子解析した。なお、垂下網に付着したマコンブが16個体満たない場合、全ての個体の遺伝子解析を行った。DNA抽出からマイクロサテライト座のアリル検出までの工程はアで述べた方法に従った。親子鑑定には、15種類のマイクロサテライトマーカーを利用し (表2)、母藻とスポアバック試験後に回収したマコンブ孢子体の親子関係の推定には、PARFEX v1.0 (Sekino and Kakehi 2012) を使用した。

(3) 得られた結果

ア 群落間の遺伝子流動の有無

マイクロサテライト1座あたり、4～8個のアリルが存在し、3～4個の有効アリルが見られた。わずかではあるが、地域特有のアリルも存在した (図5)。太平洋側の地点から採集した個体のアリル数は、ほかの地点に比べて少なかった。また、漁港内から採取した個体ではアリル数が少なくなる傾向が見られた平均ヘテロ接合度は0.61～0.71で推移し、太平洋側の地点の個体は他の地点の個体に比べて低くなる傾向が見られた。

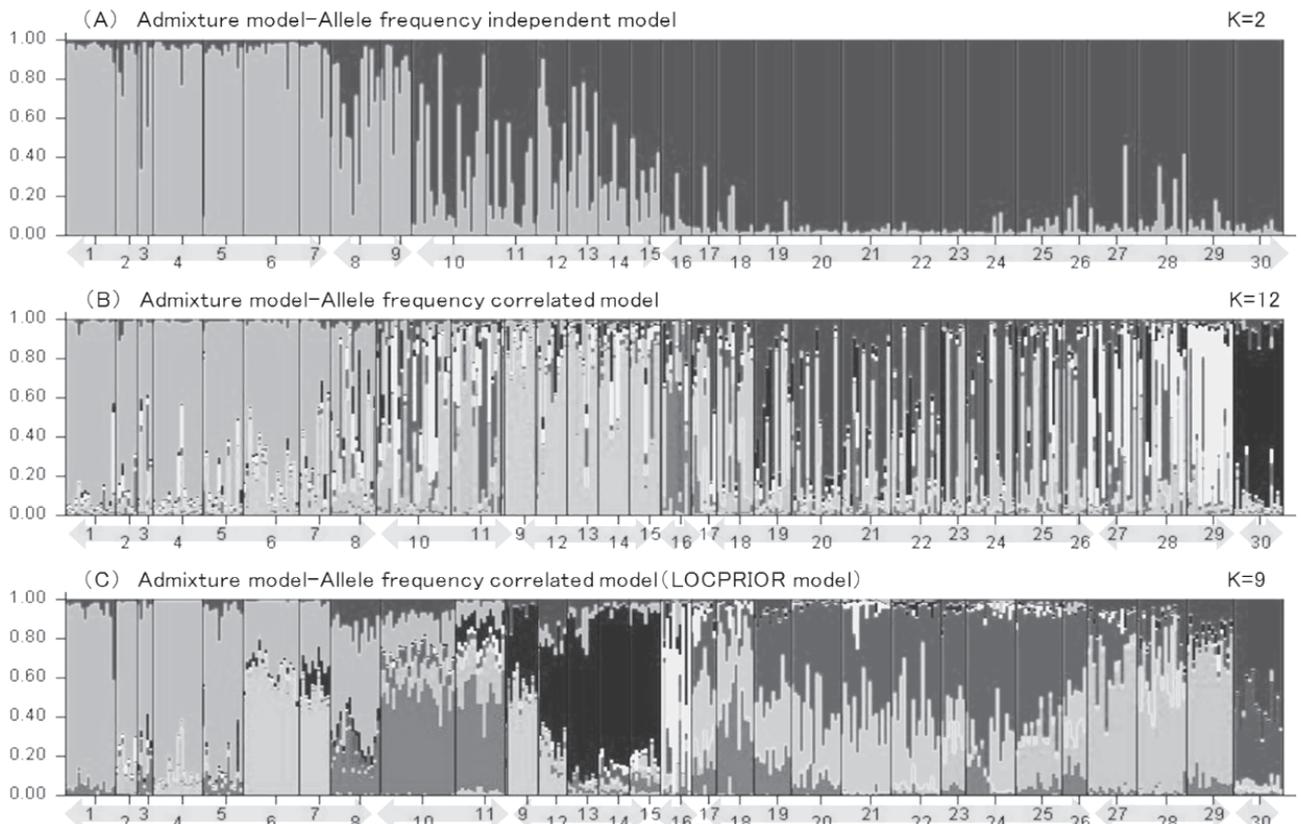


図6 LnP(D)の値から最適なクラスター数を決定した場合の道南海域のマコンブおよびホソメコンブの集団構造. x軸の数字は表1にある地点番号に対応している. 図中の矢印で示す範囲を同一の遺伝子集団と見なしている.

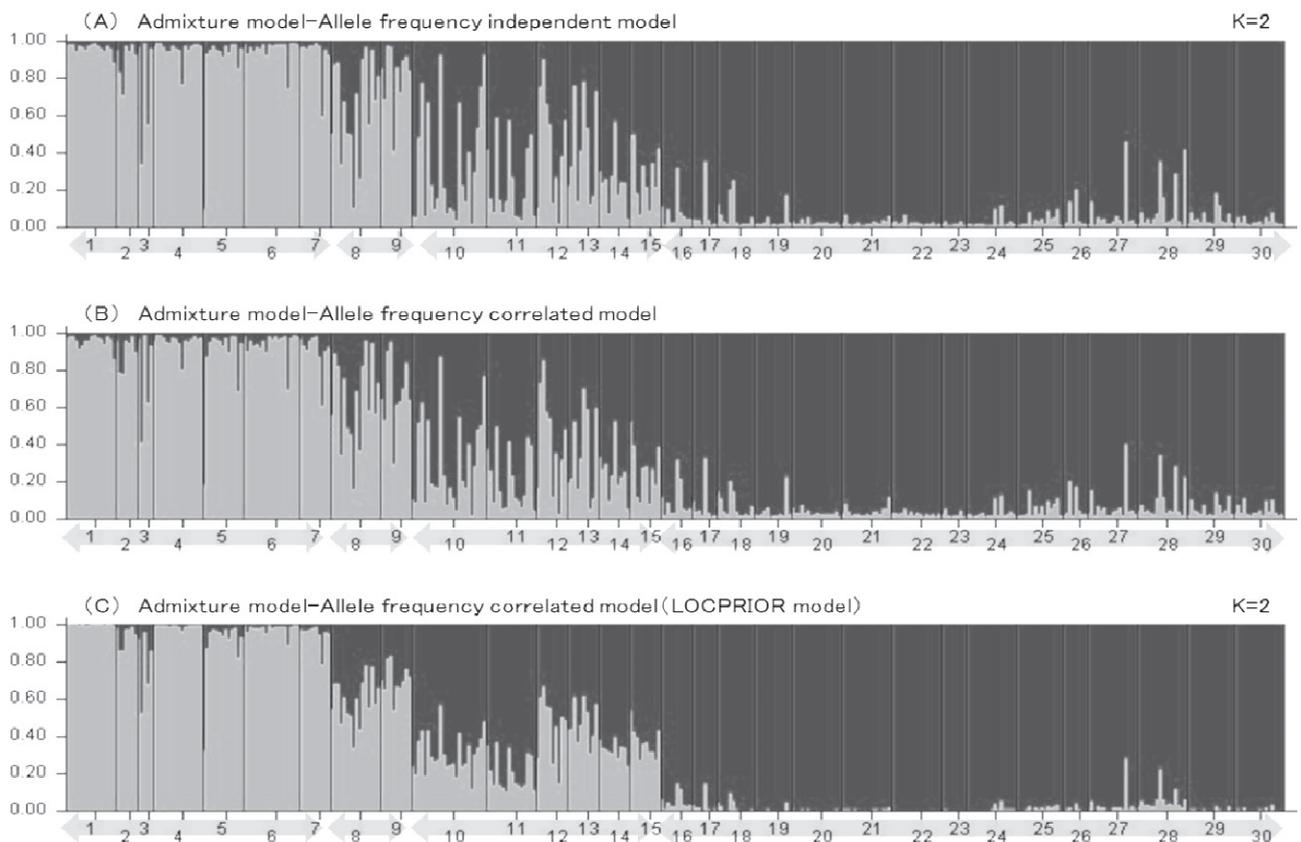


図7 ΔK の値から最適なクラスター数を決定した場合の道南海域のマコンブおよびホソメコンブの集団構造. x軸の数字は表1の地点番号に対応している. 図中の矢印で示す範囲を同一の遺伝子集団と見なしている.

地点間のPairwise Fstは0.0001~0.131で推移し、地点間の地理的な距離が大きくなほど、その値が大きくなる傾向が見られた(表3)。地理的に近接する地点の個体間では遺伝的な分化が認められなかったが、その他の地点間では概ね遺伝的な分化が見られた。一方Pairwise Rstは-0.027~0.196で推移し、鹿部町内の3地点、大船町、白尻町、川汲町、尾札部町の個体間では遺伝的な分化が認められなかったが、これらの地点と他の23地点の個体間では概ね遺伝的な分化が認められた(表4)。奥尻島の赤石の個体は、多くの地点の個体と遺伝的に分化した。なお、マコンブとホソメコンブの分布域の境界とされる白神岬周辺の個体間で、顕著な遺伝的な分化は認められなかった。

Admixture model-Allele frequency independent modelではLnP(D)と ΔK も $K=2$ で最大となった。それぞれの個体が持つクラスターの組成から、鹿部町、大船町、白尻町、川汲町、尾札部町、榎法華町の個体からなる集団、榎法華町と古武井町の個体からなる集団、女那川、日浦町、小安町、石崎町、宇賀浦町、青柳町の個体からなる集団、その他の15地点の個体からなる集団に分かれた(図6A-7A)。Admixture model-Allele frequency correlated model (LOCPRIOR model未使用)ではLnP(D)は $K=12$ で最大となった。 $K=12$ と仮定すると、それぞれの個体が持つクラスターの組成から、鹿部町、大船町、白尻町、川汲町、尾札部町、榎法華町の個体からなる集団、女那川町および日浦町からなる集団、古武井町、小安町、石崎町、宇賀浦町、青柳町からなる集団、釜谷の個体からなる集団、中ノ川、小谷石、宮歌、白神、朝日、大沢、大磯、札前、茂草、江良の個体からなる集団、南浜町、豊浜、三本杉の個体からなる集団、赤石の個体からなる集団に分けられた(図6B)。一方、 ΔK は $K=2$ で最大となり、Admixture model-Allele frequency independent modelによる解析結果と同様の集団に分かれた(図7B)。Admixture model-Allele frequency correlated model (LOCPRIOR model使用)ではLnP(D)は $K=9$ で最大となった。それぞれの個体が持つクラスターの組成から推定される集団構造は、Admixture model-Allele frequency correlated model (LOCPRIOR model未使用)の結果と一致した(図6C)。一方、 ΔK は $K=2$ で最大となり、Admixture model-Allele frequency independent modelによる解析結果と同様の集団に分かれた(図7C)。

STRUCTURE解析によって推定された集団構造を考慮し、

30地点の個体を7つの集団に分けた場合、Fstで見ると、これらの集団間に有意な遺伝的な分化が認められた(図8A)。一方、Rstでは太平洋側の集団および奥尻島の集団を除いて、集団間の遺伝的な分化は認められず、3つの集団として扱うことが妥当であると判断された(図8B)。

なお、4つの集団に分けた場合、Fstで見ると、いずれの集団間にも有意な遺伝的な分化が認められた。一方、Rstでは古武井町および太平洋側の地点からなる集団と、日本海側および津軽海峡内の個体からなる集団に分かれた。

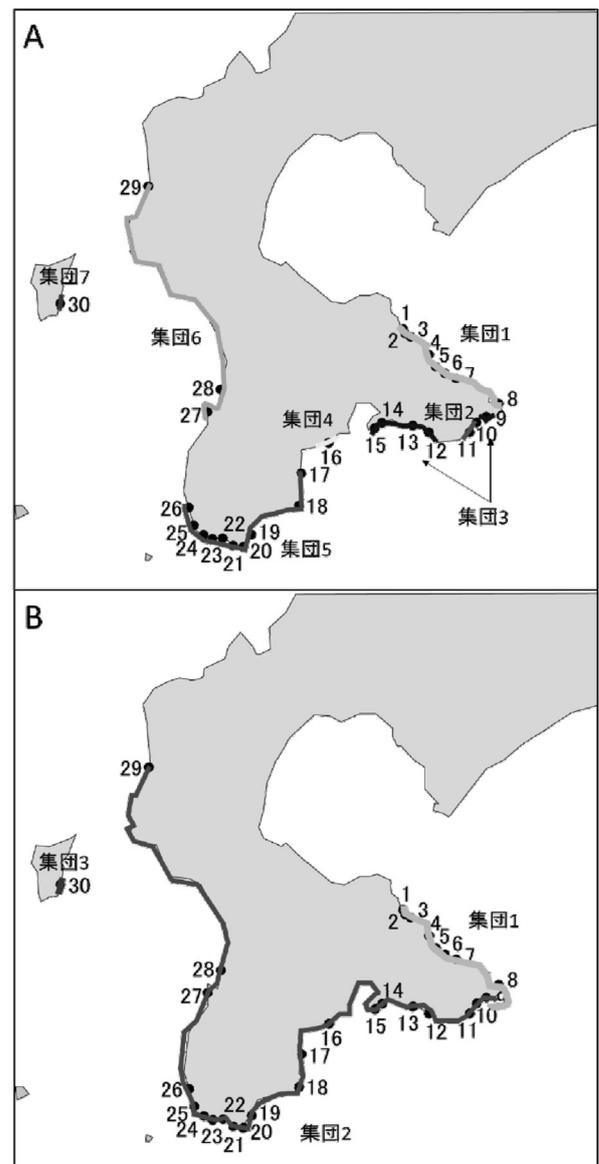


図8 K=9と仮定した場合に見出された7集団間の遺伝的分化の程度を考慮して推定された集団構造. A:Fstを採用した場合, B:Rstを採用した場合.

イ 海水中に浮遊するマコンブ遊走子の産地推定

海水中に存在した遊走子由来の胞子体は、解析に十分な量のDNAが得られず、その産地を推定することができなかった。養殖施設から採集した天然マコンブ16個体については、それぞれが持つアリルと、周辺地点の個体のアリル頻度を比較した結果、16個体中3個体は、隣接する小安町や日浦町、女那川町の個体と遺伝的に近く、小安町の近隣の地点の個体に由来するものであると推定された。しかし、他の13個体は周辺の地点である女那川町、日浦町、小安町、石崎町、宇賀浦町、青柳町、釜谷、中ノ川、小谷石、宮歌の個体と遺伝的に異なっており、少なくとも近隣の地点の個体に由来するものではなかった。

ウ スポアバック試験地としての適正評価

2017年5月～2018年3月までの小安町沖の水温は5.8～23.2℃で推移した(図9)。9月下旬まで上昇し、それ以降は徐々に低下して2月下旬には6℃台となった。塩分は31.1～34.4pptで推移した(図10)。7～8月にかけて比較的大きな塩分の低下が見られた。STDによる観測を行った結果、地点間で水温や塩分に大きな差は見られなかったが、最も西側のSt1では、2017年12月22日の調査時は、ほかの地点より水温が約1℃高かった。栄養塩濃度(NO₂+NO₃-N)は12月から上昇し、1月には各水深で5μM台に達した(表5)。遊走子を付着させたコンクリートブロックを投入したが、砂に埋没し、マコンブ胞子体の発芽は見られなかった。ただし、それらのコンクリートブロックから立ち上げた綱には、マコンブ胞子体の付着が認められた。また、沖合の養殖施設には、多数の天然マコンブ胞子体が付着していた。海水中の遊走子は、2017年12月～2018年2月まで検出された(表6)。遊走子は、海面近くに多く存在する傾向が見られた。



図9 2017年5～2018年3月にかけての小安町沖の水温。



図10 2017年5～2018年3月にかけての小安町沖の塩分。

表5 小安町沖2地点から採取した海水の栄養塩濃度(NO₂+NO₃-N)。

	2017年10月13日	2017年12月4日	2017年12月22日	2018年1月30日	2018年2月26日
沖側(St1)	0m	0.01	1.37	3.57	5.85
	5m	0.00	1.64	3.52	5.83
	10m	0.00	2.56	3.52	5.30
陸側(St2)	0m	0.00	1.53	3.89	5.63
	5m	0.00	2.10	3.69	5.52

表6 小安町沖2地点から採取した海水中のコンブ類の遊走子数。

地点	水深	2017年												2018年		
		5月19日	6月19日	7月27日	8月22日	9月21日	10月13日	12月4日	12月22日	1月30日	2月26日	3月29日				
St1	0m	0	0	0	0	0	0	7~12	0	2	0	0	0	0	0	
	5m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	10m	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0		
St2	0m	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0		
	5m	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0		

表7 スポアバック試験で回収されたマコンブ胞子体。

幹綱の位置	左側10m	左側5m	左側3m	左側1m	右側1m	右側3m	右側5m	右側10m
陸側	分析数	14	3	16	16	16	16	11
	スポアバック由来の個体数	2	0	0	0	0	0	0
	出現率(%)	14.3	0	0	0	0	0	0
中間	分析数	16	7	14	16	16	10	4
	スポアバック由来の個体数	0	0	0	3	2	0	0
	出現率(%)	0	0	0	18.8	12.5	0	0
海側	分析数	16	16	16	16	11	16	16
	スポアバック由来の個体数	0	0	1	1	0	2	1
	出現率(%)	0.0	0.0	6.3	6.3	0.0	12.5	6.3

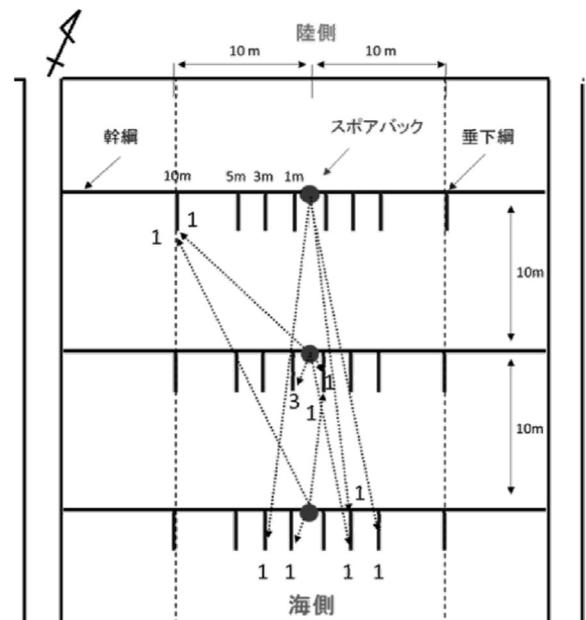


図11 スポアバック由来の胞子体の出現位置。図中にある破線の矢印は遊走子の移動方向を示し、矢頭に付記した数字はその数を示している。

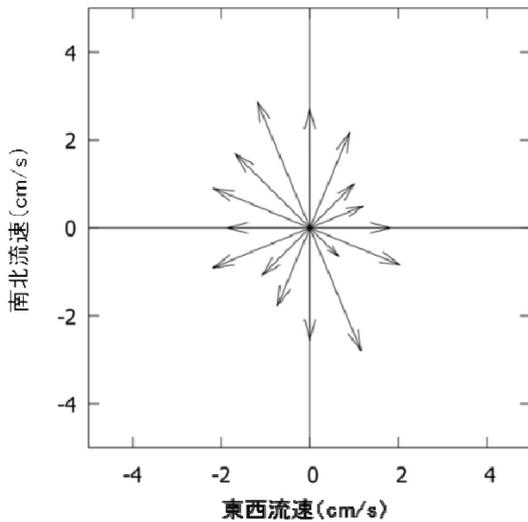


図12 養殖場内に設置した海側の幹網中央付近の平均流向と流速。

エ スポアバック試験

スポアバック周辺に設置した垂下網から、合計330個体のマコンブの胞子体が得られた(表7)。陸側に設置したスポアバックから放出された遊走子は、海側の幹網の垂下網に出現した(図11)。中間の幹網に設置したのから放出された遊走子は、陸側と海側の垂下網にも出現したが、主にスポアバックから1mの範囲内に設置した垂下網に出現した。また、海側に設置したのから放出された遊走子は、スポアバックの左側1mの垂下網や他の幹網の垂下網に出現した。スポアバック由来の個体数は12個体であり、分析した個体の4%であった。なお、これらの12個体はいずれも天然の配偶体との交配によって生じたものであった。

養殖漁場内では北～北西向きの流れが高頻度に観測され、その平均流速も速かった(図12)。その反対方向の南東向きの流れは、平均流速は速かったものの、その頻度は低かった。

(4) まとめ

道南海域の日本海および津軽海峡沿岸は対馬海流、太平洋沿岸は親潮の影響下にあり、渡島半島南東部沿岸(渡島半島東側出口付近)は津軽暖流水と沿岸親潮水が交互に接岸する地域である(大谷 1987)。今回の調査で見出された、道南海域における本種の遺伝子構造はこれらの海流と密接な関係にあり、日本海および津軽海峡沿岸域の個体と、太平洋沿岸域の個体とは遺伝的に大きな差異が見られた。マコンブでは地域ご

とに形態的な特徴や品質が異なることが知られており、それによって生産地域が厳密に区分されてきた(川嶋 2012)。解析によって推定された集団は、その区分にある白口元揃浜、黒口元揃浜、本場折浜と概ね一致しており、これらの地域間には遺伝的な差異もあることが示された。マコンブ葉体の葉幅や中帯部付近の形状などは環境に依存して大きく変化することがなく、遺伝的に固定された特性であることが示唆されており(能登谷・桐原 1989)、道南海域の産地(遺伝子集団)間に見られる葉体の形態の特徴や生理的特徴は、それぞれの遺伝的な差異を反映したものであると考えられる。

スポアバック試験の結果、比較的波浪の影響が小さいと考えられる位置に設置したスポアバックから放出された遊走子は既存の報告にある通り(前田 2017)、主にスポアバック周辺1mに設置した垂下網に付着した。一方で、波浪の影響が大きいと考えられる場所に設置したスポアバックから放出された遊走子は、近傍の垂下網にはほとんど付着しなかった。他のコンブ類では、群落から3mあるいは1-5mが、新規個体の加入に有効な遊走子の分散範囲であると推定されているが(Barner *et al.* 2011, Coyer *et al.* 1997, Dayton 1973)、本種の遊走子は流向や流速によって、少なくともその範囲は20m以上に及ぶことが明らかとなった。従って、放出された遊走子が付着するための基質との位置や流向や流速を考慮してスポアバックを投入することで、より効果的な遊走子の散布が可能であると考えられる。なお、小安町沖の養殖施設に付着した天然のマコンブは、遠方の地域から移送された遊走子が定着したものである可能性が高く、遺伝的な集団構造の推定結果も考慮すると、遊走子は地域間を越えて広域に分散していると推察された。

今回、スポアバック試験を実施することを予定していた小安町沖のマコンブ群落は、著しく衰退し、母藻の確保も困難な状況にあった。環境調査の結果、比較的多くの資源が残存している近隣の地域の水温や塩分、栄養塩濃度と大きな差異は認められず(前田 2014, 前田 2015)、これらの環境条件が藻場衰退の直接の原因ではないと考えられる。1989~1991年にかけて旧戸井町沖(現在の釜谷町)で海中に含まれる遊走子の数が調査され、多い年では海水中に272個/300mlの遊走子が存在したとされ(佐々木 1992)、近年は漁場中の遊走子数が著しく減少していることが示唆された。また、コンブの群落が衰退したことで、海底の基質表面

を無節サンゴ藻（正置ら 1981）や微生物（Westermeyer *et al.* 2014）が覆い、コンブ類の遊走子が付着しにくい状況となっていることが予想される。また、2016年以降は沿岸親潮の接岸状況が変化し、コンブの生育にとって不適な環境条件が続いていることも、資源が回復しないことに少なからず影響していると考えられる。

本研究では、道南海域のマコンブ（ホソメコンブを含む）に遺伝的に異なる2～7つの集団が存在することが明らかとなった。本種の遺伝子構造は海流と密接な関係にあり、海流や沿岸流、潮汐流、波浪などの情報が集積されれば、本種の遺伝子構造をより細部まで解明することができるかもしれない。今回、地点間の遺伝的な分化の程度が把握され、地域間の遺伝子流動の実態を解明する手がかりが得られた。集団間の遺伝的な交流が制限される機構の解明には至らなかったが、さらに多地点のサンプルを解析することで、そのメカニズムも明らかにできると考えられる。遊走子が分散する範囲を正確に把握することができれば、本種の遺伝的多様性を考慮した資源管理が可能となるだろう。また、スポアバック法の効果を客観的に評価することで、その影響範囲や新たな個体の発芽への寄与率などが徐々に明らかとなってきた。人為的に供給した遊走子の定着の有無などを調べた研究事例は乏しく、本研究によって得られた情報は、天然コンブ群落の造成や維持に向けたスポアバックの技術的な改良にもつながると考えられる。

近年、海洋環境の変化に伴い、マコンブの生育状況が変化することが懸念され、育種研究への期待も高まっている。本研究で得られる結果が、マコンブの資源回復に寄与するとともに養殖技術の発展に貢献することを期待する。

（5）参考文献

- 1) 秋野秀樹, 川井唯史, 四ツ倉典滋, 河野時廣. 2015. 北海道泊村沿岸表層におけるホソメコンブ遊走子の移送と空間的分布. 水産工学, 52 (1):1-9.
- 2) Andersen RA. 2005. Algal culturing techniques. Academic press.
- 3) Ando H, Emura N, Denda T, Nakahama N, Inoue-Murayama M, and Isagi Y. 2014. Development of microsatellite markers for the coastal shrub *Scaevola taccada* (Goodeniaceae). Applications in plant sciences, 2:1300094.
- 4) Barner AK, Pfister CA, Wootton JT. 2011. The mixed mating system of the sea palm kelp *Postelsia palmaeformis*: few costs to selfing. Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences, 278:1347-1355.
- 5) Coyer, JA, Olsen JL, Stam TW. 1997. Genetic variability and spatial separation in the sea palm kelp *Postelsia palmaeformis* (Phaeophyceae) as assessed with M13 fingerprints and RAPDS. Journal of Applied Phycology, 33:561-568.
- 6) Dayton PK. 1973 Dispersion, dispersal, and persistence of the annual intertidal alga, *Postelsia palmaeformis* Ruprecht. Ecology, 54:433-438.
- 7) Earl DA. 2012. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. Conservation Genetics Resources vol. 4 (2):359-361. doi: 10.1007/s12686-011-9548-7
- 8) Evanno G, Regnaut S, Goudet J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. Mol. Ecol., 14:2611-2620.
- 9) 川嶋昭二. 2012. 日本産寒海性コンブ類の形態と分類. 生物研究社, 東京.
- 10) 前田高志. 2014. コンブ. 平成26年度道総研函館水産試験場事業報告書. P57-62.
- 11) 前田高志. 2015. 養殖コンブ生産安定化試験. 平成27年度道総研函館水産試験場事業報告書. P54-58.
- 12) 前田高志. 2017. DNAマーカーを利用したマコンブの親子鑑定技術の開発とスポアバック効果の検証. 水産研究助成事業報告 (平成28年度), 北水協会, 北海:56-65.
- 13) 正置富太郎, 藤田大介, 秋岡英承. 1981. エゾイシゴロモ(紅藻サンゴモ科)上におけるマコンブの発芽について. 北大水産彙報, 32:349-356.
- 14) 能登谷正浩, 桐原慎二. 1989. 青森県沿岸における天然および移植マコンブの形態について. 月刊海洋, 21(6), 355-361.
- 15) 能登谷正浩. 2003. 藻場の海藻と造成技術. 成山堂書店.

- 16) 大谷清隆. 1987. 津軽海峡西部への沿岸親潮水の流入. 北大水産彙報, 38(3):209-220.
- 17) 大Peakall PE and Smouse R. 2012. GenALEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update. *Bioinformatics* 28:2537-2539.
- 18) 大Piry S, Alapetite A, Cornuet JM, Petkau D, Baudouin L, Estoup A. 2004. GENECLASS2: A software for genetic assignment and first generation migrant detection. *Journal of Heredity*, 95:536-539.
- 19) 大Pritchard JK, Stephens M, Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multi locus genotype data. *Genetics* 155:945-959.
- 20) 大佐々木茂. 1992. 戸井海域のコンブの生活と海洋環境調査報告書 —天然マコンブ不作原因調査—. 戸井町.
- 21) 大Sekino M and Kakehi S. 2012. PARFEX v1.0: an EXCEL™-based software package for parentage allocation. *Conservation Genetics Resources*, 4:275-278.
- 22) 大寺井稔. 2014. 雑海藻駆除によるコンブ漁場の保全について. *水産工学*, 51(1):55-58.
- 23) 大Whitmer AC. 2002. Microsatellite markers for the intertidal kelp *Postelsia palmaeformis* (Heterokontophyta;Laminariales). *Molecular Ecology Notes*, 2(4):469-471.
- 24) 大Westermeier R, Murua P, Patino DJ, Munoz L, Atero C, Muller DG. 2014. Repopulation techniques for *Macrocystis integrifolia* (Phaeophyceae: Laminariales) in Atacama, Chile. *Journal of applied phycology*, 26:511-518.
- 25) 大1983-2015. 昭和58年～平成27年北海道水産現勢 (北海道水産部漁政課編). 北海道水産部, 札幌.

13. 輸出重要種資源増大等実証委託事業（公募型研究）

13. 1 マナマコ

担当者 調査研究部 酒井 勇一
共同研究機関 北海道大学大学院水産科学研究院
北海道区水産研究所
中央水産試験場

（1）目的

ナマコの効果的な中間育成手法の開発としてマナマコの効果的な育成技術の産業利用を進めるため「行動把握調査」と「餌料開発調査」を行う。

（2）経過の概要

本課題は水産庁からの委託事業として、H28年に引き続き今年度10月まで工期延長して、本年度も北海道大学大学院水産学研究科 水産工学分野・同海洋生物工学分野・教育機構北海道区水産研究所、中央水産試験場、函館水産試験場で課題分担して取り組んだ。

（ア）行動把握調査

（ア）-a 行動に影響を与えにくい発信機装着方法の開発（函館水産試験場・中央水産試験場 担当）

函館水試の水槽（2m×2m×0.6m）内に濾過海水を掛け流しするとともにマナマコを収容し、水槽上部にカメラ（Go Pro HERO5, Go Pro Inc.）を設置して1分間隔で静止画像をインターバル撮影した。撮影した画像からMATLAB Image processing toolbox（MathWorks社）を用いて、北大で開発したプログラムを基にマナマコの位置座標をプロットし、移動速度、

移動距離が得られることを確認した。その後、発信器を体外装着個体（3個体）して、水槽に個別に収容した（写真1）。同様にこれを装着していない3個体も収容して、1分間隔で14.6日間（21,083分）インターバル撮影した画像からマナマコの位置座標をプロットして調べた。

（ア）-b 屋外ウニ養殖施設における移動速度・範囲・蛸集場所の把握試験（函館水産試験場・北海道大学大学院水産学研究科 水産工学分野担当、協力機関：渡島中部地区水産技術普及指導所）

6月22日に発信器（V5-1H, VEMCO社）を装着した4個体を、函館市恵山町女那川地区のウニ養殖施設内の砂地および転石場に2個体ずつ潜水放流した。また、上述の試験時よりも発信位置の推定精度を上げるため、中央部1カ所とこれを取り囲む6カ所に計7台の受信機を設置した。これら受信機のうち2台の直上50cmに発信器を装着して、位置推定の誤差を検討した。6月28日（放流6日目）に、潜水により装着個体の位置を確認し、直上水面に浮体を設置し照準にすることで、陸上からレーザー距離計DISTO S910（Leica）を用いて測距した。

7月6日（放流2週間後）に受信機と放流個体を回収した。その後受信機からデータを回収して、北大で開発したアルゴリズムを用いて直ちに解析し、取り残し個体の位置推定を試みた。この位置情報を元に7月14日まで計4日間、取り残した1個体を探索した。

（イ）消化管内微生物を指標とした増・養殖適地の検討

（イ）-a 室内飼育で得られたマナマコ成長優良および不良個体の糞便試料の採取（函館水産試験場・教育機構北海道区水産研究所）

前年度検討した3餌料での飼育試験下で成長が優良だった個体から採糞し、-80℃で保管していた糞便の

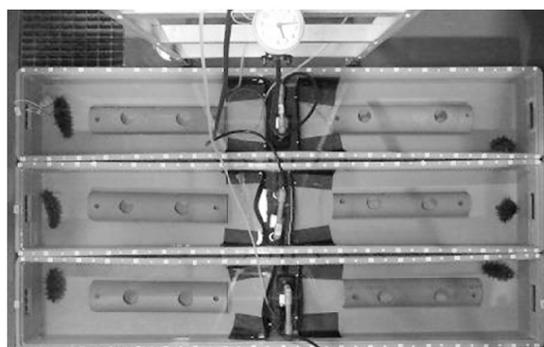


写真1 行動撮影に用いた水槽
水槽85cm×27cm×7.5cm
蛍光灯による24時間連続点灯
150ml/分の連続注水、
中央設置の水中ポンプにより10L/分の強制循環

微生物叢分析を、北海道大学大学院水産学研究科 海洋生物工学分野で行った。

糞便からのDNA抽出・精製はYamazaki et al. (2016)に準じ、MACHEREY-NAGEL NucleoSpin Soilを用いて、提供されているプロトコルを一部変更して行った。得られたDNA溶液は-80℃で保管した。

16S rRNA遺伝子V1-V2領域をバーコード配列が組み込まれた27Fmodと338Rプライマーを用いてPCR増幅し、その産物を精製・定量後、等量混合し、Illumina MiSeq (Illumina, San Diego) を用いてシーケンスした。平均クオリティバリュー ≥ 25 の高品質なリードのみを使用した。なお、真核生物由来の配列を全て除去し、細菌由来のリードのみを用いた。FASTA形式のファイルにまとめられた16S遺伝子のシーケンスデータをQuantitative Insights Into Microbial Ecology (QIIME) 1.8ソフトウェアパッケージを用いて、97%の類似性でOperational Taxonomic Unit (OTU) を作製した。各OTUから代表配列を選び、Greengenes release 13.8に照会することで菌種帰属を行い、門レベルでの菌叢の組成比を算出した。さらに、Yamazaki et al. (2016) に準じてベータ多様性解析(異なる群集間の類似度解析)を行った。特にUniFrac解析では、unweighted UniFrac(各OTUのリード数を考慮せず、単純な菌種構成の違いを細菌群集間の非類似度としてOTU間の系統関係に基づいて算出する手法)を行なった。さらに、Kruskal-Wallis検定およびWelchのt検定により、細菌群毎に試験区間で占有率の有意差を検定した。

(イ) -b マナマコ育成地の微生物叢の分析(函館水産試験場・教育機構北海道区水産研究所・北海道大学大学院水産学研究科 海洋生物工学分野、協力機関：渡島中部地区水産技術普及指導所)

前述の(ア) - bで用いている養殖池の中で、天然個体の密度が高い場所(「密」と称す)とこの1/10程度の低密度の場所(「粗」と称する)で、平成28年9月から平成29年6月にかけて計6回、在来個体のマナマコ糞便、堆積物および海水を採取した。堆積物はSCUBA潜水により、滅菌シリンジで採取した。また、糞便も同様にSCUBA潜水で採取したが、これが困難

な場合は、陸上で用意した採糞水槽に入れて、脱糞を待って採取した。さらにマナマコが認められない養殖池で底質の堆積物を定期的に採取した。糞便および堆積物試料は、現場でドライアイスに挟み急速凍結し、微生物叢の分析に供試するまで-80℃で保管した。

(3) 得られた結果

(ア) 行動把握調査

(ア) -a 行動に影響を与えにくい発信機装着方法の開発

コマ撮り撮影した画像(1個体当たり21,083枚)から、1分間当たりの移動速度を調べた。発信器装着個体、非装着個体ともに撮影期間の9割程度にあたる17,722分~20,191分間停止していた(図1)。

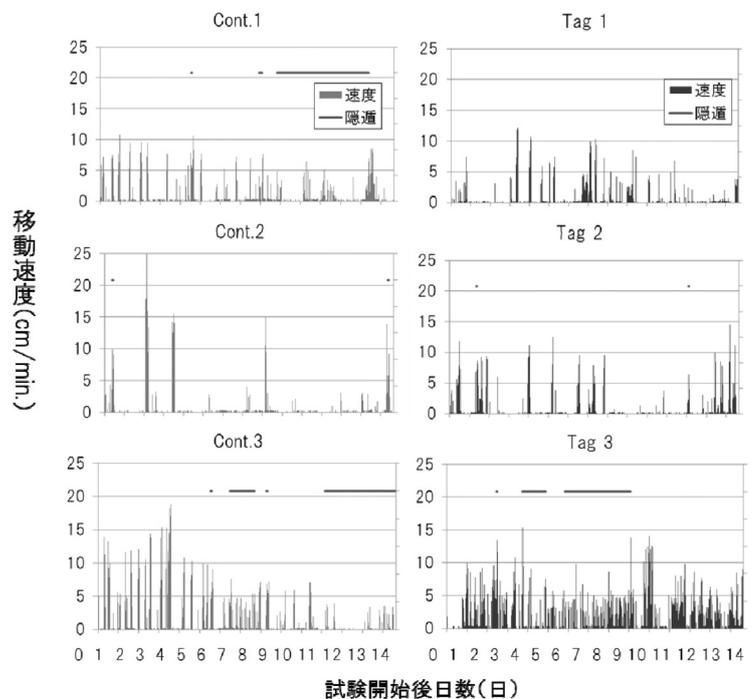


図1 発信器装着個体(右)と非装着個体の移動速度事例

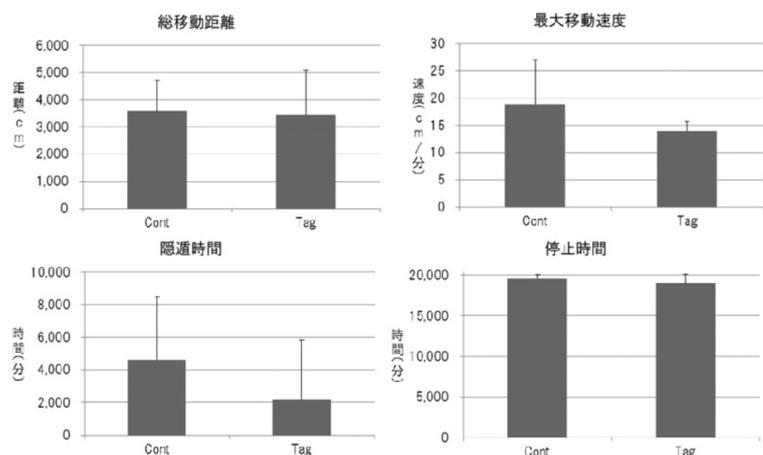


図2 発信機装着個体(Tag)と非装着個体(Cont)の14.6日間の行動平均値±SD

この結果を基に移動距離、停止時間、隠遁時間を計測し、非装着個体と比較した結果、統計的に有意な差は認められなかった(図2, Mann-Whitney検定 $P > 0.05$)。

これらのことから今回用いた体外装着方法は、行動追跡に有効であると考えられた。

(ア) -b 屋外ウニ養殖施設における移動速度・範囲・蟻集場所の把握試験

図3の中央St.7および左下St.1の受信器直上に設置した発信機の位置推定誤差には、その設置位置により違いがあり、St.1で最大3mであった。

回収した受信機から読み取った受信データから、屋外の養殖池で6月に放流した4個体の移動距離を6時間間隔でまとめて図4に示した。

マナモコは一般的に夜行性であると考えられているが、今回の試験で昼夜関わらず移動していることが明らかになった。さらに、天然海域では水槽試験で推定された移動距離よりも4倍程度長い距離を移動したが、その移動方向は直線的では無く、近隣の転石に向けて動くため、放流地点からあまり離れていなかった。

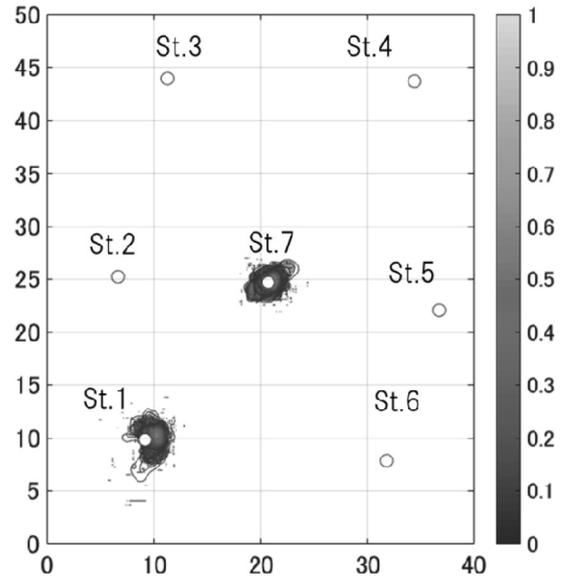


図3 受信機直上に設置した発信機の推定位置
 カラーズケールは確率密度を、各St.は受信機設置位置を、X-Y軸は右下隅を減点とした距離(m)を示す
 推定された発信機位置を確率変数としてカーネル法で平滑化して確率密度の等高線を推定した

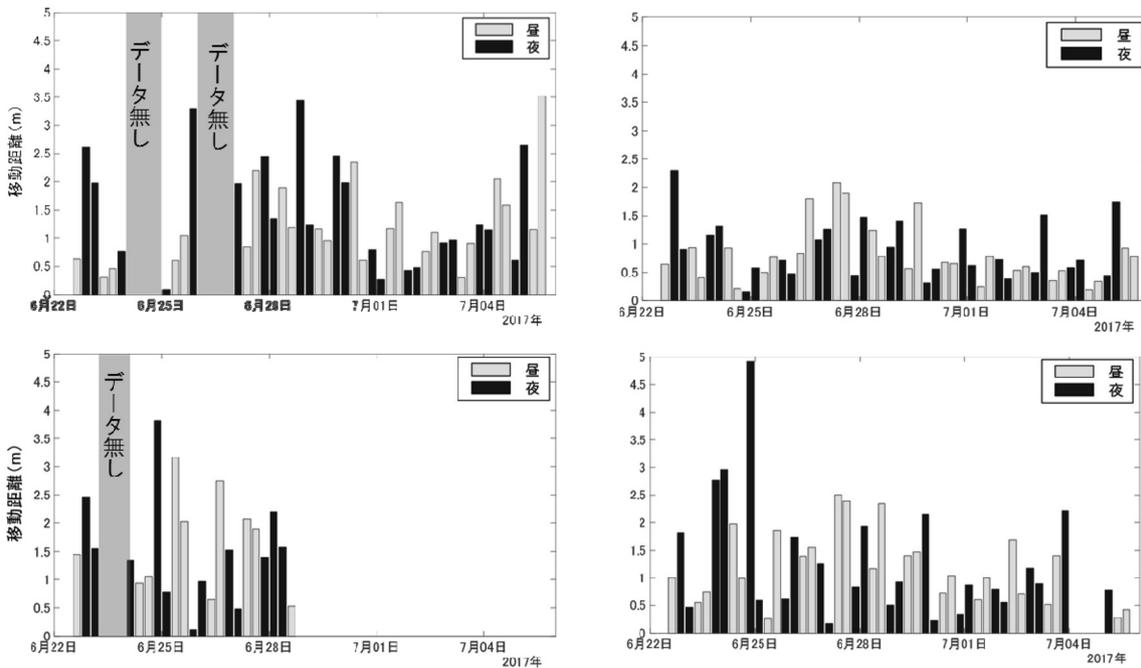


図4 1/4日単位で集約した個体別の移動距離

(イ) 「消化管内微生物を指標とした増・養殖適地の検討」：

(イ) -a 室内飼育で得られたマナマコ成長優良および不良個体の糞便試料の採取

unweighted UniFrac非類似度に基づき主座標分析(Principle Coordinate Analysis; PCoA)を行ったところ、各餌料を給餌した各群(3個体)の微生物叢は給餌物によって異なっていた(図5)。いずれの餌料群ともに、Proteobacteriaの門に属する細菌がほとんどであった。門レベルでは、最も占有率の高いProteobacteria門が海藻粉末+珪藻土群、海藻粉末群、対照餌料群でそれぞれ64.4%、75.6%、88.6%であった。海藻粉末+珪藻土群と海藻粉末群では、これに次いでBacteroidetes門が多く、それぞれの群で27.2%および16.6%(対照餌料群では4.2%)であった。対照餌料群ではProteobacteria門に次いでVerrucomicrobai門が多く、海藻粉末+珪藻土群から順に0.2%、0.4%および5.9%であった。

海藻粉末+珪藻土群ではFlavobacteria目の占有率が平均で25%以上と有意に高く、次いでVibrionales目が0.4%と占有率が他群のそれらよりも高かった。成長が悪かったZ餌料群で占有率が増加する菌群として、Verrucomicrobiales目が観察された。海藻粉末+珪藻土群および海藻粉末餌料群ではそれらの占有率は0.2%以下と極めて低かった。

(イ) -b マナマコ育成地の微生物叢の分析

糞便と底質の菌叢を採取時期別に比べると、堆積物と糞便のそれらは異なっているが、季節的に連動して菌叢が変化することが明らかとなった(図6)。

堆積物と糞便の菌叢は、採取月ごとに、特に春(5・6月)、夏(9月)、秋冬(11・12月)に、ほぼ一定の距離感を保ち連動して変化していた養殖池の底質表面には、ナマコの粗密にかかわらず同様の微生物が出現していた(図6)。

また、この場所の在来個体の糞には、底質の菌叢のうち、特定の菌種の出現率が高いこと、上述の(イ)-aの試験で成長の良い個体で特異的に見られた菌類がこの養殖池でも出現していることが明らかになった。

マナマコの生息密度と微生物叢との関連を検討したが、明確な差異は認められなかった(図7)。調べた3点の底質はいずれも砂であった。

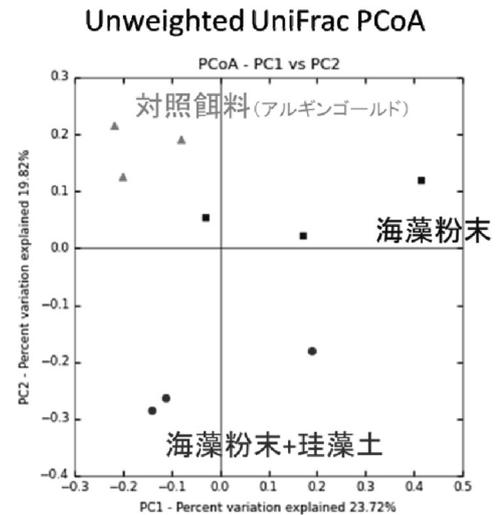


図5 餌料別の消化管微生物叢の近縁度を示す主座標分析結果

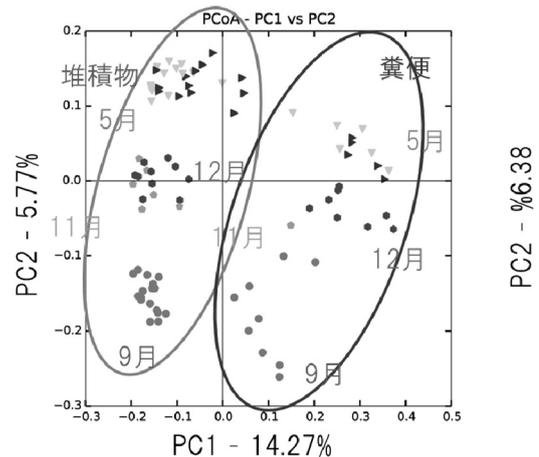


図6 堆積物(左円内)と在来個体の糞便(右円内)への出現微生物叢の主軸分析結果

さらに、養殖環境で成長格差に寄与すると示唆されたRhodobacterales目(Yamazaki et al, 2016)、高成長個体で占有率が増加するFlavobacteria目およびVibrionales目の占有率を、マナマコの生息密度が異なる場所の堆積物で調べたところ、いずれの試料でも有意な差は無かった(Welchのt test, FDR-corrected $P > 0.05$)。

季節的には、Flavobacteria目とRhodobacterales目は春に占有率が上昇し、Vibrionales目は夏に多くなることが見いだされた(図8)。

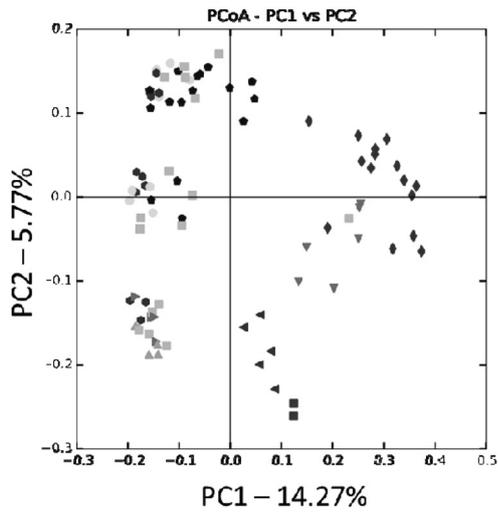


図7 女那川堆積物の微生物叢とマナマコ生息密度との関連性

- ◆ 糞便(総)
- ▲ 堆積物(プール3粗)
- ▼ 糞便(プール2密)
- 堆積物(プール2密)
- ◀ 糞便(プール3密)
- 堆積物(プール4)
- 海水(9月採取)
- ◆ 堆積物(篩)

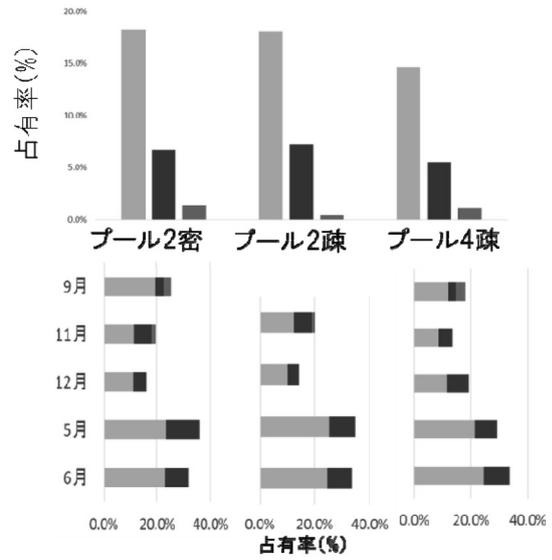


図8 マナマコ密度の多寡(粗密)による成長に好適と推定された代表的な3菌種の占有率とその季節変化

占有率には粗密間に統計的有意差なし(Welch' t test, FD₂-corrected $P > 0.05$)

- Flavobacteriales
- Rhodobacterales
- Vibrionales

13. 2 ホタテガイ

担当者 調査研究部 西田 芳則

(1) 目的

ア ホタテ中間育成過程における丸カゴの振動に関する実態把握

水産物の輸出額においてホタテガイは長年第1位を占めており、噴火湾における養殖ホタテガイの生産量は、平成27年度には輸出が好調な影響で300億円を突破した。しかしその後、噴火湾の養殖ホタテガイは大量にへい死し始め、平成29年度の生産量は平年の2割まで低下すると見積もられている。へい死のきっかけになった時期は平成27年の秋～冬季で、この時期には比較的時化が多かった。一方、日本海ではオホーツク海へ放流するホタテ稚貝を生産しており、冬季の季節風が強いにも関わらず、稚貝の大量へい死は生じていない。噴火湾のホタテ生産量を早期に回復させるには、日本海における養殖方法、例えば養殖施設の幹綱深度などが参考になると予想される。そこで、噴火湾八雲地区における漁業者を無作為に抽出し、幹綱深度、異常貝出現率、生残率を調査し、日本海のそれと比べることで、噴火湾の養殖管理方法について再検討する。

イ 養殖施設の振動がホタテ稚貝のへい死に与える影響評価

養殖施設に垂下する丸カゴの振動特性を明らかにし、振動がホタテ稚貝の成長、異常貝出現率、生残率に与える影響について評価する。また、ホタテ稚貝のへい死を回避する養殖方法について検討する。

ウ 過密養殖とへい死との関係解明

噴火湾のホタテガイ養殖では、ホタテ稚貝の収容密度が年々増加傾向にある。2009年度、2015年度では、ホタテ稚貝のへい死率は高かったが、過密養殖と稚貝へい死との関係は明らかにされていない。そこで、ホタテ稚貝の内部・外部異常、及び過密養殖とへい死率との関連についてホタテ稚貝の収容密度が異なる実験区を設け評価する。

(2) 経過の概要

ア ホタテ中間育成過程における丸カゴの振動に関する実態把握

(ア) 噴火湾ホタテ養殖施設の幹綱深度、ホタテ稚貝成長等の比較調査

噴火湾八雲地区(図1)で4人の漁業者を無作為に

抽出し、各漁業者の丸カゴ最上段に圧力計(DEFI2-D, JFEアドバンテック株式会社製)を1台設置して幹綱深度のモニタリングを行った。モニタリング期間は2016年12月から2017年4月である。水圧の測定間隔は20秒とし、得られたデータに300秒の移動平均を施して、短周期変動成分が除去された幹綱の分布深度を求めた。なお、4台中1台の圧力計が正常に作動しなかったため、幹綱深度の比較は3漁業者間になる。

2017年4月4～6日に上記の圧力計を設置した丸カゴを回収し、ホタテ稚貝の殻高、分散時の障害輪高を

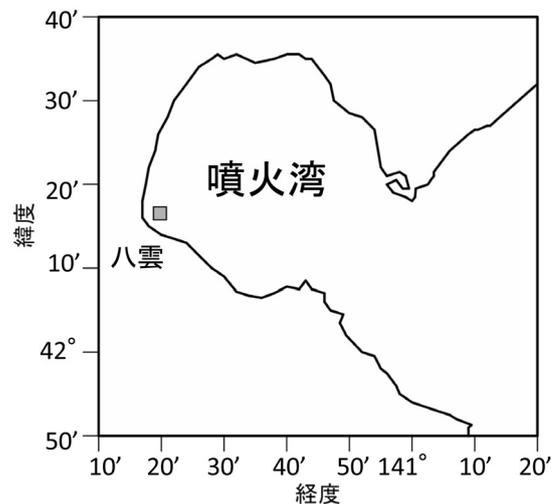


図1 調査定点

測定した。また、同時に異常貝(欠刻, 変形)出現率、生残率を求めた。

(イ) 日本海における丸カゴの振動評価

2006年冬季に日本海の遠別地区において、稚内水産試験場が実施した幹綱の振動に関する調査結果を再整理した。調査は2006年11月4日から開始し、2007年3月23日に終了した。

日本海における幹綱深度の測定には、噴火湾と同様に圧力計が用いられている。圧力計は丸カゴ上段に設置され、測定間隔は1秒である。本研究では、圧力計から得られる1秒間隔のデータにLOW-PASSフィルターを施し、この短周期の変動成分が除去された値を幹綱深度とした。

風応力と有義波高との関係を調べるため、風応力は羽幌のアメダス(気象庁)から毎時の風速を2乗して、

有義波高は遠別海域に設置した波高計 (WAVE HUNTER) から得られたデータにゼロアップクロス法を施し求めた。

波浪と丸カゴの短周期振動との関係を調べるため、有義波高にならぬ、丸カゴにおいても鉛直変位量を代表する指標値 (有義鉛直変位 : H) を以下に示す計算式を用いて求めた。なお、有義鉛直変位 (H) を算出する時間間隔は20分である。

$$H = -\zeta + \eta \cosh k(h+z) / \cosh kh \quad (1)$$

ここで、波浪は深海波を仮定し、 η は有義波高、 k は有義波の波数で前述の波高計から得られたデータを用いる。 h は水深で33m、 z は深度計の深度で前述のLOW-PASSされた圧力データ (幹綱深度) を用いる。また、(1) 式の右辺第1項 (ζ) の算出手順は以下の通りである。

1. 圧力計の生データにLOW-PASSフィルターを施し高周波数が除去されたデータを求める。
2. このLOW-PASSされたデータと生データとの差を求め、短周期変動成分を抽出する。
3. 短周期変動成分をゼロアップクロス法により1波長の波に分解し、分解された各波を波高の大きい順に並べ替え、最大波高から全波の3分の1までの波の波高を単純平均する。

上記振動調査が終了する2007年3月23日に丸カゴを回収し、ホタテ稚貝の殻高を測定すると共に生残率を算出した。

イ 養殖施設の振動がホタテ稚貝のへい死に与える影響評価

ホタテ稚貝のへい死を回避する養殖方法を検討するため、2017年1月10日に、八雲海域 (図1) において、養殖施設の幹綱と丸カゴを繋ぐロープ (テボ) の長さを変えた実験区を設定した。テボの長さは実験区が5m、対照区が通常使用する1mとした。その後、2017年2月8日、3月7日、3月29日、4月21日、6月20日に、両区の丸カゴを1連回収し、ホタテ稚貝の殻高、障害輪高 (写真1参照) を測定すると共に異常貝 (欠刻、変形) 出現率、生残率等を算出した。また、活力の指標となるアルギニンリン酸量の分析のため、貝柱から同物質の抽出作業を行った。抽出作業は、アルギニンリン酸を固定するまでに同物質が消費されるのを防ぐため、養殖施設から回収後3時間以内を目安に行った。

ホタテ稚貝の殻高は本分散時における大きさの影響を受けるため、中間育成過程中の成長を正しく評価するため、本研究では以下に示す成長指数を定義する。

$$\text{成長指数} = (\text{殻高} - \text{障害輪1}) / \text{障害輪1} \times 100$$

なお、障害輪1とは本分散時に形成される障害輪である (写真1参照)。

丸カゴの振動測定には、基本的に圧力計 (DEFI2-D, JFEアドバンテック株式会社製) を使用した。実験区、対照区ともに丸カゴの最上段内に圧力計を設置し、圧力の測定間隔は短周期変動を観測するため1秒とした。測定間隔を1秒に設定すると電池容量の関係で10日間しか計測できない。そこで、1回の観測に圧力計を2台使用し、20日間は丸カゴの振動を計測できるようにした。圧力計の回収と設置は前述したホタテ稚貝測定のための丸カゴ回収時に行った。また、2017年4月21日には、実験区、対照区ともに、丸カゴ最上段内に加速度計 (エコニクス株式会社製) を設置した。加速度計の測定間隔は0.2秒である。これらの圧力計、加速度計で得られたデータは、後述する丸カゴの振動特性の解明にも利用した。

本研究では、丸カゴが振動する程度を表す指標として、有義波高に習い、有義水圧変化量を定義する。この指標値は、毎1時間内において、1秒当たりの水圧変化量を大きい順にソートし、最高値から3分の1までの値を平均したものである。有義水圧変化量が大きいほど丸カゴの鉛直変位が大きいことを示す。

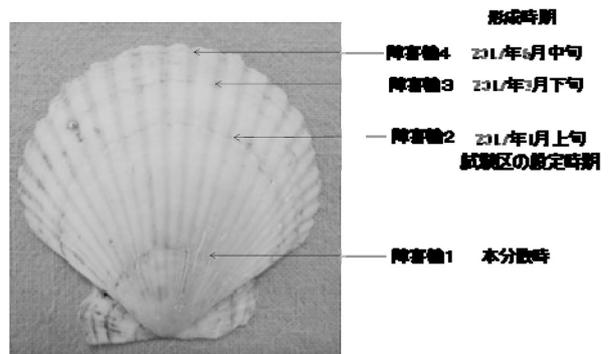


写真1 2017年度の稚貝貝殻に形成された障害輪とその形成時期

ウ 過密養殖とへい死との関係解明

2017年1月10日に、丸カゴ2連に1段あたりのホタテ稚貝収容個体数が異なる実験区を設け、実験区設定後、丸カゴ2連を海中で垂下養成した。設定した実験

区は、ホタテ稚貝の収容個体数が0～10個体が1区、40～60個体が7区、61～80個体が4区、81個体以上が2区の全14区である。垂下した2連は6月15日に回収しホタテ稚貝の殻高、障害輪高を測定し、異常貝出現率、生残率を算出した。

(3) 得られた結果

ア ホタテ中間育成過程における丸カゴの振動に関する実態把握

(ア) 噴火湾ホタテ養殖施設の幹網深度、ホタテ稚貝成長等の比較調査

丸カゴ1段あたりのホタテ稚貝収容数、平均殻高から(図2)、ホタテ稚貝の成長は収容個体数が少ないほど良い。後に示す、ウ 過密養殖とへい死との関係解明の試験においても同様な結果が得られており、過密養殖は稚貝の成長低下を誘引する主因子であることが確認できた。

死亡貝率と異常貝出現率はともに、山崎地区と内浦地区で高く、内浦1区と山越地区で低かった(図2)。ただし、死亡貝率に至っては、山崎地区と内浦地区においても4%以下であり、平年のそれ(約6%)に比

べれば低い。また、検体数は少ないが、異常貝出現率と死亡貝率との間には正の相関関係がみられた(図2)。なお、収容個体数と異常貝出現率及び死亡貝率との間に相関関係はみられない。

丸カゴの幹網深度は、各漁業者ともに、ある一定の深さを維持した後は徐々に深くなり、またある一定の深さに戻るということを繰り返している(図3)。これは、調整玉を付けた当初は浮力により施設の沈下を防げるが、貝の成長などにより垂下物の重量が増すと施設は次第に沈下していくことを示している。したがって、得られた圧力データの中で、浅い深度が各漁業者の設定する幹網深度である。

各漁業者の幹網深度は、山崎地区が約6m、内浦地区が6～7m、山越地区が約8mであった。この漁業者別の平均幹網深度と前述した異常貝出現率及び死亡貝率とを比較すると、異常貝率、死亡貝率が高(低)かった山崎、内浦(山越)地区で、幹網の平均深度は浅(深)い。したがって、養殖施設の幹網深度はホタテ稚貝の異常貝、死亡貝の出現に影響を与えていることが示唆される。

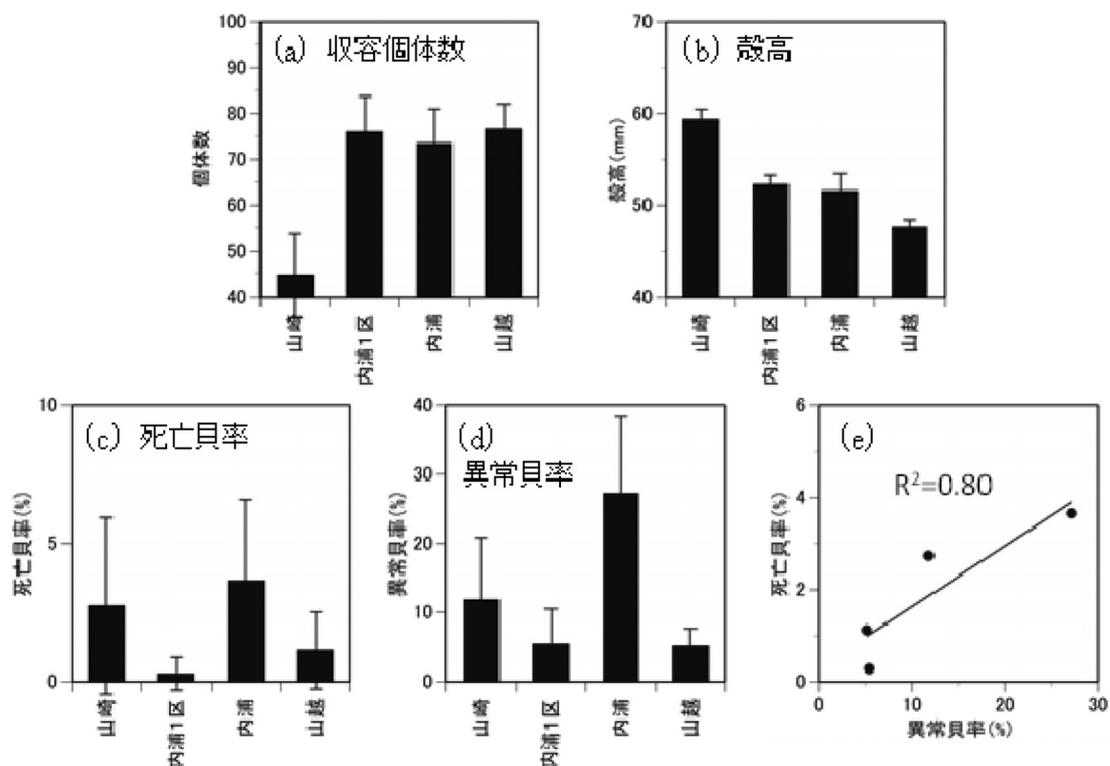


図2 漁業者別ホタテ稚貝の (a) 収容個体数 (b) 殻高 (c) 死亡貝率 (d) 異常貝率 (e) 異常貝率と死亡貝率との関係。採集年月日は2017年4月4～6日。

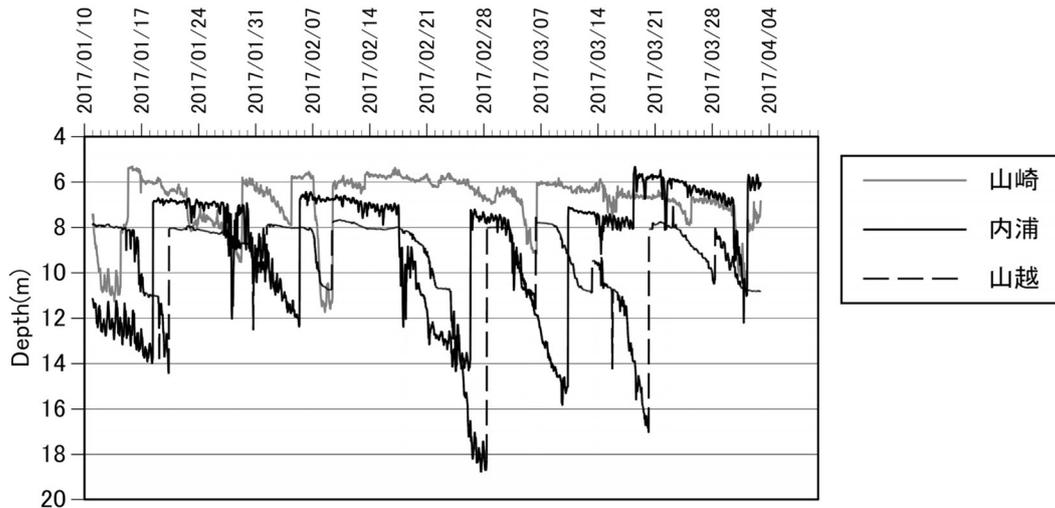


図3 漁業者別養殖施設の幹綱深度の時間変化

(イ) 日本海における丸カゴの振動評価

過去に日本海で実施したホタテ養殖施設の振動に関する調査では、幹綱深度の設定は約15mであった(図4)。この幹綱深度は前述した噴火湾における各漁業者のそれよりも約2倍深い。

試験終了時(2007年3月23日)において、ホタテ稚貝の殻高は38mm、生残率は100%であった。前述したとおり、噴火湾においても幹綱深度が深いほど稚貝の生残率は高くなる傾向にある。したがって、幹綱深度

は稚貝の生残率に影響を与えている可能性がある。

丸カゴ1段あたりのホタテ稚貝収容数は約160個体であり、先に示した噴火湾のそれに比べ約2倍多い。ホタテ稚貝の生残率は100%なので、収容密度が直接的に生残に影響を与えるわけではないことが示唆される。

風応力と有義波高とはよく連動しており、風速10~15m/sの風応力に対し3~6mの有義波高が生じる(図4)。

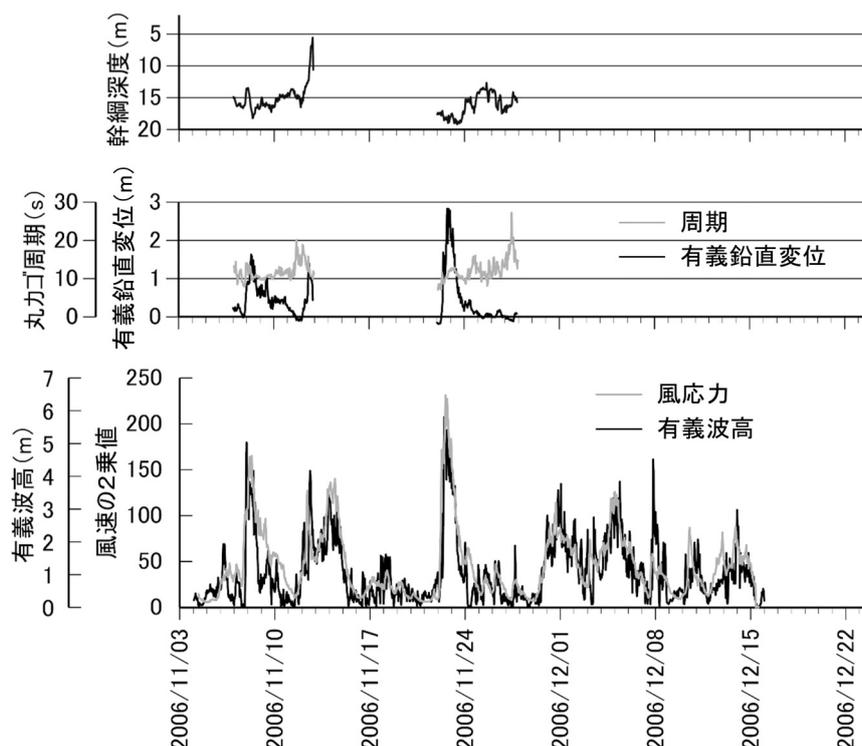


図4 (上) 養殖施設の幹綱深度 (中) 丸カゴの有義鉛直変位 (H)・周期 (下) 羽幌における風応力と遠別海域の有義波高

丸カゴの有義鉛直変位 (H) は風応力、有義波高と連動しており、2006年11月23日に着目すると、有義波高 6 m に対し、丸カゴの有義鉛直変位 (H) は周期10秒で約 3 m であった。

イ 養殖施設の振動がホタテ稚貝のへい死に与える影響評価

(ア) 丸カゴの振動特性の解明

波浪と丸カゴの鉛直振動との関係を明らかにするため、八雲海域において約 5 m の東風が連吹した2017年 4月22日 (図5) の対照区における圧力、加速度データを解析した。

FFT解析から両データともに周期約 6 秒にピークがあり、圧力計、加速度計ともに4月22日に卓越する周

期変動を捉えられている (図6)。

加速度データ、圧力データを用いて丸カゴの鉛直変位を比較した (図7)。鉛直変位は時間と共に変化するが、加速度データを積分して得られる値は最大約40 cmであるのに対し、圧力のそれは0.2Paであり、圧力の方が変位は小さい。このことは、丸カゴの鉛直変位と海面の波動との位相関係が、丸カゴの平均海面からの深度が最も深 (浅) くなった時に海面波動による圧力が極小 (極大) になることで説明できる。すなわち、海面の波動と丸カゴの鉛直変位は同位相で変動していることが判明した。したがって、丸カゴは調整玉の浮力、深海波による上昇下降流の外力により鉛直的に振動していると考えられる。

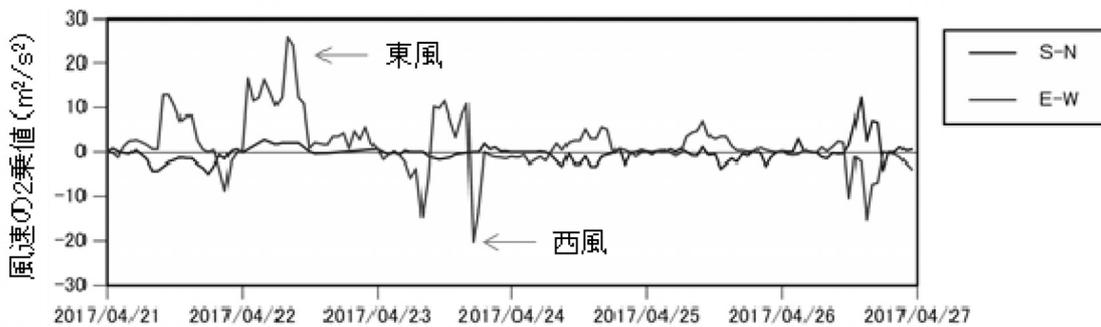


図5 八雲における風応力 (風速の2乗値) の時間変化

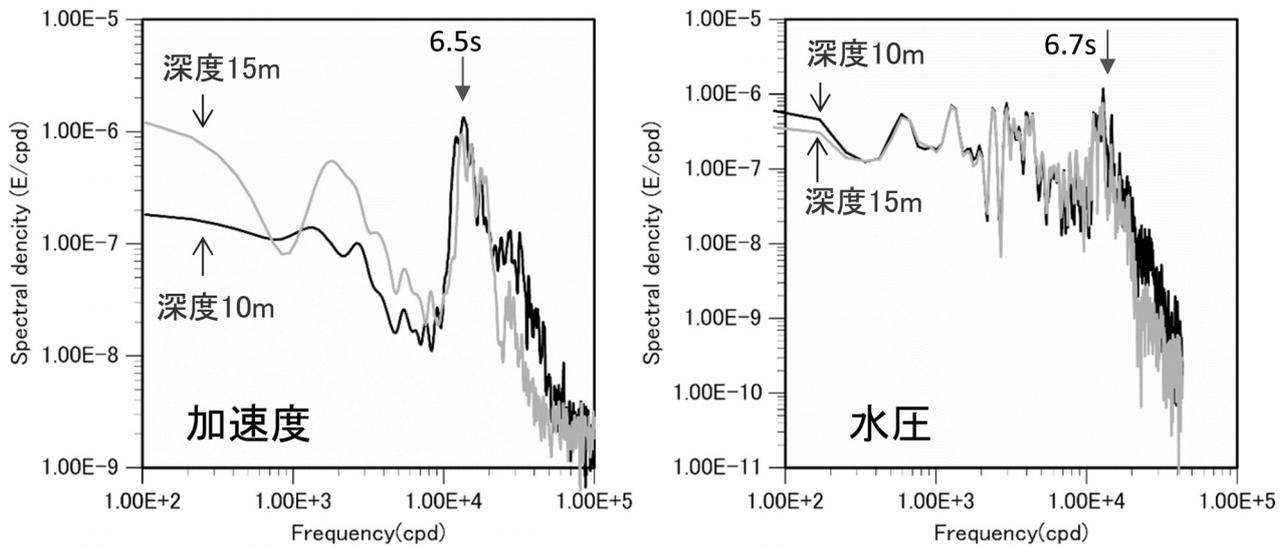


図6 FFT解析による (左) 加速度と (右) 水圧の周波数とエネルギー密度との関係。解析の対象期間は風速約 5 m/s の東風が持続した2017年4月22日18時。

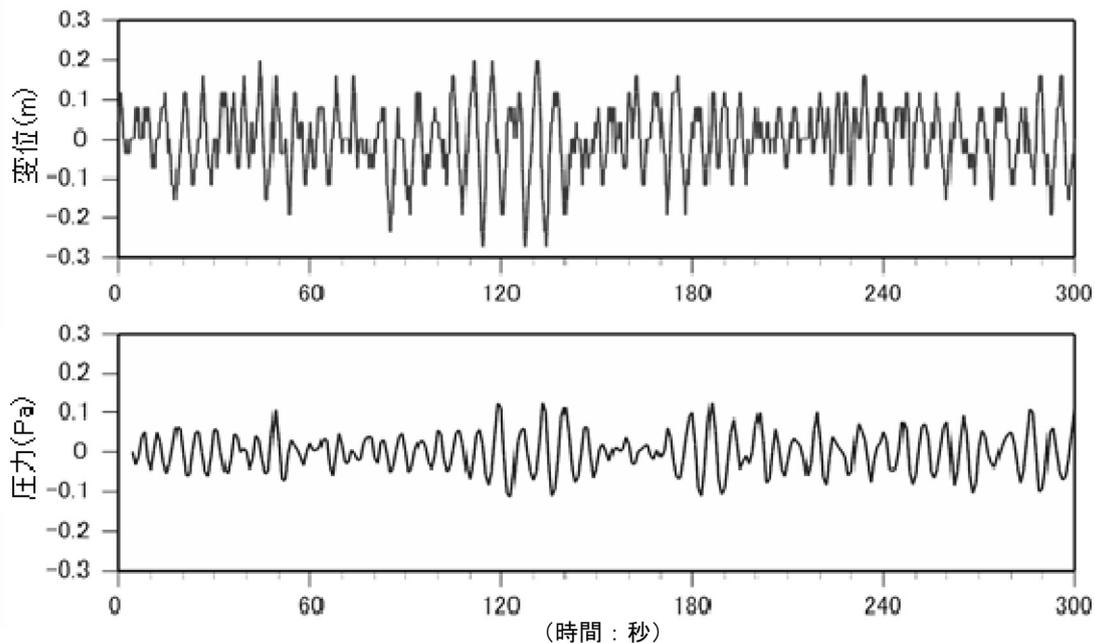


図7 (上) 加速度データから計算したカゴの鉛直変位, (下) 水圧データから計算した短周期水圧変動の時系列。解析期間は2017年4月22日 18時~18時5分。

(イ) 丸カゴの振動がホタテ稚貝の成長、生残率などに与える影響評価

本課題では、前述の対照区における調査データを用いて、丸カゴ振動とホタテ稚貝の成長などとの関係性を評価する。

丸カゴの有義水圧変化量は概ね風応力と連動しており、強い東風が吹いた時に丸カゴの鉛直振動が強まる関係にある(図8)。調査期間中では、2017年3月14日の有義水圧変化量が大きかった。

成長指数の日間増加量は、2017年3月7日~29日の期間に大きな低下がみられた(図9)。これを裏づけるように、この期間には写真1に示す障害輪3が形成されている。また、アルギニンリン酸量は2017年1月10日から低下傾向であったが、3月29日には活力低下

の指標である $10 \mu\text{mol/g}$ を下回った。したがって、強い有義水圧変化量が観測された3月においては、ホタテガイの成長は悪かったと考えられる。

生残率は2017年3月29日までは99%以上であったが、4月21日には97%に低下した。反対に異常貝出現率は3月29日までは10%以下であったが、4月21日からは約20%に増加した。したがって、4月に入り、生残率の急低下、異常貝出現率の急増が認められる。この急変が認められた時期は先に述べた成長が停滞した時期よりも遅い。しかし、欠刻、変形などの異常は成長が停止している期間には発症しない。以上のことから、時化による振動はホタテ稚貝の成長、異常貝出現率、生残に影響を与えていることが示唆される。

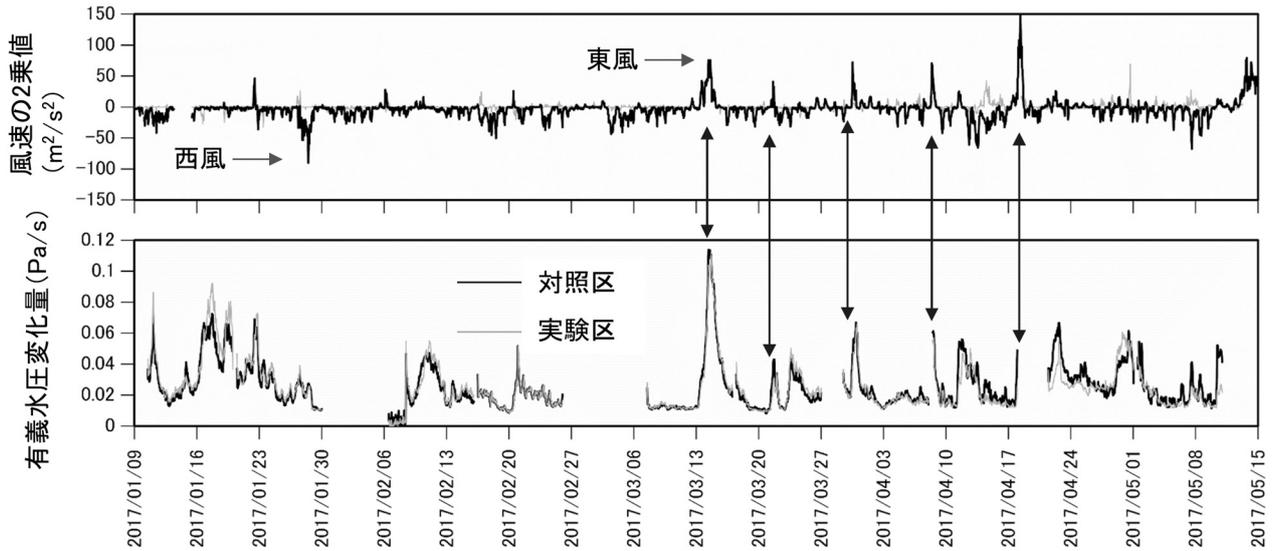


図8 (上) 八雲における風応力, (下) 丸カゴの有義水圧変化量の時間変化

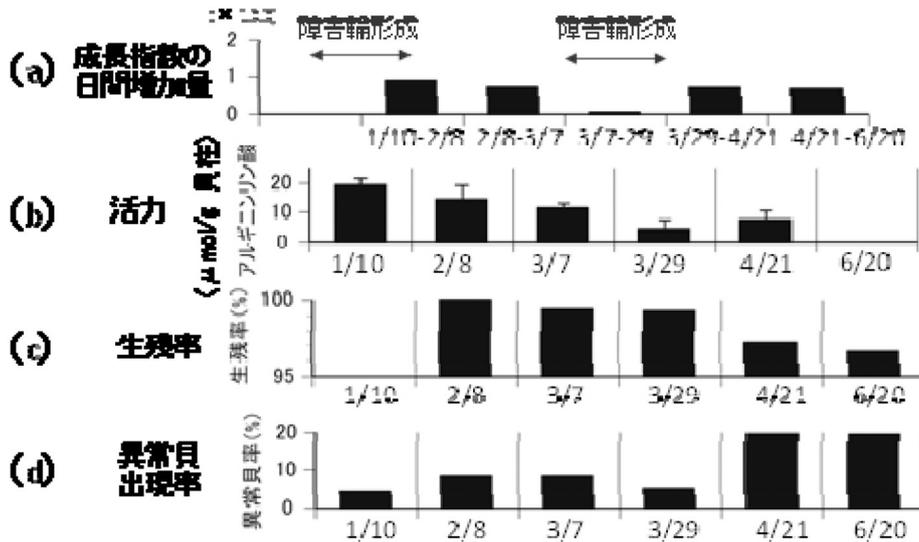


図9 対照区におけるホタテ稚貝の (a) 成長指数の日増加量, (b) アルギニンリン酸量, (c) 生残率, (d) 異常貝出現率の推移。

(ウ) ホタテ稚貝のへい死を回避する養殖方法の検討
試験期間中における丸カゴの平均的な深度は、実験区が約15m、対照区が約11mであった (図10)。

試験期間中の実験区と対照区におけるホタテ稚貝の殻高はほぼ同じであった (図11)。

アルギニンリン酸量は、2月8日を除き、両区に統計上有位な差は無かった (図11)。

試験終了時である6月15日の生残率は両区ともに98%以上と平年のそれに比べ高かったが、両区の生残率は対照区よりも実験区の方が高い (図11)。また、異常貝出現率は概ね対照区よりも実験区で低くなる傾向にあった (図11)。したがって、テボの長さを通常よ

りも伸ばした実験区では、対照区に比べホタテ稚貝の生残率の向上、異常貝出現率の抑制が認められた。

一方、実験区と対照区の有義水圧変化量に大きな差はみられなかった (図8)。

実験区と対照区における丸カゴの水平的な振動について、2017年4月22日の加速度データをもとに比較した (図12)。丸カゴの水平変位の振幅は、対照区では大きい時で約1mに達するのに対し、実験区では始終20cm以下で推移した。したがって、実験区と対照区における生残率、異常貝率の差は、丸カゴの水平振動の違いに起因して生じた可能性がある。

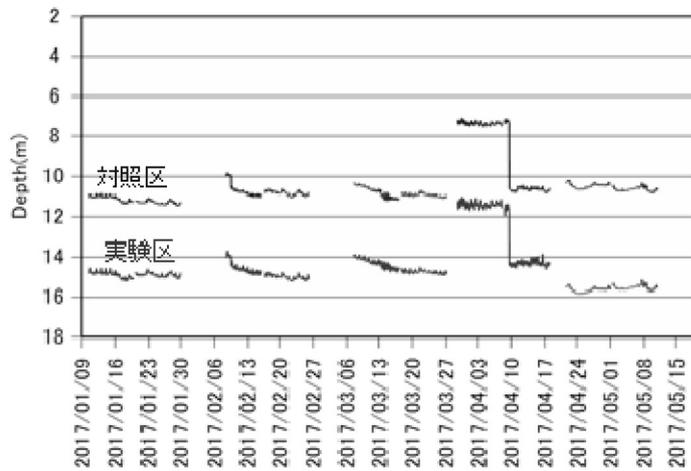


図10 実験区, 対照区における丸カゴ深度の時間変化

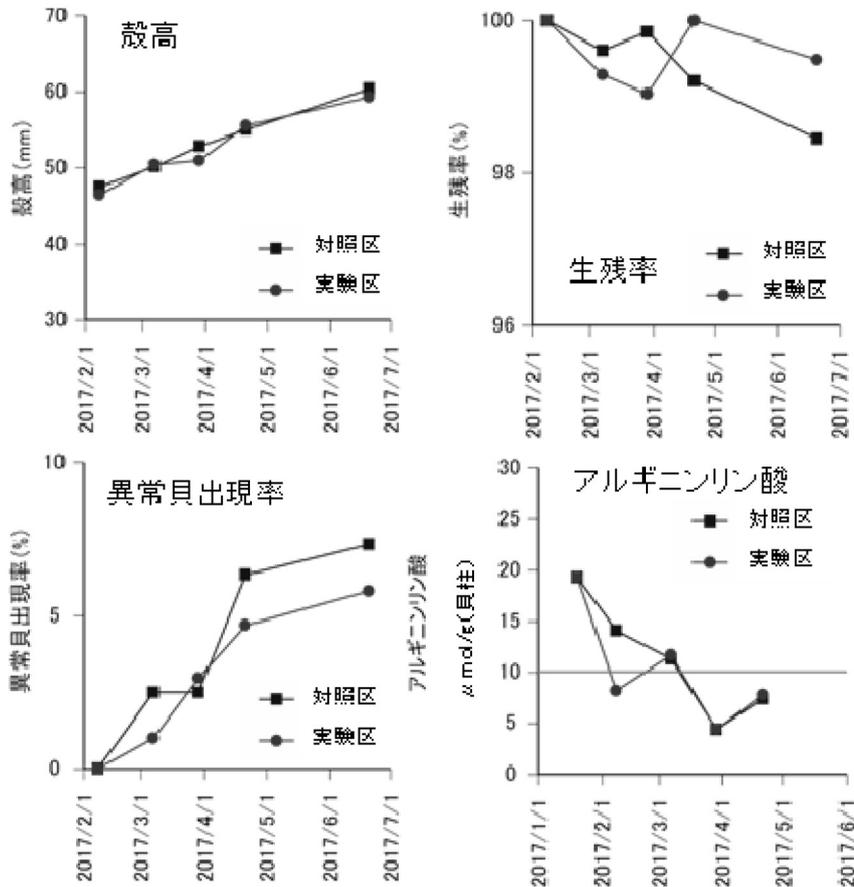


図11 実験区, 対照区におけるホタテ稚貝の殻高, 生残率, 異常貝率, アルギニンリン酸量の月変化。生残率の算出には試験区設定後に死亡したホタテ稚貝のみを対象とした。その指標は死亡貝の殻高が試験設定時の平均殻高一標準偏差以上とした。同様に異常貝出現率は試験区設定後に発生した異常貝(障害輪2の形成以降)を対象とした。

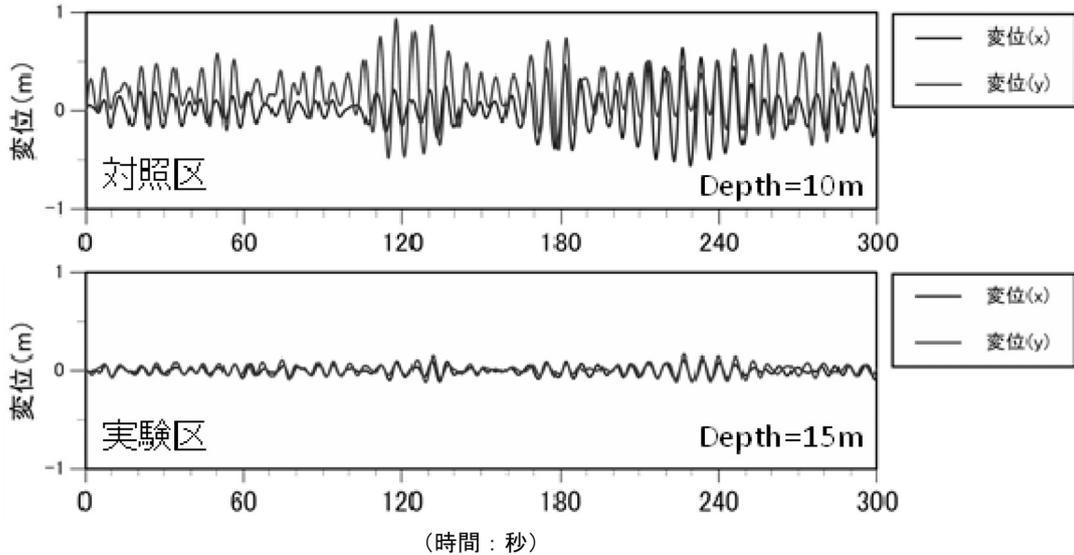


図 12 加速度データから計算した丸カゴの水平変位。(上) 対照区 (下) 実験区。解析期間は 2017 年 4 月 22 日 18 時～18 時 5 分。

ウ 過密養殖とへい死との関係解明

ホタテ稚貝の収容密度と生残率の間には相関関係はみられなかった (図13)。同様に、ホタテ収容密度と異常貝出現率の間にも相関関係はみられなかった (図13)。

一方、ホタテ稚貝の収容密度とホタテ稚貝の成長率*との間には決定係数0.5の比較的高い相関関係が認められた (図13)。前述の、ア ホタテ中間育成過程における丸カゴの振動に関する実態把握の調査結果も考慮すると、収容密度はホタテ稚貝の成長に明らかに影響を与えているものと考えられる。

試験区設定後に生じたホタテ稚貝の異常貝数と死亡貝数との決定係数は $R^2=0.47$ と比較的高い (図14)。

このことは、異常を来したホタテ稚貝はへい死のリスクが高まることを示唆させる。

試験区設置前の異常貝数と試験区設置後のそれとの決定係数は $R^2=0.48$ と比較的高い (図14)。なお、異常が生じた時期の判断は、試験区設定時に形成された障害輪2を基準とした。すなわち、障害輪2よりも前(後)に貝殻に異常を来したものは試験区設定前(後)異常貝として両者を区別した。上記の関係から、ホタテガイは異常の発現を促す内的因子を長い間保持している可能性が示唆される。

*試験区設定後の成長率を求めるため、ここでは障害輪2を基準にした (写真1参照)。

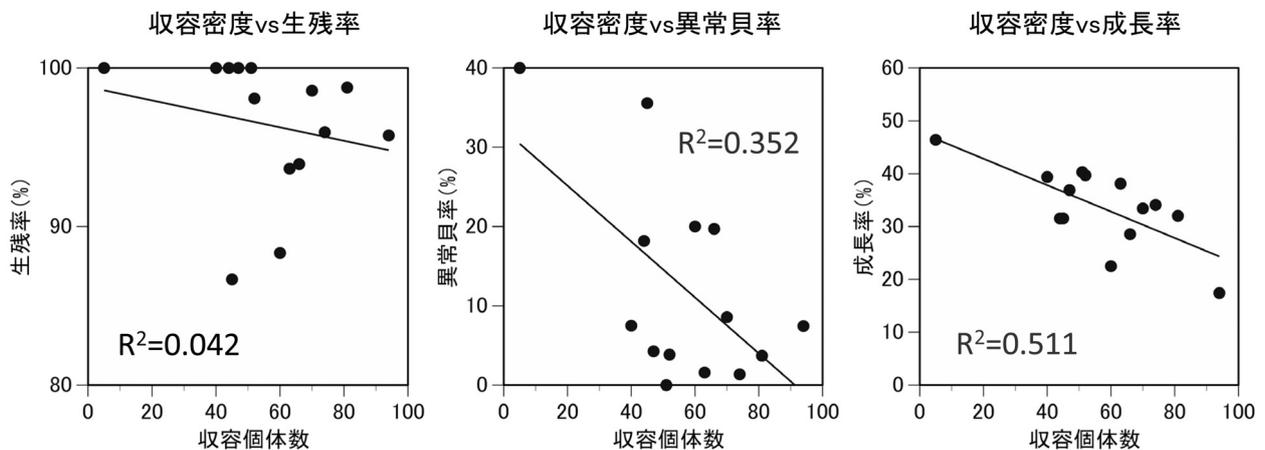


図 13 ホタテ稚貝の収容個体数と生残率、異常貝率、成長率との関係。ここでの成長率は障害輪2からの殻の伸び率を示し、計算式は次式。成長率=(殻高-障害輪2)/障害輪2×100

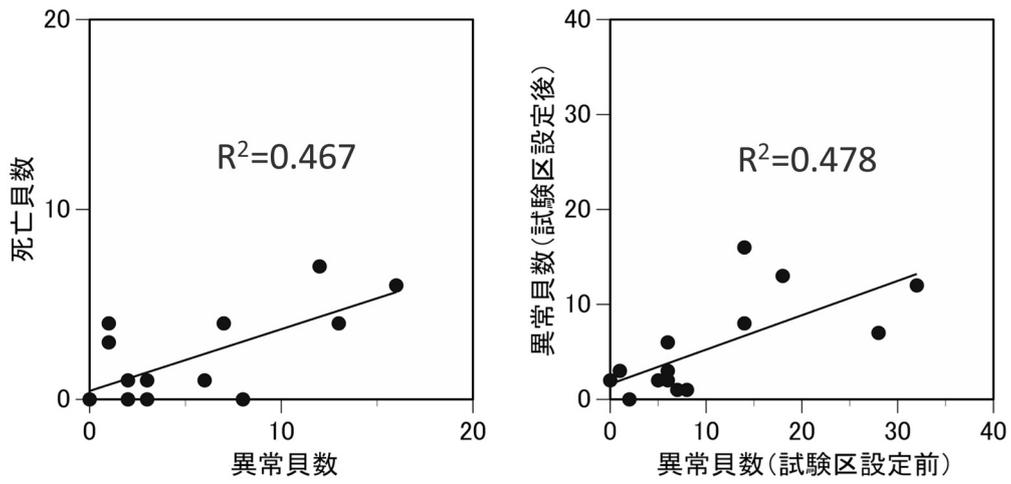


図14 (左) 試験区設定後の異常員数と死亡員数との関係。(右) 試験区設定前の異常員数と設定後のそれとの関係。

14. ICT技術による噴火湾養殖ホタテガイ生育状況モニター技術開発 (受託研究)

担当者 調査研究部 西田 芳則
 協力機関 中央水産試験場
 渡島地区水産技術普及指導所
 渡島北部地区水産技術普及指導所
 胆振地区水産技術普及指導所
 渡島総合振興局水産課
 胆振総合振興局水産課
 長万部漁業協同組合

(1) 目的

噴火湾におけるホタテガイ生産量は長期的には若干の低下傾向で推移しているが、経年変動が大きく安定しないのが問題になっている。最近では2016年からの生産量低下が特に大きいため、ホタテ漁業経営体の体力低下が懸念されている。このような背景のもと、本研究では、噴火湾にICT技術を活用した新たな養殖管理システムを構築し、ホタテガイ生産量の早期回復を図ることを目的とする。

噴火湾のホタテガイ生産量が低下する主な理由は、ホタテ稚貝のへい死による本養成用の種苗不足と、本養成に移行後もへい死が継続することである。したがって、生産量を回復させるためには、まずは健苗貝を生産することが必須の条件となる。

健苗貝の生産を妨げている要因は大きく2つあり、1つは近年頻度が増している台風の本道通過であり、他の1つは2008年以降からみられるヨーロッパザラボヤの大量付着である。前者では、養殖施設の揺れが稚貝のへい死率、異常貝率を高めていると考えられるが、現在までに有効な対策は施されていない。後者においては、ホタテガイの成長促進、養殖連からの脱落を回避するため、漁業者は夏以降ヨーロッパザラボヤの除去作業を行うが、同時に稚貝の生育環境を良好に保つための本分散作業を実施する時期にもあたり、漁業者はどちらの作業を優先すべきか苦慮している。

これらの問題に対処し健苗貝を育成するためには、時化時における養殖施設の振動を低減させる技術開発が必要である。また、農業のように作物の生育をみながら作業が選択できる環境作り、すなわち、ホタテガイの状態を陸上で監視するシステムの導入がこれからの養殖管理には有効であると考えられる。加えて、ヨーロッパザラボヤを効率よく除去するためには、付着状

況を迅速に把握するための技術開発が必要であり、3D技術での可視化が有力な手段になる。

(2) 経過の概要

ア 養殖施設の振動がホタテ稚貝の生残率に与える影響評価

実験漁場の波浪（有義波高）と流れを連続観測するため、8月～11月の期間に立ち上げ方式で水位計、流速計を設置した。

10月31日にホタテ稚貝の本分散を実施し、幹綱深度、施設の設置方向が異なる実験区を設定した。以下に、幹綱深度・設置方向の順に、対照区は5m・浜なり（海岸線に平行）であり、実験区1は15m・浜なり、実験区2は5m・岸沖（海岸線に垂直）とした。また、実験施設の振動を調べるため各実験区の丸カゴに圧力計と加速度計、幹綱に流速計を装着した。なお、圧力計、加速度計の測定間隔は波浪との関連を調べるため、それぞれ1秒、0.2秒とした。

本研究では、施設の振動を表す指標として、有義水圧変化量を定義する。有義水圧変化量は、1時間に得られた圧力データをゼロアップクロス法により個々の波に分解し、波の最大値と最小値との差分から鉛直変位を求め、それを大きい順に並べ替え、上位3分の1までのデータを平均したものである。ゼロアップクロス法で用いる平均圧力は圧力の15秒移動平均値とした。

11月20日、12月21日、1月26日、3月6日に各実験区の丸カゴ、圧力計、加速度計を回収し、ホタテ稚貝の成長、生残率、異常貝出現率、ホタテ稚貝貝柱中のアルギニンリン酸量、施設の振動を比較した。

イ 本分散の遅れがホタテ稚貝の生残率に与える影響評価

本分散時期の異なる3つの実験区を設定した。本分

散を実施した時期は対照区が10月26日、実験区1が11月16日、実験区2が12月2日である。4月5日に各実験区のホタテ稚貝を採集し、殻高、貝柱中のアルギニンリン酸量（活力の指標）を測定すると共に、殻の伸び率（＝（殻高－分散時殻高）／分散時殻高×100）、異常貝出現率、死亡貝率を算出した。また、正常貝と異常貝のアルギニンリン酸量（活力の指標）を比較した。

(3) 得られた結果

ア 養殖施設の振動がホタテ稚貝の生残率に与える影響評価

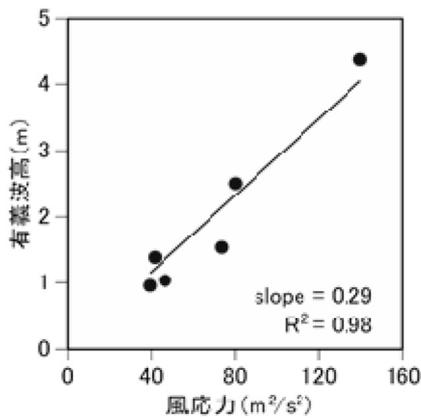


図1 南東風が連吹した時の風応力（最大風速の2乗値）と有義波高との関係

長万部における風応力と波浪との関係を調べるため、南東風が連吹した期間における最大風速の2乗値と有義波高との関係を図1に示す。両者の決定係数は0.98と高く、風速から有義波高の予測が可能であることがわかる。

長万部における風応力と丸カゴの有義水圧変化量の時系列から、養殖施設は南東風の連吹時に大きく振動することがわかった（図2）。噴火湾において南東は湾軸にあたり外洋方向なので、風の吹奏距離が長く十分に波浪が発達したときに施設は大きく振動すると考えられる。

各実験区における幹綱深度の時間変化を図3に示す。計画では対照区と実験区2の幹綱深度は5mであったが、実際には約3～10mであった。また、実験区1については幹綱深度を約15mに設定する予定であったが、1月26日から2月14日の期間を除き、幹綱深度は約17～19mであった。一方、対照区の幹綱深度は実験区1のそれよりも常に約5～10m浅い。したがって、幹綱深度の違いによる成長、異常貝出現率などの比較は可能である。同様に、対照区と実験区2の幹綱深度は、1月26日から2月26日の期間を除き、ほぼ同じであることから、施設の設置方向が異なることによる影響も評価できる。

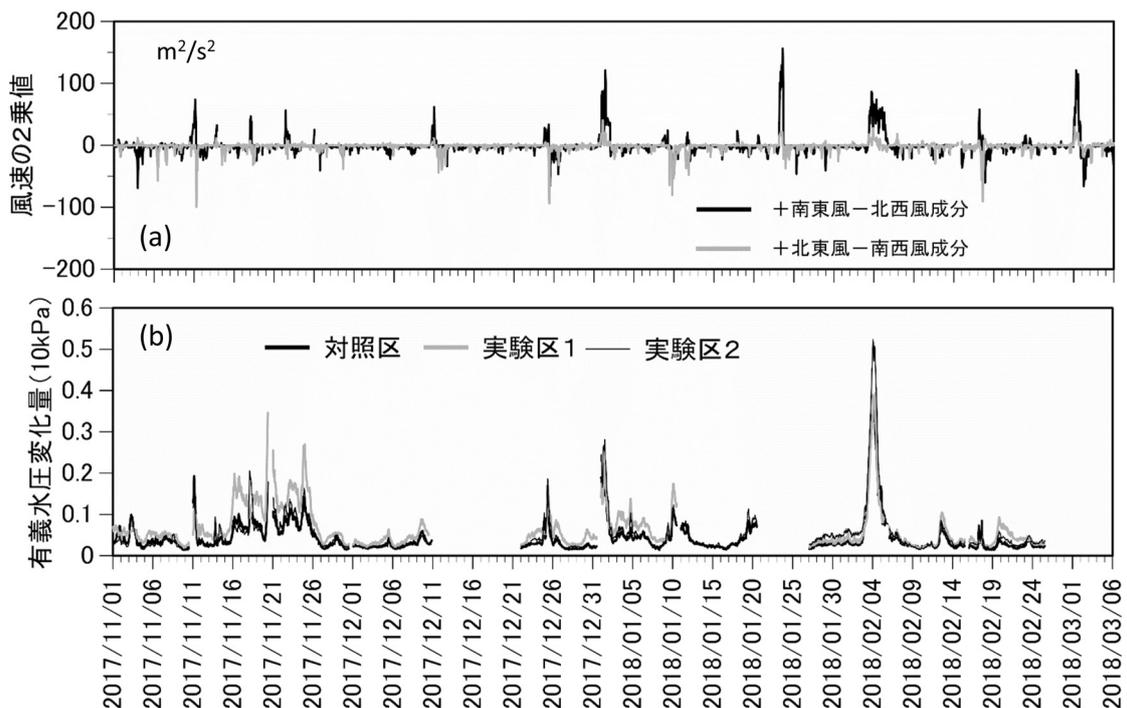


図2 (a) 長万部における風応力（風速の2乗値）、(b) 各実験区丸カゴの有義水圧変化量の時間変化。

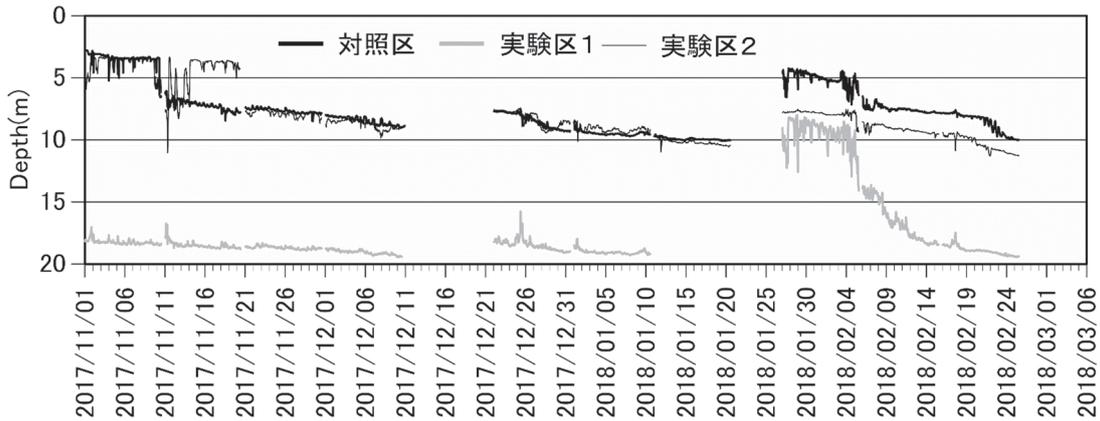


図3 各実験区における幹綱深度の時間変化

各実験区における異常貝出現率を図4に示す。異常貝出現率は各実験区ともに時間の経過とともに増加したが、中間育成が終了する3月時点での異常貝出現率はどの実験区においても10%以下であった。各実験区における異常貝出現率は、幹綱深度の深い実験区1で低く、施設の設置方向が岸に垂直である実験区2で高い傾向にあった。

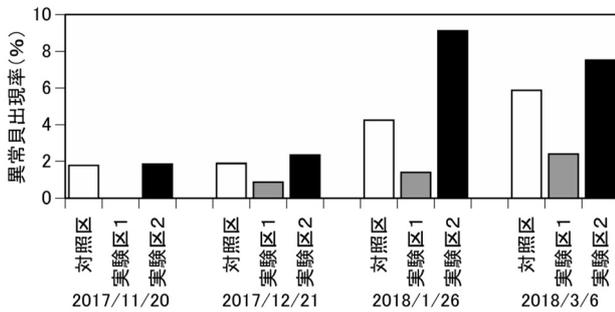


図4 各実験区における異常貝出現率の推移

各実験区における死亡貝率を図5に示す。死亡貝率は異常貝出現率と同様に各実験区ともに時間の経過とともに増加したが、中間育成が終了する3月時点での死亡貝率はどの実験区においても3%以下と低率であった。

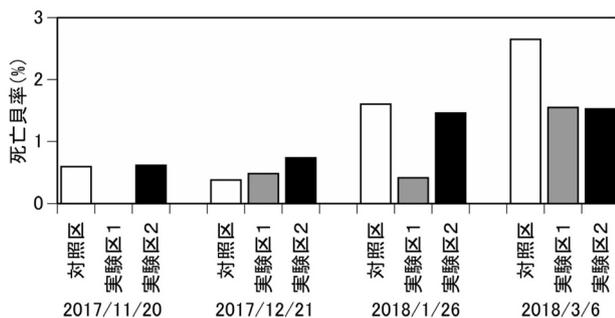


図5 各実験区における死亡貝率

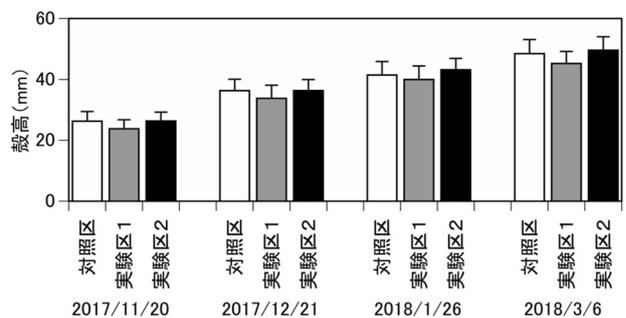


図6 各実験区における殻高の月変化

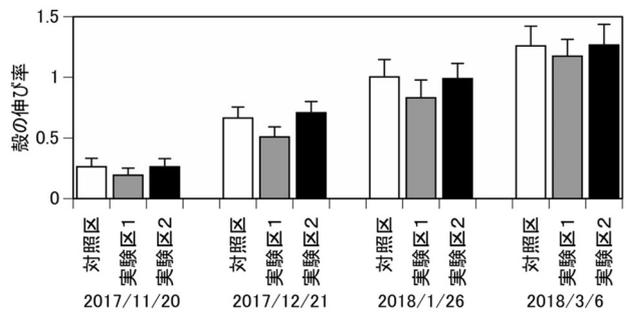


図7 各実験区における殻の伸び率の月変化

各実験区における殻高を図6、殻の伸び率を図7に示す。殻高、殻の伸び率は調査期間を通し共に幹綱深度の浅い対照区、実験区2で、幹綱深度を深く設定した実験区1よりも良い結果になった。

各実験区におけるアルギニンリン酸量の月変化を図8に示す。対照区と実験区1のアルギニンリン酸量は12月、1月にかけて低下し、その後3月に増加した。一方、実験区2のアルギニンリン酸量は11月以降約10 $\mu\text{mol/g}$ の一定値で推移し、3月に増加した。したがって、アルギニンリン酸量の月変化には施設の設置方向による差が認められ、岸に垂直に設置されている施設でアルギニンリン酸量は高い傾向にあった。

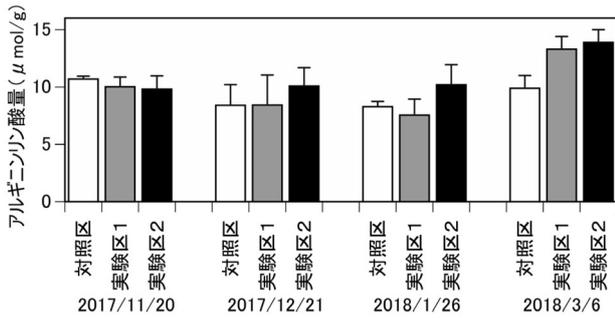


図8 各実験区におけるホタテ稚貝貝柱中のアルギニン酸量の月変化

各実験区における丸カゴの鉛直加速度を図9、水平加速度を図10に示す。加速度は鉛直成分、水平成分ともに、11月22日、12月11日、12月25日、2月3日に増大した。この加速度の増大は図2に示す南東風が連吹した期間と一致している。したがって、丸カゴは波浪時に鉛直・水平的に大きく振動することがわかった。

加速度が増大した2月3日を例に、水平・鉛直加速度成分を2回積分して求めた丸カゴの鉛直変位の時間変化を図11、水平変位のそれを図12に示す。丸カゴの鉛直変位量は対照区で他の実験区に比べ大きく、対照区の鉛直変位量は最大で約2mであった。

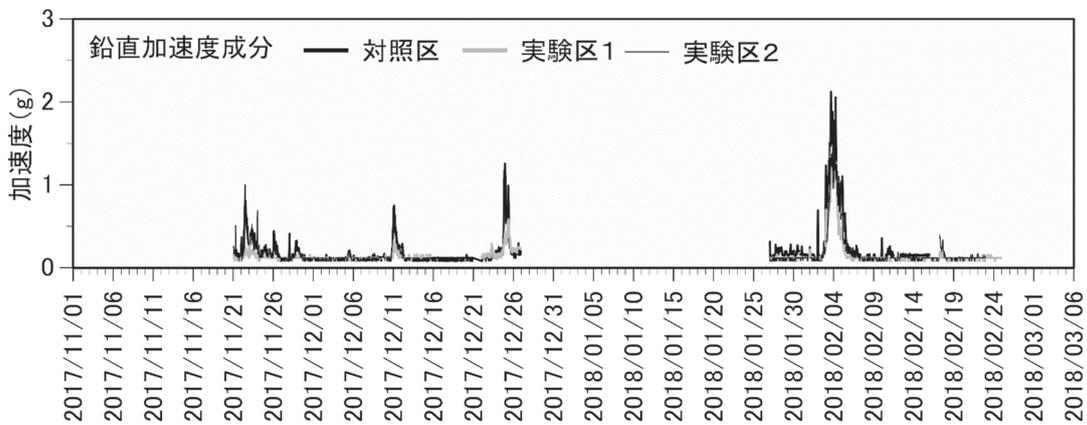


図9 各実験区における丸カゴの鉛直加速度の時間変化

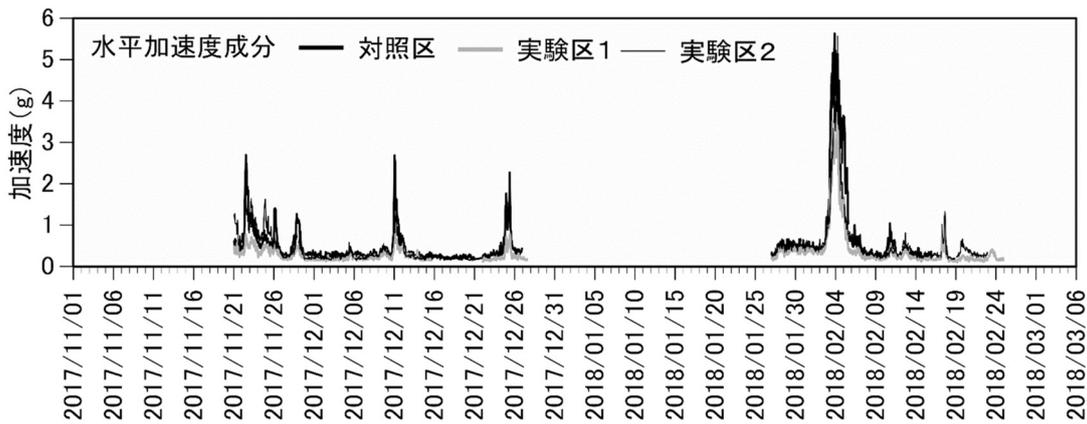


図10 各実験区における丸カゴの水平加速度の時間変化

同様に丸カゴの水平変位量は対照区と実験区2で大きく、両区共に最大水平変位量は約4mであった。

次に各実験区の幹綱に設置した流速計から得られた最大水平流速振幅を図13に示す。最大水平流速振幅は各実験区ともに12月25日、1月1日、1月23日、2月3日、2月17日、3月1日に増大しており、図2に示す南東風の風応力が強まった時期と一致する。ここで興味深いのは、1月1日、1月23日、3月1日の流速振幅が示すように、実験区2の流速振幅が対照区のそれよりも大きくなることである。そこで、この関係を詳しくみるために、対照区と実験区2における波浪に起因した流速変動の散布図を図14に示す。プロットした期間は1月23日15時00分00秒から15時01分30秒の1.5分間である。実験区2においては、南東からの波

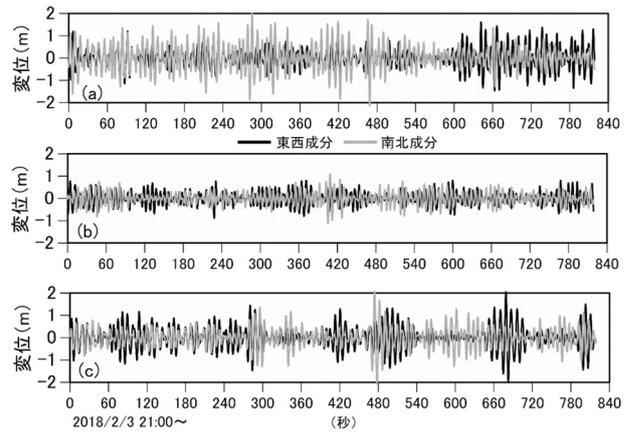


図12 加速度から計算した (a) 対照区 (b) 実験区1 (c) 実験区2における丸カゴの水平変位の時間変化。2018年2月3日21時から約13分間をプロット。

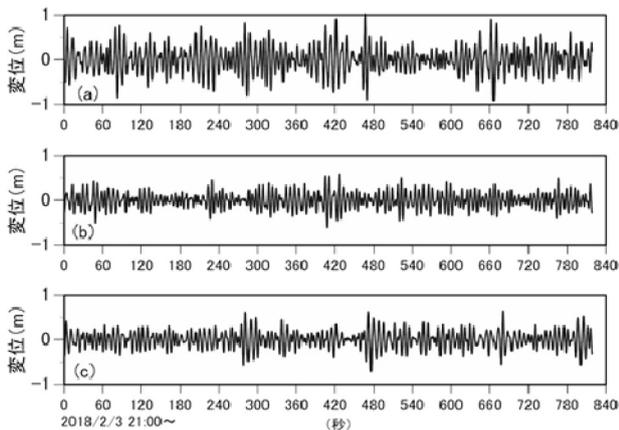


図11 加速度から計算した (a) 対照区 (b) 実験区1 (c) 実験区2における丸カゴの鉛直変位の時間変化。2018年2月3日21時から約13分間をプロット。

浪による北西-南東方向の流速変動がきれいにプロットされている。一方、対照区ではそのような波浪に起因した変動は見受けられない。このことは、波の進行と同じ方向に設置されている実験区2では流速計自体は大きく移動せず、逆に波の進行方向に垂直に設置されている対照区では、波と同位相で施設が移動していると考えられる。

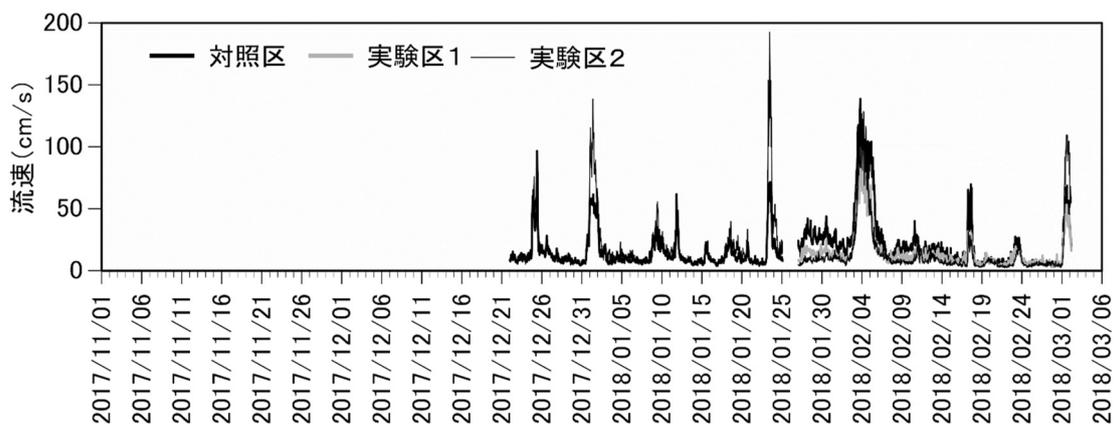


図13 各実験区の幹綱に設置した流速計から得られた最大水平流速振幅の時間変化

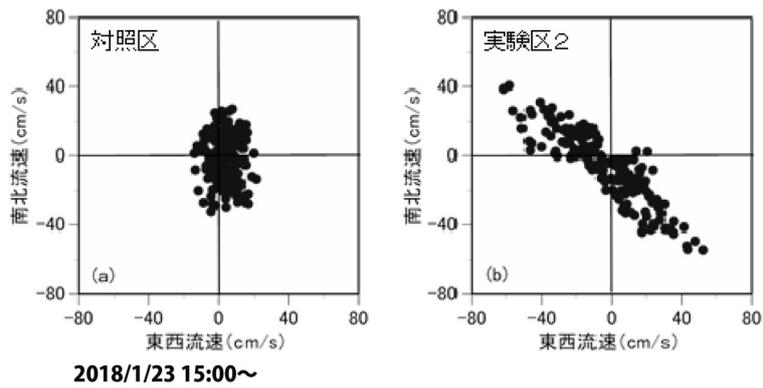


図14 幹綱に設置した流速計から得られた波浪に起因した流速変動の散布図

イ 本分散の遅れがホタテ稚貝の生残率に与える影響評価

各実験区における4月5日時点でのホタテ稚貝の殻高、殻の日間成長量、異常貝率、死亡貝率を図15に示す。殻高は実験区1の稚貝が最大で実験区2のそれが最小であった。殻の日間成長量は殻高と同様な傾向を示し、実験区2で最小であった。異常貝出現率、死亡貝率は実験区による顕著な差が認められ、実験区2では異常貝出現率が65%、死亡貝率が17%と高率であった。

各実験区における4月5日時点での貝柱中のアルギニンリン酸量を図16に示す。アルギニンリン酸量は実験区1で高く、対照区、実験区2ではほぼ同じであった。実験区2では日間成長量が低かったが、アルギニンリン酸量の大きな低下は認められなかった。一方、実験区2において、異常貝のアルギニンリン酸量は他の実験区よりも低かった。したがって、異常を来している稚貝の活力は低いことが判明した。

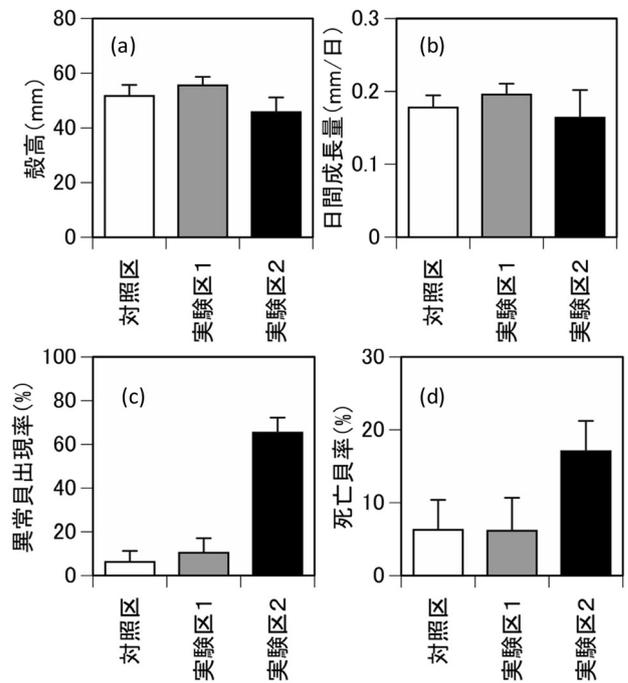


図15 試験終了時の各実験区における (a) 殻高 (b) 殻の日間成長量 (c) 異常貝出現率 (d) 死亡貝率

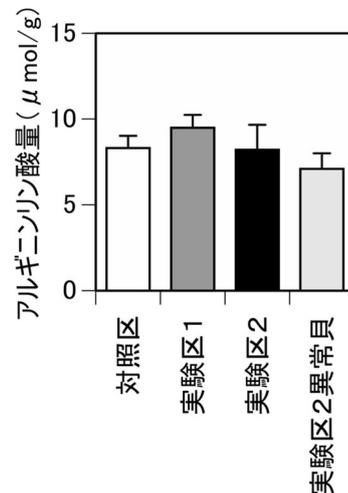


図16 試験終了時の各実験区におけるアルギニンリン酸量

15. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）

（1）目的

担当海域の重要漁業生物について調査を実施し、資源評価・管理措置の検討を行う。その結果を行政施策

の検討会議、漁業者との諸会議等で報告することにより、資源の維持・増大と計画的漁業経営に寄与する。

15. 1 資源・生態調査研究

担当者 調査研究部 管理増殖グループ 藤岡 崇・武藤 卓志・澤村 正幸

（1）目的

委託業務処理要領に基づき、当水試においては次の6魚種：エビ類（トヤマエビ）、アカガレイ、ソウハチ、マガレイ、ハタハタ及びケガニの資源状況及び生態等の把握を行う。

得られた資料を担当の栽培水試に送付し、資源評価書作成の資料とした。

また、前年度の調査及び評価に従い各魚種ごとに資源の評価書を作成し、平成29年度資源評価調査部会で内容を検討した。そして、その結果を水産資源管理会議で報告した。

（2）経過の概要

実施内容は、トヤマエビ及びアカガレイについて記載した。ただし、ソウハチ、マガレイ、ハタハタ（道南太平洋海域）及びケガニ（噴火湾海域）については、

作成した評価書はマリンネット（<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/index.asp>）で公表するとともに、ダイジェスト版を「北海道水産資源管理マニュアル2017年度版」として印刷公表した。

15. 1. 1 エビ類（トヤマエビ）

担当者 調査研究部 澤村 正幸

（1）目的

道南太平洋のエビ類、特に噴火湾のトヤマエビの生態特性と資源動向に関する調査を行い、資源管理を実施するための基礎資料を得る。

集計の暫定値を使用し、漁獲努力量の算出にはえびかご漁業漁獲成績報告書を用いた。また、参考値として噴火湾沖海域（えさん漁協榎法華支所～鹿部漁協および室蘭～鶴川漁協）の漁獲量も集計した。（図1，表2）

（2）経過の概要

ア 漁獲統計調査

エビ類全体の漁獲統計は、2008年までは北海道水産現勢、2009年以降は漁獲生産高報告を用い、種別、振興局別、年別の漁獲量を集計した（表1）。

トヤマエビでは漁獲の中心となる噴火湾海域（砂原漁協～いぶり噴火湾漁協伊達支所）のえびかご漁業について、漁獲量及び渡島管内（砂原漁協～長万部漁協）における年間の延出漁隻数とCPUE（1日1隻あたり漁獲量）の経年変化を集計した。漁獲量はエビ類全体と同様に北海道水産現勢、漁獲生産高報告及び中央水試

イ 生物測定調査

噴火湾海域におけるえびかご漁の漁期中（春漁：3月1日～4月30日，秋漁：9月1日～11月10日）に各月1回，森漁業協同組合からトヤマエビ標本を購入し生物調査を実施した。銘柄別に生物測定を行ったのち，標本の重量と内浦湾えびかご漁業協議会資料の銘柄別漁獲量（kg）から各銘柄の抽出率を算出した。なお，2013年については漁期短縮のため11月の漁獲は行われなかったが，2014年以降については従来どおりの漁期となっている。

表1 道南太平洋海域のエビ類漁獲量

単位:トン

種名 年/管内	トヤマエビ				ホッコクアカエビ				その他エビ				合計			
	渡島	胆振	日高	計	渡島	胆振	日高	計	渡島	胆振	日高	計	渡島	胆振	日高	計
1985	75	15	33	123	185	116	7	308	4	11	6	21	263	143	46	452
1986	164	19	29	212	172	66	2	241	7	8	4	19	344	93	35	472
1987	126	19	12	158	131	37	4	172	6	7	3	16	263	63	20	346
1988	323	48	3	375	113	47	2	162	12	9	3	24	448	104	8	561
1989	306	37	17	360	63	24	1	88	7	6	2	15	376	67	20	463
1990	798	50	9	857	93	44	2	139	6	5	1	11	897	98	12	1007
1991	504	50	17	572	88	51	2	141	0	5	1	6	592	106	20	718
1992	398	51	36	485	44	30	3	76	2	1	2	5	443	82	40	566
1993	438	47	121	606	46	18	3	67	2	0	12	14	485	66	135	686
1994	168	30	104	302	44	19	1	64	4	1	2	6	216	50	107	373
1995	245	41	69	355	40	18	1	58	5	1	2	8	290	59	72	421
1996	322	43	147	513	60	34	1	95	11	1	3	14	392	78	152	622
1997	312	44	104	460	92	38	1	131	12	0	4	16	416	82	109	608
1998	242	37	60	339	124	28	1	153	39	0	3	43	405	66	64	535
1999	140	17	11	168	138	41	1	180	1	0	4	5	278	58	15	352
2000	326	17	9	352	62	18	0	81	0	0	2	2	388	35	11	434
2001	122	11	7	140	23	12	0	36	0	0	2	2	145	23	9	177
2002	279	24	15	318	61	30	0	91	0	0	3	4	340	55	19	413
2003	171	19	38	228	82	33	0	115	0	0	3	3	253	52	41	346
2004	262	18	28	308	77	31	0	109	0	0	2	3	340	49	31	420
2005	252	14	35	301	72	29	0	102	0	0	4	4	325	43	39	407
2006	256	31	23	310	75	31	1	108	2	0	2	4	334	62	26	422
2007	125	26	35	185	150	29	1	181	1	0	1	2	276	55	37	368
2008	131	21	14	166	47	14	1	63	0	0	1	1	178	36	16	230
2009	56	8	13	77	21	25	0	46	0	0	1	1	77	33	15	125
2010	149	16	9	174	29	27	0	56	0	0	1	1	178	43	10	232
2011	108	15	5	128	25	28	0	53	0	0	3	3	133	43	8	183
2012	125	12	11	148	11	15	0	26	6	0	3	9	142	26	15	183
2013	86	3	3	92	6	12	0	19	0	0	1	1	92	15	4	111
2014	173	4	1	178	8	12	1	20	1	0	1	3	183	15	3	201
2015	289	12	3	305	26	32	1	59	0	0	1	1	316	44	5	365
2016	247	14	2	263	18	27	0	46	0	0	0	0	265	41	3	309
2017	222	12	1	235	9	14	0	23	6	0	0	7	237	26	2	265

資料:北海道水産現勢、漁業生産高報告及び水試速報値。渡島は旧恵山町～長万部町の合計値
漁獲量の「0」は0.5トン未満。2017年の値は暫定値

ウ 資源評価

トヤマエビでは年齢形質が知られていないため、生物測定調査により得られた甲長組成に混合正規分布モデルを当てはめることにより噴火湾のトヤマエビの年齢組成を推定した。誕生日を1月1日に設定し、個体*i*の年齢(t_i)は $t_i = j_i + d_i/365'$ として成長解析を行った(j_i は年齢の整数部分、 d_i は個体*i*の1月1日から採取日までの日数、 $365'$ は通常年は365で閏年は366)。なお、年齢表記を簡素化するために、文章中および式の中では、年齢の小数点以下を、春漁で獲られるエビは「.0」で、秋漁で獲られるエビは「.5」で表した。

脱皮で成長するトヤマエビの成長特性を反映するため、ベルタランフィの成長曲線を改変した階段型ベルタランフィ成長曲線に、成長の年変動項を付け足したものをトヤマエビの平均成長とした(式(1)、図2)。ただし、年変動項の値は-2.0mmから2.0mmまでとし、

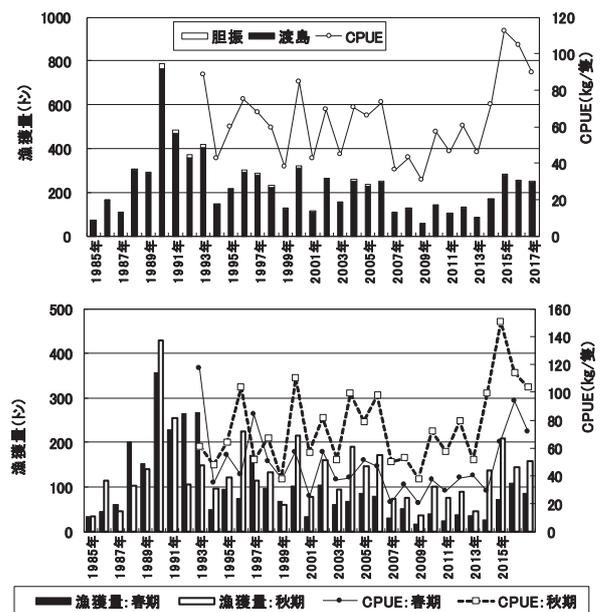


図1 噴火湾海域の年間(上)及び漁期別(下)のトヤマエビ漁獲量とCPUEの経年変化

表2 噴火湾周辺海域のトヤマエビ漁獲量

(出典:漁業生産高報告、水試集計速報値。漁獲量:トン CPUE:kg/隻)

年	噴火湾海域									噴火湾沖海域				総計					
	渡島管内			胆振管内			計			計	延出漁 隻数	CPUE :年間	春漁 CPUE		秋漁 CPUE	春漁	秋漁	その他	計
	春漁	秋漁	その他	春漁	秋漁	その他	春期	秋期	その他										
1985	33	33	1	0	0	0	33	33	1	67					1	10	11	23	90
1986	44	113	1	0	1	0	45	114	1	160					6	8	9	23	183
1987	60	47	0	0	0	0	60	47	1	107					8	7	23	38	145
1988	199	101	0	2	1	0	201	102	0	303					36	11	21	68	372
1989	151	138	1	2	3	0	152	141	1	294					23	6	21	49	343
1990	346	415	1	10	14	0	356	429	2	787					19	6	36	61	848
1991	220	248	1	7	7	0	228	255	2	484					41	6	24	70	554
1992	259	100	0	7	5	0	266	105	1	372					39	5	34	78	449
1993	258	145	0	10	3	0	268	148	0	416	4,704	88.5	116.9	61.4	24	11	34	69	485
1994	47	94	0	1	2	0	49	96	0	145	3,414	42.6	34.9	47.8	21	4	28	53	198
1995	94	118	0	2	3	0	96	121	1	218	3,636	59.8	55.0	64.0	36	2	30	68	286
1996	71	219	0	4	6	0	76	225	0	301	4,026	74.8	40.9	103.5	25	6	34	65	366
1997	167	111	0	4	4	0	171	115	0	287	4,265	67.3	84.3	51.7	35	3	31	69	356
1998	95	129	0	3	4	0	97	133	0	230	3,906	58.9	50.2	67.5	21	3	25	48	279
1999	66	59	0	2	1	0	67	60	0	128	3,302	37.9	37.6	38.1	13	2	14	29	157
2000	100	211	0	2	6	0	102	216	0	319	3,661	84.5	56.5	110.2	10	1	13	24	343
2001	33	78	0	1	1	0	34	79	0	113	2,597	42.3	25.1	57.0	9	1	9	19	132
2002	102	158	0	3	2	0	105	160	0	265	3,821	69.4	57.1	81.5	13	2	23	38	303
2003	60	92	1	2	2	0	62	94	1	156	3,395	44.9	36.9	51.8	16	1	18	34	190
2004	65	187	0	2	5	0	67	191	0	259	3,582	70.5	38.3	99.2	5	1	8	14	273
2005	83	146	0	3	1	2	86	146	2	235	3,465	66.1	51.2	79.0	7	2	23	31	266
2006	75	168	0	4	4	0	79	172	0	251	3,327	73.1	46.8	97.8	18	1	17	36	287
2007	29	74	1	1	0	0	30	74	1	104	2,878	36.0	20.8	50.1	16	2	28	46	151
2008	49	74	0	2	0	0	51	75	0	126	2,860	43.2	33.4	53.1	12	1	14	26	152
2009	16	36	0	1	0	0	16	36	0	52	1,700	30.3	20.5	38.1	4	1	7	12	64
2010	39	100	0	2	1	0	41	101	0	142	2,465	56.8	36.8	72.1	4	1	18	23	165
2011	24	76	0	1	0	0	25	77	0	102	2,154	46.5	28.9	57.3	7	1	11	19	120
2012	37	90	0	1	0	0	39	90	0	128	2,099	60.4	38.2	79.5	5	1	12	18	146
2013	35	46	0	1	0	0	36	46	0	83	1,778	46.0	40.1	51.7	2	0	4	6	89
2014	26	138	0	1	0	0	26	138	0	164	2,272	72.1	29.0	99.7	1	1	6	8	173
2015	70	209	0	2	0	0	72	209	0	281	2,484	112.4	63.9	150.8	4	3	12	19	300
2016	106	143	0	2	1	0	108	143	0	251	2,384	104.4	93.5	114.3	6	0	9	15	266
2017	85	159	0	2	0	0	86	159	0	246	2,723	89.6	71.2	103.8	3	0	9	13	258

※噴火湾沖海域はえさん漁協榎法華支所～鹿部漁協および室蘭～鶴川漁協。1999年以降の延出漁隻数とCPUEは渡島管内のみの値。

データ数の多い1歳と2歳だけに年変動項を付け足した。また、各正規分布の標準偏差は年齢とともに増加するとして、Tanaka and Tanaka (1990) の方程式で表した (式(2))。これらの式に平均値および標準偏差が従う混合正規分布モデルを、式(3)の対数尤度関数

によって、トヤマエビの甲長データに当てはめた。

なお、秋漁には、この成長曲線には従わず、直前の

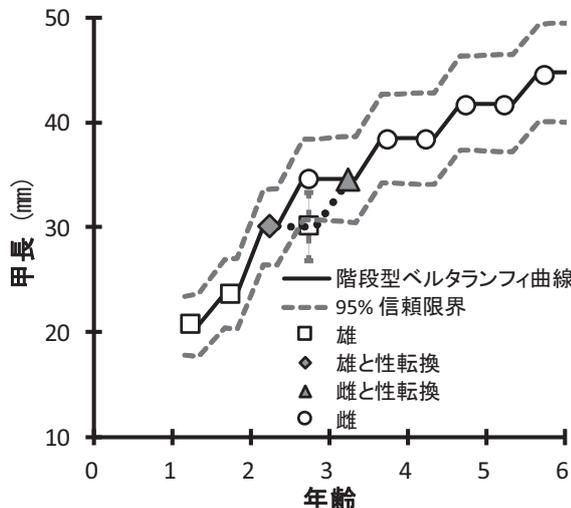


図2 噴火湾海域におけるトヤマエビの成長

$$(1) f(t) = L_{max} \times \left\langle 1 - \exp \left[-k \frac{\text{int}\{M_j(t + M_0)\}}{M_j} \right] + t_0 \right\rangle + IV[j = \text{int}(t)]$$

$$(2) \sigma(t) = \sqrt{s + (S/2k)[1 - \exp(-2kt)]} \quad (s \geq 0, S \geq 0)$$

$$(3) \ln L(L_{max}, k, t_0, s, S, \omega_{j,ks}, \omega_{j,ka}, \omega_{m,ka}, IV_{j,ks}, IV_{j,ka}) = \sum_{ks=1}^{fs} \sum_{i=1}^{nks} \lambda_i \left\langle \ln \left[\sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{j,ks} N[l_i f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] \right] \right\rangle + \sum_{ka=1}^{fa} \sum_{i=1}^{nka} \lambda_i \left\langle \ln \left[\sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{j,ka} N[l_i f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] + \omega_{m,ka} N[l_i, f(2.25) | IV = IV_{j,ks}, \sigma(2.25)] \right] \right\rangle$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{j,ks} = 1, \quad \sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{j,ka} + \omega_{m,ka} = 1, \\ -2.0 \leq IV_{j,ks} \leq 2.0 \quad (j = 1, 2), \quad IV_{j,ks} = 0 \quad (j > 2), \\ -2.0 \leq IV_{j,ka} \leq 2.0 \quad (j = 1), \quad IV_{j,ka} = 0 \quad (j > 1) \end{array} \right.$$

$$(4) P(j | l_i) = \frac{\omega_{i,j} PD_{i,j}}{\sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{i,j} PD_{i,j}}$$

春漁の2.0歳と同じ平均値を持つ2.5歳雄の正規分布を一つ多く設定した。また、年齢別漁獲尾数はこの混合正規分布モデルからベイズの定理により求められる事後確率を用いて式(4)により計算した。

ここで、 $f(t)$ は年齢 t における予測平均甲長、 L_{max} 、 k 、 t_0 は階段型ベルタランフィ曲線の係数、 int は小数点を切り捨てる関数（インテジャ）、 M_j は j 歳における脱皮回数、 M_0 は脱皮のタイミングを決める定数。なお、 M_j および M_0 の値はヒストグラムの変化等を考慮して推測し手入力した。 IV は平均値の年変動の補正項、 $\sigma(t)$ は年齢 t における正規分布の標準偏差、 s と S は係数、 k は階段型ベルタランフィ曲線と共通の係数、 L_{max} 、 k 、 t_0 は階段型ベルタランフィ曲線の係数、 s と S は式(2)の係数、 $\omega_{j,ks}$ と $\omega_{j,ka}$ と ω_{mka} はそれぞれ春漁 j 歳と秋漁 j 歳および秋漁2.5歳雄の事前確率、 $IV_{j,ks}$ と $IV_{j,ka}$ はそれぞれ ks 春漁期と ka 秋漁期における j 歳の平均値の年変動補正項、 fs は春漁期の数、 fa は秋漁期の数、 nks と nka はそれぞれ ks 春漁期と ka 秋漁期の測定個体数、 λ_i は i 番目データの抽出率の逆数、 a_{min} と a_{max} はそれぞれ設定した最小年齢および最高年齢、 l_i は個体 i の甲長、 $f(t_{ij})$ は個体 i の採取日における j 歳の予測甲長、 $\sigma(t_i)$ は年齢 t_i の正規分布の標準偏差、 $N[l_i, f(t_i, j), \sigma]$ は正規分布の確率密度、 $P(j_i | l_i)$ は甲長 l_i の個体 i が j 歳に属する確率（事後確率）、 $\omega_{i,j}$ は個体 i の j 歳の事前確率、 PD_{ij} は個体 i の j 歳正規分布における確率密度、 a_{max} と a_{min} はそれぞれ設定した最小年齢および最高年齢。

上記の式により得られた年齢別漁獲尾数からVPAにより年齢別資源尾数を漁期別に推定した。VPAにおける最高齢は4.0+歳（春漁）および3.5+歳（秋漁）とした。寿命を6歳として、自然死亡係数(M)を田内・田中の方法から0.42、春漁と秋漁の間の M は0.21とした。なお、ここでは春漁と秋漁での年齢差を0.5歳として表現した。また、計算式を適切に表現するために、秋漁では漁獲年に0.5を加え表現した（1994年の春漁は1994.0年、秋漁は1994.5年）。

このVPAでは、春漁の3.0歳以下の資源尾数と秋漁の2017年以外の1.5と2.5と3.5+歳の資源尾数を式(5)で、

$$(5) \quad N_{a,y} = N_{a+0.5,y+0.5}e^M + C_{a,y}e^{M/2}$$

$$(6) \quad N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - e^{-F_{a,y}}}e^{M/2}$$

$$(7) \quad N_a = N_{a+} \left(1 - e^{-(F_{a,y} + F_{a+0.5,y+0.5} + 2M)} \right) \quad (a = 3.5)$$

春漁4.0+歳と秋漁の2017年の1.5と2.5と3.5+歳の資源尾数を式(6)で、秋漁3.5歳の資源尾数を式(7)で計算した。ただし2017年秋漁終了時点では2018年春漁の漁獲係数が不明であるため、2017年秋漁のみ3.5歳の式(7)における漁獲係数 $F_{a+0.5,y+0.5}$ の代わりに $F_{a+0.5,y-0.5}$ を用いて、翌漁期の春漁ではなく前漁期の春漁の漁獲係数を用いて資源量を推定した。

ここで a は年齢（春漁の小数点以下0.0、秋漁の小数点以下0.5）、 y は漁獲年（春漁の小数点以下0.0、秋漁の小数点以下0.5）、 F は漁獲係数、 C は漁獲尾数、 N は資源尾数、 M は漁期間の自然死亡係数（0.21）を表す。また、各年齢の資源尾数に年別・年齢別・漁期別平均体重を乗ずることで資源重量を求めた。

漁獲死亡係数(F)は、春漁の3.0歳以下と秋漁の2017年以外は式(8)で、2017年以外の春漁4.0+歳は式(9)で、秋漁の2017年は式(10)で計算した。また、春漁2017年4.0+歳の $F_{(4.0+,2017)}$ に適当な値（1.0程度）を入

$$(8) \quad F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y}e^{M/2}}{N_{a,y}} \right)$$

$$(9) \quad F_{4.0+,y} = F_{3.0,y}$$

$$(10) \quad F_{a,y} = \frac{1}{5} (F_{a,y-1} + \Lambda F_{a,y-5})$$

力し、計算される2017年3.0歳の $F_{(3.0,2017)}$ の値を再度 $F_{(4.0+,2017)}$ に入力する。これを、 $F_{(4.0+,2017)} = F_{(3.0,2017)}$ となるまで繰り返し、VPAを実施した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

道南太平洋のエビ類の全漁獲量は、1990年の1,007トンを超えて最高に増減を繰り返しながらも減少傾向減少があったが、2014年以降やや回復する傾向がみられる。2017年の海域全体の漁獲量は265トンで2016年（309トン）の86%に減少したものの、3年連続で250トンを上回った（表1）。

各管内の漁獲量は、渡島管内（旧恵山町～長万部町）が最も多く、1985～2016年の平均で海域全体の77%、次いで胆振管内（15%）、日高管内（8%）の順である。2017年も同様に、渡島管内（89%）、胆振管内（10%）、日高管内（1%）の順であった。

種類別ではトヤマエビが最も多く、1985～2016年の平均で72%を占め、次いでホソコクアカエビが26%で、その他のエビ（2%）は少ない。2017年も同様に、ト

ヤマエビ89%，ホッコクアカエビ9%，その他のエビ2%となった。

道南太平洋のトヤマエビ漁獲量は、1990年の857トン最高とし、その後1994年から2006年までおおむね200トンから400トンの間で増減していたが、2007年に前年の310トンから185トンに大きく減少した。その後2014年まで200トンを下回る状態が続いたあと、2015年に305トンに急増し、2016年も263トンと高い水準であった。2017年は235トンで2016年の90%に減少したものの、3年連続で200トンを上回った。

ホッコクアカエビの漁獲量は、1985年の308トンから、1995年には58トンまで減少した。その後、1999年に180トンまで増加したあと再び減少して2001年に36トンとなり、2002年以降はやや増加して100トン前後で推移していたが、2008年に63トンに急減して以来減少傾向が続いている。2017年の漁獲量は23トンで2016年（46トン）の51%であった。

噴火湾海域のトヤマエビ漁獲量は1988年以降増加し、1990年には1985年以降で最高の787トンとなった。その後1994年から2006年までおおむね150～300トンの間で増減していたが、2007年に前年の251トンから104トンに急減したのち、2009年には過去最低の52トンとなり、その後も150トンに達しない年が2013年まで続いた（表2、図1）。その後2014年の漁獲量は164トンで8年ぶりに150トンを上回り、2015年の漁獲量はさらに前年比171%の281トンで14年ぶりの高水準となった。2017年の漁獲量は246トンで2015年（251トン）の98%に微減したものの、3年連続で200トンを上回る値となった。

漁期別では、春漁の「小」銘柄が自主禁漁となった1999年以降、ほとんどの年で秋漁の漁獲量が春漁より多くなっている。2017年春漁の漁獲量は86トンで2016年（108トン）の80%に減少した。秋漁の漁獲量は159トンで2016年（143トン）の111%に増加し、過去10年間で2番目に高い値であった。

表2及び図1に示した漁獲努力量及びCPUEは渡島管内のみの値である。噴火湾海域のえびかご漁では、漁獲の減少に伴って努力量（延出漁隻数）も減少する傾向がみられた。1993年以降の努力量（延出漁隻数）は、最高が1993年の4,704隻であり、2006年まで3,500隻前後で推移していた。漁獲量が減少した2007年以降は3,000隻を下回る値が続いているが、2014年以降はやや増加している。2017年の延べ出漁隻数は2,723隻で2016年（2,384隻）の114%に増加した。

1993年以降のCPUEは、年間、春漁、秋漁共に、全体として漁獲量と同様の動向となっている。2017年のCPUEは、春漁が71.2kg、秋漁が103.8kg、年間が89.6kgで、いずれも2016年（それぞれ93.5kg、114.3kg、104.4kg）を下回ったものの引き続き過去10年間では高い値を維持した。

2008～2017年各月の銘柄別漁獲量をえびかご漁業漁獲成績報告書から集計し図3に示した。通常、年間での漁獲量が最も多い銘柄は秋漁に漁獲される「小」銘柄で年間漁獲量の半分以上を占める年が多いが、2015年、2016年は大型の銘柄の比率が高い傾向がみられた。2017年は「小」銘柄が年間漁獲量の45%を占めて最多であったが、「中」銘柄が31%、「メス」銘柄も14%を占め、過去2年に続き大型個体の比率が高くなっていた。漁期別では、春漁（3～4月）は「中」が最も多く、次いで「大」が多い。なお、1999年以降、春漁の銘柄「小」は自主禁漁となっている。秋漁（9月～11月）は「小」が最も多く、次いで「メス」が多い。

噴火湾沖海域での漁獲量は1992年に過去最高の78トン記録した後に減少し、1999年以降はほとんどの年で40トンを下回る値となっている。2017年の漁獲量は13トンで、2016年（15トン）の83%であった（表2）。

イ 生物測定調査

漁期中の標本測定結果及び銘柄別漁獲量から求めた2013～2017年の漁期別の甲長組成を図4に示した。過去5年の一般的な傾向として、春漁では甲長25～35mm程度の比較的大型の個体が多く性別ではメスが半数を超え、秋漁では甲長20～25mm程度の小型個体が中心となり性別ではオスが大部分を占める。2017年の春漁の甲長のモードは、オスが28mm（2016年28mm）、性転換個体が29mm（2016年29mm）、メスが32mm（2016年31mm）、秋漁の甲長のモードはオスが24mm（2016年24mm）、性転換個体が26mm（2016年26mm）、メスが34mm（2016年33mm）で春漁、秋漁ともに2016年と同程度であり、2014年以前に比べ大型の個体が多い傾向がみられた。

ウ 資源評価

漁獲物の甲長組成に混合正規分布モデルを当てはめることにより求められた、春漁及び秋漁における噴火湾トヤマエビの年齢別漁獲尾数の経年変化を図5に示した。漁獲の主要部分を占めるのは、各年とも秋漁では新規に加入した1歳、春漁では前年に加入した2歳である。2017年は2016年に続き、春漁では3歳、秋漁では2歳の比率が過去に比べ高くなっていた。漁獲尾数は春漁・秋漁ともに2007年から2013年まで低い水準

が続き、2014年の秋漁以降は2006年以前の水準にまで増加した。2017年は春漁では2016年から減少したが、秋漁では2016年を上回った。

各年の年齢別漁獲尾数から計算したVPAの結果を図6に示した。春漁開始前（1月）の資源尾数及び資源重量は2007年に急減して以来2,000万尾、300トンを下回る状態が続いていたが、2014年に2,498万尾、361トン、2015年に3,539万尾、533トンと2年連続で急増し、2017年も2,420万尾、441トンという高い水準であった。年齢別の資源状態は、通常、資源尾数では新規加入した1歳、資源重量では年によって1歳または2歳が最も多くなっている。2017年は資源尾数では1歳（1,419万尾）が最も多く、資源重量では1歳と2歳（ともに172トン）がほぼ等しい値であった。また、3

歳が資源尾数230万尾、資源重量78トン（いずれも過去最多）、4歳が資源尾数38万尾（過去2番目）、資源重量16トン（過去3番目）でいずれも最も高い値となった。これは、2014年と2015年に2年連続でそれぞれ2,000万尾、2,345万尾という大規模な1歳の加入があったことによるものと考えられる。

VPAにより求められた春漁1.0歳以上の資源重量をもとに、基準年を1995～2014年までの20年間とし、それらの資源重量の平均値を100として標準化して、100±40の範囲を中水準、その上および下をそれぞれ高水準および低水準として噴火湾海域のトヤマエビの資源水準の判断を行った。2017年（評価年）の資源水準は127となり、資源水準は中水準と判断された（図7）。

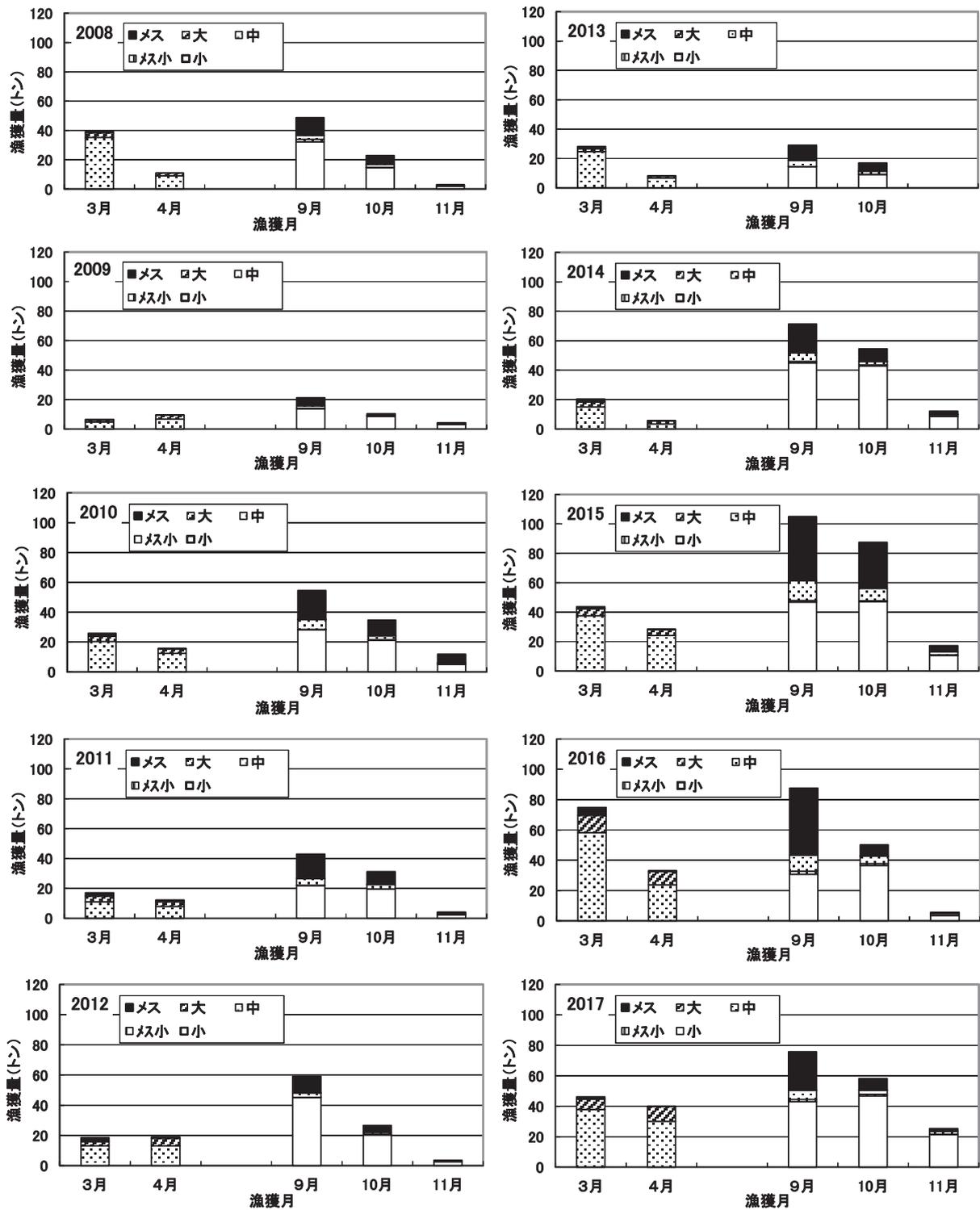


図3 過去10年の噴火湾トヤマエビ月別銘柄別漁獲量の推移。2013年は漁期短縮のため11月の漁獲なし

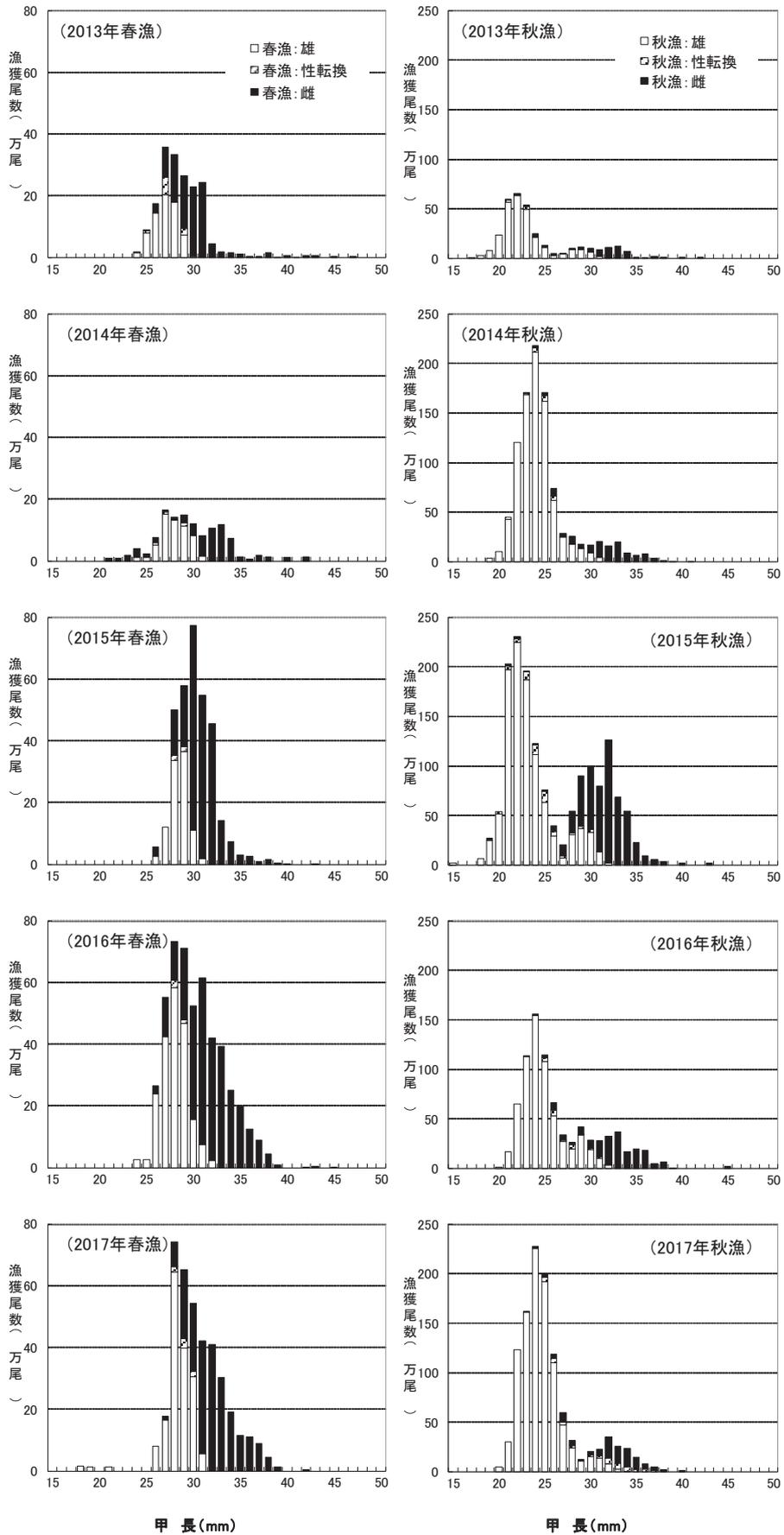


図4 噴火湾における過去5年のトヤマエビ漁獲物の漁期別甲長組成

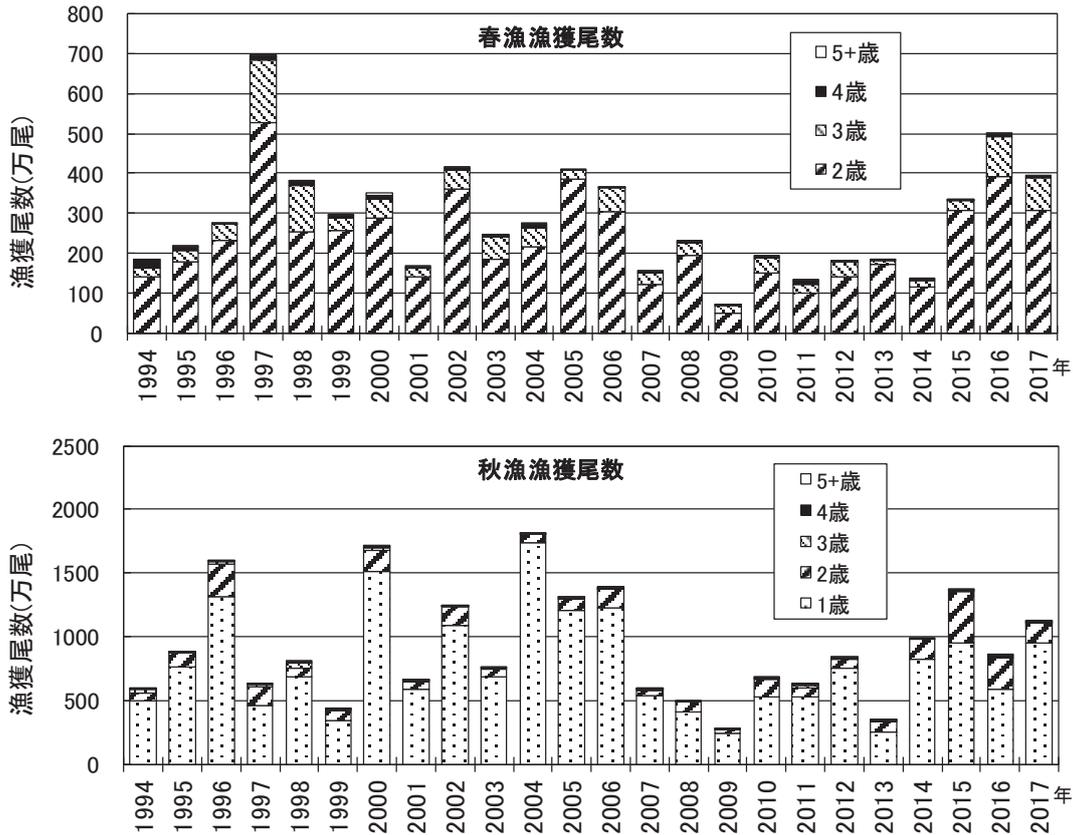


図5 噴火湾におけるトヤマエビの漁期別年齢別漁獲尾数の経年変化（上：春漁，下：秋漁）

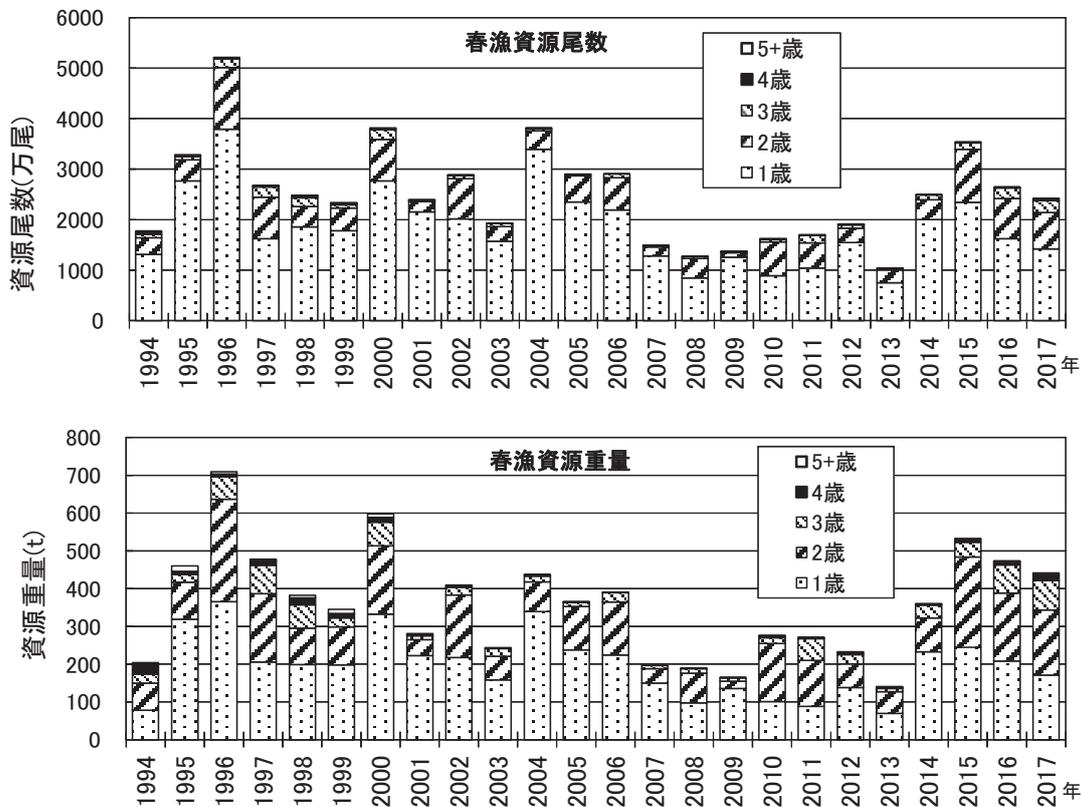


図6 VPAにより算出された春漁開始前（1月時点）における噴火湾海域トヤマエビの年齢別資源尾数（上）及び資源重量（下）

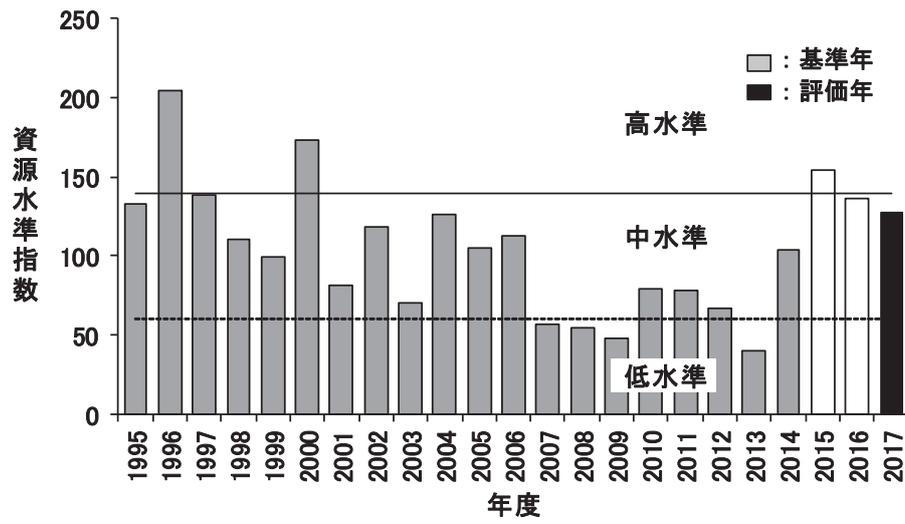


図7 噴火湾におけるトヤマエビの資源水準の推移

15. 1. 2 アカガレイ

担当者 調査研究部 武藤 卓志

(1) 目的

噴火湾海域のアカガレイは沿岸漁業者にとって重要な漁業資源となっている。この資源は、主に豊度の高い年級群によって構成され、その出現状況により漁獲量が大きく変動する。この海域のアカガレイについては、持続的利用を目的とした管理方策の設定が望まれる資源の1つであり、科学的な知見に基づく資源評価を行い、管理方策検討のための基礎資料の収集を目的としている。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

漁獲統計は1985～2016年は漁業生産高報告、2017年については水試集計速報値（暫定値）を使用した。集計地区は、噴火湾の砂原、森、落部、八雲町、長万部、いぶり噴火湾（豊浦支所、虻田本所、有珠支所、伊達支所）、及び室蘭（沖合底曳き網漁業を除く）漁協で、地区ごとに水揚げされたアカガレイ漁獲量と漁獲金額を月別に集計した。本種の漁獲量の大部分はかれい刺し網漁業（共同漁業権）によるものであり、噴火湾のかれい刺網の承認隻数は622隻以内（関係7漁協総計、実着業数は300～400隻程度）となっている。

イ 生物調査

(ア) 刺し網漁獲物調査

アカガレイの資源診断に必要な基礎的生物データを収集するために刺し網漁獲物の生物測定を行った。

漁獲物標本は砂原漁協から銘柄別に入手し、全個体の全長、体長、重量、性別、成熟度、生殖巣重量の測定と胃内容を調べ、年齢査定のために耳石の採取を行った。年齢は耳石を顕微鏡観察することにより輪紋数を計測し、銘柄毎に漁獲量で引き延ばすことによって、年齢別漁獲尾数を算出した。2017年の測定回数は5月24日、8月23日および11月8日の3回（581尾測定）であった。

(イ) 調査船調査（アカガレイ若齢魚調査）

年級群の発生状況を漁獲対象（4歳以上）となる前に把握するため、函館水試試験調査船金星丸または釧路水試試験調査船北辰丸を運航して、ソリネットを用いた若齢魚調査（2ノット、10分曳）を2007年から実

施している。なお、2014年までは、年2回（7月、2月）実施していたが、2015年からは年1回（2月のみ）に集約した（図1）。2017年は2月16～17日に北辰丸で実施した。

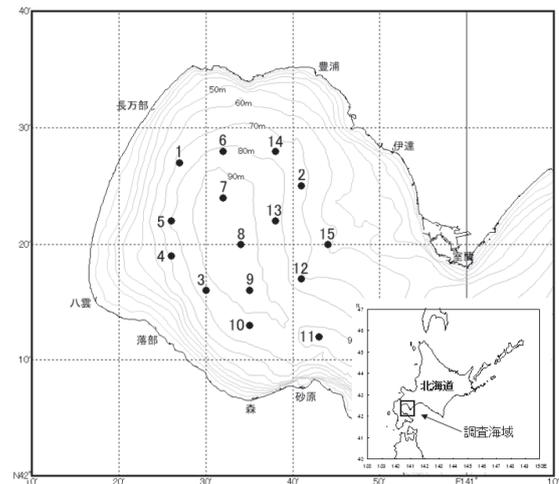


図1 アカガレイ若齢魚調査地点図

ウ 資源評価

(ア) 年齢別漁獲尾数

1985～1995年については、北大うしお丸のトロール調査¹⁾によるアカガレイの4歳以上の年齢別採集尾数を入手し、これに平均体重を乗じて重量組成に変換し、毎年の漁獲量で引きのばすことで年齢別漁獲重量を得た。各年齢の平均体重で除して年齢別漁獲尾数とした。

1996年以降については、主に砂原漁協に水揚げされた刺し網漁獲物を銘柄別に入手し、耳石により年齢を査定した後、砂原漁協から報告された月別銘柄別漁獲量および漁業生産高報告を用いて、海域全体の組成に引きのばして年齢別漁獲尾数を算出した。ただし、高豊度年級群については、3歳で一部漁獲加入するため、4歳以上の漁獲尾数の5%を便宜的に3歳時の漁獲尾数と仮定した。

(イ) 資源量の推定

噴火湾のアカガレイ資源は、高豊度年級群とそれ以外の年級群の漁獲尾数が著しく異なり、高豊度年級群以外では漁獲尾数が0となる年もみられる。そこで、これまでの調査結果から比較的高豊度と想定される7

年級群 (1989, 1991, 1995, 2003, 2004, 2008, 2009) について、VPAにより年齢別資源尾数と漁獲係数の推定を行い、これら以外の低豊度年級群については初期資源尾数のみを別途計算した。

a 高豊度年級群に対するVPA

下記のPopeの近似式²⁾に基づいて、3歳(新規加入年齢)から10歳(最高齢)までの年齢別資源尾数と漁獲係数を計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \cdot e^M + C_{a,y} \cdot e^{0.5M} \quad (1)$$

$$N_{10,y} = C_{10,y} \cdot e^{0.5M} / (1 - e^{-F_{10,y}}) \quad (2)$$

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \cdot e^{0.5M}}{N_{a,y}} \right) \quad (3)$$

ここで、 N は資源尾数、 F は漁獲係数、 C は漁獲尾数、 M は自然死亡係数、 a は年齢、 y は年を表す。 M は田内・田中の式³⁾から0.25とした($M=2.5/10$)。最高齢の漁獲係数 $F_{10,y}$ は、年級群ごとに漁獲尾数が減少し始める年齢(6~7歳)から10歳までの漁獲尾数の平均減少率より年齢間の全減少係数 Z を求め、 Z より M を減じて得られた値を用いた。なお、2008年級群の9歳および2009年級群の8歳の資源尾数については、その他の各高豊度年級群から得られた当該年齢の漁獲係数の平均値を用いることで計算した。

表1 噴火湾におけるアカガレイの漁獲量(トン)

	渡島総合振興局						胆振総合振興局					合計	
	砂原漁協	森漁協	落部漁協	八雲漁協	長万部漁協	計	いぶり噴火湾漁協				室蘭漁協		計
							豊浦支所	虻田本所	有珠支所	伊達支所			
1985年	204	305	127	63	74	772	629	88	318	19	170	1,224	1,996
1986年	422	235	128	86	63	936	528	37	352	10	121	1,048	1,983
1987年	795	702	361	115	107	2,080	613	119	424	6	130	1,293	3,373
1988年	469	478	347	51	114	1,459	419	50	438	0	138	1,044	2,503
1989年	303	267	308	22	47	947	209	28	260	0	107	604	1,551
1990年	152	88	139	4	20	404	70	5	80	0	57	212	615
1991年	194	80	123	30	28	455	102	8	101	0	34	245	700
1992年	315	137	143	19	26	638	90	8	139	0	51	288	926
1993年	403	188	229	20	41	882	120	10	222	0	67	419	1,300
1994年	503	214	234	17	34	1,002	126	27	154	0	61	367	1,369
1995年	698	298	326	51	65	1,439	157	32	192	0	94	475	1,913
1996年	974	519	495	63	65	2,116	246	38	207	0	116	607	2,723
1997年	898	444	574	23	41	1,981	173	22	178	0	103	476	2,457
1998年	718	399	432	47	41	1,637	203	21	171	0	61	456	2,092
1999年	391	275	385	57	26	1,133	138	25	132	0	44	339	1,473
2000年	461	259	441	59	22	1,242	102	19	98	0	54	274	1,516
2001年	586	292	423	46	20	1,368	191	22	133	0	81	428	1,796
2002年	766	344	551	58	28	1,747	215	15	95	0	88	414	2,161
2003年	731	348	437	19	12	1,548	132	9	85	0	51	277	1,825
2004年	395	285	338	33	12	1,063	110	8	45	0	31	195	1,258
2005年	199	219	227	25	4	675	55	4	37	0	13	109	783
2006年	72	100	141	15	2	330	40	3	9	0	9	62	392
2007年	84	111	118	19	7	340	57	6	8	0	6	77	417
2008年	184	182	209	41	10	626	68	4	8	0	8	88	715
2009年	218	379	282	73	40	991	136	6	14	0	8	163	1,154
2010年	291	351	356	64	40	1,102	171	11	29	0	15	226	1,328
2011年	367	436	446	45	25	1,319	142	4	19	0	16	181	1,500
2012年	470	386	400	35	19	1,310	143	10	11	0	10	175	1,485
2013年	483	310	327	31	21	1,171	121	12	15	0	15	163	1,334
2014年	394	311	238	26	17	986	120	0	13	0	10	143	1,129
2015年	402	278	331	37	27	1,075	128	0	11	0	11	150	1,225
2016年	266	169	226	11	10	682	91	1	13	0	12	117	799
2017年	237	150	183	11	7	588	83	1	11	0	5	100	688

※2006年から室蘭漁協は室蘭機船と合併したが、この表からは沖合底曳き網漁獲量は除いた

b 低豊度年級群の3歳資源尾数

上記で得られた高豊度年級群の3歳資源尾数に対する累積漁獲尾数の比(0.20~0.44)の平均値(0.32)で、各低豊度年級群の累積漁獲尾数を除すことによって得られた値を、便宜的に低豊度年級群の3歳資源尾数(新規加入豊度)とみなして用いた。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

(ア) 漁獲量

噴火湾海域におけるアカガレイの漁獲量は、周期的に大きく変動しており、1985年以降では、最高は1987年の3,373トン、最低は2006年の392トンと10倍近い差がみられる(表1, 図1)。近年では、2006年に過去

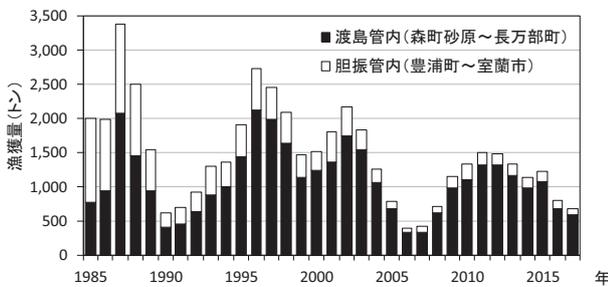


図2 噴火湾アカガレイ漁獲量の経年変化

最低値を記録した後、2007年からは5年連続して漁獲量は前年を上回り、2011年には1,500トンまで増加しましたが、その後、減少傾向となっており、2016年は799トン、2017年は688トンであった。

漁獲量を渡島と胆振の管内別にみると、1985年以降、渡島の漁獲量が増加し続けており、近年では噴火湾全体の漁獲量の8割以上を占める(表1)。渡島の中でも砂原、森、落部漁協の漁獲量が多く、2017年では噴火湾全体の漁獲量の83%を占めた。

(イ) 漁獲努力量

2005年以降の砂原漁協におけるかれい刺し網漁業の延べ操業隻数の推移をみると、2006~2015年は2009年を除き、おおよそ3,000隻~3,700隻で推移していたが、2012年の3,700隻台をピークに減少傾向となっている。2016年には2005年以降最低の2,500隻台となったが、2017年は2016年をさらに下回り、2,300隻台となった(図3)。

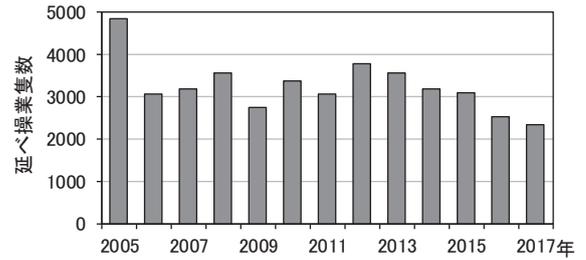


図3 かれい刺し網漁業における延べ操業隻数の推移(砂原漁協)

イ 生物調査

(ア) 刺し網漁獲物調査

アカガレイの全長および年齢別漁獲尾数の推移を図4, 5に、年級群別漁獲尾数の推移を図6に示した。

2017年の漁獲物の全長組成は24~47cmの範囲、年齢組成は8, 9歳が主体であった。この海域における漁獲物の特徴として、年齢組成は高豊度年級群の加入、離脱により大きく変化するが、全長組成はそれほど変化しない(図4, 5)。

噴火湾海域のアカガレイの年級群の出現状況を見ると、豊度の高い年級群の加入と衰退により、資源状態は変動している。1999~2006年までは1995年級群が漁獲物の大部分を占めていたが、2002年(7歳)をピークに漁獲尾数は減少し、2007年(12歳)には1995年級群はほとんどみられなくなった。それに代わって、2007年には2003年級群(4歳)、2008年には2004年級群(4歳)が漁獲加入し、漁獲尾数は増加し始め、2011年には、この2つの年級群で漁獲尾数全体の8割を占めた。2012年には2003年級群(9歳)、2004年級群(8歳)とも漁獲尾数が減少したが、これらに代わり、2008年級群(4歳)が漁獲加入したことで漁獲尾数は維持された。2013年には2009年級群(4歳)が加入し、2008および2009年級群が漁獲物の主体となったが、2009年級群の豊度は2003・2004年級群ほど高くないのみみられたことから、漁獲尾数は2013年以降減少傾向となっている。2017年には、2013年級群(4歳)の加入がみられたものの、漁獲尾数は2009年級群の4歳時(2013年)と比較しても少なかった(図6)。

(イ) 調査船調査(アカガレイ若齢魚調査)

アカガレイ若齢魚調査(ソリネット調査)で2月に採集されたアカガレイの全長および年齢組成を図7に示した。刺し網漁業で漁獲対象となる前の1~3歳までの採集状況から、2008年級群、2009年級群は高豊度年級群になると予測され、実際に高豊度年級群となっ

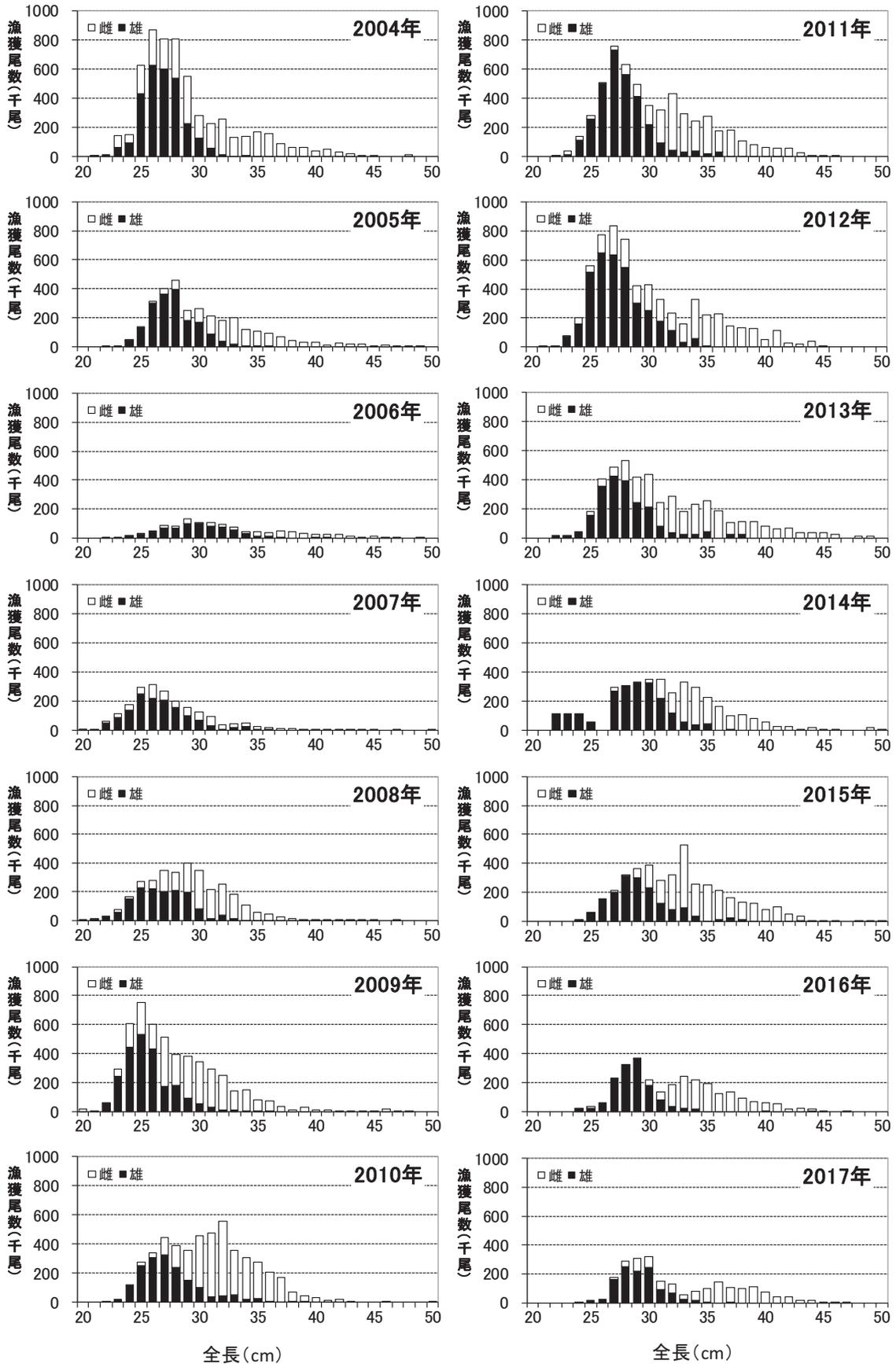


図4 噴火湾におけるアカガレイ漁獲物の全長別漁獲尾数の経年変化

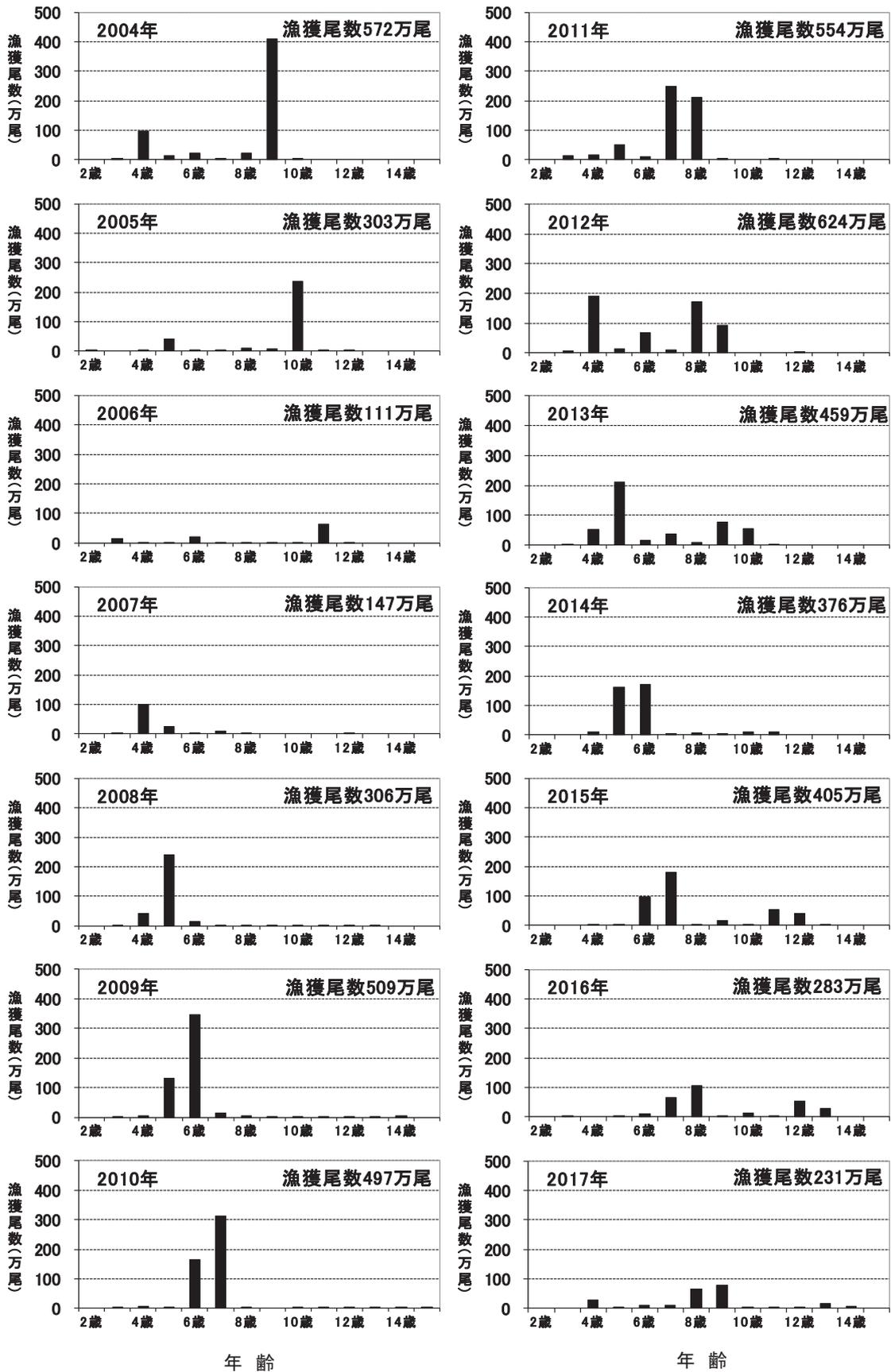


図5 噴火湾におけるアカガレイ漁獲物の年齢別漁獲尾数の経年変化

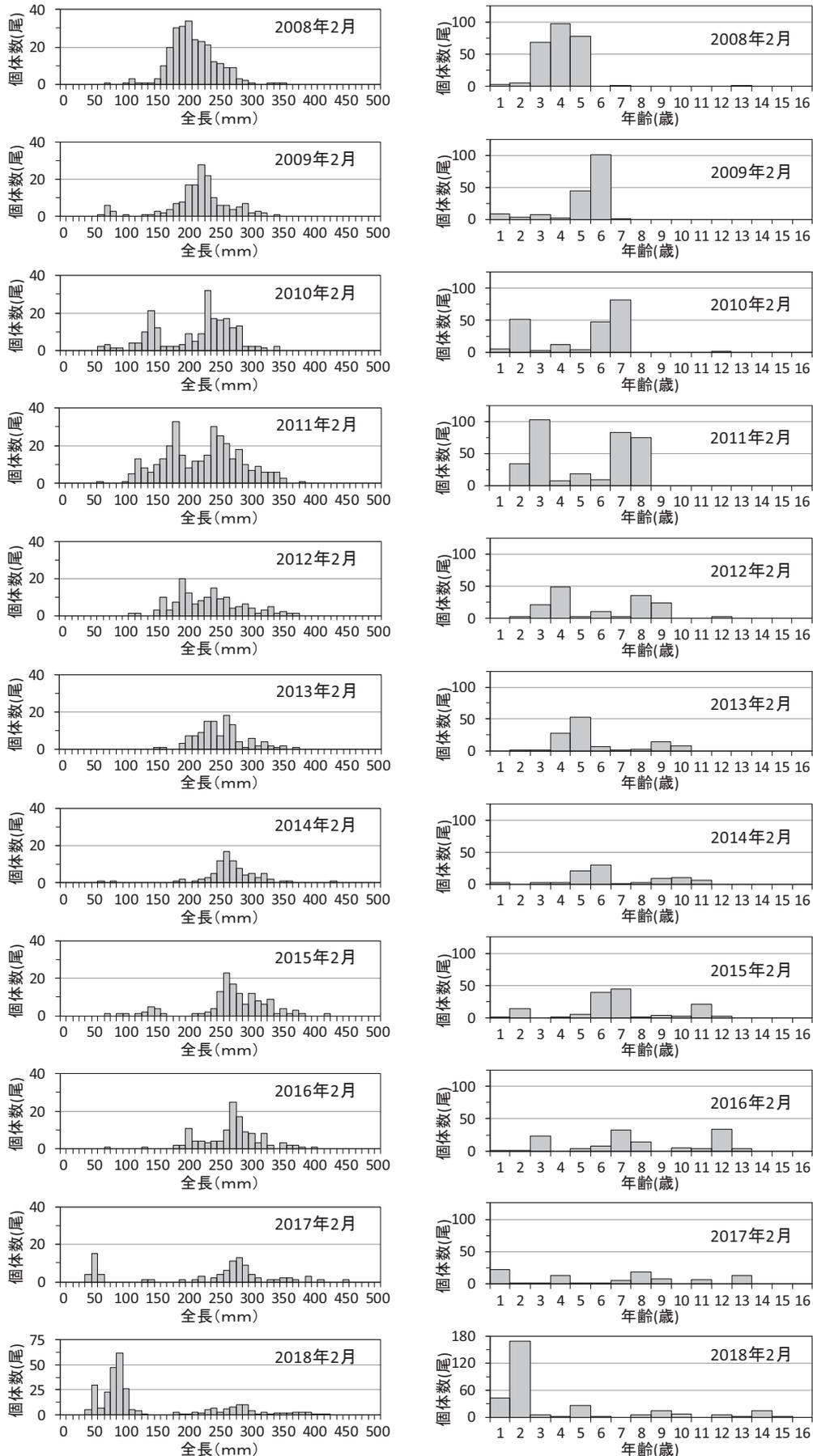


図7 ソリネットで漁獲されたアカガレイの全長(左)・年齢(右)組成の経年変化

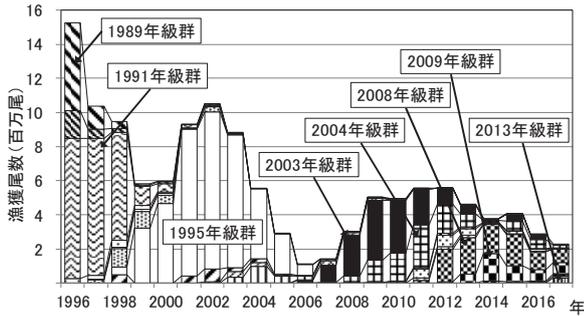


図6 噴火湾海域におけるアカガレイの年級群別漁獲尾数の推移

た。しかし、後続の2010～2012年級群はこの調査でほとんど採集されなかったことから、低豊度の年級群とみられている。2013年級群は、高豊度年級とみられる¹⁾が、この調査での採集状況から2009年級群並みかそれを下回る豊度であると考えられる。なお、2017年2月の調査では、2016年級群（1歳）の採集尾数が2008年以降では最多となっており、高豊度年級群となる可能性がかなり高いと推察される。

ウ 資源評価

(ア) 現在までの資源状態

当海域のアカガレイの資源状態は、高豊度年級群の加入と衰退により大きく変動してきた。

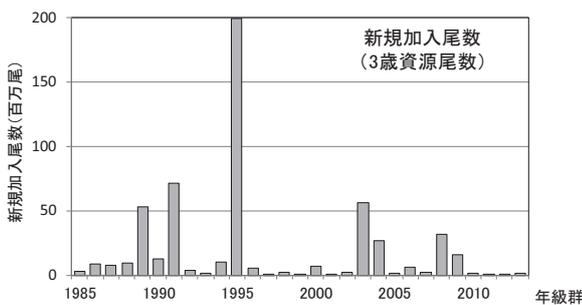


図8 アカガレイ3歳資源尾数の推移

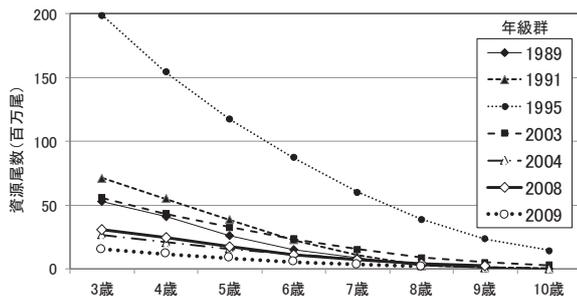


図9 アカガレイ高豊度年級群の資源尾数の推移

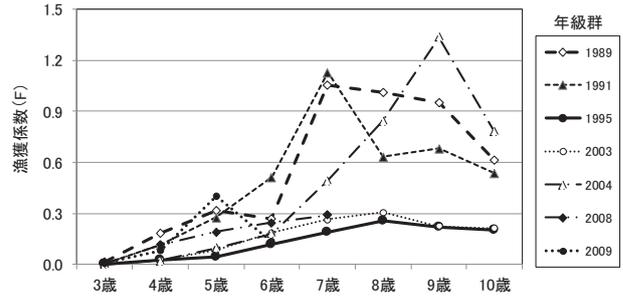


図10 アカガレイ高豊度年級群の漁獲係数(F)の推移

これらの高豊度年級群の加入尾数（3歳資源尾数）は、1995年級群が極めて多く、次いで1991, 1989, 2003, 2004, 2008, 2009年級群の順となっており（図8）、2009年級群は現時点で高豊度年級群の中で最も低い水準である（図9）。

漁獲係数 F の推移をみると、2004年級群を除き、高豊度年級群の F はおおよそ 7, 8 歳でピークを迎えた後、低下している。また、7歳までの F は1989, 1991年級群の F より近年の1995, 2003, 2004, 2008年級群の F の方が低く推移していた（図10）

(イ) 2016年の資源水準

1995年以降の漁獲量の推移から資源水準の評価を行った。1995～2014年までの20年間の漁獲量の平均値を100として各年を標準化して、100±40の範囲を中水準とし、その上下を高水準、低水準として資源水準の判断を行った。その結果、2017年の水準指数は47であったことから、低水準と判断した（図11）

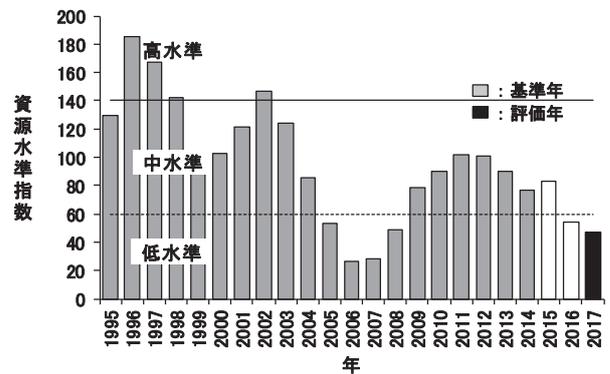


図11 噴火湾海域におけるアカガレイの資源水準

(ウ) 今後の資源動向

当海域のアカガレイ資源は数年間隔で不規則に発生する高豊度年級群で構成されており、資源量や漁獲量はこれらの豊度や発生間隔に応じて大きく変動してい

る。2013年度以降、漁獲物の主体であった2008、2009年級群は、2017年にはそれぞれ10歳、9歳となり、2014年以降、徐々に漁獲尾数が減少していることから(図5、図6)、今後も減少の一途を辿るものと考えられる。これに対し、2017年に4歳となって刺し網の漁獲対象となった2013年級群は高豊度年級群になるとみられ、漁獲物の年齢別漁獲尾数の経年変化から判断すると(図5)、5歳になる2018年の漁獲尾数は4歳時の漁獲尾数を上回ることが予想される。そのため、2018年の全体の漁獲尾数は、5歳となる2013年級群の漁獲状況により増加に転じる可能性がある。ただし、2013年級群の漁獲尾数が増加し、2008、2009年級群の減少分を上回ったとしても、2013年級群(5歳)の体重は、2008、2009年級群(それぞれ10歳、9歳)の体重よりも軽いため、漁獲量はそれほど変動しないもの

と推測される。

文献

- 1) 高津哲也, 中屋光裕, 亀井佳彦, 小林直人, 飯田高大, 鈴木孝太, 中脇鴻陽, 山岡秀圭, 桑信之介: 噴火湾における底生魚類資源と漁場環境に関する研究 III 底生魚類の資源変動. 水産研究助成事業報告(平成29年度), (財)北水協会(2018)
- 2) Pope, J. 2016G.: An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin, 9, 65-74 (1972)
- 3) 田中昌一: 水産生物のpopulation dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1-200 (1960)

15. 2. 資源管理手法開発試験調査

15. 2. 1 ホッケ

担当者 調査研究部 藤岡 崇

(1) 目的

道南海域のホッケは道南太平洋～津軽海峡～道南日本海に分布し、刺網、定置網、まき網などで漁獲される重要な漁業資源である。しかし、漁獲量は2004年以降急減して、資源水準の低い状態が続いており、資源の持続的利用を目指し、資源評価結果などの科学的知見に基づく、関係漁業の実態に見合った資源管理のための管理方策の設定が求められている。一方、当海域の資源評価について、以前は漁獲量の推移からのみで行われており、より正確な資源評価を行うために科学的な知見に基づく資源評価が必要である。資源状況や再生産水準に見合った適正な漁獲圧の提示等を目的に2006～2007年度に実施したホッケ専門部会による取り組みをベースに、2008～2012年度および2013～2017年度の2期間にわたり年齢や成熟生態に関する課題を設定し、高度資源管理指針を取りまとめた。ここでは2017年にとりまとめた高度管理指針について概要を示す。

高度資源管理指針（道南系群）

A. 基本的な考え方

道南海域のホッケは道南日本海海域から津軽海峡を経て道南太平洋海域にかけて分布し、たがいの海域間での交流が認められる。産卵期は10～12月で、沿岸の水深30m程度の岩礁域で産卵する。雄が縄張りを形成してそこへ雌を誘引して産卵を行い、生み出された卵を雄が保護する。雌は1シーズンの産卵期に複数回産卵する。1歳の秋に初めて産卵に参加する個体がみられ、2歳でほぼ全ての個体が産卵に参加すると考えられている。

道南海域のホッケ資源について、耳石による年齢査定を導入し2007年以降の年齢別漁獲尾数を求めた。またこれらのデータを用いて海域や漁業種類毎の年齢体長関係（ALK）を作成し、1995年以降の年齢別漁獲尾数を推定した。ここで得られた1995年以降の年齢別漁獲尾数を用いたコホート解析により、1995年以降低下している漁獲量は2007年級の加入により一時的に増加したこと、後続の2009年級以降のRPS、加入量が減少し、近年は漁獲量が減少していることなど、当海域に

おけるホッケの資源状況を明らかにしてきた。

加入量の変動には産卵から加入に至る期間の水温などの環境変動の影響を受ける一方で、産卵親魚量の長期的な減少も影響していると考えられるが、松前半島周辺海域の産卵親魚量の減少について秋季の水温動態が関与していることが示唆されており、産卵親魚量の減少にも環境変動が影響していると考えられる。

このように環境水温の変化が影響してホッケ資源の分布回遊状況が変化することで道南海域での漁獲量が減少していることが示唆されていることから、漁獲努力量を削減して親魚量の増加を図っても、資源増加につながるかどうか不明である。

しかしながら近年の産卵親魚量の低下が著しく今後の資源動向についても非常に厳しい状況にあると考えられることから、そのような資源に対して過度の漁獲圧がかかることは望ましくないと考えられる。以上のような資源および漁業の現状を踏まえ、「漁獲努力の増加に注意を払いつつ資源を維持することを目標とし、現状の資源を有効に利用する」ことを柱とした基本理念の下、次のような資源管理方策を提言する。

B. 具体的な資源管理方策

ホッケは海域や漁業によって漁獲物の年齢組成に偏りがあり、たとえば定置網類では1～2歳魚を主な漁獲対象としている。若齢魚の漁獲は産卵親魚量の減少につながる危険性をはらむものの、このような漁獲物の年齢の偏りは魚の生態や漁業の特性によることから1～2歳魚を全く漁獲しないといった漁業活動自体を休止するような規制を行うことはできない。そのためこれらの漁業では漁獲量あるいは漁獲努力量について一定の制限を設けた中で、若齢魚の過度な漁獲とならないように注意を払いながら漁業を行うことがのぞまれる。特に産卵親魚量が極めて低い水準にある現状を鑑みると、資源維持を図るためには漁獲努力量の増加を抑制し、ある程度の若齢魚を獲り残すことで産卵親魚量を確保する対策が必要であろう。底建網や定置網類においては、現状以上の漁獲努力量増加とならないよう行使数や免許数の増加を制限するのが現実的と考

える。

津軽海峡で行われているまき網漁業は春期に沿岸に
来遊する1歳魚以上を主な漁獲対象としており、近年
ではプール制を導入するとともに、魚価を維持するた
めに操業前に魚体サイズを確認し、小型魚を漁獲しな
いような操業を行っていた。しかしながら資源が低下
して漁獲が困難となり、最近では休漁状態となっている。
資源状況により漁業の再開も考えられるが、今後とも
若齢個体を漁獲対象としないようこれまでの漁獲体制
を継続していくことが望まれる。

刺し網漁業では2歳魚以上の大型魚を主な漁獲対象
としている。ホッケは鮮度が低下しやすく、刺し網の
浸漬時間が長時間におよぶ場合には漁獲物の鮮度を下
げることもなりかねず、魚価の低下をまねくことも
考えられる。一部の地域では短時間の漁獲時間で高鮮
度の漁獲物を水揚げすることで付加価値の向上を図っ

ており、このようにより資源を有効に利用する取組が
一層望まれる。

C. 今後の検討課題

①漁業の現状把握：本資源は、多種多様な漁業により
利用されている資源である。それぞれの漁業が、いつ
どこでどのように資源を利用しているかの情報把握が
必要である。特に底建網や刺し網漁業といった主要漁
業の漁獲努力量については、変化傾向を示す指標につ
いて、常に最新の情報を入手するよう努めなくてはな
らない。

②資源状態の把握：正確な年齢別漁獲尾数の把握が、
適切な資源解析結果を得るために重要である。今後と
もVPAを行っていくために最新の年齢別漁獲尾数を追
加していく必要がある。

16. 有害生物出現調査並びに有害生物出現情報収集・解析及び情報提供委託事業（大型クラゲ出現調査及び情報提供事業）（受託研究）

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・西田 芳則
 共同研究機関 中央水試資源管理部海洋環境G
 協力機関 渡島地区水産技術普及指導所松前支所

（1）目的

全国的な大型クラゲ動態調査に協力して、その出現分布情報を迅速に把握し、これを漁業者などに提供・広報する。このことによって、今後の出現予測や被害防止のための施策に役立てるとともに、操業の効率化と漁獲対象資源の効率的利用に資する。

（2）経過の概要

ア 沿岸調査定点での目視調査

2017年9月から12月まで、松前町白神地区の底建網漁業者から大型クラゲ（主にエチゼンクラゲ）の入網情報を得た（図1）。調査方法は、漁場への行き帰りや底建網操業時に大型クラゲの大きさや数量等を漁業者に記録してもらい、定期的に送られてくる入網情報を（社）漁業情報サービスセンター（以下、JAFIC）へ送付した。

イ 調査船による目視調査

2017年9月から11月まで、当场試験調査船金星丸がCTD観測を行った地点で大型クラゲの目視調査を行った。調査は、道南太平洋の168点、道西日本海の56点、合計224点で実施した。調査結果は、適宜JAFICや関係者にメールで送信した。

ウ 成果の広報

本事業の結果は、他地区の結果とあわせてJAFICおよび北海道水産林務部水産振興課のHPで公表した。

（3）得られた結果

ア 底建網における目視調査

調査を実施した松前地区では、大型クラゲは出現しなかった（表1）。

イ 調査船による目視調査

調査船による沖合域での目視調査では、大型クラゲは目撃されなかった（表2）。

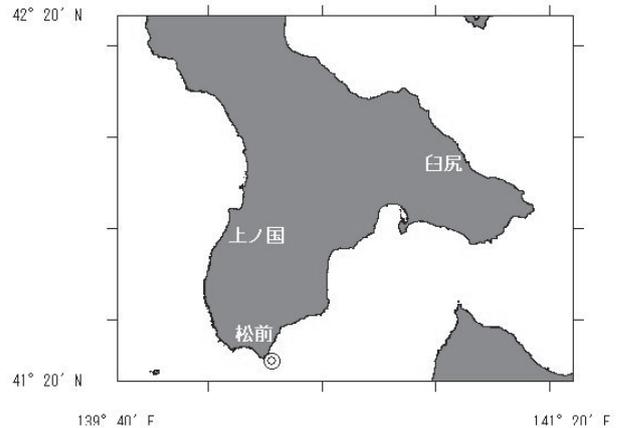


図1 沿岸調査定点（◎：調査定点）

表1 調査定点における大型クラゲの目視数

調査期間		松前
9月	上旬	0
	中旬	0
	下旬	0
10月	上旬	0
	中旬	0
	下旬	0
11月	上旬	0
	中旬	0
	下旬	0
12月	上旬	0
	中旬	0
	下旬	0

表2 調査船による大型クラゲの目視数

調査期間	海域	目視数
8/29-9/5	道南太平洋	0
9/11-13	道南太平洋	0
9/25-27	道南太平洋	0
10/5-8	道西日本海	0
10/14-20	道西日本海	0
11/6-9	道南太平洋	0
11/14-17	道南太平洋	0
11/27-28	道南太平洋	0

調査点数 道南太平洋：168点、道西日本海：56点

17. 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）

17. 1 採苗良否の要因解明

担当者 調査研究部
協力機関

西田 芳則・金森 誠・吉田 秀嗣・渡野邊 雅道
渡島地区水産技術普及指導所
渡島北部地区水産技術普及指導所
胆振地区水産技術普及指導所
栽培水産試験場

(1) 目的

噴火湾では、1992年、1993年、1998年にホタテ浮遊幼生出現数の減少により採苗不振に陥った。養殖用の種苗については、その必要数を地場産の稚貝だけでは確保できず、結果的に、他海域からホタテ稚貝を購入した。稚貝購入により、養殖にかかる生産コストが増加したため、浜からは採苗安定化に向けた対策が切望されている。

ホタテ浮遊幼生の出現数が減少する要因としては、卵質の低下、流れによるホタテ浮遊幼生の湾外流出、などが考えられる。そこで本研究では、卵質を組織学的に評価し、その評価が実際の採苗成績の指標になり得るか検証する。また、湾内外の流れ、水塊分布などを、調査船を用いて調査し、採苗成績を低下させる海況を明らかにする。

(2) 経過の概要

ア 地区別卵巣卵質調査

2017年4月10日に、噴火湾6地区からそれぞれ10個体のホタテガイ（2016年耳吊り貝）の卵巣を採取し、卵母細胞壊死率を調べた。ただし、伊達地区のみ、放流漁場で漁獲後、養殖施設で畜養しているホタテガイを標本とした。なお、2015年から調査地区の見直しを行い、森、八雲、長万部、礼文、虻田および伊達の6地区としている。

イ 調査船によるホタテガイ浮遊幼生分布調査および水温、流れの調査

ホタテ浮遊幼生の分布動態を把握するため、2017年5月9～10日、2017年6月6～7日に、図1に示す調査点において、北原式ネットを用いた深度15mからの鉛直曳きによりホタテ浮遊幼生を採集した。また、同調査点において、海面から海底付近までCTD観測を実施した。航行時にはRD社製ADCPにより流れの連続観測

を行った。なお、ホタテ浮遊幼生は表層に多く分布することから、ADCPでは層厚8m毎に流れのデータが得られるが、本研究では、最上層である深度13mの東

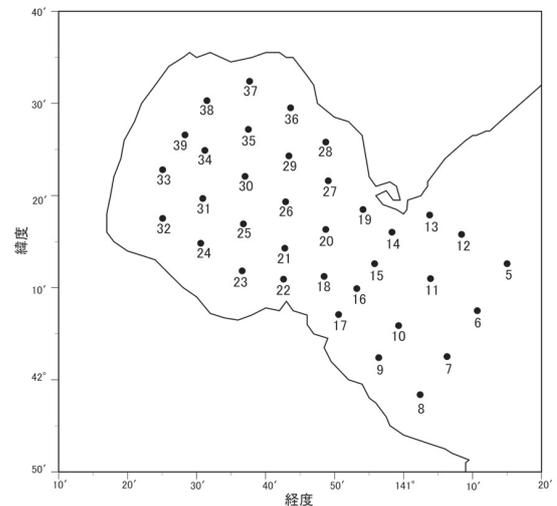


図1 調査点

西、南北流速を解析に使用した。

(3) 得られた結果

ア 地区別卵巣卵質調査

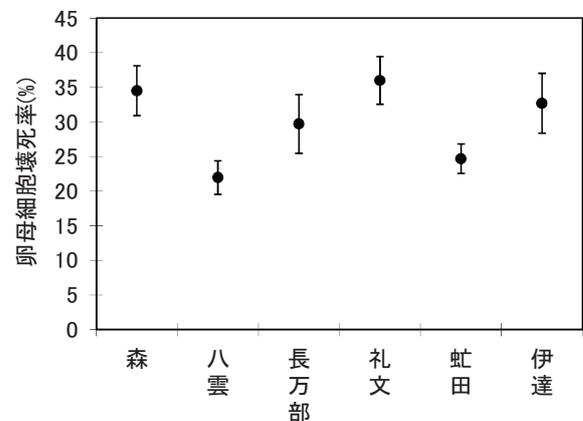


図2 噴火湾各地のホタテガイ卵母細胞壊死率（縦棒は標準誤差，2017年4月10日）

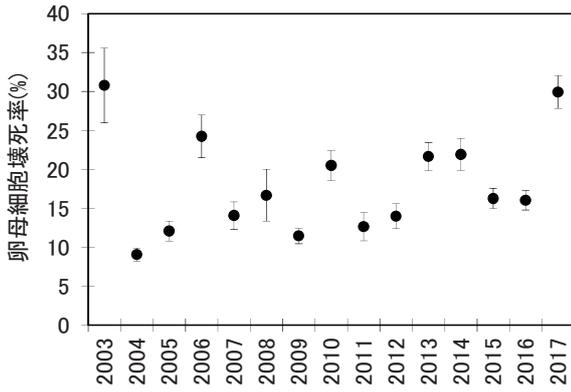


図3 卵母細胞壊死率の経年変化 (縦棒は標準誤差)

卵母細胞の壊死率は平均29.9%で、過去14年の平均(17.2%)を大きく上回り、産卵前の卵巣卵質は悪かったと考えられる(図2, 3)。2016年耳吊り貝は年間をとって顕著な成長不良・生残低下が問題となった世代であり、母貝の状態の悪さが卵巣卵質に反映されたものと考えられる。壊死率は地区間でばらつきがあるものの、渡島海域、胆振海域、湾奥側、湾口側などの地理的な視点からは特徴は認められなかった。

イ 調査船によるホタテガイ浮遊幼生分布調査および水温、流れの調査

2017年5月9～10日におけるホタテガイ浮遊幼生出現数、10m深水温の水平分布を図4に、13m深流速ベクトルの水平分布を図5に示す。ホタテ浮遊幼生は主に湾口部から湾中央部を中心に出現していたが、その分布密度は高いところで100個体台と例年に比べオーダーで1～2桁低くなっていた。

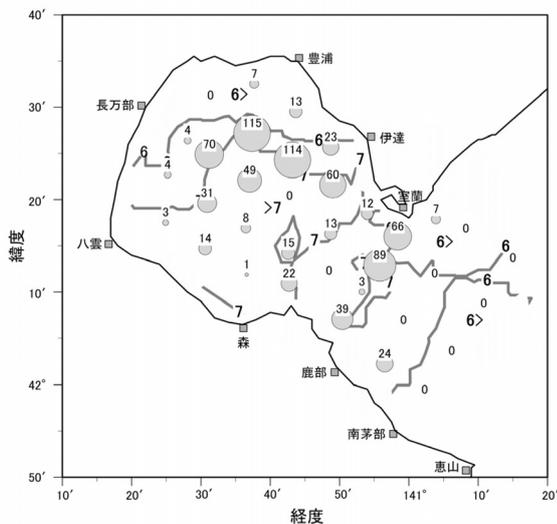


図4 2017年5月9～10日におけるホタテガイ浮遊幼生分布 密度(○印, 個体数/トン)と10m深水温(灰色線)

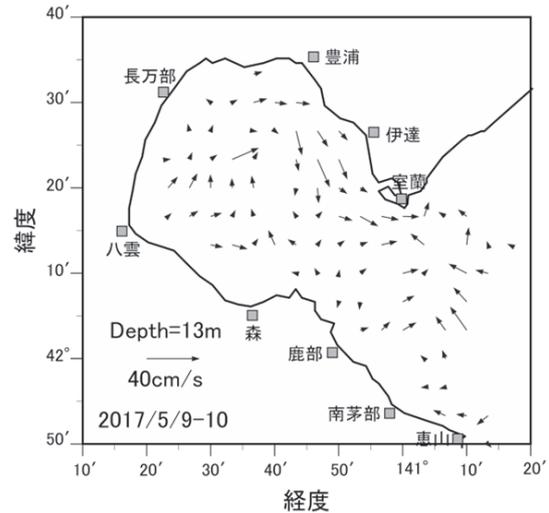


図5 2017年5月9～10日における13m深流速ベクトルの水平分布

ホタテ浮遊幼生の出現数が少ないのは、ホタテの産卵盛期が各海域ともに遅れたことに起因していると考えられる。なお、湾内の10m深水温は湾中央部で約7℃と平年並みであったが、湾奥部の豊浦から長万部にかけては5℃台と例年よりも約1℃低くなっていた。この水温の低い海域でホタテ浮遊幼生の出現数は少ない。13m深流速ベクトルの水平分布から、湾内の流れは20cm/s以下と弱く、時計回りの渦はみられなかった。この時期としては、ほぼ平年並みの流れである。

2017年6月6～7日におけるホタテガイ浮遊幼生出現数、10m深水温の水平分布を図6に、13m深流速ベクトルの水平分布を図7に示す。ホタテ浮遊幼生は、5月とは異なり、湾中央部を中心に約1,000個体台と多数出現していた。しかし、湾内の沿岸寄りの海域では、ホタテ浮遊幼生の分布密度は、森沖を除き、湾中央部に比べ低くなっていた。また、湾外ではホタテ浮遊幼生が出現しない地点が多くみられた。なお、湾内外の10m深水温は約10～11℃であり、例年よりも約1～2℃高かった。

13m深流速ベクトルの水平分布から、湾中央部渡島側の海域には時計回りの渦が形成されていた。図6から、この渦形成がみられる海域でホタテ浮遊幼生の分布密度が高い。したがって、湾中央部でホタテ浮遊幼生が多く分布したのは、沿岸寄りに分布していたホタテ浮遊幼生が渦の形成に伴い湾中央部に集積したためと考えられた。

また、湾外では強い反時計回りの循環流がみられる。湾外でホタテ浮遊幼生数の出現数が少なかったのは、

反時計回りの流れが湾口部を塞ぎ、湾内は閉鎖的になっていたためと考えられる。

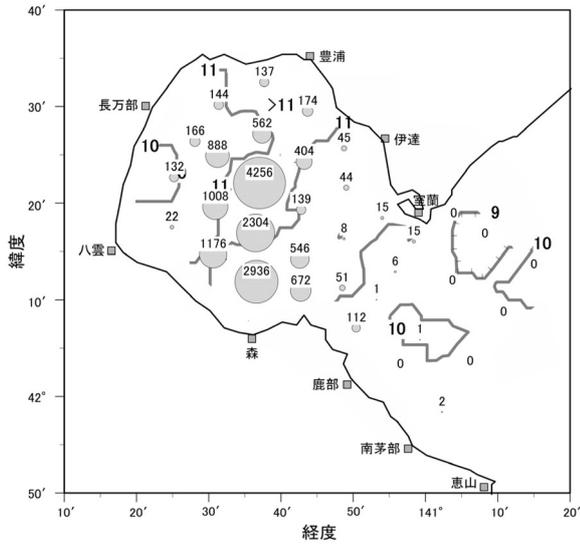


図6 2017年6月6～7日におけるホタテガイ浮遊幼生分布密度 (○印, 個体数/トン) と10m深水温 (灰色線)

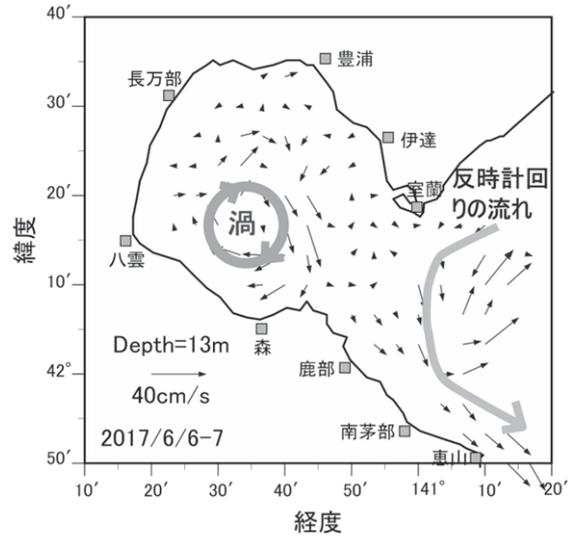


図7 2017年6月6～7日における13m深流速ベクトルの水平分布

17. 2 ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響解明

担当者 調査研究部 金森 誠・吉田 秀嗣
 共同研究機関 栽培水産試験場, 北海道大学
 協力機関 渡島北部地区水産技術普及指導所
 渡島地区水産技術普及指導所
 胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

噴火湾では2008年以降, 北大西洋原産の外来種ヨーロッパザラボヤ *Ascidia aspersa* (Müller, 1776) が垂下養殖ホタテガイに大量付着し, 問題となっている。このホヤは大型で成長が早く, しかも群棲するため, ホタテガイ1枚当たりの付着重量が1kgに達することもある。ヨーロッパザラボヤの大量付着は本養成時における施設管理経費の増大, 水揚げ時における作業効率の低下とホタテガイ脱落による損失, 出荷時における付着物処理費の増大をもたらし, ホタテガイ養殖漁業に深刻な影響を及ぼしている。ヨーロッパザラボヤの大量付着は, 噴火湾の養殖ホタテガイ生産の安定化を推進する上で, 大きな問題となっている。

本調査の目的は, 長期的な調査により, 年変動を含めたヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響を解明すると共に, 漁業者が効率的なヨーロッパザラボヤ対策を進めるための情報発信を行うことである。

(2) 経過の概要

ア 浮遊幼生出現状況調査

2017年6月～2018年6月に, 毎月, ヨーロッパザラボヤ浮遊幼生の調査を行った。八雲沖3マイル定点[図1, Y2(水深32m)]と八雲漁港を結ぶ直線ライン上の2点[図1, Y1(水深17m), Y3(水深40m)]の計3点で, 北原式プランクトンネットを用いて, 鉛直曳きでサンプルを採取した(2017年11月～2018年6月はY3を除く2点)。サンプルは試験場に持ち帰り, 1%グルタルアルデヒドで固定した。固定したサンプルは実体顕微鏡を用いて選別を行い, ヨーロッパザラボヤの幼生を計数した。なお, 2018年4月は海況不良等のため欠測となった。

イ 耳吊りホタテガイへの付着状況調査

2017年6月～2018年3月に, 毎月, ホタテガイに付着したヨーロッパザラボヤの調査を行った。八雲沖3マイル定点付近に垂下された本養成ホタテガイ1連よ

り, ホタテガイを養殖ロープの上部, 中部, 下部から採取した。採取数は, 2017年6月～11月が各5枚, 2017年12月～2018年3月が各3枚である。

調査の対象としたホタテガイは, 2016年夏に採苗, 2017年春に耳吊りを行った通称「新貝」である。採取したホタテガイは, 船上で1枚ずつチャック付きビニール袋に分け入れ, 試験場に持ち帰った。持ち帰ったホタテガイは, 肉眼および実体顕微鏡を用いて観察を行い, 殻上に付着するヨーロッパザラボヤおよびその他付着物を取り外し, それぞれホタテガイ1枚あたりの付着重量の測定を行った。付着重量の測定後, ヨーロッパザラボヤについては, 全個体の体長(体軸の前後方向の長さ)を測定した。なお, 調査地区では漁業者がヨーロッパザラボヤ対策として付着物除去を行っているが, 本調査では付着物を除去していないホタテガイ(以下, 未除去貝)を対象として調査を実施した。

ウ 繁殖生態調査

2017年6月～2018年6月に野外における成熟状況調査を行った。2017年6月～2018年3月はイの調査で採取したホタテガイのうち3枚を選び, 2018年5月, 6月はイと同様の方法で3枚のホタテガイを採取し, 付

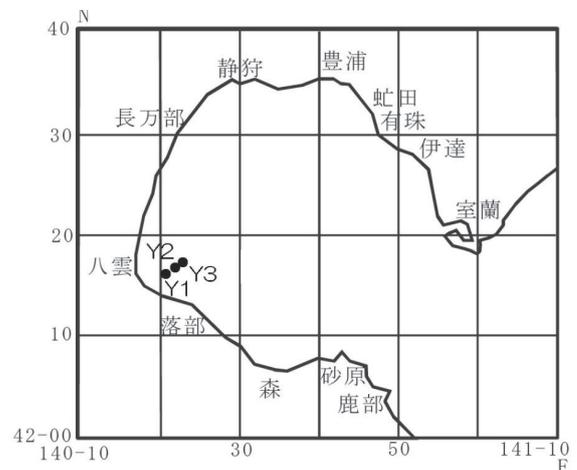


図1. 調査定点

着するヨーロッパザラボヤ全個体の体長を測定後、被囊を除去し、実体顕微鏡で観察を行い、輸精管および輸卵管への精子および卵の蓄積の有無を記録した。

エ ホタテガイへの影響調査

ホタテガイの測定は2017年11月～2018年3月まで毎月1回、イの調査と同じ耳吊り本養成ホタテガイ（1連約200個体）を対象として行った。耳吊りロープ（約13m）の上部、中部および下部から各10個体を採取した。採取した貝は、殻高、全重量、軟体部重量、貝柱（閉殻筋）重量、中腸腺重量、生殖巣重量を測定した。解析には、「2. 5 噴火湾養殖ホタテガイの成長モニタリング」で得られた付着物を除去したホタテガイ（除去貝）の調査結果も用いている。なお、2018年3月はヨーロッパザラボヤによる脱落のため、サンプル採取が難しく、上層10個体みのデータである。11月～翌1月は1連から回収した生貝数を計数し、1連200枚と仮定して生残率を算出した。2月および3月はヨーロッパザラボヤの増重による脱落が著しく、生残率は算出しなかった。

(3) 得られた結果

ア 浮遊幼生出現状況調査

ヨーロッパザラボヤの浮遊幼生は、6～11月に出現した。12月～翌5月に浮遊幼生は見られず、6月に再び出現した（図2）。ヨーロッパザラボヤの幼生は浮遊期に摂餌しない卵黄栄養発生型であり、浮遊幼生期間は数時間～数日と短い。浮遊幼生が見られた期間を産卵期とすると、2017年の産卵期は6～11月と推測され、ほぼ例年どおりと考えられる。

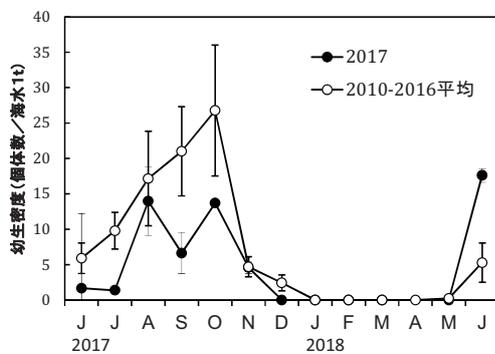


図2. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ浮遊幼生密度の季節変化。縦棒は標準誤差を示す。

イ 耳吊りホタテガイへの付着状況調査

ヨーロッパザラボヤのホタテガイ上の付着個体数は、6～9月に増加した（図3）。この間、ヨーロッパザラボヤがホタテガイに付着したと考えられる。付着個体数は10月以降、緩やかに減少した。過去5ヶ年の平均と比較すると、付着個体数は平年並みであった。

体長5mm未満の稚ボヤは、6～9月に多く見られた。10月以降は、稚ボヤはほとんど見られず、秋～春は新たな個体の付着はほとんど起きていない。ヨーロッパ

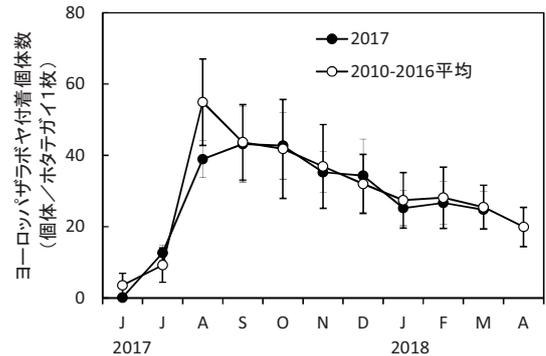


図3. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ付着個体数の季節変化。縦棒は標準誤差を示す。

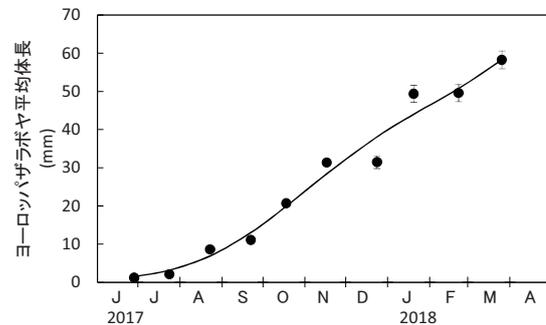


図4. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ平均体長の季節変化。縦棒は95%信頼区間を示す。

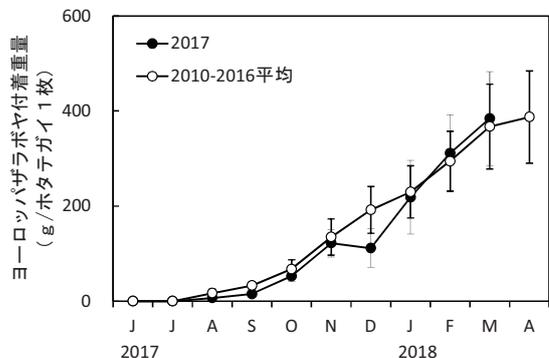


図5. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ付着重量の季節変化。縦棒は標準誤差を示す。

ザラボヤは調査期間をとおして、よく成長し、3月の平均サイズは58.2mmであった(図4)。過去7ヶ年の3月の平均サイズは54.4mmであり、平年よりもやや成長が良かったと考えられる。ヨーロッパザラボヤの付着重量は調査開始から増加が続き、3月には384.4gに達した(図5)。付着重量の季節変化はほぼ平年並みであった。3月の未除去貝の平均重量は105.1gであったことから、ホタテガイの3倍以上の重量のヨーロッパザラボヤが付着していたことになる。

ウ 繁殖生態調査

卵と精子を蓄積したヨーロッパザラボヤ(成熟個体)は6~7月には見られず、8月に初めて出現した(図6)。その後、成熟個体の割合は増加し、9月では9%、10月では24%、11月では35%に達した。12月~翌3月の調査では平均で33%と11月とほぼ同じ割合であり、11月以降は成熟が進まなかったと考えられる。成熟個体の割合は5月の調査では72%、6月の調査では93%と再び増加することから、水温が上昇する5~6月に再び成熟が進むと考えられる。成熟個体の割合が増加する9~11月は浮遊幼生が見られる時期であることから、この期間に成熟した個体は加入年から繁殖を開始し、この期間に成熟しなかった個体は加入翌年から繁殖を開始すると推察される。ア、イおよびウの調査結果は計6回にわたり、「平成29年ホヤ類調査結果速報」として、函館水産試験場HPで公表するとともに、各地区水産技術普及指導所および漁協を介して漁業者

への情報提供を行った。

エ ホタテガイへの影響調査

未除去貝では、8月以降、ヨーロッパザラボヤが優占し、特にホタテガイの出荷時期の12月~翌3月は付着生物重量の70~82%を占めていた(図7A)。12月~翌3月の除去貝に付着していたヨーロッパザラボヤの平均重量(54.2g)は未除去貝に付着していたヨーロッパザラボヤの平均重量(229.8g)の1/4以下であり(図7B)、両者を比較することで、ヨーロッパザラボヤのホタテガイへの影響を検討できると考えられる。

殻高および各部位の重量は、常に除去貝の数値が未除去貝を上回っており、ヨーロッパザラボヤの影響と考えられた(図8A, B, C, D, E)。11月~翌3月の殻高、各部位の重量および生殖巣指数の各月平均値について、除去貝および未除去貝で比較したところ、殻高、各部位の重量は全て統計的に有意な差が認められた($p < 0.05$, paired t -test)。一方、生殖巣指数には有意な差が認められなかった($P = 0.054$, paired t -test)。過去のデータでは除去貝と未除去貝の成長を比較した場合、生殖巣指数にも明瞭な差がみられる場合が多く、ヨーロッパザラボヤの大量付着はホタテガイの生殖巣の発達に大きく影響することが指摘されている。ところが今回の結果では、12月や3月ではほとんど生殖巣指数に差がなく、未除去貝のホタテガイは成長で劣るものの、そのサイズに見合った生殖巣を発達させていたと言える。

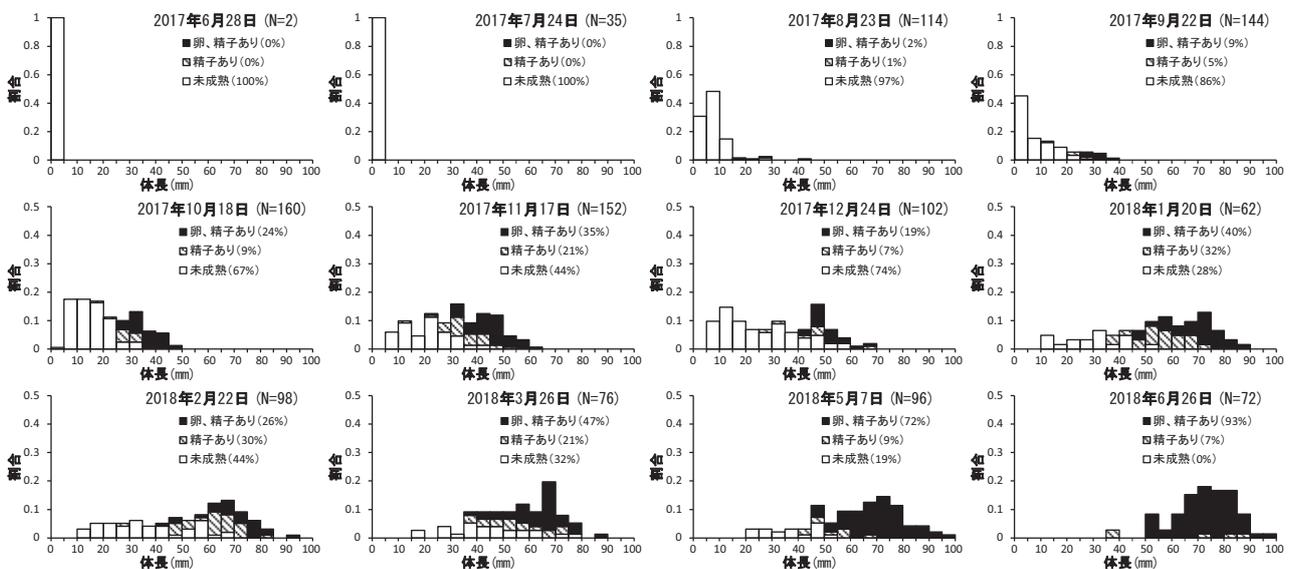


図6. 噴火湾八雲調査定点におけるヨーロッパザラボヤの体サイズと成熟状況の季節変化。

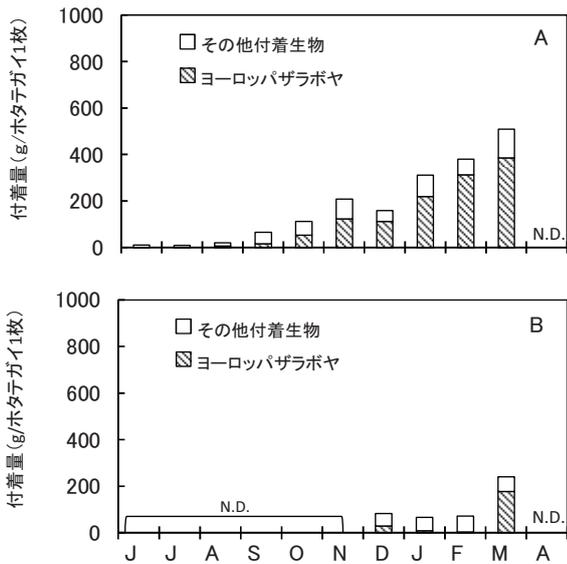


図7 噴火湾八雲調査点におけるホタテガイ付着生物重量の季節変化。(A) 未除去貝, (B) 除去貝。付着物の除去は9~10月に行われ, 除去貝の調査は12月から実施した。

国内の養殖ホタテガイの種苗は天然採苗で確保されている。噴火湾や陸奥湾などでは、垂下養殖されているホタテガイが母貝として機能していると考えられている。そのため、ヨーロッパザラボヤの大量付着が養殖ホタテガイの生殖巣の発達に影響する場合、母貝の質を介して、採苗に悪影響を及ぼす可能性は否定できない。幸い、噴火湾ではここ15年以上、深刻な採苗不良は起きていないが、2015年以降、養殖ホタテガイのへい死が頻発したことに伴い、海域内で母貝となるホタテガイの量が少なくなっていることが懸念される。母貝の量が減少した場合、必然的に母貝の質の重要性が高まることになる。今後、万が一、噴火湾の天然採苗が不安定となった場合、ヨーロッパザラボヤの大量付着が養殖ホタテガイの母貝の質に与える影響についても詳しく分析する必要があり、本調査のような経年比較できるデータの蓄積は重要と考えられる。

未除去貝および除去貝の比較が可能な11月~翌1月のホタテガイの平均生残率は未除去貝で26.7%, 除去貝で77.8%であった(図9)。今回の結果では、明らかに未除去貝の生残率が低く、ヨーロッパザラボヤの大量付着が生残に悪影響を及ぼした可能性がある。

しかし、2017年耳吊り貝よりもヨーロッパザラボヤの付着量が多かった2010年、2014年、2015年耳吊り貝の調査では、付着物除去の有無によるホタテガイ生残

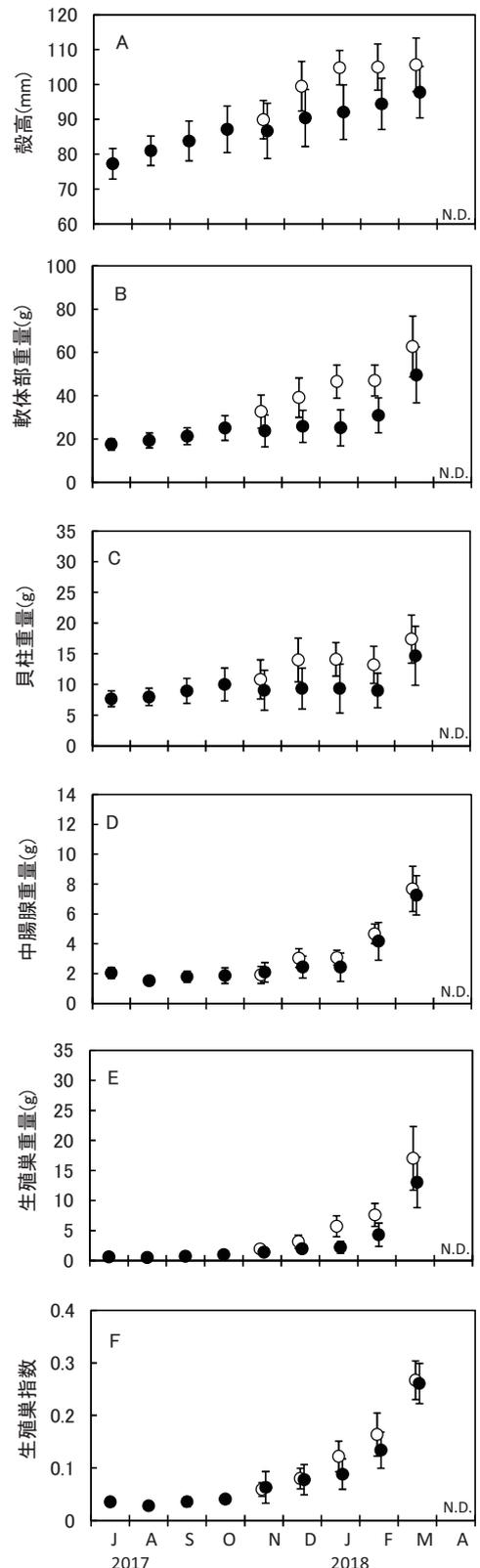


図8 噴火湾八雲調査点におけるホタテガイの(A) 殻高, (B) 軟体部重量, (C) 貝柱重量, (D) 中腸腺重量, (E) 生殖巣重量, (F) 生殖巣指数の季節変化。●: 未除去貝, ○: 除去貝。縦棒は標準偏差を示す。

への影響は認められず、ヨーロッパザラボヤの大量付着は、養殖ホタテガイの直接的な死亡要因にはならないと考察されている。

調査に協力いただいている漁業者の話では、2017年は施設の端に垂下していた連について付着物除去作業を行わずにサンプル用に残しておいたが、施設の反対の端に吊るされていた付着物除去を行った連も生残が

悪いとのことであった。従って、未除去貝で生残率が低かった理由は、ヨーロッパザラボヤの影響ではなく、施設の中で垂下されていた位置が影響していた可能性もある。ヨーロッパザラボヤの大量付着による生残への影響については、継続した調査を行い、慎重に結論づけるべきであろう。

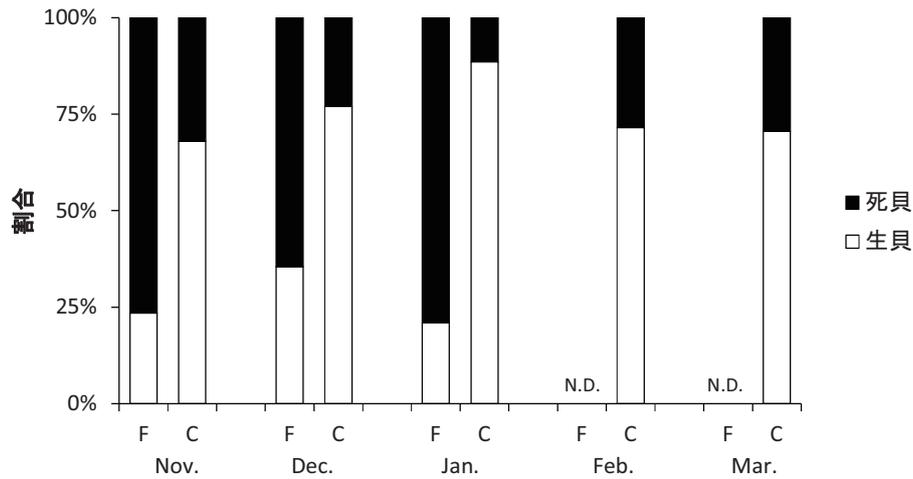


図9 噴火湾八雲調査点におけるホタテガイの生貝と死貝の割合。Fは未除去貝 (Fouled) , Cは除去貝 (Clean) 。

18. 噴火湾養殖ホタテガイ稚貝へい死リスク評価調査研究（受託研究）

担当者 調査研究部 西田 芳則・吉田 秀嗣
 協力機関 渡島北部地区水産技術普及指導所
 釧路水産試験場

（1）目的

噴火湾のホタテガイ養殖では、10年に数度（1996, 2003, 2004, 2009年度）、稚貝の大量へい死が生じている。稚貝の大量へい死は本養殖用の種苗を不足させるため、ホタテ生産量が減少する。例えば、2003年度の大量へい死では、稚貝不足により、2004年度のホタテ生産量は前年に比べ43%も減少した。このような背景のもと、稚貝のへい死が予測できれば、稚貝購入の対策を早期に立てられるため、へい死リスクの評価とその情報提供が求められている。

前事業では、例年と異なる環境変動（①津軽暖流水の流入遅れ、②底層の貧酸素化の進行、③秋の対流混合層の弱化）が生じた場合には稚貝のへい死が生じやすいとの仮説のもと、へい死のリスク度を評価し、その情報を漁業者へ配信した。しかし、例年と異なる海洋環境がどのようなプロセスでホタテ稚貝の生息環境を悪化させるかについてはわかっていない。そこで、特異的な海洋現象の発現からホタテ稚貝がへい死するまでのプロセスを、現地観測、過去資料の再検討により明らかにし、その知見をもとに、現行のへい死リスク評価手法を改善し、予測精度の向上を図る。

（2）経過の概要

ア 特異的な海洋現象の発現に起因した湾内海況変化の評価

噴火湾およびその周辺海域の海況（水塊交替、底層の溶存酸素量）を把握するため、6月6～7日、9月11～13日、11月27～28日、2018年2月19～20日に、図1に示す調査点においてCTD観測（水温、塩分、溶存酸素量）を実施した。また、Sta. 30, 31, 34, 38地点においては、海底直上の溶存酸素量を把握するため、海面から海底までASTD観測を行った。

噴火湾において津軽暖流水の流入状況を数値的に把握するため、前年度作成したプログラム（perl）を用いて、津軽暖流水の湾内占有率を求めた。なお、水温6℃以上、塩分33.6以上を津軽暖流水の指標とした。

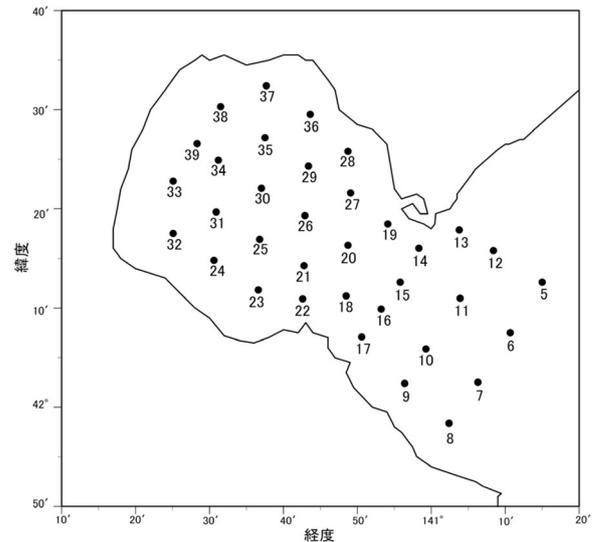


図1 調査点

（3）得られた結果

ア 特異的な海洋現象の発現に起因した湾内海況変化の評価

噴火湾における水塊占有率の月変化を図2に示す。津軽暖流水の流入は9月の観測から認められ、9月の占有率は約9%と平年並であった。その後占有率は、12月には88%となり平年を上回った。したがって、2017年における津軽暖流の湾内への流入状況はほぼ平年並みである。

渡島北部水産技術普及指導所がホタテ中間育成終了時の3月に毎年実施しているホタテガイ稚貝成育調査結果によれば、渡島5単協で平均したホタテ稚貝のへい死率は約30%と平年を上回った。暖流が正常に湾内へ流入した2017年に大規模なへい死が生じており、津軽暖流の非流入とへい死との因果関係は無いと推察される。

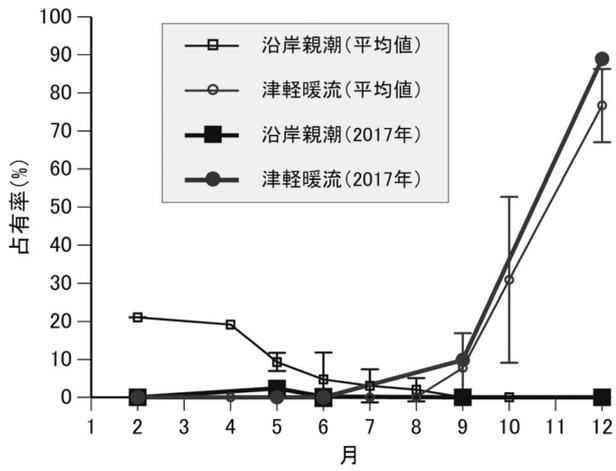


図2 噴火湾に分布する水塊の湾内占有率

19. 対EU輸出向けホタテガイに係るプランクトン検査委託業務（受託研究）

担当者 調査研究部 吉田 秀嗣・金森 誠

（1）目的

北海道産ホタテガイのEU輸出に際して必要な衛生基準の一部を満たすために、毒素産生性プランクトンの検査を実施する。

（2）経過の概要

日本産ホタテガイのフランス向け輸出は1974年に始まり、1989年には4,400t（製品ベース）58億円を記録した。しかし、1990年に輸出された冷凍ホタテガイから規制値を超える貝毒が検出されたとして、日本産ホタテガイのフランスへの輸入が禁止された。1992年には、輸入禁止措置がEU全体に拡大された。その後、1995年3月に一時輸入禁止措置が解禁されたが、同年4月のEUによる査察の結果、「日本の衛生管理体制が不十分」とされ、日本産水産物の輸入が全面的に禁止された。同年12月にはホタテガイを除く水産物に関しては禁輸措置が解除された。1996年3月に日本の厚生労働省が、EUに流通するホタテガイ等二枚貝の衛生要件を定めたEU指令に基づき「対EU輸出ホタテガイ等二枚貝の取扱要領」を策定した。この時点で、貝毒等の行政職員によるモニタリングが義務化された。2001年9月にEUによる査察が青森県で実施され、翌年6月に青森県陸奥湾東部海域産ホタテガイの輸入再開がEUにより決定され、2003年1月から輸出が再開された。2003年2月に、北海道厚生局による噴火湾北西部海域の海域指定承認を受け、北海道が同海域を海域指定した。2003年3月には噴火湾北西部海域がEU官報に公

示され、輸出が再開された。同様に2005年11月に網走中部海域、2012年9月に宗谷北東部海域および網走北部海域、2013年9月に網走南部海域、2014年1月に宗谷南部海域がEU官報に公示された。

貝毒等のモニタリング義務化を受け、北海道は「北海道対EU輸出ホタテガイ管理要領」を策定し、EU向け出荷時期に指定海域における貝毒等のモニタリングを実施している。モニタリング項目は貝毒・微生物・化学物質検査、毒素産生性プランクトン検査であり、検体の採取は行政職員による実施が義務づけられている。

函館水産試験場は、毒素産生性プランクトンの検査を担当している。なお、2013年度までは網走水産試験場が宗谷北東部海域、網走北部・中部・南部海域の検査を担当していた。委託元は、2014年度より北海道から北海道ほたて漁業振興協会に変更された。

（3）得られた結果

北海道貝類対策委員会が策定したサンプリング計画に基づき、表1に示す毒素産生性プランクトンについて43回、658検体の検査を行った（表2）。各種プランクトンの出現密度は北海道ほたて漁業振興協会および北海道水産林務部に報告した。なお、宗谷北東部・南部海域、網走北部・中部・南部海域における検査は、(株) 福田水文センターに再委託した。今年度の毒素産生性プランクトン出現密度の結果概要は表3、4に示した。

表1 検査対象となっている毒素産生性プランクトン

	麻痺性貝毒プランクトン	脂溶性(下痢性)貝毒プランクトン
噴火湾北西部海域	<i>Alexandrium tamarense</i>	<i>Dinophysis fortii</i>
	<i>Alexandrium catenella</i>	<i>Dinophysis acuminata</i>
	<i>Gymnodinium catenatum</i>	<i>Dinophysis norvegica</i>
宗谷北東部・南部海域、網走北部・中部・南部海域	<i>Alexandrium tamarense</i>	<i>Dinophysis tripos</i>
	<i>Alexandrium catenella</i>	<i>Dinophysis acuminata(ovum)</i>
		<i>Dinophysis caudata</i>
		<i>Dinophysis fortii</i>
		<i>Dinophysis infundibulus</i>
		<i>Dinophysis mitra</i>
		<i>Dinophysis norvegica</i>
		<i>Dinophysis rudgei(rotundata)</i>
		<i>Dinophysis tripos</i>

表2 毒素産生性プランクトンの検査回数

生産海域	検査回数(検体数)
噴火湾北西部海域	3(18)
宗谷北東部海域	5(80)
宗谷南部海域	3(48)
網走北部海域	8(128)
網走中部海域	13(208)
網走南部海域	11(176)

表3 噴火湾北西部海域における毒素産生性プランクトンの出現密度(細胞/L)

	噴火湾北西部 2018.2.26-2018.3.26		
	平均	最小	最大
<i>A. tamarense</i>	1	0	20
<i>A. catenella</i>	0	0	0
<i>G. catenatum</i>	0	0	0
<i>D. fortii</i>	0	0	0
<i>D. acuminata</i>	19	0	60
<i>D. norvegica</i>	1	0	10
<i>D. tripos</i>	0	0	0

表4 宗谷および網走海域における毒素産生性プランクトンの出現密度(細胞/L)

	宗谷北東部 2017.6.5-2017.7.31			宗谷南部 2017.6.5-2017.7.3			網走北部 2017.6.8-2017.8.21			網走中部 2017.6.1-2017.10.17			網走南部 2017.5.30-2017.9.27		
	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大
<i>A. tamarense</i>	1	0	30	0	0	10	12	0	1,230	4	0	220	3	0	50
<i>A. catenella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. acuminata(ovum)</i>	5	0	70	3	0	20	5	0	150	2	0	30	7	0	80
<i>D. caudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. fortii</i>	3	0	30	4	0	10	3	0	40	3	0	90	9	0	80
<i>D. infundibulus</i>	1	0	10	1	0	10	0	0	10	1	0	20	2	0	10
<i>D. mitra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	20
<i>D. norvegica</i>	4	0	120	0	0	10	3	0	130	0	0	10	3	0	70
<i>D. rudgei(rotundata)</i>	4	0	40	1	0	10	3	0	40	3	0	30	3	0	30
<i>D. tripos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20. 養殖コンブ種苗生産工程基礎研究（採苗技術改良試験）（受託研究）

担当者 調査研究部 前田 高志
 協力機関 南かやべ漁業協同組合、えさん漁業協同組合
 戸井漁業協同組合、函館市漁業協同組合
 中央水産試験場、函館市、渡島総合振興局

（1）目的

種苗生産の現状と問題点を把握し、技術の見直しと改善策を図る。

（2）経過の概要

ア コンブ母藻成熟技術の開発

（ア）天然マコンブ成熟状況調査

2017年4月～2018年3月にかけて、函館市大船町の大舟漁港内斜路に形成されたマコンブ群落を対象に胞子体の成熟状況を調査した（図1）。

材料の胞子体は、陸上または船上から無作為に採集し、葉状部の湿重量（g）、葉状部の乾燥重量（g）を測定するとともに、葉状部の乾燥歩留り（葉状部乾燥重量／葉状部湿重量×100）（%）を算出した。なお、乾燥重量は、乾燥機を用いて60℃で2日以上乾燥させた後に測定した。また、子嚢斑が形成された個体の出現頻度（成熟率）や子嚢斑の形成状況、葉状部の裏面に形成された子嚢斑形成範囲（葉状部裏面の子嚢斑の長さ／葉長×100）（%）を調べた（図2）。いずれの測定値も1年目胞子体と2年目胞子体を区別せずに平均値を算出した。

子嚢斑形成に關与する環境要因を特定するため、マコンブの群落が形成された水深帯にHOB0ペンダントシリーズ温度/照度ロガー（Onset Computer Corporation）および小型メモリー光量子計（JFEアドバンテック株式会社）を設置し、水温および光量子量を連続観測した。水温は1日の平均値、光量子量は月の平均値を算出して示した。

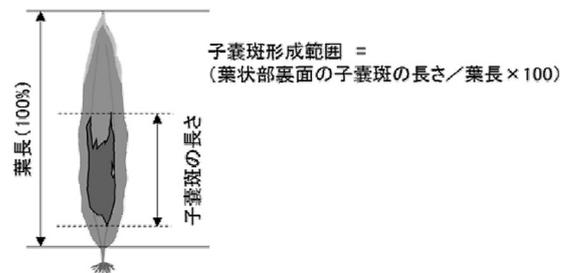


図2 マコンブ胞子体の形成範囲。

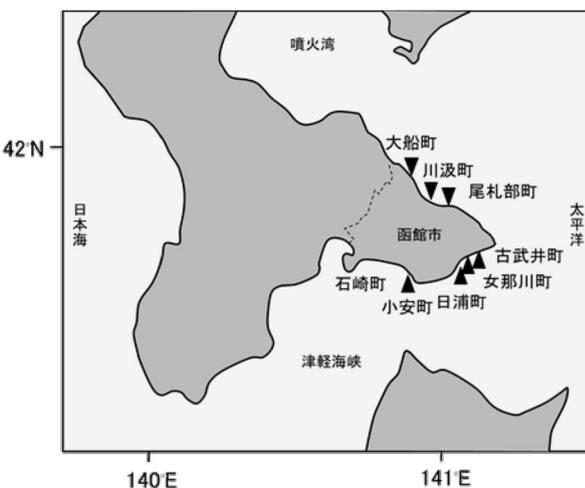


図1 調査地点およびサンプルの採集地点。

（イ）コンブ葉片の子嚢斑形成に及ぼす光周期の影響

材料には、函館市川汲町産のマコンブ配偶体から作出した12個体の胞子体を用いた（図1）。各胞子体の葉状部の葉元付近から、それぞれ直径1cmの円形葉片を切り取った。2つの培養水槽を用意し、各水槽に6個体の胞子体由来する6枚の葉片を1組として入れた。これらを光周期4条件：2L:22D, 4L:20D, 6L:18D, 8L:16D, その他の培養条件は水温10℃, 光量子量80 μmol/m²/sとし、既定の半分の濃度に調整した500mlの栄養強化海水（1/2ES培地）¹⁾を用いて通気培養した。培地は1週間ごとに全量交換し、その際、葉片の子嚢斑形成の有無を調べた。

（ウ）成熟誘導葉片を用いたマコンブの種苗生産および養殖試験

a 成熟誘導個体由来種苗の健苗性の評価

材料のマコンブ胞子体は函館市小安町沖で採集した（図1）。胞子体葉状部の中央付近から直径1.5cmの円形の葉片6枚を切り取り、水温10℃, 光量子量80 μmol/m²/s, 光周期8L:16D, 500mlの1/2ES培地中で通気培

養して成熟誘導した。子囊斑が形成された葉片は、滅菌海水を用いて表面を洗浄した後、密封した直径90mmプラスチックシャーレに入れ、冷暗所で一晚保存した。翌日、これらの葉片を滅菌濾過海水に浸し、遊走子液を得た。この希釈液に採苗器（方形のプラスチック板に長さ約10mの燃糸を巻き付けたもの）を浸け、遊走子を燃糸に付着させた。これを水温10℃、光量子量 $80 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期12L:12D、4ℓの栄養強化海水（NT-ES培地）中で通気培養し²⁾、養殖種苗とした。種苗は2017年11月7日、函館市石崎町沖の養殖施設に設置した。試験開始後は現地の養殖手法に則して養成し、2017年12月、2018年2月に1株分の養成個体（1本の種苗糸から芽生えた個体の集合）を採集し、葉長、葉幅、葉湿重量、葉乾燥重量、乾燥歩留まりを測定した。

b 成熟誘導技術を利用したガゴメの促成養殖試験

材料の未成熟なガゴメ胞子体は、函館市尾札部町沖で採集した（図1）。葉状部の中央部付近から直径2.1cmの円形の葉片を切り取り、水道水と滅菌海水で葉片の表面をよく洗浄した。これをアー（ウ）-aの方法に従って成熟誘導し、種苗生産した。種苗は2017年10月27日に函館市大船町沖の養殖施設に設置した。試験開始後は、毎月の調査時に1株分の養成個体を採集し、葉状部のサイズが大きい方から20個体の葉長や葉幅、葉湿重量を測定した。また、付着生物の有無を観察した。

イ コンブ種苗保存、増殖技術の開発

（ア）低光量条件下でのマコンブ配偶体の培養試験

材料のマコンブ胞子体は、函館市日浦町沖で採集した（図1）。アー（ウ）-aにある方法に従って遊走子を採取した。これらを直径90mmのプラスチックシャーレに移し、光量子量3条件： $1 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、 $2 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、 $3 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、その他の培養条件は水温10℃、光周期12L:12Dとし、30mlの1/2NT-ES培地を使用して静置培養した。培養開始から2ヶ月後に倒立顕微鏡を用い、5mm×5mmの範囲に存在する配偶体を観察し、雌性配偶体の成熟の有無を調べた。

（イ）低光量子量下での配偶体増殖試験

材料には、函館市川汲町産のマコンブ配偶体（長期保存株）を使用した（図1）。雌性配偶体と雄性配偶体に選別した後、それぞれをミキサーでよく細断した。

これらを孔径200 μm のメッシュで濾し、濾液中に存在する配偶体を回収した。雌性配偶体（0.13g）のみを使用した試験区、雄性配偶体（0.067g）のみを使用した試験区、雌雄を混合（雌性配偶体0.13gと雄性配偶体0.067g）して使用した試験区を設定し、これらを水温5条件：5℃、10℃、15℃、20℃、25℃、その他の培養条件を光量子量 $1 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期12L:12Dとし、30mlの1/2NT-ES培地を使用して静置培養した。培養開始時と2ヶ月後に倒立顕微鏡を用い、無作為に選択した20個体の配偶体を撮影し、その投影面積を算出して生長量を比較した。

（ウ）長期保存した配偶体種苗を用いた養殖試験

材料には、函館市古武井町で採集したマコンブ胞子体由来する配偶体を用いた（図1）。雌性配偶体0.095g、雄性配偶体0.037gを150mlの滅菌濾過海水に入れ、ハンドミキサーで30秒間細断した。これを採苗器の片面に注ぎ、これにさらに150mlの1/2NT-ES培地を加えて2-3週間の静地培養を行った。次いで、アー（ウ）-aの方法に従って種苗生産し、2017年10月25日に日浦町沖の養殖施設に設置した（図1）。養殖開始後は毎月調査を行い、形態的異常の有無を観察するとともに1株を採集し、葉長や葉幅を測定した。

また、収穫期の7月にはこれらの項目のほか、乾燥歩留まりを調べた。

（エ）長期保存種苗糸を用いた養殖試験

材料には、函館市日浦町沖で採集したマコンブ胞子体を用いた（図1）。アー（ウ）-aの方法に従って遊走子を採取した。これを1ℓの1/2NT-ES培地と採苗器とともにプラスチック袋に入れ、10℃、光量子量 $1 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で約6ヶ月間保存した。2017年8月21日に光量子量を $80 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ に増やし、発芽体が観察された時点で、アー（ウ）-aの方法に従って種苗生産した。2017年10月25日、日浦町沖の養殖施設で養殖試験を開始した。養殖開始後はイ-（ウ）と同様の観察を行った。

（3）得られた結果

ア コンブ母藻成熟技術の開発

（ア）天然マコンブ成熟状況調査

乾燥歩留まりは5月まではおよそ11%で推移し、6月以降は徐々に増加する傾向が見られた（図3）。8月下旬には、最大の $19.3 \pm 3.3\%$ となり、それ以降は

徐々に低下して増加前の11%程度となった。

成熟率は7月以降、急速に増加して10月の調査時には観察したすべての個体に子嚢斑が形成された(図4)。11月以降は、子嚢斑が消失する個体が見られるようになり、翌年の3月までに成熟率は30%まで低下した。

子嚢斑形成範囲は7月以降、徐々に広がり、10月にはおよそ80%に達した。その後、面積は縮小し、3月には5%以下となった(図5)。なお、子嚢斑は葉状部の裏面から形成され、10月の調査時にはほとんどの個体の葉状部両面に形成された(図6)。

漁港内の水温は4月以降上昇し、7月に最大となり9月頃まで高水温で推移した(図7)。その後は徐々に低下し、2月には2℃台となった。漁港内海底付近の光量子量は、2017年は5月以降、徐々に増加する傾向が見られ、9月に最大となった(図8)。

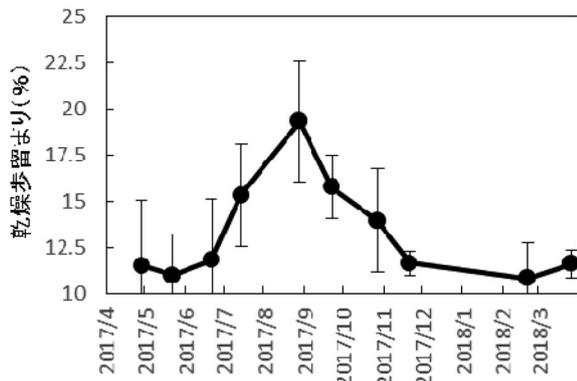


図3 2017年4月～2018年3月にかけての天然マコンプ胞子体の乾燥歩留まりの変化。エラーバーは標準偏差を示している。

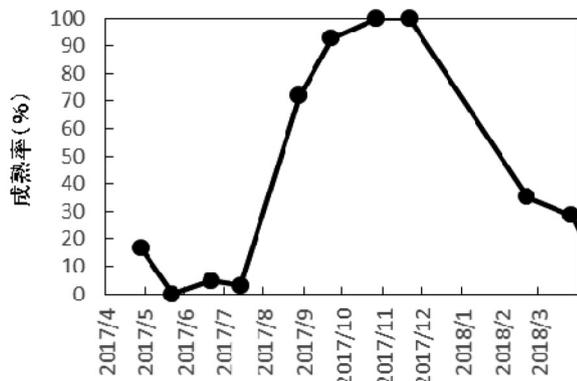


図4 2017年4月～2018年3月にかけての天然マコンプ胞子体の成熟率の変化。

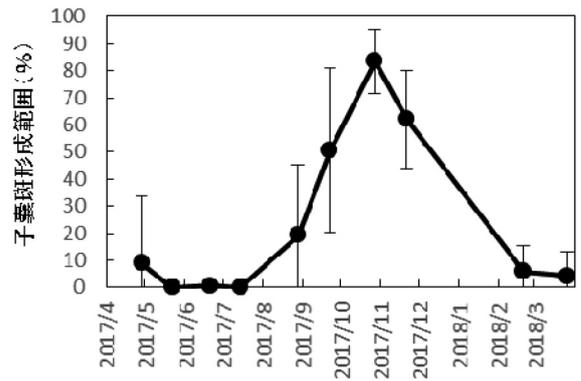


図5 2017年4月～2018年3月にかけての天然マコンプ胞子体の子嚢斑の形成範囲の変化。エラーバーは標準偏差を示している。

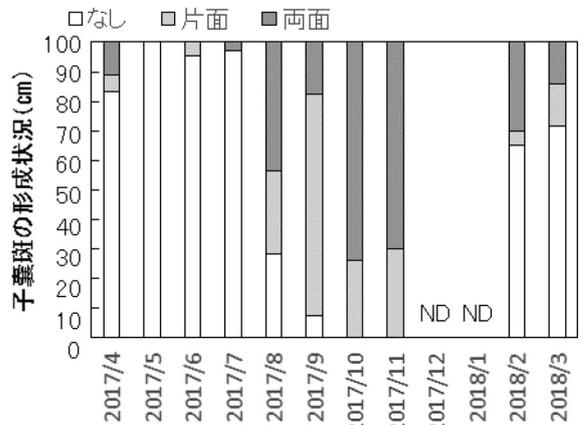


図6 マコンプ胞子体葉状部の裏面と表面の子嚢斑形成率の季節変化。NDは欠測またはマコンプの消失により、データが無いことを示す。

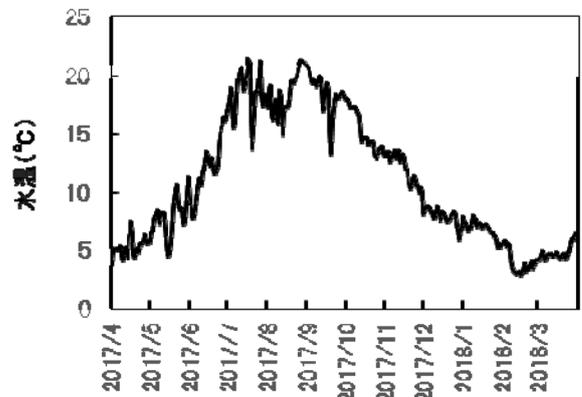


図7 大舟漁港内の水温の推移。

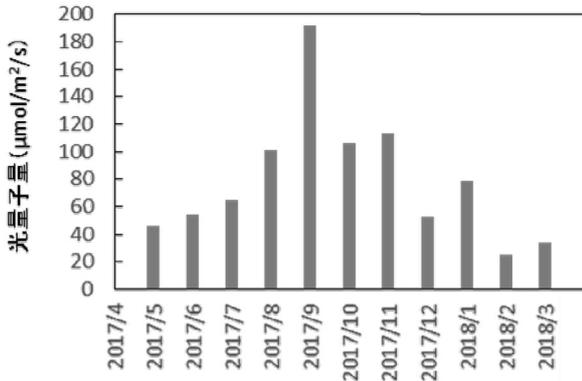


図8 大舟漁港内の月別の光量子量の推移.

(イ) 成熟誘導試験

a コンプ葉片の子嚢斑形成に及ぼす光周期の影響

4L:20D, 6L:18D, 8L:16Dでは葉片に子嚢斑が形成されたが, 2L:20Dでは培養期間中に子嚢斑は形成されず, 徐々に枯死した(図9)。6L:18Dでは, 子嚢斑が早く形成される傾向が見られ, 培養4週目には全ての葉片に子嚢斑が形成された。

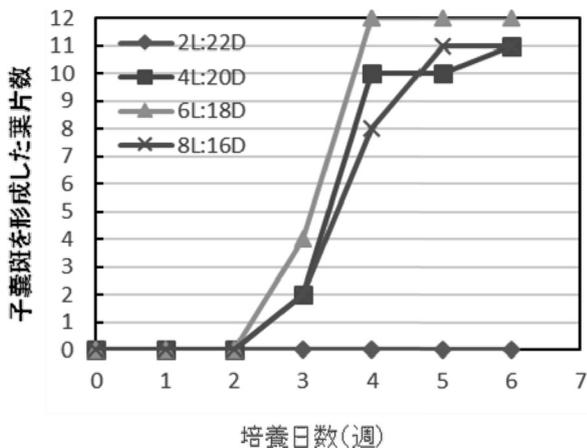


図9 子嚢斑の形成に及ぼす光周期の影響

(ウ) 成熟誘導葉片を用いた種苗生産および養殖試験

a 成熟誘導個体由来種苗の健苗性の評価

成熟誘導した葉片を用い, およそ10mの種苗糸が得られた。種苗の密度は73個体/cm (撚糸1cmあたりに付着する肉眼で観察可能なサイズの個体数)であった。2017年12月の調査時には, 種苗に芽落ちや形態的な異常は見られなかった。また, 養成開始から約3ヶ月経過した2018年2月16日の観察時には, 葉長が4~5mに達しする個体も見られ, 同時期に調査した通常の種苗(種苗センターで生産された種苗)由来の個体のサイズと大きな差異は認められなかった。

b 成熟誘導技術を利用したガゴメの促成養殖試験

沖出後, 1ヶ月間は大きな生長は認められず, 11月までは多くの個体は平均葉長1~2cmに留まった。それ以降は急速に生長し, 3月の調査時には, 平均葉長は110cm±19.0cm, 平均葉幅は11.2±1.5cmとなった(写真1, 図10-11)。また, 観察した中で最大の個体では葉長148.0cmに達した。この時, 葉状部の平均湿重量は61.9±25.1gとなり(図12), 1株あたりの重量はおよそ1.2kgであった。なお, 2017年10月~2018年3月にかけて葉状部に付着する生物は見られなかった。また, 種苗に芽落ちや形態的な異常は見られなかった。

イ コンプ種苗保存, 増殖技術の開発

(ア) 低光量子量下でのマコンブ配偶体の培養試験

2~3 μmol/m²/sでは1~2%の雌性配偶体に卵の形成が観察され, 胞子体の発芽が見られた(図13)。1 μmol/m²/sでは胞子体への移行は観察されず, 配偶体の状態で留まっていた。

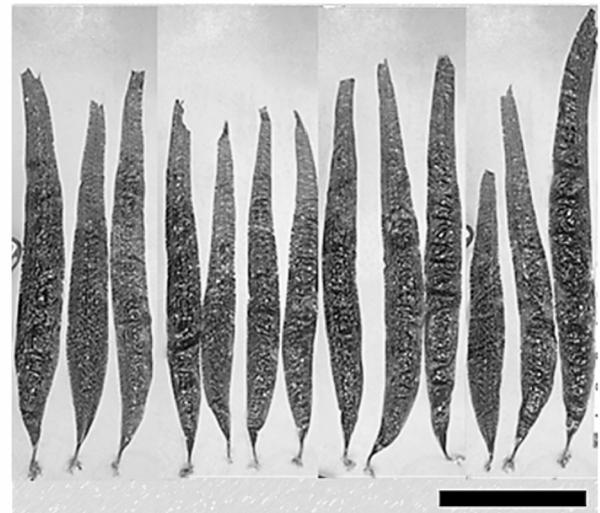


写真1 2018年3月26日に採集した養殖ガゴメ。スケールバーは50cm.

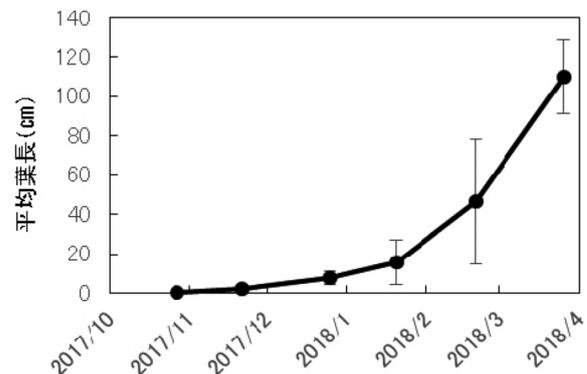


図10 養殖試験中のガゴメ葉長の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

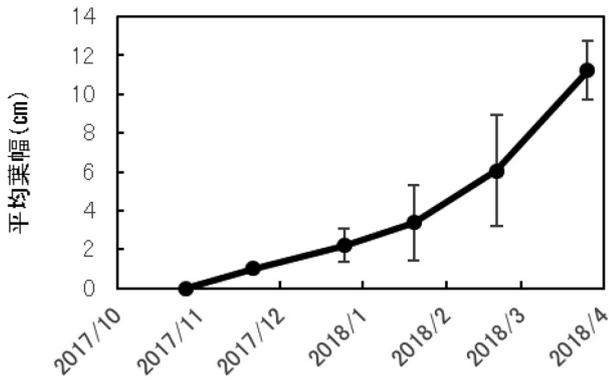


図 11 養殖試験中のガゴメの葉幅の季節変化. エラーバーは標準偏差を示している.

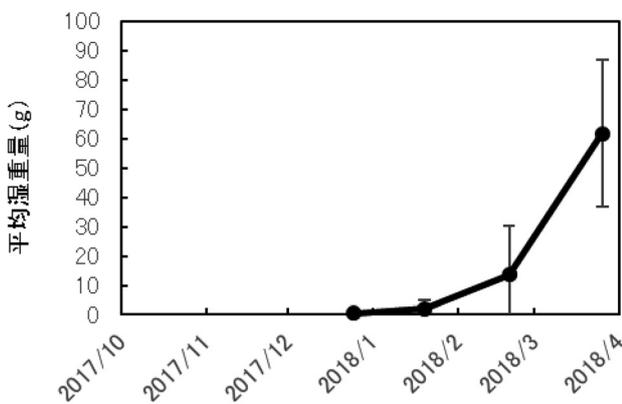


図 12 養殖試験中のガゴメの湿重量の季節変化. エラーバーは標準偏差を示している.

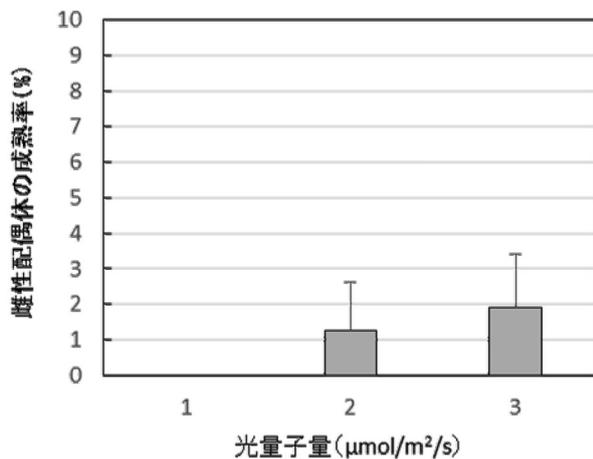


図 13 マコンブ配偶体の成熟に及ぼす光量子量の影響. エラーバーは標準偏差を示している.

(イ) 低光量子量下での配偶体増殖試験

雌性配偶体は10℃での生長がよく、多数の分枝も見られ、培養2ヶ月後の面積は開始時の約8.2倍となった(図14)。25℃ではわずかに生長は見られたが、細胞が肥大するなどの異常や枯死が多く認められた。実験期間中に卵の形成や胞子体世代への移行は観察されなかった。

雄性配偶体は、5～15℃で生長が良く、培養2ヶ月後の面積は開始時の約2.2～2.8倍に生長した(図15)。25℃では雌性配偶体と同様に細胞の肥大が見られた。水温が高くなるほど、分枝の数が増える傾向が見られた。

雌雄の配偶体が混在した状態での培養では、両配偶体とも10℃でよく生長し、培養2ヶ月後の面積は、雌性配偶体では開始時の4.5倍、雄性配偶体では開始時4.2倍となった(図16-17)。雌性配偶体は、15℃以上では生長量著しく小さくなる傾向が見られた。なお、雌雄混在下でも雌性配偶体の卵形成や胞子体世代への移行は見られなかった。

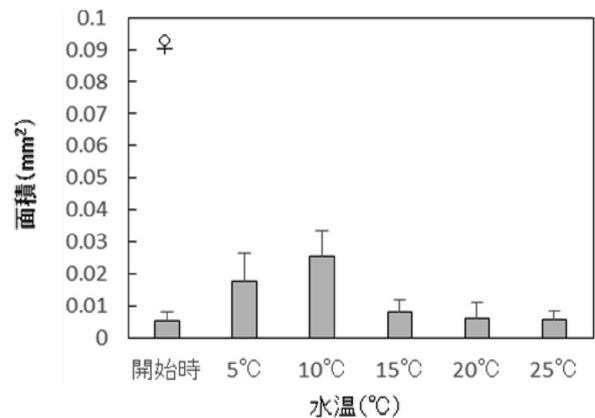


図 14 低光量子量下での水温別のマコンブ雌性配偶体の生長. エラーバーは標準偏差を示している.

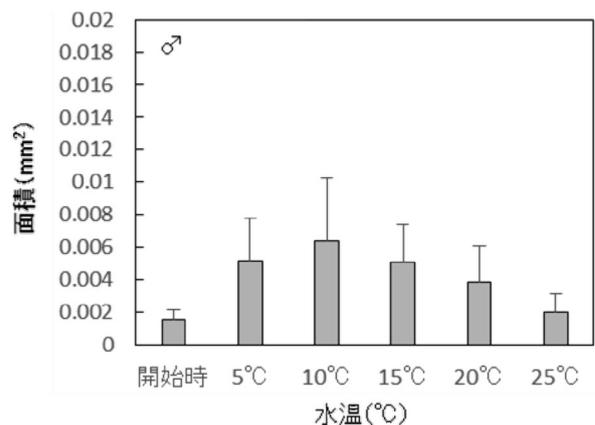


図 15 低光量子量下での水温別のマコンブ雄性配偶体の生長. エラーバーは標準偏差を示している.

(ウ) 長期保存した配偶体種苗を用いた養殖試験

沖出時、撚糸には1cmあたり平均77個体の種苗が付着していた。養殖試験開始後も十分な密度を維持して生育した。2018年3月には、平均葉長は254.8±68.2cm、最大のもので355.0cmであった。また、平均葉幅

は16.7±3.4cm, 最大のもので20.5cmであった。なお, 3月時の通常の養殖種苗は平均葉長217.8±84.1cm, 平均葉幅は12.2±4.5cmであり, 長期保存配偶体由来の養殖個体のサイズは, 通常の養殖個体と比べてわずかに大きかった。

(オ) 長期保存種苗系を用いた養殖試験

沖出時, 撚糸には1cmあたり平均124個体の種苗が付着していた。種苗は養殖試験開始後も十分な密度を維持した。2018年3月末には, 1株の平均葉長は358.4±76.5cm, 最大のもので450cmに達した。また, 平均葉幅は16.4±0.9cm, 最大のもので17.4cmであり, 通常の養殖種苗と比べても大きな差異は見られなかった。なお, 2月の観察時に葉元付近が捻れた個体が少数認められたが, これらはいずれも, コンブノネクイムシが葉元付近に穿孔することで生じた傷害による変形であった。

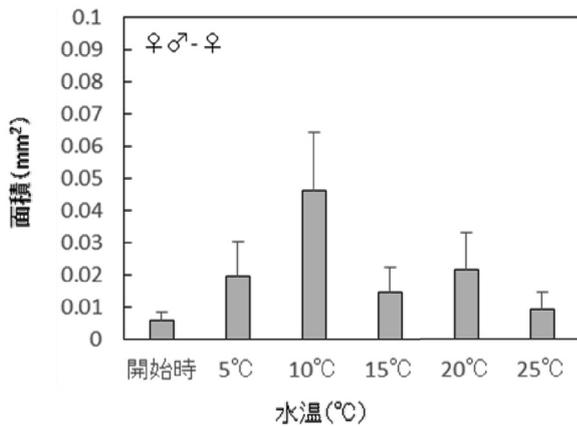


図 16 低光量子量下での水温別のマコンブ雌性配偶体の生長. 雌雄の配偶体が混在する場合. エラーバーは標準偏差を示している.

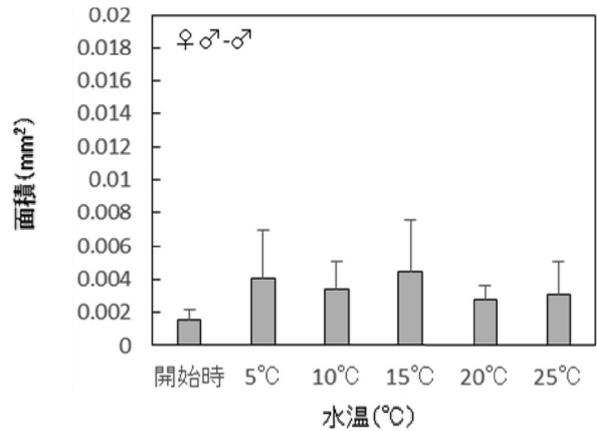


図 17 低光量子量下での水温別のマコンブ雄性配偶体の生長. 雌雄の配偶体が混在する場合. エラーバーは標準偏差を示している.

参考文献

- 1) Andersen RA. 2005. Algal culturing techniques. Academic press.
- 2) 新原義昭, 菊池和夫. 1985. コンブ種苗病害防除に関する研究-III. 昭和59年度指定調査研究事業報告書 (昭和57~59年総括).

Ⅱ そ の 他

Ⅱ そ の 他

1. 技術の普及指導

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術指導	4月	庁内	国	2	マナマコ親子鑑定	酒井・三橋
技術指導 (講師派遣)	4月	市内	漁業関係者		北海道のウニ類とナマコの栽培漁業について	酒井・三橋
技術指導 (講師派遣)	4月	白老町	漁業関係者		平成28年度白老着底稚仔放流結果報告	酒井
技術指導	4月	場内・ 八雲沖	大学		ヨーロッパザラボヤの採取・発送	金森
技術相談 (民間企業)	4月	電話	民間企業	1	ヤリイカの生態について	澤村
技術相談	4月	電話	漁業関係者	1	噴火湾の現在の水温について	武藤
技術相談 (マスコミ)	4月	電話	マスコミ関係	1	昨年のスルメイカの不漁と魚価について	澤村
技術相談	4月	電話	地方自治体	1	ナマコの幼生飼育について(トラブル対応)	酒井
技術相談	4月	電話	漁業関係者	1	稚ナマコ育成	酒井
技術相談	4月	電話	地方自治体	1	幼生飼育うまく言ったお礼および親のびらん斃死 (トラブル対応)	酒井
技術相談 (民間企業)	4月	FAX	民間企業	1	ナマコの生態に関連する諸問い合わせ	酒井
技術相談	4月	電話	北海道	1	標準体長から重量への換算	酒井
技術相談	4月	来場	北海道	1	上磯地区でのナマコの疣足	酒井
技術相談	4月	来場	北海道	1	木古内釜や漁協でのナマコ放流	酒井
技術相談	4月	メール	大学	1	原著論文および博士論文の複写依頼	金森
技術相談	4月	メール	漁業関係者	1	MSC北海道ほたて漁業にかかる資料提供依頼	金森
技術相談	4月	メール	国	1	ヨーロッパザラボヤとホタテガイの画像提供の依頼	金森
技術相談	4月	メール	各種団体	1	マナマコの調査方法について	酒井
技術相談	4月	メール	北海道	1	マナマコの体長測定方法について	酒井
技術指導	5月	場内	北海道		Chl-a測定指導	金森
技術指導	5月	場内・ 八雲沖	大学		ヨーロッパザラボヤの採取・発送	金森
技術指導	5月	場内・ 八雲沖	国		ヨーロッパザラボヤの採取・発送	金森
技術指導	5月	泊村	地方自治体		ナマコ飼育技術指導	酒井
技術相談	5月	電話	北海道	1	噴火湾の付着物処理量増加の理由照会	金森
技術相談 (マスコミ)	5月	電話	マスコミ関係	1	今年度のスルメイカ漁の見通しについて	澤村
技術相談	5月	電話	北海道	1	4/28の水産研究・教育機構のスルメイカ長期漁況予 報について	澤村
技術相談 (マスコミ)	5月	来場	マスコミ関係	1	今年度のスルメイカ漁の見通しについて	澤村
技術相談	5月	電話	地方自治体	1	マナマコの成熟判断・幼生飼育・稚ナマコ飼育方法 について	酒井
技術相談 (マスコミ)	5月	電話・来場	マスコミ関係	1	今後のスルメイカ調査・予報の日程について	澤村

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談 (マスコミ)	5月	電話	マスコミ関係	1	日本海スルメイカ北上期調査結果について	澤村
技術相談 (マスコミ)	5月	来場	マスコミ関係	1	日本海スルメイカ北上期調査結果について	澤村
技術相談 (マスコミ)	5月	電話	マスコミ関係	1	日本海スルメイカ北上期調査結果について	澤村
技術相談	5月	電話	北海道	1	日本海スルメイカ北上期調査の結果が分かる資料はないか	澤村
技術相談	5月	電話	北海道	1	日本海スルメイカ北上期調査の結果が分かる資料はないか	澤村
技術相談 (マスコミ)	5月	電話	マスコミ関係	1	日本海スルメイカ北上期調査の結果が分かる資料はないか	澤村
技術相談 (マスコミ)	5月	電話	マスコミ関係	1	浮魚ニュースが出たらメールで送付するようにしてほしい	澤村
技術指導	6月	場内・ 八雲沖	大学		ヨーロッパザラボヤの採取・発送	金森
技術指導	6月	函館市	漁業関係者		昆布漁場潜水調査・資源状況把握	酒井
技術相談 (マスコミ)	6月	電話	マスコミ関係	1	今後のスルメイカ調査・予報の日程について	澤村
技術相談 (マスコミ)	6月	電話	マスコミ関係	1	これまでのスルメイカ漁況と今後の見通しについて	澤村
技術相談	6月	メール	地方自治体	1	なまこのDNAマーカーを用いた親子鑑定結果(外部委託)について	酒井
技術相談	6月	電話	北海道	1	北辰丸道東スルメイカ調査結果について	澤村
技術相談 (マスコミ)	6月	電話	マスコミ関係	1	これまでの道南海域でのスルメイカ漁況について	澤村
技術相談	6月	メール	各種団体		ナマコの摂餌・環境浄化作用について	酒井
技術相談	6月	メール	国		民間委託した親子鑑定結果について	酒井
技術指導	7月	場内	北海道		Chl-a測定指導	金森
技術相談 (マスコミ)	7月	電話	マスコミ関係	1	浮魚ニュース第8号について	澤村
技術相談 (マスコミ)	7月	電話	マスコミ関係	1	今後のスルメイカ漁況について	澤村
技術相談 (マスコミ)	7月	電話	マスコミ関係	1	浮魚ニュース第8号について	澤村
技術相談	7月	電話	一般市民	1	スルメイカの漁模様について	澤村
技術相談 (マスコミ)	7月	来場	マスコミ関係	2	函館スルメイカの不漁について	澤村
技術相談 (マスコミ)	7月	電話	マスコミ関係	1	スルメイカ長期予報の発表について	澤村
技術相談	7月	来場	北海道	2	ホタテとマボヤの競合について	金森
技術相談	7月	来場	各種団体	3	ヨーロッパザラボヤの状況、有害生物漁業被害総合対策事業の効果検証用データの提供依頼	金森
技術相談	7月	メール	北海道		ナマコ卵画像による異常の確認	酒井
技術相談 (民間企業)	7月	メール	民間企業	1	昨年度のスケトウダラ漁獲状況について	渡野邊
技術相談	8月	メール	北海道		コペポーダについて	酒井
技術相談	8月	メール	北海道		ナマコ放流タイミングについて	酒井
技術相談	8月	メール	北海道		ナマコ飼育方法について	酒井
技術相談 (マスコミ)	8月	電話	マスコミ関係		イカの胴体の筋肉の方向は横向きということで良いか	澤村

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談 (マスコミ)	8月	電話	マスコミ関係	1	稚内での局地的なスルメイカ好漁について	澤村
技術相談	8月	電話	漁業関係者	1	ホタテガイの病気について	金森
技術相談 (マスコミ)	8月	来場	マスコミ関係	1	イカ資源が減少した時の対処法について	澤村
技術相談 (民間企業)	8月	電話	民間企業	1	スルメイカの漁況について	澤村
技術相談 (マスコミ)	8月	電話	マスコミ関係	1	スルメイカ資源の現状について	澤村
技術相談 (マスコミ)	8月	電話	マスコミ関係	1	噴火湾トヤマエビの資源状態について	澤村
技術相談 (マスコミ)	8月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋スルメイカ漁場一斉調査結果について	澤村
技術相談 (マスコミ)	8月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋スルメイカ漁場一斉調査結果について	澤村
技術相談 (マスコミ)	8月	メール	マスコミ関係	1	スルメイカが泳いでいる動画があればお借りしたい	澤村
技術相談 (マスコミ)	8月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋スルメイカ漁場一斉調査結果について	澤村
技術相談 (マスコミ)	8月	来場	マスコミ関係	2	最近の函館でのスルメイカ漁況について	澤村
技術相談 (マスコミ)	8月	電話	マスコミ関係	1	8月の函館港でのスルメイカ漁況について	澤村
技術指導	8月	せたな町	漁業関係者		着底稚仔種苗生産技術指導	酒井
技術指導	8月	せたな町	漁業関係者		着底稚仔種苗生産技術指導	酒井
技術指導	8月	奥尻町	民間企業		養殖施設調査・斃死対応	酒井
技術指導 (講師派遣)	8月	場内・ 八雲沖	各種団体		函館オーシャンナイト講演	酒井
技術指導	8月	福島町	国		種苗生産技術指導・採卵技術指導	酒井
技術相談	8月	現地	漁業関係者	1	砂原漁協市場に水揚げされた見慣れない魚について	武藤
技術相談	8月	電話	北海道	1	スケトウダラ太平洋系群の資源状況について	武藤
技術指導	9月	場内・ 八雲沖	民間企業		遺伝解析技術打ち合わせ・指導	酒井・前田
技術指導	9月	場内	北海道		ヨーロッパザラボヤ類似標本の同定	金森
技術相談	9月	メール	国	1	ヨーロッパザラボヤの最近の漁業被害について	金森
技術相談	9月	メール	各種団体	1	有害生物漁業被害防止総合対策事業補助金開始時期について	金森
技術相談	9月	電話	北海道	1	スルメイカ長期予報の発表について	澤村
技術相談 (マスコミ)	9月	電話	マスコミ関係	1	スルメイカの稚内・函館での豊漁と道東での不漁について	澤村
技術相談 (マスコミ)	9月	電話	マスコミ関係	1	現在函館で漁獲されているイカは、本来道東方面に向かうはずのものが函館で止まってしまっているのか	澤村
技術相談	9月	電話	地方自治体	1	スルメイカは浮魚に含まれるのか。浮魚の対義語は	澤村
技術相談	9月	電話・ メール	地方自治体	1	ヨーロッパザラボヤの浮遊幼生と稚ボヤの形態について	金森
技術相談 (マスコミ)	9月	電話	マスコミ関係	1	浦河でのスルメイカ不漁と今後の見通しについて	澤村
技術相談	9月	電話	北海道	1	太平洋スルメイカ長期予報の発表予定について。ホックアカエビ調査について。	澤村

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談 (マスコミ)	9月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラ産卵群調査の結果について	武藤
技術相談 (マスコミ)	9月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラ産卵群調査の結果について	武藤
技術相談	9月	メール	地方自治体		ナマコの親子鑑定について	酒井
技術相談	9月	メール	北海道		ナマコ研究に通いて	酒井
技術指導	10月	場内	北海道		Chl-a測定指導	金森
技術相談 (マスコミ)	10月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	10月	電話	マスコミ関係	1	9月の函館港でのスルメイカ漁獲量が増加したことについて	澤村
技術相談 (民間企業)	10月	来場	民間企業	2	スルメイカの今後の資源動向と代替資源について	澤村
技術相談 (マスコミ)	10月	電話	マスコミ関係	1	9月函館港でのスルメイカ漁獲量の増加について	澤村
技術相談 (マスコミ)	10月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談	10月	電話	漁業関係者	1	スケトウダラの分布状況について	武藤
技術相談	10月	電話	国	1	道南太平洋海域の刺網漁業におけるスケトウダラの漁獲情報について	武藤
技術相談	10月	メール	北海道	1	スルメイカの資源状況及び再生産の状態が分かる資料をお願いしたい	澤村
技術相談	10月	メール	北海道	1	スルメイカの推定資源量の値を教えてください	澤村
技術相談	10月	電話	北海道	1	道南太平洋におけるスケトウダラの漁獲予測について	武藤
技術指導 (講師派遣)	11月	函館市	各種団体		ミニシンポジウム講演	西田・澤村 金森・前田
技術相談 (マスコミ)	11月	電話	マスコミ関係	1	今年度の胆振沖の水揚量が昨年度よりも多い点について	武藤
技術相談 (マスコミ)	11月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域の今後のスケトウダラ漁況予測について	武藤
技術相談	11月	電話	一般相談	1	スケトウダラ産卵群調査の結果について	武藤
技術相談 (マスコミ)	12月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	12月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	12月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	12月	電話	マスコミ関係	1	今年度の稚内でのスルメイカ豊漁の原因は何か	澤村
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	胆振沖のスケトウダラ水揚量が12月に入っても不調な原因について	武藤
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	函館港のスルメイカ漁獲量について	澤村
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	今年度の稚内でのスルメイカ好漁について	澤村
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	今年度の函館港での近海釣スルメイカ漁獲量について	澤村
技術相談	1月	電話	北海道	1	17年の森町での豊漁と渡島日本海での不漁の原因は？	澤村
技術相談	1月	電話	北海道	1	17月渡島でマイワシの漁獲が前年から大幅に増えた原因は何か	澤村

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術相談 (マスコミ)	2月	電話	マスコミ関係	1	17年函館での不漁の原因と今後の見通し	澤村
技術相談	3月	メール	北海道	1	ホタテ籠に付着していたホヤについて	金森
技術相談 (マスコミ)	3月	電話	マスコミ関係	1	2018年トヤマエビ漁況の見通しについて	澤村
技術相談 (マスコミ)	3月	電話	マスコミ関係	1	今漁期の胆振・日高沖のスケトウダラの漁況について	武藤
技術相談 (マスコミ)	3月	電話	マスコミ関係	1	今漁期の胆振沖のスケトウダラの漁況について	武藤
技術指導 (講師派遣)	3月	函館市	一般市民	60	養殖施設の振動がホタテ稚貝の生残率に与える影響評価	西田
技術指導 (講師派遣)	3月	江差町	関係団体	20	「上ノ国町におけるアサリ養殖試験について」講演	金森
技術指導 (講師派遣)	3月	伊達市	関係団体	30	「稚貝へい死危険因子の検討」ほか1件の講演	西田・金森
技術指導 (講師派遣)	3月	八雲町	関係団体	20	「稚貝へい死危険因子の検討」の講演	三橋・金森

2. 試験研究成果普及・広報活動

会議名等	開催地	開催日	人数	内 容	備考
渡島南部漁業士会研修会	函館市	平成29年4月21日	35	講演「北海道のナマコとウニ類の栽培漁業について」(酒井)	渡島地区水産技術普及指導所
函館市漁協石崎支所青年部研修会	函館市	平成29年5月31日	15	講演「昆布・若布の生育等について」(前田)	渡島地区水産技術普及指導所
平成29年イカ資源評価と予測に関する講演会	函館市	平成29年5月30日	250	講演「道南海域におけるスルメイカの漁況・生態と2017年度北上期調査結果」(澤村)	函館市主催、函館水試共催
沿岸観察会	むつ市	平成29年6月24日	70	青森県むつ市で開催された沿岸観察会に講師として参加し、海藻類について講演した。(前田)	海洋開発研究機構
平成29年度水産研究本部成果発表会	札幌市	平成29年8月8日	250	講演「コンブ親子鑑定技術の開発とその利用」(前田)	水産研究本部
函館オーシャンナイト	函館市	平成28年8月24日	20	講演「ナマコのはなし」(酒井)	サイエンスサポート函館主催
胆振地区すけとうだら刺網漁業協議会通常総会	登別市	平成29年9月21日	50	8月に実施したスケトウダラ産卵来遊群分布調査について報告した。(武藤)	胆振地区刺網協議会
胆振・渡島すけとうだら刺網漁業協議会通常総会	函館市	平成29年9月25日	131	講演「平成29年度道南太平洋海域のスケトウダラ資源状態と漁況予測について」(武藤)	胆振・渡島地区刺網協議会
鹿部商工会水産部会・鹿部水産加工組合青年部合同講習会	鹿部町	平成29年9月28日	15	講演「平成29年度道南太平洋海域のスケトウダラ資源状態と漁況予測について」(武藤)	
室蘭漁協沖底部会研修会	室蘭市	平成29年9月29日	15	スケトウダラ(武藤)及びスルメイカ(澤村)の資源状況や漁況予測について講演	室蘭漁協
檜山すけとうだら延縄協議会役員会並びに代議委員会	乙部町	平成29年11月6日	30	講演「平成29年度スケトウダラ調査結果」(渡野邊)	檜山すけとうだら延縄協議会
北日本漁業経済学会第46回大会	函館市	平成29年11月10日	50	ミニシンポテーマ「道南漁業・水産加工業の現状と課題」において4題の講演を行った。(西田、澤村、前田、金森)	
全道ブロック別漁協青年部幹部研修会(道南ブロック)	函館市	平成29年11月24日	50	講演「道南海域(檜山海域・渡島胆振海域)におけるスケトウダラの資源状態と漁況予報	
平成29年度6単協ホタテ養殖部会交流会	函館市	平成30年2月9日	60	講演「ホタテ稚貝へい死リスク調査」(西田)	6単協ホタテ養殖部会
八雲町漁協コンブ振興部会研修	八雲町	平成30年2月9日	15	講演「コンブの生態について」(前田)	八雲町漁業協同組合
内浦湾えびかご協議会総会	函館市	平成30年2月12日	50	講演「噴火湾のトヤマエビ資源の動向と資源管理方策について」(澤村)	内浦湾えびかご協議会
南茅部沿岸漁業大学専修課程講座	函館市	平成30年2月23日	50	講演「道南太平洋海域におけるスケトウダラ資源調査結果と今後の漁況予測について」(武藤)	南茅部沿岸漁業大学
平成29年度函館水産試験場研究成果報告会	せたな町	平成30年2月22日	31	講演「日本海スルメイカの資源状況と漁獲の見通し」(澤村)「マナマコの栽培漁業とウニの生態あれこれ」(酒井)	
鹿部町漁協昆布養殖部会通常総会	函館市	平成30年2月24日	25	講演「コンブの養殖技術について」(前田)	八雲町漁業協同組合
ホタテガイ調査報告会	洞爺湖町	平成30年3月8日	30	講演「噴火湾における養殖ホタテガイ調査結果について」(金森、西田)	いぶり噴火湾漁業協同組合
日本海漁業振興のための意見交換会	江差町	平成30年3月5日	50	講演「上ノ国町におけるアサリ養殖試験について」(金森)	北海道水産林務部
函館市水産産学連携交流会	函館市	平成30年3月22日	25	講演「コンブ養殖技術改良研究事業について」(前田)	函館市
ホタテガイ調査報告会	八雲町	平成30年3月28日	30	講演「噴火湾における養殖ホタテガイ調査結果について」(金森)	八雲町漁業協同組合

3. 研修・視察来場者の記録

区 分	人数	来場年月日		摘 要
管内	3	平成29年4月10日		渡島総合振興局水産課
道内	3	平成29年4月13日		寒冷地土木研究所
道外	5	平成29年5月18日		水産業・漁村活性化推進機構、水土舎
管内	10	平成29年6月1日		渡島総合振興局水産課、渡島地区水産技術普及指導所
管内	3	平成29年6月 8日－9日		函館水産高校（インターンシップ）
道外	5	平成29年6月22日	青森県	海洋研究開発機構
管内	68	平成29年7月13日		函館水産高校（企業見学）
道外	2	平成29年7月14日	東京都	東京大学
道外	15	平成29年7月14日	岩手県	岩手県議会
管内	2	平成29年7月21日		渡島総合振興局水産課
道外	5	平成29年7月21日	東京都	水産業・漁村活性化推進機構、水土舎
道内	2	平成29年8月10日		北海道区水産研究所
道内	2	平成29年9月1日		北海道副知事ほか
管内	12	平成29年9月8日		水産林務部総務課、渡島・檜山振興局水産課
管内	3	平成29年9月19日		渡島管内水産技術普及指導所
国外	5	平成29年10月12日	ロシア	サハリン海洋漁業研究所、北海道区水産研究所
管内	40	平成29年10月20日		漁業研修所研修生
管内	20	平成29年11月17日		渡島地区・檜山地区水産業普及指導員
管外	5	平成29年11月26日		ねむろの未来を拓く漁業対策協議会
管外	4	平成30年2月5日		札幌地方気象台
計	214			

4. 所属研究員の発表論文等一覧

Importance of patch size variation for the population persistence of a decapod crustacean in seagrass beds, Shinomiya, Y. (北大院水産), S. Chiba (東農大), **M. Kanamori (函館水試)**, S. Hashizume (北大院水産), K. Yoshino (佐賀大), S. Goshima (北大院水産), Marine Ecology Progress Series, 570, 157-171, (2017. 4)

道南周辺のスルメイカは何を食べているか, 澤村正幸 (函館水試), 試験研究は今No, 840, (2017. 8)

Sea cucumbers harbor the gut microbiota selected from sediment in their habitat, Yohei Yamazaki (北大院水), **Yuichi Sakai (函館水試)**, Manabu Shimono (渡島水指), Sayaka Mino and Tomoo Sawabe (北大院水), The JSFS 85th Anniversary-Commemorative International Symposium,東京, program集 p12, (2017.9)

ナマコ消化管微生物叢の形成過程の理解とビブリオの種多様性への影響, 山崎耀平 (北大院水), **酒井勇一 (函館水試)**, 下野学 (渡島水指), 美野さやか, 澤辺智雄 (北大院水), 第51回ビブリオシンポジウム, 要旨集12p, (2017. 10)

マナマコ用配合飼料の開発ー実用飼料の設計へ向けてー, 鶴沼辰哉 (北水研), **酒井勇一 (函館水試)**, ナマコ種苗生産研究会 講演要旨 (2017. 10)

海藻粉末への珪藻土添加が稚ナマコの摂餌と成長に及ぼす影響, 鶴沼辰哉 (北水研) ・**酒井勇一 (函館水試)** ・山野恵祐 (瀬戸水研), 棘皮動物研究会講演要旨集 (2017. 11)

日本海南部海域における二枚貝垂下養殖の試み, 清水洋平 (中央水試) ・**金森誠 (函館水試)** ・宮園章 (釧路水試), 平成29年度日本水産学会北海道支部大会公開シンポジウム 講演要旨4p (2017. 12)

Northward expansion of warm-water HAB species *Chattonella marina*, *Cochlodinium polykrikoides* and *Karenia mikimotoi* into Hokkaido, Japan, Shimada, H. (中央水試), S. Sakamoto (瀬戸内水研), M. Yamaguchi (北里大学), **M. Kanamori (函館水試)**, **H. Yoshida (函館水試)**, A. Kakumu (北大院水), I. Imai (北大院水), 10th EASTHAB Symposium Harmful Algal Blooms in East Asia Program and Abstracts, 43p, (2017, 12)

マナマコ人工種苗放流技術マニュアル化試験 はじめる!, **酒井勇一 (函館水試)**, 試験研究は今No, 852, (2018. 2)

外来種ヨーロッパザラボヤの脅威〜ホタテガイ養殖が直面する新たな問題〜, **金森 誠 (函館水試)**, 月刊養殖ビジネス, 2018年2月号, 6-9, (2018. 2)

道南海域のコンブ漁業〜コンブ養殖は天然コンブから〜, 前田高志 (函館水試), 北水試だより, 96, 1-5, (2018. 3)

北海道, 噴火湾東部海域における麻痺性貝毒原因プランクトン *Alexandrium tamarense* の出現と環境要因, 特に河川流量との関係について (資料), 吉田秀嗣 (函館水試) ・**金森誠 (函館水試)**, 北海道水産試験場研究報告, 93, 99-105, (2018. 3)

Francisella halioticida が関与するホタテガイ閉殻筋膿瘍の季節的調査, 河原未来 (東大院農) ・**金森誠 (函館水試)** ・良永知義 (東大院農) ・伊藤直樹 (東大院農), 平成30年度日本魚病学会春季大会講演要旨集24p (2018. 3)

Isolation and characterization of *Francisella halioticida* from abscess lesions in the adductor muscle of yesso scallop *Patinopecten yessoensis*, Kawahara, M. (東大院農), **M. Kanamori (函館水試)**, T. Yoshinaga (東大院農) and N. Itoh (東大院農), National Shellfisheries Association Program and Abstracts of the 110th Annual Meeting, 86p, (2018. 3)

餌料海藻粉末の種類が稚ナマコの摂餌と成長に及ぼす影響, 鶴沼辰哉 (北水研) ・**酒井勇一 (函館水試)** ・山野恵祐 (瀬戸水研), H29年度日本水産学会講演要旨集 (2018. 3)

餌料海藻粉末への珪藻土添加が稚ナマコの摂餌と成長に及ぼす影響, 鶴沼辰哉 (北水研) ・**酒井勇一 (函館水試)** ・山野恵祐 (瀬戸水研), H29年度日本水産学会講演要旨集 (2018. 3)

平成29年度 道総研函館水産試験場事業報告書

令和2年3月

編集・発行 地方独立行政法人北海道立総合研究機構
水産研究本部函館水産試験場

〒040-0051 北海道函館市弁天町20番5号
函館市国際水産・海洋総合研究センター内
Tel.0138-83-2892
