



道総研

平成 30 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）	8
2. 1 イカ類	8
2. 2. 1 スケトウダラ（道西日本海檜山海域）	21
2. 2. 2 スケトウダラ（道南太平洋）	27
2. 3 ホッケ	34
2. 4 イワシ・サバ類	39
2. 5 養殖ホタテガイの成長モニタリング調査	44
2. 6 噴火湾環境調査	47
3. 海洋環境調査研究（経常研究）	
3. 1 定期海洋観測	50
4. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）	
4. 1 マナマコ	52
5. ナマコ資源増大研究Ⅲ. マナマコ人工種苗放流技術マニュアル化試験（経常研究）	53
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	58
7. 養殖コンブ生産安定化試験Ⅱ（経常研究）	63
8. 資源評価調査事業（公募型研究）	68
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）	69
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	71
10. 2 スケトウダラ太平洋系群	74
11. 輸出重要種資源増大等実証委託事業（公募型研究）	78
12. 革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）	
（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）（公募型研究）	81
13. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）	
13. 1 資源・生態調査	
13. 1. 1 エビ類（トヤマエビ）	88
13. 1. 2 アカガレイ	96

13. 2 資源管理手法開発試験調査	
13. 2. 1 ホッケ	104
14. 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)	105
15. 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験 (受託研究)	106
16. 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)	113
17. 養殖コンブの種苗生産工程に関する基礎研究 (採苗制御技術の開発) (受託研究)	115
II その他	
1. 技術の普及および指導	125
2. 試験研究成果普及・広報活動	129
3. 研修・視察来場者の記録	131
4. 所属研究員の発表論文等一覧	132

# 函館水産試験場概要



## 1. 所在地

(平成31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31年3月31日現在)

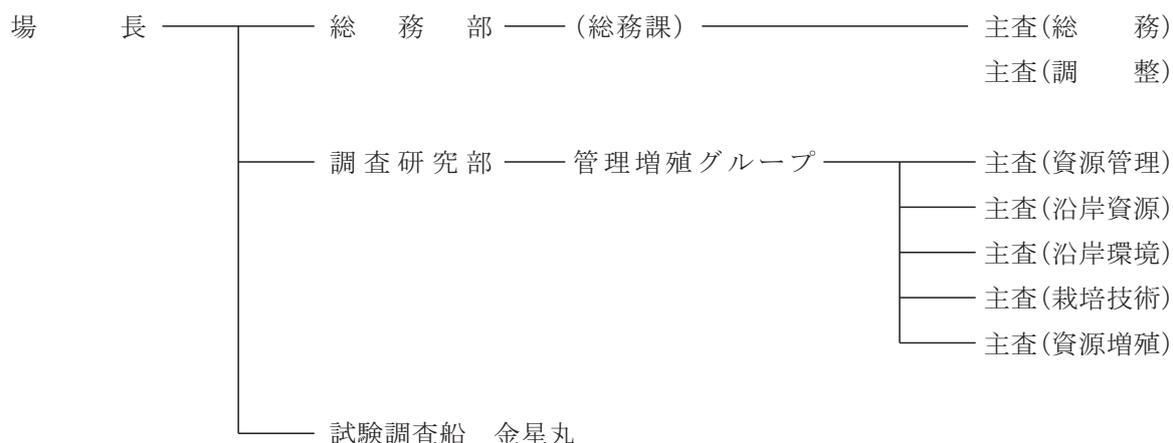
研究室	共用実験施設	海洋調査関連施設
通年使用施設 4 面積 252.0 m <sup>2</sup>	通年使用施設 10 面積 135.1 m <sup>2</sup>  各月使用施設 4 面積 136.8 m <sup>2</sup>	通年使用施設 2 面積 187.3 m <sup>2</sup>

※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31年3月31日現在)

	総務部	調査研究部	金星丸	計
研究職		11		11
事務職	5			5
海事職			15	15
合計	5	11	15	31

## 6. 経費

(平成31年3月31日現在)

区分	金額	備考
人件費	277,831千円	
管理費	80,464千円	
業務費	114,488千円	研究費, 研究用施設・機械等含む
合計	472,965千円	

## 7. 職員名簿

(平成31年3月31日現在)

場 長 山 本 和 人

### 総務部

部 長 森 田 茂 紀

### 総務課

総務課長(兼) 森 田 茂 紀

主査(総務) 河 野 隆 一

主査(調整) 榊 原 滋

専門主任 工 藤 利 恵

### 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

主査(沿岸環境) 渡 野 邊 雅 道

主査(栽培技術) 金 森 誠

主査(資源増殖) 酒 井 勇 一

研 究 職 員 前 田 高 志

研 究 職 員 夏 池 真 史

研 究 職 員 有 馬 大 地

専 門 研 究 員 北 川 雅 彦

### 金星丸

船 長 葛 西 利 彦

機 関 長 大 嶋 康 裕

通 信 長 名 和 仁

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

操 舵 長 関 川 達 也

司 厨 長 成 田 徹

船 員 石 橋 聖 也

船 員 樋 口 和 樹

船 員 新 山 悠

航 海 主 任 小 林 秀 哉



# 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・夏池 真史
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。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

試験用養殖筏において、アサリの垂下養殖試験を実施した。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。2017～2018年は基質種類、段数、養殖開始時期および管理方法に関する試験を行った。試験条件は表1のとおりである。各試験の終了時には生貝全個体の殻長の測定を行った。

各籠から無作為に抽出した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。養殖開始時期試験で測定した軟体部は、時期別の成分分析に供するため中央水試加工利用部に提供した。軟体部重量を測定するためむき身とした各籠15個体以外の養殖アサリの一部はシェフによる製品評価に供するため、中央水試資源増殖部に提供した。管理方法試験については、籠の交換回数と引き揚げ時の籠重量の関係を明らかにするために、基質の入った状態の湿重量を吊りはかりを用いて測定した。

表1 アサリ養殖試験の試験条件

	基質種類試験	段数試験	養殖開始時期試験	管理方法試験
基質種類	砂利+軽石, 札幌軟石, 稚内層珪質頁岩, ケア シェル	札幌軟石, 稚内層珪質頁岩	砂利+軽石	砂利+軽石
段数	1段吊り (D=1.5m)	2段吊り (D=1.2m, 1.8m)	1段吊り (D=1.5m)	1段吊り (D=1.5m)
養殖期間	2017年6月～2018年6月	2017年6月～2018年6月	2017年5月～2018年5月 2017年6月～2018年6月 2017年7月～2018年7月	2017年6月～2018年6月
籠交換	3ヶ月に1回 (9, 12, 3月)	3ヶ月に1回 (9, 12, 3月)	3ヶ月に1回 (9, 12, 3月)	3ヶ月に1回(9, 12, 3月), 6ヶ月に1回 (12月), 交換なし
共通条件	容器: 丸籠(目合1分, 直径40cm×高さ10cm), 3籠(2段吊のみ6籠), 基質量: 10L アサリ種苗: 平均殻長10mm, 100個体/籠			

2018年6月から新たな養殖試験を開始した。2018～2019年の試験では基質の量【15L, 10L, 5L, 基質なしの4パターン】、養殖期間【1年養殖, 1年半養殖, 2年養殖の3パターン】が成長, 生残に与える影響の評価および単位面積あたりの収量試験【2.4m×2.4mの区画に2段吊り×25連を垂下】を課題とした。試験は2019年に6月に終了予定である。

### (3) 得られた結果

基質の種類, 段数, 養殖開始時期および管理方法のいずれも成長, 生残への顕著な影響は認められなかった(図1, 2, 3, 4)。肥満度【CF=軟体部重量×(殻長×殻高×殻幅)<sup>-1</sup>×10<sup>5</sup>については, ほとんどの試験区で17～19の間の数値を示し, 肥満度が19を越えたのは養殖期間試験の5月, 17を下回ったのは基質試験の稚内層珪質頁岩と養殖管理方法試験の籠交換なしであった。道南海域の天然漁場(函館湾)の肥満度のピークは17.6～17.9と報告されており(伊藤ら, 2015), 養殖試験で生産されたアサリの肥満度は概ね良好であった。5月収穫の肥満度がやや高い理由として, アサリの繁殖時期は夏であり, 収穫が遅くなると産卵・放精により, 肥満度が低下することが推測され

た。一方, 稚内珪質頁岩と籠交換なしで肥満度がやや低かった理由は今回の試験結果だけでは不明である。

収穫時の籠重量は, 籠の交換回数の影響を強く受けていた(図4)。交換なしと比較して, 6ヶ月に1回交換(養殖期間に1回交換)は16.5%, 3ヶ月に1回交換(養殖期間に3回交換)では28.2%の重量軽減効果が認められた。交換回数の成長・生残への影響はそれほど大きくないことから, 交換頻度は水揚げ時の作業性の向上を目的とし, 交換作業の効率性を重視するべきである。交換1回あたりの重量削減効果は, 前者が16.5%, 後者は9.1%であり, 交換作業の効率性の観点から6ヶ月に1回交換が適当と考えられた。

### 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.

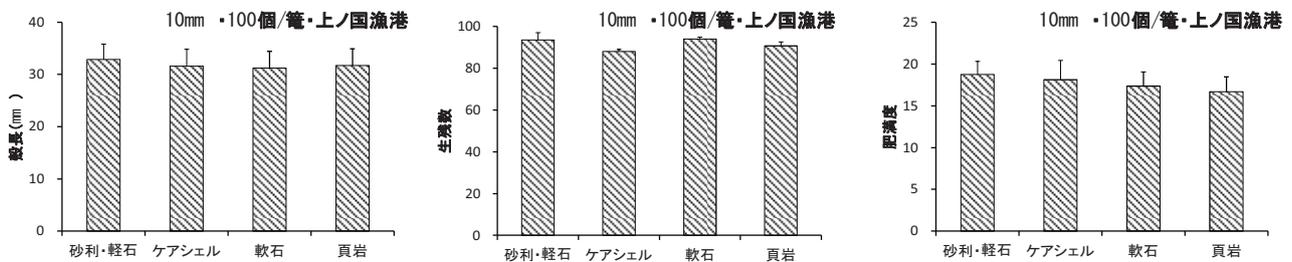


図1 基質の種類試験終了時の養殖アサリの平均殻長, 生残数, 肥満度  
軟石は札幌軟石, 頁岩は稚内層珪質頁岩, 縦棒は標準偏差を示す。

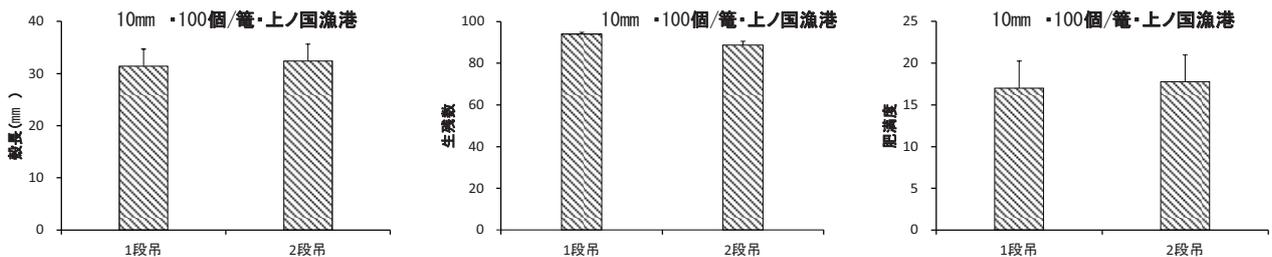


図2 段数試験終了時の養殖アサリの平均殻長, 生残数, 肥満度  
縦棒は標準偏差を示す。

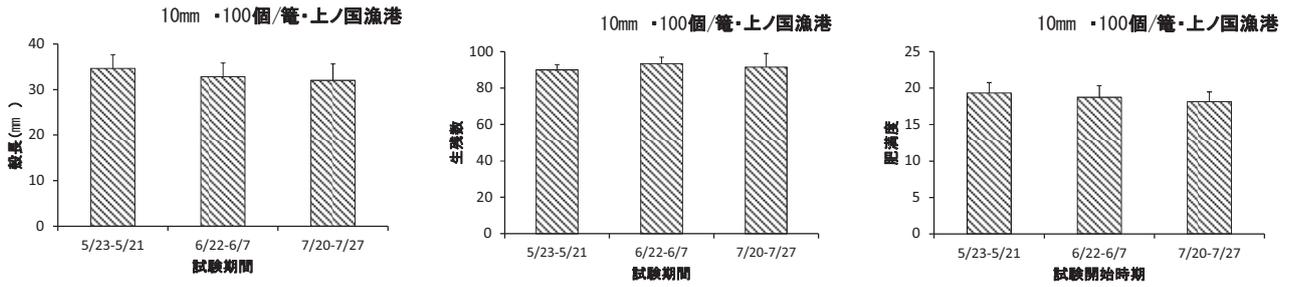


図3 養殖開始時期試験終了時の養殖アサリの平均殻長，生残数，肥満度  
縦棒は標準偏差を示す。

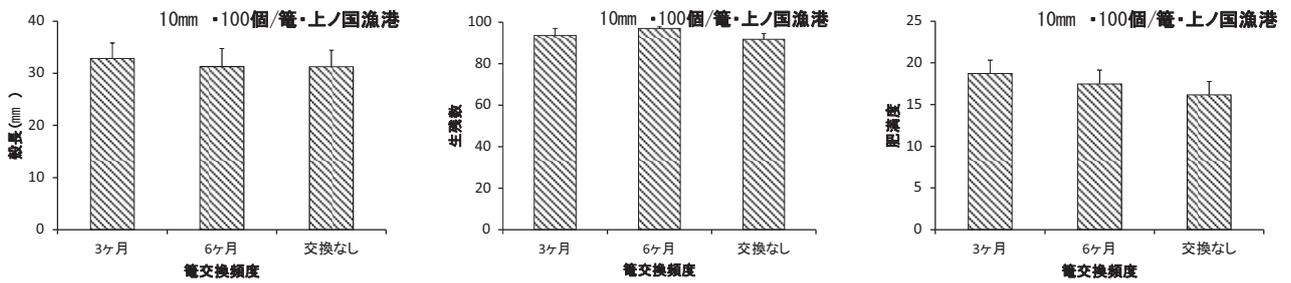


図4 管理方法試験終了時の養殖アサリの平均殻長，生残数，肥満度  
縦棒は標準偏差を示す。

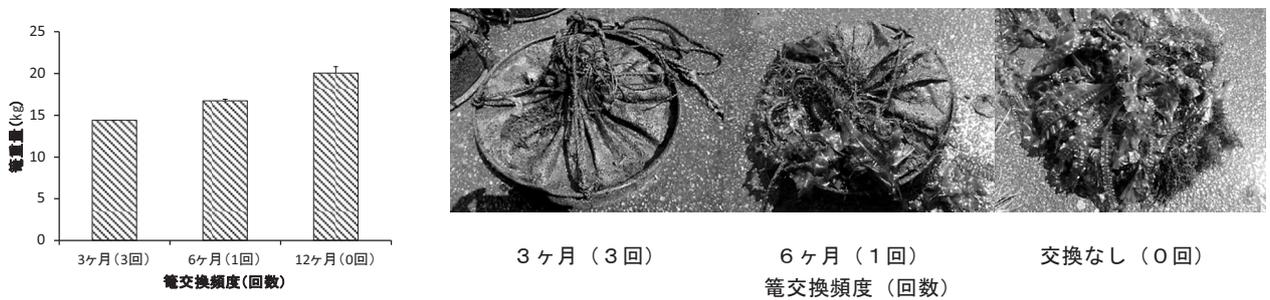


図5 管理方法試験終了時の養殖籠の平均重量と各籠の外観  
回数は1年間の試験期間中における籠の交換回数，縦棒は標準偏差を示す。

## 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 有馬 大地

#### (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来遊する群を対象として、来遊時期と来遊量、日齢と成長、成熟状態などをモニタリングし、その年の来遊状況を把握する。来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。これらの情報を基に精度の高い漁況予報を目指す。また北海道日本海に来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については、随時漁業者他、関係機関へ情報提供を行う。

#### (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を把握するため、生鮮スルメイカの漁獲量について、漁業生産高報告（1985～2017年）及び水試速報値（2018年）を用いて漁獲統計調査を行った。集計期間は4月から翌年3月までの年度集計である。檜山管内の漁獲量は八雲町熊石地区を含む。渡島日本海は松前町と福島町の漁獲量、渡島太平洋は八雲町熊石地区を除く知内町～長万部町までの漁獲量、宗谷日本海は枝幸町、浜頓別町、猿払村および宗谷漁協を除く宗谷管内の漁獲量として集計した。また参考データとして青森県産業技術センター水産総合研究所で集計した青森県大畑地区のスルメイカ漁獲量データを用いた。

函館港の近海イカ釣りについては、函館魚市場株式会社において2018年6月～2019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隻当たりの漁獲量）を算出した。このほか北海道日本海の7港（松前、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）を算出した。得られた代表港7港の月別CPUEを一般化線形モデル（GLM）により標準化し、各年の来遊水準の指標として資源評価を行った。

#### イ 調査船調査

調査船金星丸（151トン、1300馬力）により、2018年5～11月に4回の調査を行った。調査船調査の調査項目は、CTDによる海洋観測、気象・海象の観測、自動イカ釣り機による漁獲調査、漁獲されたイカの生物測定である。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」として速報を作成し、管内の漁業協同組合、市町村及び関係団体へ随時配布した。

なお6月20日～27日に行った調査と8月20日～24日に行った調査はそれぞれ日本海スルメイカ漁場一斉調査、太平洋いか類漁場一斉調査の一環として、資源評価事業における調査を行った。

#### ウ 漁獲物調査

道南周辺海域で水揚げされた生鮮スルメイカの状態を把握するため、各調査地点で月1回の頻度で漁獲物の生物測定を行った。2018年は6月～10月に函館港イカ釣り（函館魚市場）、9月～12月に南茅部（木直）定置網、11月に檜山（乙部）イカ釣りによる漁獲物の測定を行った。

イカ釣りの漁獲物は漁獲量が多く銘柄が揃っているイカ釣り漁船から、下水発泡を1函ずつ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。定置網の標本については無選別で100尾以上を抽出して生物測定を行った。

これらは全て資源評価事業の一環として行った。

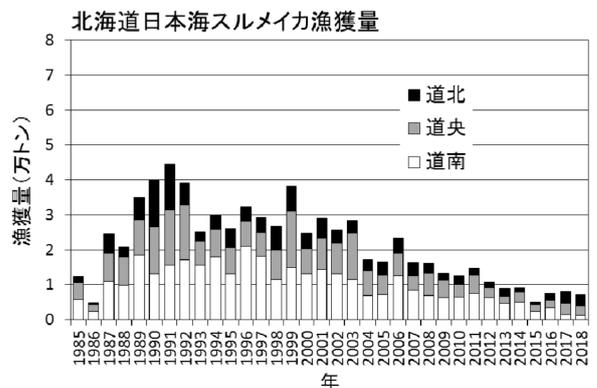


図1 北海道日本海における生鮮スルメイカ漁獲量の経年変化。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

(ア) 北海道日本海

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～宗谷管内宗谷地区を除く稚内市）のスルメイカ漁獲量の経年変化を図1、表1に示した。1986年には最低の4,906トン記録したが、その後急激に増加し、5年後の1991年には最高の44,522トン記録した。その後は2～4万トンの範囲で変動していたが2000年代から減少傾向で、2015年には5,130トンまで減少した。2018年の漁獲量は7,036トンで1985年以降では1986年、2015年に次いで3番目に低い漁獲量となった。海域別では過去には道南と道央で8割程度を占めていたが、近年は道南の漁獲量が減少したため、道北の漁獲量の割合が相対的に大きくなった。

道北、道央および道南日本海における月別漁獲量を表2～4、図2に示した。道南日本海では例年7月に漁獲量が最も多くなり、その後右肩下がりに減少する傾向があるが、近年は全期間通して過去平均を著しく下回った。2018年は例年同様7月に漁獲量のピークが見られたが、過去平均の1/3未満であった。

道央日本海も道南日本海と同様に例年7月に漁獲量のピークが見られるが、その後は11月に再び小さなピークが見られる傾向がある。近年は道南と同様に漁期前半の7～8月の漁獲量は大幅に減少したが、漁期後半の10～11月の漁獲量は漁期前半程の減少は見られず、7月の漁獲量を上回る年が続いている。2018年は7月と11月にピークとなったが、全期間を通して過去平均を下回った。

道北日本海については例年8～10月に漁獲量が多く、近年も8～10月に漁獲量のピークが見られた。また道北では2016年は過去平均を常に下回ったが2017年と2018年は比較的漁獲量が多く、月によっては過去平均を上回った。2018年は8月から漁獲量が増加し、特に10月の漁獲量は1000トンを上回った。

2018年の日本海の漁況をまとめると、道央、道南では漁期前半の7月を中心に漁獲量が過去平均から大幅に減少した一方で、漁期後半の道央や道北ではそれ程大きな減少は見られなかった。漁獲量の動向から、近年は漁期前半における来遊規模の縮小や、主漁場が道央・道南ではなく道北で形成されやすいといった傾向が見られる。特に2017年と2018年にはそれが顕著であり、今後も同じ傾向が続く可能性がある。

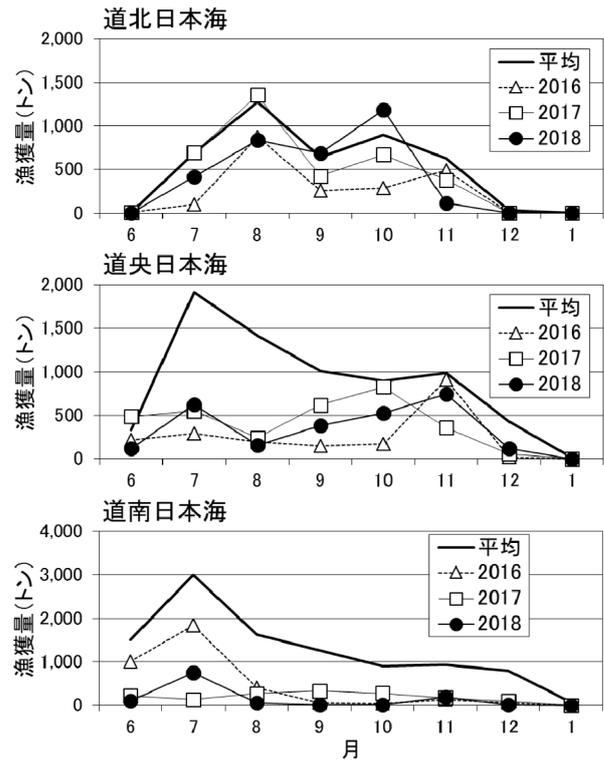


図2 道北、道央および道南日本海の月別漁獲量。平均は1985年～2018年の平均。

北海道日本海代表港7港のCPUE（1日1隻あたりの漁獲量）の経年変化を図3に示した。2010年以降はいずれも減少傾向にあるが、特に大成、奥尻、江差では2015年以降急激に減少し、松前や余市でも減少傾向が見られた。一方で稚内や留萌は全体的に減少傾向ではあるが、大きく増加している年も見られた。これらの結果からも2015年以降のスルメイカのCPUEは減少傾向であり、特に道央・道南を中心に減少幅が大きいと考えられる。

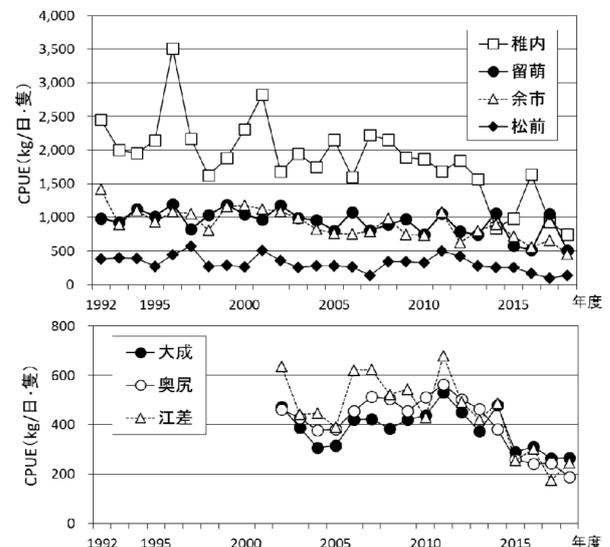


図3 北海道日本海代表港7港のCPUEの経年変化。

一般化線形モデル (GLM) によって標準化した代表港7港のCPUEを図4に示した。2010年以降減少傾向が続いており、2018年は1992年以降で最低の224であった。標準化CPUEを指標として来遊水準を表したのが図5である。2010年までは増減を繰り返しながら中水準を維持していたが、2011年以降減少し、2015年以降は低水準が続いている。2018年の来遊水準指数は36であり過去最低となった。

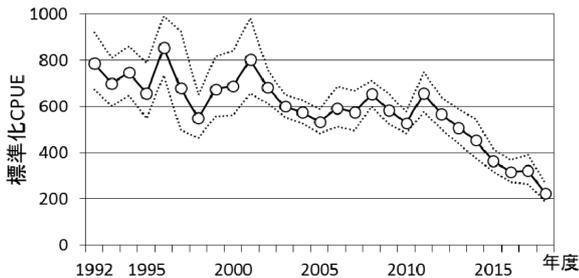


図4 代表港7港の標準化 CPUE の経年変化。

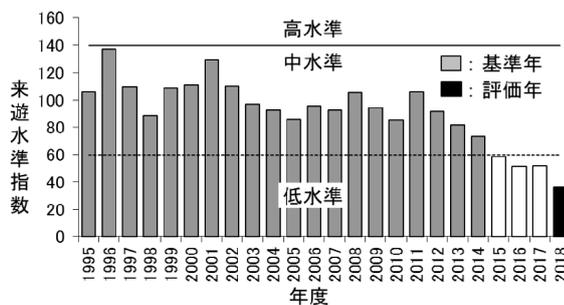


図5 北海道日本海におけるスルメイカの来遊水準 (来遊状態を表す指標：標準化 CPUE)

(イ) 津軽海峡～道南太平洋

道南太平洋（八雲町熊石地区、松前町、福島町を除く渡島管内～日高管内および青森県大畑地区）の生鮮スルメイカ漁獲量の経年変化を表1、図6に示した。

1985年の漁獲量は950トンと非常に少なかったが、1990年代から急激に漁獲量が増加し1997年には最高の71,500トン記録した。

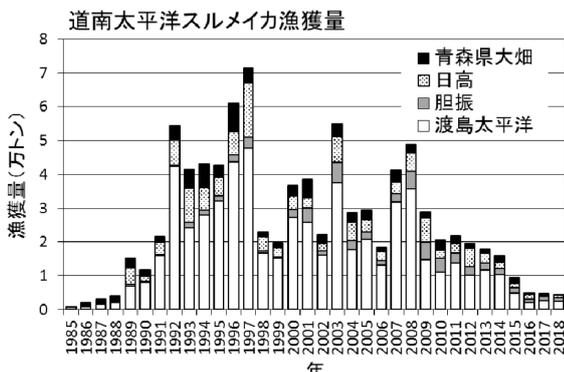


図6 道南太平洋における生鮮スルメイカ漁獲量の経年変化。

その後は2010年まで2～5万トンの範囲で変動し、2010年以降は緩やかに、2015年以降は急激に減少した。2018年の漁獲量は4,389トンで過去5番目に少なかった。

渡島太平洋（八雲町熊石地区、松前町、福島町を除く渡島管内）、胆振および日高における月別漁獲量を表5～7、図7に示した。

渡島太平洋では例年7月から漁獲が増加し始め、10～11月に急増する傾向があるが、近年は常に過去平均を大幅に下回っており、特に本来漁獲量が増加する10～11月の漁獲量が非常に少ない。

胆振海域では10月から始まる沖合底曳網漁業の影響で、10月のみ1,000トンを上回る単発的なピークが見られる。この傾向は現在も変わらず、2016年～2018年の10月も1,000トン前後の漁獲があった。

日高では例年9月に漁獲量がピークとなる傾向があるが、2016年～2018年ではピークの時期が8～10月とバラついていた。また渡島太平洋同様に、近年は全期間通して平均を下回る漁獲量が続いている。

道南太平洋においては、漁獲の大半を占める渡島太平洋で10～11月中心に漁獲量が激減した。この時期の主な漁獲対象は冬季発生系群と考えられるが、2015年以降は再生産関係の悪化により、冬季発生系群の資源量全体が激減しており、渡島太平洋における漁獲量激減も資源量全体の激減に起因すると考えられる。<sup>1)</sup>

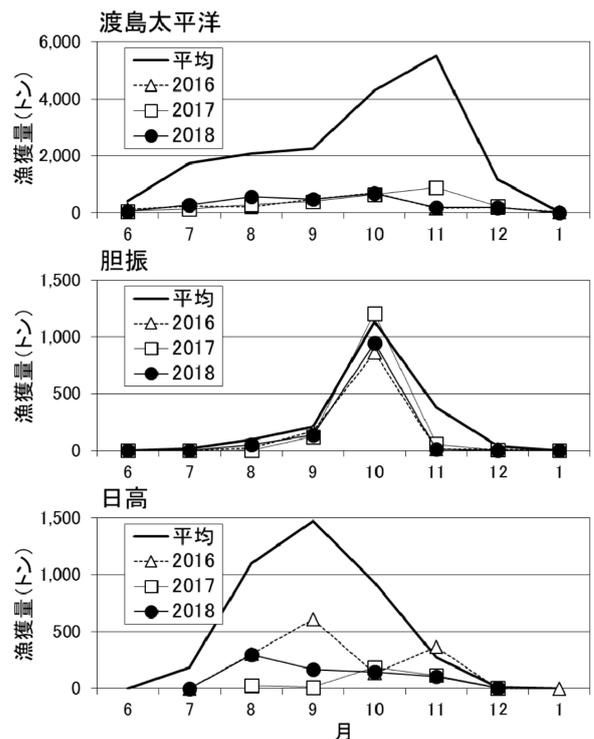


図7 渡島太平洋、胆振、日高の月別漁獲量。

函館港における1963年以降の生鮮スルメイカ漁獲量、延出漁隻数およびCPUEの経年変化を図8に示した。1960～1970年代には漁獲量は1万トンを超える年も多かったが1980年代には急減した。その後1990年代には再び増加したが、2001年以降は年々減少傾向にある。ただし延出漁隻数についても1980年代から減少傾向であるため、CPUEは漁獲量よりも変動が小さいが、2010年以降はCPUEでも減少傾向が見られた。

函館港における2017年、2018年および過去10年平均の漁獲量、出漁隻数およびCPUEの旬別変化を図9に示した。2018年は7月中旬、8月中旬、9月中旬に漁獲量のピークが見られたが、2017年8月下旬のような突出したピークではなく、常に低調であった。出漁隻数は8月下旬と9月上旬を除くと前年とほぼ同様の傾向だった。また9月上旬については9月6日に発生した北海道胆振東部地震に伴う停電の影響で、出漁隻数が一時減少した。CPUEは7月中旬、8月中旬、9月中旬に上昇した。また12月下旬にも高いCPUEを記録したが、実際には出漁隻数がほとんどなかったためと考えられる。また18年は17年よりも10月以降のCPUEが低く、漁期後半の漁況が悪く、9月下旬以降は漁獲量、出漁隻数ともに前年を下回った状態が続き、終漁した。

漁期後半は、渡島太平洋同様に冬季発生系群が主要な漁獲対象と思われるが、資源量全体が非常に少ないことから来遊量も少なく漁場が形成されにくかったと考えられる。

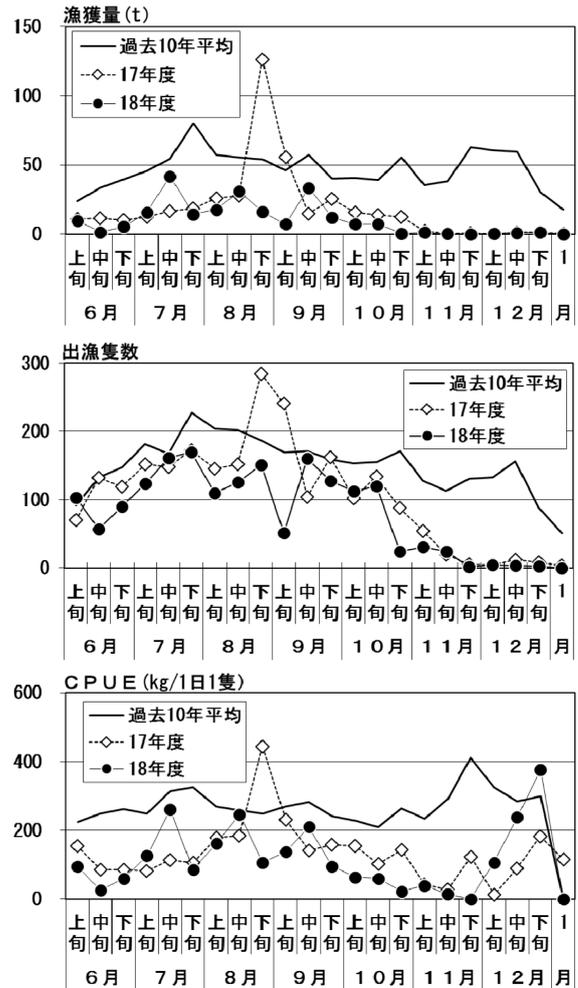


図9 函館港におけるイカ釣りによる生鮮スルメイカの旬別漁獲量とCPUE。

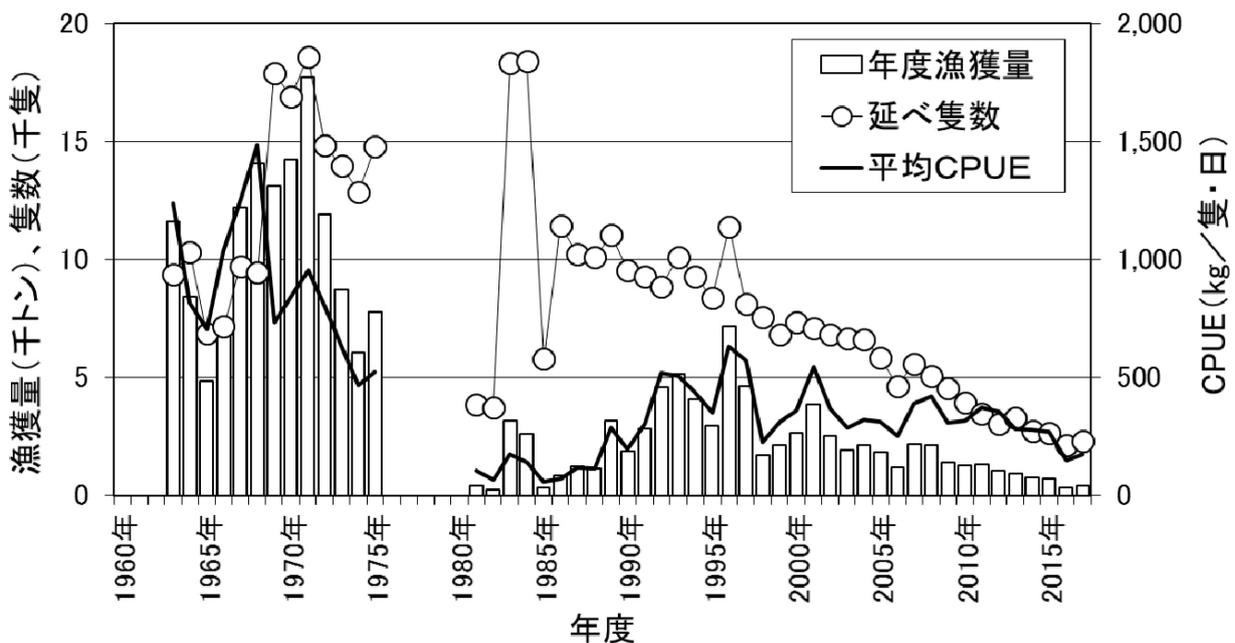


図8 函館港におけるイカ釣りによる生鮮スルメイカ漁獲量、延べ出漁隻数およびCPUEの経年変化。1976年から1980年はデータ欠落。

イ 調査船調査

(ア) 日本海スルメイカ北上期調査 (5/20-25)

調査結果を図10に示した。漁獲調査点5点における深度50mの水温は5.6~12.2°Cの範囲にあり、北西側では冷水域の張り出しによって低水温、東経139°より沿岸では対馬暖流の影響で10°C以上となっていた。スルメイカのCPUE (イカ釣り機1台1時間あたりの漁獲尾数)はSt. 15が最も高く、64.8となった。他の調査点でもスルメイカは漁獲されたが、いずれも非常に低いCPUEであった。またSt. 15では1549尾の標識放流調査を行った。

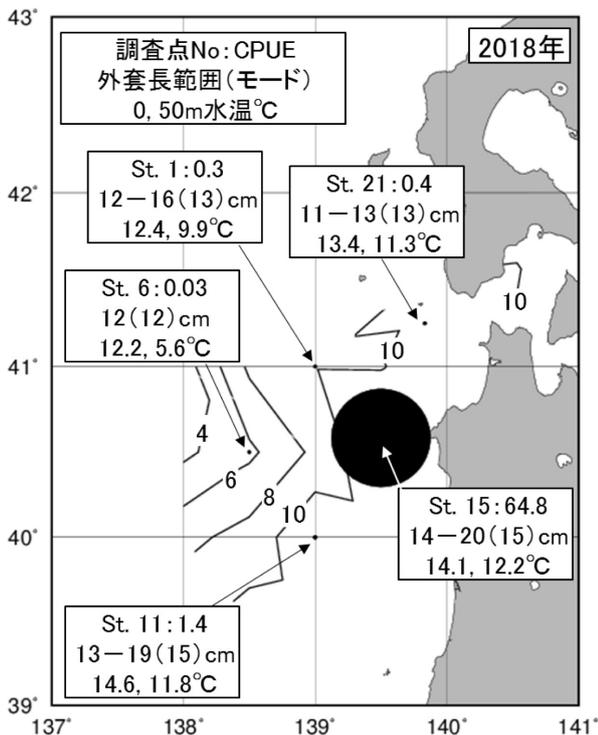


図10 日本海スルメイカ北上期調査結果。●は漁獲調査点で大きさはCPUEに比例(1以下は同じ大きさ)。等温線は深度50mの水温。

(イ) 日本海スルメイカ漁場一斉調査 (6/20-27)

調査結果を図11に示した。漁獲調査点7点における深度50mの水温は5.3~14.0°Cで、沖側で低水温、沿岸側で高水温となっていた。また瀬棚沖のSt. 3では局所的に水温が高くなっていた。漁獲調査の結果でもSt. 3のCPUEが最も高く(94.5)次いで渡島大島西方のSt. 12が高かった(22.6)。しかし、他の調査点では3.1~7.5と非常に低かった。またSt. 3では3400尾、St. 12では400尾の標識放流調査を行った。

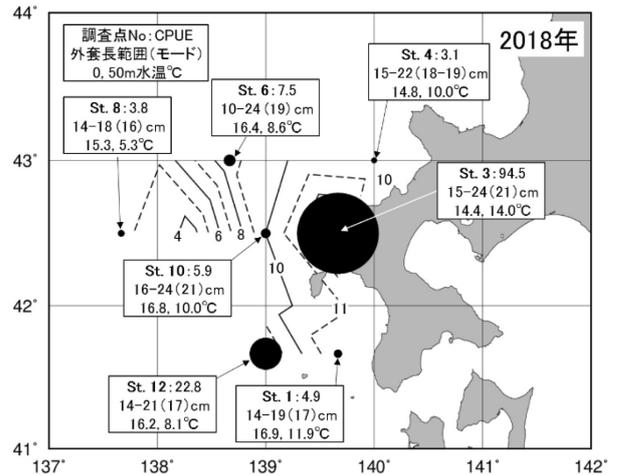


図11 日本海スルメイカ漁場一斉調査結果。図の見方は図9と同様。

(ウ) 太平洋スルメイカ漁場一斉調査 (8/20-24)

調査結果を図12に示した。漁獲調査点4点における深度50mの水温は12.8~16.3°Cであった。調査海域全体の50m水温に注目すると、津軽海峡の東側に水温18°C以上の暖水渦が浦河沖にかけて見られたことから、津軽暖流は渦モードであると考えられた。

漁獲調査の結果、スルメイカは全調査点で漁獲され、例年に比べて低密度であった。また浦河沖のSt. 15ではツメイカが1尾漁獲された。

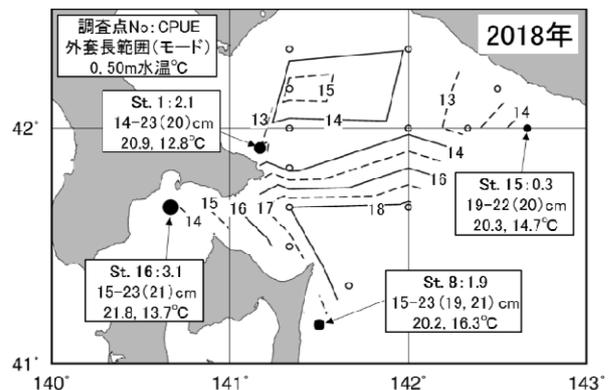


図12 道南太平洋いか類漁場一斉調査結果。図の見方は図9と同様。

(エ) 11月道南太平洋スルメイカ調査 (11/5-9)

調査結果を図13に示した。漁獲調査点4点における深度50mの水温は13.3~17.6°Cであった。また津軽海峡から浦河沖にかけて17°C以上の暖水が見られたことから、津軽暖流は8月に続き渦モードであった。

漁獲調査の結果、浦河沖のSt. 15を除く3点でスルメイカが漁獲されたが、CPUEは1未満と非常に低かったため、11月の道南太平洋では全体的に分布密度が低

かったと考えられた。また浦河沖のSt. 15では、アカイカのみ漁獲され、CPUEでは2.5となった。

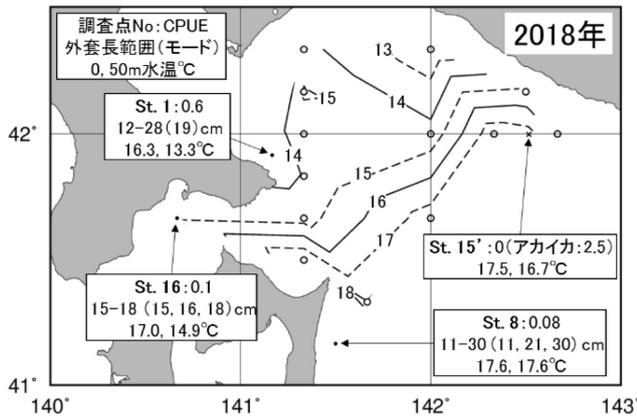


図13 11月道南太平洋スルメイカ調査結果。図の見方は図9と同様

(オ) 標識放流調査結果

5月と6月の調査船調査時に標識放流を行った結果、再捕が25尾あった。5月の標識個体の一部は山形県の定置網や青森県での漁獲があったが、ほとんどは道南～道央で7～8月に再捕された(図14, 表8)。6月の標識個体も同様に道南～道央で7月と8月に再捕された。(図15, 表9) 一方で道北の再捕報告は少なく、オホーツク海側や太平洋側での再捕報告はなかった。

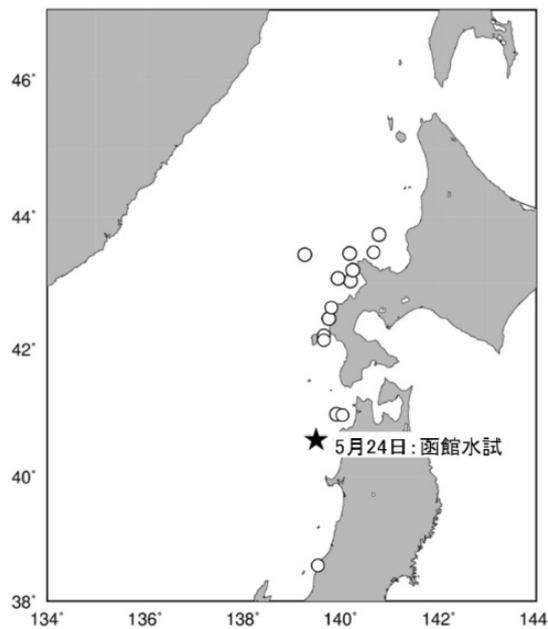


図14 北上期調査時の標識放流調査結果。★は放流地点。○は再捕地点。

表8 北上期調査時の標識イカ情報

再捕日	再捕地点	再捕場所詳細
6/18	山形県鼠ヶ関沖	
6/21	奥尻沖	奥尻宮津沖約2マイル
6/24	奥尻沖	奥尻港沖約3マイル
7/4	積丹沖	古平港から22マイル
7/4	津軽半島沖	中泊町権現崎南西20マイル
7/9	積丹西方沖	43° 26' 139° 16'
7/9	積丹西方沖	43° 26' 139° 16'
7/10	鱒ヶ沢北西沖	40° 59.2' 139° 54.8'
7/5-7/12	留萌～利礼のどこか	
7/21	島牧沖	43° 02.11' 140° 12.11'
7/24以前	道央～道北日本海	積丹～武蔵堆のどこか
7/20	積丹西方沖	43° 04.5' 139° 56.8'
8/20	せたな沖	モッタ沖約1マイル
8/23	積丹北方沖(増毛西方沖)	43° 44' 140° 47'
8/24	神威岬北西沖	43° 27' 140° 11'
8/24	せたな沖	42° 27.88' 139° 45.58'
10/15	川白岬沖	43° 12.00' 140° 15.00'

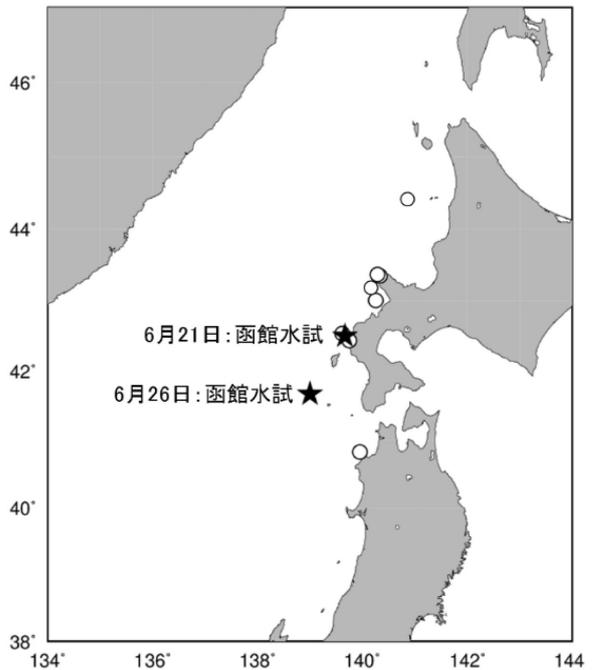


図15 北上期調査時の標識放流調査結果。★は放流地点。○は再捕地点。

表9 漁場一斉調査時の標識イカ情報

再捕日	再捕地点	再捕場所詳細
7/1	せたな沖	42° 32' 139° 37'
7/13	島牧沖	43° 00.200' 140° 15.300'
7/16	積丹沖	43° 20.836' 140° 19.940'
7/20	神恵内沖	川白沖
8/19	西津軽 深浦沖	40° 49.505' 139° 57.156'
8/28	せたな沖	42° 26' 139° 45'
8/28	天売島西方沖	天売島西20マイル
8/31	神威岬沖	43° 22.06' 140° 17.29'

ウ 漁獲物調査

函館港, 南茅部(木直) 定置網, 乙部港の漁獲物調査の結果をそれぞれ図15~図18に示した。

函館港では7月のみ外套長のモードが過去5年の値より大きかったが, 8月以降はやや小型の傾向であった。成熟個体は雄では8月から, 雌では9月から出現し, 特に雌では過去5年平均よりも成熟済や交接済個体の割合が多かった。10月中旬以降は出漁したイカ釣り漁船がほとんどなかったため, 11月以降は測定データを得られなかった。

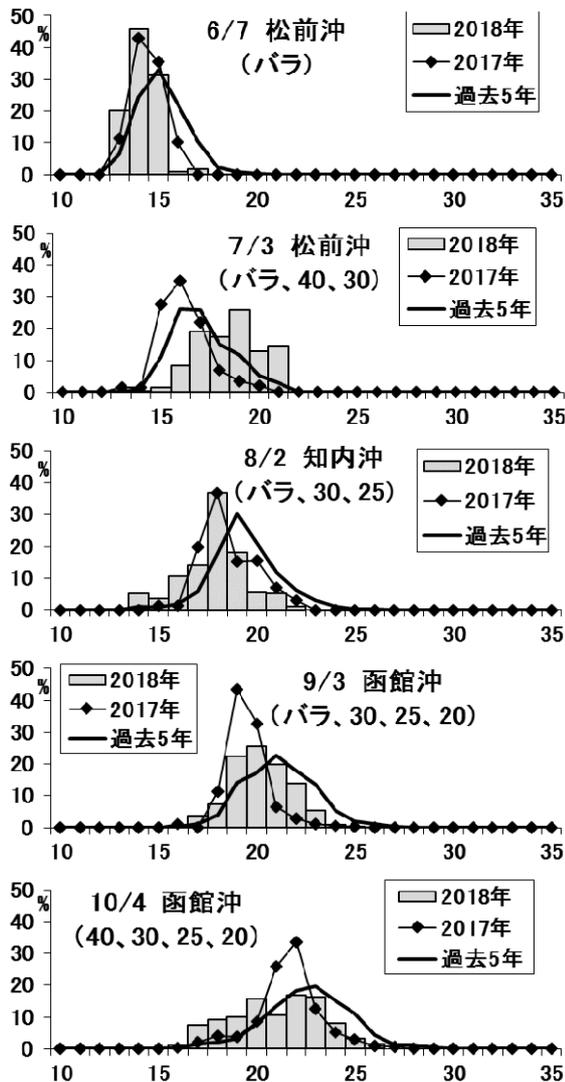


図15 函館港における2018年, 2017年および過去5年平均の月別外套長組成。括弧内は測定した発泡の銘柄。

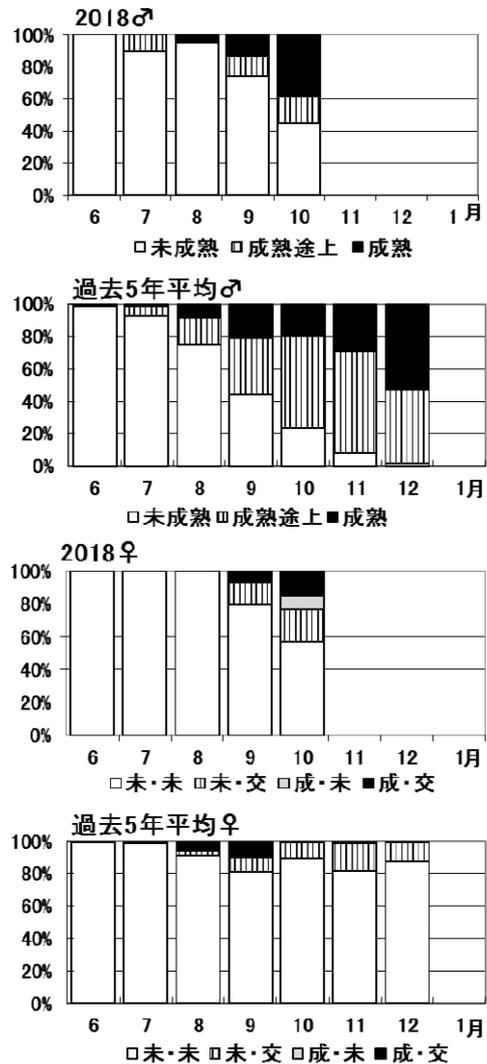


図16 函館港における2018年と過去5年平均の雌雄別成熟度組成。  
未・未: 未成熟・未交接, 未・交: 未成熟・交接  
成・未: 成熟・未交接, 成・交: 成熟・交接

太平洋側の南茅部(木直) 定置網の漁獲物では9月~11月にかけて, 外套長のモードが大きくなり, 11月には外套長30cmを超える大型個体が確認されたが, 12月の漁獲物ではモードは20mmと小型主体に変化した。また成熟度を見ても, 11月には雄では半数以上が成熟しており, 雌では約60%が交接済であったが, 12月には雌雄とも90%以上が未成熟個体であった。このことから, 11月については冬季発生系群と思われる比較的大型で成熟も進んだ個体が主体であったが, 12月はより生まれ時期が遅い群れが主体だったのではないかと考えられた。

11月の乙部港のイカ釣り漁獲物の生物測定では雌雄とも成熟個体が多かった。また漁獲された銘柄も生物測定を行った20尾入が9割以上で、他の銘柄がほとんどなかったことから、成熟に伴う南下回遊個体が主に漁獲されたものと考えられた。

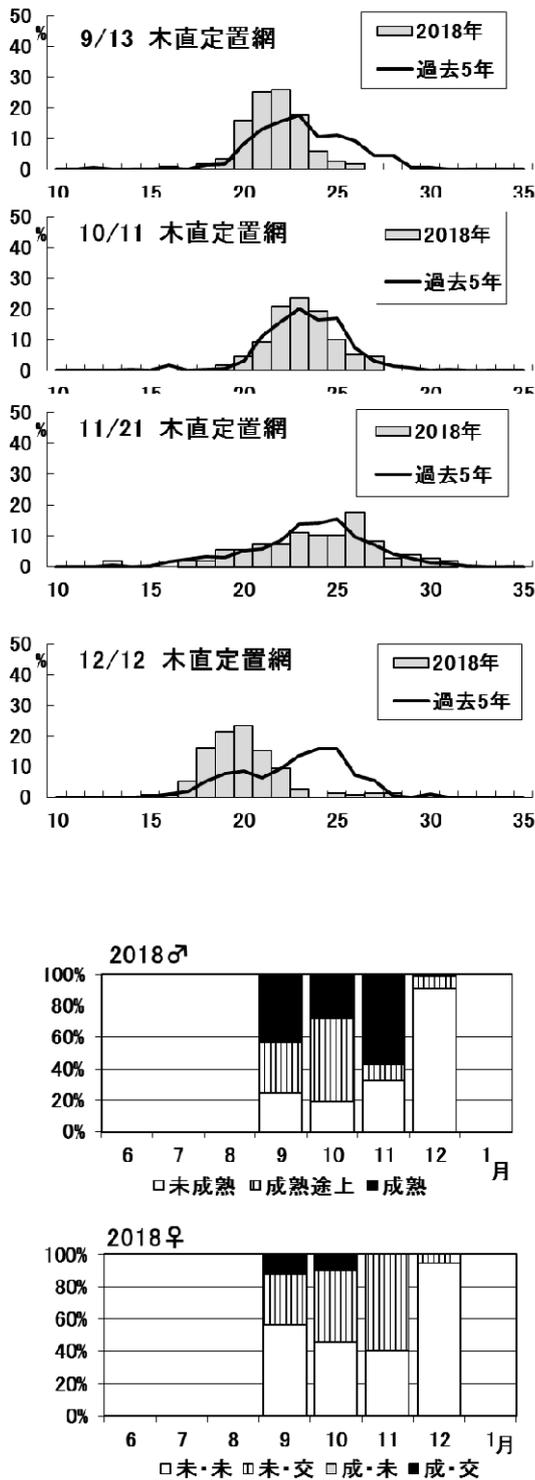


図 17 南茅部（木直）定置網漁獲物の外套長組成および成熟度の雌雄別変化。

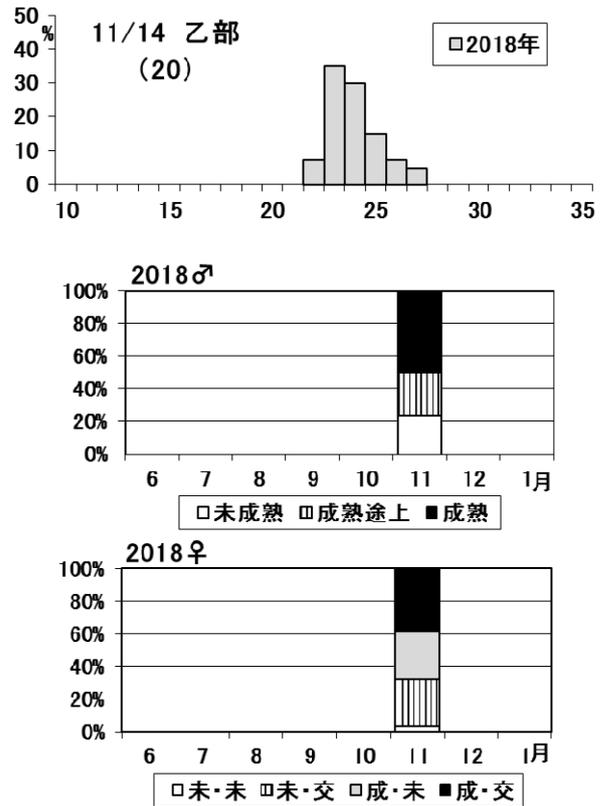


図 18 11月乙部港イカ釣り漁獲物の外套長組成および雌雄別成熟度。

#### (4) 2018年の漁況のまとめ

北海道日本海における2018年度の漁況は道南～道央海域を中心に7月に漁場が形成され、漁獲量が増加した。その後の8月～10月までは留萌～稚内にかけての道北海域が主漁場となり、11月には再び道南～道央海域にて漁場形成された。標準化CPUEによる2018年の来遊水準は低水準となり、北海道日本海に來遊するスルメイカは減少が続いている。また海域別の漁獲量の経年変化に注目すると、2010年以降は道央・道南では年々減少傾向である一方で、道北は2016年以降やや増加しており、主漁場が北にシフトしている可能性がある。北海道日本海で漁獲の主対象となる秋季発生系群では、発生時期にあたる秋季の日本海の高水温化が稚仔の生残率の低下を引き起こしている可能性が指摘されており<sup>2)</sup>、こういった海洋環境の変化が漁場の変化へとつながっている可能性がある。

道南太平洋では、2015年以降渡島太平洋を中心に従来の漁獲量のピーク時期であった10～11月の漁獲量が激減した。2018年も同様の傾向が見られ、秋季に漁獲量のピークが見られず、道南太平洋全体でも前年同様の低い水準の漁獲量となった。津軽海峡内の函館港でも同様に、特に10月以降はCPUEが非常に低く推移したため、10月下旬からは出漁した漁船がほとんどなかった。これはこの海域で漁獲の主体となる冬季発生系群全体の資源量が、再生産環境の悪化によって、2015年以降激減しており、現在も資源量が少ない状態が続い

ていることが要因と考えられる。

以上のことから現在のスルメイカ資源を取り巻く状況として、日本海を回遊する秋季発生系群も、太平洋を回遊する冬季発生系群も、再生産環境の悪化によって来遊量や資源量が減少したと考えられる。スルメイカは単年性の資源であるため今後再生産環境が好転することで、資源量が増加する可能性はあるが、現在の状況が継続するのか、劇的に変化するのかは不明である。

これらの状況を踏まえて、海洋環境の変化に伴う回遊経路、漁場形成および成熟・成長等の変化について、今後も継続的なモニタリングと調査研究によって明らかにすることが必要と考えられる。

#### 引用文献

- 1) 加賀敏樹, 山下紀生, 岡本俊, 濱津友紀: 平成30(2018)年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価. 平成30年度我が国周辺水域の漁業資源評価第1分冊. 東京, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 652-697 (2018)
- 2) 久保田洋, 宮原寿恵, 松倉隆一: 平成30(2018)年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 平成30年度我が国周辺水域の漁業資源評価第1分冊. 東京, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 698-745 (2018)

表1 北海道日本海および道南太平洋における生鮮スルメイカ漁獲量の経年変化。0は1トン未満、空白は漁獲なし。

西暦	年号	北海道日本海									道南太平洋						
		宗谷 日本海	留萌	道北	後志	石狩	道央	檜山	渡島 日本海	道南	合計	渡島 太平洋	胆振	日高	道南 合計	青森県 大畑	合計
1985	昭和 60	1,002	669	1,671	4,866	12	4,878	3,085	2,569	5,654	12,203	643	62	18	723	228	950
1986	61	292	396	687	1,894	7	1,901	1,112	1,206	2,317	4,906	918	14	280	1,212	909	2,121
1987	62	3,365	2,254	5,620	8,134	24	8,158	6,780	4,063	10,843	24,621	1,747	35	75	1,858	1,223	3,081
1988	63	1,300	1,585	2,885	8,147	7	8,154	6,755	3,043	9,798	20,836	1,994	118	415	2,527	1,483	4,010
1989	平成 1	2,909	3,388	6,298	10,089	13	10,102	12,507	6,053	18,559	34,960	6,991	438	4,940	12,369	2,741	15,110
1990	2	9,119	4,336	13,455	13,393	22	13,415	7,630	5,432	13,062	39,932	8,185	187	1,597	9,970	1,693	11,663
1991	3	9,413	3,644	13,057	15,888	23	15,911	11,110	4,444	15,554	44,522	16,052	297	3,539	19,888	1,687	21,575
1992	4	3,679	2,633	6,312	15,777	10	15,786	12,304	4,723	17,027	39,125	42,287	444	7,395	50,126	4,265	54,391
1993	5	1,327	1,466	2,792	6,836	16	6,852	8,865	6,566	15,431	25,075	24,168	1,582	10,135	35,885	5,644	41,529
1994	6	2,886	1,338	4,224	7,883	14	7,896	10,877	7,086	17,964	30,083	28,007	1,366	6,737	36,110	6,921	43,031
1995	7	4,644	859	5,503	7,251	7	7,258	8,973	4,220	13,193	25,954	32,134	1,561	5,400	39,095	3,623	42,718
1996	8	2,859	1,067	3,926	7,165	11	7,176	13,095	7,939	21,033	32,135	43,612	2,108	6,910	52,630	8,323	60,953
1997	9	3,588	620	4,208	6,908	8	6,916	11,871	6,183	18,053	29,177	47,686	3,306	15,947	66,939	4,561	71,500
1998	10	4,560	2,320	6,880	8,481	9	8,490	7,602	3,878	11,480	26,849	16,757	533	4,208	21,498	1,408	22,906
1999	11	5,411	1,909	7,320	16,038	6	16,044	11,467	3,479	14,946	38,310	15,075	481	2,868	18,424	1,364	19,788
2000	12	2,674	1,721	4,395	7,182	16	7,198	9,450	3,691	13,142	24,734	27,151	2,446	4,049	33,646	3,031	36,677
2001	13	4,380	1,295	5,675	9,092	2	9,095	9,823	4,393	14,216	28,986	25,907	4,215	2,891	33,013	5,555	38,568
2002	14	1,788	1,866	3,653	8,772	6	8,778	9,967	3,229	13,196	25,627	16,200	1,236	2,234	19,670	2,581	22,251
2003	15	2,029	1,605	3,634	13,224	4	13,228	9,748	1,698	11,447	28,308	37,442	6,026	7,710	51,178	3,796	54,974
2004	16	1,803	1,359	3,162	6,917	1	6,918	5,607	1,351	6,958	17,038	17,842	2,591	5,306	25,740	2,974	28,714
2005	17	1,934	1,821	3,756	5,682	2	5,684	5,873	1,123	6,996	16,435	20,709	2,341	3,477	26,527	2,996	29,523
2006	18	1,593	2,881	4,474	6,353	1	6,354	9,643	2,933	12,576	23,404	13,105	1,368	2,780	17,252	1,188	18,441
2007	19	2,669	1,041	3,710	3,989	1	3,990	6,936	1,637	8,573	16,273	31,797	2,374	3,418	37,589	3,716	41,305
2008	20	1,348	1,346	2,694	6,464	1	6,466	5,838	1,028	6,866	16,026	35,645	5,260	5,319	46,224	2,511	48,735
2009	21	783	1,245	2,028	4,949	1	4,949	4,988	1,358	6,346	13,323	14,700	5,229	7,111	27,041	1,785	28,825
2010	22	1,749	705	2,454	3,540	1	3,541	5,006	1,500	6,506	12,501	11,194	3,905	2,506	17,605	2,990	20,595
2011	23	1,392	674	2,066	5,114	0	5,114	5,633	1,864	7,497	14,677	13,808	2,859	2,936	19,603	2,114	21,717
2012	24	1,041	659	1,700	2,864	12	2,876	4,820	1,356	6,176	10,752	10,180	2,480	5,581	18,241	1,407	19,648
2013	25	1,411	774	2,186	2,010	0	2,010	3,624	1,040	4,664	8,859	11,672	2,143	2,879	16,693	1,287	17,980
2014	26	650	568	1,219	2,807	1	2,808	4,081	1,061	5,143	9,169	10,419	1,773	1,787	13,979	1,900	15,879
2015	27	733	241	974	1,980	1	1,980	1,626	550	2,176	5,130	4,909	1,526	1,198	7,634	1,827	9,461
2016	28	1,814	205	2,019	1,944		1,944	2,649	891	3,540	7,503	2,086	1,083	1,412	4,582	291	4,873
2017	29	2,550	982	3,533	3,133	0	3,133	1,227	275	1,502	8,167	2,588	1,395	341	4,324	292	4,616
2018	30	1,773	1,464	3,237	2,665	0	2,665	967	168	1,134	7,036	2,400	1,154	718	4,272	117	4,389

注) 道内の漁獲量は漁業生産高報告および水試集計速報値。渡島太平洋は函館港水揚げの船凍イカを除く。

表2 1985~2018年までの道北日本海における月別漁獲量

道北日本海																
年度\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3 4~9月計	10~3月計	年度計		
1985		1		177	661	221	328	265	18			1,061	610	1,671		
1986				9	232	72	187	186	1			313	374	687		
1987		1	1	669	2,165	1,133	891	757	4			3,968	1,652	5,620		
1988			0	395	1,547	755	174	14	0			2,696	188	2,885		
1989				619	3,150	984	734	800	11			4,753	1,545	6,298		
1990		0	8	3,601	3,508	2,403	1,729	1,810	395	1		9,520	3,934	13,455		
1991		0	5	3,481	2,723	649	4,259	1,931	10			6,858	6,200	13,057		
1992				1,194	2,254	874	1,559	410	20	0		4,322	1,989	6,312		
1993			12	988	788	395	246	341	22			2,183	609	2,792		
1994		0	28	715	1,215	780	545	804	135			2,739	1,485	4,224		
1995	0	0	6	365	1,447	625	2,487	562	10	0	1	2,443	3,060	5,503		
1996			8	379	1,058	692	780	1,002	7			2,137	1,789	3,926		
1997			14	90	1,401	574	1,497	594	36	1	0	2,079	2,129	4,208		
1998	0	0	2	693	2,818	1,023	1,743	577	21	0		4,536	2,344	6,880		
1999	0	0	7	1,093	1,975	1,343	1,498	1,363	41			4,418	2,902	7,320		
2000	0		11	557	1,213	633	1,009	944	24	2		2,415	1,980	4,395		
2001			14	469	1,062	913	2,503	693	21			2,458	3,217	5,675		
2002			16	740	1,166	991	461	233	46	0		2,913	741	3,653		
2003		0	5	558	941	536	1,009	518	65			2,041	1,593	3,634		
2004			17	757	793	236	487	867	5			1,804	1,358	3,162		
2005			1	646	876	330	811	1,083	9			1,853	1,902	3,756		
2006		0	1	548	1,610	799	551	945	20			2,958	1,516	4,474		
2007			0	514	1,118	806	678	560	33			2,438	1,272	3,710		
2008				468	837	730	337	322	0			2,035	659	2,694		
2009			1	617	516	285	348	257	4	0		1,419	609	2,028		
2010				318	547	339	388	848	15			1,203	1,251	2,454		
2011			1	205	671	279	319	554	38			1,155	911	2,066		
2012			8	330	645	329	71	315	2			1,312	388	1,700		
2013			1	300	540	327	467	549	2			1,168	1,018	2,186		
2014			1	273	393	164	244	144	0			831	388	1,219		
2015			1	97	296	274	160	139	0			7	668	306	974	
2016			7	98	879	255	286	495	1			1,238	781	2,019		
2017			9	693	1,356	425	671	379				2,483	1,050	3,533		
2018			0	413	838	690	1,183	112	0			1,941	1,295	3,237		
平均		0	0	8	684	1,272	643	901	629	34	1	1	4	2,599	1,560	4,159

表3 1985～2018年までの道央日本海における月別漁獲量

道央日本海															
年度\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4～9月計	10～3月計	年度計
1985	35		13	1,302	1,566	767	480	336	381	0			3,682	1,197	4,878
1986			1	254	532	221	322	419	133	19			1,008	893	1,901
1987	0	7	116	1,686	3,099	1,429	1,201	489	127	3	1		6,336	1,822	8,158
1988	0	0	20	2,308	3,883	1,543	283	104	12		1		7,754	399	8,154
1989	0	6	183	2,539	2,724	2,069	1,350	1,019	146	0	54	12	7,521	2,582	10,102
1990	4	22	484	3,658	2,623	2,659	2,297	855	777	26	9	2	9,450	3,965	13,415
1991	7	16	528	6,679	3,198	1,971	2,312	915	285	0		0	12,398	3,512	15,911
1992	19	13	232	4,191	4,280	1,997	2,958	1,420	670	0	0	5	10,733	5,053	15,786
1993	22	7	231	3,125	1,661	854	461	457	27	1		4	5,902	950	6,852
1994	7	22	372	2,387	1,254	1,712	748	1,022	370	1		0	5,755	2,141	7,896
1995	8	6	290	1,431	1,294	1,217	2,179	722	110	0		2	4,246	3,013	7,258
1996		7	59	1,718	1,718	1,231	1,193	947	301				4,734	2,442	7,176
1997	1	2	336	2,365	1,571	1,070	647	639	284	2		0	5,344	1,572	6,916
1998	0	1	165	1,492	2,267	1,724	1,259	811	691	80			5,649	2,841	8,490
1999		7	390	3,465	1,851	1,637	1,896	2,639	4,040	114	3	1	7,351	8,693	16,044
2000		5	360	1,733	1,301	939	663	2,034	154	8			4,338	2,860	7,198
2001	21	4	942	2,560	1,101	1,122	785	2,172	388				5,749	3,345	9,095
2002	0	35	888	2,989	1,310	1,829	920	548	258	1			7,050	1,728	8,778
2003	0	0	395	2,724	2,546	1,872	2,032	2,930	716	11	0		7,538	5,690	13,228
2004	0		676	1,547	1,052	930	859	1,573	282	0			4,205	2,713	6,918
2005	0	0	349	1,542	1,162	750	620	905	338	18	0		3,803	1,881	5,684
2006	0		585	2,035	1,063	582	389	1,322	371			6	4,266	2,088	6,354
2007	5	2	821	968	455	535	278	683	203	37		3	2,787	1,203	3,990
2008			232	1,314	1,205	755	800	1,443	709	2	2	4	3,506	2,960	6,466
2009		0	287	2,091	828	555	422	609	157	0			3,761	1,188	4,949
2010		0	224	999	407	407	448	427	583	32		14	2,037	1,503	3,541
2011		0	31	1,601	627	245	404	1,641	560	5		0	2,505	2,610	5,114
2012			546	918	417	205	54	298	431	5			2,087	789	2,876
2013		2	77	348	141	116	274	485	556	9	0	0	684	1,326	2,010
2014			282	1,044	157	79	161	833	233	12	5	1	1,562	1,246	2,808
2015	1	0	298	428	134	180	95	765	77	1	1	0	1,042	938	1,980
2016	0		214	292	190	149	167	911	21				845	1,098	1,944
2017		0	485	548	240	617	824	359	58	1	0	1	1,891	1,242	3,133
2018		4	120	621	155	378	525	741	120		1		1,278	1,388	2,666
平均	6	7	331	1,910	1,414	1,011	892	985	429	14	5	3	4,671	2,320	6,990

表4 1985～2018年までの道南日本海における月別漁獲量

道南日本海															
年度\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4～9月計	10～3月計	年度計
1985			402	2,549	633	661	420	157	811	22			4,244	1,410	5,654
1986			42	689	356	219	218	281	497	13	1		1,307	1,010	2,317
1987			1,296	2,939	2,519	1,240	1,490	764	587	8			7,994	2,849	10,843
1988			400	4,061	2,549	1,438	353	725	245	26			8,448	1,350	9,798
1989			1,819	8,338	2,422	2,755	1,682	941	558	44	0		15,334	3,225	18,559
1990	0	1	2,192	2,487	2,240	1,711	1,780	768	1,568	297	11	6	8,631	4,431	13,062
1991	0		2,298	3,392	2,387	2,442	1,771	1,869	1,350	39		4	10,520	5,033	15,554
1992			2,168	3,842	3,942	1,863	1,288	1,591	2,301	32		0	11,814	5,213	17,027
1993		0	1,139	2,439	3,482	4,032	1,887	1,667	771	14			11,091	4,340	15,431
1994		1	2,601	5,347	3,032	2,759	2,614	1,173	353	77			13,740	4,223	17,964
1995			2,047	5,315	2,981	1,128	1,136	267	319	0			11,471	1,722	13,193
1996		0	1,282	5,861	4,134	3,900	2,943	1,692	1,009	212	1		15,177	5,856	21,033
1997		0	4,780	5,834	1,710	1,286	1,022	2,180	1,204	36	1		13,610	4,443	18,053
1998		0	1,553	2,730	1,964	2,545	1,435	599	652	2			8,792	2,688	11,480
1999		0	1,814	4,799	2,286	1,303	1,122	1,503	1,356	651	111		10,203	4,743	14,946
2000			2,350	2,482	1,614	1,432	927	2,530	1,799	8			7,878	5,264	13,142
2001			3,214	5,100	1,316	789	1,242	1,498	1,056				10,419	3,797	14,216
2002		1	2,811	4,671	2,142	1,462	439	725	922	8	15	0	11,087	2,109	13,196
2003			1,195	2,375	1,261	1,848	1,663	2,315	757	33	0		6,679	4,767	11,447
2004			1,112	1,147	747	773	767	1,476	915	15	5		3,779	3,179	6,958
2005			1,784	1,142	1,595	703	489	625	610	47	1	1	5,224	1,772	6,996
2006		0	2,212	4,342	1,979	1,775	880	590	785	12			10,309	2,267	12,576
2007		0	1,952	1,975	1,527	739	622	662	1,056	39			6,193	2,380	8,573
2008			1,067	1,822	526	701	575	983	1,078	116	0		4,115	2,751	6,866
2009			910	1,749	942	790	272	1,123	509	51			4,391	1,955	6,346
2010			1,089	1,827	650	336	343	417	1,536	309	0		3,902	2,604	6,506
2011		0	595	2,748	1,665	718	208	740	822	0			5,726	1,771	7,497
2012			1,430	2,576	617	754	249	153	398	0			5,377	800	6,176
2013			904	1,930	396	338	438	231	412	14			3,568	1,096	4,664
2014			976	2,091	645	122	46	582	622	59			3,834	1,308	5,143
2015			382	815	282	107	11	546	28	5			1,586	590	2,176
2016			1,007	1,841	409	52	40	138	54				3,308	232	3,540
2017		0	217	133	268	329	279	176	98	1			948	553	1,502
2018			95	746	60	16	9	193	16				917	217	1,134
平均	0	0	1,504	3,004	1,626	1,267	902	938	796	78	17	3	7,401	2,704	10,105

表5 1985～2018年までの渡島太平洋における月別漁獲量

渡島太平洋															
年度\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4～9月計	10～3月計	年度計
1985		0	8	23	145	90	70	297	11	0			265	378	643
1986		0	0	11	88	100	150	490	79	0			199	719	918
1987		0	15	301	436	404	251	234	104				1,157	590	1,747
1988	0	1	7	6	163	285	1,108	383	41		0		462	1,532	1,994
1989	0		10	135	1,790	1,284	1,458	1,765	539	11			3,219	3,772	6,991
1990	1	3	92	964	852	681	1,293	3,482	645	99	74		2,593	5,593	8,185
1991		4	114	641	1,308	3,969	5,603	3,614	780	1	18		6,036	10,015	16,052
1992	0	2	327	3,397	5,862	5,744	15,737	10,922	290	5		1	15,333	26,955	42,287
1993	0	2	219	803	3,450	4,826	7,855	5,609	1,402	2	0	0	9,300	14,868	24,168
1994	0	13	557	2,837	4,338	4,527	8,445	5,328	1,950	10		0	12,273	15,734	28,007
1995	0	0	435	2,101	1,846	2,425	4,607	19,345	1,373	1		0	6,808	25,326	32,134
1996	0	0	749	6,117	5,788	7,433	13,424	9,478	498	20	5	100	20,088	23,524	43,612
1997	53	10	1,922	3,332	4,783	6,977	15,695	14,327	580	8	0		17,076	30,610	47,686
1998	0	0	155	1,492	1,434	2,165	3,429	5,815	2,168	62	1	36	5,245	11,513	16,757
1999	0	13	382	864	2,738	3,282	4,396	2,425	925	50			7,279	7,796	15,075
2000	0	1	351	2,033	2,434	2,390	5,149	13,817	965	10			7,209	19,941	27,151
2001		12	529	1,919	3,124	5,103	8,918	5,818	484				10,687	15,220	25,907
2002	0	0	1,605	4,377	1,968	1,453	1,881	4,696	208	12	0		9,402	6,797	16,200
2003	5	0	490	3,737	4,945	3,272	11,406	10,562	3,011	14			12,449	24,993	37,442
2004		6	525	3,544	2,747	2,172	4,541	3,183	1,114	5	1	5	8,993	8,849	17,842
2005		1	548	3,167	4,259	2,364	1,882	6,907	1,027	115		437	10,340	10,368	20,709
2006	2	2	391	2,648	2,700	2,406	2,826	1,212	854	49	13	3	8,149	4,956	13,105
2007	13	51	1,025	2,974	1,704	1,779	4,518	13,874	5,791	55	13		7,546	24,251	31,797
2008	2	12	1,258	2,439	1,906	3,643	7,516	16,439	2,384	36	7	3	9,259	26,386	35,645
2009	14	4	414	1,489	1,232	916	4,228	5,509	858	9	0	28	4,068	10,632	14,700
2010	0	2	164	1,588	2,300	588	1,686	2,519	2,298	48		1	4,641	6,553	11,194
2011	1	2	305	2,536	1,458	1,172	2,494	3,892	1,897	52			5,474	8,334	13,808
2012			223	806	1,688	2,262	1,097	3,062	971	47	25		4,978	5,202	10,180
2013	0	0	181	1,259	1,095	1,284	920	3,963	2,954	10	6		3,819	7,853	11,672
2014		0	76	545	624	473	1,146	5,491	2,057	5			1,719	8,700	10,419
2015		0	140	507	567	398	621	1,684	989	4	0	0	1,613	3,297	4,909
2016	4	5	123	222	213	480	706	147	169	17			1,047	1,040	2,086
2017		0	46	127	275	384	643	888	225				832	1,756	2,588
2018	0	0	43	280	572	471	669	187	173	0			1,365	1,029	2,395
平均	4	5	395	1,742	2,083	2,271	4,305	5,511	1,171	25	10	47	6,498	11,032	17,530

表6 1985～2018年までの日高における月別漁獲量

日高															
年度\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4～9月計	10～3月計	年度計
1985					12	2	3	2					13	5	18
1986				0	0	158	108	14					158	122	280
1987				0	13	44	2	16	0				57	18	75
1988			0	0	4	62	294	55	0				66	349	415
1989					708	3,113	557	550	8			3	3,822	1,118	4,940
1990			0	0	358	363	420	455	0				721	876	1,597
1991		0	0	2	1,434	767	1,170	166	0				2,204	1,335	3,539
1992		0	0	26	857	3,588	2,919	5	0				4,471	2,924	7,395
1993				41	1,386	5,144	3,108	385	72				6,571	3,565	10,135
1994			6	334	2,106	1,274	2,418	562	37	0			3,720	3,017	6,737
1995	0		0	324	1,426	1,926	1,696	24	4				3,676	1,724	5,400
1996			0	371	1,153	3,381	1,603	396	5				4,905	2,004	6,910
1997			0	48	2,775	9,178	3,924	21	0	0			12,001	3,946	15,947
1998				1	946	678	2,159	411	13				1,626	2,582	4,208
1999			0	125	1,525	1,047	164	6					2,698	170	2,868
2000			0	505	1,494	1,088	642	319	0				3,088	962	4,049
2001				13	567	1,202	942	168					1,782	1,110	2,891
2002			0	11	640	1,068	493	23					1,719	516	2,234
2003			0	87	1,217	3,471	1,486	1,449	1				4,775	2,935	7,710
2004			2	774	1,378	1,626	1,158	366	3				3,780	1,526	5,306
2005			0	6	1,639	556	803	474	0				2,201	1,277	3,477
2006				18	1,917	657	55	133	0				2,592	188	2,780
2007			1	634	1,355	594	648	187	0				2,582	835	3,418
2008				30	1,624	1,495	1,686	484	1				3,149	2,170	5,319
2009			1	781	3,127	2,442	512	247					6,352	759	7,111
2010			0	1	1,170	881	263	189	1				2,052	453	2,506
2011			1	342	1,343	389	483	378					2,075	862	2,936
2012			1	899	2,950	936	413	351	32				4,785	796	5,581
2013			0	85	1,288	647	489	369					2,020	858	2,879
2014				3	286	801	477	219					1,090	696	1,787
2015					5	681	164	337	11				686	512	1,198
2016			0	304	610	133	365	1	0				914	499	1,412
2017					25	11	185	115	6				36	306	341
2018				0	300	168	145	103	1				469	249	718
平均	0	0	1	182	1,098	1,472	933	275	8	0		3	2,731	1,214	3,945

表7 1985～2018年までの日高における月別漁獲量

胆振

年度\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4～9月計	10～3月計	年度計
1985				0	6	22	29	4	0			0	28	33	62
1986	0	0	0	0	0	2	10	2	0			0	2	12	14
1987	0	0	0	0	1	5	6	8	0	15			6	29	35
1988	0	2	0	0	1	11	67	8	5	24		0	14	104	118
1989	0	0	0	0	49	138	107	140	2			0	189	249	438
1990	0	0	0	0	9	51	43	44	2	0		38	61	126	187
1991	0	0	0	0	5	38	162	88	3	0			44	253	297
1992		0	0	0	39	51	262	40	0		52		90	354	444
1993			0	0	66	99	1,076	331	9	0			165	1,416	1,582
1994			0	42	125	76	915	201	5	0	0	0	243	1,122	1,366
1995	0	0	1	18	105	84	1,054	295	2			0	210	1,352	1,561
1996	0	0	0	63	211	146	1,014	658	16				420	1,687	2,108
1997				12	85	210	2,908	91	1	0			307	2,999	3,306
1998		0	0	1	64	36	80	345	7				101	433	533
1999			0	17	102	230	128	3	0	0	0	0	349	132	481
2000	0	0	0	64	182	399	769	1,013	18	0	0	0	645	1,801	2,446
2001	0	0		14	183	356	2,183	1,479		0	0	0	553	3,661	4,215
2002	0	0		0	34	157	772	273	0				191	1,044	1,236
2003		0	0	0	9	354	4,554	1,089	20		0		363	5,663	6,026
2004			2	216	266	387	1,461	245	12	0	0	2	871	1,720	2,591
2005	0	0	0	18	101	139	1,482	596	5	0	0	0	258	2,083	2,341
2006	0	0	0	0	25	76	1,116	19	130	0		0	102	1,266	1,368
2007	0	0	0	6	232	287	966	675	208		0	0	525	1,849	2,374
2008	1	0	0	1	72	465	2,864	1,549	309		0	0	539	4,721	5,260
2009		0		4	122	564	4,004	510	25	0			691	4,539	5,229
2010	0	0	0	2	111	278	2,594	855	65	0	0	0	391	3,514	3,905
2011			0	0	171	358	1,477	835	17	0	0	0	529	2,329	2,859
2012	0	0	0	79	507	909	615	367	2		0	0	1,496	984	2,480
2013	0		0	2	249	521	737	461	167	5	0	0	772	1,371	2,143
2014		0	0	0	115	268	940	411	37	0	1	1	384	1,390	1,773
2015	0	0	0	0	7	74	1,018	190	224	13	0	0	82	1,445	1,526
2016	0	0	0	0	23	170	864	13	12	2	0	0	193	890	1,083
2017	0	0	0	0	4	121	1,207	57	7	0	0	0	124	1,271	1,395
2018	0	0	0	1	50	140	947	12	3	0	0	0	193	963	1,155
平均	0	0	0	17	98	212	1,130	380	40	3	3	2	327	1,553	1,881

## 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

檜山振興局管内の漁獲量は、漁業生産高報告（2017、2018年度は水試集計速報値）、ひやま漁協の漁獲日報から集計した。また、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、11～2月のすけとうだら延縄漁業漁期中に乙部地区に水揚げされたスケトウダラを購入し、生物測定を行った。

渡島総合振興局管内の松前町と福島町の漁獲量は、漁業生産高報告（2017、2018年度は水試集計速報値）から集計した。また、漁獲量が少なかったため生物測定は実施しなかった。

#### 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（計量魚探調査、海洋観測調査、着底トロール調査）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の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) 2018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の漁獲量は、1980年代前半から中盤にかけて減少し、1986年度には6,534トンまで低下した。1993年度には17,770トンまで増加したが、その後は減少傾向が続いている（図1）。2018年度の檜山管内の漁獲量は347トンで、前年度（186トン）の1.9倍に増加したが引き続き低水準であった（表1）。檜山管内の漁獲金額は0.8億円で、

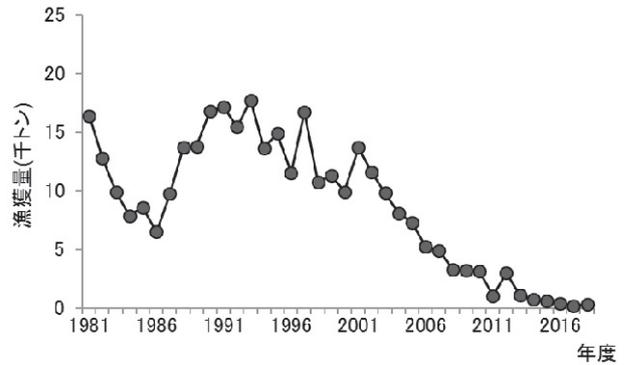


図1 檜山海域におけるスケトウダラ漁獲量の経年変化

表1 スケトウダラの地区別漁獲量と金額

	2017年度漁期計		2018年度漁期計		前年対比 (%)	
	数量	金額	数量	金額	数量	金額
せたな	0	15	0	0	-	-
熊石	5	627	0	6	1	1
乙部	181	56,214	347	80,394	192	143
江差	0	0	0	4	-	-
上ノ国	0	0	0	1	-	-
奥尻	0	0	0	0	-	-
合計	186	56,856	347	80,406	186	141
松前	4	189	2	88	47	47
福島	0	0	0	0	-	-
合計	4	189	2	88	47	47

※ 4月～翌年3月計（漁業生産高報告）。2018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。  
 2018年度のデータの一部は水試速報集計値を使用。

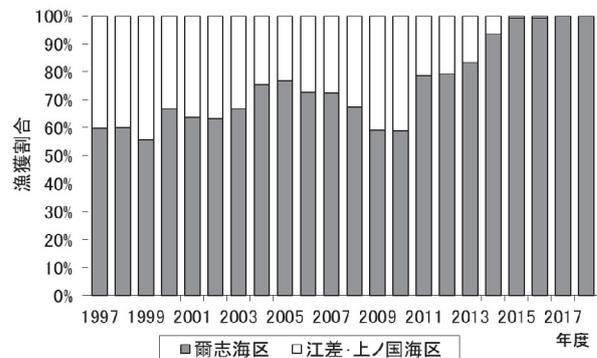


図2 檜山管内における地区別漁獲割合の経年変化

前年度(0.6億円)よりやや増加した(表1)。

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年度までは全体の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%で推移している(図2)。これは資源量の減少に伴って、魚群の分布が主産卵場である爾志海区に集中したためと考えられた。

**b 漁獲物の特徴**

2014~2018年度の檜山海域における延縄漁獲物の尾叉長組成と年齢組成を図3に示す。

2014~2017年度は、比較的資源豊度が高い2005年級群と2006年級群(2014年度ではそれぞれ9歳と8歳)が主体に漁獲された。一方、後続の2007年級群以降の漁獲物が少なかったため、年齢組成は年々高齢化した。また、近年は比較的豊度が高いと考えられる2010年級群と2012年級群がそれぞれ2016年度と2018年度に6歳で漁獲加入しており、2018年度は6歳(2012年級群)と8歳(2010年級群)が主体となった。この間の尾叉長は、概ね40~50cm台が主体で推移したが、2018年度は若齢化に伴い2017年度以前に比べやや小さかった。

**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CPUE(1日1隻あたりの漁獲量)、平均単価、操業日数、延べ操業隻数の経年変化を図4に示す。

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、

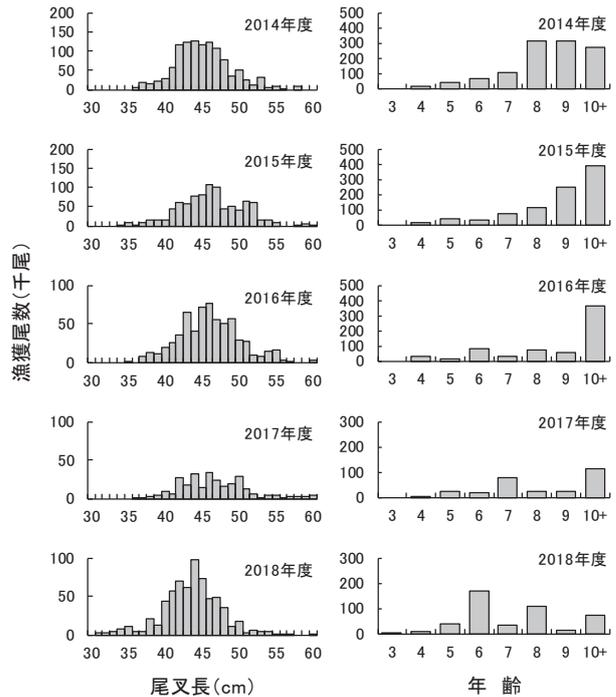


図3 檜山海域における延縄漁獲物の尾叉長組成と年齢組成

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。2018年度の漁獲量は324トンで前年(154トン)を上回った。また、平均CPUEも1.3トンと前年(0.9トン)を上回った。

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。これは道南太平洋のスケト

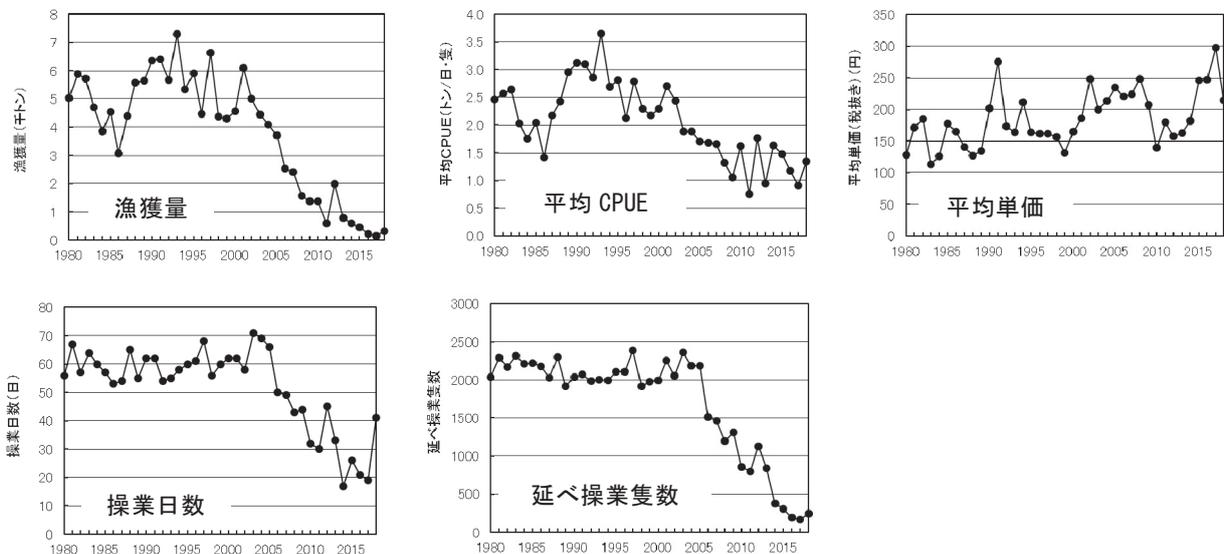


図4 すけとうだら延縄漁業による漁獲結果の経年変化(乙部町)

ウダラの豊漁が影響したと考えられる。2015年度以降は道南太平洋が不漁になったこともあり250円前後で推移し、2018年度は214円であった。

2018年度の操業日数は41日で、前年（19日）を大幅に上回った。延べ操業隻数は241隻で、前年（169隻）を上回った。このように漁獲努力量が前年よりも増加したのは、近年年明け以降に見られた魚群の沈み込みによる漁獲ができなくなる現象が起らず、漁期終盤の2月まで延縄漁ができたためと考えられる。

乙部町豊浜地区におけるすけとうだら延縄漁で使用した縄数は、記録が残っている1998年度以降減少傾向にあり、2018年度は5,805縄であった（図5）。これは1998年度の約4%であった。

**d 道西日本海の漁獲動向**

道西日本海（福島町～稚内市）のスケトウダラ漁獲量は、1970～1992年度まではおおよそ8～15万トンで推移した（図6）。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トンまで減少した。その後は横ばいで推移し、2018年度は5,613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、減少傾向が続き、2015年度は2,814トンにまで減少した（図6）。その後は横ばいで推移し、2018年度は3,095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（図6）。その後も減少傾向が続き、2018年度は2,518トンであった。

**イ 海上調査**

**(ア) 産卵群漁期前分布調査（新規加入量調査）**

2018年10月12～19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7）。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。

ここではスケトウダラの主漁場が形成される奥尻島以南海域の調査結果について記す。

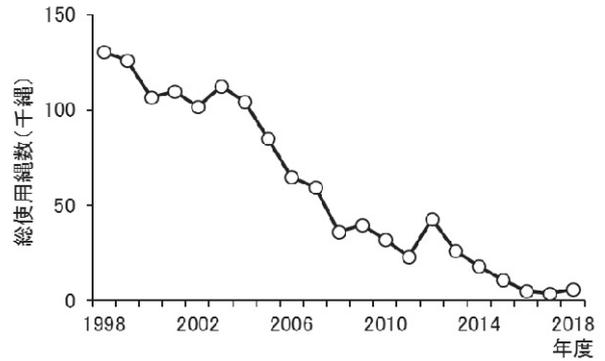


図5 すけとうだら延縄漁で使用した縄数の経年変化（乙部町豊浜地区）

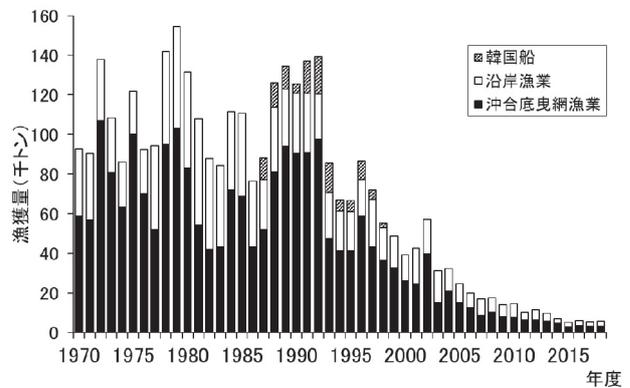


図6 道西日本海におけるスケトウダラの漁業別漁獲量の推移

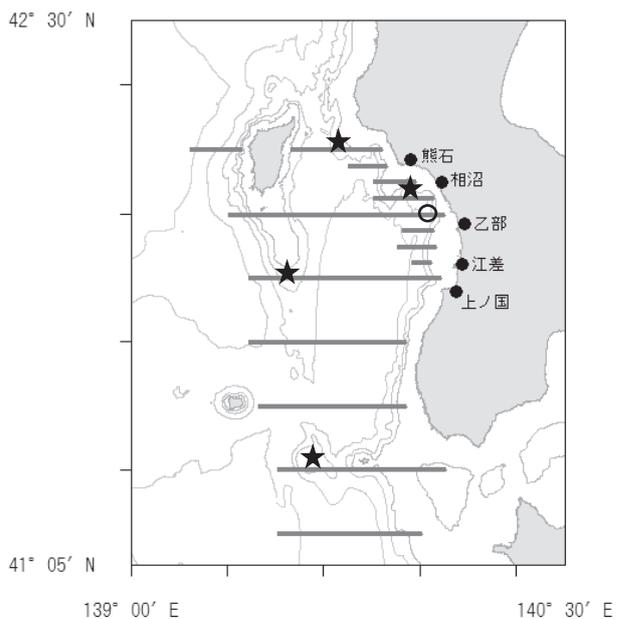


図7 スケトウダラ調査海域図  
実線(—)は魚探調査ライン  
星印(★)はトロール調査点  
黒丸(○)は海洋観測点

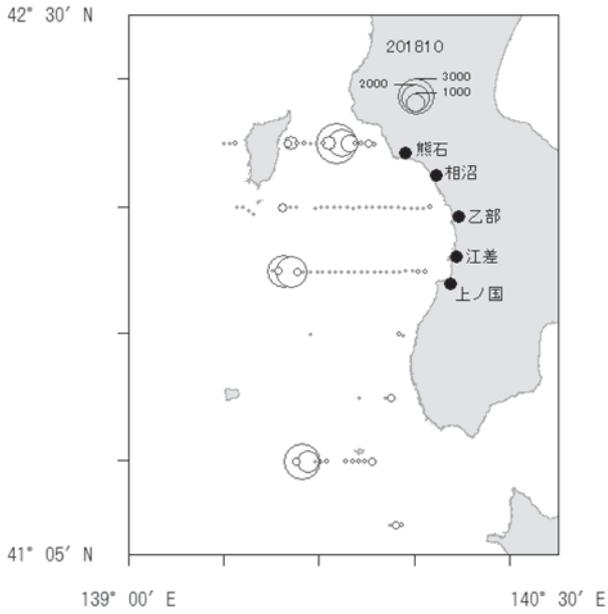


図8 調査海域全体の魚群の水平分布  
○の大きさが魚群反応量を示す

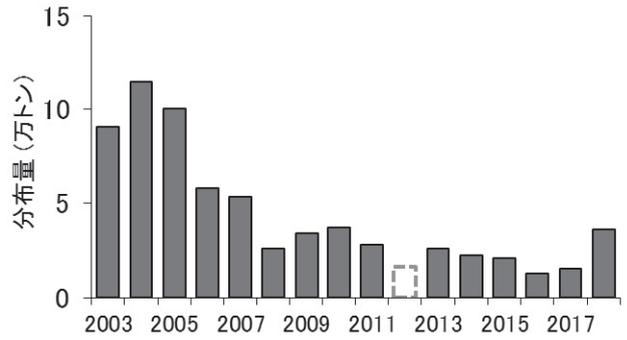


図9 檜山海域のスケトウダラ現存量の推移  
※2012年は荒天による欠測等により過小評価されているため参考値

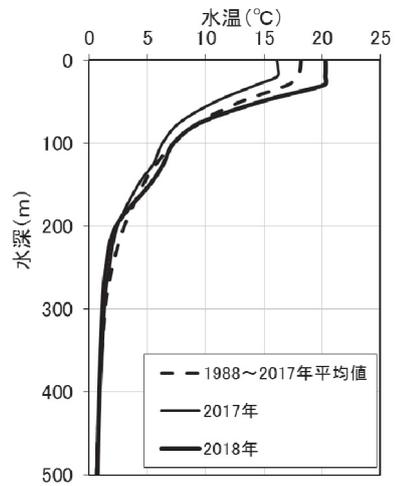


図10 乙部沖の10月の鉛直水温分布

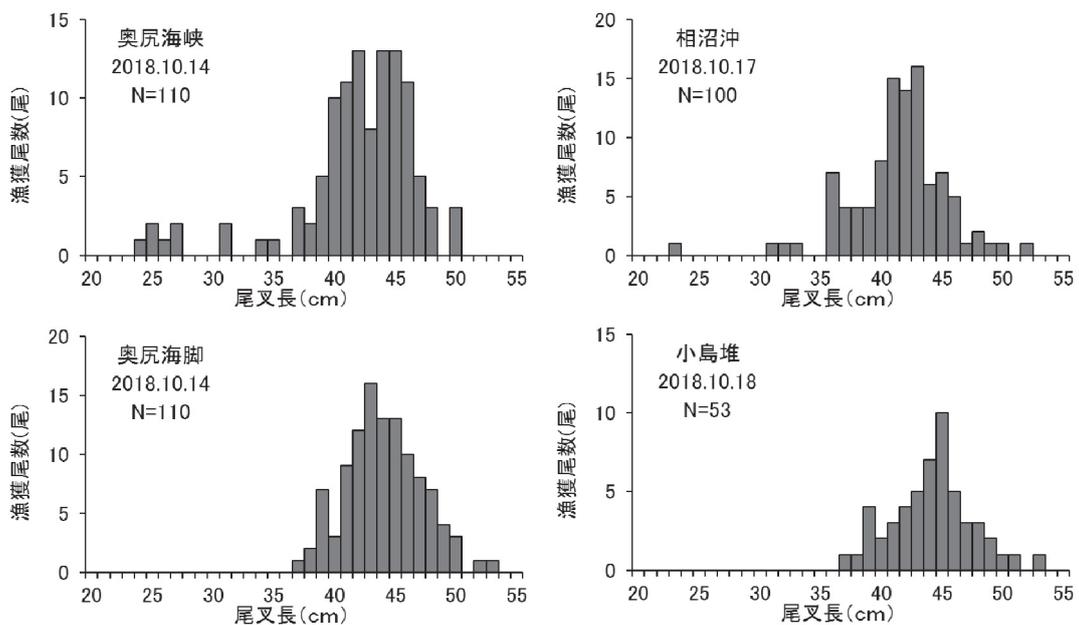


図11 着底トロール調査で漁獲したスケトウダラの尾叉長組成

#### a 道南日本海海域における魚群の分布

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(図8)。沿岸域の中では、相沼沖で比較的多く分布が見られた。

#### 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いる(図9)。2018年度の分布量は36,118トンで、前年(15,876トン)の約2.4倍に増加したが2007年以前と比べると低い水準であった。

#### c 水温環境

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、水深50m以浅は平年に比べ2~4℃高かった(図10)。

#### d 着底トロールによるスケトウダラの尾叉長組成

トロール調査は魚探反応が大きかった奥尻海峡(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(松前小島の西側)の4調査点で実施した(図7)。いずれの海域でも尾叉長40cm以上の成魚が主体に採集された。また、奥尻海峡や相沼沖では35cm以下の未成魚も漁獲された(図11)。

##### (イ) 産卵群漁期中分布調査(新規加入量調査)

2018年12月4~13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)産卵群漁期前分布調査」と同様に実施した(図

12)。

#### a 檜山海域における魚群の分布

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(図13)。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や松前小島堆周辺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14に示す。2018年のスケトウダラ分布量は829トンで、前年(716トン)とほぼ同じであった。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年以降は低水準横ばいで推移している。

#### c 水温環境

この時期スケトウダラが多く分布する水深200m以深はほぼ平年並であったが、水深100m以浅は平年に比べ1~3℃高かった(図15)。

#### d 着底トロールによるスケトウダラの尾叉長組成

魚探反応が大きかった2調査点で着底トロールを実施した(図12)。漁獲対象となる尾叉長40cm以上に加え、35cm未満のスケトウダラもまとまって漁獲された(図16)。

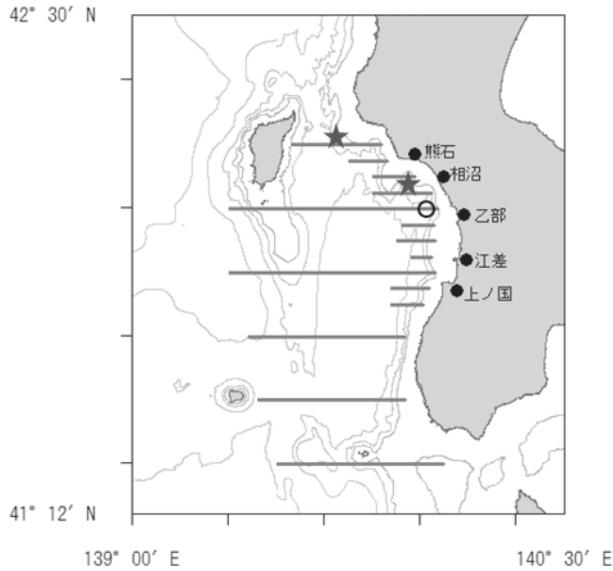


図12 スケトウダラ調査海域図  
 実線(—)は魚探調査ライン  
 星印(★)はトロール調査点  
 黒丸(○)は海洋観測点

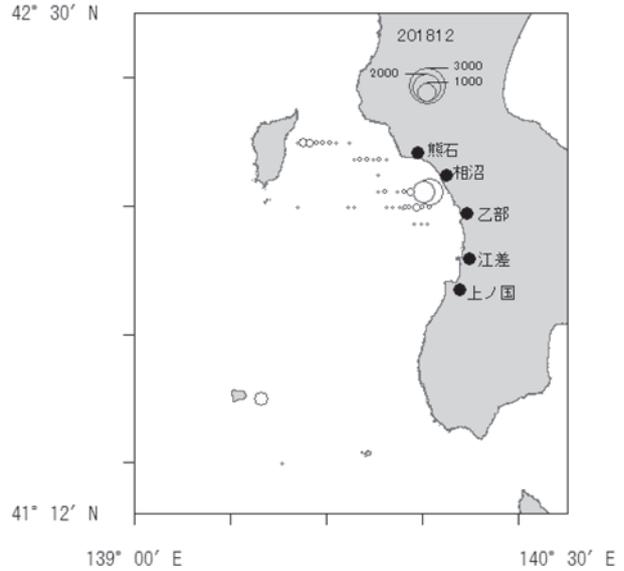


図13 調査海域全体の魚群の水平分布  
 ○の大きさが魚群反応量を示す

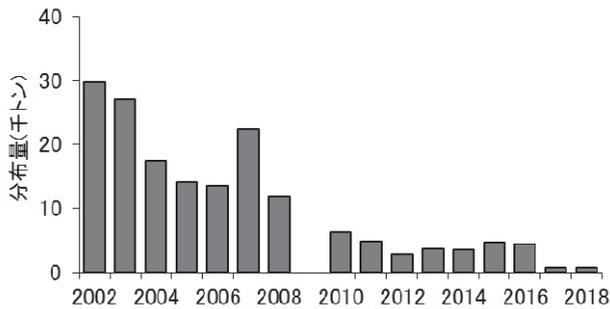


図14 延縄漁場とその周辺のスケトウダラ分布量の推移 ※2009年は荒天で調査できず

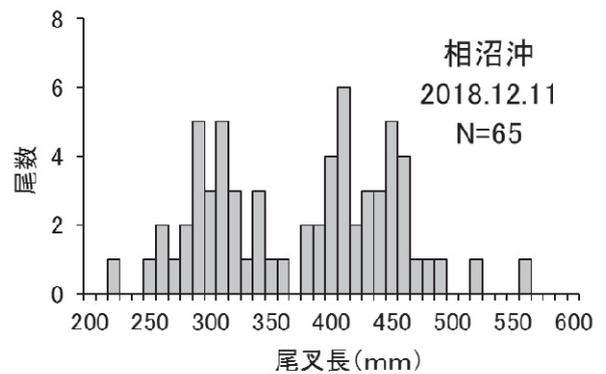
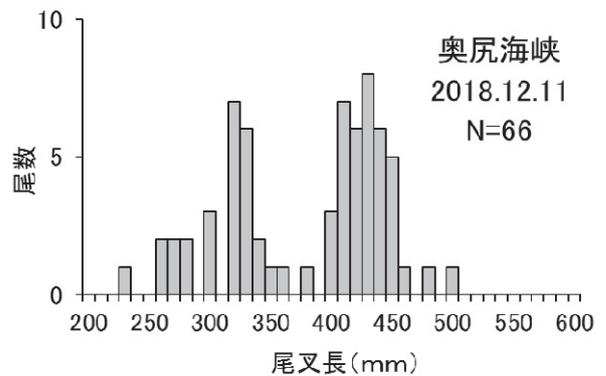


図16 着底トロール調査で漁獲したスケトウダラの尾又長組成

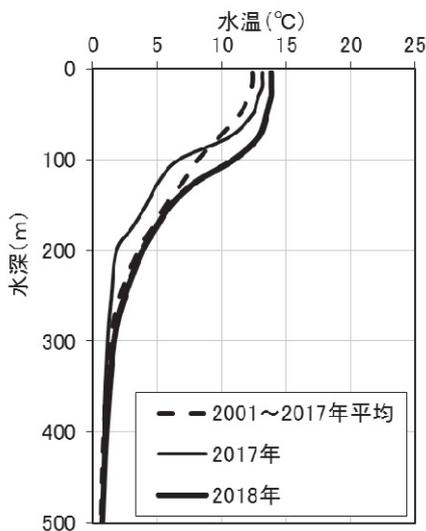


図15 乙部沖の12月の鉛直水温分布

## 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、2018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を評価した。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～2018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

線の間接点を算出するツールを用いて、漁具の間接点を割り出し、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（1 m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した。

（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。

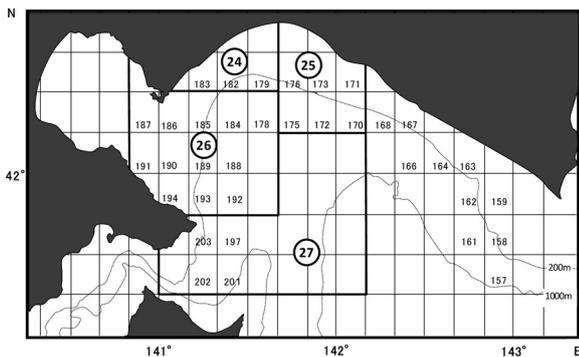


図1 沖底漁業における資源量指数の集計対象海区

（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）。

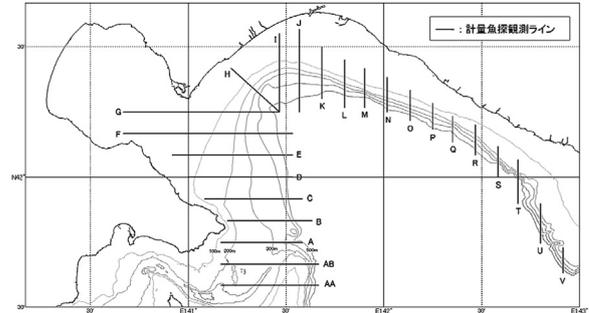


図2 産卵来遊群分布調査海域

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：2018年8月28日～9月1日
- 2次調査：2018年11月14～21日
- 3次調査：2019年1月15～22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 ( $\text{m}^2/\text{nm}^2$ ) 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 ( $\text{m}^2/\text{nm}^2$ ) 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ことから、2014年度以降の漁獲量は減少傾向となり、2018年度は3.5万トンで、前年度（4.1万トン）を下回っ

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
2018	23,552	1,084	86	10,541	35,264

年度計（4～3月）、2018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

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を示しており、2018年度の漁獲量は2.4万トンであった。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1千トンを下回ったなど、漁獲量の年変動が大きい。2018年度は1.1千トンで、2017年度(4.9千トン)を下回った(表2, 図3)。なお、2008~2012年度に日高海域で、2011~2013および2017年度に胆振海域で定置網における漁獲量が1千トンを超えたが、2018年度においても胆振海域の定置網で漁獲量が1千トン近くとなった(図4)。

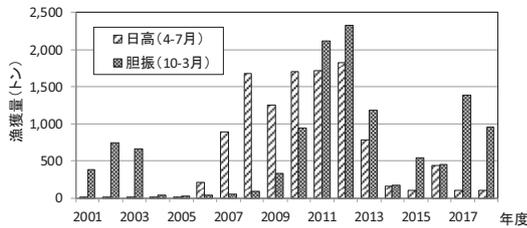


図4 胆振・日高管内における定置網漁獲量の推移

沖底漁業では、1985年度以降でみると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、3年連続して減少し、2017年度には0.9万トンとなったものの、2018年度はやや増加し、1.1万トンとなった(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4万トンを上回ったのに対し、1976~1983年度では2万トン前後にとどまった。1998年度以降は高豊度年級群(1994, 1995, 2000, 2005, 2007年級群)が漁獲対象となった年度にのみ漁獲量が大きく増加するような傾向がみられているが(図5)、最近では高豊度年級群が発生していないことから、2011年度以降減少傾向となっている。2018年度は1.0万トンで、2015年度以降、2017年度の1.5万トンを除き0.9万~1.0万トンで推移している。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。とくに、2005~2014年度までは2.1万~2.5万トンで推移したが、2015年度以降、減少傾向となっている。2018年度の漁獲量は1.0万トンで前年度(1.0万トン)と同量であった。日高管内の漁

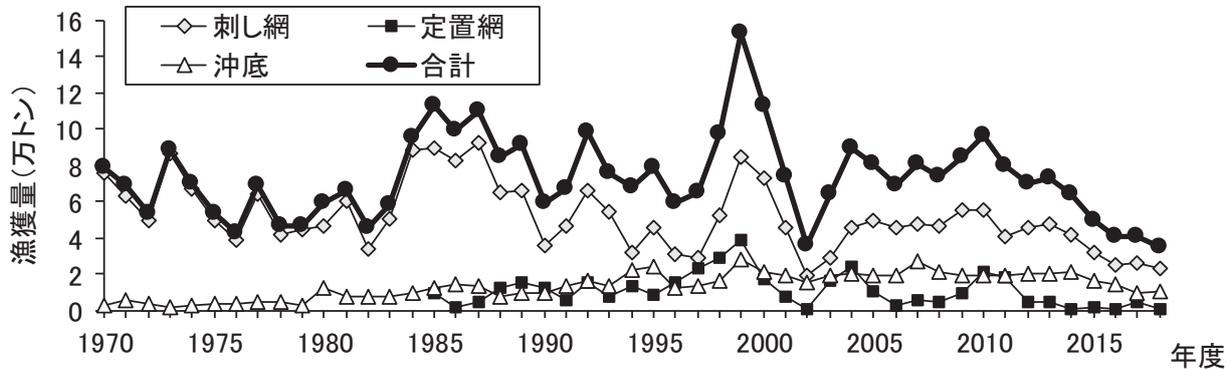


図3 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁業種別漁獲量の推移

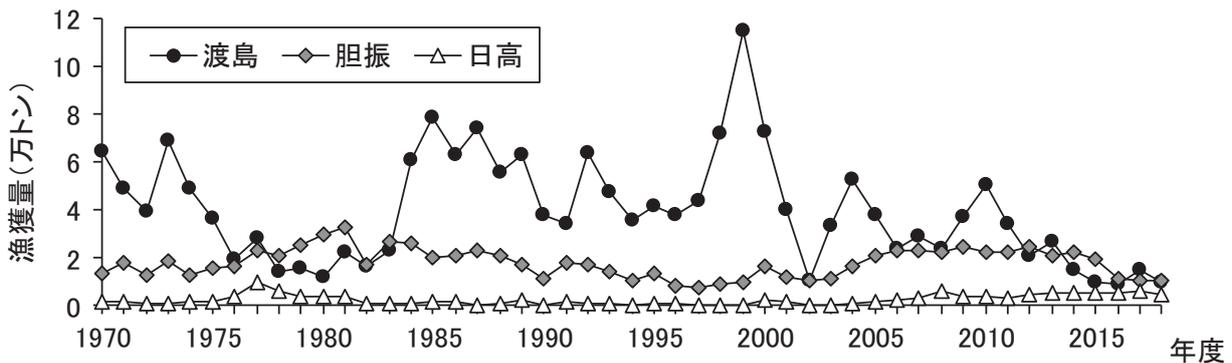


図5 道南太平洋海域におけるスケトウダラ振興局別漁獲量の推移

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おり、2017年度の漁獲量は1985年度以降で最高となった(6.2千トン)。しかし、2018年度はやや減少して4.8千トンであった。

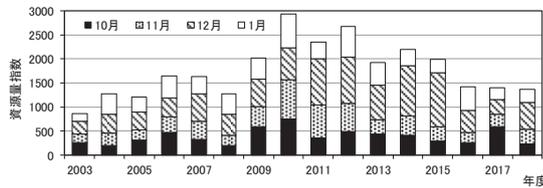


図6 刺し網漁業の資源量指数の推移

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。その後は増減を繰り返しながらも徐々に減少し、2016年度には1,400台となったが、2016年以降は、1,400前後で推移している。2018年度は1,371であった(図6)。

(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、2018年度には30.1であった(図7)。なお、2016年度は17.7と低い値となったが、2016年度は秋季～冬季にかけて、産卵場周辺海域が高水温となっていたため、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から、CPUEも低い値になったものと考えられる。

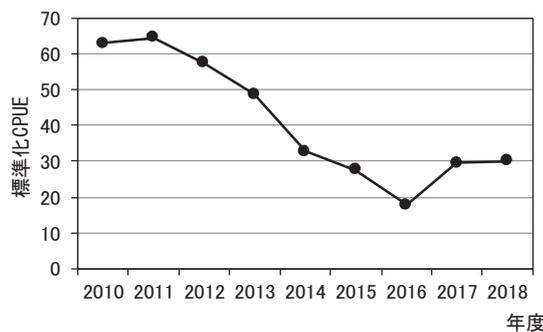


図7 刺し網漁業操業日誌に基づく標準化CPUEの推移

(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、1万～3万程度で推移していたが、1999年度には約5.9万、2000年度には約7.0万まで急増した。2002～2010年度は約2.6～5.0万で増減していたが、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、5.5万～6.5万台で推移していたが、2016、2017年度と急減し、2017年度は3.2万となった。2018年度は2017年度をやや上回る3.5万であった(図8)。

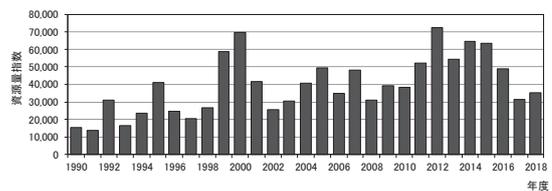


図8 沖底漁業の資源量指数の推移

(イ) 漁獲物の生物測定調査

2016～2018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。2018年度の漁獲物の尾叉長は24～63cmの範囲にあり、44cmにモードがみられた。年齢は5歳(2013年級群)が最も多く、次いで4歳(2014年級群)、6歳(2012年級群)の順で、4～6歳で全漁獲物の79%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年度に28.1万まで急増した。その後、2013年度に10万まで減少したものの、2015年度まではおおむね20～30万で変動していた。2016および2017年度は、16万前後であったが、2018年度には8万まで減少した。2次調査

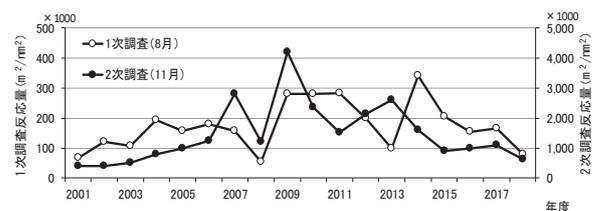


図10 スケトウダラ調査時期別の魚探反応量( $S_A$ 累積値)

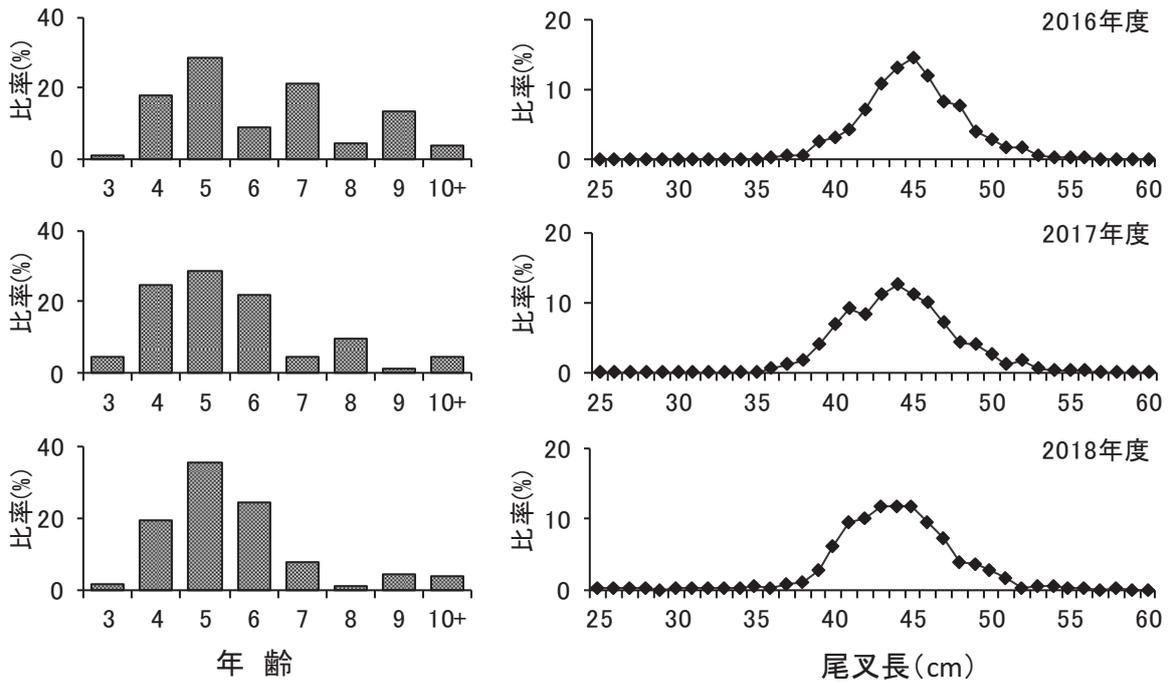


図9 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁獲量の年齢および尾叉長組成

(11月中旬)の反応量は、2001年度には41万であったが、その後、連続して増加し、2007年度には280万になった。2008年度には122万まで減少したが、2009年度には調査を開始した2001年度以降で最高の420万まで急増した。その後は、増減はあるものの減少傾向となっており、2018年は62万となった。

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0.67～2.81の範囲で推移していたが、2009年度には4.46まで上昇したものの、それ以降は減少傾向となり、2018年度は0.88となった。

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年連続で発生した高豊度年級群(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高豊度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1.2億～1.5億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たことから、2014年度まで1億尾以上の漁獲尾数があったが、2010および2011年級群は豊度の低い年級群となったことから、2015年度以降の漁獲尾数は減少し、2017年度は0.7億尾、2018年度は0.6億尾となった(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、2003～2017年度の15年間とした。この間の平均値を100とし、100±

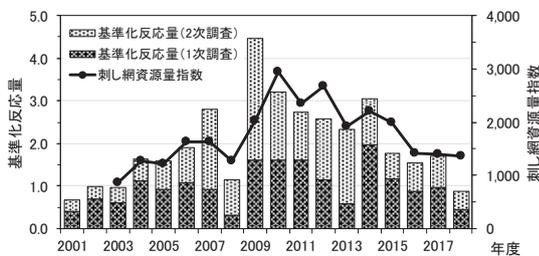


図11 調査時期別の基準化反応量および刺し網資源量指数の推移

ウ 資源解析

(ア) 年齢別漁獲尾数の推移

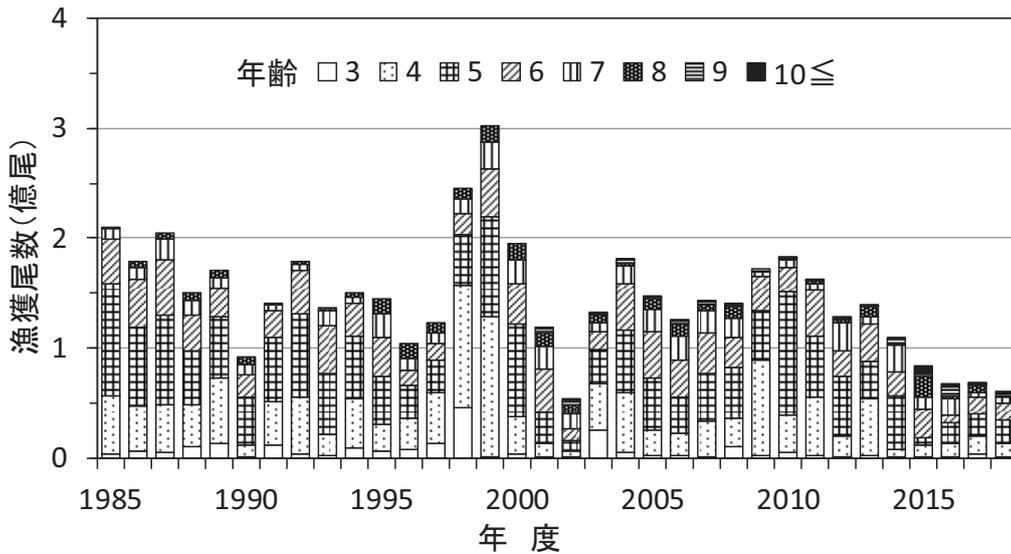


図12 道南太平洋海域におけるスケトウダラの年齢別漁獲尾数の推移

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。2018年度の刺し網漁業の資源量指数を用いた水準指数は77であったことから(図13)、2018年度の資源水準は中水準と判断した。

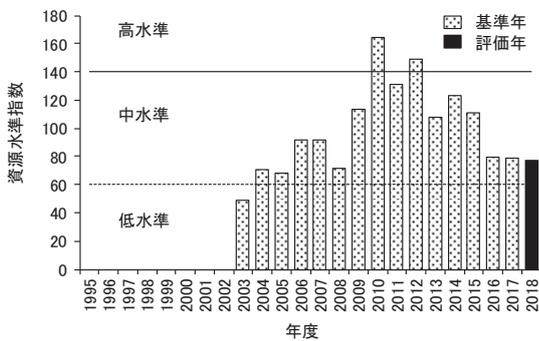


図13 道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源水準(資料は刺し網資源量指数)

### エ 漁況予報

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、室蘭漁業協同合沖底船に対して、漁期前半の漁況予測に関して報告を行うと共に、道南太平洋海域スケトウダラニュース平成30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(www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/index.html)において公表した。また、2次調査、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第2号および第3号として、第1号と同様、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1985～2017年の漁業生産高報告、2018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。2018年度の2～4歳の $F$ については、2015～2017年度の3ヶ年の $F$ の平均値を用いた。1歳の $F$ は、漁獲量が著しく少ない最近3年の平均 $F$ を用いると資源尾数が過大となるため、道南太平洋海域での漁獲量が本年の漁獲量と近い2008～2010年の1歳の $F$ の平均値を用いた。また、資源重量については年齢毎の資源尾数に各年齢の平均体重を乗じて算出した。

#### 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。

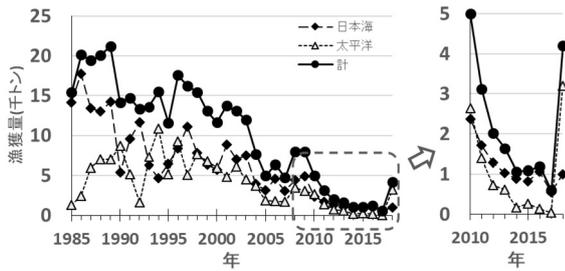


図1 道南海域の海域別ホッケ漁獲量の推移

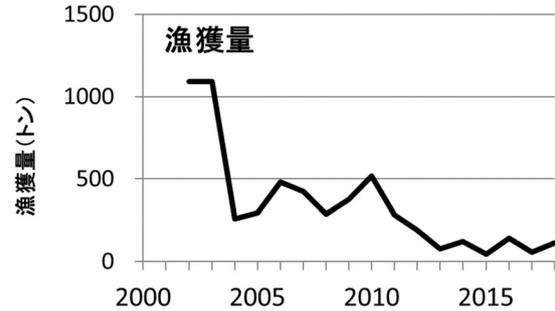


図2 産卵場に近いと考えられる上ノ国、松前地区での10～12月に底建網で漁獲されたホッケ漁獲量

(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(図1, 表1)。2004年に7.6千トンと急減し減少傾向となり、2008, 2009年にはやや増加し約8千トンとなった。2010年以降は減少が続き、2017年には599トンとこれまでの最低値を記録した。2018年は4,205トン(前年比703%)と一転して大幅に増加した。

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たが、2004年以降は4千トン前後で推移している。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。2016年には1,055トンとやや増加したが、2017年は552トンと減少した。2018年は1,001トンと前年に比べ増加した。道南太平洋では

1985年に1千トン台まで減少した後、増加傾向に転じて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2017年は47トンまで減少したが、2018年は大幅に増加し3,205トンを漁獲した。

海域別・漁法別にみると、日本海では定置網が前年比579%の536トンと増加したが、刺し網は前年比89%の378トンと減少した(表1)。太平洋では定置網が3,091トンと大幅に増加した。刺し網も前年比393%の99トンに増加した。

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

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

(漁獲量:トン)

	漁業	2018年漁獲量			2017年漁獲量			対前年比(%)		
		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	227	309	536	22	70	93	1,021	439	579
	まき網	0		0	1		1	—	—	—
	刺し網	222	157	378	129	294	424	171	53	89
	その他	44	43	87	28	7	35	160	576	248
	小計	492	509	1,001	180	372	552	273	137	181
道南 太平洋	定置網	2,913	178	3,091	4	9	13	69,890	2,046	24,003
	まき網	0		0	0		0	—	—	—
	刺し網	35	64	99	15	11	25	238	610	393
	その他	5	9	15	5	3	8	103	292	177
	小計	2,953	252	3,205	24	22	46	12,335	1,121	6,907
合計		3,445	760	4,205	204	394	599	1,689	193	703

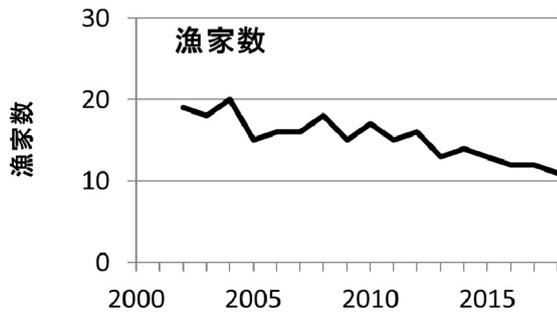


図3 産卵場に近いと考えられる上ノ国、松前地区での10～12月に底建網でホッケ水揚げのあった漁家数

減少が続き、2015年は45トンとこれまでの最低を記録した。2018年は前年（57トン）から増加して111トンであった。

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、2018年は11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。2010年以降さらに減少し、2013～2015年は10トン以下で推移していた。2016年には12トンに増加したものの、2017年は5トンに減少し、2018年は10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60百万尾以上を漁獲し、2003年までは40百万尾前後で推移していたが、2004～2007年は20百万尾に減少した。2008～2009年に30百万尾に増加したもののその後急減して2011年には10百万尾を下回った。

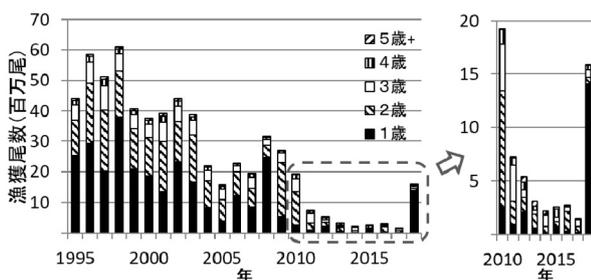


図5 道南海域に水揚げされたホッケの年齢別漁獲尾数



図4 産卵場に近いと考えられる上ノ国、松前地区での10～12月に底建網でホッケの水揚げのあった漁家一軒当たりの漁獲量

2014年に2.2百万尾まで減少した後やや増加し、2016年は2.8百万尾となったが、2017年は1.5百万尾に減少し、これまでの最低を更新した。2018年は15.9百万尾に増加した。以前は1歳魚の割合が高かった（0.4～0.6）が、2002年から減少し2005年には0.24まで減少した。その後2008年には0.78増加したものの2009年以降は0.1程度に減少した。2018年は0.88に増加した。

エ 資源尾数および資源重量

VPAによって計算された資源尾数の推移を図6に示した。資源尾数は1996年の143百万尾から次第に減少し、2004～2007年は約50百万尾で推移した。2008年には2007年級の加入により86.7百万尾に増加したが、

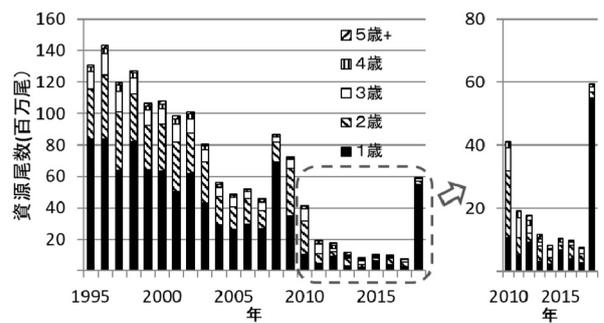


図6 道南海域に水揚げされたホッケの資源尾数の推移

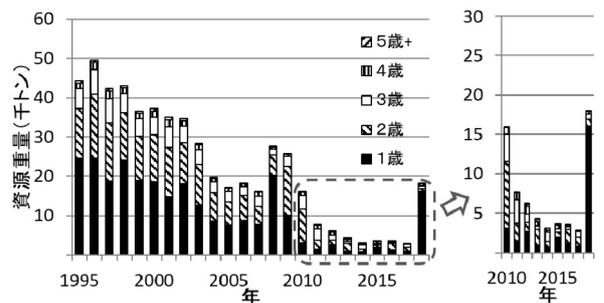


図7 道南海域に水揚げされたホッケの資源重量の推移

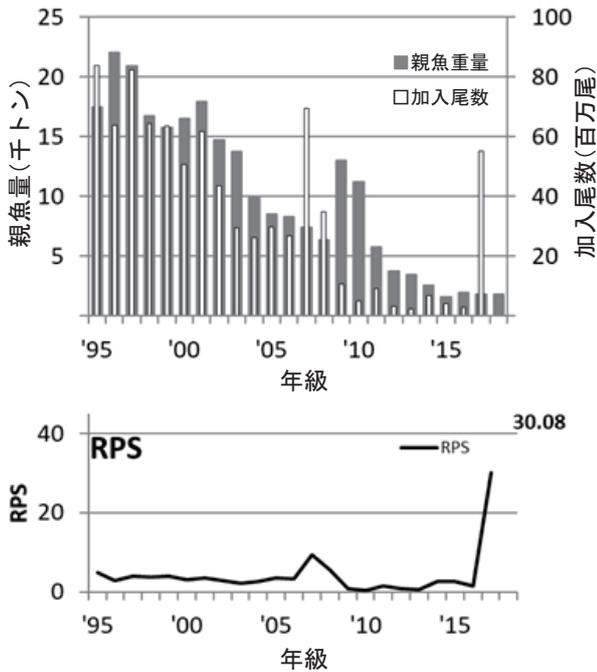


図8 産卵親魚量，加入尾数（上）およびRPS（加入尾数 / 親魚量：尾/kg）（下）の推移

2010年以降は加入の少ない年級が続き資源尾数も減少した。2018年は2017年級の加入により59.3百万尾に増加した。資源重量の推移を図7に示した。資源重量は1996年に約49千トンとなったが、次第に減少し、2004～2007年は18千トン前後で推移した。2008年は2007年級の加入により28千トンに増加したがその後は減少傾向が続き、2017年は2.9千トンとなった。2018年は18千トンに増加した。

**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、2001年級までは15千トンを超えていたが、2002年級以降次第に減少し、2008年級は6千トンまで減少した。2009年級～2010年級は増加して10千トンを超えたもの

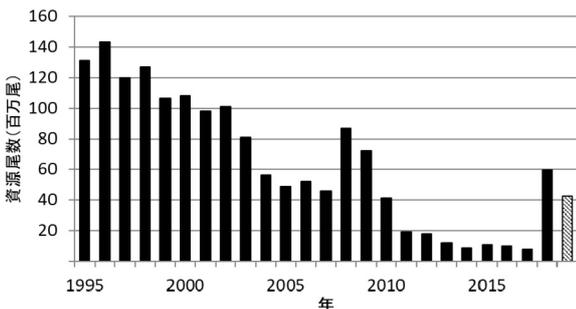


図10 道南海域におけるホッケの資源尾数の推移。2019年の値はVPAの前進計算から推定

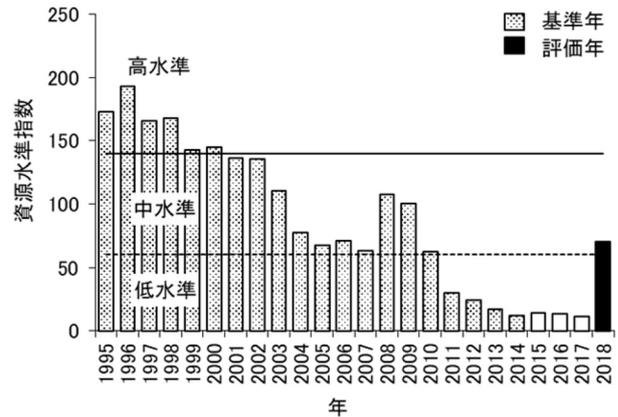


図9 道南海域におけるホッケの資源水準（資源状態を示す指標：資源重量）

の以降は再び減少し、2015～2018年級は2千トン以下で推移している。加入尾数は1995年級および1997年級は80百万尾を超え、2001年級までは50百万～60百万尾の加入があったが、その後減少し2003年級～2006年級は30百万尾の加入で推移した。2007年級は増加して約69百万尾の加入があったがその後急減し、2013年級は2.3百万尾まで減少した。その後低い状態が続いていたが、2017年級は54百万尾に増加した。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とそれまでの最高を記録した。その後減少して2009年級以降は0.4～2.6の低い値で推移した。2017年級は30.1とこれまでの最高値となった。

**カ 現在の資源水準と動向**

2018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。2018年は資源水準指数が70で中水準と判断された。

今後の資源動向をみるため、2019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、2018年の資

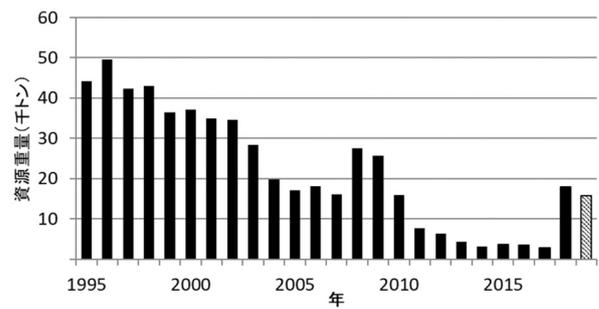


図11 道南海域におけるホッケの資源重量の推移。2019年の値はVPAの前進計算から推定

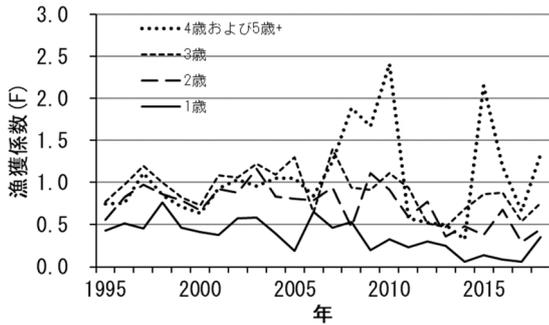


図12 年齢別漁獲係数の推移

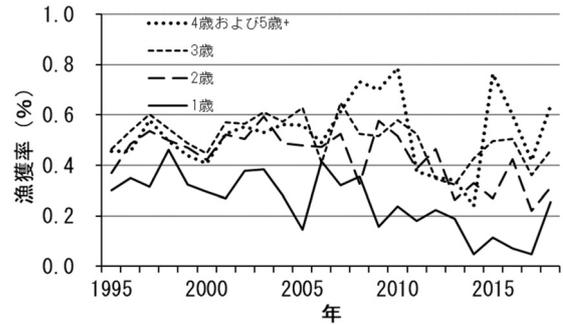


図13 年齢別漁獲率（漁獲尾数/資源尾数）の推移

源尾数をもとにVPAの前進計算により年齢別に求めた。1歳の加入尾数は、これまでの（1995～2016年）RPSの平均値を2018年級の親魚量に乗ずることで求めた。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重量を算出した。資源動向の判断は、2018年の増減率を平均増減率に含めるとその値が34%となり、ほとんどの年で横ばいとなることから、1996～2017年の平均増減率19%を用いた。2017年級の豊度が大きく、今後は刺し網でも漁獲されると考えられる。最近の他の年級についてはRPSが低い傾向が続いていた（図8）。推定された2019年の資源尾数は42.3百万尾と2018年（59.3百万尾）に比べ減少し、資源重量は15.8千トンと2018年（18.0千トン）に比べ減少する。資源重量の増減率は11%と1995～2017年の平均増減率（19%）よりも小さ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0.4～0.6で推移し近年は低下していたが、2018年はやや増加した。若齢魚を中心に漁獲していたまき網の操業がなくなったこと、また同様に1歳魚を中心に漁獲していた底建網の漁家数も減少していることから、若齢魚への漁獲圧は減少していたと考えられる。2・3歳魚の漁獲率は2010年頃まで0.3～0.6で推移していたが、2011～2013年は次第に減少した。その後増減を繰り返している。4・5歳+の漁獲率が2015年に0.76と増加したが、2017年には0.42に減少した。2018年は0.64と再び上昇した。全体的に漁獲量が減少しているなかで、高齢魚を漁獲している刺し網で漁獲が続いたことから、高齢魚に対する漁獲圧が高まって

いた可能性がある。

当海域のホッケ資源は隣接する道央日本海～オホーツク海海域に分布するホッケ資源と関わりがあり、水温が分布に影響を及ぼしている可能性が示唆されている<sup>1)</sup>。2007年級や2017年級は太平洋側の定置網で大量の漁獲があったが、恵山から道南太平洋においてはこれらの漁獲を支えるような大規模な産卵場は確認されていないことから日本海で産卵されたものが太平洋側に加入してきたものと考えられる。当海域で豊度の高かった2007年級や2017年級は、道央日本海～オホーツク海海域においても豊度が高く<sup>2)</sup>、日本海海域全体で豊度の高い年級となった一部が当海域の太平洋側にまで分布を広げたと推察される。このように2018年は高豊度の2017年級が加入して太平洋の定置網を中心に漁獲量が増大し、今後は刺し網でもこの年級が漁獲されるようになると思われる。近年は親魚量が減少し、RPSも低い状態が続いている状態で、親子関係にも明瞭な関係が認められないことから、今後とも漁獲努力量が過度に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していくことが望まれる。

文献

- 1) 星野 昇, 高嶋孝寛, 渡野邊雅道, 藤岡 崇: 北海道南部沿岸域におけるホッケ資源の年齢構造および漁獲動向. 北水試研究報告, 76, 1-11 (2009)
- 2) 中央水産試験場: ホッケ (道央日本海～オホーツク海海域), 2019年度水産資源管理会議評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部. 2019. (オンライン), 入手先 (http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/index.html)

## 2. 4 イワシ・サバ類

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・三橋 正基

### (1) 目的

道南太平洋海域に來遊するイワシ類（マイワシ・カタクチイワシ）とサバ類（マサバ・ゴマサバ）について、漁獲データおよび生物データを収集し、資源評価や資源変動機構の解明に役立てる。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲統計調査

北海道水産現勢、指導所集計速報値およびその他の資料を用いて、渡島総合振興局、胆振総合振興局、日高振興局管内におけるイワシ類とサバ類の魚種別、地域別の漁獲量を集計した。

#### イ 生物測定調査

6～12月に定置網等で漁獲されたイワシ類およびサバ類の標本を採取し、生物測定を実施した。なお、第一背鰭における1～9番目の棘の基部長と尾叉長との比率からマサバ/ゴマサバを判別した。

### (3) 得られた結果

#### ア マイワシ

##### (ア) 漁況の経過

道南太平洋では、マイワシのほぼ全量が渡島管内で漁獲され（表1）、渡島管内の中でも森沖から木直沖までの渡島半島東岸で漁獲量が多い。

2018年の道南太平洋の漁獲量は6,058.2トンで、前年（14,989.4トン）を約6割下回った（表1）。また、漁業種別では、ほぼ全量（99.99%）が定置網・底建網で漁獲された。

##### (イ) 生物測定結果

津軽海峡内の上磯沖（6/21）と渡島半島東岸の大船沖（8/2、サバの混獲）、森沖（10/3、11/20）の定置網に入網したマイワシの測定を行った（図1）。上磯沖は14cmに主モード、17cmに副モードを持つ二峰型を示した。大船沖は15cm台が主体であった。森沖は両月とも12～13cm台が大半を占め、ほぼ同じ組成を示した（図1）。

表1 道南太平洋におけるマイワシの漁獲量

(単位:t)				
年/管内	渡島	胆振	日高	道南計
2001年計	3,337.9	11.5	0.1	3,349.4
2002年計	851.0	10.0	0.3	861.3
2003年計	351.0	3.0	0.8	354.8
2004年計	280.6	6.9	0.1	287.6
2005年計	75.2	13.1	0.0	88.3
2006年計	465.6	6.4	0.2	472.2
2007年計	279.5	2.0	0.0	281.5
2008年計	82.9	2.6	0.1	85.6
2009年計	254.9	0.9	0.2	256.0
2010年計	515.4	0.9	0.0	516.3
2011年計	3,799.9	1.7	1.3	3,802.9
2012年計	558.7	0.6	2.4	561.7
2013年計	4,359.3	3.4	2.8	4,365.5
2014年計	21,729.0	1.7	9.3	21,739.9
2015年計	7,977.7	2.7	3.2	7,983.6
2016年計	2,836.9	1.3	1.4	2,839.6
2017年計	14,989.2	0.2	0.0	14,989.4
2018/01	-	-	-	0.0
2018/02	-	-	-	0.0
2018/03	0.0	-	-	0.0
2018/04	-	-	-	0.0
2018/05	20.7	-	0.0	20.7
2018/06	227.1	0.1	4.0	231.3
2018/07	246.0	0.6	0.1	246.7
2018/08	137.5	-	-	137.5
2018/09	960.8	0.0	-	960.8
2018/10	723.9	0.2	0.0	724.1
2018/11	1,027.0	0.0	0.0	1,027.0
2018/12	2,710.0	0.0	0.0	2,710.0
2018年計	6,053.0	1.0	4.2	6,058.2

出典：北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2017,2018年は暫定値

※「0.0」は漁獲量50kg未満、「-」は漁獲無し

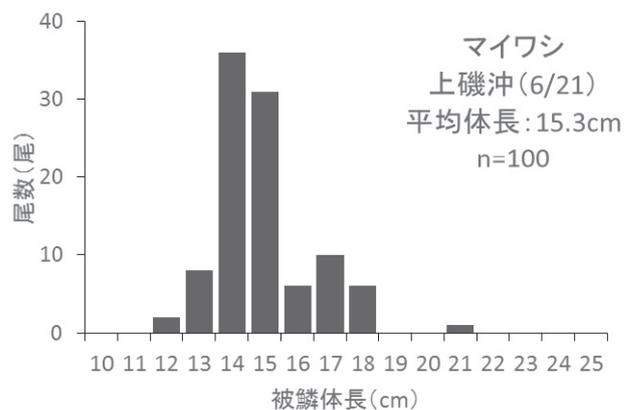


図1 定置網で漁獲されたマイワシの体長組成

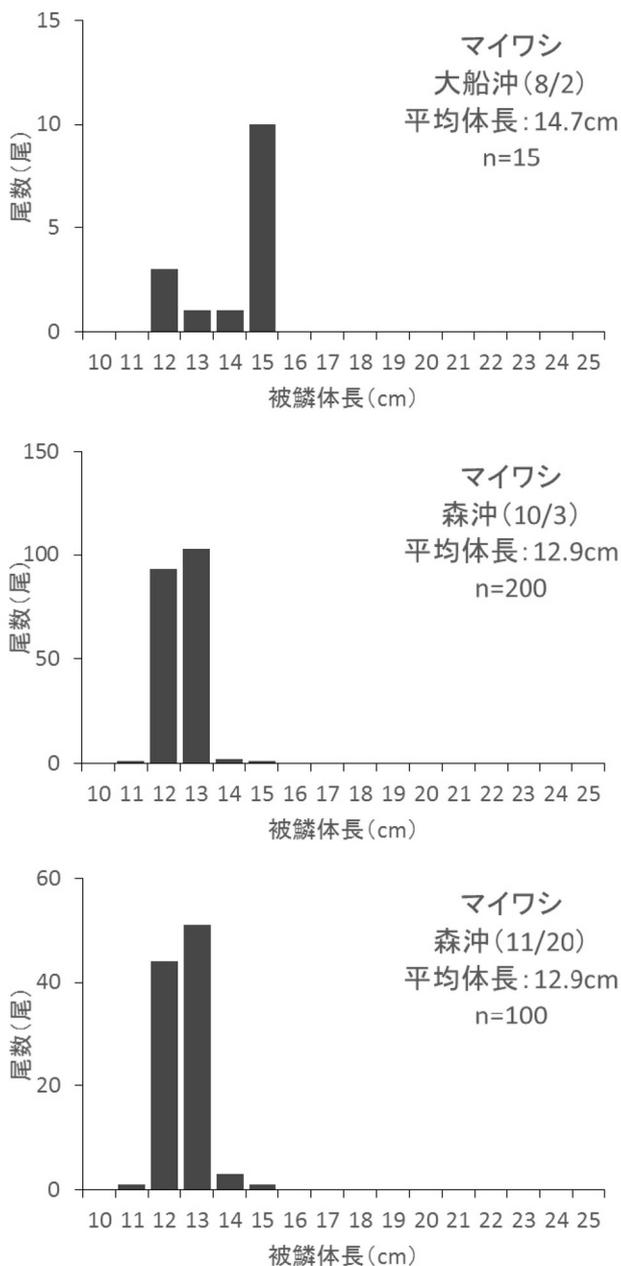


図1 つづき

イ カタクチイワシ

(ア) 漁況の経過

道南太平洋では、カタクチイワシのほぼ全量が渡島管内で漁獲されている(表2)。

カタクチイワシの漁獲量は近年減少傾向にあり、2018年の道南太平洋の漁獲量は57.4トンで、前年(956.3トン)の約6%と大幅に減少した(表2)。

(イ) 生物測定結果

12月下旬に渡島半島東岸の南茅部(川汲)沖の定置網に入網したカタクチイワシを測定した。サンプルは「雑イワシ」銘柄で水揚げされたもので、被鱗体長は8cm前後と小型であった(図2)。

表2 道南太平洋におけるカタクチイワシの漁獲量

(単位:t)				
年/管内	渡島	胆振	日高	道南計
2001年計	4,087.9	1.3	0.0	4,089.2
2002年計	15,012.0	7.4	0.1	15,019.6
2003年計	10,450.0	5.5	0.0	10,455.5
2004年計	8,226.1	15.7	0.0	8,241.8
2005年計	4,259.4	15.4	0.0	4,274.8
2006年計	11,700.4	7.2	0.0	11,707.7
2007年計	9,920.5	12.0	0.0	9,932.5
2008年計	6,341.5	9.9	0.2	6,351.5
2009年計	14,854.2	3.4	0.0	14,857.6
2010年計	22,911.1	3.8	0.0	22,914.9
2011年計	6,535.0	6.6	0.0	6,541.6
2012年計	13,509.0	4.5	0.0	13,513.4
2013年計	3,704.4	2.3	0.0	3,706.7
2014年計	3,589.3	2.2	0.0	3,591.5
2015年計	381.3	0.9	0.0	382.3
2016年計	421.5	0.0	0.0	421.5
2017年計	956.3	0.0	0.0	956.3
2018/01	-	-	-	0.0
2018/02	-	-	-	0.0
2018/03	-	-	-	0.0
2018/04	-	-	-	0.0
2018/05	7.1	-	-	7.1
2018/06	0.2	-	-	0.2
2018/07	1.0	0.3	-	1.3
2018/08	3.4	-	-	3.4
2018/09	-	-	-	0.0
2018/10	1.6	-	-	1.6
2018/11	13.4	-	-	13.4
2018/12	30.4	-	-	30.4
2018年計	57.1	0.3	0.0	57.4

出典:北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2017,2018年は暫定値

※「0.0」は漁獲量50kg未満,「-」は漁獲無し

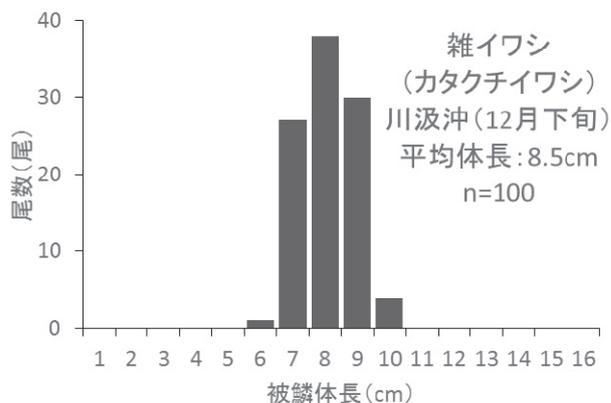


図2 定置網で漁獲されたカタクチイワシの体長組成

## ウ サバ類

## (ア) 漁況の経過

道南太平洋では、サバ類の多くは渡島管内で漁獲されているが、2015年頃からは胆振や日高管内でもまともって漁獲されるようになった(表3)。2018年は、サバ類漁獲量の約73%は渡島管内で、約24%が日高管内で漁獲された。

2018年の道南太平洋の漁獲量は6,140.3トンで、前年(3,210.4トン)の約2倍に増加した(表3)。また、漁業種別では、ほぼ全量(97.45%)が定置網・底建網で漁獲された。

## (イ) 生物測定結果

## a 当業船による漁獲物

日高管内の浦河沖(6/15, 定置網)、津軽海峡内の上磯沖(6/22, 定置網)、渡島半島東岸の大船沖(8/2, 定置網)、森沖(10/3, 定置網)、森沖(11/20, 底建網)で水揚げされたサバ類の測定を行った。

マサバの尾叉長組成のモードは、浦河沖は31cm、上磯沖は25cmにモードを持つ単峰型を示した。大船沖は23~24cm台(副モード18cm台)、森沖(10/2)は16cm台、森沖(11/20)は29cm台にみられ、月により大きく変動していた(図3)。漁獲物の多くはマサバで、ゴマサバは少なかった。

## b 調査船による漁獲物

8月20日~23日に、試験調査船金星丸で実施したスルメイカ調査時に、道南太平洋の4点(函館沖、木直沖、浦河沖、青森県白糠沖)において集魚灯に集まったサバ類をサビキもしくは手釣りで漁獲し、測定を行った。マサバの尾叉長組成は16~31cm台、ゴマサバは18~36cm台の範囲にあり、調査点により組成が異なった(図4)。また、津軽暖流水の流域下(函館沖、白糠沖)ではゴマサバの割合が高く、親潮の影響を受ける浦河沖や木直沖ではマサバの割合が高かった(図5)。

表3 道南太平洋におけるサバ類の漁獲量

(単位:t)				
年/管内	渡島	胆振	日高	全道計
2001年計	714.3	0.5	0.4	715.2
2002年計	795.0	0.3	0.0	795.3
2003年計	7,118.1	1.7	0.2	7,120.0
2004年計	4,754.5	3.5	0.0	4,758.0
2005年計	4,190.8	1.0	0.0	4,191.8
2006年計	197.2	0.2	5.9	203.3
2007年計	6,540.4	0.2	8.4	6,548.9
2008年計	2,212.9	4.6	3.2	2,220.8
2009年計	116.8	0.0	0.0	116.9
2010年計	5,013.1	11.6	2.9	5,027.6
2011年計	234.0	2.4	0.1	236.5
2012年計	604.5	5.5	48.6	658.5
2013年計	6,583.9	12.7	79.7	6,676.3
2014年計	5,849.2	19.4	83.6	5,952.1
2015年計	3,095.2	84.7	690.8	3,870.7
2016年計	2,714.5	22.7	608.9	3,346.2
2017年計	2,456.4	93.3	690.7	3,240.4
2018/01	0.2	0.1	-	0.3
2018/02	0.0	-	-	0.0
2018/03	0.0	-	-	0.0
2018/04	-	-	-	0.0
2018/05	0.1	-	28.4	28.4
2018/06	213.9	91.1	1,340.1	1,645.2
2018/07	220.7	3.8	41.7	266.2
2018/08	1,853.5	3.6	0.1	1,857.2
2018/09	250.0	3.6	22.8	276.4
2018/10	572.7	20.9	57.7	651.2
2018/11	457.2	8.6	9.5	475.2
2018/12	935.0	4.5	0.6	940.1
2018年計	4,503.3	136.2	1,500.8	6,140.3

出典:北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2017,2018年は暫定値

※「0.0」は漁獲量50kg未満,「-」は漁獲無し

下(函館沖、白糠沖)ではゴマサバの割合が高く、親潮の影響を受ける浦河沖や木直沖ではマサバの割合が高かった(図5)。

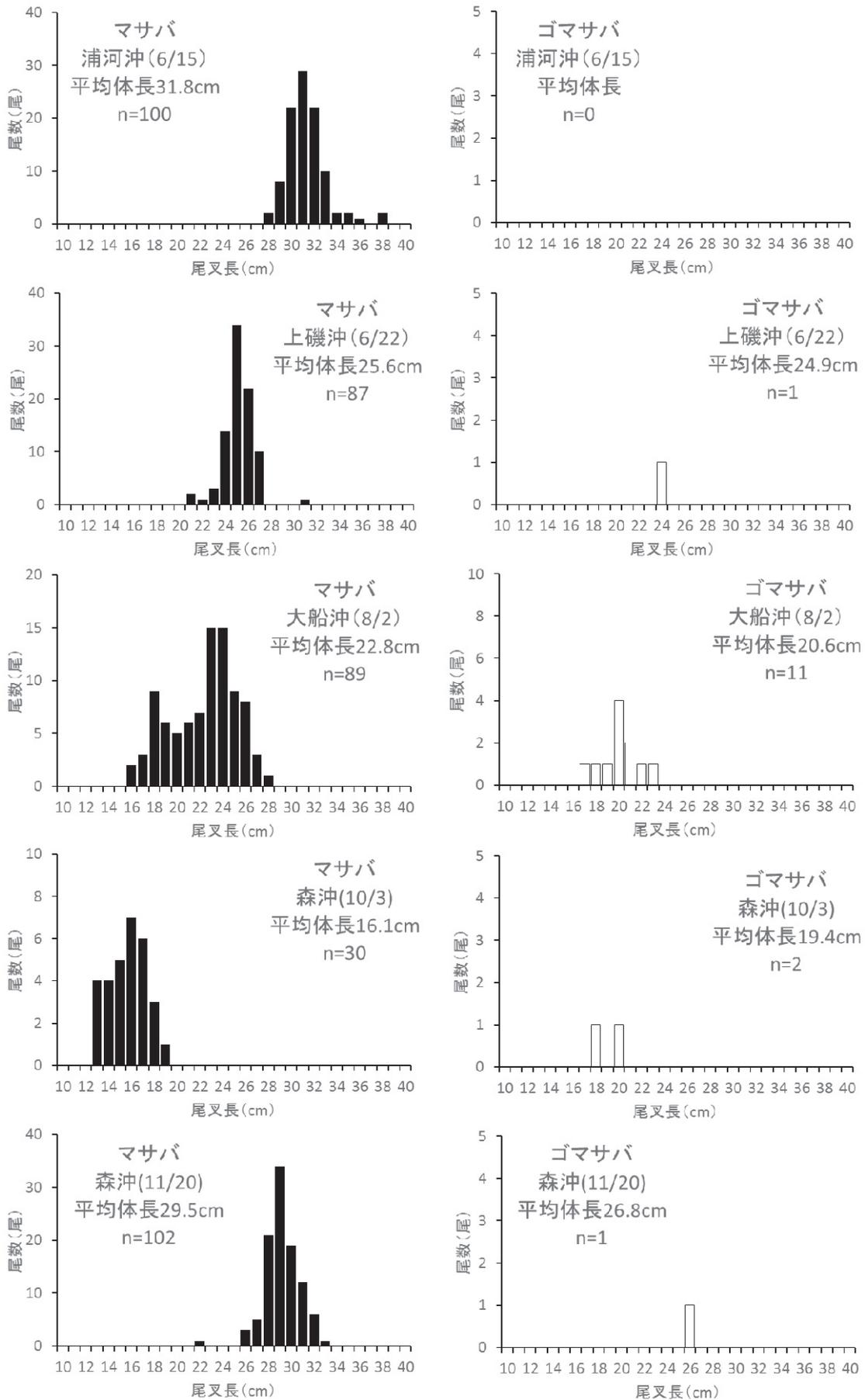


図3 定置網もしくは底建網で漁獲されたサバ類の尾叉長組成

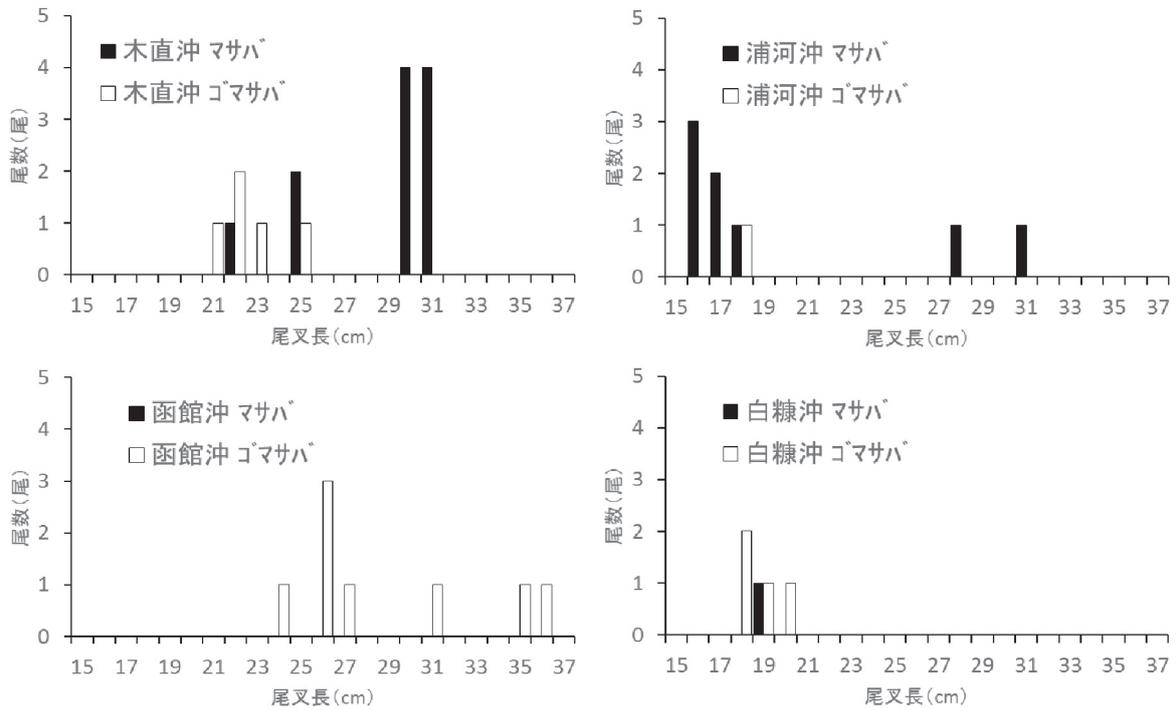


図4 調査点別のマサバとゴマサバの尾又長組成

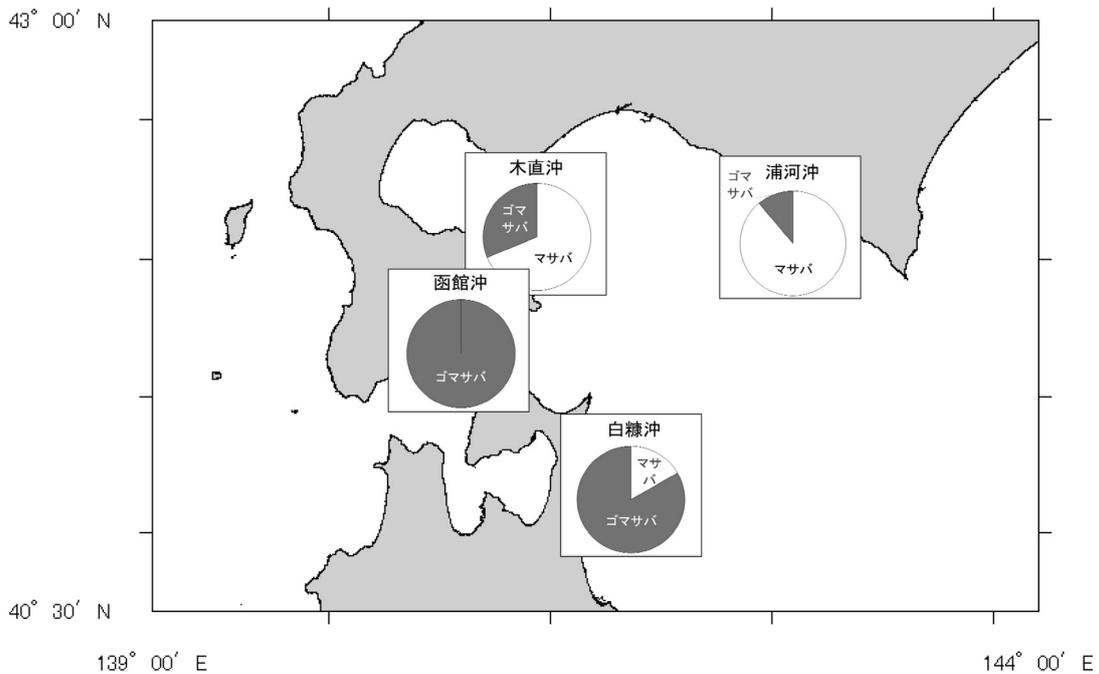


図5 マサバとゴマサバの調査点別漁獲割合

## 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 夏池真史・金森 誠

### (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146～348億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、「15. 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。ただし、2018年耳吊り貝は、日本海(羽幌)産種苗の耳吊り貝をモニタリングに用いた。

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

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) *2018年耳吊り貝は、日本海産種苗のもの
期間	7月～翌6月(7月で新貝に切り替え)
測定	殻高・全重量を測定後、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。

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。ただし、2018年の耳吊り貝は、生残率が低かったため、2019年6月のホタテガイは採集していない。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死判別を行い、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年春に採苗し、2018年春に耳吊りしたホタテガイの成長・生残を2018年7月～2019年5月の期間について調査した結果をとりまとめる。なお、2018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。

### 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)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

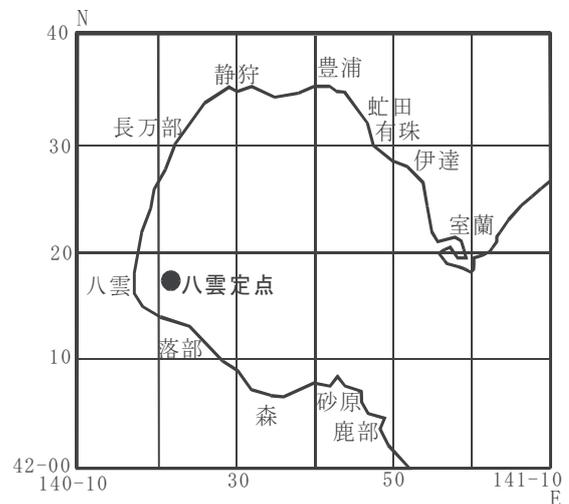


図1 調査定点

度である5, 10, 15m層の平均値を用いた。

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(1999, 2000, 2006, 2010, 2017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、 $11.0 \pm 0.6$  g (平均±標準偏差)、標準年では、 $14.5 \pm 2.2$  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

2018年耳吊り貝の各部位重量は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2)。成長良否の指標としている2月の貝柱重量は、 $13.4 \pm 6.9$  g (平均値±標準偏差)であった(図2C)。過去の標準年の平均値(14.5 g)を下回ったものの、過去27年間で高い方から数えて15番目の数値であり、平均的な成長と考えられる。ただし、2018年耳吊り貝の2019年3, 4月の貝柱重量(それぞれ20.7 g, 22.2 g)は、標準年の3, 4月の平均値(それぞれ17.4 g, 18.3 g)よりも上回っているため、耳吊り貝の成長が良かった可能性がある。2018年耳吊り貝は、後述するとおり過去最低の生残率(15%)を記録している。個体数が激減したために生残した貝は、冬季に相対的に摂餌量が多くなり、高成長につながった可能性がある。ただし、本年の耳吊り貝は生残個体が少なく、冬季に成長モニタリングに必要な個体(各層10個体)を完全に確保できなかったため、各パラメーターにおける個体間の誤差が大きくなった。従って、3, 4月の高い貝柱重量も誤差の範囲であることを否定できない。

2018年耳吊り貝の生殖巣重量および生殖巣指数は、2019年3, 4月に平年よりも高い値を示した後、5月に平年よりも低い値を示した(図2E, F)。2019年4月から5月にかけて水温が大きく上昇したために(図3A)、この期間に急激に産卵が進んだと推測される。

調査期間中の水温は2018年10~12月および2019年5~6月に高いことが特徴であった(図3A)。2018年秋季および2019年5月は、北日本で気温が高く日照時間が多い傾向があったことが報告されており(気象庁HP; <https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/longfcst/>)、

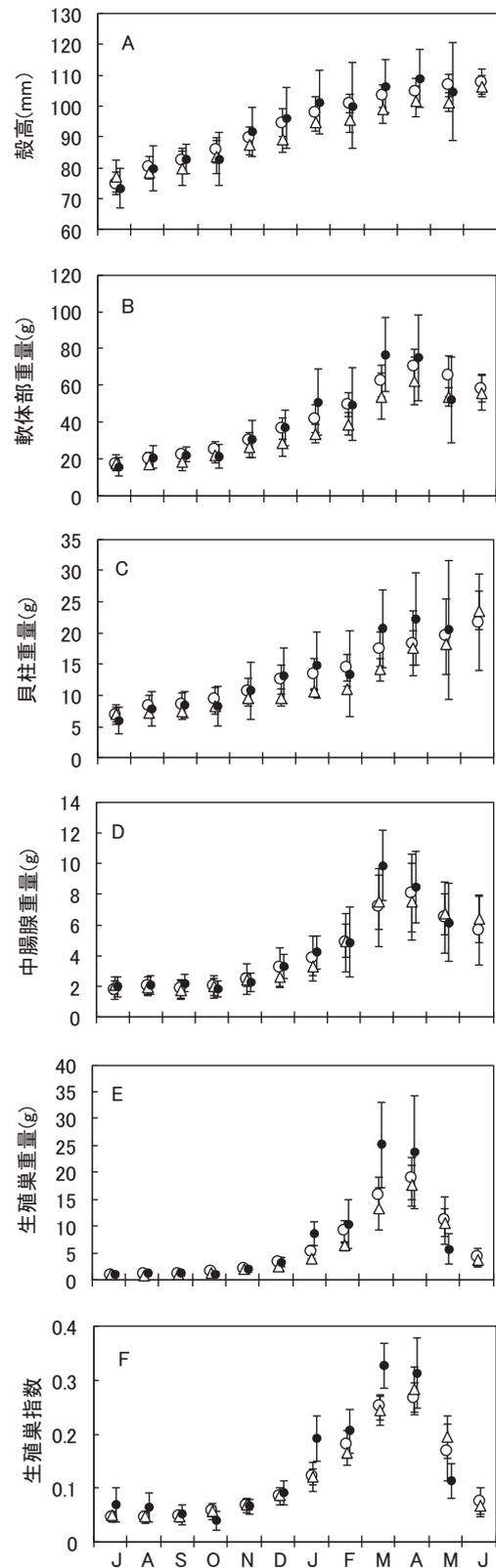


図2 八雲定点における耳吊り養殖ホタテガイ(2齢貝)の殻高(A)、軟体部重量(B)、貝柱重量(C)、中腸腺重量(D)、生殖巣重量(E)、生殖巣指数(F)の季節変化。○: 標準年, △: 成長不良年, ●: 2018年耳吊り貝。縦棒は標準偏差を示す。

安定した気候によって水温が上昇したと考えられる。

2018年6～11月にかけてのクロロフィルa濃度は低

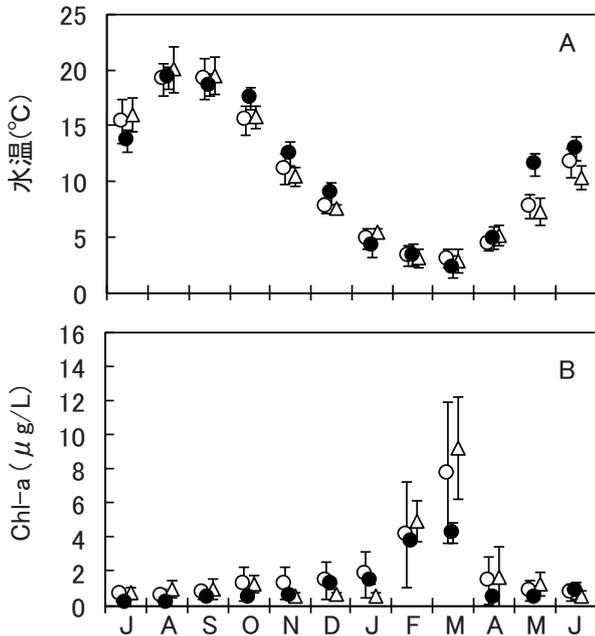


図3 八雲定点における深度 5～15m の水温 (A) とクロロフィル a 濃度 (B) の季節変化。○：標準年，△：成長不良年，●：2017年耳吊り貝。縦棒は標準偏差を示す。

く推移したが、12～2月は概ね平年並みの値であった(図3B)。本年は、耳吊り直後から秋にかけてへい死が進んだと考えられるため(後述)、夏季の餌環境の悪化がへい死を助長した可能性を否定できない。他方、12月以降に餌環境が良くなったため、成長不良にはならなかったと考えられる。

2018年耳吊り貝の出荷時期(2018年12月～2019年4月)の生残率は15%で調査開始以降最も低かった(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、2018年耳吊り貝の死殻は殻高70mm未満の割合が50%と低かった一方、70～85mmの死殻の割合が45%と高かった(図5)。殻高70mm未満は7月以前の平均サイズよりも小さく、殻高70～85mm未満は、概ね7～10月の平均サイズに相当する(図2A)。2018年耳吊り貝は春の耳吊り後、早い時期に死亡するとともに夏から秋にかけても継続して死亡が続いたことによって、過去最も低い生残率に至ったと考えられる。噴火湾における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ているが(平成27年度函館水産試験場事業報告)、夏以降にもへい死が継続した例は珍しく、2018年夏季には耳吊り貝のへい死を助長する要因があったと考えられる。

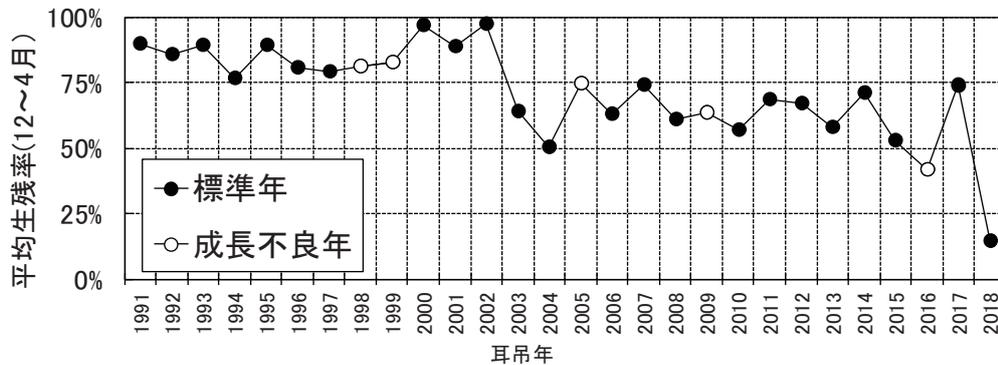


図4 八雲定点における1991～2017年耳吊りホタテガイ(2齢貝)生残率の経年変化

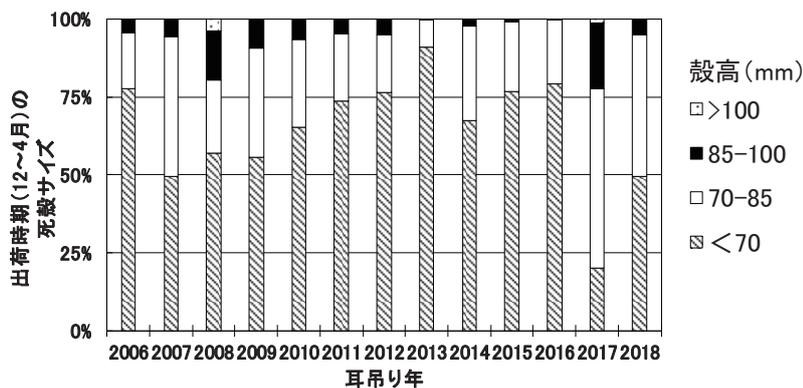


図5 八雲定点における2006～2017年耳吊りホタテガイ(2齢貝)死殻の殻高組成の経年変化

## 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至っては、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おり、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、塩分の鉛直分布、流況などを把握するため、2017年5月8～9日、6月5～6日、9月10～11日、11月26～27日、2019年2月15～16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。

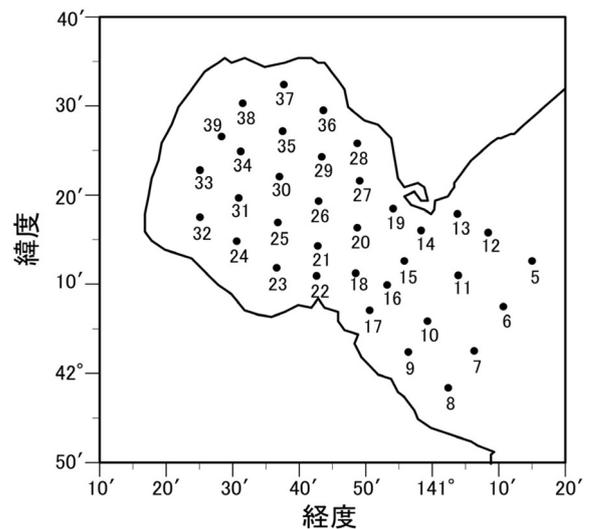


図1 調査点

### (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2018年2月から2019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、2018年9月時点では約12%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91%と平年を上回った。

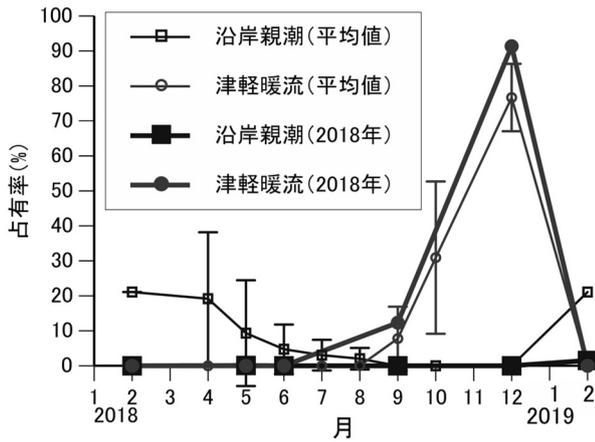


図2 噴火湾に分布する水塊の湾内占有率

イ 噴火湾底層の溶存酸素量

2018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9月に湾中央部で最低値を記録するが、今年度も同様に湾中央部で溶存酸素量は周囲よりも低かった。ただし、湾中央部の溶存酸素量は3ml/l以下にはなっておらず、貧酸素水塊の形成は認められなかった。

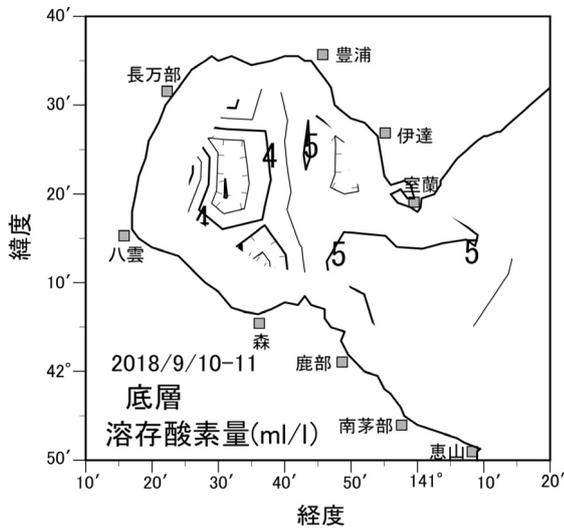


図3 噴火湾底層における溶存酸素量の水平分布

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、強熱減量の平均は11%であり、例年より約3%低かった。

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 (%)
2018/9/11	ST.23	0	11.8
2018/9/11	ST.29	0.01	7.6
2018/9/11	ST.31	0.01	13.2
2018/9/11	ST.38	0	11.5

エ 噴火湾内外の流れ

2018年9月、12月における流速ベクトルの水平分布を図4に示す。例年湾内では初夏から湾全域を覆う時計回りの渦が形成されるが、9月の観測においても時計回りの渦が観測された。ただし、例年と異なり、時計回りの渦は湾中央部と湾口部の2カ所に形成されていた。一方湾外では、恵山から室蘭に至る比較的強い反時計回りの循環流が認められ、暖流の湾内流入との関連が示唆される。

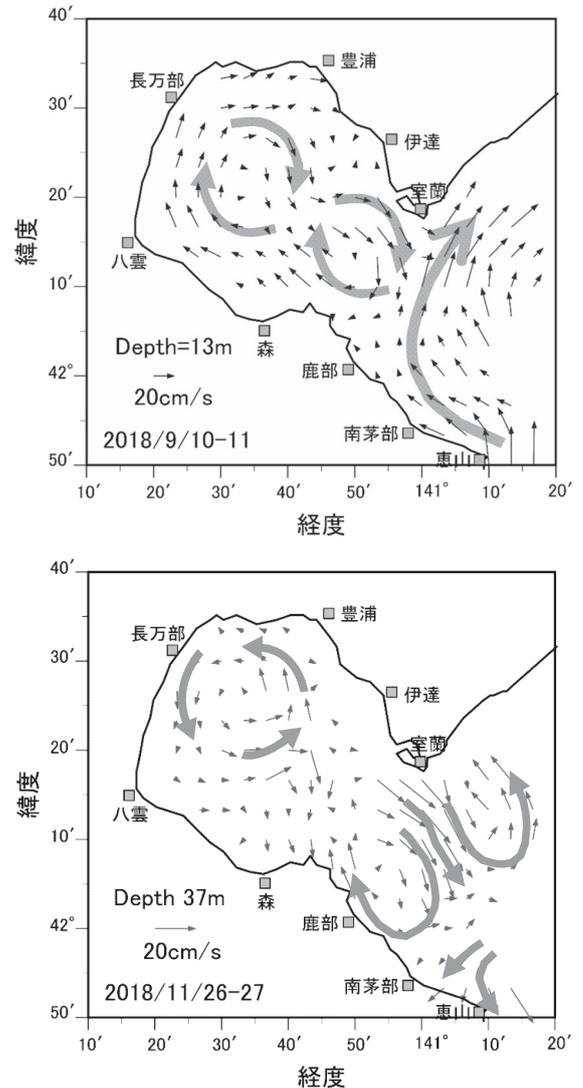


図4 2018年(上)9月(下)11月における流速ベクトルの水平分布

11月においては、湾内では湾奥部を中心に反時計回りの渦が形成されており、同海域で低層水の上昇がみられたことから、この渦の持続性は高いと考えられた。また、湾外では、時計回り、反時計回りの渦対が観測され、地形性波動の発生が示唆された。

### 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

道総研調査船金星丸を用いた道南太平洋の定期観測を4，6，8，10月には図1，12月には図2，翌年2月には図3に示す各定地点において実施した。12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（33定地点）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した。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した。

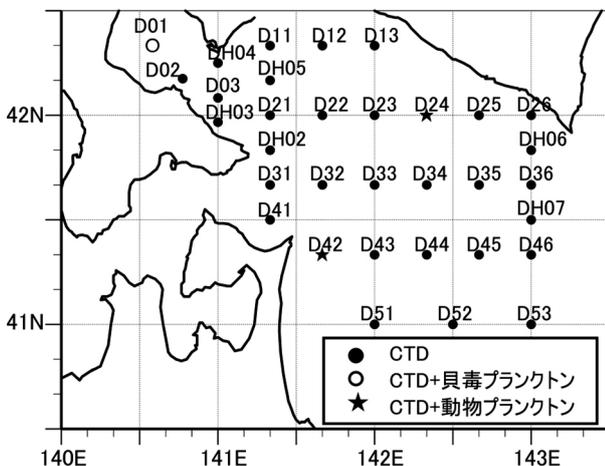


図1 道南太平洋定期観測定地点  
(4, 6, 8, 10月)

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

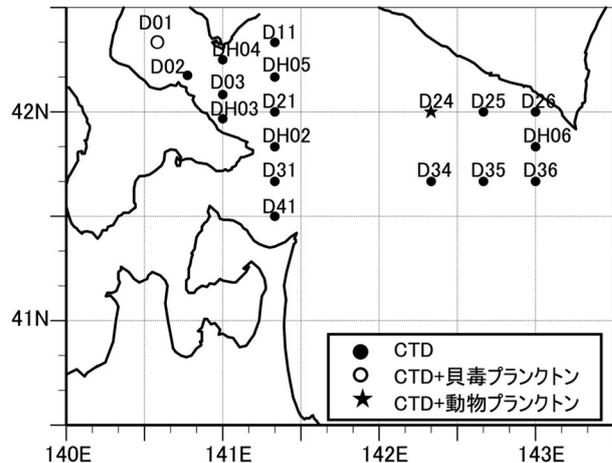


図2 道南太平洋定期観測定地点（12月）

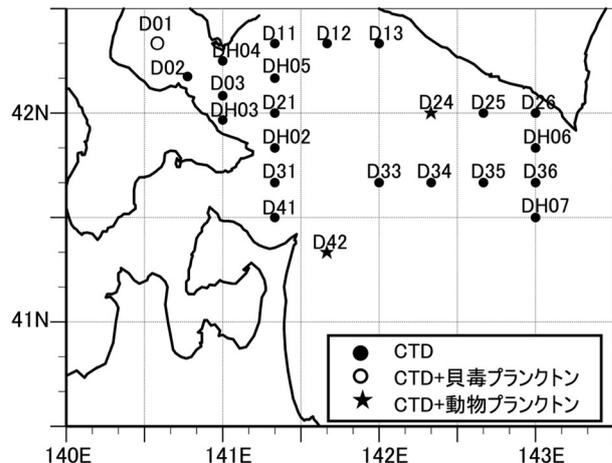


図3 道南太平洋定期観測定地点（2月）

平成30年度の調査実績を表1に示す。

表1 平成30年度道南太平洋定期観測実施結果

月	金星丸		観測 点数	北辰丸		観測 点数
	観測開始年 月日	観測終了年 月日		観測開始年 月日	観測終了年 月日	
4	2018/4/23	2018/4/25	33	観測無し		
6	2018/6/5	2018/6/8	33	観測無し		
8	2018/7/26	2018/7/27	33	観測無し		
10	2018/9/25	2018/9/27	33	観測無し		
12	2018/11/15	2018/11/27	11	2018/11/30	2018/12/1	7
2	観測無し			2019/2/15	2019/2/19	23

##### 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30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

#### (1) 目的

北海道におけるマナマコの人工種苗放流は、平成11年に初めて栽培漁業総合センターで着底稚仔放流に取り組んで以来、年々取り組む機関が増え、平成30年度には14機関に達している。

着底稚仔は、港湾などの静穏域にタマネギ袋などの基質に付着させた状態で行われることが多いが、基質に用いられるプラスチック製素材は分解されないため、海底に長く残存しマイクロプラスチックの発生源にもなり得るため、新たな基質素材も探索が必要である。そこで、着底稚仔の付着基質について、分解性が高く、入手しやすい素材の利用を検討した。

また、道内でナマコの種苗生産技術が確立し、着底稚仔を始め、様々なサイズのナマコの種苗生産が行われる中で、浮遊幼生期および着底初期の餌料としてキートセラス（要説明）の需要が高まっている。しかし、現在キートセラスを生産、供給できる機関が限られており、生産供給制限もかけられる見込みである。そのため、キートセラスに代って安定的に供給できるマナマコ種苗生産用の初期餌料の開発が必要である。そこで、着底初期の餌料として、海藻粉末の利用可能性について検討した。

#### (2) 経過の概要

##### ア 着底基質の検討

着底基質として、4mm目合いのネトロンネット（40cm×50cm, F108-22）、チモシー（市販牧草）4g、木片（市販広葉樹マット）を4g用い、1.6L容器に收容した。ただし、木片は油分を抜く目的で、水道水で煮沸後乾燥して試験に用いた。ここに栽培公社から譲渡を受けた着底稚仔を32個体ずつ收容し、9/4～9/26日まで毎週1回市販の濃縮キートセラスを4.2mlずつ給餌した。各試験区は3基ずつの計9基とし、飼育期間中は無換水とした。

##### イ 着底初期餌料の検討

北海道栽培漁業振興公社より譲渡された着底稚仔を海藻粉末の給餌条件を変えて1ヶ月間飼育し、通常のキートセラスを給餌したものと成長・生残を比較した。

#### (3) 得られた結果

##### ア 着底基質の検討

飼育期間中の水温は $22.8 \pm 1.23^{\circ}\text{C}$ であった（図1）。

終了時の平均体長と生残率を図2に示した。チモシーを基質に用いた試験区では、試験開始直後から飼育水の懸濁が始まり、終了時には基質が形をとどめないほど分解していた。これを基質に用いた3水槽での生残個体は1個体のみ（体長0.4mm）であった。

一方、木片を用いた試験区では供試個体の12.5%が生残し、平均体長も $1.37 \pm 1.13\text{mm}$ であったが、メッシュを基質とした対照区の生残率36.4%（平均体長 $4.00 \pm 0.77\text{mm}$ ）には及ばなかった。

今後新たな易分解性素材を検討するとともに、既に海中に設置している基質への再投入（重ね播き）の効果について検討する。

##### イ 着底初期餌料の検討

餌料の開発、製造、販売などについて協力企業と検討中であるため、事業報告書には掲載しない。

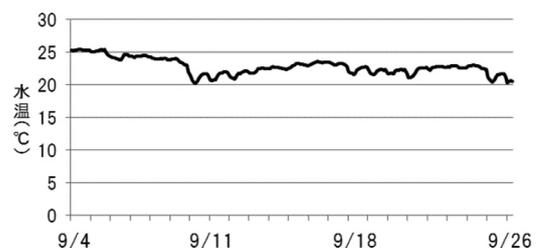


図1 飼育水温

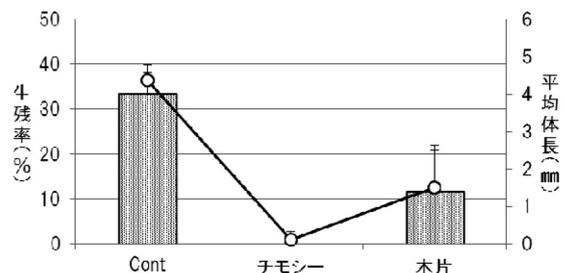


図2 基質別の成長と生残率

■ 日間成長率    ○ 4 残率

## 5. マナマコ資源増大研究Ⅲ. －マナマコ人工種苗放流技術マニュアル化試験－（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，恵山漁業協同組合  
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  
渡島地区水産技術普及指導所  
北海道大学大学院水産科学研究院

### （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。道総研ではマナマコ人工種苗の陸上育成マニュアルを作成して（重点研究2006～2008年）、種苗生産技術の改良と普及を行った。さらに、東北大学と共同で、ミトコンドリアDNAの塩基配列と8マイクロ座のアリル型を指標に、北海道の系群構造を把握し、遺伝的多様性の保全に配慮した放流用種苗生産指針を作成してホームページ上で公表するとともに、親子鑑定に基づく放流種苗判別技術を開発した（重点研究2009～2012年）。これ以降は、このDNA標識技術を用い、放流種苗の放流効果について検討している（経常研究2013～2017年）。

本年度から2022年までの5カ年間で、放流サイズ別の資源添加効果を調べ、放流技術マニュアルを作成する。

なお、本事業のうちナマコの表出率に影響する物理的要因の検討に関わる課題を、中央水産試験場資源増殖部 水産工学グループが担当する。

### （2）経過の概要

本事業では、触手採取が困難な幼ナマコは体壁の一部、着底稚仔は全身を、それ以外の漁獲物を含む大型個体からは触手を採取して99.5%エタノールで固定した。後日ここからDNAを抽出し、8マイクロ座のアリル型を調べた。得られたアリル型を基にフリーソフトPARFEX<sup>1)</sup>を用いて親子鑑定を行った。

### ア) 着底稚仔放流による資源添加効果の検討

#### （ア）白老地区

平成22年から平成27年までの6年間、体長0.4mm着底稚仔を生産して港内に放流し（表1）、平成24年度から継続して着底稚仔放流の資源添加効果を調べている。

本年度はこの漁港内での漁獲物を5月25日、6月8日、6月12日および6月15日の計4回計500個体を抽出し、触手を採取して99.5%エタノールに固定した。

また、操業日誌と売上伝票を元に調査海域での漁獲量と金額を調べた。

#### （イ）せたな町大成区

8月20日に5.4万個体の着底稚仔を各5器の人工採苗器に付着させて、O,Q,Kの3漁港に潜水放流した（表2）。また、ここから50m程度離れた場所に、着底稚仔を付着させていない採苗器（天然採苗器）2器を設置した。

12月3日に、人工採苗器と天然採苗器を2基ずつ回収して、稚ナマコを採取した。採取した個体はメントールで麻酔し、体長と重量を測定したあと99.5%エタノールに固定した。

表1 着底稚仔の放流数と生産コスト(白老)

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	合計
着底稚仔放流数(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 着底稚仔の放流数と生産コスト(大成区)

	H26	H27	H28	H29	H30	合計
着底稚仔放流数(万個)	128.5	16.7	46	59.6	5.4	256.2
O漁港	7.2	4.6	6.9	12.1	1.8	32.6
Q漁港	72.8	6.9	19.4	20.8	1.8	121.7
K漁港	48.5	5.2	19.7	26.7	1.8	101.9
種苗単価(円/個体)*	0.35	1.33	0.48	0.37	4.15	0.52

※:経費の合計を種苗個体数で割り出した値

イ) 当歳・越冬種苗放流による資源添加効果の検討

(ア) 奥尻地区

平成26年から平成29年に放流した種苗(表3)の追跡調査を5月14日と12月22日に実施した。放流区を中心に8方向に伸ばした100mのライントランセクト調査を行い、回収した個体は重量を測定後、触手を採取した。

さらに、4月17日、4月26日、5月14日に放流区周辺からの漁獲物100個体から触手を採集し99.5%エタノールに固定した。

(イ) せたな町大成区

6月18日と表4の種苗の放流日(平成30年12月25日)に、0漁港で放流区から南北に計270m伸ばしたライントランセクト調査を行い、回収した個体から触手を採取して、99.5%エタノールに固定した。

また、0漁港周辺で、5月11日と6月18日に漁獲された計200個体から触手を採取し、99.5%エタノールに固定した。

ウ) ナマコの表出率に影響する物理的要因の検討

(ア) 発見率の季節変化

潜水調査の精度を検討するために、恵山町女那川のウニ養殖場(50m×47m×水深4m)で、平成29年11月、平成30年2月、6月、7月、9月、12月に、平均重量183.5±60.0gのマナマコ各20個体の背面に、ナンバリングしたスパゲッティタグを装着して放流した(表5)。放流後週1回程度潜水して、水中でタグの番号を記録した。1ヶ月後の調査終了時に、標識個体を回収した。

この調査終了時に回収できなかった個体には、取り残した場合と、調査期間中に標識が脱落した場合が考えられる。次の調査(次の調査時期)で発見された個体は、当該調査期間の脱落が無かった取り残し個体であり、調査期間中の脱落はなかったことになる。そこで、調査時の発見個体数を脱落がなかったと考えられる個体数で割った値を発見率とした。

(イ) 多段式トレーを用いた垂直移動の確認

前述のウニ養殖場の水深4mの海底に、プラスチック製トレー(50.2cm

×32.0cm×19.5cm、4.6L容積、SANKO、C#30T)を5段重ねて固定した。トレー底面は、内径1.0cmの格子になっており、ナマコは上下で移動できるが、重ねたトレーの隙間からは逃げられない構造にした。各トレーには、φ10cm程度の転石を計7L容量になるように敷き詰めた。

8マイクロ座のアリル型で個体識別ができる平均重量7.4g(最小0.3g~50.0g)の稚ナマコ20個体を、6月6日にこのトレーの最上段(1段目)に放流した。14日後の6月20日に最上段から順に陸揚げして、各段にいる個体を回収し、触手を採取した後、元のトレーに戻した。その後別の24個体(平均重量0.47g(0.07~2.31g))を、新たにトレー最上段から添加した。同様に、7月4日と9月7日に各トレーに残っている個体を回収して、触手を採取した後元のトレーに戻し、改めてそれぞれ平均重量1.39g(0.16g~3.49g)35個体と平均重量0.19g(0.05g~0.81g)の20個体を新たに添加した。10月14日に全てを回収して試験を終了した。

(3) 得られた結果

ア) 着底稚仔放流による資源添加効果の検討

(ア) 白老地区

漁獲物調査日と調査個体数、人工種苗の混獲個体数を、これまでの結果と併せて表6に示した。本年度分析した500個体のうち、平成22年放流個体は9個体(混獲率1.8%、表7)、平成23年放流個体と平成24年放流個体はそれぞれ2個体であった(混獲率0.4%、表7)。

本年度の4回の調査で入手した500個体の平均重量は182.1g、漁獲量は1,738kgであり、漁獲個体数は

表3 放流種苗(奥尻地区)

年度	H26	H27	H28	H29	合計
放流日	12.9.	4.23. 12.2.	5.19. 12.8.	5.17.	
体長(mm)	7.1	10.4 5.5	12.8 14.7	13.5	
個体数	25,192	35,663 95,622	94,430 50,160	72,330	373,397

表4 放流種苗(アビスセンター育成)

	H26	H27	H28	H29	H30	合計
放流日	H26.6.13	H27.6.10	H28.11.28	H29.12.15	H30.12.25	
放流数	32,375	15,183	86,738	61,282	45,280	240,858
放流サイズ(mm)	13.2	16.7	5.4	8.11	10.1	8.7

表5 スパゲッティタグ標識個体の追跡調査日程と調査期間

時期(生活環) <sup>1)</sup>	成長期	索餌期	成熟前期	産卵期	夏眠期	成長期
開始	11月6日	2月21日	6月6日	7月24日	9月7日	11月27日
終了	11月30日	3月20日	7月3日	9月1日	10月18日	12月18日

1):生活環は脱糞の有無と消化管、生殖巣の観察を元に判断した

9,543個体であったと推定される(表8)。

放流群毎の混獲率(表7)と、水揚げ金額から、平成22年に放流した個体の水揚げ金額は185,019円であったと推定された(表9)。同様に平成23年と24年放流個体の水揚げ金額は、いずれも41,115円であったと推定された。

漁獲物を入手できなかった平成28年度を除き、平成25年からの本年度までの5漁期の人工種苗の漁獲回収数から求めた投資効率(漁獲収益/種苗放流経費)は、平成22年放流群が6.72、平成23年と平成24年放流群がそれぞれ0.88と1.10であったと推定された。

放流年によるばらつきはあるが、着底稚仔は漁獲資

表6 操業および潜水調査で回収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		
			H22	H23	H24
H24	4月25日	21	0	0	
		15	0	0	
H25	5月8日	105	0	0	0
		12	2	0	0
	6月7日	101	4	0	0
	6月10日	153	1	0	0
	7月8日	70	0	0	10
	11月13日	100	2	0	0
	12月25日	100	2	0	0
H26	5月23日	72	1	0	2
		28	0	1	0
	6月20日	210	4	1	2
	10月31日	99	3	0	0
H27	5月29日	150	1	0	0
		150	3	1	0
	7月11日	124	2	0	0
	12月25日	96	1	0	0
H28	12月14日	200	1	0	1
H29	6月16日	98	2	0	0
	6月23日	96	0	0	0
H30	5月25日	100	2	0	1
		100	2	1	0
	6月12日	200	4	1	1
小計	操業	1,752	16	3	5
	フリーサンプル	844	13	1	11
合計		5,192	67	10	34

※網掛け部は操業から入手した個体

表7 放流年級別の混獲率

操業年度	人工種苗放流年		
	H22	H23	H24
H25	1.39	0.00	0.00
H26	1.77	0.35	1.42
H27	1.33	0.33	0.00
H29	0.69	0.34	0.34
H30	1.80	0.40	0.40

表8 推定漁獲個体数

操業年度	漁獲量(kg)	平均重量(g)	漁獲個体数
H25	1,170	154.6	7,568
H26	1,008	178.9	5,634
H27	1,930	185.1	10,427
H29	2,450	196.0	12,500
H30	1,738	182.1	9,543
合計	8,296	182.6	45,672

表9 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			3年合計	
	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	
	H30年	1.80	0.40	0.40	
累積漁獲回収数	607	137	160	904	
放流数	58,000	470,000	274,000	802,000	
累積漁獲回収率(%)	1.05	0.03	0.06	0.11	
A:種苗放流経費(円)	70,361	115,240	109,175	294,776	
人工種苗由来漁獲収益	H25年	66,793	0	0	66,793
	H26年	77,088	16,504	62,973	156,565
	H27年	111,032	27,531	0	138,563
	H29年	32,866	16,195	16,195	65,256
	H30年	185,019	41,115	41,115	267,249
B:人工種苗水揚げ(円)	472,798	101,345	120,283	694,426	
投資効果指数	6.72	0.88	1.10	2.36	

漁業者が記録した操業日誌と、漁獲物から抽出してマイクロサテライトDNAマーカーを利用した親子鑑定から判別した人工種苗の混獲率から、水揚げされた放流種苗を推定

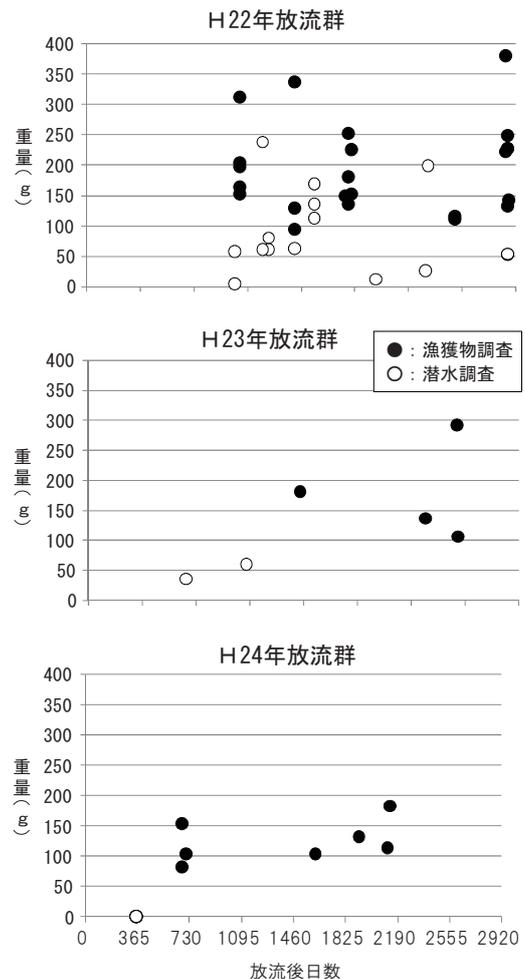


図1 放流種苗の成長

源に添加していることが明らかとなった。

放流個体の回収時の重量と、放流後日数との関係を図1に示した。同じ年の放流個体であっても、成長は大きくばらついていた。平成22年に放流した種苗は本年度も漁獲されており、少なくとも放流後8年は生存することが確認された。

表10 採苗器設置105日目(12月3日)回収採苗器

採苗器	O漁港	Q漁港	K漁港	
天然採苗器1	個体数	4	0	1
	平均体長	43.2		16.5
	平均重量	2.5		0.2
天然採苗器2	個体数	0	0	0
	平均体長			
	平均重量			
人工採苗器1	個体数	21	3	27
	平均体長	8.0	20.6	8.8
	平均重量	0.0	0.5	0.1
人工採苗器2	個体数	65	15	146
	平均体長	9.6	17.4	7.0
	平均重量	0.1	0.2	0.0

\*Q漁港で回収した採苗器はH29年放流

(イ) せたな町大成区

平成30年12月3日に3漁港から回収した人工採苗器と天然採苗器上の稚ナマコ個体数と平均体長を表10に示した。Q漁港では、本年度設置した採苗器と間違えて、前年度に設置した採苗器を回収したため、欠測データとなった。

今後DNAを抽出して人工種苗判別を行い、それぞれの採苗器上にいた個体の由来を検討する。

イ) 当歳・越冬種苗放流による資源添加効果の検討

(ア) 奥尻地区

ライントランセクト調査で回収した放流種苗の分散範囲を図2に示した。

この分散範囲内の放流種苗密度を元に、残留率を推定し、平成28年5月からの3か年6回分の調査結果を表11に示した。調査のたびに分散範囲や放流個体の混入率と残留率は変動した。

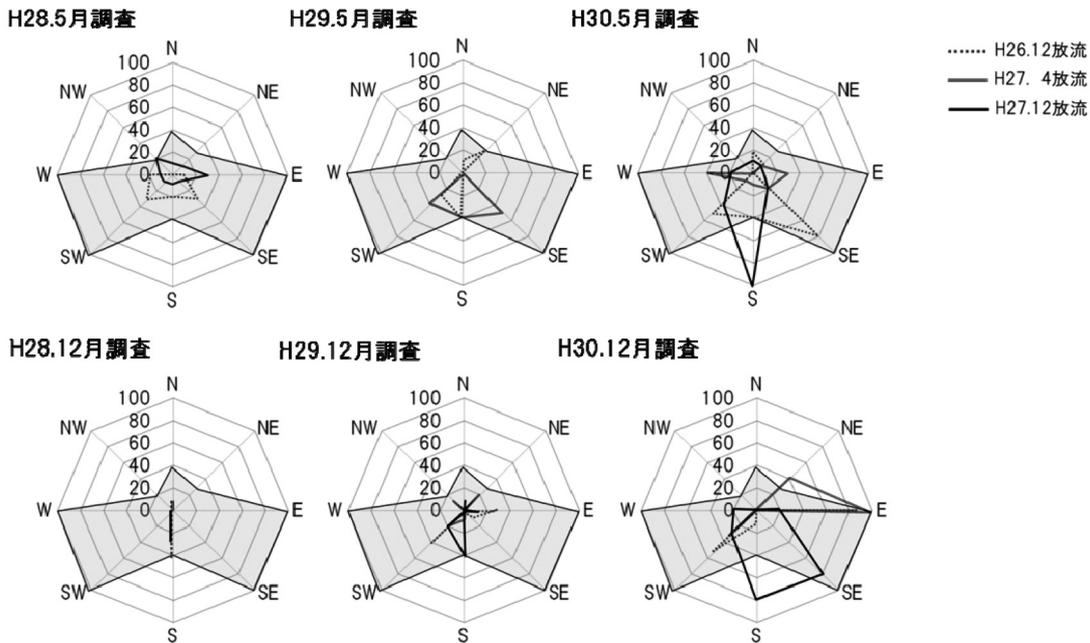


図2 放流種苗の分散範囲

表11 放流群別の推定残留率と混入率

放流日	体長(mm)	種苗	放流数	推定残留率(混獲率)					
				H28.5月	H28年12月	H29年5月	H29.12月	H30年5月	H30.12月
H26.12.放流	7.1	当歳	25,192	0.47(2.9)	0.14(5.7)	1.28(6.5)	0.16(2.31)	3.7(1.71)	3.1(0.91)
H27.4.放流	10.4	越冬	35,663	0.46(14.6)	0.14(7.1)	0.84(6.5)	0.19(3.08)	2.6(0.31)	4.4(0.40)
H27.12.放流	5.5	当歳	95,662	0.0(0.0)	0.05(18.6)	0.0(0.0)	0.13(6.92)	8.4(0.90)	7.5(0.52)

表中の数値は残留率を、括弧内の数値は混入率を示す

表12 当歳・越冬種苗放流地周辺での混獲率

漁獲日	4月17日	4月26日	5月14日
調査個体数	99	100	100
人工種苗数	3	1	2
混獲率(%)	3.0	1.0	2.0

放流地先周辺で4月と5月に行われた胴突き漁業および潜水漁業による漁獲物のうち、人工種苗の混獲率を表12に示した。漁獲で回収されたのは全て平成27年4月に放流した個体であった。

(イ) せたな町大成区

ライントランセクト調査で回収できた個体数と放流群（平成26年と平成27年のアワビセンター育成種苗）の混入率、この分散範囲を基に推定した残留率を図3に示した。調査の度に回収個体数と混入率と残留率は変動した。

0 漁港周辺からの漁獲物中の人工種苗の混獲率を表13に示した。H26年とH27年に放流したアワビセンター育成種苗の他、H26年からH28年にかけて放流した着底稚仔も混獲されていた。

ウ) ナマコの表出率に影響する物理的要因の検討

(ア) 発見率の季節変化

ここに放流したスパゲッティタグ装着個体の発見率を図5に示した。同じ潜水者が、同じ底質に放流した183g程度の漁獲サイズの大きな個体を探す場合であっても、発見率が変動することが明らかになった。

(イ) 多段式トレーを用いた垂直移動の確認

最下段（5段目）は、最終日（平成30年10月6日）まで、砂に埋まって回収できなかった。

調査日のトレー別の残留個体数と計数後の投入個体数を表14に示した。6月6日に投入した個体は、次回調査日（14日目）である6月20日には1段目に4個体、2段目に1個体の計5個体確認された。一方7月4日（28日目）に行った調査では、6月6日に投入した個体が6個体確認できている（1段目に4個体、2段目に2個体）。6月20日に確認できなかった1個体は、砂に埋没して陸揚げできなかった最下段にいたと考えられる。

本試験から、放流個体は垂直方向にも移動できることが明らかになった。上述の（3）イ（ア）、（イ）の潜水によるライントランセクト調査では、ナマコの発見数や混入率が変動するが、こうした垂直方向への移動を検討できないことも要因になると考えられるため、今後垂直方向への移動も加味して効果の検討を進める予定である。

参考文献

- 1) Sekino, M. and Shigeno K. (2011) PARFEX v1.0: an EXCELTM-based software package for parentage allocation. Conservation Genetics Resources 4: 275-278.
- 2) Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA,

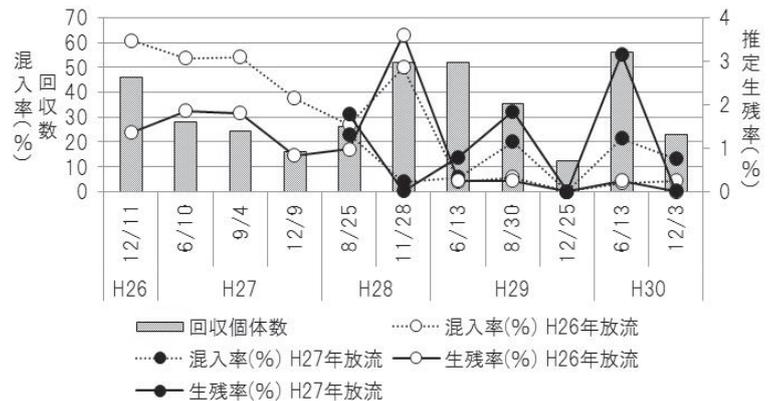


図3 放流群毎の回収数・混入率と推定残留率

表13 漁獲物中の放流種苗の混獲率（%）

漁獲日	越冬種苗		着底稚仔		
	H26年	H27年	H26年	H27年	H28年
5月11日	8.0	9.0	2.0	1.0	1.0
6月8日	1.0	10.0	2.0	0.0	2.0

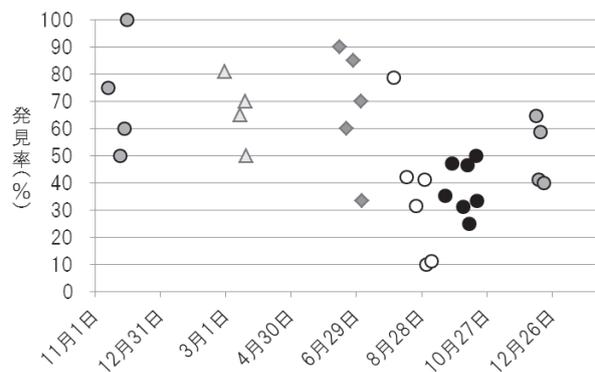


図5 潜水調査によるスパゲッティタグ装着個体の発見率  
同型の記号は同じ調査時期を示す

表14 投入日ごとの格段目への移動数

日付	6月6日		6月20日		7月4日		9月7日		10月6日	
	投入	残留	投入	残留	投入	残留	投入	残留	投入	残留
段目	A20		B24		C35		D20			
段目		A4		A4/B7		A1/B3/C8		A3/B1/C11/D2		
1		A1		A2/B7		B3/C1		A1/B2/D2		
2				B5		A2/B2/C1		D1		
3				B1		C1				
4										
5		A1								
合計	20	5	24	26	35	22	20			23

アルファベットは投入日の違いを、数字はそのロットの個体数を示す  
5段目の個体数は前後の調査結果からの推定値

## 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 夏池真史・金森 誠・西田芳則  
 協力機関 日高地区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

##### ア モニタリング調査

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定点で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。また、参考資料とするため、噴火湾の湾央（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1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2）。

##### イ 臨時調査

2018年6月26日に噴火湾東部の室蘭漁協で採取されたホタテガイから自主規制を超える麻痺性貝毒（可食部16.9MU/g）が検出された。同じ海域の虻田定点において6月25日に実施した調査では、麻痺性貝毒原因プランクトンは低密度でしか検出されなかった（最高20細胞/L）。7月26日に噴火湾西部の砂原漁協で採取されたホタテガイから自主規制を超える麻痺性貝毒（可食部7.6MU/g）が検出された。噴火湾西部の森および八雲定点で7月に実施した調査では、麻痺性貝毒原因プランクトンは検出されなかった。これらの毒化の実態が不明確であったために、室蘭および噴火湾湾央部および湾口～湾外部において、臨時の貝毒プランクトン調査を実施した。

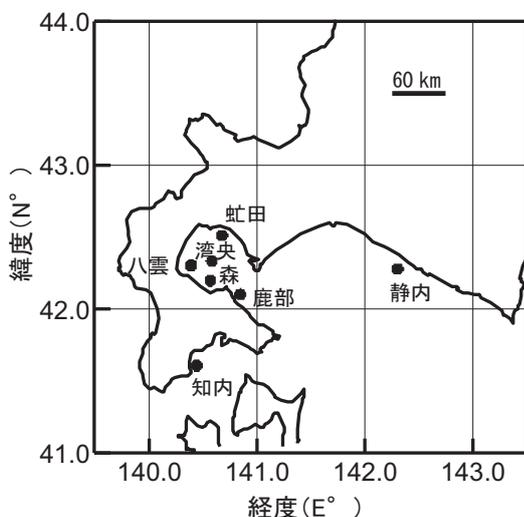


図1 調査点の位置図

表1 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	0	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	0	1	1	1
知内	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
湾央	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0

表2 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

(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。

ここでは2018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(2018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2~7月に出現した(表3)。*A. tamarense* が出現した水温は2.7~17.5℃、塩分は30.76~33.69であった。最高出現密度は6月18日の太

平洋中部(静内)の700細胞/Lであり、出現した深度10mの水温は12.1℃、塩分は33.33であった(表4)。

*Dinophysis fortii* は4~8月に出現した(表3)。*D. fortii* が出現した水温は2.2~18.8℃、塩分は30.25~34.06であった。最高出現密度は7月18日の太平洋中部での730細胞/Lであり、出現した深度10mの水温は13.7℃、塩分は32.37であった(表4)。

*Dinophysis acuminata* は1~8, 11, 12月に出現した(表3)。*D. acuminata* が出現した水温は1.4~21.5℃、塩分は27.55~34.13であった。最高出現密度は7月18日の太平洋中部での810細胞/Lであり、出現した深度0mの水温は15.9℃、塩分は30.75であった(表4)。これは *D. fortii* が最高出現密度を記録した同一日、同一調査点であった。

*Dinophysis norvegica* は4~7月に出現した(表3)。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2.5~15.9℃、塩分は30.75~33.33であった。各海域の最高出現密度は20~40細胞/Lであり、過去の出現量と比較して大きくなかった(表4)。

参考として、湾央で実施した調査では、7月28日 *D.*

表3 *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 (°C)	塩分	時期 (月)	水温 (°C)	塩分	時期 (月)	水温 (°C)	塩分	時期 (月)	水温 (°C)	塩分
太平洋中部 (静内)	4-7	2.7 - 12.5	33.3 - 33.4	4,6-8	2.2 - 15.9	30.3 - 34.1	1-8	1.4 - 19.2	30.3 - 34.1	5-7	2.5 - 15.9	30.8 - 33.3
噴火湾東部 (虻田)	2,4,6,7	5.4 - 13.4	31.4 - 33.7	6-8	8.2 - 13.8	31.7 - 32.8	2-8,11,12	3.5 - 20.1	27.6 - 33.7	4-7	6.1 - 11.9	31.4 - 32.6
噴火湾西部 (八雲)	3-6	4.4 - 14.3	30.8 - 33.3	6-8	8.0 - 18.8	31.6 - 32.4	2-8	3.9 - 18.8	30.8 - 33.7	5-7	6.2 - 10.1	32.0 - 32.7
噴火湾西部 (森)	3-5	3.5 - 13.4	32.0 - 33.6	7	7.9 - 13.8	31.4 - 32.5	3,5-7	3.5 - 13.8	31.4 - 33.6	7	7.9 - 10.2	32.3 - 32.5
噴火湾湾口 (鹿部)	4,7	4.5 - 16.8	30.9 - 33.3	7,8	7.3 - 13.0	32.3 - 33.3	5-7	7.3 - 11.3	32.0 - 33.1	6,7	6.8 - 11.3	32.0 - 33.1
津軽海峡 (知内)	7	17.5	31.1	5,6	10.8 - 13.4	33.3 - 33.9	4,8	7.8 - 21.5	33.9 - 34.0	-	-	-

注) 噴火湾西部の八雲における4月および噴火湾湾口部の鹿部における9月のデータは、欠測のため含まれていない。

表4 *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 (°C)	塩分	最高密度 (細胞/L)	時期 (月)	水温 (°C)	塩分	最高密度 (細胞/L)	時期 (月)	水温 (°C)	塩分	最高密度 (細胞/L)	時期 (月)	水温 (°C)	塩分
太平洋中部 (静内)	700	6	12.1	33.3	730	7	13.7	32.4	810	7	15.9	30.8	40	7	12.5	32.8
噴火湾東部 (虻田)	60	7	10.3	32.3	60	8	10.3	32.7	200	5	7.8	32.2	5	6	7.5	32.4
噴火湾西部 (八雲)	210	6	10.1	32.0	30	6,7	12.5-13.4	31.8-31.8	220	7	5.1	32.9	40	7	6.2	32.7
噴火湾西部 (森)	20	5	8.4-13.4	32.0-32.5	60	7	10.2	32.3	110	5	13.4	32.0	20	7	7.9-10.2	32.3-32.5
噴火湾湾口 (鹿部)	20	7	16.8	30.9	590	7	10.3	32.3	150	7	10.3	32.3	20	6,7	6.8	33.1
津軽海峡 (知内)	10	7	17.5	31.1	30	5	11.1	33.6	40	4	7.8	34.0	-	-	-	-

注) 噴火湾西部の八雲における4月および噴火湾湾口部の鹿部における9月のデータは、欠測のため含まれていない。

表5 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	礼文華沖2km
		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	日高冲***	
	2002-2004	門別冲****	
	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。

*fortii*が最大 50細胞/L, 2月20日 *D. acuminata*が最大 30細胞/Lが出現した。

これまでの調査(表5)における海域ごとの *A. tamarensis*, *D. fortii*, *D. acuminata* および *D. norvegica* の最高出現密度の経年変化(表6~9)を見ると、2018年は *A. tamarensis* および *D. fortii* が太平洋中部で比較的高密度に出現した。太平洋中部において、*A. tamarensis* は1989年に最高出現密度となって以来、20年ぶりに顕著な増加を示し、また *D. fortii* は1981年から始まった観測期間中の最高細胞密度であった。

臨時調査で6月29日の追直漁港沖(図3)で採水された試料から、*A. tamarensis* が最高2,250細胞/L検出された。このことから、室蘭における麻痺性貝毒値の上昇は、*A. tamarensis* が原因であったと考えられる。その後、追直漁港岸壁における調査および7月28日の金星丸による噴火湾湾央部および湾口~湾外部の調査(図3)では、*A. tamarensis* は検出されなかった。太平洋中部の静内で6月中旬に、本種が高密度で検出されていることから、6月に太平洋中部から噴火湾湾口部にかけて *A. tamarensis* が高密度に出現していた可能性がある。7月に砂原漁協で確認されたホタテガイの毒化も、これが原因と推察された。その後、7月3日から7月30日にかけて追直漁港において週1回の頻度で実施した採水調査および、金星丸による7月28日の噴火湾湾央部口~湾口外部における調査を通して、*A. tamarensis* は検出されなかった。

## イ 二枚貝等の出荷規制

噴火湾東部海域において6月27日から7月26日(出荷自粛は10月6日に解除)、噴火湾西部海域において7月27日から8月18日にかけて麻痺性貝毒による出荷自主規制措置がとられた。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	60	60		10
2018	10	20	210	60		700

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		180
1982	110	160	400	40		160
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		120
1990		140	180	180		100
1991		340	380	60		20
1992		40	80	20		40
1993		200	80	80		0
1994		240	320	660		0
1995		80	40	60		60
1996		20	60	20		20
1997		0	40	100		0
1998		40	100	40		20
1999		260	220	440		20
2000		260	20	160		0
2001		240	120	160		
2002		60	80	20		20
2003		80	40	20		40
2004		140	120	480		200
2005	20	170	500	990	110	20
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
2018	30	590	60	60		730

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
2018	40	150	200	220		810

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
2018	0	20		40		40

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ないことを示す。

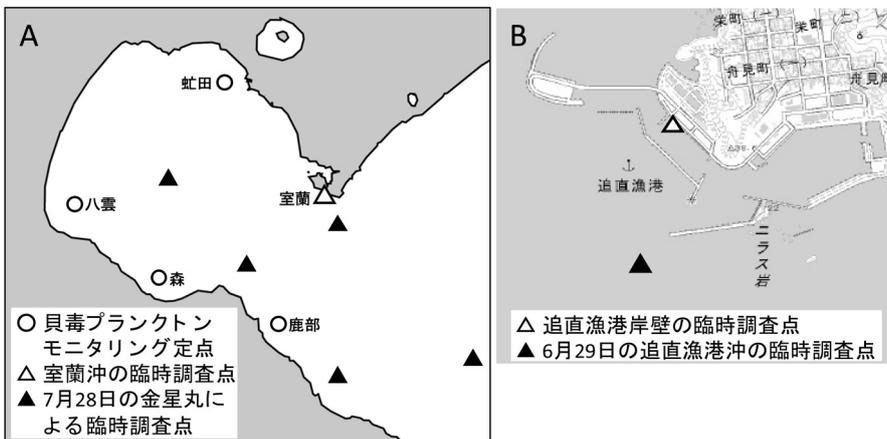


図 1 臨時調査点の位置図

## 7. 養殖コンブ生産安定化試験Ⅱ（経常研究）

担当者 調査研究部 前田 高志  
 協力機関 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  
 南かやべ漁協，えさん漁協，戸井漁協  
 銭亀沢漁協，函館市漁協，上磯郡漁協  
 福島吉岡漁協，松前さくら漁協，函館市

### （1）目的

道南海域におけるコンブ養殖で問題となるモハネガヤの生態と発生量の変動要因を解明し、養殖コンブ収穫期に発生するモハネガヤの付着状況を予測する手法を開発するとともに、その対策に資する情報を収集する。

### （2）経過の概要

#### ア 養殖コンブの生育状況と養殖漁場の海洋環境調査

##### （ア）養殖コンブ生育状況調査

函館市内の3地点、大船町沖と日浦町沖、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取し、葉長や葉幅、葉状部の湿重量と乾燥重量を測定した。乾燥重量は熱風乾燥機を用い、60℃で2日以上乾燥させた後の値とした。湿重量と乾重量から乾燥歩留まりを算出した。また、2月の調査時に養成中の6～8の養殖個体に標識を付け、それらの葉状部の葉元から10cmと50cmの位置に直径7mmの孔をあけた。50cmの位置より上は、50cm間隔に孔をあけた。以降は7月まで、毎月の調査の度に標識個体の葉状部の葉元から10cmの位置に新しく孔をあけ、葉状部の生長に伴って移動した孔の位置関係から標識個体の日間の生長量と末枯量を算出した。なお、標識個体の葉状部が破断した場合や算出された末枯量が他の個体に比べて著しく大きくなった場合、それらの値は除外した。

##### （イ）コンブ養殖漁場の海洋環境調査

ア-（ア）の調査を実施した3地点の養殖施設の幹綱に自記式の観測機器類を設置した。養殖施設は養殖工程に応じて水深が調整され、大船町の幹綱の設置水深は、養殖開始時期から4月下旬は2～2.5m、5月中は約1.5m、それ以降は収穫時期まで約1.2mであった。日浦町では養殖開始時期から12月下旬頃は約2m、1～4月上旬は約1.7m、それ以降は収穫時期まで約

1.2mであった。石崎町では11月～2月は約3.5m、3～4月は約5m、5月上旬～中旬は約3.5m、それ以降は約2.5mであった。各機器の測定間隔は、水温計（Onset Computer Corporation）は10分、光量子量計（JFEアドバンテック株式会社）は10秒に設定した。光量子量は1分間に観測された中で最大の値を採用した。これらの値を用いて1時間中の平均光量子量（ $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ）を算出したうえ、日積算光量子量（ $\text{mol}/\text{m}^2/\text{day}$ ）を求めた。

調査時には、高速応答DOセンサー搭載メモリーSTD（JFEアドバンテック株式会社）を用い、水温や塩分の鉛直分布を観測した。また、バンドーン採水器を使用して水深約0.5m（水面直下）、5m、10m、20m層から海水を採取した。試水は栄養塩濃度を分析するまで、凍結して保存した。

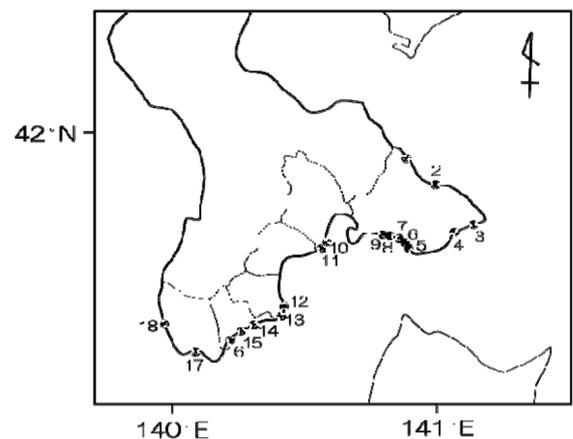


図1 養殖コンブの生育状況調査と養殖漁場海洋環境調査，アンケート調査実施地点．  
 1：大船町，2：尾札部町，3：古武井町，4：日浦町，5：釜谷町，6：小安町，7：石崎町，8：古川町，9：志海苔町，10：当別，11：茂辺地，12：涌元，13：小谷石，14：白符，15：吉岡，16：松浦，17：白神，18：江良。

イ モハネガヤの付着状況に関するアンケート調査

函館市の9地点：大船町、尾札部町、古武井町、日浦町、釜谷町、小安町、石崎町、古川町、志海苔町、北斗市の2地点：当別、茂辺地、知内町の2地点：涌元、小谷石、福島町の3地点：白符、吉岡、松浦、松前町の2地点：白神、江良のコンブ養殖漁業者を対象にヒドロゾア類の付着状況に関するアンケート調査を実施した(図1)。調査ではアンケート用紙を配布し(図2)、2018年に収穫される養殖コンブについて、ヒドロゾア類の発生時期や付着数などに関する情報を収集した。

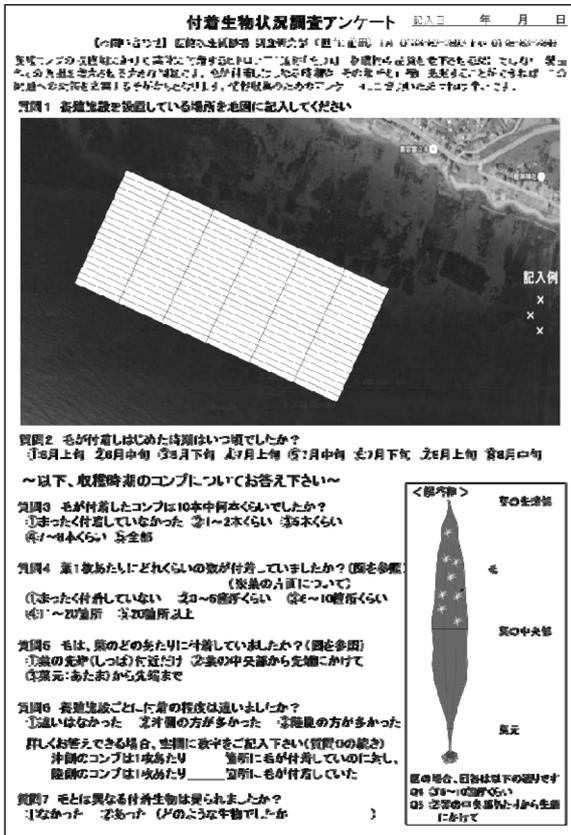


図2 調査に使用したアンケート用紙(石崎町で使用されたもの)

表1 モハネガヤの採集日と採集地点

種名	採集日	採集地	付着基質
モハネガヤ <i>Plumularia filicaulis</i>	2018年8月20日	函館市大船町	養殖マコンブ
	2018年8月23日	函館市日浦町	養殖マコンブ
	2018年7月26日	函館市小安町	養殖マコンブ
	2018年7月12日	北斗市当別	養殖マコンブ
	2018年7月27日	知内町小谷石	養殖マコンブ
	2018年9月13日	福島町字福島	養殖コンブ
	2018年9月13日	松前町字大沢	天然マコンブ

ウ 道南海域におけるモハネガヤの生態学的研究

(ア) モハネガヤの発生状況の調査

ア- (ア) の調査時に得られた養殖マコンブの葉部を観察し、モハネガヤやその他のヒドロゾア類の発生時期や付着数の季節的变化を調べた。また、道南海域の7地点で養殖コンブまたは天然コンブに付着するモハネガヤを採集し、生殖莢の有無を調べた(表1)。

(イ) モハネガヤの飼育試験

モハネガヤの成長や成熟に及ぼす水温の影響を明らかにするとともに、海水中に浮遊するモハネガヤの個体数を定量技術の開発に必要な生殖細胞を得るため、モハネガヤの飼育試験を行った。

試験には、ウ- (ア) で採集した、マコンブ胞子体の葉部部に付着したモハネガヤの群体を用いた。これを2ℓの濾過海水中に入れ、水温15℃に調温しながら飼育した。なお、海水は通気により常に攪拌し、水槽の側面から蛍光灯を照射し、光周期は12時間明期：12時間暗期とした。

(3) 得られた結果

ア 養殖コンブの生育状況と養殖漁場の海洋環境調査

(ア) 養殖コンブ生育状況調査

2018年に収穫された養殖マコンブ(以下、2018年の養殖個体)の平均葉長は、大船町と石崎町では5月、日浦町では6月に最大となった(図3)。この時、各地点の平均葉長(±標準偏差)は、大船町では503.8±63.4cm、日浦町では476.6±111.9cm、石崎町では913.1±193.2cmであった。2019年に収穫される養殖マコンブ(以下、2019年の養殖個体)の平均葉長は、2019年3月まで一貫して伸長する傾向が見られた。

2018年の養殖個体の平均葉幅は、大船町では4月以降に大きな変化は認められなかった(図4)。日浦町と石崎町では5月まで広がる傾向が見られたが、それ以降は7月まで横這い傾向となった。なお、各地点における最大時の平均葉幅は、大船町では25.2±2.8cm、日浦町では28.8±3.2cm、石崎町では27.9±2.7cmであった。2019年の養殖個体の平均葉幅は、いずれの地点においても11月から翌年の3月まで一貫して広がる傾向が見られた。特に大船町では12月～翌年の2月、日浦町では2～3月にかけて急速に拡大した。

2018年の養殖個体の4～7月にかけての日間生長量は、いずれの地点も減少する傾向が見られた(図5上)。2018年の養殖個体の4～7月にかけての日間末枯量は

概ね増加した。2019年の養殖個体については、2～4月の日間末枯量は大きな変化は認められなかった(図5下)。

2018年の養殖個体の葉状部の湿重量は、大船町と日浦町では7月、石崎町では5月まで増加する傾向が見られた(図6)。2019年の養殖個体においては、大船町と石崎町では2月から、日浦町では3月から急速に増加した。

2018年の養殖個体葉上部の平均乾燥歩留りは、大船町では4月以降、他の2地点では5月以降に急速に増加する傾向が見られた。7月の調査時には乾燥歩留りは、大船町では $14.6 \pm 1.6\%$ 、日浦町では $12.7 \pm 1.3\%$ 、石崎町では $17.5 \pm 1.6\%$ となった(図7)。2019年の養殖個体の12月から翌年3月かけての平均乾燥歩留りは、大船町と石崎町ではわずかに増加する傾向が見られたが、日浦町では大きく変化することなく、8～9%で推移した。

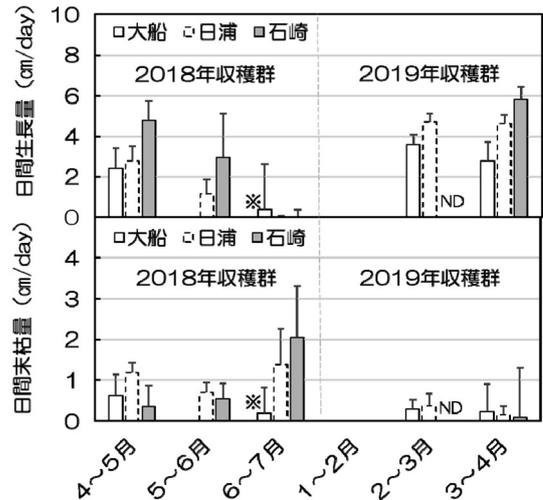


図5 養殖個体の日間生長量(上)と日間末枯量(下)の季節変化。エラーバーは標準偏差、NDはデータないことを示している。大船町では6月の調査が実施できなかったため、※で示す値は5～7月の値を示している。

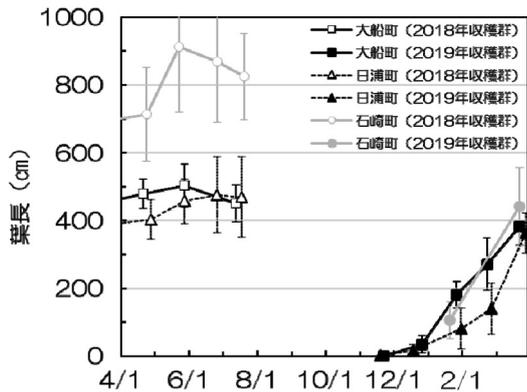


図3 養殖個体の葉長の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

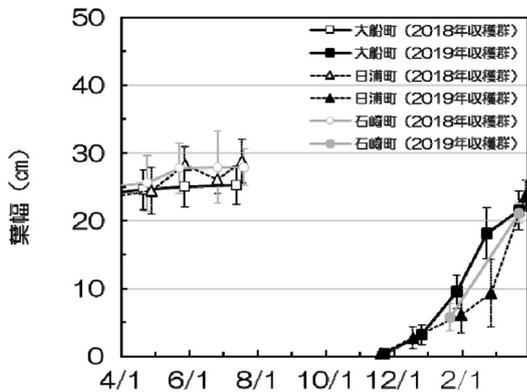


図4 養殖個体の葉幅の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

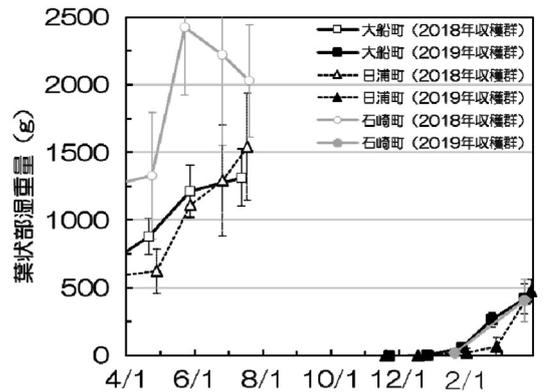


図6 養殖個体の湿重量の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

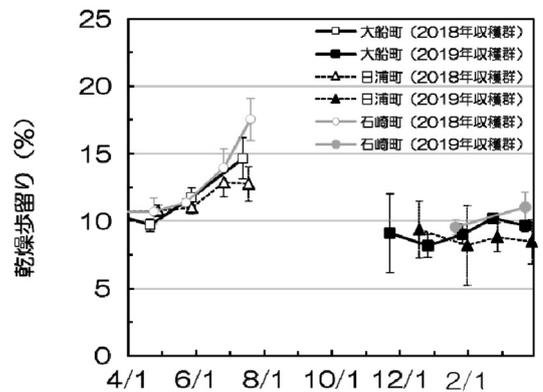


図7 養殖個体の乾燥歩留りの季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

(イ) コンブ養殖漁場の海洋環境調査

大船町沖の水温は、2018年4月1日～2018年7月13日にかけて5.1～16.4℃で推移した(図8)。また、2018年10月1日～2019年3月31日にかけては、2.7～18.8℃で推移した。2019年は2月上旬に水温が3℃台まで低下し、3月31日まで2.7～4.1℃の低水温で推移した。

日浦町沖の水温は、2018年4月1日～2018年7月17日にかけて4.9～15.3℃で推移し、5月上旬以降は大船町沖の水温より低く推移した。また、2018年10月25日～2019年3月31日にかけては、2.6～18.6℃で推移した。この期間、1月中旬までは大船町沖の水温より高く推移する傾向が見られたが、それ以降は概ね同様の推移を示した。

石崎町沖の水温は、2018年4月1日～2018年7月20日にかけて7.3～19.5℃で推移した。5月上旬～7月上旬にかけては、概ね大船町沖の水温と同様の推移を示した。2018年11月21日～2019年3月31日にかけては4.0～16.0℃で推移した。2月上旬～中旬にかけて、一時的に4℃代まで低下したが、その後は6.0～9.0℃で推移した。

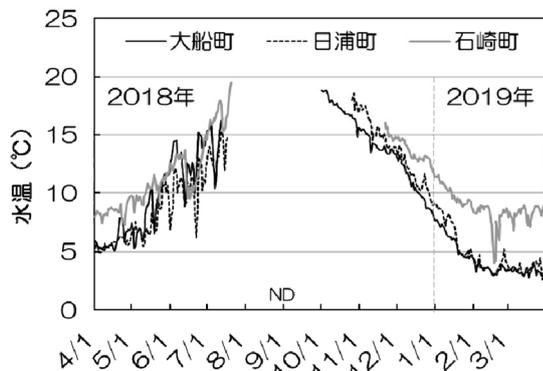


図8 養殖漁場の水温の推移. NDは、調査期間外等の理由によってデータを取得できなかったことを示している。

2018年4月以降の日積算光量子量はいずれの地点においても徐々に増加する傾向が見られた(図9)。大船町沖では、2018年10月1日～2019年3月31日にかけての日積算光量子量は大きく変化せず、この期間の平均値は8.3mol/m<sup>2</sup>/dayであった。日浦町沖では、2018年10月25日～2019年3月31日にかけての日積算光量子量は、1月下旬まで低く推移し、平均値は4.1mol/m<sup>2</sup>/dayであった。その後は急速に増加する傾向が見られ、平均値は12.0mol/m<sup>2</sup>/dayとなった。石崎町沖では、2018年11月21日～2019年3月31日にかけての日積算光

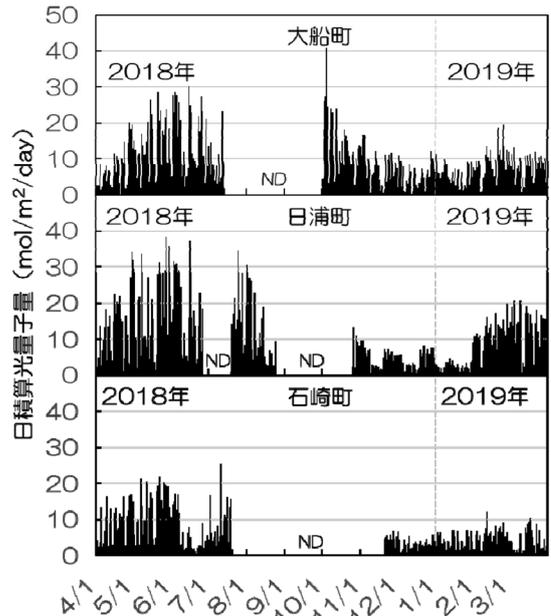


図9 養殖施設の設置水深における日積算光量子量の推移. NDは調査期間外等の理由によってデータを取得できなかったことを示している。

量子量は、徐々に増加する傾向が見られた。この期間の平均値は4.1mol/m<sup>2</sup>/dayであった。

イ モハネガヤの付着状況に関するアンケート調査

渡島管内の18地点でアンケート調査を実施し、14地点で回答が得られた(表2)。太平洋側の地点に比べて、津軽海峡内では早い時期からヒドロゾア類が付着する傾向が見られた。早期からヒドロゾア類が付着する津軽海峡内の状況を見ると、函館市志海苔町～古川町、石崎町、小安町、釜谷町では6月から付着が確認されている。

各地点の状況を見ると、養殖施設の設置場所によってヒドロゾア類の付着状況が異なることが明らかとなった。太平洋側の地点では沖側、海峡内の地点では陸側の施設ほどヒドロゾア類が付着しはじめる時期が早く、その付着数も多くなる傾向が見られた。

同地点内で、付着時期や付着量が異なるという回答が得られたことから、例えば、漁場内の流向や流速など、水温の他に付着量に影響を及ぼす環境要因が存在することが示唆された。

ウ 道南海域におけるモハネガヤの生態学的研究

(ア) モハネガヤの発生状況の調査

2018年の養殖個体についての調査期間中、大船町と日浦町ではモハネガヤの付着は見られなかった(図

表2 モハネガヤの付着状況に関するアンケート調査結果の概要.

対象地域	回答数(人)	発生時期	ヒドロゾア類が付着した養殖コンブの出現頻度(%)	収穫期の養殖コンブに付着するヒドロゾア類の群体系数(個)	特記事項
函館市	大船町	7月中旬~8月上旬	10	2.1	沖側の施設で付着数が多い
	尾札部町	7月下旬~8月中旬	33	5.7	
	古武井町	6月下旬~7月下旬	15	1.5	陸側の施設で付着数が多い
	日浦町	7月中旬	8	1.3	
	釜谷町	6月下旬	50	15.5	陸側の施設から付着しはじめる
	小安町	6月上旬~6月下旬	15	2.5	
	石崎町	7月上旬~7月中旬	15	2.5	陸側の施設で付着数多い
	志海苔町~古川町	6月中旬~7月上旬	36	2.5	
	北斗市	当別	-	-	-
茂辺地		-	-	-	
知内町	小谷石	7月上旬	15	2.5	
	涌元	-	-	-	
福島町	白符	7月中旬~7月下旬	16	3.5	陸側の施設で付着数多い
	吉岡	7月中旬	10	2	
	松浦	7月中旬	15	2.5	沖側の施設から付着しはじめる
松前町	白神	7月上旬または下旬	10	2.5	陸側の施設で付着数多い。 東側の施設から付着しはじめる
	江良	7月上旬	75	15.5	

10)。石崎町では、5月時点ではモハネガヤの付着は見られなかったが、6月には養殖個体の葉状部に平均0.4±0.9個体、7月には8.0±8.9個体のモハネガヤが付着した。2018年は、2015年に次ぐ付着量であった(図11)。2019年の養殖個体では、いずれの地点においても11月から翌年3月にかけて、モハネガヤの付着は見られなかった。

2018年7月に当別、小谷石、福島で採集したモハネガヤは、いずれも生殖莢が形成されていた。特に当別で採集した個体は発達した生殖莢を有し、その内部には放出される直前と考えられる生殖体が観察された。同時期に小安町沖で採集した個体については、生殖莢が形成されていなかったことから、先述の3地点では、モハネガヤが早期に発生しているか、成長や成熟が早いことが示唆された。

なお、モハネガヤと同様にコンブ類の葉状部表面に付着するヒドロゾア類が観察された。そのひとつは形態的特徴などからウミサカズキ科のエダフトオベリア *Obelia geniculata* であった。本種は、モハネガヤと同様にコンブ表面に群体を形成した。また、モハネガヤとは異なるハネガヤ科の一種が観察された。この種については、群体形成の有無や生殖莢、生殖体が観察できなかったため、種を同定することはできなかった。

(イ) モハネガヤの飼育試験

飼育開始から1~2週間程度で、基質であるコンブが枯死し、腐敗したため水質が著しく悪化し、それに伴ってモハネガヤが死滅した。モハネガヤの成長や成熟に及ぼす水温の影響や生殖体を採取するめ、今後、プラスチックの板のような安定した基質を用いた飼育手法の検討が必要である。

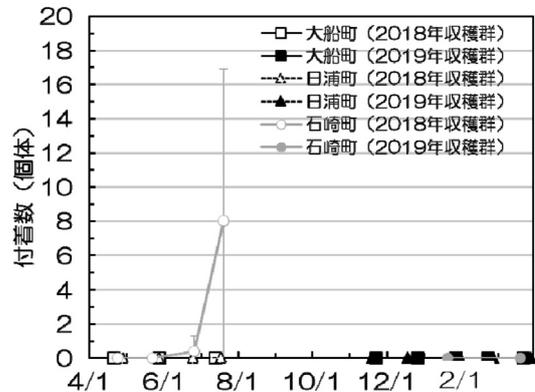


図10 促成養殖コンブに付着するヒドロゾア類の付着数の季節変化. エラーバーは標準偏差を示している.

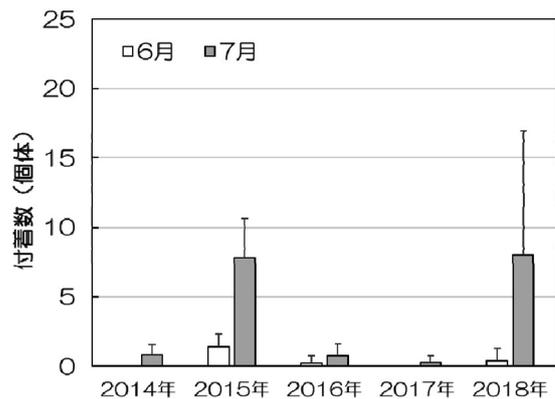


図11 石崎町沖の促成養殖コンブにおけるヒドロゾア類の発生状況. エラーバーは標準偏差を示している.

## 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, 有馬 大地

### （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、国立研究開発法人水産研究・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：2018年4月～2019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調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、漁獲状況調査を行った。

#### エ 新規加入量調査

計量魚探およびトロールを用い、スケトウダラ太平洋系群および日本海北部系群の新規加入量、体長組成等を調査した。

### （3）得られた結果

2018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、国立研究開発法人水産研究・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報告書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・教育機構を代表として水産庁より委託を受け実施している。

### （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、現在の親魚資源量を10年以内に歴史的中間値まで回復させることを目標に、30キロ未満の小型魚の漁獲について、2002年から2004年までの平均漁獲実績8,015トンから半減する措置が2015年（平成27年）1月より導入され、ブロック毎に漁獲上限を設定し管理を行ってきた（第1管理期間（平成27年1月1日～平成28年6月30日））。また、第2管理期間（平成28年7月1日～平成29年6月30日）では、小型魚は2002年から2004年までの平均漁獲実績8,015トンから半減し4,007トンを上限とし、大型魚は2002年から2004年までの平均漁獲実績4,882トンを超えないよう管理し、第1管理期間を通じた漁獲管理の課題を見据えながら、現行の漁獲可能量制度を活用した「くろまぐろ型TAC」の検討を進めてきた。第3管理期間（平成29年7月1日～平成30年6月30日）では、それまでのブロック管理から都道府県毎の管理に変更し、定置網については共同管理を継続する等とした上で、WCPFCの保存管理措置では漁獲上限を超過した場合は超過分が翌年の漁獲上限から差引かれることになっており、小型魚については第2管理期間の超過量（333.5トン）を差引くとともに、大型魚に振替（250トン）をした漁獲量3,423.5トンを漁獲上限とし、大型魚は2002年から2004年までの年間平均漁獲量（4,882トン）に小型魚からの振替（250トン）をした漁獲量5,132トンを漁獲上限として「くろまぐろ型TAC」試行を継続してきた。

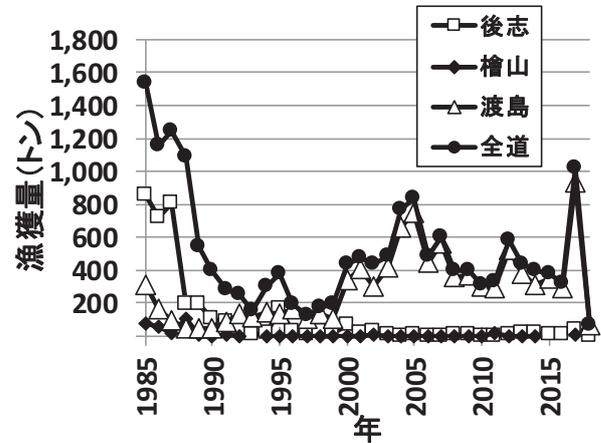


図1 マグロ漁獲量の推移

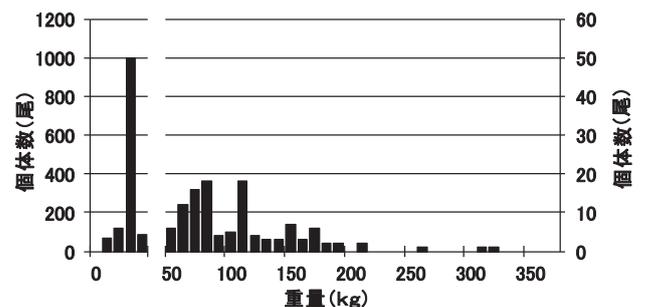


図2 クロマグロの重量組成（主にセミドレス）

しかしながらこの第3管理期間中に、道南地区の定置網に小型魚の大量入網があり、漁獲制限を大幅に超える漁獲があった。このため第4管理期間（平成30年7月1日～平成31年3月31日）からTAC制度に移行することとし、前管理期間に北海道において超過した分を北海道管理分の漁獲上限量から差引かれることとなり、北海道の小型魚の割当量は最小限の混獲程度の8.3トンとなった。これを受けて北海道では小型魚の水揚げは原則行わない厳しい漁獲制限を設けて管理してきた。

### 漁獲状況調査

中央水試資源管理部と共同で、渡島、後志振興局管内の8漁協（余市郡、東しゅこたん（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、振興局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び減少し、2016年は316トンまで減少した。2017年は道南の定置網に大量入網したこともあり1,017トンに増加したが、2018年は厳しい漁獲制限が行われたこともあり68トンに減少した。

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、2018年は渡島振興局管内で68トンの水揚げがあった。

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14.3~324kgで、30~40kgの個体ももっとも多く漁獲された(鰓腹処理されたセミドレス状態で概ね27kg以上の個体を重量30kg以上の大型魚として扱っている。なお、TAC制度に基づく漁獲管理は属人管理となっており、セミドレス27kg未満の小型魚の水揚げの大半は他県所属漁船が道内に水揚げしたものである。)

なお詳細については「平成30年度国際漁業資源評価調査・情報提供事業 現場実態調査報告書(2019年3月) 研究開発法人水産研究・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 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  
 北海道区水産研究所  
 日本海区水産研究所

#### （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

檜山海域で当業船および試験調査船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。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31年3月11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月中旬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(図1)。特に、2007年以降は産卵個体がほとんど出現しておらず、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

産卵場が形成される檜山海域において、10月に試験調査船金星丸で漁獲した雌のスケトウダラの個体別GSIの分布を図2に示す。2010年以降はほとんどの個体のGSI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。このように2008年度以前では、成熟がより進んでいる個体が多かった。また、ほとんどの個体は未成魚のGSI基準値である2.5を超えていたため漁獲物の多くは当該年に産卵する成魚と考えられるが、2012年、2014年、2018年のように未成魚の割合が高くなる年もあった。

##### 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(1～2月)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。12月の平均漁獲水温の推移を見ると、2004年以前は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)。これは産卵期が遅れを反映し(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。

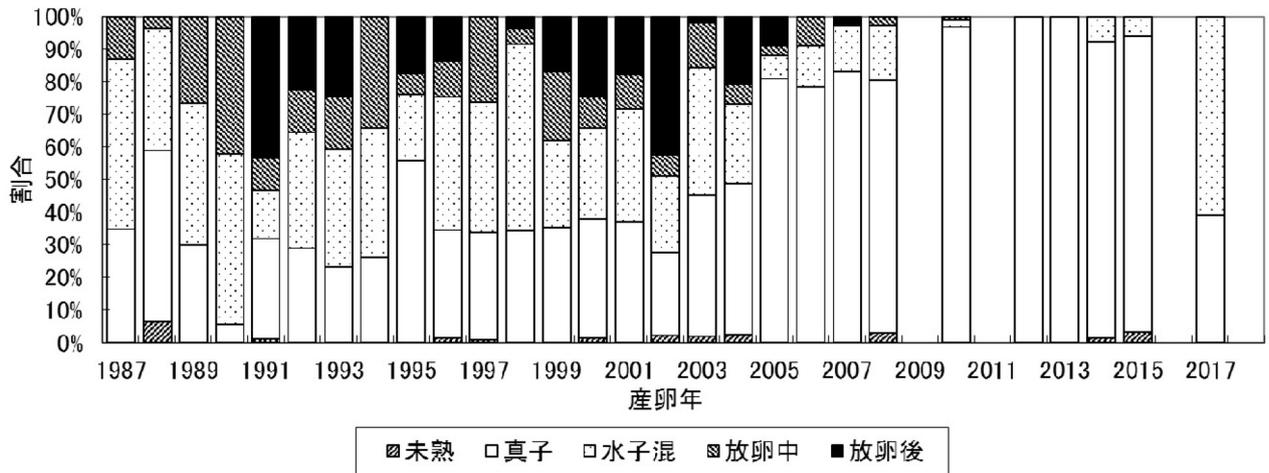


図1 北海道檜山海域におけるスケトウダラ卵の成熟割合の推移 (1月中下旬)  
2009, 2011, 2016, 2018年はデータ無し

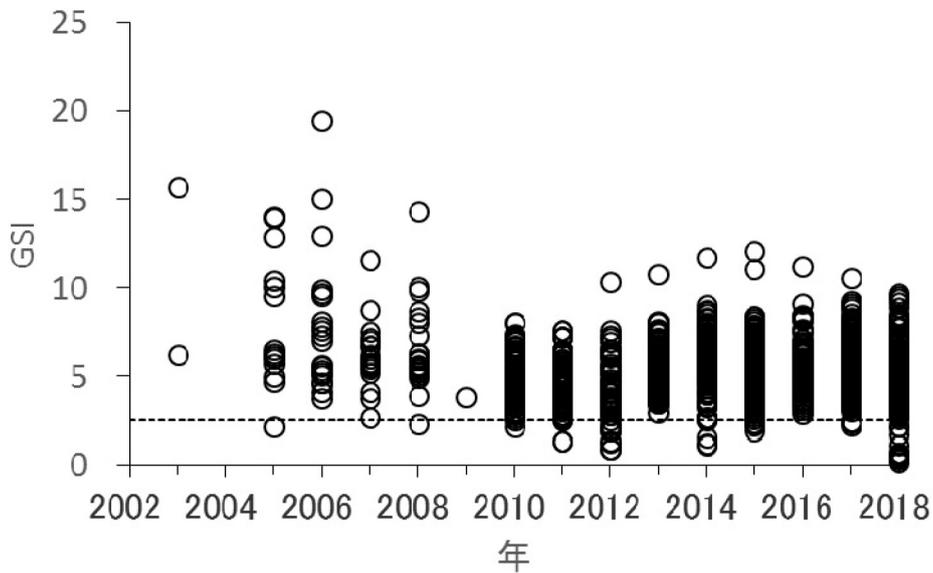


図2 北海道檜山海域におけるスケトウダラ雌のGSIの推移 (10月)  
GSI = 生殖腺重量(g) / 体重(g) \* 100  
数字は各年のGSIの平均値  
破線はGSI=2.5

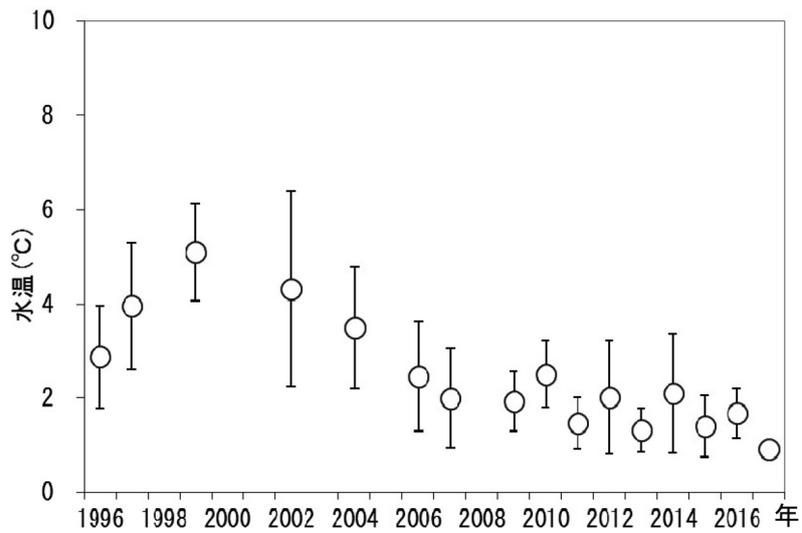


図3 北海道檜山海域におけるスケトウダラの平均漁獲水温の推移（12月）  
○は漁獲水温の平均値，バーは標準偏差

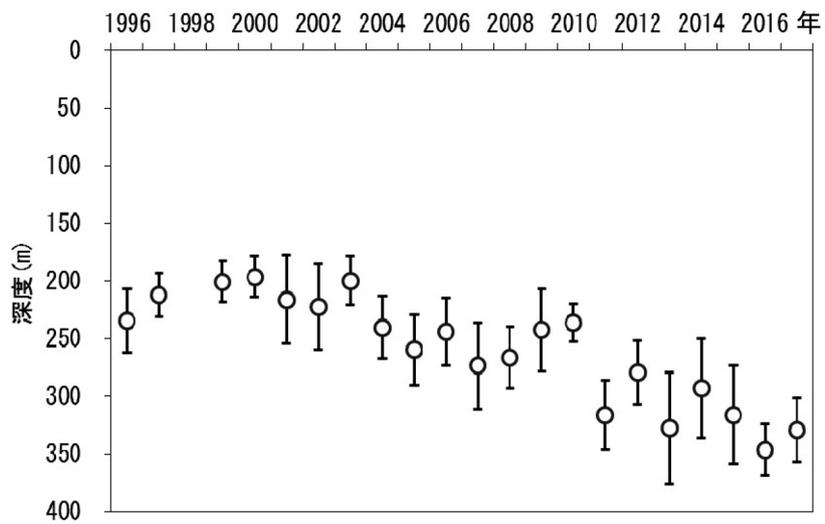


図4 北海道檜山海域におけるスケトウダラの平均漁獲深度の推移（12月）  
○は漁獲深度の平均値，バーは標準偏差

## 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

本研究事業は、平成27年度に終了した「資源変動要因分析調査事業：水産庁委託研究事業」の後継課題として実施した。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としており、道総研函館水産試験場は下記の課題について参画する。

- ・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(函館水試調査船)及び北辰丸(釧路水試調査船)を運航して、産卵期直前(11月)に道東太平洋及び道南太平洋においてスケトウダラ産卵群の分布状況を調査するとともに、産卵場の形成位置、形成時期、規模の経年変化を把握する。

2018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)

2018年11月13～18日(金星丸)

2018年11月13～16日(北辰丸)

#### (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

2018年5月9～15日

#### (イ) 調査内容

スケトウダラ幼稚魚の成育場である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。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,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。

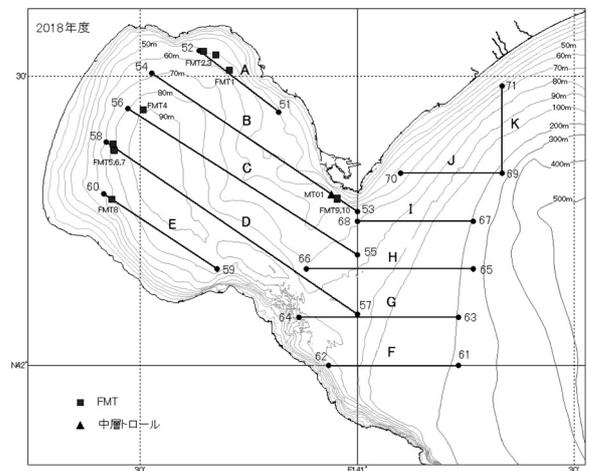


図1 調査海域

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、課題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において、2018年11月の産卵群の分布状況は図2に示す通りである。スケトウダラ産卵群は、

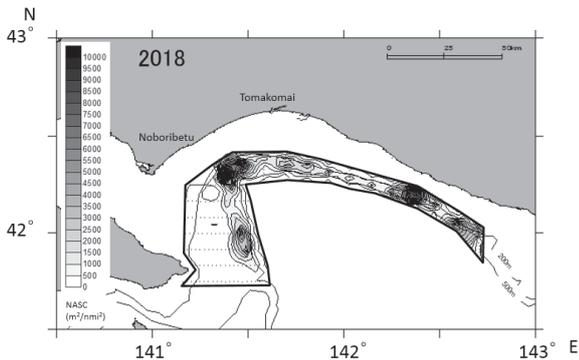


図2 産卵場周辺海域におけるスケトウダラ産卵群の分布 (2018年11月)

胆振沖(登別沖)および日高沖(静内沖)に濃密な反応がみられた。また、渡島沖(恵山沖)にもこれに準ずる反応がみられた。渡島沖の水深430m付近におい

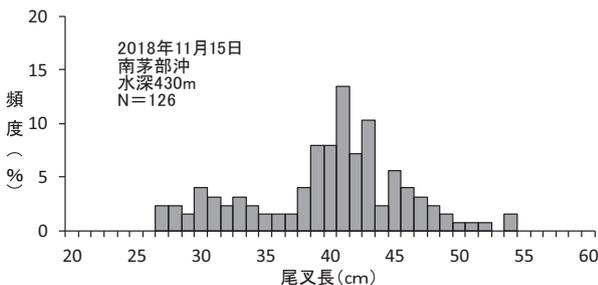


図3 トロールにより漁獲されたスケトウダラの体長(尾叉長)組成

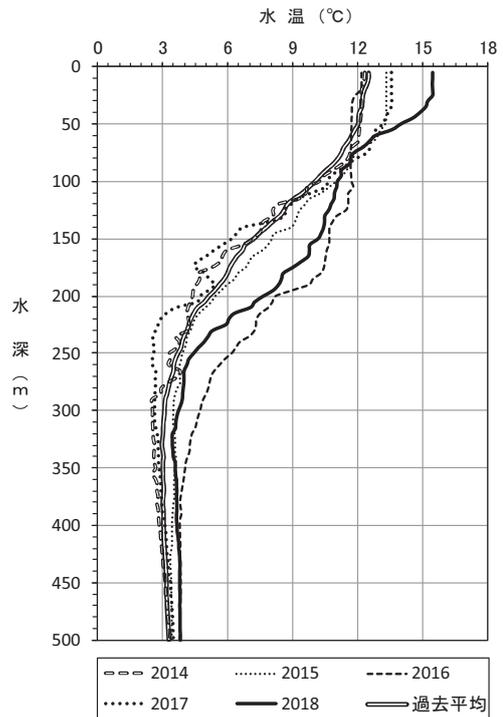


図4 11月中旬における登別沖(N42°15', 141°28')の水温の鉛直分布

て、トロールにより漁獲物調査を行ったところ、漁獲されたスケトウダラは、体長(尾叉長)27~54cm(モード41cm)のスケトウダラ成魚が主体であった(図3)。また、登別沖で行った海洋観測の結果、水深150~200mにかけては、過去平均(2002~2017年の同時期に行った観測の平均値)よりも3℃前後高かった。なお、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240m以深に形成されており、過去平均よりも40m程度深場となっていた(図4)。

イ 初期成長・生残メカニズムの解明

(ア) 魚群の分布

2018年5月のスケトウダラ稚魚とみられる魚群反応は、噴火湾内の湾奥域に観察された(図5)。2016および2017年の同時期に実施した調査では、湾口域に比較的強い反応がみられ、稚魚が湾外へ移動する時期が早いものと推察したが、2018年はこれに反して湾外への移動時期は遅いと考えられた。

(イ) 胃内容物調査結果

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はカイアシ類が主体であり、特にNeocalanus属、Eucalanus属、Pseudocalanus属の3属のカイアシ類の占める割合が高かった。ただし、これら主要3種の占

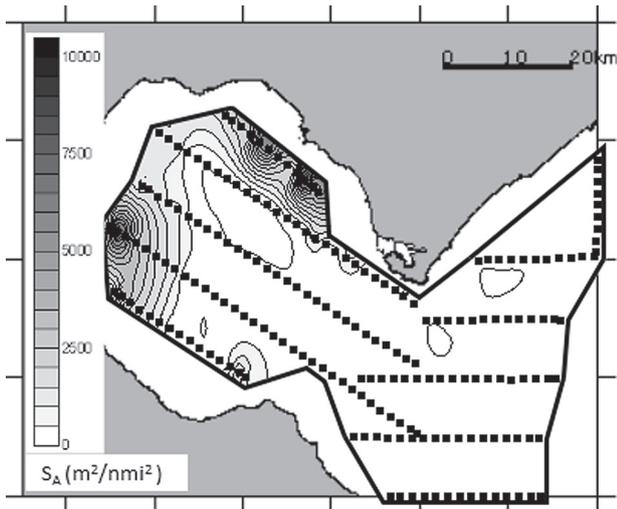


図5 5月におけるスケトウダラ稚魚の魚群反応

める割合は、年により大きく異なり、2006年、2012～2015年はNeocalanus属が、2011年および2016年はEucalanus属が、2018年度はPseudocalanus属の占める割合が高かった（図6）。

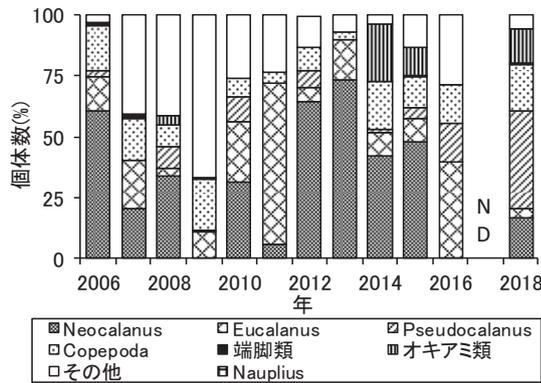


図6 スケトウダラ稚魚の胃内容物組成

### 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）。2018年は、深度25～60mにかけてFMTによる稚魚のサンプリングを行ったが、深度の違いによるサイズの差はほとんどみられず、すべてのサンプリング地点で平均全長は30mm前後となっていた（図7）。

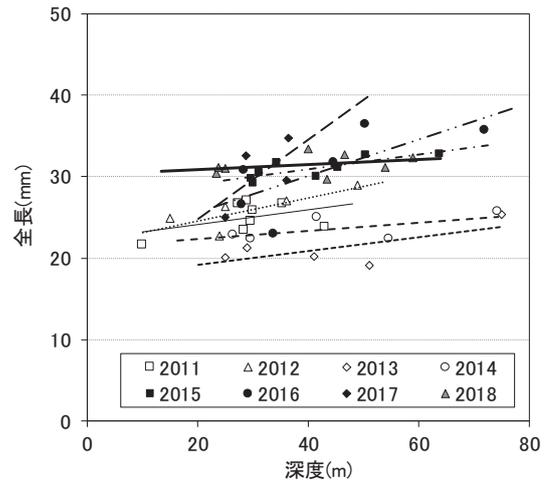


図7 5月に噴火湾内でFMTにより採集されたスケトウダラ稚魚の分布深度と平均全長の関係（太線が2018年）

表2 フレームトローネット(FMT)の曳網記録

網番号	May18FMT1	May18FMT2	May18FMT3	May18FMT4	May18FMT5	May18FMT6	May18FMT7	May18FMT8	May18FMT9	May18FMT10	May18MT1*
調査年月日	20180512	20180512	20180512	20180512	20180512	20180512	20180512	20180512	20180513	20180513	20180513
時間	6:25	7:21	7:52	9:02	10:14	11:20	11:45	12:52	6:21	6:50	8:01
位置	N42°30.13 E140°41.92	N42°32.15 E140°38.05	N42°31 E140°39	N42°25.43 E140°30.34	N42°21.97 E140°26.57	N42°22.12 E140°26.43	N42°22.81 E140°25.39	N42°16.95 E140°26.34	N42°17.09 E140°27.26	N42°17.12 E140°26.94	N42°17.20 E140°27.02
水深(m)	59.1	54.8	56.8	90.2	80.3	79.3	73	67.9	52.1	53.4	54
曳網方向(°)	125	123	310	324	310	333	113	305	310	310	300
時間	6:30	7:27	7:56	9:11	10:21	11:25	11:51	12:58	6:25	6:56	8:15
曳網開始	N42°29.97 E140°42.23	N42°31.96 E140°38.46	N42°31.74 E140°39.90	N42°25.92 E140°29.88	N42°22.17 E140°26.28	N42°22.27 E140°26.24	N42°22.62 E140°25.77	N42°17.15 E140°26.06	N42°17.14 E140°27.16	N42°17.23 E140°26.74	N42°17.47 E140°26.29
水深(m)	58.9	55.5	56.4	88.6	78.6	78.6	74.7	66.7	52.3	52.9	53
始(m)	110	130	100	180	170	100	160	160	60	70	55
中(m)	90	160	110	195	170	100	160	160	60	70	0
終(m)	90	160	110	195	170	100	160	160	60	70	55
始(m)	25	40	20	50	45	23	60	45	15	15	15
中(m)	25	40	25	55	50	25	58	45	15	15	0
終(m)	25	40	25	57	45	23	59	40	12	15	15
船速(kt)	2.5~2.8	2.5~2.8	2.3~2.7	2.3~2.5	2.3	2.4	2.4	2.4~2.8	1.6~2.1	2.1	3
曳網時間(min)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
時間	6:40	7:37	8:06	9:21	10:31	11:35	12:01	13:08	6:35	7:06	8:25
揚網開始	N42°29.78 E140°42.64	N42°31.68 E140°38.89	N42°31.94 E140°38.54	N42°26.26 E140°29.58	N42°22.45 E140°25.87	N42°22.52 E140°25.85	N42°22.44 E140°26.01	N42°17.43 E140°25.66	N42°17.29 E140°26.81	N42°17.46 E140°26.37	N42°17.65 E140°25.84
水深(m)	58.2	56.7	55.6	86.3	76.1	76.1	77.2	65.2	52.3	52.8	54
時間	6:42	7:42	8:10	9:28	10:36	11:38	12:06	13:14	6:38	7:08	8:37
揚網終了	N42°29.74 E140°42.72	N42°31.60 E140°38.05	N42°32.00 E140°38.47	N42°26.41 E140°29.43	N42°22.53 E140°25.76	N42°22.59 E140°25.78	N42°22.40 E140°26.11	N42°17.53 E140°25.58	N42°17.32 E140°26.72	N42°17.49 E140°26.32	N42°17.70 E140°25.76
水深(m)	58.2	56.9	55.5	85.7	75.2	75.6	77.8	65.3	52.4	52.8	0
ろ水計(回転数)	13359	13360	13361	13362	13363	13364	13365	13366	13367	13368	13370
スケトウダラ採集尾数	160	41	91	51	35	46	31	50	127	57	1.45 kg

\* 中層トローネット

## 11. 輸出重要種資源増大等実証委託事業（公募型研究）

### 11. 1 バイオテレメトリー手法を用いた行動特性・生息環境調査

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

#### (1) 目的

マナモコの効果的な育成技術の産業利用を進めるため、国立大学法人北海道大学大学院水産科学研究院と共同で実施した。

#### (2) 経過の概要

##### ア 標識放流調査

函館市女那川町のウニ養殖場（40m×50m×4m：図1）を試験地として、表1の日程でバイオテレメトリー手法によるマナモコの行動追跡調査を実施した。試験地から入手した平均重量263g（139～405g）のマナモコの体表に発信器（V5-1H, VEMCO社）を装着して試験地に放流した。

発信器装着個体からの信号受信のため、St. 1～St. 7にVR2W受信機（VEMCO社製）計7機を固定した（図1）。なお、St. 1及びSt. 7の直上50cmにV5-1Hコード化ピンガーを装着した小型のブイを浮かべ、放流個体からの受信データの比較基準とした。

標識放流は平成29年11月6日～平成30年11月27日までの期間に計6回実施し、行動データの取得期間は約1ヵ月間を目安にした。発信器装着個体を放流した後は、毎週1回程度潜水によって装着個体を探索し、装着を確認できた期間の受信データのみを解析に用いた。

なお、途中脱落した発信器や発信器装着部位のびらんにより脱落が懸念された個体を見つけた場合は、改めて別個体に発信器を装着した。

##### イ 生物測定及び生活環の調査

マナモコの生活環（成長期・成熟前期・産卵期・夏眠期）の行動特性を明らかにするため、標識放流調査と並行して調査個体がどの時期に相当するのかを調査した。平成29年11月13日及び平成30年2月28日に調査地で潜水観察により消化管保持の指標として、脱糞の有無を調べた。平成30年6月以降の調査では、放流試験地地先で採取した平均重量178g（55～329g）の在来個体8～17個体について、脱

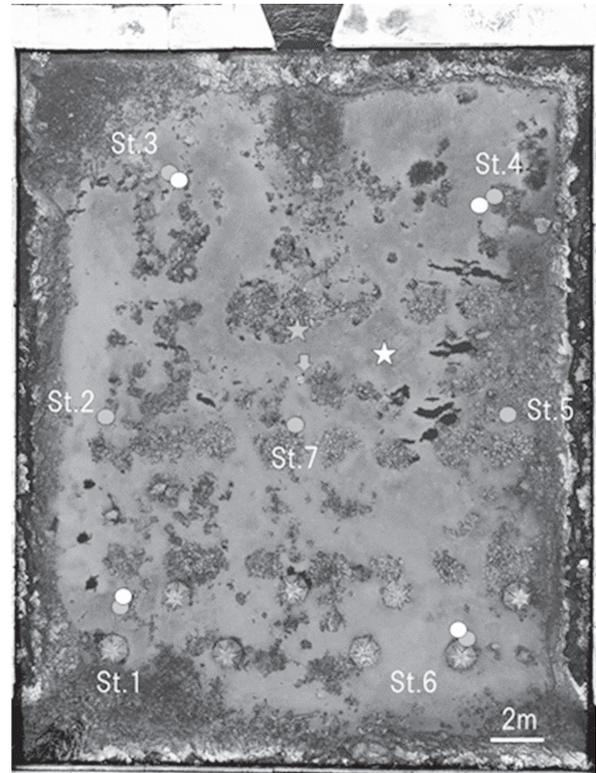


図1 試験地の底質と観測器設置位置

- ☆ 放流区（砂場） ☆ 放流区（流石場）
- HR受信機 ○ VR受信機
- ↓ 波高計・水温計・照度計

表1 発信器装着個体の追跡状況と放流地先在来個体の生活環調査

放流日	11月6日	2月21日	6月6日	7月24日	9月7日	11月27日
放流数	4	4	6	5	4	6
回収日 <sup>1)</sup>	11月28日	3月19日	7月3日	8月31日	10月11日	12月14日
試験期間(日)	22	26	27	38	34	17
生活環調査日 <sup>2)</sup>	11月13日	2月28日	7月3日	7月24日	8月31日	10月11日

1): 受信データを回収した日を示す

2): 生活環調査は脱糞の有無と消化管、生殖巣の観察を元に行った

表2 放流試験地での成熟・消化管重量指数及び脱糞状況

調査日	11月13日	2月28日	7月3日	7月24日	8月31日	10月11日
観察個体数	15	17	17	10	8	9
成熟率(%)*						
♀	—	—	88	50	0	0
♂	—	—	100	100	0	0
脱糞個体(%)	80	65	47	100	0**	0
消化管重量指数(%)	—	—	—	—	—	0.77
成熟段階	成長期	成長期	成熟前期	産卵期	夏眠期	成長期

\* ♀の成熟率は卵巣卵径が放卵卵径に達した個体の割合、♂は精子活性を持つ個体の割合を示す

\*\* : 調査した消化管は1個体を除き退縮し重量を確認できず、1個体のみ消化管有り

糞の有無のほか、生殖巣を採取して♂では精子の活性、♀では卵巣卵径を指標とした成熟個体率（調査個体のうち成熟個体の割合）を調べた。なお、生殖巣を確認できなくなった産卵期以降は、全重量に対する消化管の重量指数も調べた。

ウ 放流試験地の環境測定調査

放流地の環境を調べるため、試験地中央の海底に波高計（WaveHunter14-Σ, IOTechnic社、測定面は海底から50cm）を設置して、1時間に3回（15分インターバル、5分測定の繰り返し）最高波高、有義波高、水位、流速を測定した。また、水温・照度計（HOBO Pendant Temperature/Light Data Logger, Onset社、測定面は海底から20cm）を設置して、水温は1時間に1回、照度は5分に1回測定した。ただし、6月の調査では波高計のバッテリー不調のために6月6日から13日までの7日間しか波高計のデータを取れなかったため、隣接する函館市日浦町沖合のコンブ養殖施設に設置した深度計（HOBO U20 water level logger, Onset社）の水位データから当該試験地における波高を推定し欠測を補完した。

エ 行動データ解析

受信機の受信データから発信器装着個

体の位置をフリー統計ソフトRのUD関数を使用して推定し、カーネル密度推定法によって行動圏面積を算出した。これらの位置推定には、St. 1とSt. 4、ならびにSt. 3とSt. 6の受信データを組み合わせで行った。

分析期間内に得られた受信データのうち、ナマコがその場所を利用する確率が高い方から50%を50%行動圏（コアエリア）、95%を95%行動圏とした。

また、有義波高（ $x_1$ ）、流速（ $x_2$ ）、水位（ $x_3$ ）、水温（ $x_4$ ）、照度（ $x_5$ ）が発信機装着個体の移動（ $y$ ）に影響したかどうかを、以下のモデル式を作成して、一般化線形混合モデルを用いて検討した。

$$\text{Logit}(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_4 + \beta_5 \cdot x_5 + \gamma_i$$

ただし、受信データからの位置推定誤差を考慮して、発信機装着個体が6時間で1.5m以上動いた場合を移動、これ以下を停滞として、移動は二項分布に従うとした。個体差をランダム効果とし、調査時期別のデー

表3 発信器装着個体の潜水調査による追跡結果と回収状況

成熟段階	成長期	成長期	成熟前期	産卵期	夏眠期	成長期
放流日	11月6日	2月21日	6月6日	7月24日	9月7日	11月27日
回収日 <sup>1)</sup>	11月28日	3月19日	7月3日	8月31日	10月11日	12月14日
放流数	4	4	6	5	4	6
1週目	2	4	5	2	1	3
各調査時の確認数	2週目	—	5	0	1	3
3週目	3	3	4	0	1	3
4週目	—	3	4	0	1	—
終了時回収数 <sup>2)</sup>	4	4	4	0	0	3

1): 受信データを回収した日を示す

2): 追跡調査終了時に回収できた個体数。この行動軌跡のみを検討

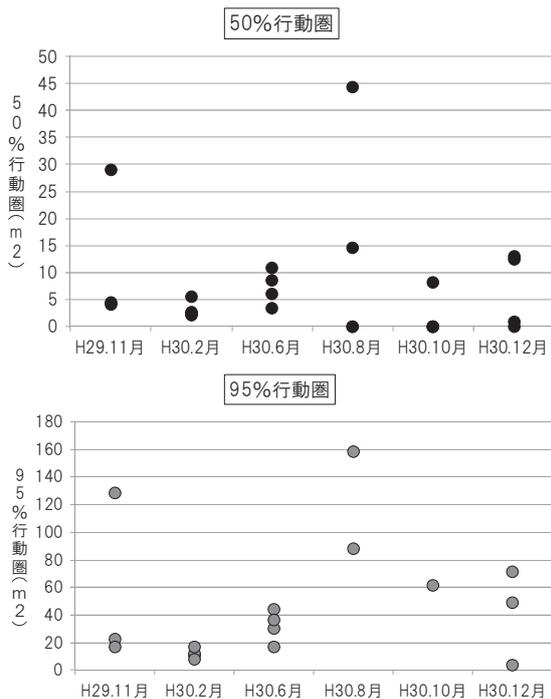


図2 風が連続した6日間の調査時期別の50%行動圏（上図）と95%行動圏

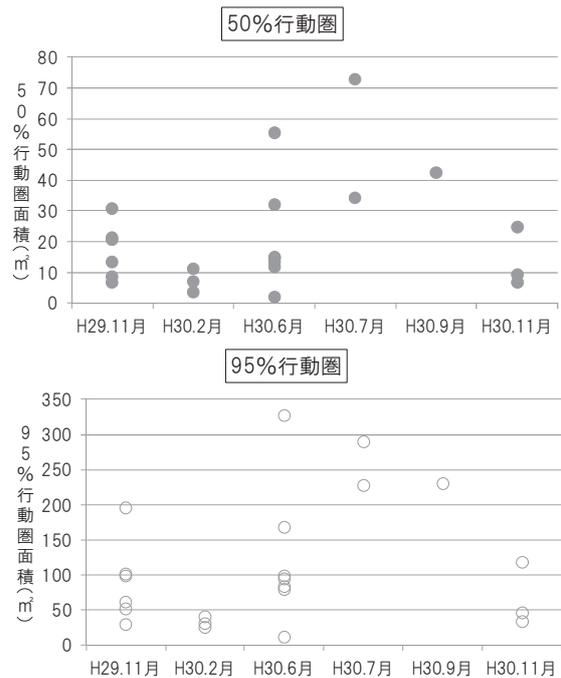


図3 調査期間を通じた季節別の行動圏面積

タについて検討した。Wald検定によって影響のあるパラメータを選択した。

(3) 得られた結果

調査時のマナマコの成熟度合いと消化管の状態(脱糞の状況を含む)を表2にまとめた。7月3日と7月24日の調査で成熟個体が確認されたが、8月31日には成熟個体は確認されなかった。特に7月24日には試験地内で放卵・放精を確認していることから、6月調査は産卵前期に相当し、7月調査は産卵期に相当していたと判断した。脱糞個体の有無及び消化管重量指数から8月31日は夏眠期に相当し、10月11日には消化管が再生して成長期に入っていた。崔(1962)<sup>1)</sup>は消化管の消長から成長期・退化期・完退期・回復期の4相に分類し、これに対応してそれぞれ活動期・夏眠前期・夏眠期・回復期に分け、それぞれの時期の水温は19℃以下・17.5℃~19℃・25℃以上・19℃~20℃と報告している。報告者ら(2000)<sup>2)</sup>は北海道南部太平洋側の鹿部町と、日本海側の江差町・奥尻町で行った生殖巣と消化管重量の観察から、鹿部町での産卵期を7月上旬~8月下旬、江差町・奥尻町では7月下旬~9月中旬で、その後1ヶ月程度の夏眠期(消化管を持たない時期)を迎えることを確認している。産卵期前の生殖巣の観察から産卵期前の1~2ヶ月が成熟前期(♀で卵母細胞が60μm~140μm, ♂で一部に精子形成)に相当した。この成熟前期から産卵期にいたる期間は、最も消化管重量も増加し摂餌も活発になる。そこで、本試験では6月調査期(6月6日~7月3日)を成熟前期、7月調査期(7月24日~8月31日)を産卵期、9月調査期(9月7日~10月11日)を夏眠期、これら以外を成長期とした。

潜水による追跡調査で確認した発信器の装着状況と、試験終了時の回収個体数を表3に示した。成長期から成熟前期に当たる11月から6月までの期間は、試験期間を通じて発信器装着個体の発見率と回収率は高かったものの、産卵期と夏眠期は放流直後から発信器の装着を確認できる個体数は少なかった。

表4に各調査期間の発信器装着個体の追跡日数を示した。平成29年の11月調査では4個体を放流したが途中の潜水調査で1個体の体表のびらん、1個体の脱落が見つかったため途中で装着し直した。

マナマコの行動の季節的な差異を検討するため、時化などの海況の影響を考慮して、風が連続する6日間(表5)の50%行動圏と95%行動圏の面積を調査時期

別に比較した(図2)。

産卵期に当たる7月調査期と夏眠期に当たる9月調査期に50%行動圏と95%行動圏が大きくなる個体が認められたが、統計的に有意な差は認められなかった(Kruskal-Wallis検定, P>0.05)。

調査時期別の全調査期間の行動圏面積を図3に示した。個体により発信器の追跡期間は5日~26日と異なるため、行動圏面積を直接比較することはできないが、いずれの場合も産卵期と夏眠期に行動圏が広がる傾向が認められた。

実験期間ごとに、一般化線型混合モデルにより検討した結果、H30年7月(産卵期)は流速が早いとマナマコが停滞し、成長期に当たるH30年2月は波高と照度が高いと移動していた。一方、同じく成長期に当たる平成30年11月には波高が高いと停止すると考えられた(表6)。

今回の試験では特に産卵期と夏眠期のデータが少ないので、今後この時期の試験を実施する予定である。

参考文献

- 1) 崔 相(1962) なまこの研究—まなまこの形態・生態・増殖—
- 2) 酒井勇一・下野学・全先清道(2000) 鹿部産マナマコの産卵期とその調節について、北水試だより49. 1-3.

表4 調査時期別の発信器装着個体の追跡日数

調査時期	11月*	2月	6月	7月	9月	11月
追跡日数(日)	7	7	14	10	18	18
	19	26	20	10		18
	23	26	20			18
	23	26	28			
	5		28			
	5		28			

\*: 追跡調査7日の個体から脱落した発信器と同19日の個体から外した発信器を別個体に装着しそれぞれ5日間追跡した

表5 調査期間中連続して風いだ6日間として選んだ日程

試験期間	選択した日程
H29.11月	11/7-11/12
H30.2月	2/22-2/27
H30.6月	6/18-6/23
H30.7月	7/28-8/2
H30.9月	9/8-9/13
H30.11月	11/28-12/3

表6 各調査期間における推定値とその有意性

調査時期	パラメーター	推定値	P値(Wald検定)
H29.11月	- <sup>1)</sup>		
H30.2月	照度	6.2×10 <sup>-5</sup>	0.022
H30.2月	有義波高	5.1×10 <sup>-1</sup>	0.05
H30.7月	流速	3.2×10 <sup>1</sup>	0.027
H30.11月	有義波高	2.1×10 <sup>0</sup>	0.048
全期間	<sup>1)</sup>		

一般化線形混合モデルを用いて照度、有義波高、流速、水温が移動量に及ぼす影響を検討

1) 調査期間を通じて移動量に影響する要因は認められなかった

## 12. 革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト） （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）（公募型研究）

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る因子は種々存在すると推察されるが、本研究では次の2つに要因に注目する。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

2018年11月15日にホタテ稚貝の本分散を実施し、幹網深度、施設の設置方向が異なる実験区を設定した。前年度の結果から、異常貝を発生させる物理的要因として波浪に伴う流速変動が推察された。そこで今年度は、施設の張りの強さを変えた実験区を設定し、幹網深度が浅くても張りの強さが弱いために受ける流速変動が小さくなり、結果的に異常貝出現率の低減に繋がるかどうかについて調べる。実験区は岸に平行、垂直に設置されている施設に設定し、施設の端（中央部）は張りが強（弱）いと想定した（表1）。その後、月に1回の割合で各実験区のホタテ稚貝を1連採集し、生物調査を実施した。また、2019年3月13日には、データの統計的信頼性を評価するため、各実験区のホタテ稚貝を3連採集し、殻高、殻の伸び率、異常貝率、アルギニンリン酸量を調査した。

表1 各実験区の設定

	施設の岸に対する設置方向	幹網深度	施設中の実験区位置	施設の張りの強さ
実験区1	平行	5m	端	強
実験区2	平行	5m	中央	弱
実験区3	平行	10m	端	強
実験区4	垂直	5m	端	強
実験区5	垂直	5m	中央	弱
実験区6	垂直	10m	端	強

イ 得られた技術の現場実装度に関する調査

上記試験とは別に、実際に漁業者が実施している施設の管理状況を把握するため、2漁業者を選定し、水圧計を用いて漁業者が所有する施設の幹綱深度をモニタリングした。また、11月15日には、漁業者数名に対し施設の管理状況に関するアンケート調査を行った。

ウ 時化時におけるホタテ稚貝の状態把握調査

前年度の結果から、丸カゴが受ける流速は幹綱の張りの強さに依存することが考えられたため、予備的に、丸カゴの重りの有無で稚貝の状態に差が生じるのかどうかについて、2018年10月17日の波浪時に、タイムラプスカメラを用いたホタテ稚貝の撮影調査を実施した。

エ ホタテ稚貝の本養成課程追跡調査

前年度実施した幹綱深度を変えた試験では、中間育成終了時における稚貝の異常貝率は、いずれの実験区においても10%以下であり、噴火湾の他海域におけるそれに比べ約20%低かった。そこで、稚貝の異常貝率が低いとその後の生残率も高くなるという通説を実証するため、当初の計画には無かったが、各実験区の稚貝を本養成し、その後の成長生残を追跡した。

(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

各実験区における幹綱深度の推移を図1に示す。岸に平行な施設において、実験区1と実験区2の幹綱深

度は同一に設定する計画であったが、10月下旬を除き、4～5mの差が生じていた。同様に、岸に垂直な施設内において、実験区4と実験区5の幹綱深度は同一にする計画だったが、1月10日以降は幹綱深度に差が生じている。したがって、施設の張りの強度と流速変動との関係については、実験区の幹綱深度が同じ期間の流速データを用いて解析可能であるが、施設の張りが異常貝出現率に与える影響については、同一深度の実験区を長期間設定できなかったため、解析不可能である。なお、試験期間で平均した各実験区の幹綱深度は、実験区1から順に、8.1m, 11.2m, 16.2m, 12.9m, 9.8m, 13.3mである。

試験終了の3月13日における各実験区の異常貝率を図2、殻の伸び率を図3に示す。異常貝の出現率は実験区3, 4が他の実験区に比べ低率であった。殻の伸び率は、岸に垂直な施設で平行な施設よりも高かった。また、殻の伸び率を施設内で比較すると、岸に垂直な施設では実験区による差はみられなかったが、岸に平行な施設においては、伸び率は実験区3, 2, 1の順に高く、幹綱深度が深いほど成長率は増加する結果となった。

幹綱平均深度と異常貝率との関係を施設の設置方向別に図4に示す。岸に平行に設置されている施設では、前年度と同様に、幹綱平均深度が深くなるほど異常貝率は低下した。一方、岸に垂直に設置されている施設では、前年度との結果とは異なり、幹綱平均深度が深

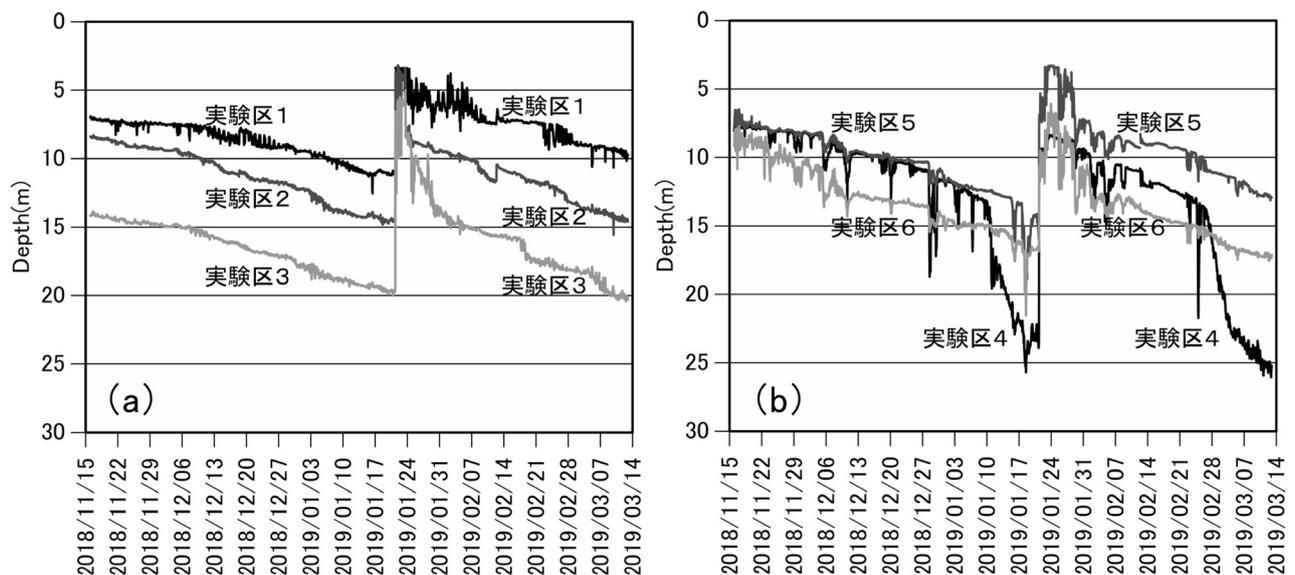


図1 岸に (a) 平行 (b) 垂直な施設内の各実験区における幹綱深度の時間変化

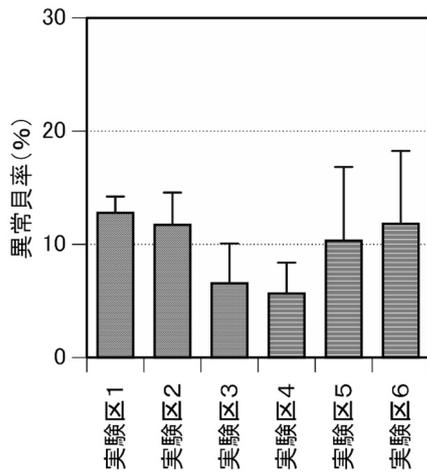


図2 試験終了時の3月13日における各実験区の異常貝出現率

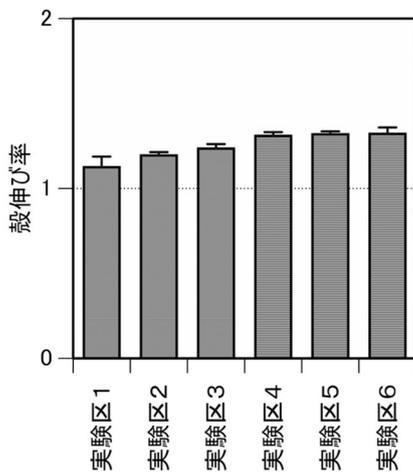


図3 試験終了時の3月13日における各実験区の殻の伸び率。(殻の伸び率 = (試験終了時殻高 - 試験開始時殻高) / 試験開始時殻高)

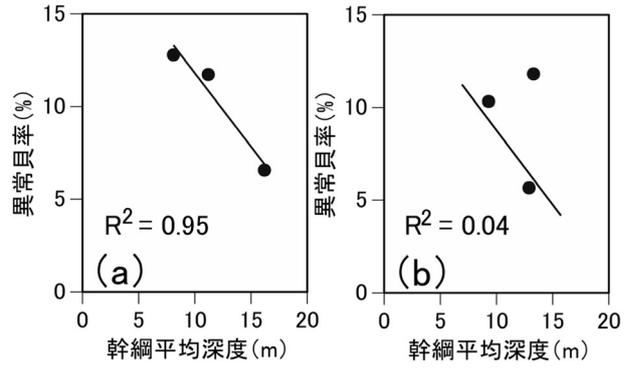


図4 岸に (a) 平行 (b) 垂直に設置された施設における幹網平均深度と異常貝率との関係。(a) の回帰式の傾きと等しい直線を (b) に描画。

くなるほど異常貝率が低下する関係は得られなかった。

長万部における風応力の時間変化を図5に示す。風応力は風速の2乗値とし、南東風成分を正、北西風成分を負として図に示した。今年度は風応力が $100\text{m}^2/\text{s}^2$ に達する大きな時化はなかったが、2019年1月15日、1月23日、1月28日、2月4日には南東風による風応力が増大した。

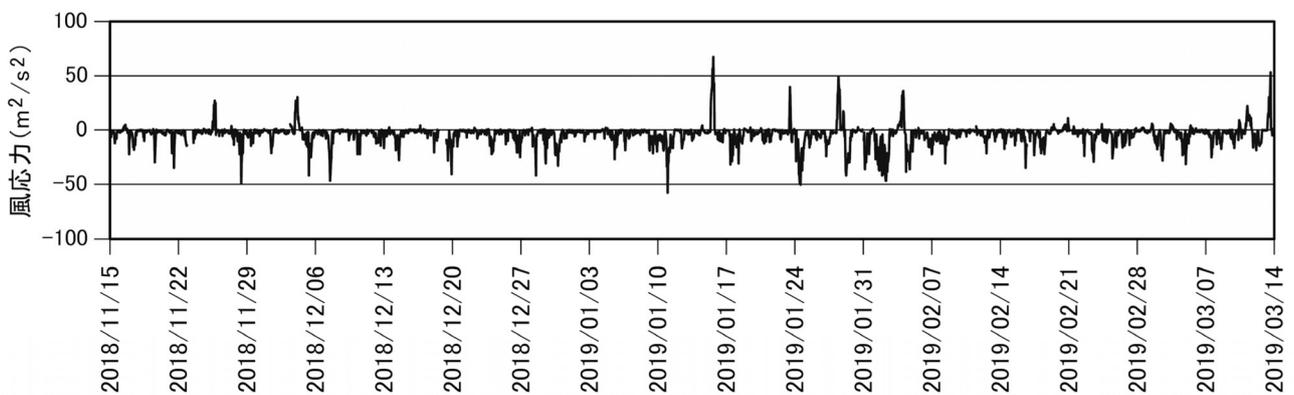


図5 長万部における風応力の時間変化

実験区1, 2, 5における丸カゴの有義加速度振幅(水平成分)の時間変化を図6に示す。なお, 有義加速度振幅とは, 1時間に得られた加速度データ(測定間隔は0.2秒)をゼロアップクロス法により個々の波に分解して波の最大値と最小値との差を求め, 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加速度は加速度の15秒移動平均値とした。

有義加速度振幅は各実験区ともに, 前述した南東風が卓越した1月23日, 1月28日, 2月4日に極大になっていた(1月15日は欠測)。したがって, 丸カゴを主に振動させる外力は南東風(吹送距離の長い風系)による波浪であり, この結果は前年度と同様である。

実験区1, 2, 5における丸カゴの有義流速振幅の時間変化を図7に示す。なお, 有義流速振幅とは, 基本的には有義加速度振幅の算出方法と同じであり, 1時間毎に得られる1分間の流速データ(測定間隔は0.2秒)をゼロアップクロス法により個々の波に分解して波の最大値と最小値との差を求め, 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。加速度と同様に, 有義流速振幅は各実験区ともに南東風が卓越した1月15日, 1月23日, 1月28日, 2月4日に極大になっていた。

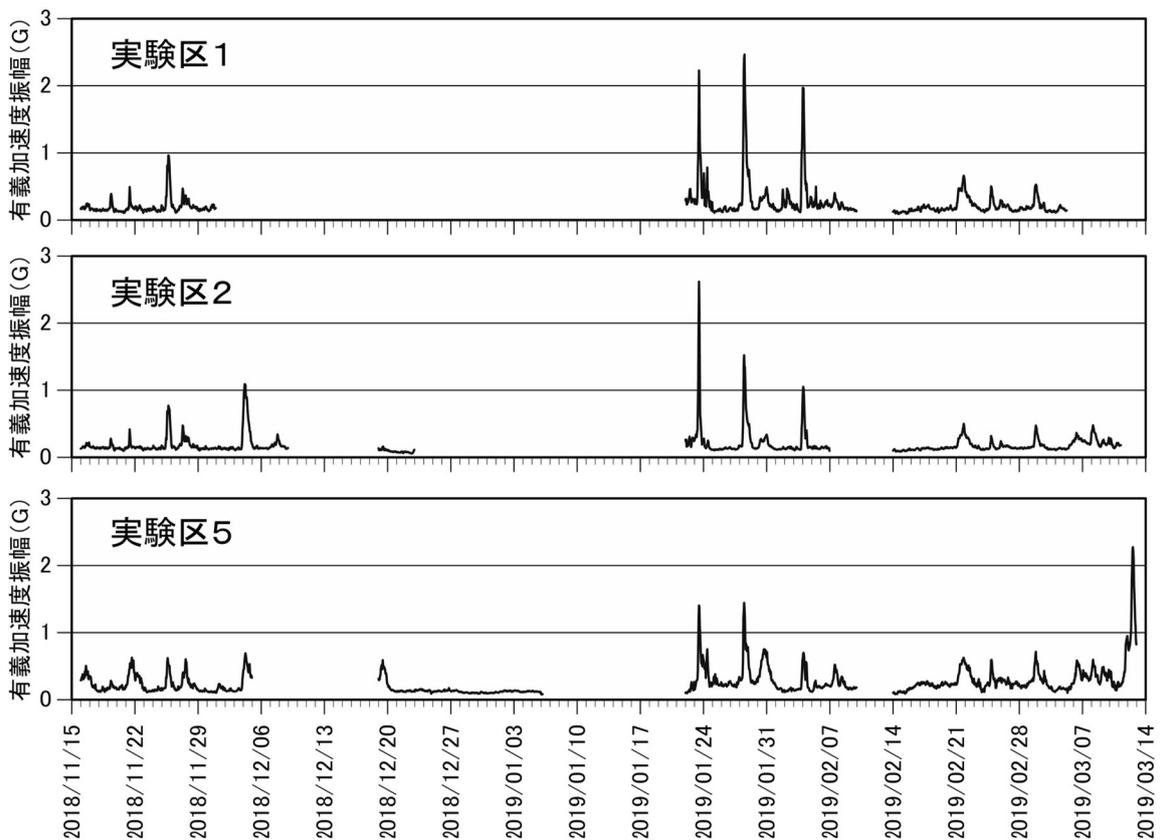


図6 実験区1, 2, 5の丸カゴに設置した加速度計から得られた有義加速度振幅(水平成分)の時間変化。

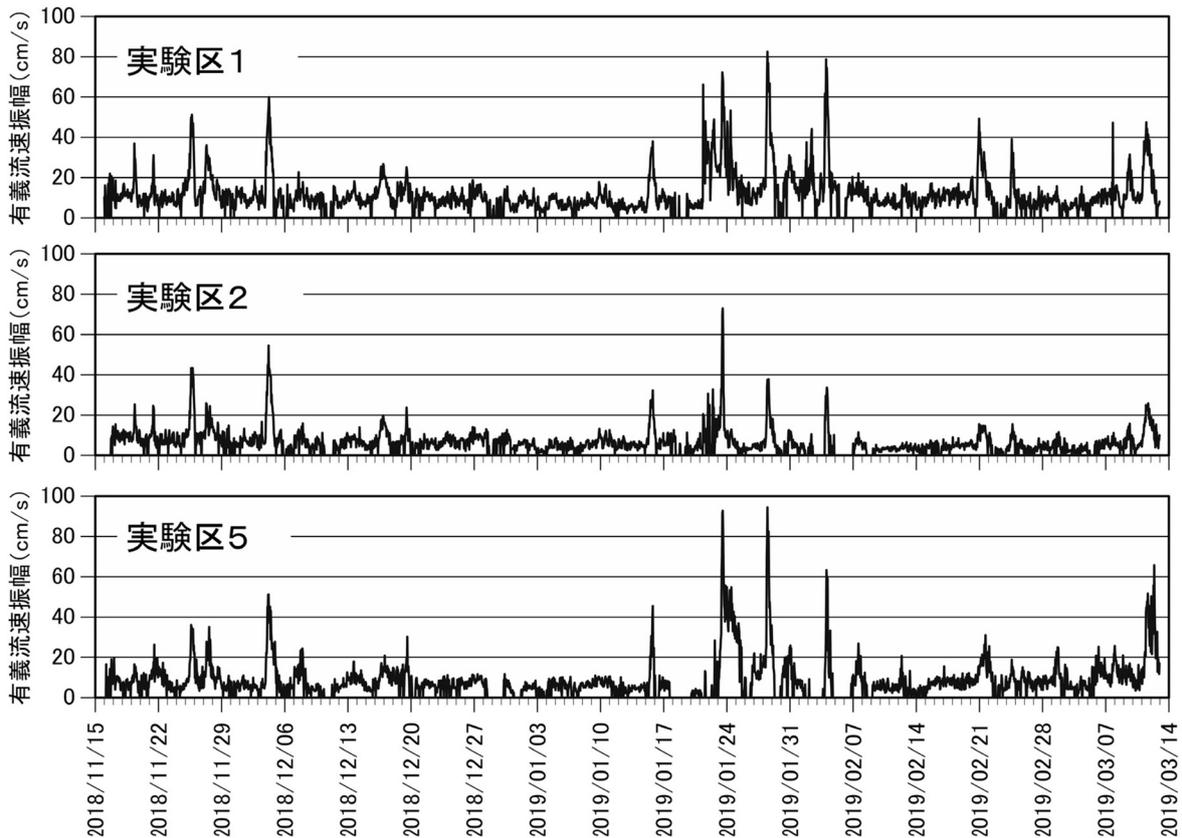


図7 実験区1, 2, 5の丸カゴに設置した流速計から得られた有義流速振幅の時間変化。

施設の張りの強度と流速変動との関係について調べるため、南東風が連吹しかつ各実験区の幹綱深度がほぼ同一な1月23日12時～13時における有義加速度振幅、有義流速振幅を表2に示す。なお、2019年1月23日12時～13時における南東風速は5m/s以上であり、各実験区の有義加速度振幅、有義流速振幅はともに1月23日12時にピークになっている。同一施設内の実験区1と実験区2を比較すると、有義加速度振幅は実験区2の方が大きく、有義流速振幅は実験区1で大きい。したがって、施設の端（中央）の実験区では、幹綱の張りが強（弱）いために丸カゴの水平移動距離が小さく（大きく）なり、これにより丸カゴが受ける流速変動は大きく（小さく）なる、という関係が定性的には得られた。次に異なる施設間の実験区1, 2と実験区5を比較すると、明らかに有義加速度振幅は実験区5で小さく、有義流速振幅は実験区5で大きい。したがって、波浪の方向と平行になる施設では、波による施設全体の水平移動が小さいために丸カゴの水平的な移動距離も小さくなり、このため受ける流速は大きくなると考えられた。

表2 南東風が連吹しかつ各実験区の幹綱深度が同一の時の有義加速度振幅、有義流速振幅。2019年1月23日12時。

	幹綱深度 (m)	有義加速度振幅 (G)	有義流速振幅 (cm/s)
実験区1	4.49	2.22	72.2
実験区2	3.36	2.61	70.4
実験区5	3.58	1.4	91.4

イ 得られた技術の現場実装度に関する調査

2漁業者のホタテ養殖施設における幹綱深度の時間変化を図8に示す。漁業者1の幹綱深度は10m以浅であったが、漁業者2の幹綱深度は10～14mに維持されていた。また、幹綱管理に関するアンケート調査結果(表3)から、漁業者は幹綱深度に注意を払っていることがわかった。前年度の研究結果を元に幹綱深度は10m以深で管理することを提案したが、漁業者は概ねその管理を実行していることがわかった。

ウ 時化時におけるホタテ稚貝の状態把握調査

タイムラプス撮影調査では、重りを付けていない丸カゴ内の稚貝は、外套膜がみられるなど状態は良かったが、4.2kgの重りを付けた丸カゴ内の稚貝は殻が閉

じており状態は良くなかった(図9)。その理由として、重りを付けていない丸カゴは波浪とともに振動するのに対し、重りを付けた丸カゴは波浪による振動が小さいために受ける流速は大きくなることが考えられた。これらの映像を視聴した漁業者の感想を以下に示す。

・こういう映像が見たかった。幹綱深度、丸カゴの重しを変えているいろいろ試してみたい。漁業者も研究しないとイケない。

- ・稚貝の入れすぎは良くないことがわかった。
- ・なんでもっと早くやってくれなかったのだ。
- ・みんなに映像をみせるべき。
- ・今後も続けてほしい。
- ・ザブトンカゴではどうなのか？

漁業者は、時化時のホタテガイの状態に特に関心のあることがわかった。

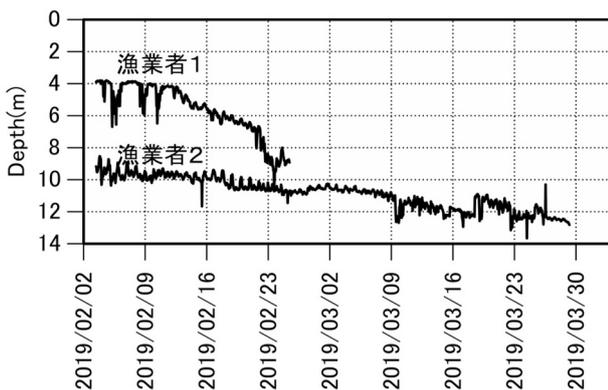


図8 2漁業者のホタテ養殖施設における幹綱深度の時間変化

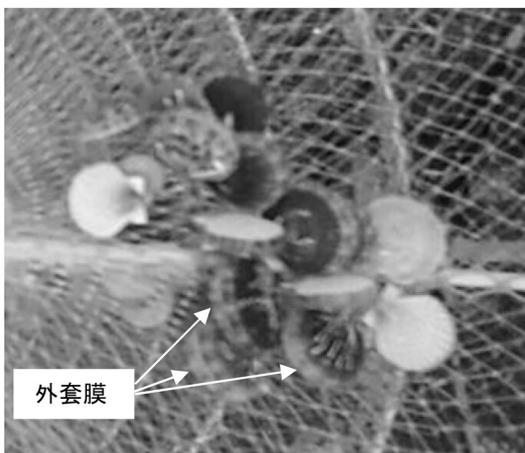


表3 漁業者の幹綱管理に関するアンケート調査結果

質問事項	漁業者1名からの回答	漁業者数名からの回答
革新的事業で稚貝の異常貝率を低下させる1つの方法として幹綱深度を深くすることが考えられましたが、幹綱の深さは気にしていますか？	幹綱の深度は気にしながら管理している。水温によって深度を変えており、年によって深度は変更している。	幹綱の深度は意識して管理している。水試からの提案で15m以深にしたが成長が悪くてダメだった。10mは良かった。深度は12mぐらいにしている。
仮分散～本分散、本分散～中間育成終了までの期間、幹綱深度は何mに設定していますか？	仮分散～本分散は9～12mで、今年は9m。本分散～中間育成終了は12m。	仮分散～本分散：7mぐらい 本分散～中間育成終了：9～12m

### エ ホタテ稚貝の本養成課程追跡調査

前年度に各実験区で育成したホタテガイの本養成過程での成長生残に関する追跡調査の結果を表4に示す。中間育成終了時での異常貝率は10%以下であったが、10月26日時点での生残率は43%と低かった。したがって、稚貝の異常貝率が低ければ本養成の生残率は高くなるという従来の仮説とは異なる結果になった。しかし、他の海域の生残率は約20%であり、本試験の生残率は他の海域に比べれば2倍ほど高い。死亡貝の殻に形成される障害輪の数から異常を来した時期を推定した結果、7～8月頃と推定された。したがって、次年度はへい死の原因究明に向けて何らかの調査を実施する必要があると考えられる。



図9 時化時におけるホタテ稚貝の状態。(左)丸カゴに重りなし。(右)丸カゴに4.2kgのおもりを装着。

表4 本事業で育成したホタテ稚貝の本養成課程における成長生残追跡調査結果

採集日：2018年10月26日

連NO.	殻高(mm)	全重量(g)	軟体部重量(g)	殻重量(g)	生残率(%)
1					37.4
2	83.2	49.3	17.4	31	54.8
3					37.6
平均					43.3

## 13. 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。

### 13. 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・有馬 大地

#### （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，各魚種の資源評価書を作成し，平成30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2018年度版」として印刷公表した。

### 13. 1. 1 エビ類

担当者 調査研究部 有馬 大地

共同研究機関 北海道大学大学院水産科学研究院

#### （1）目的

道南太平洋のエビ類，特に噴火湾海域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。

1日～11月10日）に集計した。集計を開始した1993年から1998年までは渡島と胆振を合わせた隻数だが，1999年以降は渡島管内のみを対象として延出漁隻数を集計した。

#### （2）経過の概要

##### ア 漁獲統計調査

エビ類全体の漁獲統計は，1985～2017年は漁業生産高報告，2018年は水試集計速報値を用いて，種別，管内別，年別の漁獲量を集計した（表1，図2，図3）。

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，漁獲努力量の指標として，延出漁隻数を集計し，CPUE（1日1隻あたり漁獲量）を算出した（図3）。

延出漁隻数はえびかご漁業漁獲成績報告書を用いて，漁期別（春漁期：3月1日～4月30日，秋漁期：9月

CPUEについても延出漁隻数の集計に合わせて，1993～1998年までは渡島と胆振を合わせたえびかごの漁獲量からCPUEを算出し，1999年以降は渡島のえびかごの漁獲量のみを用いてCPUEを算出した。

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）のえびかごによる漁獲量も集計した。

##### イ 漁獲物調査

噴火湾海域におけるえびかご漁の漁期中に各月1回，森町のえびかご漁船から漁獲物を購入し，銘柄別に生物測定を行った。測定した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）から銘柄別の

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。

ウ 資源評価

トヤマエビは年齢形質が知られていないため、漁獲物の生物測定から得られた甲長組成に混合正規分布モデルを当てはめて、噴火湾のトヤマエビの年齢組成を推定した。孵化日を1月1日として設定し、個体*i*の年齢(*t<sub>i</sub>*)は  $t_i = j_i + d_i/365'$  として成長解析を行った(*j<sub>i</sub>*は年齢の整数部分、*d<sub>i</sub>*は個体*i*の1月1日から漁獲日までの日数、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、文章中および式中では、年齢の小数点以下を、春漁で漁獲されるエビは「.0」で、秋漁で漁獲されるエビは「.5」で表現した。

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1)。ただし、年変動項の値は±2.0 mmまでとし、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仮定して、Tanaka and Tanaka (1990)の方程式<sup>1)</sup>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、直前の春漁2.0歳と同じ平均値を持つ2.5歳雄の正規分布を

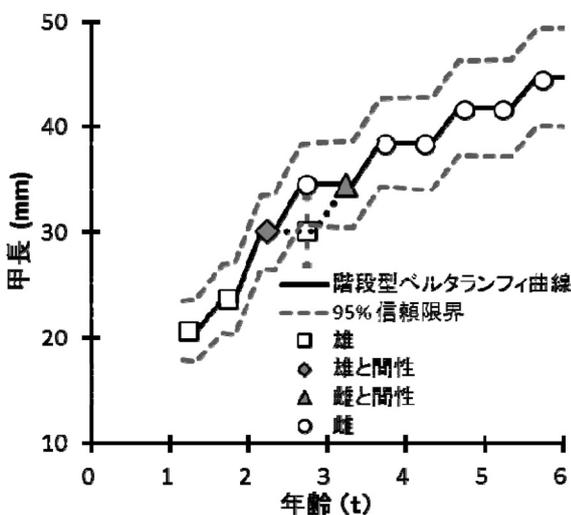


図1 噴火湾におけるトヤマエビの成長モデル。

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<sup>2)</sup>。

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

$$[j = \text{int}(t)]$$

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

$$(3) \ln L(L_{\max}, k, t_0, S, \omega_{j,ks}, \omega_{j,ka}, \omega_{m,ka}, IV_{j,ks}, IV_{j,ka})$$

$$= \sum_{ks=1}^{fs} \sum_{i=1}^{nks} \lambda_i \left\{ \ln \left[ \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ks} N[l_i f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] \right] \right\}$$

$$+ \sum_{ka=1}^{fa} \sum_{i=1}^{nka} \lambda_i \left\{ \ln \left[ \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ka} N[l_i f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] \right] \right.$$

$$\left. + \omega_{m,ka} N[l_i, f(2.25)] | IV = IV_{j,ks}, \sigma(2.25) \right\}$$

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

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

ここで、式(1)における*f(t)*は年齢*t*における予測平均甲長、*L<sub>max</sub>*、*k*、*t<sub>0</sub>*は階段型ベルタランフィ曲線の係数、intは小数点を切る捨てる関数(インテジャ)、*M<sub>j</sub>*は*j*歳における脱皮回数、*M<sub>0</sub>*は脱皮のタイミングを決める定数。なお*M<sub>j</sub>*および*M<sub>0</sub>*の値はヒストグラムの変化等を考慮して推測して入力した。*IV*は平均値の年変動の補正項。式(2)における*σ(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。式(3)における*L<sub>max</sub>*、*k*、*t<sub>0</sub>*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、*ω<sub>j,ks</sub>*と*ω<sub>j,ka</sub>*と*ω<sub>m,ka</sub>*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<sub>j,ks</sub>*と*IV<sub>j,ka</sub>*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<sub>i</sub>*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  $i$  の漁獲日における  $j$  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。式(4)における  $P(j_i | l_i)$  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  $i$  が  $j$  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、 $a_{min}$  と  $a_{max}$  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<sup>3)</sup>により年齢別資源尾数を漁期別に推定した。噴火湾におけるトヤマエビの寿命を6歳として、VPAにおける最高齢を春漁では4歳以上(4.0+歳)、秋漁では3.5歳以上(3.5+歳)のプラスグループとして扱った。自然死亡係数( $M$ )は田内田中の方法<sup>4)</sup>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は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2018年以外の1.5歳、2.5歳および3.5+歳の資源尾数を式(5)で、春漁4.0+歳と秋漁の2018年の1.5歳、2.5歳および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2018年秋漁終了時点では2019年春漁の漁獲係数が不明であるため、2018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。

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

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

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

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2018年以外は式(8)で、2018年以外の春漁4.0+歳は式(9)で、秋漁の2018年は式(10)で計算した。また、春漁2018年4.0+歳の  $F_{(4.0+,2018)}$  に適当な値(1.0程度)を入力し、計算される2018年3.0歳の  $F$  の値  $F_{(3.0,2018)}$  を再度  $F$  に入力する。これを  $F_{4.0} = F_{3.0}$  となるまで繰り返し、VPAを実施した。

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

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

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

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲統計調査

1985年から2018年までの道南太平洋におけるトヤマエビ、ホッコクアカエビおよびその他エビ類の漁獲量の推移を表1、図2に示した。エビ類全体の漁獲量は1990年の1,008トンが最高となり、その後増減を繰り返しながらも徐々に減少し、2013年に最低の111トンまで減少した。管内別ではいずれの年も渡島の漁獲量が大半を占めており、1985~2018年の平均で海域全体の77%であった。次いで胆振が15%、日高が8%の順となった。2018年での各海域での漁獲の割合は渡島が87%、胆振が12%、日高が1%であった。

表2 噴火湾海域と噴火湾沖海域のえびかご漁業によるトヤマエビの漁獲量, 出漁隻数およびCPUEの推移。

年	噴火湾海域									噴火湾沖海域				総計					
	渡島管内			胆振管内			計			計	延べ 出漁	CPUE 年間	春季 CPUE		秋季 CPUE	春漁	秋漁	その他	計
	春漁	秋漁	その他	春漁	秋漁	その他	春季	秋季	その他										
1985	33	33	1	0			33	33	1	67					1	6	10	18	85
1986	44	113	1	0	1	0	45	114	1	160					6	0	7	14	174
1987	60	47	0	0		0	60	47	1	107					8	6	23	37	144
1988	199	101	0	2	1	0	201	102	0	303					36	11	20	66	370
1989	151	138	1	2	3	0	152	141	1	294					22	4	20	46	340
1990	346	415	1	10	14	0	356	429	2	787					19	5	36	60	847
1991	220	248	1	7	7	0	228	255	2	484					39	5	22	66	550
1992	259	100	0	7	5	0	266	105	0	372					39	5	33	77	449
1993	258	145	0	10	3	0	268	148	0	416	4704	88.5	116.9	61.4	24	10	34	68	484
1994	47	94		1	2	0	49	96	0	145	3414	42.6	34.9	47.8	21	4	21	46	192
1995	94	118	0	2	3	0	96	121	1	217	3636	59.8	55.0	64.0	34	2	27	64	281
1996	71	219		4	6	0	76	225	0	301	4026	74.8	40.9	103.5	25	6	33	64	365
1997	167	111	0	4	4	0	171	115	0	287	4265	67.3	84.3	51.7	34	3	29	66	353
1998	95	129	0	3	4	0	97	133	0	230	3906	58.9	50.2	67.5	20	3	21	43	273
1999	66	59	0	2	1	0	67	60	0	128	3302	37.8	37.6	38.1	13	2	14	28	156
2000	100	211	0	2	6		102	216	0	319	3661	84.8	56.5	110.2	10	1	13	23	342
2001	33	78		1	1	0	34	79	0	113	2597	42.7	25.0	57.0	9	1	9	19	132
2002	102	158	0	3	2	0	105	160	0	265	3821	68.1	57.1	81.5	13	2	23	38	303
2003	60	92	1	2	2		62	94	1	156	3395	44.6	36.9	51.6	16	1	17	34	190
2004	65	187	0	2	5		67	191	0	259	3582	70.3	38.3	99.2	5	1	8	14	273
2005	83	146	0	4	1		87	147	0	234	3465	66.0	51.2	79.0	7	2	23	31	265
2006	75	168	0	4	4		79	172	0	251	3327	73.1	46.8	97.8	18	1	17	36	287
2007	29	74	1	1			30	74	1	104	2878	35.8	20.8	50.1	16	2	28	46	151
2008	49	74	0	2	0		51	75	0	126	2860	43.1	33.4	53.1	12	1	14	26	152
2009	16	36	0	1	0		16	36	0	52	1700	30.2	20.5	38.1	4	1	7	12	64
2010	39	100	0	2	1		41	101	0	142	2465	56.8	36.8	72.1	4	1	18	23	165
2011	24	76	0	1	0		25	77	0	102	2154	46.5	28.9	57.3	8	1	12	21	123
2012	37	89	0	1			39	89	0	128	2099	60.3	38.2	79.5	6	1	14	20	148
2013	35	46		1			36	46	0	83	1778	46.0	40.1	51.7	2	1	4	7	89
2014	26	138		1			26	138	0	164	2272	72.1	29.0	99.7	1	1	7	9	174
2015	70	209		2			72	209	0	281	2484	112.4	63.9	150.8	5	3	13	20	302
2016	106	143		2	1		108	143	0	251	2384	104.4	93.5	114.3	7	0	9	16	268
2017	85	159	0	2			86	159	0	245	2723	89.6	71.2	103.7	4	1	9	14	259
2018	93	159		1	0		94	159	0	253	2615	96.3	79.5	110.0	6	0	7	14	267

資料：漁業生産高報告（1985～2017年）及び水試集計速報値（2018年）。渡島は恵山漁協榎法華支所～長万部漁協の合計値。漁獲量の〇は0.5トン未満。空白は漁獲無し。

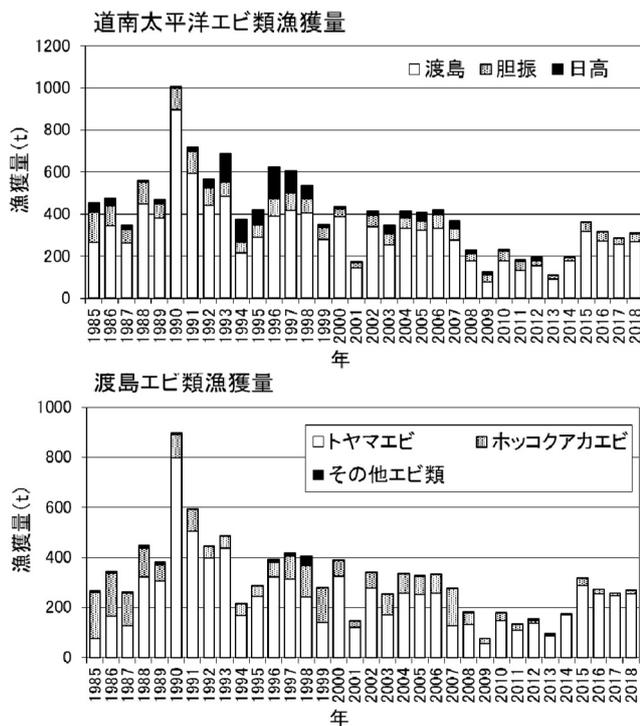


図2 道南太平洋の管内別のエビ類漁獲量（上図）と渡島管内の種類別エビ類漁獲量（下図）。

渡島管内におけるエビ類の漁獲量は、道南太平洋全体の漁獲量と同様に1990年にピークの897トンとなった後、増減を繰り返しながら減少し、2009年には77トン記録した。その後2013年まで200トンを下回る漁獲量であったが、2014年と2015年に漁獲量が増加し、2015～2018年の4年間は200トンを上回る漁獲量となった。

漁獲されたエビ類の主体はトヤマエビであり、1985～2018年の平均で78%を占めた。次いでホッコクアカエビが21%、その他エビ類が1%であった。1980年代や2007年にはホッコクアカエビが半分以上を占めた年もあったが、2009年以降は30トン未満と漁獲量が少ないため、大半をトヤマエビが占めていた。2018年ではトヤマエビが95%、ホッコクアカエビが5%であった。

表2 噴火湾海域と噴火湾沖海域のえびかご漁業によるトヤマエビの漁獲量, 出漁隻数およびCPUEの推移。

年	噴火湾海域									噴火湾沖海域				総計					
	渡島管内			胆振管内			計			計	延べ 出漁	CPUE 年間	春季 CPUE		秋季 CPUE	春漁	秋漁	その他	計
	春漁	秋漁	その他	春漁	秋漁	その他	春季	秋季	その他										
1985	33	33	1	0			33	33	1	67					1	6	10	18	85
1986	44	113	1	0	1	0	45	114	1	160					6	0	7	14	174
1987	60	47	0	0		0	60	47	1	107					8	6	23	37	144
1988	199	101	0	2	1	0	201	102	0	303					36	11	20	66	370
1989	151	138	1	2	3	0	152	141	1	294					22	4	20	46	340
1990	346	415	1	10	14	0	356	429	2	787					19	5	36	60	847
1991	220	248	1	7	7	0	228	255	2	484					39	5	22	66	550
1992	259	100	0	7	5	0	266	105	0	372					39	5	33	77	449
1993	258	145	0	10	3	0	268	148	0	416	4704	88.5	116.9	61.4	24	10	34	68	484
1994	47	94		1	2	0	49	96	0	145	3414	42.6	34.9	47.8	21	4	21	46	192
1995	94	118	0	2	3	0	96	121	1	217	3636	59.8	55.0	64.0	34	2	27	64	281
1996	71	219		4	6	0	76	225	0	301	4026	74.8	40.9	103.5	25	6	33	64	365
1997	167	111	0	4	4		171	115	0	287	4265	67.3	84.3	51.7	34	3	29	66	353
1998	95	129	0	3	4	0	97	133	0	230	3906	58.9	50.2	67.5	20	3	21	43	273
1999	66	59	0	2	1	0	67	60	0	128	3302	37.8	37.6	38.1	13	2	14	28	156
2000	100	211	0	2	6		102	216	0	319	3661	84.8	56.5	110.2	10	1	13	23	342
2001	33	78		1	1	0	34	79	0	113	2597	42.7	25.0	57.0	9	1	9	19	132
2002	102	158	0	3	2	0	105	160	0	265	3821	68.1	57.1	81.5	13	2	23	38	303
2003	60	92	1	2	2		62	94	1	156	3395	44.6	36.9	51.6	16	1	17	34	190
2004	65	187	0	2	5		67	191	0	259	3582	70.3	38.3	99.2	5	1	8	14	273
2005	83	146	0	4	1		87	147	0	234	3465	66.0	51.2	79.0	7	2	23	31	265
2006	75	168	0	4	4		79	172	0	251	3327	73.1	46.8	97.8	18	1	17	36	287
2007	29	74	1	1			30	74	1	104	2878	35.8	20.8	50.1	16	2	28	46	151
2008	49	74	0	2	0		51	75	0	126	2860	43.1	33.4	53.1	12	1	14	26	152
2009	16	36	0	1	0		16	36	0	52	1700	30.2	20.5	38.1	4	1	7	12	64
2010	39	100	0	2	1		41	101	0	142	2465	56.8	36.8	72.1	4	1	18	23	165
2011	24	76	0	1	0		25	77	0	102	2154	46.5	28.9	57.3	8	1	12	21	123
2012	37	89	0	1			39	89	0	128	2099	60.3	38.2	79.5	6	1	14	20	148
2013	35	46		1			36	46	0	83	1778	46.0	40.1	51.7	2	1	4	7	89
2014	26	138		1			26	138	0	164	2272	72.1	29.0	99.7	1	1	7	9	174
2015	70	209		2			72	209	0	281	2484	112.4	63.9	150.8	5	3	13	20	302
2016	106	143		2	1		108	143	0	251	2384	104.4	93.5	114.3	7	0	9	16	268
2017	85	159	0	2			86	159	0	245	2723	89.6	71.2	103.7	4	1	9	14	259
2018	93	159		1	0		94	159	0	253	2615	96.3	79.5	110.0	6	0	7	14	267

資料：漁業生産高報告（1985～2017年）及び水試集計速報値（2018年）。渡島は恵山漁協榎法華支所～長万部漁協の合計値。漁獲量の〇は0.5トン未満。空白は漁獲無し。

噴火湾海域と噴火湾沖海域のえびかご漁業で漁獲されたトヤマエビの漁獲量, 出漁隻数およびCPUEを表2, 図3に示した。噴火湾海域のえびかご漁業によるトヤマエビの漁獲量は, 1990年の787トンにピークを増減を繰り返しながら減少した。特に2007～2013年の漁獲量は200トン未満が続いていたが2014年以降は漁獲量が増加した。漁期別の漁獲量では, 基本的に春漁が秋漁を上回っており, 2000年以降は全て秋漁の漁獲量の

方が多かった。

延べ出漁隻数は統計を開始した1993年の4,704隻から徐々に減少し, 漁獲量が最低となった2009年には1,700隻まで減少した。その後漁獲量の増加と共に出漁隻数も増加し, 2018年には2,615隻となった。

CPUEは漁獲量の変化と同様の傾向を示しており, 2000年以降は常に秋漁CPUEが春漁CPUEを上回っていた。特に漁獲量が増加した2014年から秋漁のCPUEが大幅に増加し, 2015年秋漁では1993年以降で最高の150.8kg/1日・1隻を記録した。

噴火湾沖海域でのトヤマエビの漁獲量は1990年代には60トン前後で安定していたが, 2000年代には30トン前後, 2010年代には20トン前後になっており, 緩やかに減少した。噴火湾海域で漁獲量が増加し始めた2014年以降も20トン以下の漁獲量であった。

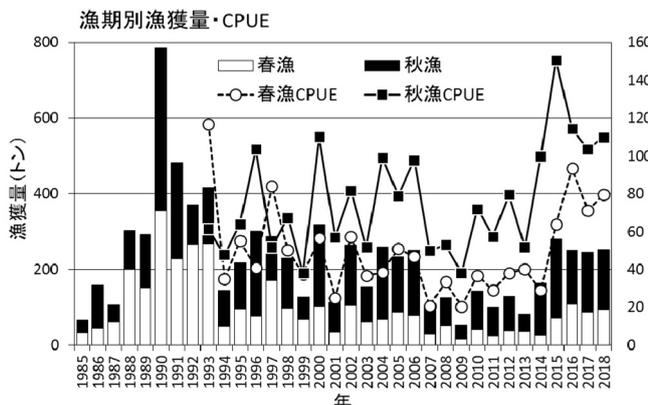


図3 噴火湾海域の漁期別漁獲量とCPUE。

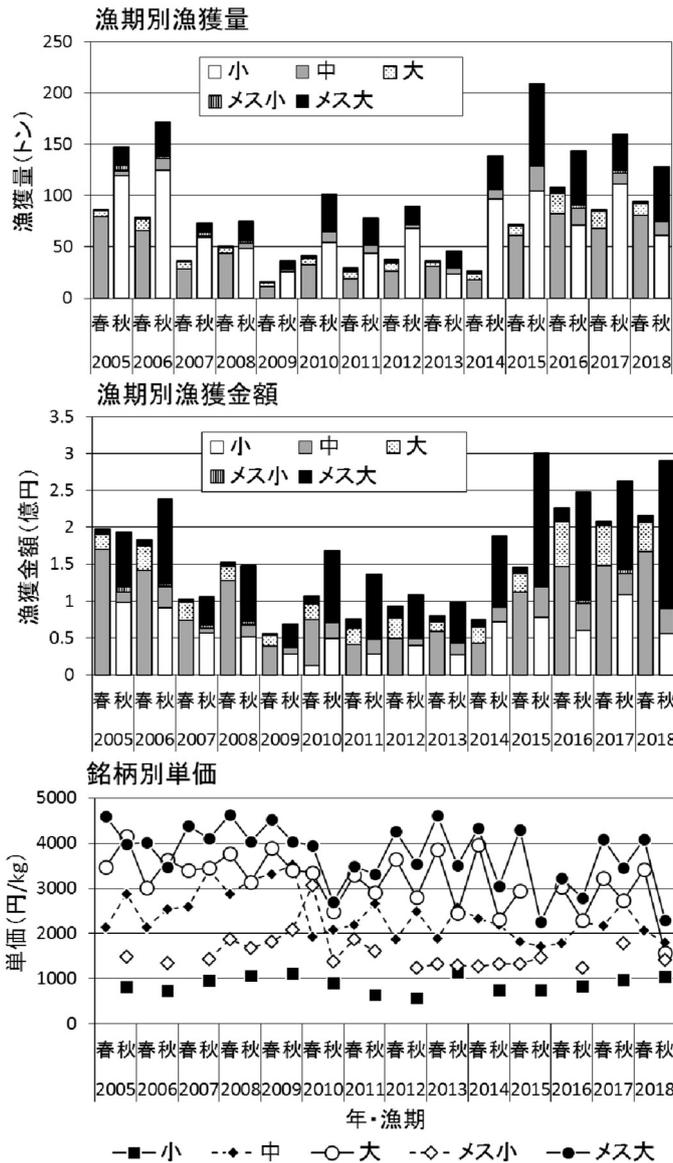


図4 2005~2018年の漁期別と銘柄別の漁獲量，漁獲金額および単価

2005年以降えびかご協議会で集計されている銘柄別漁獲量，漁獲金額および単価の変化を図4に示した。銘柄別漁獲量の推移を見ると，全期間を通して，春漁では中，秋漁では小が漁獲の主体となっていた。一方で漁獲金額では，春漁で中が主体となる傾向は同様であるが，秋漁では小の割合は半分以下が多く，メス大が主体となる年が多かった。銘柄別単価を見ると大やメス大などの大型個体の単価が最も高く，小銘柄の2~4倍であった。単価が高いメス大や大では漁期毎の変動が大きく，春には単価が上がり，秋には単価が下がるという傾向が共通して見られた。2018年の秋漁では単価は大きく下がっており，いずれの銘柄も3,000円/kgを下回った。

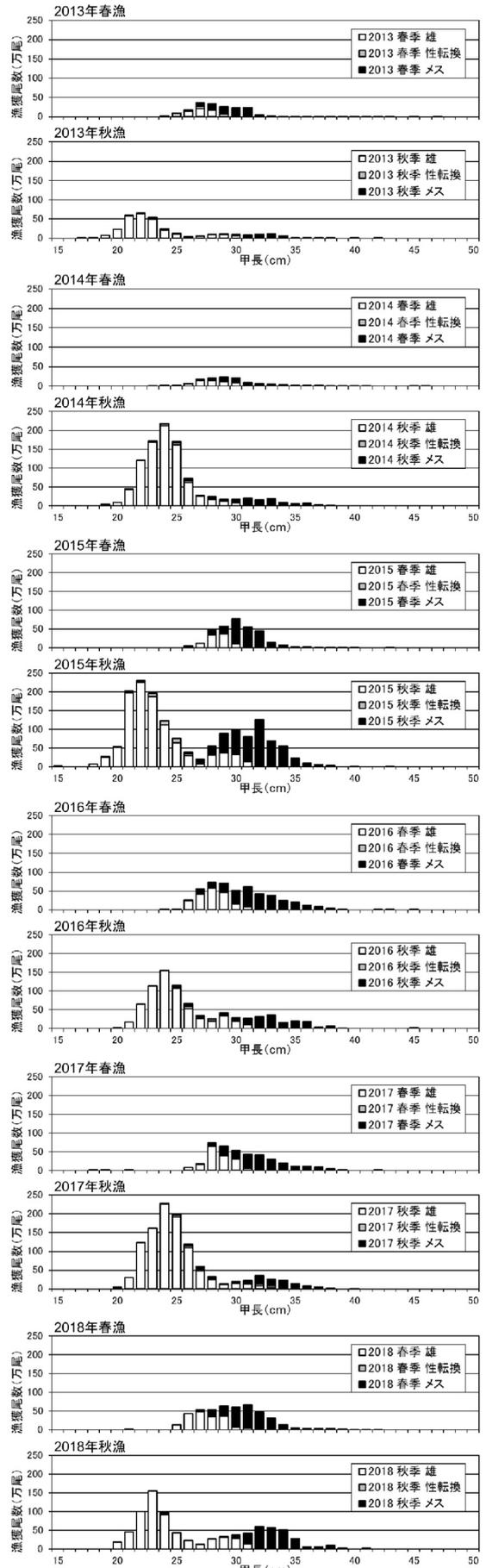


図5 2013~2018年に噴火湾海域で漁獲されたトマエビの漁期別甲長組成。

### イ 漁獲物調査

漁期中の漁獲物測定結果および銘柄別漁獲量から求めた2013～2018年の漁期別の甲長組成を図5に示した。共通して、秋漁では漁獲に新規加入したと考えられる甲長20～25 mm程度の小型の雄が主体となり、翌年の春漁では30 mm前後の雌雄の個体が主体となるが多かった。2018年の春漁の甲長のモードは雄が27 mm (2017年28 mm)、雌が31 mm (2017年32 mm)であった。2018年秋漁の甲長のモードは雄が23 mm (2017年24 mm)、雌が32 mm (2017年34 mm)で春漁、秋漁共に2017年よりやや小型の組成であった。

### 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、春漁およ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6に示した。秋漁では漁獲に新規加入した1.5歳の雄、春漁ではそれが脱皮した後の2.0歳が漁獲の主体となっており、その漁期で最も若齢の年級群が漁獲の主体となるのが特徴である。なお1997年にえびかごの目が12節(結節から結節までの長さ14 mm)以上から10節(結節から結節までの長さ17 mm)以上に拡大され、1999年から春漁の小銘柄(1.0歳に相当するサイズ)を自主禁漁し、再放流を行っているため、1999年以降の春漁では1.0歳はほとんど漁獲されていない。

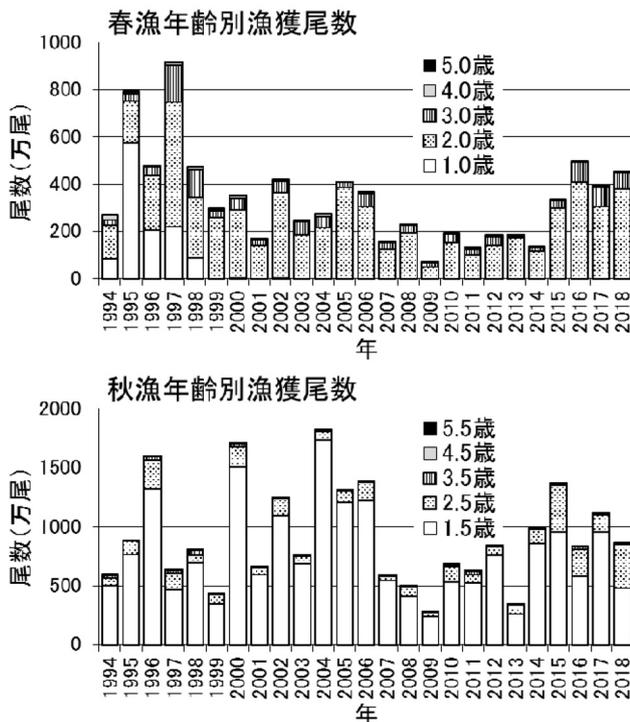


図6 1994～2018年の年齢別漁獲尾数。

各漁期の年齢別漁獲尾数を用いてVPAにより推定した年齢別資源尾数と資源重量を図7に示した。資源尾数の大半を占める春漁の1.0歳に注目すると、2007年以降は1,000万尾前後の少ない年が続いていたが、2014年、2015年と連続して2,000万尾を大きく上回り、2017年には3,000万尾を上回った。ただし2018年の1.0歳の資源尾数は1,539万尾で、2014年以降では最も少ない。しかし2.0歳の資源尾数は2014年以降で最も多く、資源重量で見ると2.0歳が全体の65%を占めていた。2018年春漁における1.0歳以上の資源重量は2016年と同程度の349トンとなった。

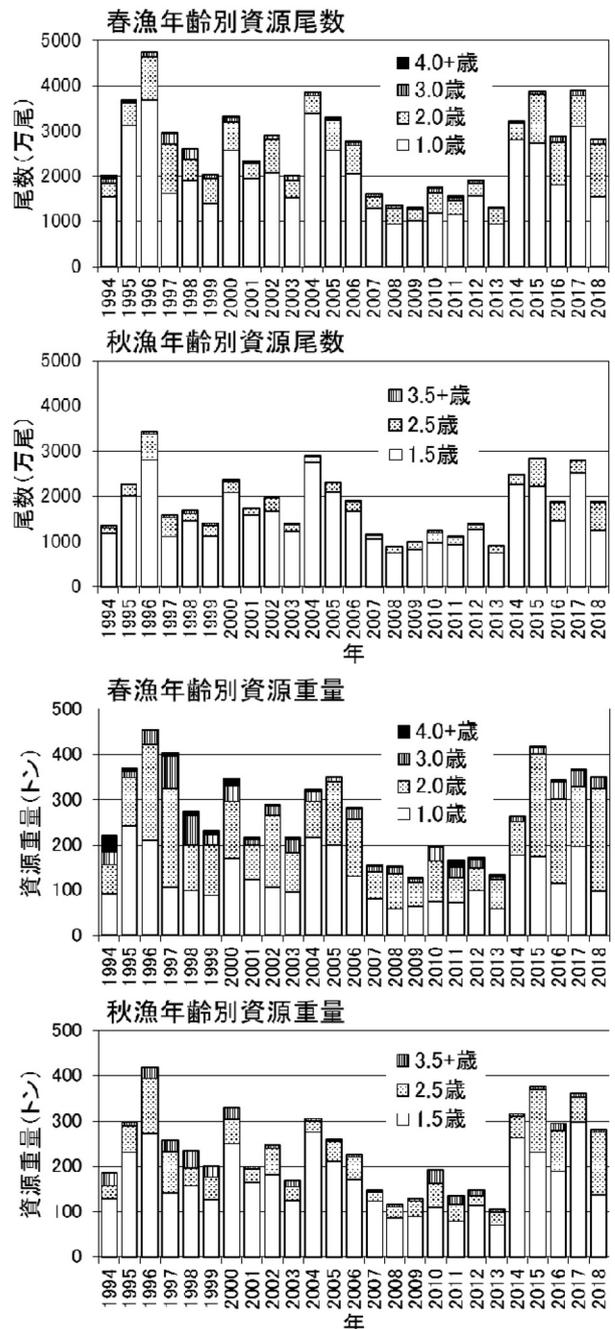


図7 1994～2018年の年齢別漁獲尾数(上2段)、および年齢別資源重量(下2段)。

春漁時の1.0歳以上の資源重量を指標として基準年を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、 $100 \pm 40$ の範囲を中水準、その上および下をそれぞれ高水準、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。2018年の資源水準は中水準となった。ただし2018年は1.0歳の加入量が近年では少ないため、2019年の春漁の主体となる2.0歳の資源量は減少が見込まれる。2019年の秋漁で主体となる1.5歳については現時点では加入量を判断する指標がないため、今後の資源動向については不明である。

#### (4) まとめ

以上の結果から、噴火湾のトヤマエビ漁業は春漁、秋漁ともに最も若齢の年級群への依存度が高く、卓越年級群に頼った漁業であるのが特徴であり、安定した漁業のためには漁業形態の見直しが必要だと考えられる。函館水産試験場では目合拡大による小型個体の漁獲圧低下と、その管理効果について北海道大学大学院水産科学研究院との共同研究を行っている。

また現状の資源評価では半期毎のVPAを用いているが、最近年の若齢の推定精度が低くなるという問題点がある。噴火湾のトヤマエビ漁業では若齢個体が漁獲の大半を占めていることから、何らかの資源評価手法の改良が必要と考えられる。また現状では秋漁期が終わり、銘柄別漁獲量が集計されるまで新規加入した年級群の規模を把握できないため、次の漁期や次年度

以降の資源動向予測が困難という問題点もある。これらの問題を解決するためには、秋漁解禁前に小型の若齢個体も含めて分布密度の調査を実施して、漁況予測情報を提供しつつ、VPAのチューニング指標として活用し、資源評価の精度向上を図ることが課題である。

#### (5) 引用文献

- 1) Tanaka and Tanaka (1990) A method for estimating age-composition from length-frequency by using stochastic growth equation. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56:1209-1218.
- 2) Estimation of age composition from length data by posterior probabilities based on a previous growth curve: application to *Sebastes schlegelii*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 2475-2483.
- 3) 平松一彦：VPA (Virtual Population Analysis) . 平成12年度資源評価体制確立推進事業報告—資源解析手法教科書一. 東京, 日本水産資源保護協会, 104-128 (2001)
- 4) 田中昌一：水産生物のpopulation dynamicsと漁業管理. 東海区水産研究所研究報告, 28, 1-200 (1972)

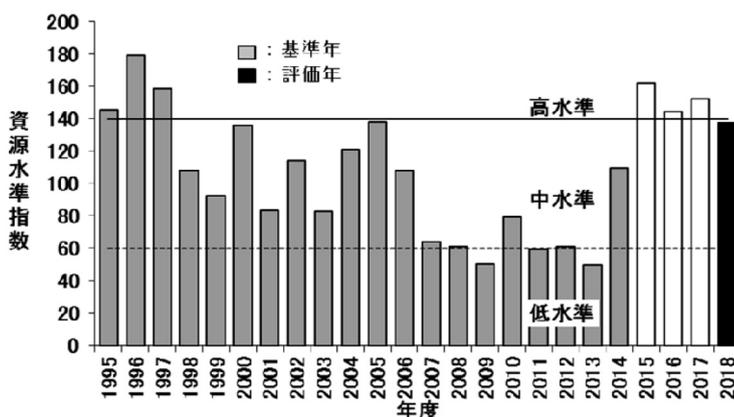


図8 噴火湾におけるトヤマエビの資源水準  
(資源状態を示す指標：春漁期の1歳以上の資源重量)

## 13. 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。

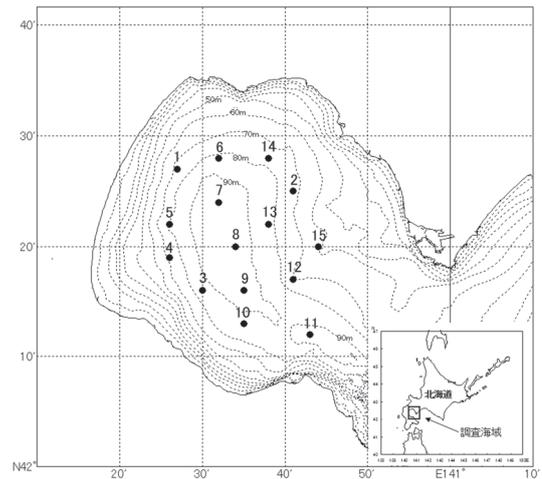


図1 アカガレイ若齢魚調査地点図

#### 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<sup>1)</sup>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<sup>3)</sup>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。

**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(0.20~0.47)の平均値(0.32)

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	虹田本所	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
2018年	240	125	135	4	8	513	50	0	7	0	2	59	572

※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

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

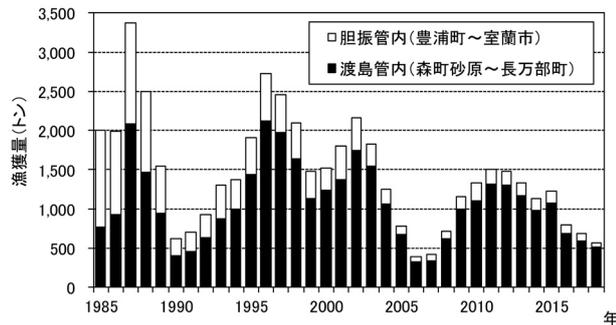


図2 噴火湾アカガレイ漁獲量の経年変化

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。

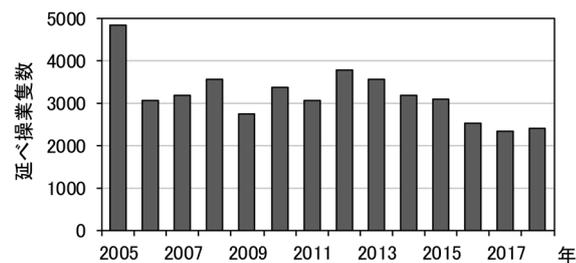


図3 かれい刺し網漁業における延べ操業隻数の推移（代表地区）

しかし、2012年の3,700隻台をピークに減少傾向となっており、2017年には2005年以降最低の2,300隻台となった。ただし、2018年はほぼ前年並みの2,300隻台であった（図3）。

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みると、各年の漁獲物は豊度の高い1、2年級群によって支えられており、数年に一回の割合で発生する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であったことから、漁獲尾数は2013年以降減少傾向となっている。2017年には高豊度年級群とみられる2013年級群<sup>1)</sup>（4歳）の加入がみられたものの、2013年級群の漁獲尾数は、4歳時（2017年）、5歳時（2018年）ともに高豊度年級群としては少なかったことから、2018年も漁獲尾数は2017年を下回った（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。1歳および2歳での採集状況から、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

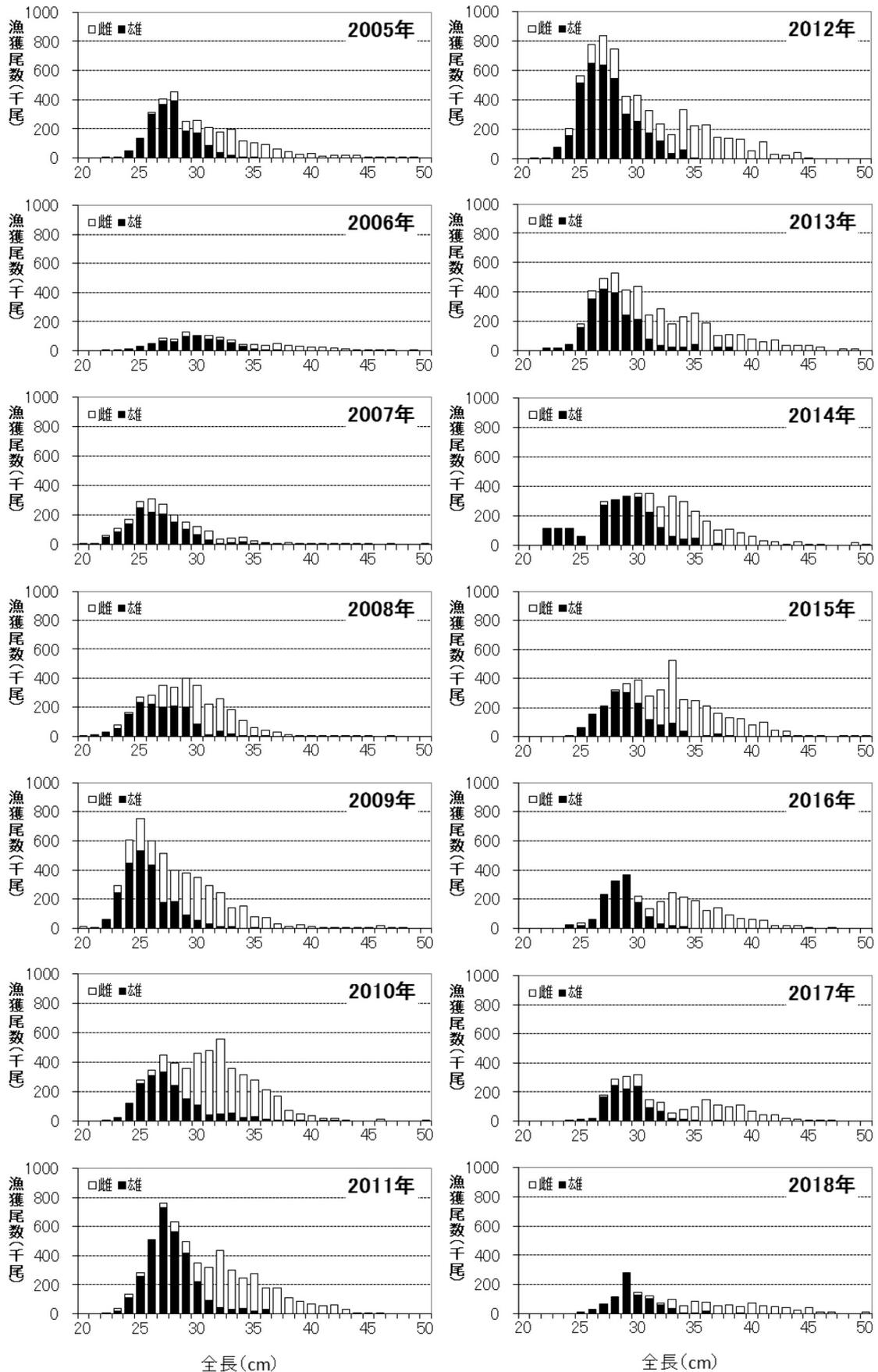


図4 噴火湾におけるアカガレイ漁獲物の全長別漁獲尾数の経年変化

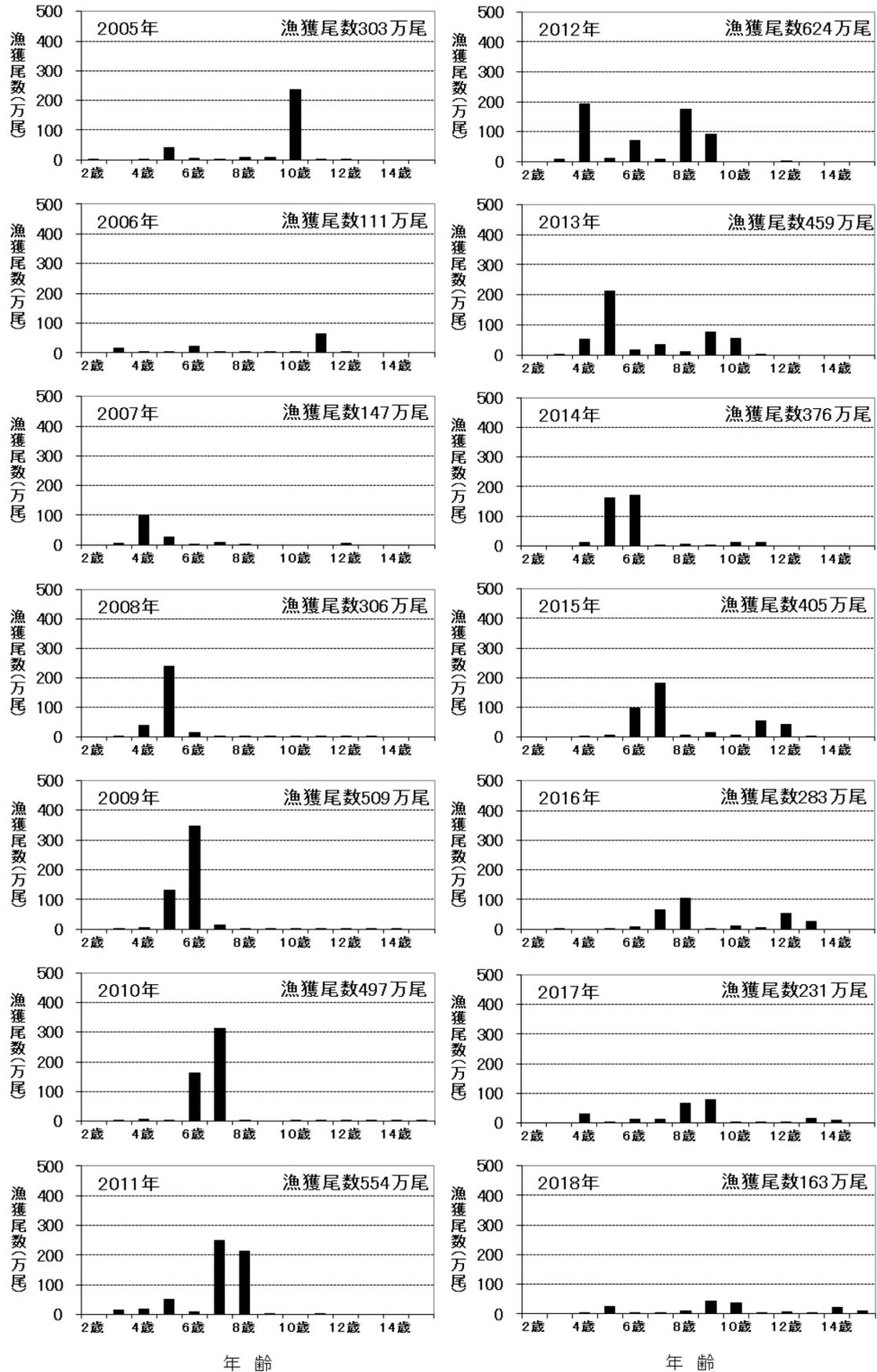


図5 噴火湾におけるアカガレイ漁獲物の年齢別漁獲尾数の経年変化

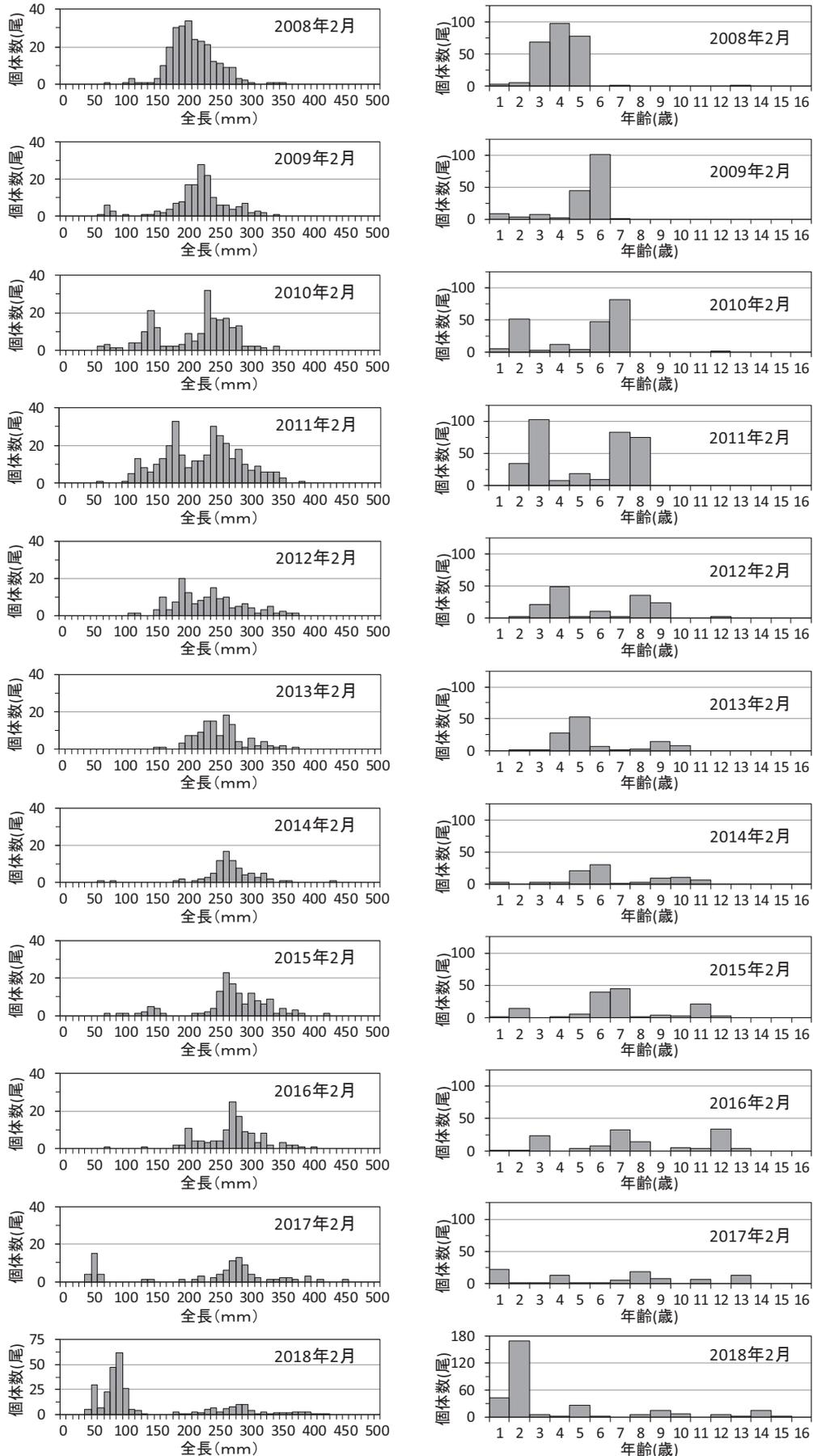


図7 ソリネットで漁獲されたアカガレイの全長(左)・年齢(右)組成の経年変化

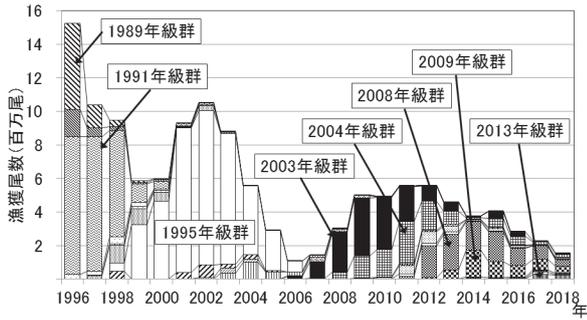


図6 噴火湾海域におけるアカガレイの年級群別漁獲尾数の推移

とから、低豊度の年級群とみられている。2013年級群は、高豊度年級と推定されている<sup>1)</sup>が、4歳および5歳時における刺し網漁業での漁獲尾数から、2009年級群を下回る豊度であると考えられる。なお、2018年2月のソリネット調査では、2016年級群（2歳）の採集尾数が2008年以降では2歳として最多となっていた他、2017年級群（1歳）の採集尾数も1歳としては最多になっていたことから、この両年級群は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。

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）。

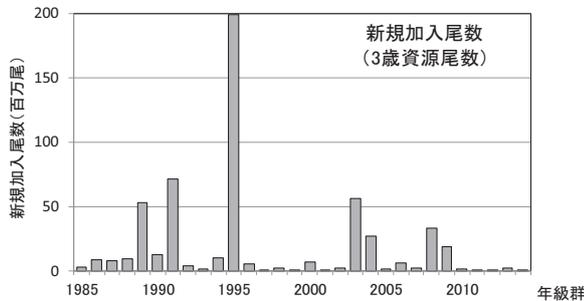


図8 アカガレイ3歳資源尾数の推移

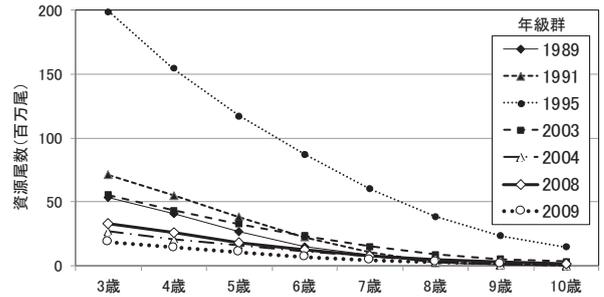


図9 アカガレイ高豊度年級群の資源尾数の推移

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る（図10）

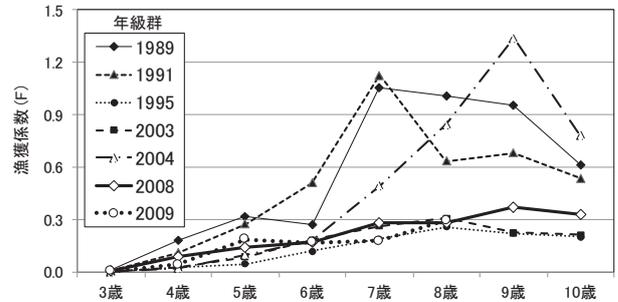


図10 アカガレイ高豊度年級群の漁獲係数（F）の推移

(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、2018年の水準指数は39であったことから、低水準と判断した（図11）

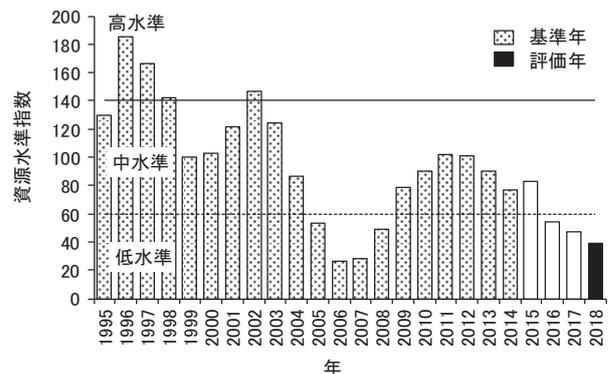


図11 噴火湾海域におけるアカガレイの資源水準

### (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、2019年にはそれぞれ11歳、10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とみられるが<sup>1)</sup>、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歳となった2018年の漁獲尾数は4歳時の漁獲尾数を下回ったことから、6歳になる2019年の漁獲尾数も大幅な増加はあまり期待できない。そのため、2019年度の漁獲尾数はさらに減少する可能性が高いと考えられることから、2018年度～2019年度の資源動向は減少と判断した。ただし、先述した通り、若

齢魚調査の結果から2016および2017年級群は高豊度年級群となる可能性がかなり高いことから、2016年級群が4歳となり漁獲対象になる2020年度以降は、資源動向は上向くものと考えられる。

### 文献

- 1) 高津哲也, 中屋光裕, 亀井佳彦, 小林直人, 飯田高大, 納谷晃弘, 中村亮太, 金谷彩友美, 高 偉峰: 噴火湾における底生魚類資源と漁場環境に関する研究(3) 底生魚類の資源変動. 水産研究助成事業報告(平成30年度), (財)北水協会(2019)
- 2) Pope, J. G.: 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)

## 13. 2. 資源管理手法開発試験調査

### 13. 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、産卵生態や初期生残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。2018年度からは資源評価の効率化、迅速化、高精度化に必要な技術開発と、漁獲圧の低減に直結する資源管理手法の開発を目的として以下のような課題を設定した。

- ①資源構造の解明と現状評価単位の妥当性検証
- ②資源管理効果の迅速な検証方法の確立

③初期生残機構の解明

④計量魚探による現存量推定精度向上のためのTS推定

⑤武蔵堆海域の産卵場の確認

⑥小型魚の混獲を軽減する刺し網の適正目合の探索

⑦底建網による小型魚の漁獲回避技術の検証

⑧管理指針の更新・管理方策の提言

函館水試では①、⑥、⑦の一部を分担することとなった。

#### (2) 経過の概要

函館水試では道南海域についての標本の収集、整理を行い、年齢別漁獲尾数を推定し、資源評価を行った。詳細については平成30年度資源評価書1)に記載した。今後とも中央水試等と連携しながら進めていく。

#### 文献

- 1) 藤岡 崇：ホッケ（道南日本海～道南太平洋）. 2018年度資源評価書（2018）（掲載HP：<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>）

## 14. 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

### （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

2018年の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

2018年の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（襟裳岬～函館市）の170点、道西日本海（福島町～積丹岬）の54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
8/28-31	道南太平洋	0
9/10-11	道南太平洋	0
9/25-27	道南太平洋	0
10/2-5	道西日本海	0
10/12-15	道西日本海	0
11/5-8	道南太平洋	0
11/13-16	道南太平洋	0
11/26-27	道南太平洋	0

調査点数 道南太平洋：170点、道西日本海：54点

## 15. 養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）

担当者	調査研究部 金森 誠・西田 芳則・渡野邊 雅道・夏池 真史
共同研究機関	栽培水産試験場・中央水産試験場・稚内水産試験場・北海道大学 熊本大学・滋賀県立大学
協力機関	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・後志地区水産技術普及指導所 留萌地区水産技術普及指導所・同留萌南部支所

### （1）目的

噴火湾を中心とした養殖ホタテガイ生産は北海道の基幹漁業の一つである。ホタテガイの養殖は天然採苗、無給餌飼育など生産システムの環境依存性が強い。そのため、低コスト、環境負荷が小さいなどの利点がある一方で、採苗不良、へい死（原因不明の大量死）、汚損生物の大量付着など、環境の変化あるいは年変動に起因する生産不安定化要素を抱えている。特に2015年以降は、噴火湾を含む道内の広範囲で養殖ホタテガイのへい死が問題化し、加工流通業などの関連産業も含め、大きな打撃を受けている。また、これまで噴火湾のみで報告されていた外来種ヨーロッパザラボヤの漁業被害が日本海でも報告されるようになり、実態解明が急務となっている。北海道のホタテガイ養殖漁家の経営を安定化させるために、これらの生産不安定化要素に対応するための試験研究の推進、拡充が強く求められている。本試験では、ホタテガイ養殖の生産不安定化要素に対して、科学的な根拠をもった適切な対策の推進あるいは現場での対応を支援することを目的として、採苗良否の要因解明、浮遊幼生発生量調査の技術向上、へい死要因の解明、へい死軽減技術の検討およびヨーロッパザラボヤの生態と被害実態の解明に取り組む。なお、（2）経過の概要以降は、函館水産試験場が担当している研究項目のみを扱う。

### （2）経過の概要

#### ア 採苗良否の要因解明

##### （ア）卵質評価（卵巣卵壊死率）

2018年4月2日に森および八雲、4月9日に伊達および虻田の噴火湾4地区からそれぞれ10個体の養殖ホタテガイ（2017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サンプルとした。なお、2018年から調査地区の見直しを行い、

森、八雲、虻田および伊達の4地区としている。

#### （イ）浮遊幼生期海洋環境および沖合浮遊幼生調査

ホタテ浮遊幼生の分布動態を把握するため、2018年5月8～9日、2018年6月5～6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、約10～20m深の東西、南北流速を解析に使用した。

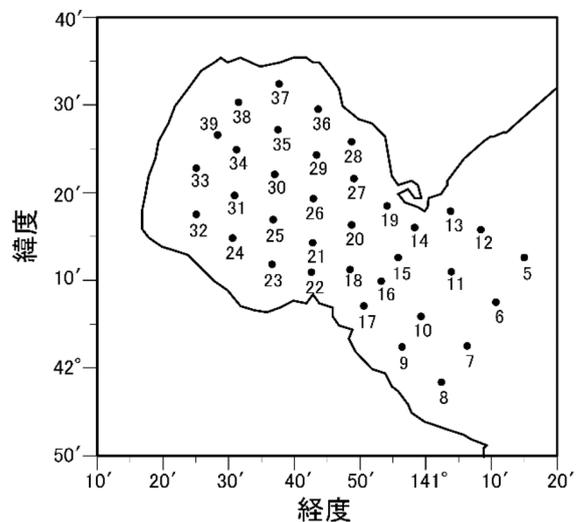


図1 位置図

#### イ へい死要因の解明およびへい死軽減技術の向上

##### （ア）特異的海洋現象のモニタリング調査

噴火湾およびその周辺海域の水塊交代を把握するため、6月5～6日、9月10～11日、11月26～27日、2019年2月15～16日に、図1に示す調査点においてCTD観測を実施した。

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、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、各水塊の指標とした水温、塩分は、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。

#### (イ) へい死要因サーベイランス (噴火湾)

ホタテガイ稚貝(2018年種苗)における閉殻筋膿瘍の発症状況及びホタテガイに対して病原性を持つ細菌フランシセラ・ハリオチサイダの感染実態を明らかにするため、2018年8月～2019年3月まで、毎月、噴火湾の特定の海域から稚貝を採取した。採取した稚貝は、チャック付きビニール袋に入れ、試験場に持ち帰った後、病理検査を担当する栽培水産試験場に送付した。なお、栽培水産試験場が実施したPCR検査については本事業報告書では扱わない。

#### (ウ) 稚貝のへい死、異常貝発生の危険因子の探索

2016年2月(へい死年:調査対象=2015年種苗)および2017年2月(非へい死年:調査対象=2016年種苗)に行われた稚貝の育成状況調査結果を分析し、中間育成期のへい死・異常貝発生の危険因子の探索を行った。分析対象としたデータは、各年40籠(全てザブントン籠)の稚貝の死亡率、外部異常率で、いぶり噴火湾漁協管内の14漁家から本分散時期の異なる籠2～3籠の提供を受け、胆振地区水産技術普及指導所が調査した結果である。「本分散の遅れ」の影響を検討するため、9～10月に本分散を実施した22籠と11～12月に本分散を実施した18籠で死亡率および外部異常発生率を比較した。また、「本分散後の密度」の影響を検討するため、密度が中央値以上の21籠(高密度の籠)と中央値未満の19籠(低密度の籠)で、死亡率および外部異常発生率を比較した。

#### ウ ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響調査

##### (ア) 耳吊りホタテガイへの付着状況

2018年6月～2019年4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、2018年6月～11月が各5枚、2018年12月～2019年4月が各3枚である。調査の対象としたホタテガイは2018年春の耳吊り貝(2017年種苗)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。

##### (イ) ホタテガイへの影響

ヨーロッパザラボヤの付着の影響を評価するため、出荷時期(2018年12月～2019年4月)において、ウ(ア)の調査で引き揚げた付着物を除去していない耳吊連(約13m)の上部、中部および下部から各7～10個体を採取し、殻高、全重量、軟体部重量、閉殻筋(貝柱)重量、中腸腺重量、生殖巣重量を測定した。得られた結果は「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)の調査結果と比較した。

#### (3) 得られた結果

##### (ア) 卵質評価(卵巣卵壊死率)

卵母細胞の壊死率は平均22.4%で、過去15年の平均(15.9%)を上回りやや悪かった(図2、3)。2018年の数値は卵壊死率が顕著に高い2003年(27.0%)や2017年(29.9%)と比較すると低かった。また、壊死率が20%程度であった年は過去にも数年存在し(2006、2010、2013、2014年)、これらの年で採苗不良により種苗不足は発生していないことから、採苗不良を懸念するほど高い壊死率ではないと考えられた。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顕著な差は認められなかった。

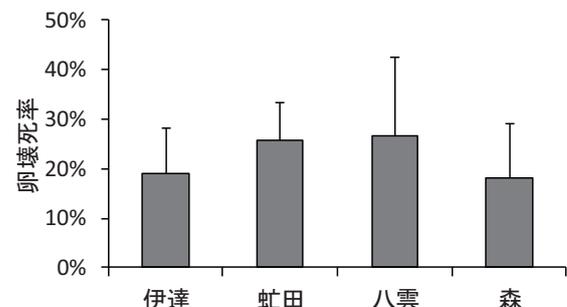


図2 噴火湾各地のホタテガイ卵母細胞壊死率(縦棒は標準誤差)

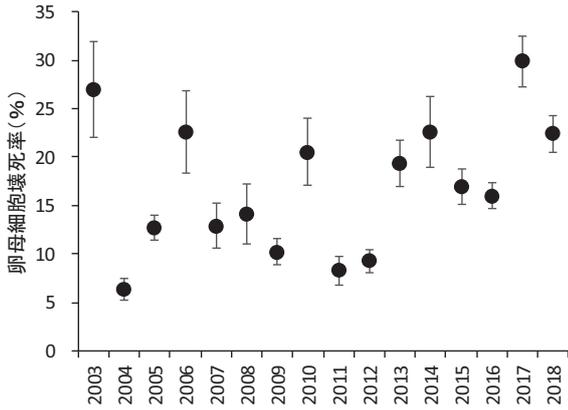


図3 ホタテガイ卵母細胞壊死率の経年変化  
(縦棒は標準誤差)

(イ) 浮遊幼生期海洋環境および沖合浮遊幼生調査

2018年5月8～9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、13m深流速ベクトルの水平分布を図5に示す。ホタテ浮遊幼生は湾奥部を中心に出現していた。湾内の10m深水温は湾奥部で8℃台と高くなっていることから、ホタテ浮遊幼生が湾奥部で多いのは、南東風により表層水が湾奥に集積されたためと考えられる。

図5から、湾内の渡島側には反時計回り、胆振側には時計回りの渦対が認められた。観測時には弱い南東風が連吹していたことから、この渦対は南からの風応力に起因して形成されたと考えられる。これまで南東風の連吹時の湾内循環はモデルなどにより幾つか提案されたのみだったが、本年実施した観測により実際に生じる循環流を捉えることができた。

2018年6月5～6日におけるホタテガイ浮遊幼生出

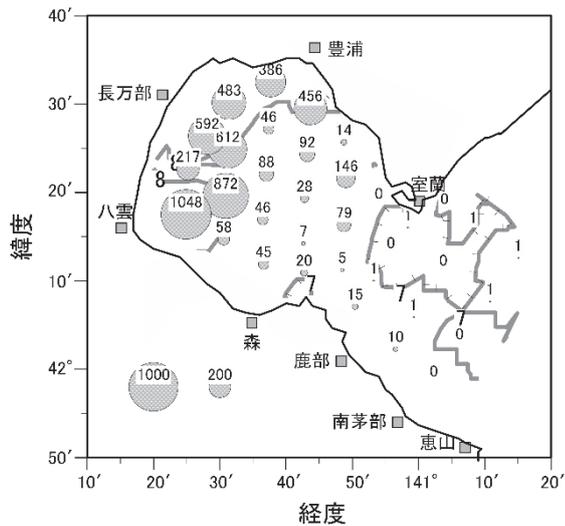


図4 2018年5月8～9日におけるホタテガイ浮遊幼生分布密度(○印, 個体数/トン)と10m深水温(灰色線)

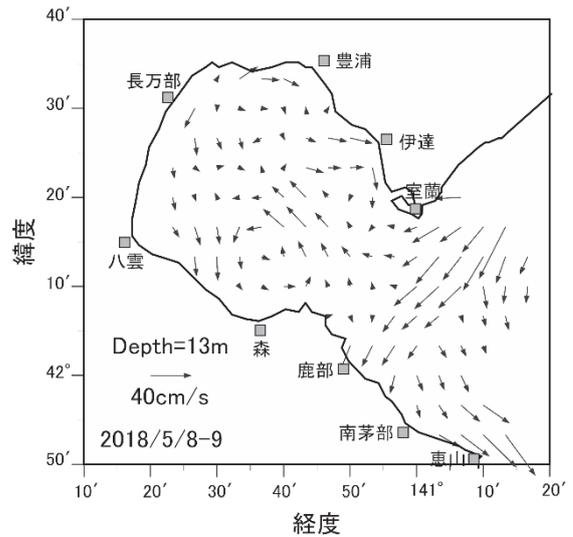


図5 2018年5月8～9日における13m深流速ベクトルの水平分布

現数、10m深水温の水平分布を図6に、21m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、湾奥部を中心に約1,000個体台と多数出現していた。流速ベクトルの水平分布から、湾内には時計回りの渦が形成されている。したがって、例年通り、この渦形成によりホタテ浮遊幼生は湾全域に分布するようになったと考えられる。また、湾内の10m深水温は約12～15℃であり、例年よりも約1～4℃高い。これに対し、湾口部の水温は10℃以下と例年と同程度か約1℃低く、親潮系水の移流の強いことが示唆される。この親潮系水の移流により、湾内は閉鎖的になり、ホタテ浮遊幼生が多数分布したと考えられる。

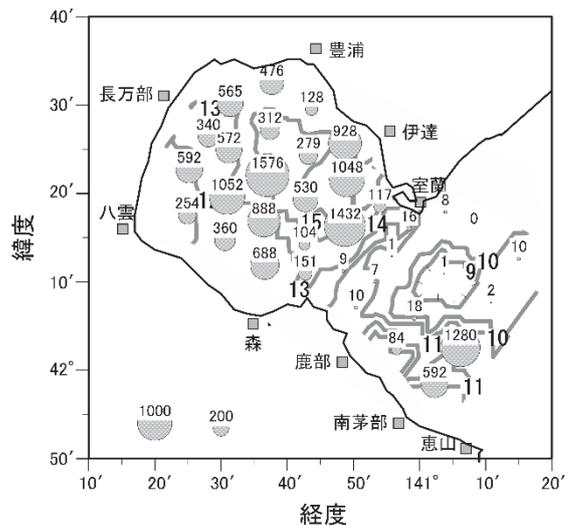


図6 2018年6月5～6日におけるホタテガイ浮遊幼生分布密度(○印, 個体数/トン)と10m深水温(灰色線)

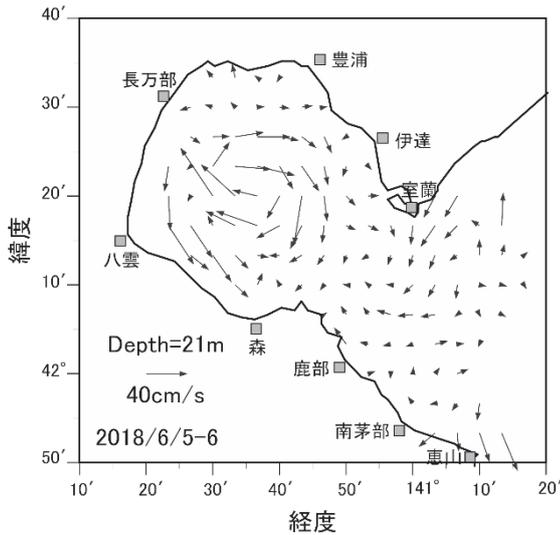


図7 2018年6月5～6日における21m深流速ベクトルの水平分布

ア(ア), (イ)の調査結果については5月23日, 6月11日にそれぞれ第1回, 第2回噴火湾ホタテガイ情報(2018年)として関係機関に情報配信するとともに, 函館水産試験場のHPで公表した。

イ へい死要因の解明およびへい死軽減技術の向上

(ア) 特異的海洋現象のモニタリング調査

噴火湾における沿岸親潮, 津軽暖流水の湾内占有率を図8に示す。沿岸親潮の湾内占有率は2018年2月から2019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。各地区水産技術普及指導所が実施している出荷貝調査(1～3月)では, 2016年以後の出荷貝で生貝率の低下が認められることから, 継続的な調査により, 両者の関連性について分析を進める必要がある。なお, 津軽暖流水の湾内占有率は, 2018年9

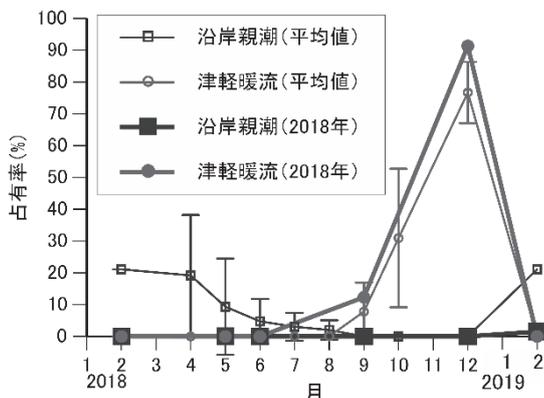


図8 噴火湾に分布する水塊の湾内占有率

月時点では約12%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91%と平年を上回った。

イ(ア)の調査結果については, 9月14日, 12月10日および2月21日にそれぞれ噴火湾環境情報No. 1～3として関係機関に情報配信した。

(イ) へい死要因サーベイランス(噴火湾)

病理検査に供されたサンプル数, 平均殻長および閉殻筋の膿瘍発症率は表1のとおりである。8月および9月は本分散前の稚貝をザブトン籠1段(連の中層付近)から, 10月および11月は10月に本分散を行った稚貝を丸籠1段(連の中層付近)から, そして12月～3月は9月に本分散を行った稚貝と10月に本分散を行った稚貝についてそれぞれ丸籠の1段(連の中層付近)から採取した。11月以降, 膿瘍を発症する個体が増加し, 1月以降は13～15%の割合で見られるようになった。

表1 採取サンプルの平均殻長と膿瘍発症率

採取年月日	サンプル数	平均殻長(mm)	膿瘍発症率	備考
2018年8月19日	30	7.3	0.0%	本分散前
2018年9月20日	30	20.4	0.0%	
2018年10月15日	30	30.7	0.0%	本分散後
2018年11月24日	30	43.2	3.3%	
2018年12月17日	60	43.5	6.7%	
2019年1月27日	60	52.2	15.0%	
2019年2月15日	59	53.6	13.6%	
2019年3月30日	60	58.9	13.3%	

(ウ) 稚貝のへい死, 異常貝発生の危険因子の探索

へい死年(2015年種苗)においては, 本分散時期が11～12月の籠の方が, 9～10月の籠よりも死亡率, 外部異常貝率ともに高かった(図9上)。また, 高密度の籠の方が低密度の籠よりも死亡率, 外部異常貝率ともに高かった(図9下)。

非へい死年(2016年種苗)においては, 本分散時期が11～12月の籠の方が, 9～10月の籠よりも外部異常貝率が高かったが, 死亡率には差が見られなかった(図10上)。また, 高密度の籠と低密度の籠の間では, 死亡率, 外部異常率ともに差が見られなかった(図10下)。従って, 本分散時期の遅れおよび過密は, 死亡率および外部異常貝率増加の潜在的な危険因子であり, 稚貝の生育が順調な「非へい死年」においてはその影響が小さいもしくは認められないが, 稚貝の生育に不適な「へい死年」では, その影響が顕在化することが示された。

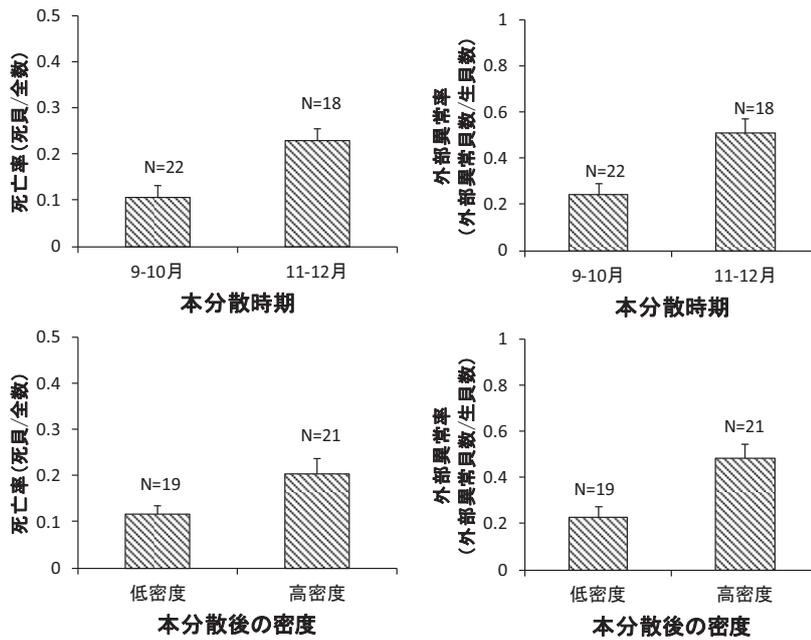


図9 へい死年(2015年種苗)の本分散時期の早遅, 密度の高低と稚貝の死亡率および外部異常率(縦棒は標準誤差)

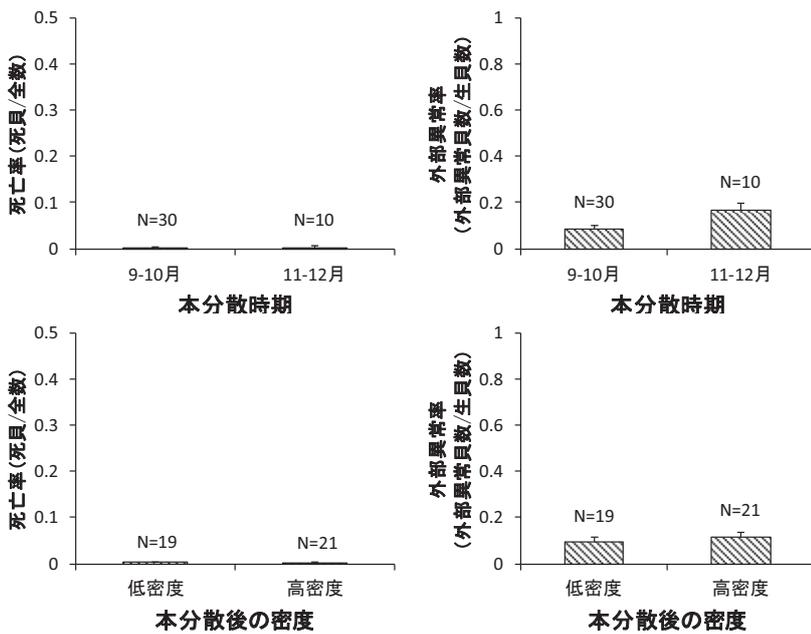


図10 非へい死年(2016年種苗)の本分散時期の早遅, 密度の高低と稚貝の死亡率および外部異常率(縦棒は標準誤差)

ウ ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響調査

(ア) 耳吊りホタテガイへの付着状況

ヨーロッパザラボヤのホタテガイ上の付着個体数は、6～8月に急激に増加した(図11)。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8～9月に大きく減少し、以降は緩やかに減少した。過去5ヶ年の平均と比較すると、7～8月の付着個体数は非常に多かったが、9月以降は平年より少なく推移した。体長5mm未満の稚ボヤは、6～8月に多く見られた(図12)。8～9月は過去の平均よりもややサイズが小さかったが、付着個体数が減少した9月以降は2月までほぼ過去の平均並みに成長した。3～4月の成長は過去の平均と比較すると鈍かった。八雲沖の環境モニタリングの結果(2.5 噴火湾養殖ホタテガイの成長モニタリングを参照)から、2019年は3月の水温、クロロフィルa濃度ともに例年よりも低かったことがヨーロッパザラボヤの成長に影響したのかもしれない。

9月以降はヨーロッパザラボヤの付着個体数が少なかったことを反映し、付着重量の数値は平年よりやや低い月が多かったが、それでも3月にはホタテガイ1枚あたり平均720gを記録した(図13)。3月の未除去貝の平均重量は132.8gであったことから、この時のサンプルでは、ホタテガイの5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。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(64.0g)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(396.8g)の1/6以下であり(図14)、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。

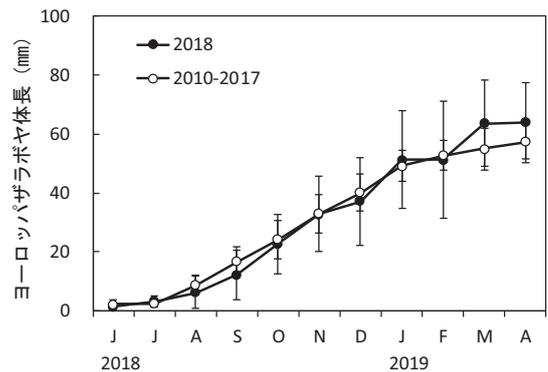


図12. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ平均体長の季節変化(縦棒は標準偏差)

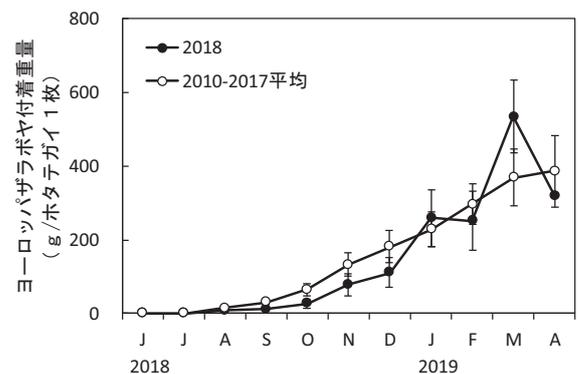


図13. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ付着重量の季節変化(縦棒は標準誤差)

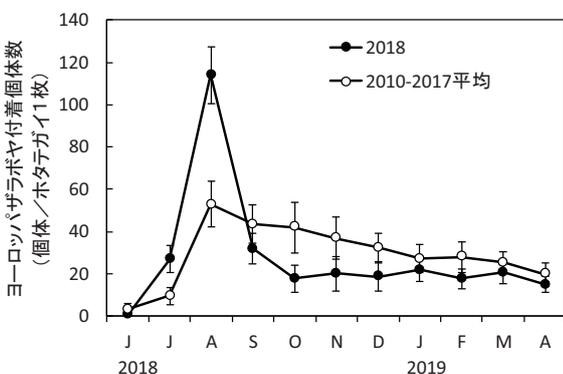


図11. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ付着個体数の季節変化(縦棒は標準誤差)

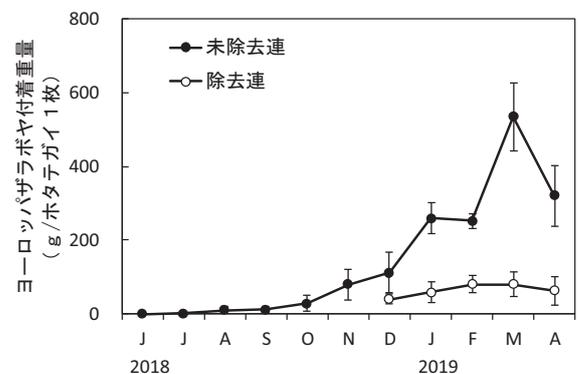


図14. 未除去連と除去連におけるヨーロッパザラボヤ付着重量の季節変化(標準誤差)

ウ（ア）の調査結果については、8月6日、8月31日、9月25日、10月18日、11月6日及び12月21日にそれぞれ平成30年ホヤ類調査結果速報No. 1～6として関係機関に情報配信するとともに、函館水産試験場のHPで公表した。

（イ）ホタテガイへの影響

殻高、軟体部、中腸腺、生殖腺重量および生殖巣指数は、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15A, B, D, E, F）。しかし、2月と4月の差は小さく、これらの月では閉殻筋重量は未除去連が除去連を上回っていた（図15C）。12月～翌4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、軟体部重量、生殖巣重量および生殖巣指数は統計的に有意な差が認められた（ $p < 0.05$ , paired t-test）。一方、閉殻筋重量と中腸腺重量には有意な差が認められなかった（ $P > 0.05$ , paired t-test）。従って、2018年耳吊り貝においては、ヨーロッパザラボヤの成長への影響は小さく、限定的であったと考えられる。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、明瞭な差が見られる年が多く、ヨーロッパザラボヤの付着重量が平年並みであったことを踏まえると特異的な年であったと言える。2018年耳吊り貝は前年の稚貝の段階からへい死が問題となり、耳吊り後も生残低下が顕著であった。北海道大学が行った安定同位体比の分析結果から、ヨーロッパザラボヤの大量付着はホタテガイが摂食する餌の質に影響を与えていることが示唆されている。ヨーロッパザラボヤの大量付着によるホタテガイ成長への影響が餌競合によりもたらされるとすれば、2018年耳吊り貝では、生残低下により、ホタテガイ同士の餌競合が緩和され、結果としてヨーロッパザラボヤとホタテガイの餌競合も緩和され、ホタテガイの成長への影響が小さくなった可能性が考えられる。

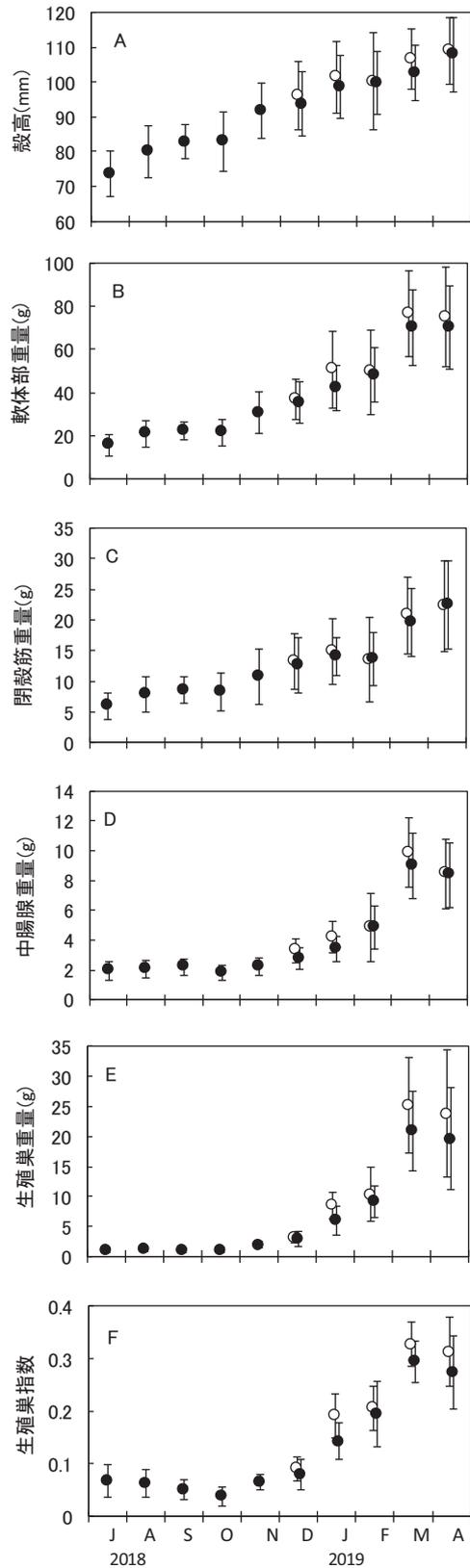


図15 噴火湾八雲調査点におけるホタテガイの (A) 殻高, (B) 軟体部重量, (C) 閉殻筋重量, (D) 中腸腺重量, (E) 生殖巣重量, (F) 生殖巣指数の季節変化 (●: 未除去貝, ○: 除去貝, 縦棒は標準偏差)

## 16. 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 金森 誠・夏池 真史

### （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4,400 t（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47回、742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のとおりである。

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>Alexandrium catenella</i> <i>Gymnodinium catenatum</i>	<i>Dinophysis fortii</i> <i>Dinophysis acuminata</i> <i>Dinophysis norvegica</i> <i>Dinophysis tripos</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>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	1(6)
宗谷北東部海域	7(112)
宗谷南部海域	2(32)
網走北部海域	9(144)
網走中部海域	14(224)
網走南部海域	14(224)

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 2019.3.4		
	平均	最小	最大
<i>A. tamarense</i>	2	0	10
<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>	3	0	20
<i>D. norvegica</i>	0	0	0
<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 2018.7.10-2018.7.30			宗谷南部 2018.5.28-2018.6.11			網走北部 2018.5.28-2018.8.6			網走中部 2018.6.5-2018.11.6			網走南部 2018.5.28-2018.10.25		
	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>	2	0	20	0	0	0	8	0	210	13	0	470	32	0	770
<i>A. catenella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. acuminata(ovum)</i>	2	0	20	0	0	10	4	0	40	4	0	60	7	0	60
<i>D. caudata</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. fortii</i>	12	0	80	1	0	10	11	0	100	5	0	80	10	0	200
<i>D. infundibulus</i>	1	0	20	1	0	10	1	0	10	1	0	10	2	0	20
<i>D. mitra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	40	3	0	70
<i>D. norvegica</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	10	1	0	30	1	0	20
<i>D. rudgei(rotundata)</i>	1	0	10	0	0	10	1	0	20	3	0	40	4	0	50
<i>D. tripos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 17. コンブ養殖漁業振興研究（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，函館市

### （1）目的

函館市沿岸に生育するマコンブの多様性を把握し、適切な資源管理手法や藻場造成の方法を検討する。また、養殖工程で見られる諸問題を解決し、養殖技術の改良を図る。

### （2）経過の概要

#### ア 各地域の天然コンブが持つ特徴のデータベース化

##### （ア）函館市沿岸マコンブの遺伝的多様性の調査

材料のマコンブの孢子体は、函館市内の12地点から採集した（図1，表1）。

DNAの抽出およびマイクロサテライト座を含む配列の増幅やフラグメント解析の方法は、前田（2018）の方法に従った。アレル数（ $N_a$ ）と地域特有のアレル数（ $N_p$ ）、ヘテロ接合度の期待値（ $H_e$ ）は、GenAlEx 6.503（Peakall and Smouse 2012）を用いて算出した。また、集団構造の推定には、STRUCTURE 2.3.4（Pritchard *et al.* 2000）を使用した。解析には、LOCPRIOR modelとAdmixture model-Allele frequency correlated modelを使用し、200000世代のBurn-in periodの後、マルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC）によるシミュレーションを20000世代行った。クラスター数（ $K$ ）は、1～12に設定し、各 $K$ について10回ずつの反復計算を行った。LnP（ $D$ ）の差分（ $\Delta K$ ）は、STRUCTURE HARVESTER 0.6.94を用いて算出し、 $\Delta K$ が最大となった時の $K$ を採用した（Evananno *et al.* 2005, Earl 2012）。また、解析によって得られたクラスター組成を基に集団構造を推定した。

#### イ 種苗生産技術の改良および養殖工程で発生する問題の対応

##### （ア）養殖コンブ種苗生産技術の検証及び改良

##### a コンブ母藻成熟制御技術の開発

2018年4月～2019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の群落を対象に孢子体の成熟状況を調査した（図1－地点1）。孢子体は陸上または船上から無作為に採集し、葉状部の湿重量と乾重量を測定し、湿重量に対する乾燥重量の割

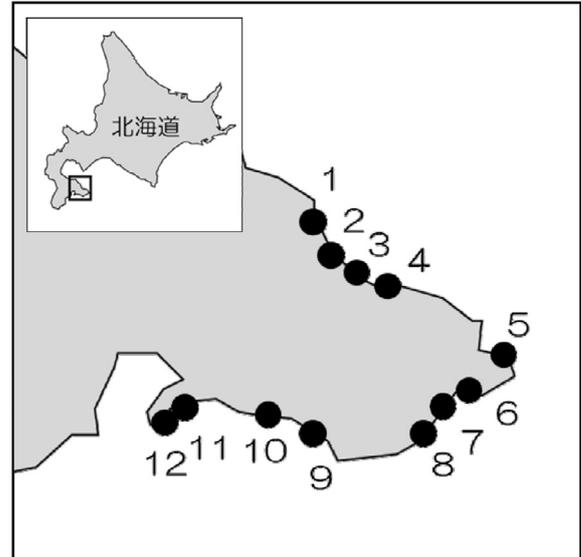


図1 マコンブ孢子体の採集地点。

表1 マコンブ孢子体の採集データ。

地点番号	採集地点	採集日	個体数
1	大船町	2017.8.29	16
2	臼尻町	2015.8.21	13
3	川汲町	2014.12.2	3
		2015.8.21	15
4	尾札部町	2015.8.21	10
5	榎法華町	2017.7.7	16
6	古武井町	2015.9.3	10
7	女那川町	2015.11.12	14
		2016.10.25	10
8	日浦町	2017.5.30	16
9	小安町	2015.9.23	10
10	石崎町	2015.9.16	10
11	宇賀浦町	2015.9.13	10
12	青柳町	2015.9.13	10

合（以下、乾燥歩留り）を算出した。また、子嚢斑が形成された個体の出現頻度（成熟率）、葉状部の裏面に形成された子嚢斑形成範囲を調べた（図2）。なお、いずれの測定値も1年目孢子体と2年目孢子体を区別せずに平均値を算出した。

子囊斑形成に關与する環境要因を特定するため、調査対象の群落が形成されている水深帯（水深約1.7m）に、HOB0ペンダントシリーズ温度/照度計（Onset Computer Corporation）と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、連続観測を行った。

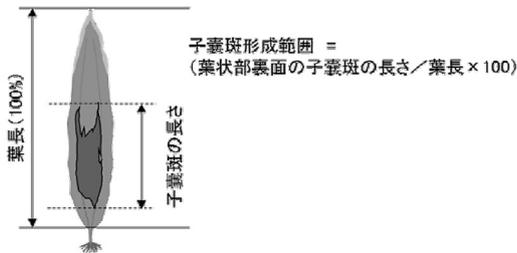


図2 マコンブ孢子体の子囊斑形成範囲の計算方法.

b コンブ類の成熟制御技術の開発

(a) ガゴメ孢子体の子囊斑形成に及ぼす水温と光量子量の影響

材料のガゴメ孢子体は、函館市尾札部町沖で採集した配偶体から作出した（図1-地点4）。室内培養によって得られた6個体の孢子体葉状部の中央部付近から直径1cmの円形葉片を5枚ずつ切り出し、それぞれの孢子体由来する6枚の葉片を1組とし、これらを水温5条件：7.5℃、10℃、12.5℃、15℃、17.5℃、光量子量5条件：40 μmol/m<sup>2</sup>/s、60 μmol/m<sup>2</sup>/s、80 μmol/m<sup>2</sup>/s、100 μmol/m<sup>2</sup>/s、120 μmol/m<sup>2</sup>/sで培養した（図3）。なお、水温の試験区では光量子量は120 μmol/m<sup>2</sup>/s、光量子量の試験区では水温は12.5℃に統一し、光周期は8時間明期：16時間暗期（8L:16D）とした。また、500mlの栄養強化海水（以下、NT-ES培地）中で通気培養し、培養液は1週間毎に全量交換した（新原・菊池 1985）。子囊斑形成の有無は、目視観察または顕微鏡観察により判断した。

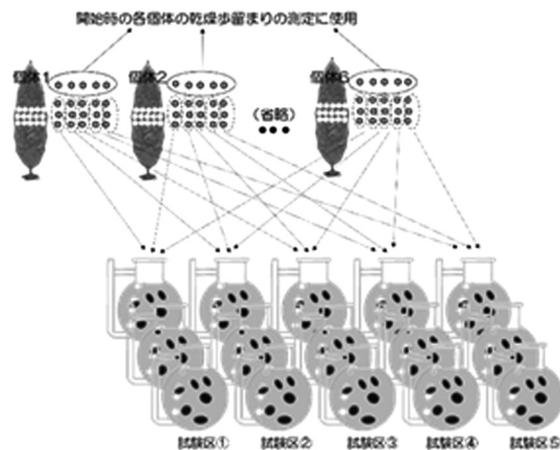


図3 成熟誘導試験の方法.

c 成熟誘導技術を利用して生産した種苗を用いた養殖試験

(a) 成熟誘導個体由来種苗の健苗性の評価

材料のマコンブ孢子体は、2017年7月27日に函館市小安町沖で採集した（図1-地点9）。孢子体葉状部の中央部から直径1.5cmの円形の葉片12枚を切り取った。これらを6枚ずつ、2つの培養水槽に分けて入れ、水温10℃、光量子量80 μmol/m<sup>2</sup>/s、光周期8L:16D、1/2の濃度となるように調整した500mlのES培地（以下、1/2ES培地）中で通気による攪拌を行いながら（Andersen 2005）、成熟誘導した。1週間毎に培養液を全量交換し、採苗に必要な大きさの子囊斑が形成されるまで培養を行った。成熟誘導が完了した葉片は、滅菌海水を用いて表面を洗浄し、余分な水気を除去した後、密封した直径90mmプラスチックシャーレ中で一晩静置した。翌日、これらの葉片を滅菌濾過海水に浸漬して遊走子液を得た。採苗器（方形のプラスチックの板に約10mの撚糸を巻き付けたもの）に遊走子を付着させ、およそ2ヶ月間、水温10℃、光量子量80 μmol/m<sup>2</sup>/s、光周期12L:12D、4LのNT-ES培地中で通気培養し、実験種苗を生産した。これらを2017年11月7日に函館市石崎町沖の養殖施設に設置し、養殖試験を開始した（図1-地点10）。2018年6月、7月に実験種苗と現地で養殖されている種苗（センター種苗）から育成した養殖個体を採集し、葉長、葉幅、葉湿重量、葉乾燥重量、乾燥歩留まりを比較した。

(b) 成熟誘導技術を利用したガゴメの促成養殖試験

材料のガゴメ孢子体は、2017年4月に函館市尾札部町沖で採集した（図1-地点4）。葉状部から直径2.1cm葉片を切り出し、水道水と滅菌海水で葉片表面をよく洗浄した。これをイ-（ア）-c-(a)の方法に従って成熟誘導し、実験種苗を生産した。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、養殖試験を開始した（図1-地点1）。

材料のガゴメ孢子体は、2018年4～6月にかけて大船町沖で天然個体と、2017年度の養殖試験中の個体を採集し、イ-（ア）-c-(a)の方法を改変し、水温は12.5℃、光量子量は120 μmol/m<sup>2</sup>/sとし、培養液には500mlのNT-ES培地を使用して成熟誘導し、実験種苗を生産した。これらの種苗は9月26日、10月15日、10月30日、11月21日に函館市大船町沖の養殖施設に設置し、養殖試験を開始した。

調査は1ヶ月毎に行い、サンプルを採集し、葉長、

葉幅、重量、乾燥歩留まりを測定した。

### (イ) コンプ類配偶体の長期保存

#### a 長期保存配偶体由来の種苗を用いた養殖試験

##### (a) 長期保存配偶体由来の種苗を用いた養殖試験

材料の配偶体は、2015年9月に函館市古武井町で採集したマコンブ胞子体から採取した(図1-地点6)。2017年度の試験では雌性配偶体0.095g、雄性配偶体0.037g、2018年度の試験では雌性配偶体0.045g、雄性配偶体0.014gを使用した。配偶体は、150mLの滅菌濾過海水中で、ハンドミキサー(株式会社テスコム)を用いて30秒間細断した。これを採苗器の片面に直接注ぎ、さらに150mLのNT-ES培地を加え、2~3週間の静地培養を行った。次いで、イ-(ア)-c-(a)の方法に従って種苗を生産し、2017年度は10月25日、2018年度は11月19日に日浦町沖の養殖施設に設置した(図1-地点8)。養殖開始後は毎月調査を行い、1株を採集し、葉長や葉幅などを測定するとともに、形態的な異常の有無などを観察した。また、7月には、種苗センターで生産された種苗(センター種苗)由来の養殖個体と葉長、葉幅、乾燥歩留まりを比較した。

##### (b) 長期保存種苗系を用いた養殖試験

材料には、2017年2月25日、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-地点8)。イ-(ア)-c-(a)の方法に従って成熟誘導した。採苗後、種苗糸は1Lの1/2NT-ES培地とともにプラスチック袋に入れ、水温10℃、光量子量 $1 \mu \text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で保存した。その後、イ-(ア)-c-(a)の方法に従って種苗を生産し、イ-(イ)-a-(a)で生産した種苗とともに養殖試験を実施した。

### (ウ) 健苗育成技術開発

#### a 種苗生産工程の検証および改良

##### (a) 種苗の生長に及ぼすアンモニア濃度の影響の評価

材料のマコンブ胞子体は、2018年7月20日に函館市石崎町で採集したマコンブの配偶体から作出した(図1-地点10)。500mLのES培地(塩化アンモニウム無添加)と、これに塩化アンモニウムを添加した6種類の培地: 0.015g ( $\text{NH}_4^+-\text{N}:6.1\text{mg}/\text{L}$ )、0.030g ( $\text{NH}_4^+-\text{N}:12.3\text{mg}/\text{L}$ )、0.045g ( $\text{NH}_4^+-\text{N}:18.4\text{mg}/\text{L}$ )、0.060g ( $\text{NH}_4^+-\text{N}:24.5\text{mg}/\text{L}$ )、0.075g ( $\text{NH}_4^+-\text{N}:30.6\text{mg}/\text{L}$ )、0.090g ( $\text{NH}_4^+-\text{N}:36.8\text{mg}/\text{L}$ )、0.105g ( $\text{NH}_4^+-\text{N}:42.9\text{mg}/\text{L}$ )を調整した。それぞれの水槽に6個体の胞子体を入れ、水温8℃、

光量子量 $80 \mu \text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期12L:12Dで、通気による攪拌を行いながら培養した。なお、培養液は培養7日目に全量交換した。培養開始から3日目、6日目、9日目、15日目に観察を行い、サンプルの状態を確認するとともに個体の葉長と葉幅を測定した。葉長×葉幅を葉面積として扱い、日間の相対生長率を算出した。

### (エ) 洋上栽培技術の検証および改良

#### a 養殖種苗の芽落ちに関する調査

2018年10月28日~2019年1月30にかけて日浦町沖で、2018年11月19日~2019年1月29日かけて女那川町沖でマコンブ種苗の生残状況を調査した(図1-地点8)。2018年10月26日、沖出前の種苗糸を採取し、種苗糸に付着する目視可能なサイズの胞子体数を計測した。種苗を沖出後、日浦町では本養成綱、女那川町では本養成綱と予備綱(二段張り)から、それぞれ種苗糸を1本または2本ずつ採取し、種苗糸に付着する目視可能な胞子体の個体数を計数した。種苗の生残率は、沖出前の種苗糸に付着していた個体数に対する、沖出後の個体数の割合とした。また、養殖施設にHOB0ペンダントシリーズ温度/照度計(Onset Computer Corporation)および電気伝導度計(Onset Computer Corporation)を設置し、漁場環境を調査した。

### (3) 得られた結果

#### ア 各地域の天然コンプが持つ特徴のデータベース化

##### (ア) 天然コンプの地域的特徴

マイクロサテライト1座あたり、6~9個のアリルが検出された(図4)。わずかではあるが、地域特有のアリルも見られた。ヘテロ接合度は函館市沿岸の太平洋に面する5地点では0.63~0.67、津軽海峡内の7地点では0.69~0.72であった。地点間の遺伝的距離は0.087~0.035で推移し、地点間の地理的な距離が大きくなるほど、その値は大きくなる傾向が見られた(表2)。太平洋側に面する地点と津軽海峡内の地点では遺伝的距離が大きく、2つの地域間では比較的大きな遺伝的差異があることが示唆された。

解析の結果、3つのクラスター(K=3)が指示された。クラスター1は主に大船町、白尻町、川汲町、尾札町に分布しており、渡島半島の東岸の太平洋に面する地点の個体に見られた(図5)。クラスター2は、渡島半島南東部、津軽海峡の東側出口付近の地点の個体に見られ、主に女那川町、日浦町に分布していた。地理的に渡島半島東部集団と南東部集団の境界に位置

する椴法華町ではこれらの集団で主に見られる、2つのクラスターが混在した。クラスター3は古武井町、小安町、石崎町、宇賀浦町、青柳町に分布しており、主に、渡島半島南部、津軽海峡に面し、汐首岬から西側の地点の個体に見られた。各クラスターの分布には明瞭な地域性が見られ、3つの集団に分けることができた。

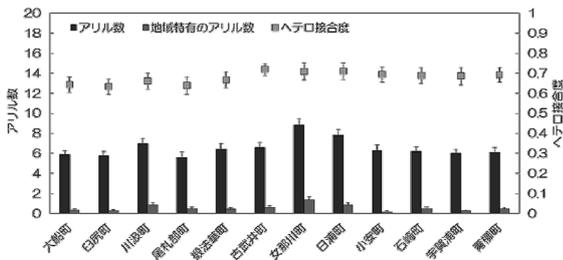


図4 函館市沿岸12地点から採集したマコブの遺伝的多様性の推定値。

表2 函館市沿岸12地点間の遺伝的距離。

	大船町	白浜町	川汲町	尾札部町	椴法華町	古武井町	女郎川町	日浦町	小安町	石崎町	宇賀浦町	青柳町
大船町												
白浜町	0.11											
川汲町	0.14	0.18										
尾札部町	0.17	0.15	0.12									
椴法華町	0.16	0.14	0.21	0.19								
古武井町	0.23	0.26	0.26	0.20	0.20							
女郎川町	0.19	0.17	0.23	0.21	0.10	0.20						
日浦町	0.24	0.19	0.27	0.22	0.16	0.19	0.09					
小安町	0.26	0.26	0.27	0.27	0.16	0.22	0.19	0.19				
石崎町	0.28	0.30	0.32	0.28	0.21	0.24	0.19	0.26	0.18			
宇賀浦町	0.28	0.28	0.34	0.27	0.21	0.21	0.15	0.18	0.17	0.17		
青柳町	0.24	0.26	0.30	0.26	0.21	0.22	0.16	0.19	0.17	0.17	0.13	

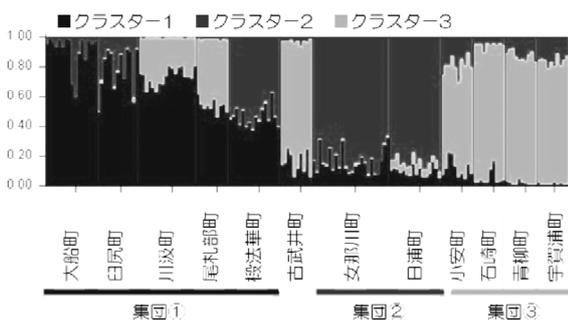


図5 函館市沿岸のマコブの遺伝的集団構造。

集団構造を基に各サンプルを3つの集団に分け、再解析を行った結果、同様にK=3が指示され、各集団で異なる1つのクラスターが優先した(図6)。推定された遺伝的な集団構造は、道南海域におけるマコブの生産地域区分とよく一致しており、集団①は白口元揃浜、集団②は黒口元揃浜、集団③は本場折浜に対応した(図7)。

函館市内沿岸で生産されるマコブは、地域ごとに形態や品質などの違いが見られ、生産地域が区分されてきた。今回の解析結果は、これらの地域間では遺伝的な違いもあることが示唆された。遊走子の分散範囲は、流向や流速に大きく依存することが明らかにされており、これらの地域間には、遊走子の分散を制限するような海水流動の影響があると推察される。なお、恵山岬付近の古武井町沖の個体では、主にクラスター3が優先しており、近隣の地域の個体に見られる遺伝的組成とは異なっていた。恵山岬付近では集団③に由来する遊走子が定着している可能性が示された。

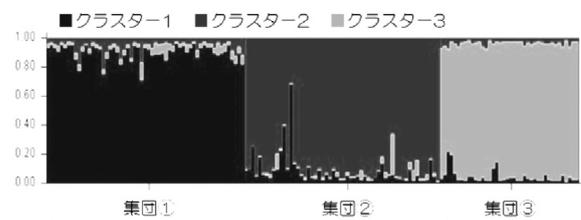


図6 函館市沿岸のマコブの遺伝的集団構造の再解析結果。

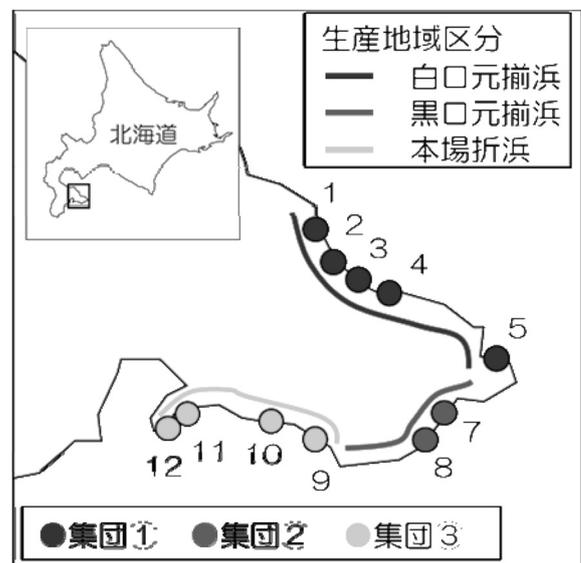


図7 推定されたマコブの遺伝的な集団構造と生産地域区分の対応関係。

イ 種苗生産技術の改良および養殖工程で発生する問題の対応

(ア) 養殖コンブ種苗生産技術の検証及び改良

a コンブ母藻成熟制御技術の開発

天然のマコンブ胞子体の乾燥歩留まりは、5月以降に急速に増加する傾向が見られ、6月には最大の17.4±2.3%となった(図8)。その後、一時的に減少する傾向が見られたが、9月に再び16.7±1.9%まで増加した。10月以降は速やかに減少し、12月以降は10.7~11.1%で推移した。

胞子体の成熟率は、5~6月にかけて40%まで増加した(図9)。7~8月には一時的に減少したが、9月に再び増加し、10~11月にはすべての個体に子嚢斑が形成された。その後、子嚢斑が消失した個体が見られるようになり、翌年3月の調査時には成熟率は12.5%まで減少した。

子嚢斑形成範囲は4月以降、徐々に拡大する傾向が見られた(図10)。9月以降、その範囲は急速に拡大し、11月には最大の67.4±17.2%に達した。この時、多くの個体では葉状部両面に子嚢斑が形成されていた(図11)。それ以降、形成範囲は徐々に縮小し、翌年の3月にはほとんどの子嚢斑が消失した。

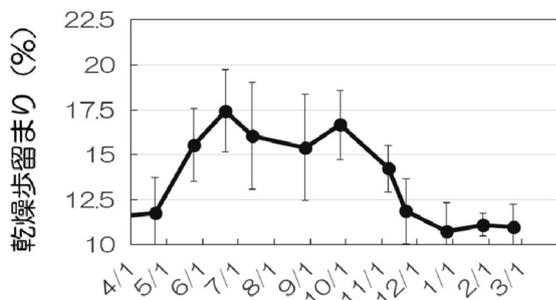


図8 2018年4月~2019年3月にかけてのマコンブ胞子体の成熟率と乾燥歩留りの関係。エラーバーは標準偏差を示している。

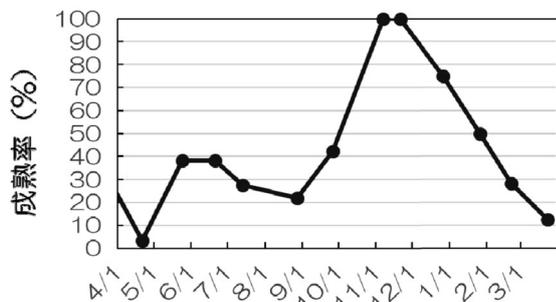


図9 2018年4月~2019年3月にかけてのマコンブ胞子体の成熟率の季節的変化。エラーバーは標準偏差を示している。

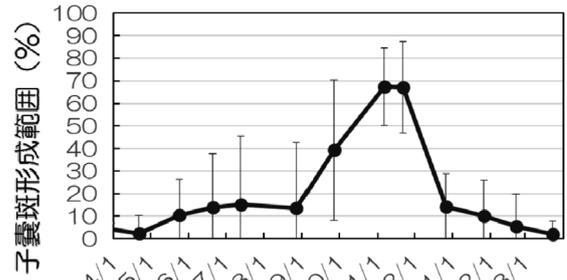


図10 2018年4月~2019年3月にかけてのマコンブ胞子体の子嚢斑形成範囲の季節的変化。エラーバーは標準偏差を示している。

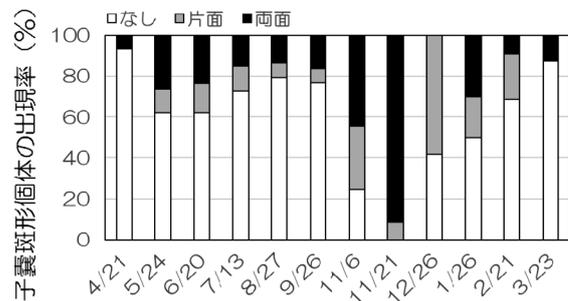


図11 2018年4月~2019年3月にかけてのマコンブ胞子体葉状部裏面と表面の子嚢斑形成率の季節的変化。

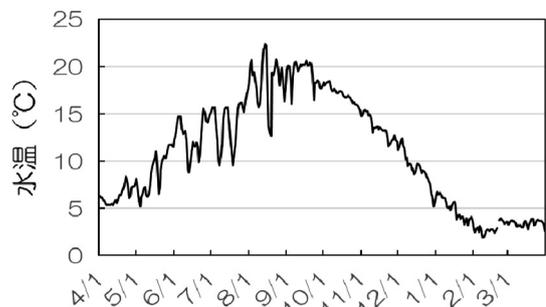


図12 2018年4~2019年3月にかけての大舟漁港内の水温の推移。

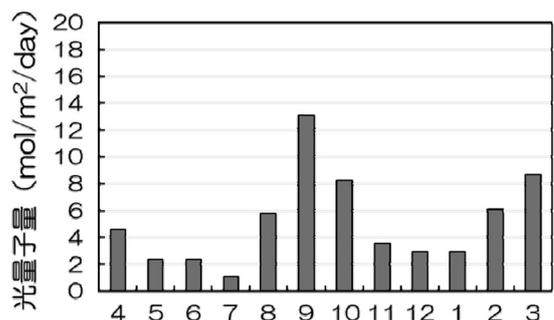


図13 2018年4~2019年3月にかけての大舟漁港内海中の日積算光子量子の月平均値。

漁港内の水温は4月以降、徐々に上昇する傾向が見られた(図12)。8月には最高の22.4℃を記録し、その後は徐々に低下して翌年2月には2℃前後となった。海底付近の日積算光量子量は8月以降、急速に増加する傾向が見られた(図13)。9月に最大の13.1mol/m<sup>2</sup>/dayとなり、それ以降は減少し、11~1月は2.9~3.6mol/m<sup>2</sup>/day前後で推移した。2月以降は、再び増加する傾向が見られた。

**b 母藻の成熟制御技術の開発**

**(b) ガゴメ胞子体の子嚢斑形成に及ぼす水温と光量子量の影響**

水温12.5~17.5℃では、培養3週目に子嚢斑が形成されはじめ、培養5週目にはほとんどの葉片に子嚢斑が形成された(図14)。水温7.5~10℃では他の条件に比べて成熟が遅く、特に7.5℃では培養8週目にもかかわらず、子嚢斑形成率は27.8%にとどまった。光量子量に関する試験では、いずれの条件においても培養4週目に子嚢斑が形成されはじめ、6週目にはすべての葉片に子嚢斑が形成された(図15)。40μmol/m<sup>2</sup>/sでは、他の条件に比べて子嚢斑形成がわずかに遅れる傾向が見られた。

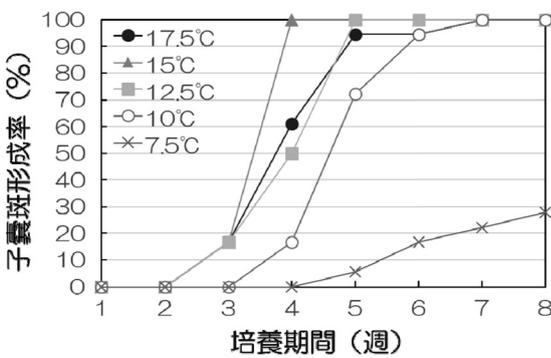


図14 子嚢斑形成に及ぼす水温の影響.

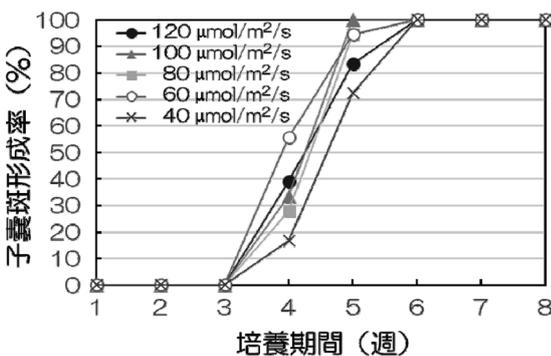


図15 子嚢斑形成に及ぼす光量子量の影響.

**c 成熟誘導技術を利用して生産した種苗を用いた養殖試験**

**(a) 成熟誘導個体由来種苗の健苗性の評価**

実験種苗は、2018年6月に平均葉長が728±188.5cm、平均葉幅が25.5±1.5cm、乾燥歩留りが17.5±1.6%となった(写真1, 図16-18)。また、7月には平均葉長は770.3±138.9cm、平均葉幅は31.1±3.5cm、乾燥歩留りは20.4±1.0%となった。一方、センター種苗は6月に平均葉長が869.4±179.8cm、平均葉幅が27.9±5.3cm、乾燥歩留りが14.0±1.4%となった。また、7月には平均葉長は825.3±126.4cm、平均葉幅は27.9±2.7cm、乾燥歩留りは16.7±1.5%となった。実験種苗は、センター種苗に比べて6月の時点で実入りがよく、乾燥歩留りは顕著に高かった。

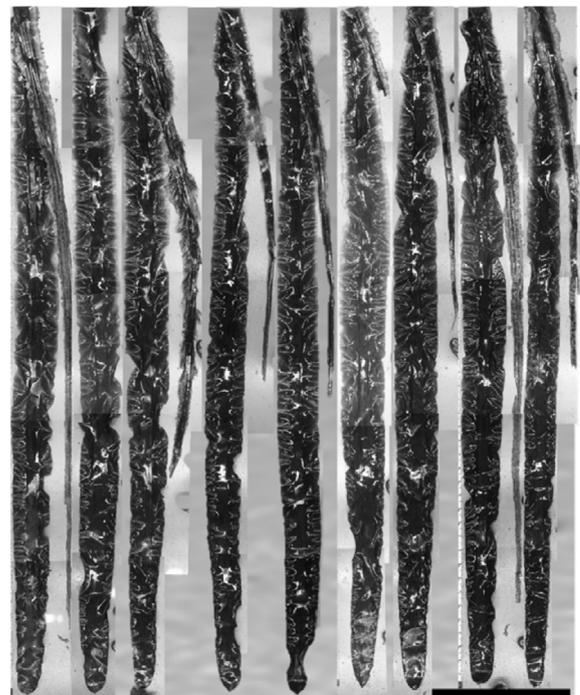


写真1 2018年7月に採集した実験種苗. スケールバーは100 cm.

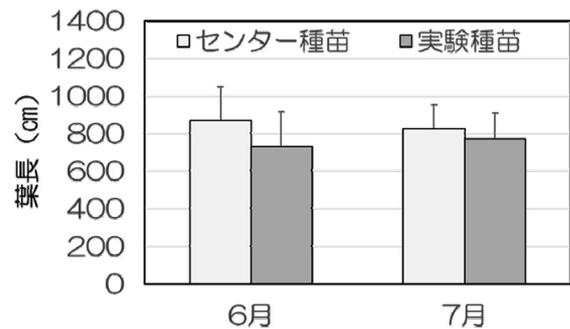


図16 2018年6~7月にかけての養殖個体の平均葉長. エラーバーは標準偏差を示している.

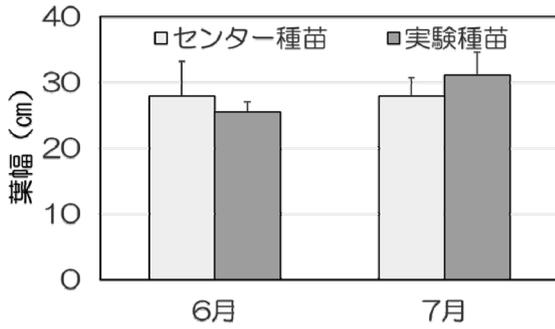


図17 2018年6～7月にかけての養殖個体の平均葉幅. エラーバーは標準偏差を示している.

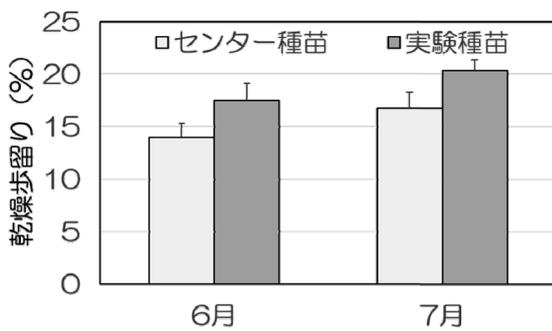


図18 2018年6～7月にかけての養殖個体の平均の乾燥歩留り. エラーバーは標準偏差を示している.



写真2 2017年10月に沖出した実験種苗(2018年5月28日撮影). スケールバーは50 cm.

(b) 成熟誘導技術を利用したガゴメの促成養殖試験

2017年度の実験種苗由来の養殖個体は5月には、平均葉長は169.3±28.7cm, 平均葉幅は13.7±2.6cmとなった(写真2, 図19-20)。測定した中で最大のものは葉長214cm, 葉幅19cmに達した。また、平均の葉状部湿重量は183±65.2g, 乾重量は22.2±8.3cm, 乾燥歩留まりは12.0±0.8%であった(図21-23)。5月以降は末枯れが進み、葉長や葉幅は小さくなる傾向が見られた。乾燥歩留まりは5月以降急速に増加し、6月の調査時には15.4±0.8%に達した。5月以降は、葉状部の先端付近にフジツボ類の付着が見られ、7月には葉状部の中央から先端付近にかけて、ヒラハコケムシが付着した。なお、養殖期間を通して子囊斑の形成は認められなかった。

2018年度の試験では、9月26日と10月15日に沖出した実験種苗に芽落ちが発生した。一時的に視認可能サイズの種苗が消失したため、これらの種苗の観察は中止した。これらの後に沖出した2種類の種苗はいずれも生残した。2月22日の時点で、葉状部に付着する生物の発生は見られていない。

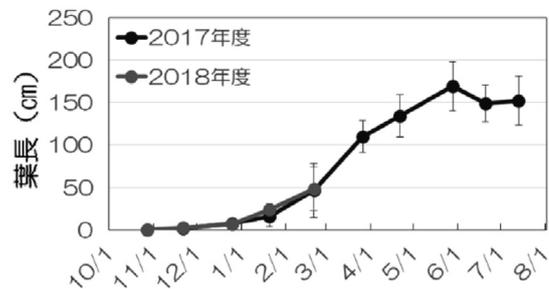


図19 養殖ガゴメの葉長の季節的変化. エラーバーは標準偏差を示している.

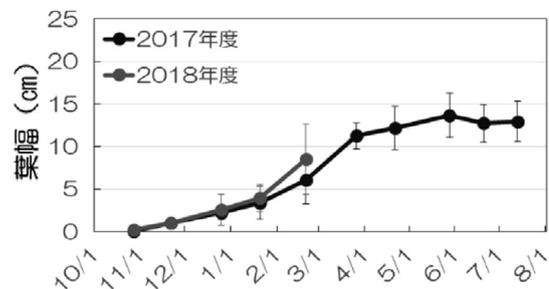


図20 養殖ガゴメの葉幅の季節的変化. エラーバーは標準偏差を示している.

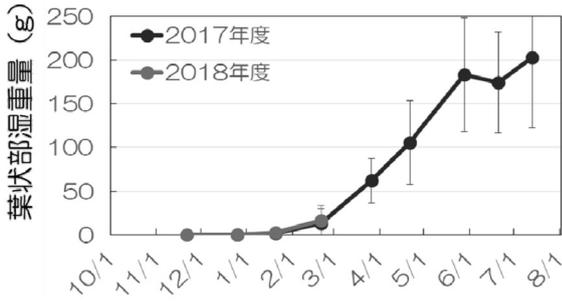


図21 養殖ガゴメの葉状部湿重量の季節的変化. エラーバーは標準偏差を示している.

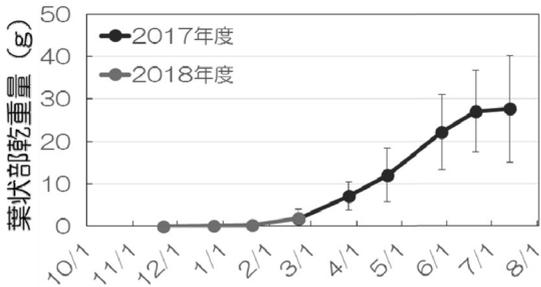


図22 養殖ガゴメの葉状部乾重量の季節的変化. エラーバーは標準偏差を示している.

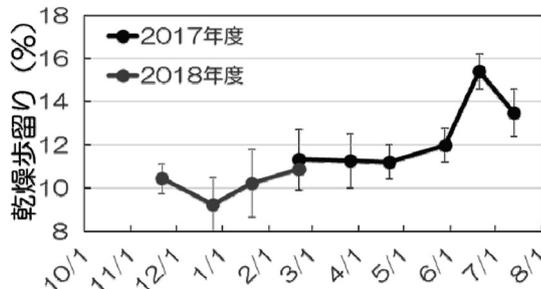


図23 促成養殖ガゴメの葉状部乾燥歩留りの季節的変化. エラーバーは標準偏差を示している.

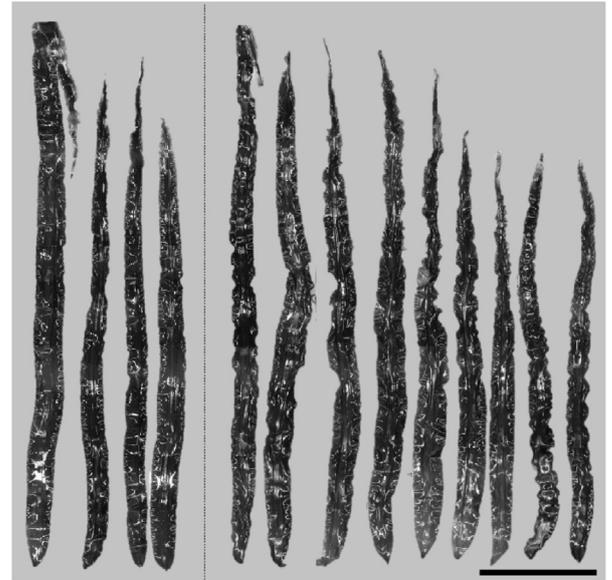


写真3 収穫時の長期保存配偶体由来の養殖個体(2018年7月19日). 写真中破線の左側が長期保存フリー配偶体由来の養殖個体, 右側が長期保存種苗系由来の個体. スケールバーは100 cm.

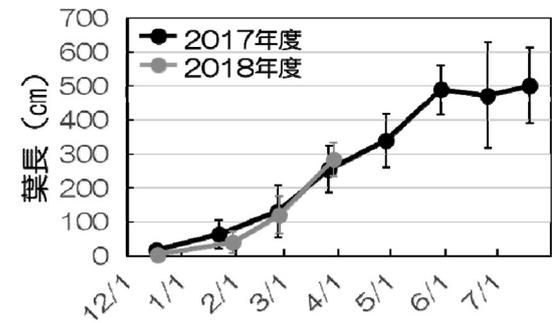


図24 長期保存フリー配偶体由来の養殖個体の葉長の季節的変化. エラーバーは標準偏差を示している.

(イ) コンブ類配偶体の長期保存

a 長期保存配偶体由来の種苗を用いた養殖試験

(a) 長期保存配偶体由来の種苗を用いた養殖試験

2017年度の試験では, 7月に実験種苗の平均葉長は  $501.8 \pm 110.4$  cm, 平均葉幅は  $22.4 \pm 2.9$  cm となった(写真3, 図24-25)。収穫時の乾燥歩留まりは実験種苗で  $12.7 \pm 0.6\%$ , センター種苗で  $12.8 \pm 1.3\%$  であり, 大きな差は見られなかった(図26)。2018年度の試験では, 3月の平均葉長は  $283.8 \pm 49.3$  cm, 平均葉幅は  $814.3 \pm 2.3$  cm となった。種苗に形態的異常や芽落ち等の問題は認められなかった。

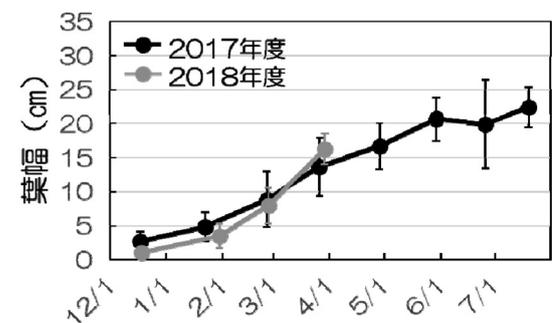


図25 長期保存フリー配偶体由来の養殖個体の葉幅の季節的変化. エラーバーは標準偏差を示している.

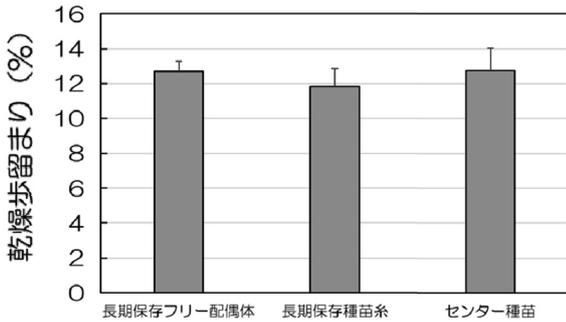


図26 長期保存配偶体由来の種苗とセンター種苗の収穫期における乾燥歩留まりの比較. エラーバーは標準偏差を示している.

(b) 長期保存種苗系を用いた養殖試験

2017年度の試験では、7月の実験種苗の平均葉長は426.6±86.0cm, 平均葉幅は24.1±2.7cmとなった(写真3, 図27-28)。収穫時の乾燥歩留まりは実験種苗で11.8±1.0%, センター種苗で12.8±1.3%であった(図32)。2018年度の試験では、2018年3月には、平均葉長は346.6±40.8cm, 平均葉幅は22.4±2.7cmとなった。種苗に形態的異常や芽落ち等の問題は認められなかった。

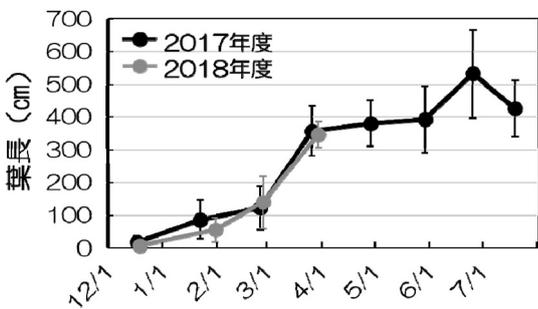


図27 長期保存種苗系由来の養殖個体の葉長の季節的变化. エラーバーは標準偏差を示している.

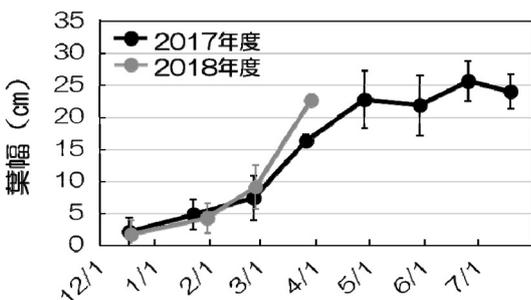


図28 長期保存種苗系由来の養殖個体の葉幅の季節的变化. エラーバーは標準偏差を示している.

(ウ) 健苗育成技術開発

a 種苗生産工程の検証および改良

(a) 種苗の生長に及ぼすアンモニア濃度の影響の評価

塩化アンモニウムを添加した試験区では培養個体に異常が見られ(写真4), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nの濃度が6.1mg/Lでは生長不良, 12.3mg/Lでは生長不良と葉状部の退色が認められた。また, 18.4mg/L以上では著しい生長不良と葉状部の大部分の退色, 36.8mg/L以上になると, 培養6日目までにすべての個体が枯死した。

塩化アンモニウムを添加していない試験区では, 培養3日目と9日目の相対生長率は30%を上回った(図29)。塩化アンモニウムを添加した試験区では, いずれもこれより低い値を示した。また, 塩化アンモニウムの添加量が多いほど, 相対生長率は低下する傾向が見られた。

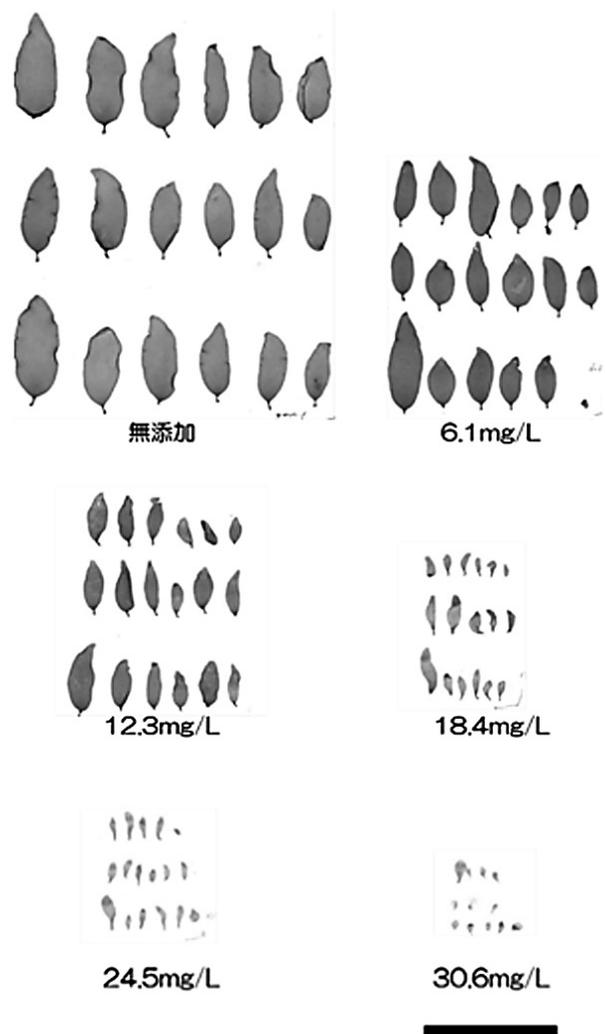


写真4 塩化アンモニウムを添加した培地中で15日間培養したマコンブ胞子体. スケールバーは5cm.

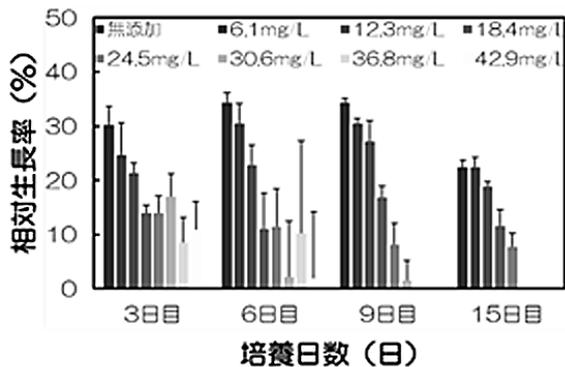


図29 マコンプ胞子体の生長に及ぼすアンモニア濃度の影響。エラーバーは標準偏差を示している。

(エ) 洋上栽培技術の検証および改良

a 養殖種苗の芽落ちに関する調査

日浦町沖の種苗の生残率は、11月19日(24日目)までに急速に低下して5.2%となった(図30)。その後は大きな減少は見られず、1月下旬においても生残率は3%を維持していた。女那川町沖の本養成網で育成した種苗の生残率は、11月19日(24日目)の時点で23.3%と高く、12月17日(52日目)まで15.7%と比較的高い生残率を示した。また、予備網の種苗は生残率がより高く推移し、1月29日(94日目)の時点でも生残率は7.0%であった。

日浦町沖の水温は4.5~17.9℃、女那川町沖は4.3~14.7℃で推移した(図31)。日浦町沖では、11月中旬まで平均水温が15℃以上で推移し、12月上旬も13.1℃であった(表2)。女那川町沖の水温は、日浦町に比べてわずかに低く推移したが、両地点の平均水温に大きな差異はなかった。日浦町沖の塩分は33.0~34.4、女那川町は33.2~33.6で推移した。両地点とも長期間にわたる塩分の低下は認められなかった。

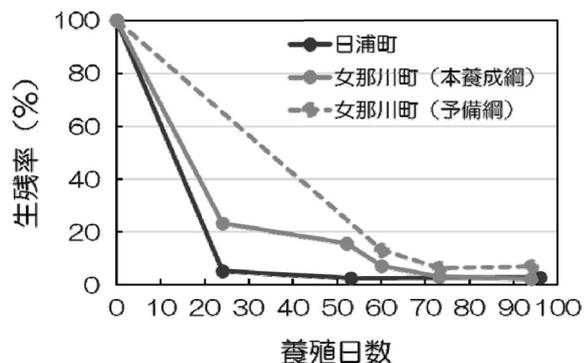


図30 日浦町沖と女那川町沖の養殖種苗の生残率の推移。



図31 日浦町沖と女那川町沖の水温と塩分の推移。

表2 日浦町沖と女那川町沖の時期別の平均水温。

		日浦町	女那川町
11月	上旬	17.0	-
	中旬	15.0	14.7
	下旬	14.0	13.8
12月	上旬	13.1	13.0
	中旬	11.1	11.1
	下旬	10.1	9.4
1月	上旬	8.4	7.9
	中旬	6.9	6.4

参考文献

- Andersen RA. 2005. Algal culturing techniques. Academic press.
- 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.
- 前田高志. 2018. マコンプ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. 水産研究助成事業報告(平成29年度), 北水協会:29-40.
- 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).
- 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.
- Pritchard JK, Stephens M, Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multi locus genotype data. Genetics 155:945-959.

## Ⅱ そ の 他



## Ⅱ そ の 他

### 1. 技術の普及指導

指導事項	指導月	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	4月	電話	国	1	スケトウダラ沿岸漁業の漁獲情報収集方法について	武藤
技術相談	4月	電話・メール	研究機関	1	外注した遺伝解析結果の解釈など	酒井
技術相談	4月	メール	漁業関係者	1	ボイルホタテ製品精巢の緑変について	金森
技術相談	4月	電話	一般企業	1	LED照射下のコンブの生長について	前田
技術指導	4月	場内	指導所	2	Chl-a測定指導	金森・夏池
技術指導	4月	現地	漁業関係者	4	エゾバフンウニ種苗生産技術指導	酒井
技術指導	4月	現地	漁業関係者	20	マナマコ放流追跡調査結果について	酒井
技術指導	4月	現地	漁業関係者	4	エゾバフンウニ種苗生産技術指導	酒井
技術相談	5月	電話	マスコミ関係	1	コンブと環境について	前田
技術相談	5月	電話	漁業関係者	1	培養液の保存期間について	前田
技術相談	5月	メール	研究機関	1	ナマコ幼生斃死対策について	酒井
技術指導	5月	現地	漁業関係者	4	エゾバフンウニ種苗生産技術指導	酒井
技術相談	6月	函館市	マスコミ関係	3	北海道のコンブの減産と環境変化について	前田
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	スルメイカ漁の見通しについて	渡野邊
技術相談	6月	メール	研究機関	1	ナマコ飼育方法について	酒井
技術相談	6月	函館市	漁業関係者	1	ガゴメの種苗生産について	前田
技術相談	6月	函館市	水産関係企業	1	東戸井地区の養殖コンブの付着生物について	前田
技術相談	6月	メール	指導所	1	松前町沖の養殖コンブの白色化について	前田
技術相談	6月	メール	指導所	1	甲殻類の消化管内に見られた骨片	酒井
技術相談	6月	メール	指導所	1	卵巣卵からの採卵	酒井
技術相談	6月	メール	指導所	5	福島吉岡漁協でのウルベラ培養やウニ育成について	酒井
技術相談	6月	メール	指導所	1	ナマコ育成時の餌料について	酒井
技術指導 (講師派遣)	6月	八雲町	漁業関係者	20	ホタテガイのへい死について	金森・西田
技術指導	6月	現地	漁業関係者	4	エゾバフンウニ種苗生産技術指導	酒井
技術指導	6月	現地	漁業関係者	4	エゾバフンウニ種苗生産技術指導	酒井
技術指導	6月	場内	指導所	2	Chl-a測定指導	金森・夏池
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	6月の函館におけるスルメイカ漁獲量について	有馬
技術相談	7月	函館市	マスコミ関係	1	6月の函館におけるスルメイカ漁獲量について	有馬
技術相談	7月	電話	研究機関	1	三年目マコンブからの採苗について	前田
技術相談	7月	電話	漁業関係者	1	養殖コンブを母藻として使用できるかについて	前田
技術相談	7月	函館市	食品加工業	2	海外の海藻製品について	前田
技術相談	7月	電話	食品加工業	1	マコンブのクロロフィルα含量について	北川
技術相談	7月	電話	食品加工業	1	活け締めホッケにおける筋肉のこわばりについて	北川
技術相談	7月	函館市	マスコミ関係	3	スルメイカの漁獲状況と今後の予測について	有馬
技術相談	7月	メール	教育機関	1	Alexandrium属の培養やシスト発芽について	夏池
技術相談	7月	メール	教育機関	1	珪藻単離培養の無菌化について	夏池

指導事項	指導月	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	7月	電話	漁業関係者	1	養殖コンブを母藻として使用できるかについて	前田
技術相談	7月	函館市	指導所	1	養殖コンブの種苗生産について	前田
技術相談	7月	メール	指導所	1	静内沖プランクトンの優占種について	夏池
技術指導 (講師派遣)	7月	長万部町	漁業関係者	20	ホタテガイへい死に関する調査研究について	金森
技術指導 (講師派遣)	7月	函館市	漁業関係者・指導所・地方自治体	30	ホタテガイへい死に関する調査研究について	金森
技術指導 (講師派遣)	7月	森町	漁業関係者	20	ホタテガイのへい死について・麻痺性貝毒プランクトンの発生状況について	金森・西田・夏池
技術指導 (講師派遣)	7月	八雲町	漁業関係者	30	ホタテガイのへい死について・麻痺性貝毒プランクトンの発生状況について	金森・西田・夏池
技術指導	7月	現地	漁業関係者	4	マナマコ種苗生産技術指導	酒井
技術指導	7月	現地	指導所・漁業関係者	5	エゾバフンウニ種苗生産技術指導	酒井
技術指導	7月	現地	漁業関係者	30	マナマコ種苗生産技術指導	酒井
技術相談	8月	函館市	漁業関係者	1	養殖コンブを母藻として使用できるかについて	前田
技術相談	8月	電話	漁業関係者	1	コンブの状況について	前田
技術相談	8月	メール	指導所	1	ウニの餌となるコンブについて	前田
技術相談	8月	電話	指導所	1	コンブの種苗生産について	前田
技術相談	8月	函館市	教育機関	2	ヨコエビ類のサンプル提供について	前田
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋スルメイカ漁獲調査結果について	有馬
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋スルメイカ漁獲調査結果について	有馬
技術相談	8月	函館市	マスコミ関係	1	道南太平洋スルメイカ漁獲調査結果について	有馬
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋スルメイカ漁獲調査結果について	有馬
技術相談	8月	電話	食品加工業	1	青森県産のアラメについて	前田
技術相談	8月	函館市	北海道	3	檜山管内でのナマコ産卵期について	酒井
技術指導 (講師派遣)	8月	森町	漁業関係者	30	ホタテガイへい死について・麻痺性貝毒プランクトンの発生状況について	金森・西田・夏池
技術指導	8月	場内	指導所	2	Chl-a測定指導	金森・夏池
技術指導	8月	現地	漁業関係者	4	マナマコ種苗生産技術指導	酒井
技術指導	8月	現地	漁業関係者	20	マナマコ採苗指導	酒井
技術指導	8月	現地	漁業関係者	20	マナマコ放流指導	酒井
技術指導	8月	現地	漁業関係者	4	マナマコ種苗生産技術指導	酒井
技術相談	9月	メール	漁業関係者	1	pHの校正方法について	前田
技術相談	9月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋スルメイカ漁獲調査結果について	有馬
技術相談	9月	メール	指導所	1	ウニの餌となるコンブについて	前田
技術相談	9月	函館市	漁業関係者	1	天然コンブ表面にみられる多数の腫瘍の原因について	前田
技術相談	9月	メール	指導所	1	木古内町のヒジキ類の生育不良の原因について	前田
技術相談	9月	電話	北海道	1	H30年度に銭亀沢沖に敷設される囲礁に設置するコンブの種苗について	前田

指導事項	指導月	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	9月	函館市	漁業関係者	1	天然ガゴメの資源の増殖について	前田
技術相談	9月	メール	研究機関	1	ヨーロッパザラボヤに類似したホヤの同定について	金森
技術相談	9月	函館市	食品加工業	2	3年養殖コンブの種苗の沖出と養殖試験について	前田
技術相談	9月	函館市	指導所	1	養殖コンブの種苗生産について	前田
技術相談	9月	函館市	水産関係企業	1	養殖コンブの生長促進について	前田
技術相談	9月	メール	水産関係企業	1	三陸の養殖ホタテガイ中腸腺の赤変現象の原因生物の問い合わせ	夏池
技術相談	9月	メール	教育機関	1	珪藻無菌株の作出について	夏池
技術相談	9月	函館市	北海道	6	渡島・檜山管内のマナマコ産卵期について	酒井
技術相談	9月	メール	教育機関	1	ホヤの養殖について	酒井
技術指導 (講師派遣)	9月	洞爺湖町	漁業関係者	7	ホタテガイへい死に関する調査研究について	金森
技術指導 (講師派遣)	9月	室蘭市	漁業関係者	15	スケトウダラの資源状態と漁況予測について	武藤
技術指導 (講師派遣)	9月	室蘭市	漁業関係者	15	8月調査船調査結果とスルメイカ漁況の今後の見通し	有馬
技術審査	9月	場内	編集委員、著者	2	Sessile Organisms投稿論文の校閲	金森
技術指導	9月	現地	漁業関係者	4	マナマコ斃死対策	酒井
技術相談	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	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	マスコミ関係	1	道南太平洋海域のスルメイカの見通しについて	有馬
技術相談	10月	函館市	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	メール	教育機関	1	珪藻無菌株の培養維持について	夏池
技術相談	10月	メール	教育機関	1	珪藻無菌株の植継について	夏池
技術相談	10月	函館市	食品加工業	1	イカ加工品について	北川、有馬
技術相談	10月	電話	漁業関係者	1	浜の活力プランの申請時のヒアリング対策資料作成の協力について	前田
技術相談	10月	メール	指導所	1	知内種苗センターのコンブ種苗の状態について	前田
技術相談	10月	メール	指導所	1	マナマコ着底初期餌料量につて	酒井
技術相談	10月	メール	教育機関	1	DNA抽出方法について	酒井
技術指導	10月	現地	漁業関係者	4	エゾバフンウニ種苗生産技術指導	酒井
技術相談	11月	函館市	漁業関係者	2	アワビの籠養殖について	前田
技術相談	11月	電話	漁業関係者	1	培養液の組成について	前田
技術相談	11月	メール	指導所	1	コンブ種苗の状態について	前田
技術相談	11月	電話	漁業関係者	1	コンブ種苗水槽の水質について	前田
技術相談	11月	電話	漁業関係者	1	小安沖の囲い礁に設置する資材について	前田
技術相談	11月	電話	教育機関	1	マコンブとその変種の学名の表記、早取りコンブについて	前田
技術相談	11月	電話	マスコミ関係	1	函館近海の漁火の減少とスルメイカの不漁について	有馬
技術相談	11月	函館市	マスコミ関係	3	北海道周辺のスルメイカ漁場の状況について	有馬
技術相談	11月	メール	指導所	1	マナマコ着底初期餌料量について	酒井
技術相談	11月	メール	指導所	1	キタムラサキウニによるナマコの食害について	酒井

指導事項	指導月	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	11月	メール	指導所	1	福島でのウルベラ管理について	酒井
技術指導 (講師派遣)	11月	佐呂間町	漁業関係者・ 指導所	30	養殖ホタテガイの稚貝へい死に関わる危険因子の 検討	金森
技術相談	12月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラの今後の漁況について	武藤
技術相談	12月	電話	漁業関係者	1	エゾバフンウニの成熟について	酒井
技術相談	12月	電話	マスコミ関係	1	稚内で今年イカが獲れた要因について	有馬
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラの漁期後半の漁況について	武藤
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラの漁期後半の漁況について	武藤
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	今年のイカの不漁について	有馬
技術相談	2月	電話	マスコミ関係	1	檜山管内のイカとスケトウダラの漁獲量減少要因 について	有馬、渡野邊
技術相談	2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	2月	メール	水産関係企業	1	噴火湾ホタテガイ養殖とへい死に関する資料につ いて	夏池
技術相談	2月	函館市	マスコミ関係	1	噴火湾養殖ホタテガイのへい死原因と対策について	西田
技術相談	2月	函館市	一般企業	2	噴火湾ホタテガイ養殖の問題点について	西田
技術相談	2月	函館市	マスコミ関係	3	噴火湾養殖ホタテガイのへい死原因と対策について	西田
技術相談	2月	函館市	マスコミ関係	3	噴火湾養殖ホタテガイのへい死原因と対策について	西田
技術相談	2月	電話	マスコミ関係	1	噴火湾トヤマエビの資源状況と今後の見通しにつ いて	有馬
技術相談	2月	メール	水産関係企業	1	麻痺性毒化時のホタテガイ外套膜(ヒモ)と貝柱 の毒の有無について	夏池
技術指導 (講師派遣)	2月	函館市	漁業関係者・ 指導所	30	噴火湾におけるトヤマエビの資源状況について	有馬

## 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
平成30年度イカ資源評価と予測に関する講演会	函館市	平成30年5月30日	220	講演「道南海域におけるスルメイカの漁況と2018年度北上期調査結果」(三橋)	函館市
ホタテ稚貝情報報告会	八雲町	平成30年6月18日	20	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究について」(金森) 講演「ホタテ稚貝のへい死を低減させる管理手法の開発」(西田)	八雲町漁協
ほたて養殖研究会	長万部町	平成30年7月20日	20	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究について」(金森)	長万部漁協
噴火湾ほたて生産振興協会調査研究報告会	函館市	平成30年7月24日	30	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究について」(金森)	噴火湾ほたて生産振興協会
森漁協ほたて養殖部会研修会	森町	平成30年7月30日	20	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究について」(金森) 講演「ホタテ稚貝のへい死を低減させる管理手法の開発」(西田) 講演「麻痺性貝毒プランクトンの発生状況について」(夏池)	森漁協
噴火湾養殖ほたて貝のへい死に係る意見交換会	八雲町	平成30年7月31日	30	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究について」(金森) 講演「ホタテ稚貝のへい死を低減させる管理手法の開発」(西田) 講演「麻痺性貝毒プランクトンの発生状況について」(夏池)	落部漁協
平成30年度水産研究本部成果発表会	第2水産ビル	平成30年8月7日	311	講演「最も安く、漁業者みずから作れるナマコ種苗の放流効果は？」(酒井) 講演「道南養殖コンブの生産増大を目指して」(前田)	水産研究本部
道総研水産試験場の噴火湾ホタテガイ調査報告会	洞爺湖町	平成30年8月22日	30	講演「稚貝へい死年に共通する夏季の気象・海洋環境について」(金森)	栽培水試
砂原漁協ホタテ部会意見交換会	森町	平成30年8月29日	30	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究について」(金森) 講演「ホタテ稚貝のへい死を低減させる管理手法の開発」(西田) 講演「麻痺性貝毒プランクトンの発生状況について」(夏池)	砂原漁協
第48回北洋研究シンポジウム	函館市	平成30年8月31日	100	講演「定置網における暖水系魚類の漁獲状況」(藤岡)	水産海洋学会
平成30年度ホタテ情報交換会	札幌市	平成30年9月3日	100	噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験委託研究経過及び結果報告(金森) 噴火湾養殖ホタテガイ稚貝へい死リスク評価調査研究経過及び結果報告(西田)	北海道ほたて漁業振興協会
平成30年度青函水産試験研究交流会	青森市	平成30年9月12日	80	講演「養殖ホタテガイの稚貝へい死に関わる危険因子の検討」(金森) 講演「北海道で取り組んでいるマナコ人工種苗放流による資源添加効果について」(酒井)	青森県水総研・函館水試
平成30年度北海道ほたて漁業振興協会室蘭支部研修会及び役員会	洞爺湖町	平成30年9月26日	6	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究について」(金森)	北海道ほたて漁業振興協会室蘭支部
ナマコ種苗生産研究会	名古屋市	平成30年10月23日	25	講演「北海道でのマナコ栽培漁業の現状」(酒井)	増養殖研究所

会議名等	開催地	開催日	人数	内 容	備考
いぶり噴火湾漁協青年部勉強会	洞爺湖町	平成30年11月16日	30	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究について」(金森)	いぶり噴火湾漁協青年部
サロマ湖養殖組合増養殖勉強会	佐呂間町	平成30年11月19日	30	講演「養殖ホタテガイの稚貝へい死に関わる危険因子の検討」(金森)	サロマ湖養殖組合
函館市南茅部沿岸漁業大学	南茅部町	平成30年11月22日	50	講演「ナマコ・海鼠・海參」(酒井)	函館市南茅部沿岸漁業大学
斃死等海況報告会	函館市	平成30年11月28日	55	講演「ホタテガイへい死に関する調査研究についてー今年の夏の気象・海洋環境ー」(金森)	噴火湾ホタテ生産振興協議会
函館水産試験場開設90年記念報告会	函館市	平成31年2月9日	106	講演「イカの資源・生態調査に関する研究報告」(有馬) 講演「道南養殖コンブの生産増大を目指して」(前田) 講演「最も安く、漁業者自ら作れるナマコ種苗の放流効果は？」(酒井) 講演「スケトウダラはなぜ減ったのか？」(渡野邊)	函館水試
平成30年度函館水産試験場研究成果報告会	奥尻町	平成31年2月13日		講演「マナマコの栽培漁業あれこれ」(酒井) 講演「日本海スルメイカの今年の漁況と資源状況について」(有馬) 講演「タコの生態について」(三橋)	奥尻町
平成30年度函館市水産産学連携交流会	函館市	平成31年2月27日		講演「新しい養殖技術の実用化を目指して〜ガゴメのはなし〜」(前田)	函館市

### 3. 研修・視察来場者の記録

区 分	人数	来場年月日	摘 要	
道外	22	平成30年5月8日	岩手県	岩手県久慈東高等学校
管内	84	平成30年7月12日		函館水産高等学校
管内	914	平成30年7月22日		一般公開（金星丸等）
管内	3	平成30年8月7日		函館水産高等学校
道外	20	平成30年10月16日	京都府	京都府立海洋高等学校
道内	43	平成30年10月19日		北海道漁業研修所研修生
計	1086			

## 4. 所属研究員の発表論文等一覧

Stock enhancement of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* by release of the post-settled juveniles in Hokkaido, Japan. **Sakai, Y.** (函館水試). 16th International Echinoderm Conference (2018.5)

*Francisella haliotidica*, identified as the most probable cause of adductor muscle lesions in Yesso scallops *Patinopecten yessoensis* cultured in southern Hokkaido, Japan. Kawahara, M. (東大院農), **Kanamori, M.** (函館水試), Meyer, G. R. (カナダ水産海洋省), Yoshinaga, T. and Itoh, N., (東大院農), 魚病研究, 53, 78-85 (2018.6)

江良漁港畜養施設内におけるアサリ垂下養殖試験. 丸山修治, 梶原瑠美子 (寒地土研), 大橋正臣 (東海大学), 伊藤敏朗 (寒地土研), **金森誠** (函館水試), 清水洋平 (中央水試), 門谷茂 (北海道大学). 第43回海洋開発シンポジウム (2018.7)

海洋環境の変動と資源への影響. 西田芳則, 前田高志, **渡野邊雅道** (函館水試). 北日本漁業, 46, 69-71 (2018.8)

コンブ漁業の現象と課題. 前田高志 (函館水試). 北日本漁業, 46, 73-74 (2018.8)

ホタテガイ養殖業の現状と課題. **金森誠** (函館水試). 北日本漁業, 46, 76-78 (2018.8)

ガゴメの促成養殖を試みました. 前田高志, 北川雅彦 (函館水試). 試験研究は今, 864 (2018.8)

江良漁港畜養施設内におけるアサリ垂下養殖試験. 丸山修治 (寒地土研), 梶原瑠美子 (寒地土研), 大橋正臣 (東海大学), 伊藤敏朗 (寒地土研), **金森誠** (函館水試), 清水洋平 (中央水試), 門谷茂 (北海道大学), 土木学会論文集B3, 74, 384-343 (2018.9)

Anatomical distribution of diarrhetic shellfish toxins (DSTs) in the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis*, and individual variability in scallops and mussels *Mytilus edulis*. Statistical considerations. Matsushima, R., Uchida, H., Watanabe, R., Oikawa, H. (中央水研), Oogida, I., Kosaka, Y. (青森水総研), **Kanamori, M.** (函館水試), Akamine, T., Suzuki, T. (中央水研). Toxins, 10, online (2018.9)

噴火湾における養殖ホタテガイとヨーロッパザラボヤの食性解析. 夏目拓希, 向田知樹 (北大院・環境), 工藤勲 (北大院・水産/環境), **金森誠**, **吉田秀嗣** (函館水試). 日本プランクトン学会・日本ベントス学会 (2018.9)

バイオテレメトリーを用いたナマコ行動特性調査 I. **酒井勇一** (函館水試). 平成30年度日本水産学会秋季大会 (2018.9)

The effects of water depths and geographical distances on toxicity variability of paralytic shellfish toxins accumulated in bivalves. Watanabe, R. (中央水研), **Kanamori, M.**, **Yoshida, H.** (函館水試), Okumura, Y. (東北水研), Uchida, H., Matsushima, R., Oikawa, H., Suzuki, T. (中央水研). ICHA2018 (2018.10)

森は海の恋人か：鉄. 藤井学 (東工大), **夏池真史** (函館水試), 伊藤紘晃 (熊本大), 吉村千洋 (東工大). 「里海管理論 きれいで豊かで賑わいのある持続的な海 (柳哲雄 編著)」, 40-52 (2019.3)

プランクトン群集における共生・寄生 —宿主個体群動態にインパクトを与える重要な一要因—. **夏池真史** (函館水試). 日本プランクトン学会, (2019.3)

道南日本海で卓越する日周潮流について. **西田芳則** (函館水試). 北水試だより, 98, 15-17 (2019.3)

2018年の函館湾における有害ラフィド藻 *Heterosigma akashiwo* の季節変動および赤潮発生状況について. **夏池真史**, **金森誠** (函館水試), 嶋田宏 (中央水試). 北水試研報, 95, 11-17 (2019.3)

北海道檜山海域における産卵前期のスケトウダラ分布の経年変化. **渡野邊雅道** (函館水試), 本間隆之 (釧路水試), **武藤卓志** (函館水試). 北水試研報, 95, 69-77 (2019.3)

## 平成30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

---

