

平成28年度

道総研函館水産試験場
事業報告書

北海道立総合研究機構
水産研究本部函館水産試験場

目 次

函館水産試験場概要

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

調査および試験研究の概要

I 調査研究部所管事業

1. 日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究（重点研究）	5
2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）	7
2. 1 イカ類	7
2. 2. 1 スケトウダラ（道西日本海檜山海域）	12
2. 2. 2 スケトウダラ（道南太平洋）	18
2. 3 ホッケ	25
2. 4 イワシ・サバ類	30
2. 5 養殖ホタテガイの成長モニタリング調査	33
2. 6 噴火湾環境調査	36
3. 海洋環境調査研究（経常研究）	
3. 1 定期海洋観測	38
4. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）	
4. 1 マナマコ	40
5. マナマコ資源増大調査研究Ⅱ. DNA標識技術を利用した放流追跡調査（経常研究）	43
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	48
7. 養殖コンブ生産安定化試験（経常研究）	54
8. 資源評価調査事業（公募型研究）	58
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）	59
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	60
10. 2 スケトウダラ太平洋系群	63
11. 貝毒リスク管理措置の見直しに向けた研究（公募型研究）	67
12. 道東海域の雑海藻を原料とした水産無脊椎動物用餌料の開発と利用（公募型研究）	70
13. DNAマーカーを利用したマコンブの親子鑑定技術の開発とスポアバック効果の検証（公募型研究）	71
14. 輸出重要種資源増大等実証委託事業（公募型研究）	
14. 1 マナマコ	76
14. 2 ホタテガイ	78

15. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）	
15. 1 資源・生態調査	
15. 1. 1 エビ類（トヤマエビ）	79
15. 1. 2 アカガレイ	89
15. 2 資源管理手法開発試験調査	
15. 2. 1 ホッケ	97
16. 有害生物出現調査並びに有害生物出現情報収集・解析及び情報提供委託事業 （大型クラゲ出現調査及び情報提供事業）（受託研究）	99
17. 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）	
17. 1 採苗良否の要因解明	100
17. 2 ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響解明	103
18. 噴火湾養殖ホタテガイ稚貝へい死リスク評価調査研究（受託研究）	108
19. 対EU輸出向けホタテガイに係るプランクトン検査委託業務（受託研究）	111
20. 養殖コンブ種苗生産工程基礎研究（採苗技術改良試験）（受託研究）	113
II その他	
1. 技術の普及指導	127
2. 試験研究成果普及・広報活動	132
3. 研修・視察来場者の記録	133
4. 所属研究員の発表論文等一覧	134

函館水産試験場概要

1. 所在地

(平成29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28年3月31日現在)

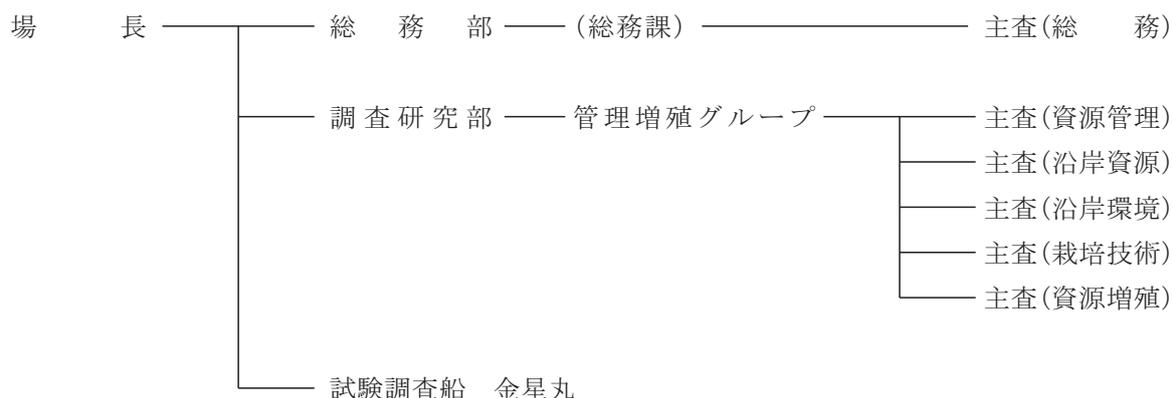
研究室	共用実験施設	海洋調査関連施設
通年使用施設 4 面積 252.0 m ²	通年使用施設 10 面積 135.1 m ² 各月使用施設 4 面積 136.8 m ²	通年使用施設 2 面積 187.3 m ²

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

3. 試験調査船

船名	トン数	馬力	船質	進水年月	主要設備
金星丸	151 t	1,300 ps	鋼船	H13. 1	甲板機械装置：バウスラスタ、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28年3月31日現在)

	総務部	調査研究部	金星丸	計
研究職		10		10
事務職	5			5
海事職			14	14
合計	5	10	14	29

6. 経費

(平成28年3月31日現在)

区分	金額	備考
人件費	227,312千円	
管理費	71,648千円	
業務費	98,420千円	研究費, 研究用施設・機械等含む
合計	397,380千円	

7. 職員名簿

(平成29年3月31日現在)

場 長 寺 井 稔

総 務 部

部 長 飯 田 哲 也

総 務 課

総務課長(兼) 飯 田 哲 也

主 査(総 務) 河 野 隆 一

主 査(調 整) 榊 原 滋

主 任 高 橋 美 智 子

調 査 研 究 部

部 長 三 橋 正 基

管 理 増 殖 グ ル ー プ

研 究 主 幹 西 田 芳 則

主 査(資 源 管 理) 武 藤 卓 志

主 査(沿 岸 資 源) 藤 岡 崇

研 究 主 査 澤 村 正 幸

主 査(沿 岸 環 境) 渡 野 邊 雅 道

主 査(栽 培 技 術) 吉 田 秀 嗣

研 究 主 任 金 森 誠

主 査(資 源 増 殖) 酒 井 勇 一

研 究 職 員 前 田 高 志

金 星 丸

船 長 葛 西 利 彦

機 関 長 大 嶋 康 裕

通 信 長 伊 藤 章 浩

航 海 長 若 林 幸 夫

一 等 航 海 士 青 山 登

二 等 航 海 士 浅 野 文 一

三 等 航 海 士 本 多 暁

一 等 機 関 士 長 谷 川 栄 治

二 等 機 関 士 宮 崎 正 人

三 等 機 関 士 川 井 靖 志

工 作 長 関 川 達 也

航 海 主 任 中 村 勝 己

司 厨 長 成 田 徹

船 員 島 崎 利 春

調査および試験研究の概要

I 調查研究部所管事業

I 調査研究部所管事業

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

担当者 調査研究部 金森 誠

共同研究機関 栽培水産試験場，中央水産試験場，
地質研究所，工業試験場

協力機関 上ノ国町，檜山地区水産技術普及指導所ほか

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

2016年6月から試験用養殖筏において、アサリの垂下養殖試験を開始した。試験海域の深度は約3m、養殖筏のサイズは6m×6mの鋼製である。試験1年目となる2016年はアサリの初期サイズおよび初期密度がその後の成長、生残に与える影響を検証することを課題として試験に取り組んだ。

アサリの養殖資材は、丸籠（目合1分、直径60cm×高さ10cm）と基質（砂利+軽石、混合比率1：1）を用いた。籠には基質10リットルとアサリ100個体を入れた。初期サイズと初期密度の設定は表1のとおりである。籠の垂下深度は深度1.5mとした。各試験区とも3籠で試験を行った。なお、籠は多段式とはせず、1本のロープに1籠を結束し、垂下した。調査は9月、11月、翌3月に実施し、各籠から30個体を無作為に抽

表1 アサリ養殖試験概要

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

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

出し、殻長の測定および生貝数の計数を行った。毎回、測定後に籠を交換し、基質はそのまま再利用し、測定を終えたアサリを入れて、再び垂下した。筏の中で各試験区の籠を垂下する位置は予め決めず、毎回、調査が終わった後、無作為に垂下した。

(3) 得られた結果

ア) 成長

2016年6月に垂下したアサリは夏季（6～9月）によく成長した（図1）。成長は秋季（9～12月）に鈍化し、冬季（12～翌3月）は成長が停滞した。同じ密度の場合、初期サイズが大きい方が3月のサイズも大きかった。しかし、初期サイズの差は時間の経過とともに縮小する傾向が見られ、試験開始時の20mmと6mm種苗のサイズ差は14mmであったのに対して、3月の20mmと6mm種苗のサイズ差は、2.4～5.4mmであった。試験に用いたアサリの成熟状況を組織学的手法で評価したところ、推定成熟率は20mm種苗73%、15mm種苗40%、10mm種苗14%、6mm種苗5%であった。道南海域のアサリの繁殖期は夏季であり、大型種苗ほど成熟

個体の比率が高く、繁殖にエネルギーを消費するため、相対的に小型種苗の方が良く成長し、初期サイズの差が縮小した可能性がある。同じ初期サイズの場合、密度の低い方が成長は良く、50個/籠の20mmおよび15mm種苗は11月に、100個/籠の20mmおよび15mm種苗は3月に道南海域（函館湾）の出荷サイズ（殻長32mm）に達していた。いずれの初期サイズでも200個/籠では、平均殻長は3月までに出荷サイズに達しなかった。

イ) 生残

養殖アサリの生残は初期サイズの影響を強く受けて

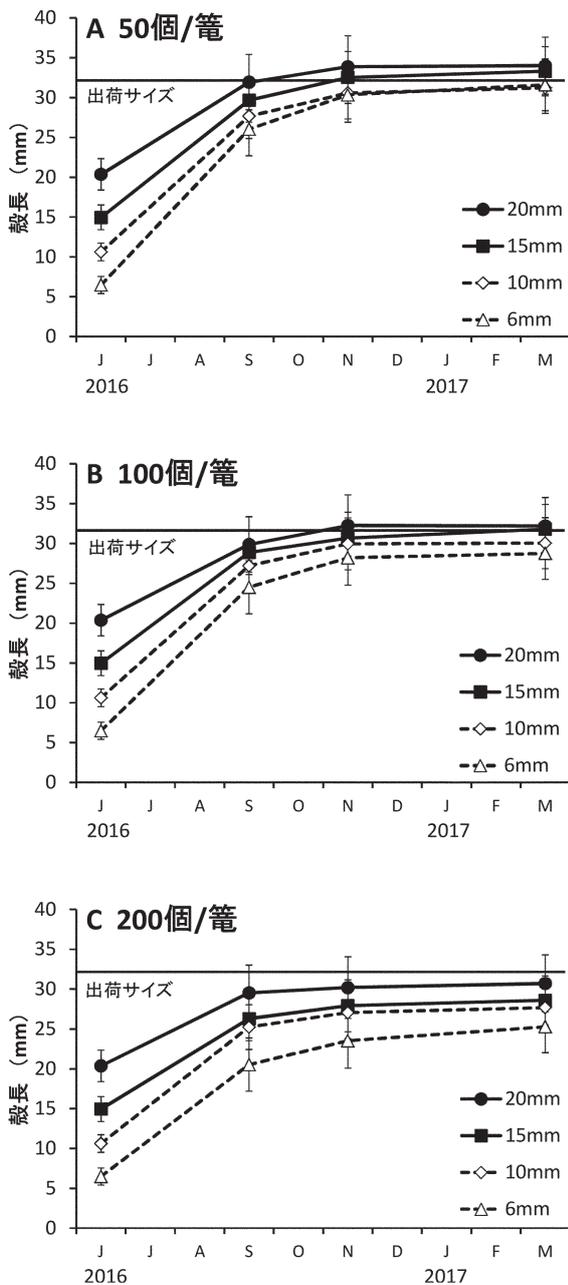


図1 養殖アサリの成長。A: 初期密度 50 個/籠, B: 初期密度 100 個/籠, C: 初期密度 200 個/籠。縦棒は標準偏差を示す。

いた（図2）。密度に関わらず、20mmおよび15mm種苗では、生残率が96～99%であったのに対して、10mm種苗では91～93%、6mm種苗では82～85%と生残率は徐々に低下した。生残率の低下は主に6～9月に見られ、養殖開始後、早い時期で減耗していた。初期サイズが小さい種苗ほど、養殖開始時の人為的なストレスに弱い可能性がある。ただし、6mm種苗でも8割以上の生残であり、基本的に養殖アサリの生残は良好と考えられた。

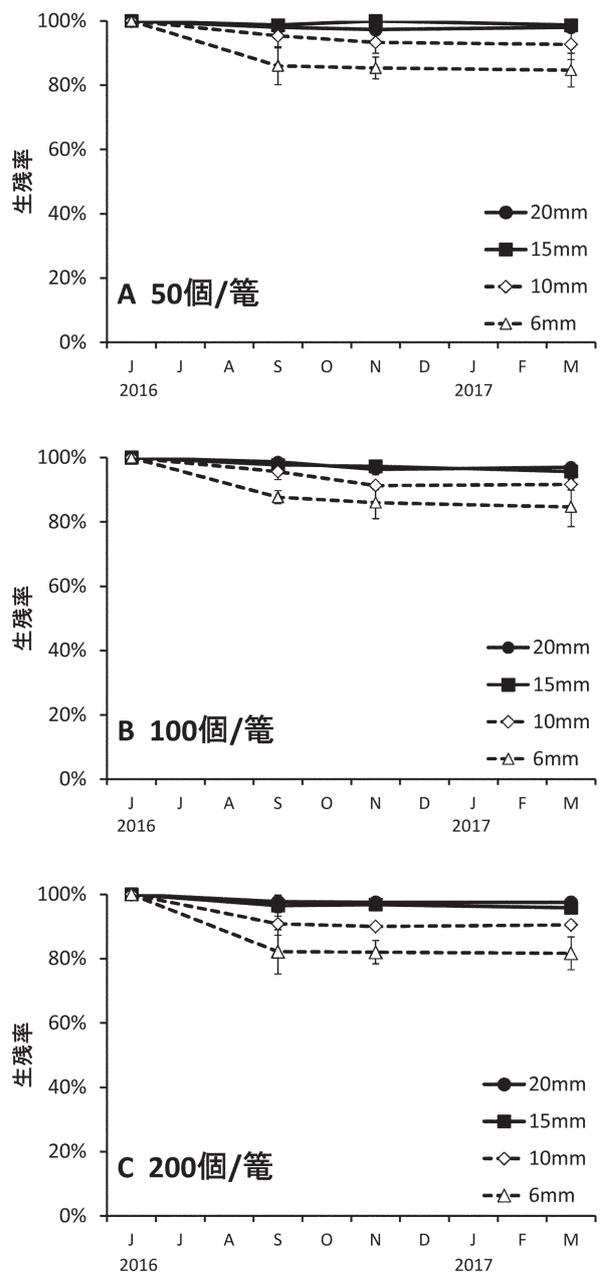


図2 養殖アサリの生残。A: 初期密度 50 個/籠, B: 初期密度 100 個/籠, C: 初期密度 200 個/籠。縦棒は標準偏差を示す。

2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究費）

2. 1 イカ類

担当者 調査研究部 澤村 正幸

(1) 目的

北海道の重要魚種であるスルメイカについて、北海道日本海及び道南太平洋海域における分布様式、年齢、成長、成熟等の基礎的生態の解明や、生物・資源特性値の実態を継続的に解析し、精度の高い資源評価を目指す。また、それらの結果を資源管理対策を検討する際の基礎データとして用いるほか、漁業者との諸会議や研究会議等で報告、広報することにより、計画的な漁業経営に寄与する。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

北海道日本海及び道南太平洋海域のスルメイカ漁況について把握するため、北海道水産現勢及び水試速報値、渡島・檜山振興局集計のスルメイカ漁獲量月報を用いて漁獲統計調査を行った。

函館港及び松前港水揚げの近海釣りイカについては、函館魚市場株式会社及び松前さくら漁業協同組合松前市場において2016年6月～2017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隻当たり漁獲量）を算出した。このほか北海道日本海の6港（江差、

大成、奥尻、余市、留萌、稚内）についても、漁業協同組合提供の漁獲統計資料を用いて月別の出漁隻数と漁獲量を求め、CPUE（1日1隻あたり漁獲量）を算出した。得られた代表港7港の月別CPUEを一般化線型モデル（GLM）により標準化し、各年の来遊水準の指標とした。

イ 調査船調査

調査船金星丸（151トン、1,300馬力）により、2016年5～11月に実施した釣獲調査の概要を表1に示した。調査船調査の調査項目は、海洋観測（CTDによる表層～600mまでの各層の水温・塩分の測定）、海象・気象の観測、自動イカ釣機による釣獲試験、採取したイカ類の生物測定である。結果については、道総研で発行している「北海道浮魚ニュース」の一部として取りまとめ、管内の漁業協同組合、市町村及び関係団体に随時配布した。

ウ 漁獲物調査

函館港に水揚げされる生鮮スルメイカの外套長組成を把握するため、6月～10月に月1回、函館魚市場株式会社において漁獲物の標本調査を行った。競り時間の前に市場に向き、漁獲量が多く銘柄が揃っている漁船から全銘柄について銘柄ごとに1函を抽出・購入

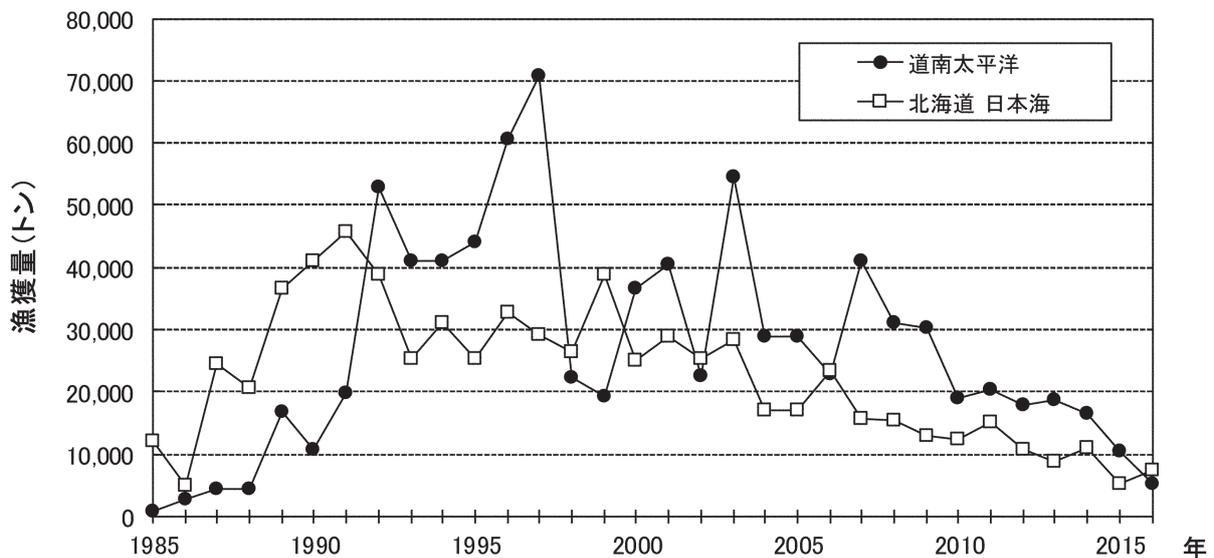


図1 道南太平洋及び北海道日本海におけるスルメイカ漁獲量（1～12月）の経年変化

して生物測定を行い、銘柄別の漁獲函数から水揚げ日のサイズ組成を算出した。11月以降は漁獲が少なく標本を入手できなかった。

(3) 得られた結果

日本海海域（渡島日本海～宗谷日本海海域）

ア 漁獲統計調査

漁獲統計が現在の形となった1985年以降の北海道日本海（渡島管内福島町～宗谷管内稚内市）のスルメイカ漁獲量は、1986年に過去最低の4,850トンにまで落ち込んだあと急速に増加し、1991年に45,659トンまで増加したのち、2000年以降増減はあるものの、減少傾向を示している（図1、表2）。地域別では道南日本海（渡島管内福島町、松前町、八雲町熊石地区及び檜山管内）の漁獲量が最も多く、1985年以降の平均では北海道日本海全体の49%を占め、次いで道央日本海（後志、石狩管内）32%、道北日本海（留萌管内及び稚内市以西の宗谷管内）19%の順となっている。2016年の漁獲量は7,386トンで2015年（5,160トン）の143%に増加したものの、1985年以降で3番目に低い値であった。

道南日本海の漁獲量は、1986年の2,281トンから増加して1996年に21,476トンとなったものの、2007年以降は10,000トンを下回り、その後さらに減少傾向が続いている。2016年の漁獲量は3,696トンで、過去最低の値であった2015年（2,209トン）の167%に増加したものの過去3番目に低い値であった。道央日本海の漁獲量は1986年の1,882トンから増加して1991年に15,947トン、1999年に16,006トンとなったあと再び減少し、2012年以降は5,000トンを下回る値で推移している。2016年の漁獲量は1,672トンで2015年（1,980トン）の84%となり、過去最低の値であった。道北日本海の漁獲量は過去最低であった1986年の687トンから急増して1990年に過去最高の13,454トンを示したが、その後増減はあるものの、減少傾向にある。過去10年は2,000トン前後からそれを下回る値で推移している。2016年の漁獲量は2,019トンで2015年（970トン）の208%に大きく増加した（表2）。

道南日本海におけるスルメイカの漁期である6月～翌年1月の漁獲状況を月別・地区別にみると、2016年度は、例年盛漁期となる漁期前半の6～9月が3,463トンで2015年度（1,586トン）の218%、漁期後半の10月～1月は228トンで2015年度（569トン）の40%となり、漁期前半に比較的好調な漁獲が続いたあと漁期後

半に漁獲が低迷する傾向がみられた（表3）。月別の漁獲量は7月（1,841トン）が最も多かった一方、1月には漁獲がみられず、2015年に続き漁期終盤の漁獲が低迷する傾向がみられた。地区別では2015年度と同様に檜山管内大成地区の漁獲量が最も多く、6月～翌年1月の漁獲量の総計は1,091トンであった（表3）。

松前港における地元小型船の6月～翌年1月の漁獲量は22.8トンで、2015年度（44.0トン）の52%、平均CPUE（1日1隻あたり漁獲量）は169.2kgで2015年度（259.1kg）の65%であった。漁獲は漁期前半（6月～9月）のみにみられ、10月以降は漁獲がなかった。月別の漁獲量は7月（11.5トン）、旬別の漁獲量は7月下旬（5.1トン）がそれぞれ最多であった（表4、5）。

北海道日本海における主要7港の近海釣スルメイカ出漁隻数は過去10年間に顕著な減少を示しており（表5）、この海域における過去10年の漁獲量の減少傾向（図1、表2）はこうした努力量の減少と関係していると考えられる。2016年の主要7港の漁獲量及び出漁隻数は、松前、奥尻を除く5港で前年を上回ったものの、稚内を除き調査開始（松前、余市、留萌、稚内で1992年。江差、大成、奥尻で2002年）以降では低い値に止まった（表5）。1992年から2009年までの北海道日本海代表7港のスルメイカ標準化CPUEの平均を100とし、140以上を高水準、60以下を低水準、その中間を中水準とすると、2016年の値は51で2015年（59）を下回り、北海道日本海への2016年の来遊水準は低水準であったと判断された（図2）。

2016年度の北海道日本海の漁況は、魚群の北上期にあたる漁期前半には不漁であった2015年を上回ったものの、魚群が南下する漁期後半には2015年をさらに下回るという経過をたどった。これは、北上期に津軽海峡を通じて日本海から太平洋に移動した個体が2015年

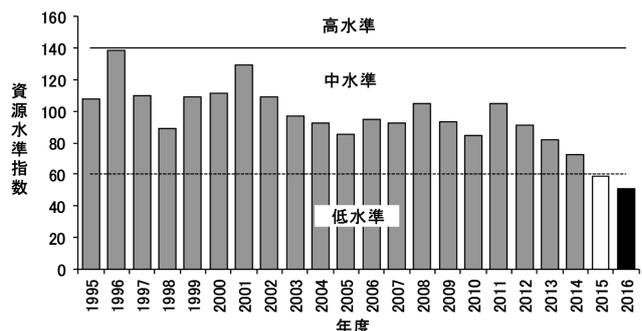


図2 代表港7港の標準化 CPUE から求めた北海道日本海へのスルメイカ来遊水準の経年変化

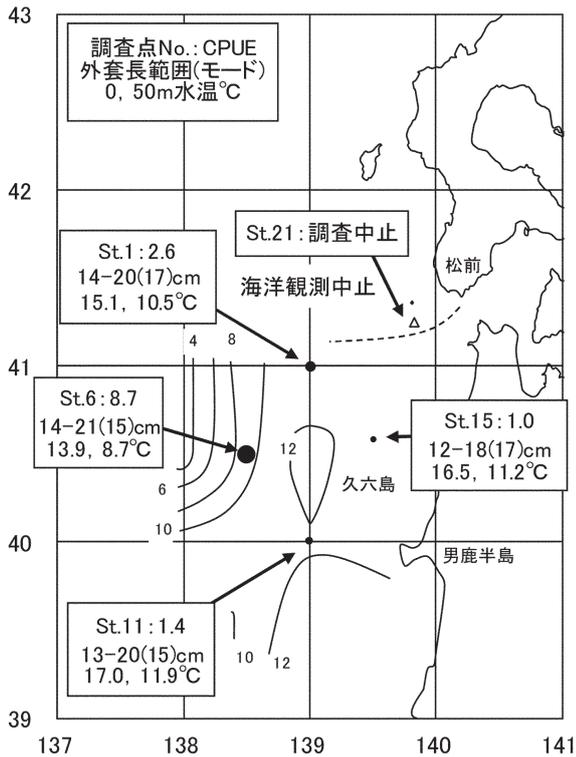


図3 2016年5月日本海スルメイカ北上期調査結果
●は漁獲調査点。円の大きさは CPUE に比例。×は漁獲なし。△は漁獲調査中止。等温線は水深 50m の水温 (°C)。以下同じ

に比べ少なく、魚群が日本海に留まったためと考えられる。ただし水産研究・教育機構による推定では、2016年の日本海スルメイカの資源量は2015年を下回ったと考えられており、漁期後半における漁獲の低迷、及び年間の来遊水準の低下はこのためと考えられる。

イ 調査船調査

道南日本海への来遊期直前に当たる5月下旬に、津軽海峡西口から秋田県男鹿半島沖までの海域で調査を実施した(図3, 図4, 図5, 表1)。最もCPUEが高かったのは青森県久六島西方沖St.6で、全体的に沖側の調査点で分布密度が高い傾向がみられた(図3)。水深50m層の水温分布では10°C以上の比較的水温の高い海域が沖合まで広がり、魚群が日本海の沖寄りを北

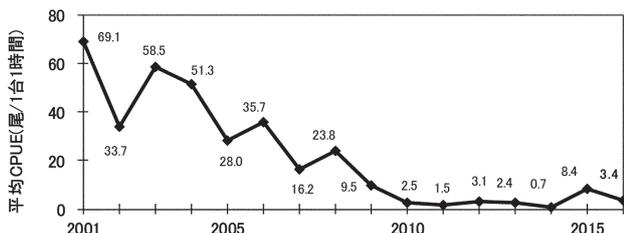


図4 5月日本海スルメイカ北上期調査での平均CPUEの経年変化

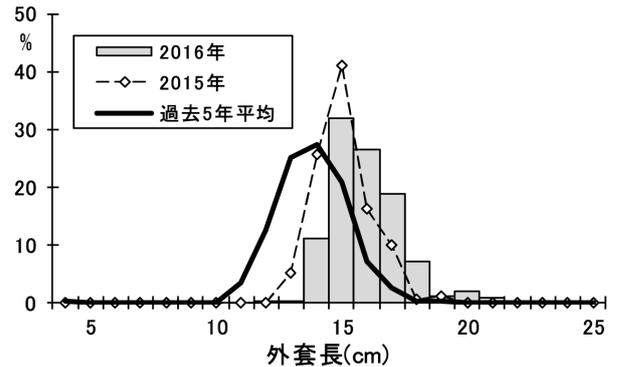


図5 2016年5月日本海スルメイカ北上期調査における漁獲物の魚体サイズ組成

上して太平洋にはあまり移動しない海況であったと考えられる。全調査点のCPUE(釣機1台1時間あたり漁獲尾数)の平均は3.4尾/台・時間で2015年(8.4尾/台・時間)を下回り、2010年以降の低い水準に止まった(図4)。全調査点の外套長の範囲は12cm~21cm(2015年6cm~17cm)、各調査点の外套長組成とCPUEから算出された海域全体の外套長のモードは15cm(2015年15cm)にあり、魚体サイズは過去5年(2011年~2015年)平均より大型であった(図5)。

5月22日に青森県久六島西方沖St.6で117尾の標識放流を行い、うち1尾が7月に積丹半島東沖で再捕された。太平洋からの再捕報告はなかった。北上期に日本海で行われた他機関の標識放流調査でもほとんどの個体が日本海側で再捕されたことから、津軽海峡を通じて日本海から太平洋へと移動した個体は少なかったと考えられる。

道南太平洋(津軽海峡~襟裳岬以西海域)

ア 漁獲統計調査

道南太平洋(松前町, 福島町, 八雲町熊石地区を除く渡島管内~日高管内, 及び青森県大畑港)のスルメイカ漁獲量は、1985年の912トンから1991年以降急増して1997年には7万トンに達した。その後1998年以降はおおむね2~4万トンで推移していたが、2010年以降では減少が続いている(図1, 表2)。2016年の漁獲量は5,120トンで2015年(10,362トン)の49%であり、28年ぶりに1万トンを下回った。

地域別に見ると、松前町, 福島町及び八雲町熊石地区を除いた渡島太平洋は2,327トンで2015年(5,413トン)の43%に大きく減少し、胆振管内は1,094トンで2015年(1,497トン)の73%、日高管内は1,392トンで2015年(1,180トン)の118%であった。青森県大畑港

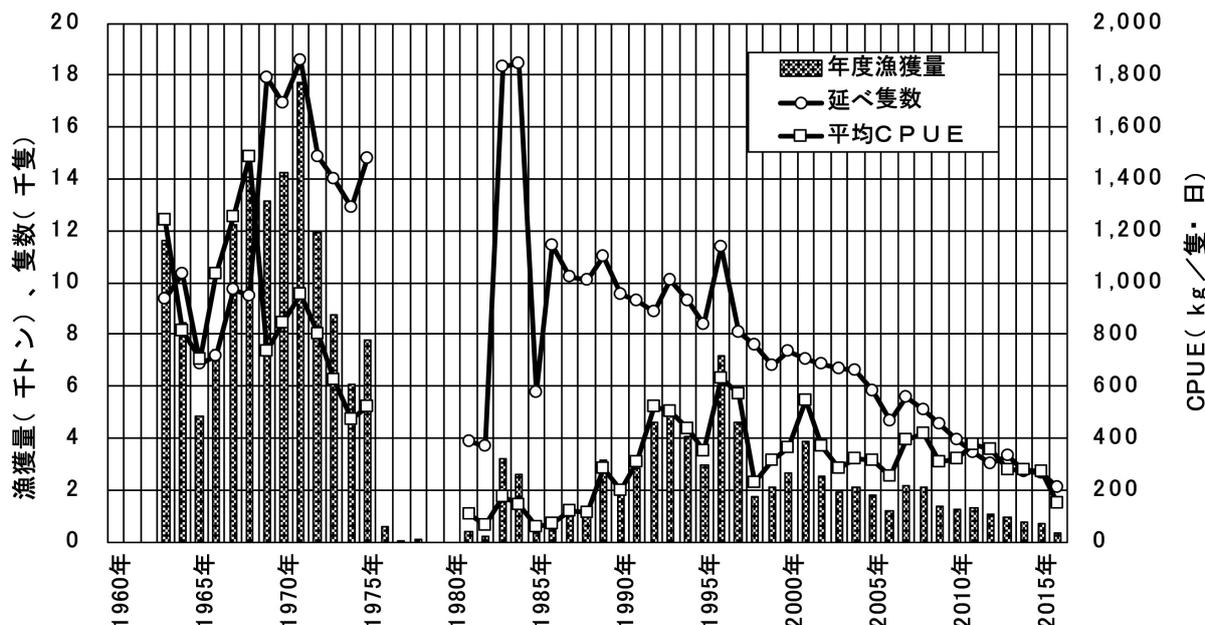


図6 函館港におけるスルメイカの漁期中（6～1月）漁獲量、平均CPUE（1日1隻あたり漁獲量kg）及び延べ出漁隻数の経年変化

は307トンで2015年（2,272トン）の13%に激減した（表2）。

2016年度渡島・檜山管内で漁獲されたスルメイカの月別・市町村別の漁獲状況（函館港水揚げの船凍イカを除く）を表3に示した。渡島太平洋海域における6～9月の漁獲量は1,300トンで2015年度（2,084トン）の62%，10月～1月の漁獲量は1,208トンで2015年度（3,948トン）の31%となり、いずれも前年から減少した。月別の漁獲量は10月（796トン）が最も多かった。6月～翌年1月の漁獲量の総計は2,503トンで2015年（6,032トン）の42%となり、市町村別では函館市（2,331トン）が最も多く、渡島太平洋海域全体の93%を占めた。

胆振管内の4月～翌年3月の月別漁獲量は、漁期前半にあたる4～9月は193トンで2015年度（71トン）の272%，漁期後半にあたる10月～翌年3月は890トンで2015年度（1,439トン）の62%であった。最も漁獲量が多かった月は2015年と同じく10月で、漁獲量（864トン）は前年同月（1,012トン）の85%であった（表6）。

日高管内の4月～翌年3月の月別漁獲量は、漁期前半にあたる4～9月は914トンで2015年度（686トン）の133%，漁期後半にあたる10月～翌年3月も478トンで2015年度（494トン）の97%であった。最も漁獲量が多かった月は前年と同じ9月で、漁獲量610トンは前年（681トン）の89%であった（表7）。

函館港における近海釣り生鮮スルメイカの年間漁獲

量（6～1月）は312トンで2015年（720トン）の43%となり、2001年以降の最低値を5年連続で更新した（図6、表8）。月別漁獲量は7月（105トン）が最も多かったが9月を除く全ての月で2015年を下回り、特に11月（4トン）と12月（2トン）はいずれも2015年同月（それぞれ138トン、34トン）の3%と7%であった。年間の平均CPUE（1隻1日当たり漁獲量）は147kg/隻・日で2015年度（270kg/隻・日）の55%，時期別のCPUEは6月～9月が165kg/隻・日で2015年度（280kg/隻・日）の59%，10月～翌年1月が68kg/隻・日で2014年度（250kg/隻・日）の27%であった。最もCPUEが高かった月は7月（215kg/隻・日）であった。

道南太平洋海域でのスルメイカ漁は、漁期開始直後には日本海から津軽海峡を通じて来遊した群が主体となり、その後本州太平洋側から来遊する北上群が漁獲対象となる漁期前半（6～9月）と、太平洋側を道東方面から津軽海峡へと向かう南下群を主な漁獲対象とする漁期後半（10月～翌年1月）に大きく分けられる。2016年度の道南太平洋の漁獲は漁期前半・後半ともに低調に推移した。特に道東方面から南下期の魚群が来遊する漁期後半の漁獲が低迷し、同時期の道東太平洋の漁獲量も前年から大きく減少した。水産研究・教育機構による推定では、太平洋を中心に北上する冬生まれ群の資源量は2015年、2016年と2年連続して大きく減少したと考えられており、道南太平洋海域の漁獲の低迷は、主に冬季発生系群の資源量が減少したことによるものと考えられる。

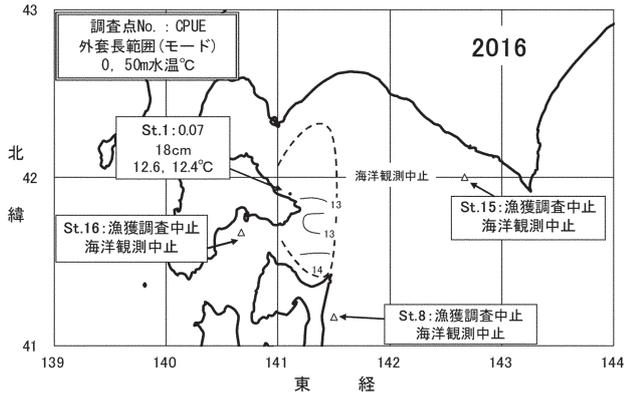


図7 2016年度11月道南太平洋スルメイカ調査結果

イ 調査船調査

道南太平洋への南下群の来遊期にあたる11月上旬に襟裳以西の道南太平洋海域で調査船調査を実施した。漁獲調査を実施した木直沖St.1で1尾のみの漁獲があり、CPUE(釣機1台1時間あたり漁獲尾数)は0.07尾/台・時間であった。(図7, 表1)。外套長のサイズは18cmであった。

ウ 漁獲物調査

函館港での近海釣りイカの月別体長組成は、7月及び10月に過去5年平均より小型であった。このうち7月については、日本海の北上群の回遊経路が例年より沖寄りであったため、津軽海峡を通じて日本海から太

平洋に移動した発生時期の早い大型個体の比率が例年より低かったためではないかと考えられる(図8)。

(4) 今後の研究課題

水産研究・教育機構による資源量推定では、日本近海のスルメイカは、日本海側を中心に分布する秋季発生系群、太平洋を中心に分布する冬季発生系群のいずれも2015年以降資源の減少が起きており、特に冬季発生系群の減少が著しいと考えられている。これは長期的な魚種交替の一環である可能性があり、引き続き資源動向の解明を進めるとともに、今後の課題として、資源の減少がスルメイカの回遊及び生態に与える影響についても明らかにしていく必要がある。

また、2015年度から、北海道大学との共同研究として、食物連鎖を通じて魚体に蓄積される植物プランクトン由来の有機化合物「マイコスポリン」についての研究を実施している。2016年の結果からは、マイコスポリンはスルメイカの眼及び墨汁嚢に蓄積されること、日本海側から得られたスルメイカではマイコスポリンの組成が魚群の移動と一致した変化をみせたことが示唆されており、今後、マイコスポリンの分析によってスルメイカの系群の判別及び回遊経路の推定を行うことが可能か研究を進めていく予定である。

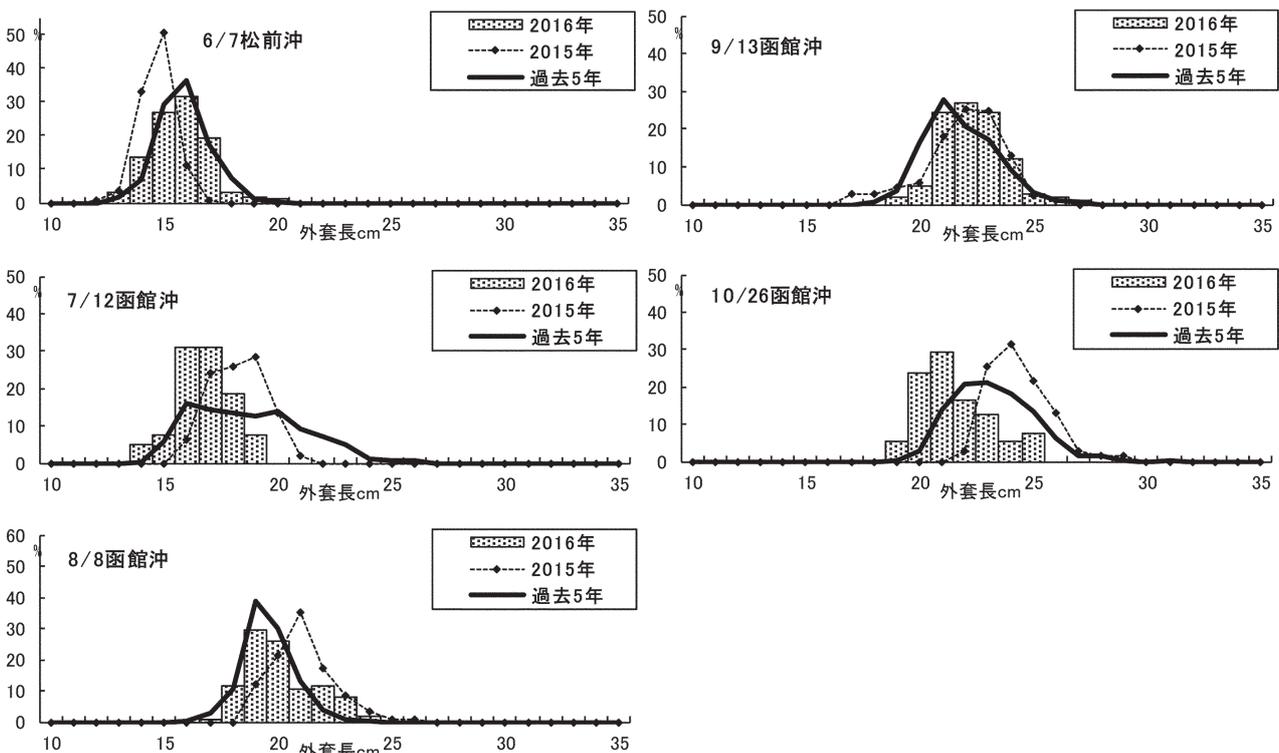


図8 2016年度函館港における買取調査から算出したスルメイカ体長組成の月別変化。11月～1月はデータなし

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
 協力機関 檜山振興局水産課
 檜山地区水産技術普及指導所

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

ア 陸上調査

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

松前町と福島町の漁獲量は、漁業生産高報告（2015、2016年度は水試集計速報値）から集計した。また、生物測定は漁獲量が少なかったため実施しなかった。

イ 海上調査

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

ウ 成果の広報

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

(3) 得られた結果

ア 陸上調査

(ア) 2016年度漁期の漁業の概要

a 漁獲量と漁獲金額

1981年度以降の檜山海域におけるスケトウダラ漁獲量は、年により増減はあるものの、1993年度（17,770トン）をピークに減少傾向となっている（図1）。2016年度の檜山管内漁獲量は1981年度以降では最低の398トン（暫定値）で、前年度（611トン）の65%であった（表1）。漁獲金額は、檜山管内全体で0.9億円（暫定値）で、前年度（1.5億円）の64%であった（表1）。

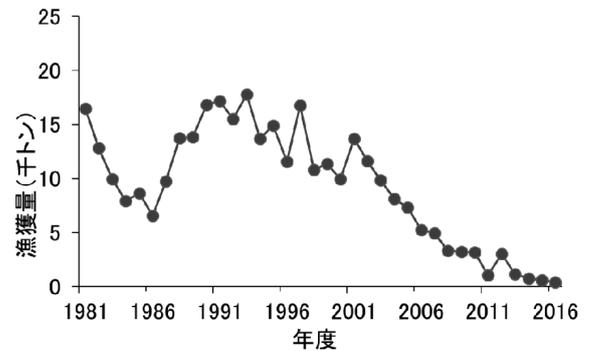


図1 檜山海域におけるスケトウダラ漁獲量の経年変化

表1 スケトウダラの地区別漁獲量と金額

	2015年度漁期計		2016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	13	1	89	668	662
熊石	70	14,370	60	13,087	86	91
乙部	536	131,482	334	80,060	62	61
江差	5	1,117	3	712	56	64
上ノ国	0	12	0	38	487	327
奥尻	0	0	0	12	-	-
合計	611	146,994	398	93,999	65	64
松前	1	38	4	175	574	460
福島	0	0	0	0	-	-
合計	1	38	4	175	574	460

※ 4月～翌年3月計（漁業生産高報告）。2016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。
 2016年度のデータの一部は水試速報集計値を使用。

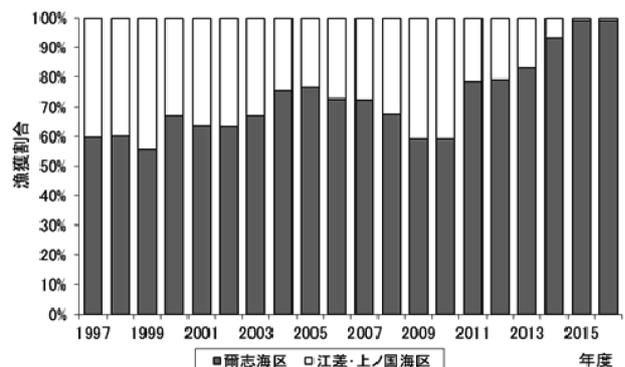


図2 檜山管内における地区別漁獲割合の経年変化

檜山海域のスケトウダラ漁獲量を地区別にみると、爾志海区（熊石＋乙部）の漁獲割合は1997～2010年度

までは70%前後で推移したが、2011年度以降徐々に増加し、2015、2016年度はほぼ100%となった(図2)。

b 漁獲物の特徴

2012～2016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、2015年度から始まった「檜山海域すけとうだら固定式刺し網漁法企業化試験」で漁獲されたスケトウダラの尾叉長組成と年齢組成を図4に示す。

2012～2016年度の延縄漁獲物の年齢組成をみると、毎年2005年級群と2006年級群(2016年度の10歳以上)が主体に漁獲される一方で、後続の2007年級群以降の漁獲物が少ないため、漁獲物は年々高齢化した。2016年度には、近年ではやや豊度が高いと考えられる2010年級(6歳)や2012年級(4歳)の加入が期待されたが、両年級とも漁獲尾数はわずかであった。この間の尾叉長組成は高齢化に伴い年を追うごとに徐々に大きくなっていった。一方、2016年度の刺し網の年齢組成は、延縄漁獲物と同様に10歳以上が主体に漁獲された(図4)。

c 漁獲動向と漁獲努力量

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

漁獲量と平均CPUEは、1980年代前半から中盤にかけてともに減少し、1986年度にはそれぞれ3,081トン、1.5トンまで低下した。しかし、その後増加傾向となり、1993年度には漁獲量が7,293トン、平均CPUEは3.6トンとなった。1994年度以降は年変動があるものの再び減少傾向となった。2016年度の漁獲量は222トンと

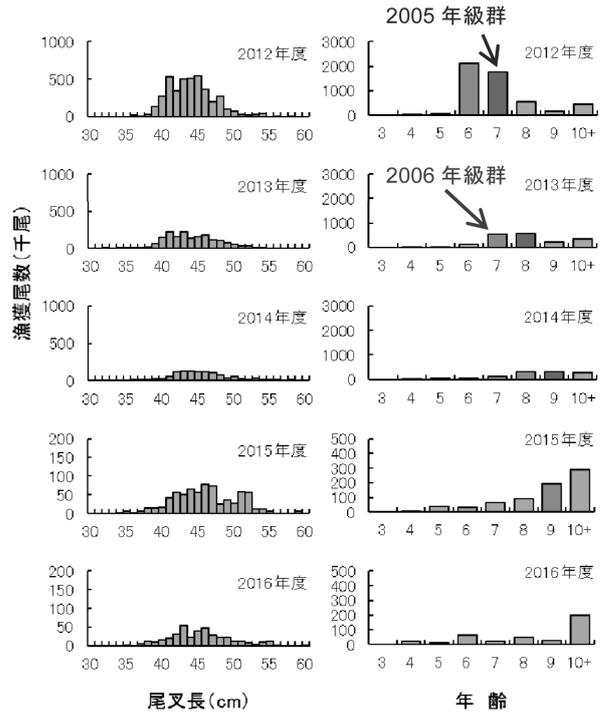


図3 檜山海域における延縄漁獲物の尾叉長組成と年齢組成

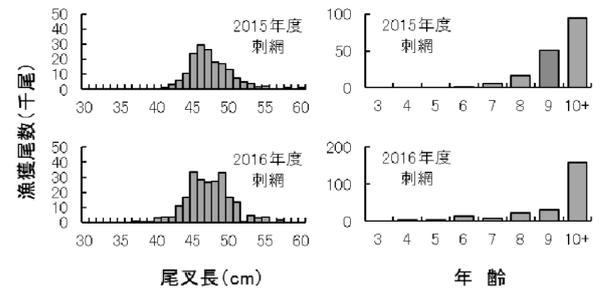


図4 檜山海域における刺し網漁獲物の尾叉長組成と年齢組成

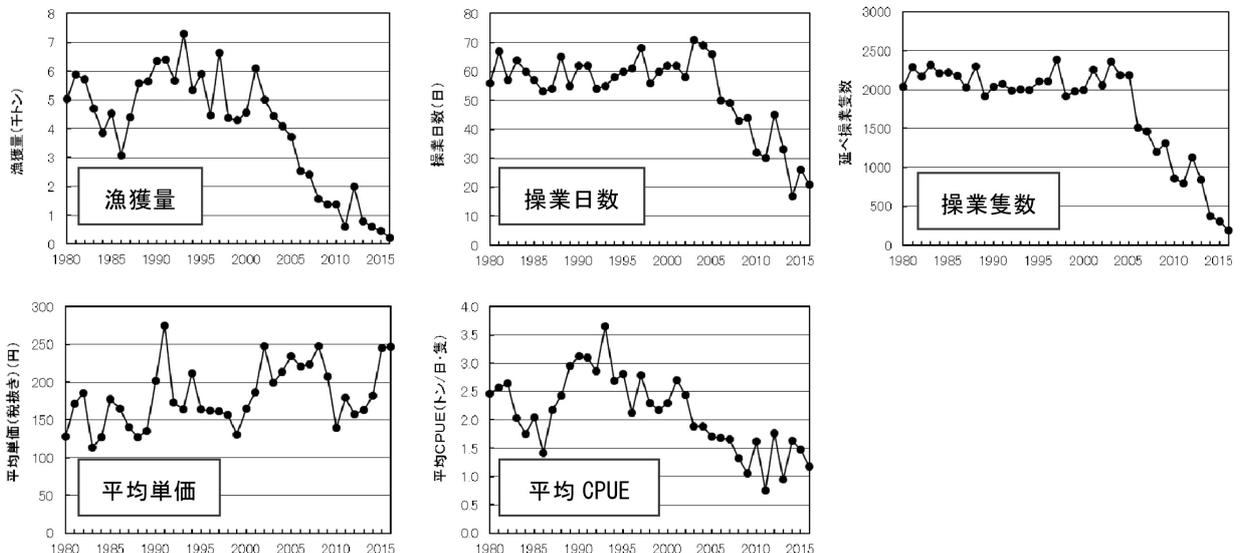


図5 すけとうだら延縄漁業による漁獲結果の経年変化(乙部町)

前年(452トン)を下回った。また、平均CPUEも1.2トンと前年(1.5トン)を下回った。

平均単価(円/kg)は、2009年度まで変動を繰り返しながら上昇傾向にあったが、2010～2014年度は190円以下の安価で推移した。これは道南太平洋での豊漁が影響したと考えられる。2016年度は道南太平洋が不漁であったこともあり、前年並の247円であった。

2016年度の操業日数は前年をやや下回る21日で、延べ操業隻数は着業隻数が減少したこともあり1980年度以降では最低の188隻であった。

乙部町豊浜地区ですけとうだら延縄漁に使用した縄数は、記録が残っている1998年度以降減少傾向にあり、2016年度は5,130縄であった(図6)。これは1998年度の約4%であった。

d 道西日本海の漁獲動向

道西日本海全体のスケトウダラ漁獲量は、1970～1992年度まではおおそ8～15万トンで推移していた(図7)。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5,237トン、2016年度は5,964トンとなった。

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。2016年度は3,387トンとなり、2015年度より若干増加した。

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。2016年度は2,577トンとなり、2015年度より若干増加した(図7)。

イ 海上調査

(ア) 産卵群漁期前分布調査(新規加入量調査)

2016年10月14～23日に積丹半島以南の海域で、計量魚探調査、海洋観測調査、着底トロールによる漁獲調査を実施した(図8)。計量魚探調査では調査海域に設定した調査線上を航走し、EK60(Simrad社製)を用いて音響データを収録した。音響データ収録中の船速は10ktとし、海況に応じて適宜減速した。海洋観測調査では、CTD(SeaBird社製)を用いて水温および塩分の観測を行った。また、魚種確認と生物情報収集のため着底トロール調査を実施した。

ここでは函館水試の担当海域である檜山海域以南



図6 すけとうだら延縄漁で使用した縄数の経年変化(乙部町豊浜地区)

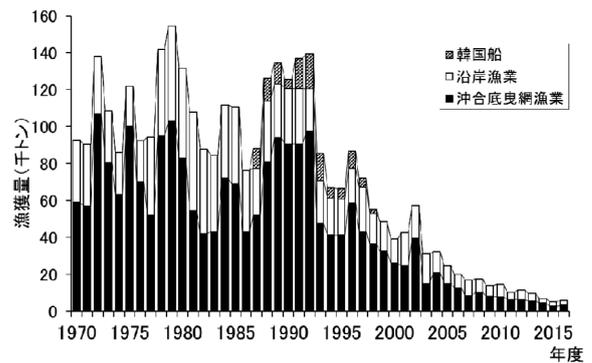


図7 道西日本海におけるスケトウダラの漁業別漁獲量の推移

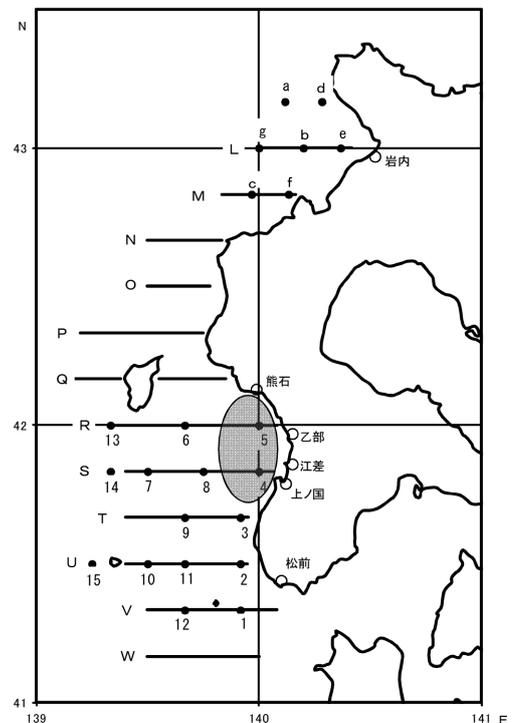


図8 道西日本海におけるスケトウダラ調査海域図
 実線は10マイル間隔魚探調査ライン
 黒丸は海洋観測点
 楕円は2.5マイル間隔魚探調査エリア

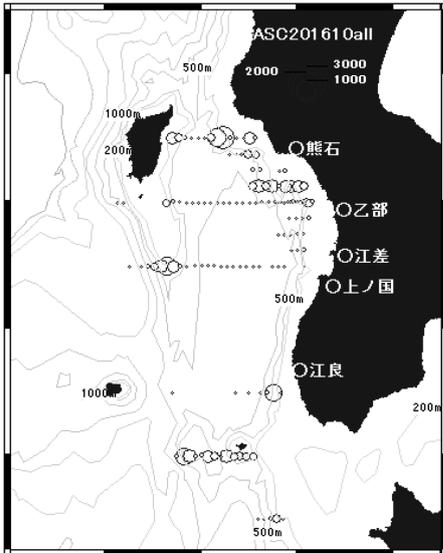


図9 調査海域全体の魚群の水平分布
○の大きさが魚群反応量を示す

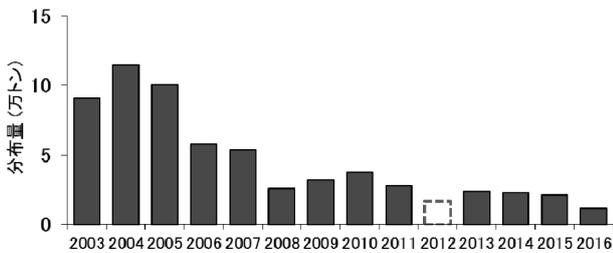
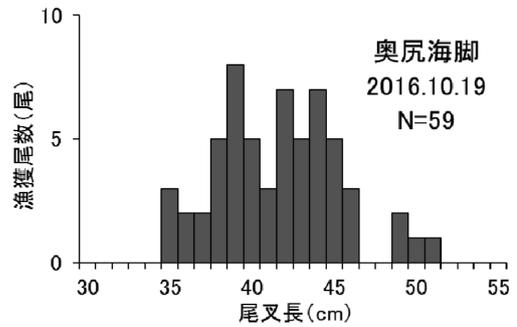
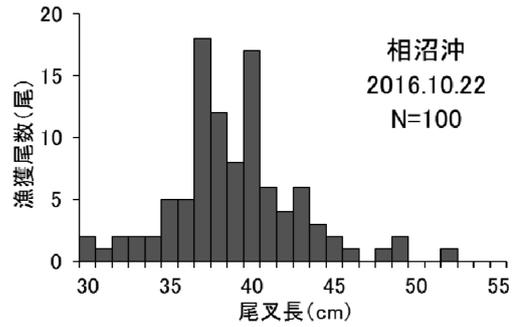


図10 檜山海域のスケトウダラ分布量の推移
※2012年は荒天による欠測等により過小評価されているため参考値



図12 着底トロールで漁獲したスケトウダラの尾叉長組成と漁獲地点

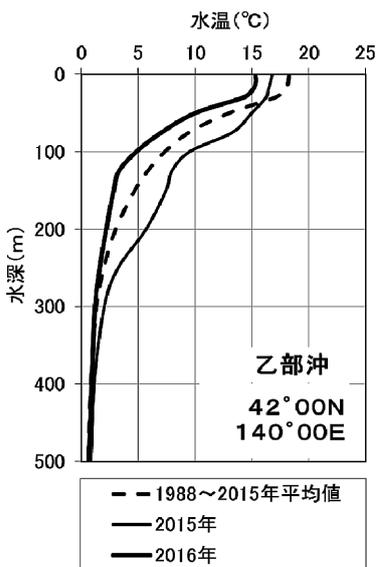


図11 乙部沖の10月の鉛直水温分布

(Qライン以南)の調査結果について記す。

a 道南日本海海域における魚群の分布

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9)。沿岸域の中では、熊石沖から乙部沖の北部海域で比較的多く分布していた(図9)。

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年以降水準で推移しており、2016年度は前年(21,724トン)を約4割下回る12,247トンであった(図10)。

c 水温環境

すけとうだら延縄漁場が形成される乙部沖の10月の鉛直水温分布を図11に示す。この時期スケトウダラが多く分布する水深300m以深はほぼ平年並であったが、300m以浅は平年を1~3℃下回っていた。

d 着底トロールによるスケトウダラの尾叉長組成

図12に示す2調査点で着底トロールを実施した。

相沼沖、奥尻海峡ともに、主に尾叉長35~45cm台のスケトウダラが漁獲され、相沼沖の方がやや小型であった(図12)。

(イ) 産卵群漁期中分布調査(新規加入量調査)

2016年12月7~14日に、奥尻島以南の檜山海域で計量魚探調査、海洋観測調査を実施した(図13)。計量魚探調査と海洋観測調査は(ア)の産卵群漁期前分布調査と同様に実施した。なお、計画ではトロールによる魚種確認も行う予定であったが、荒天のため実施できなかった。

a 檜山海域における魚群の分布

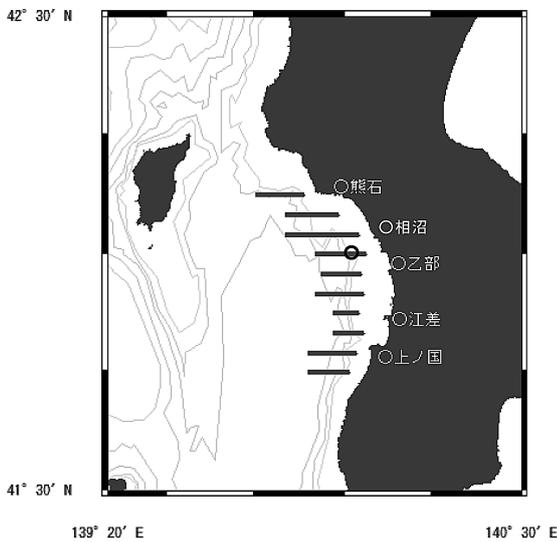


図13 スケトウダラ調査海域図

実線は10マイル間隔魚探調査ライン
黒丸は海洋観測点

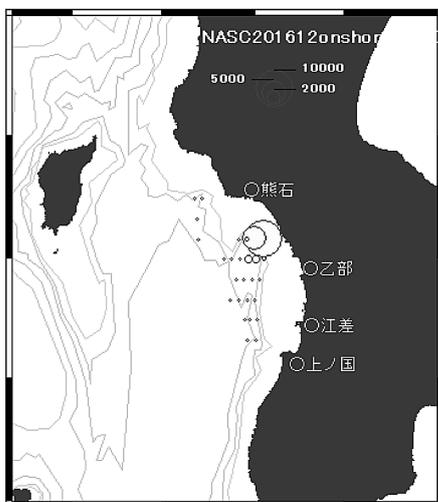


図14 調査海域全体の魚群の水平分布

○の大きさが魚群反応量を示す

スケトウダラ魚群の多くは熊石沖から乙部沖の海域に集中して分布していた(図14)。一方、江差沖や上ノ国沖ではほとんど魚群が分布していなかった。

b スケトウダラの分布量

計量魚探調査結果から推定された、すけとうだら延縄漁場とその周辺のスケトウダラ分布量を図15に示す。2016年のスケトウダラ分布量は4,459トンで、前年(4,731トン)をやや下回った。当海域のスケトウダラ分布量は、調査が始まった2002年から2008年まで概ね減少傾向で推移し、2010年以降は極めて低い水準で横ばい傾向となっている。

c 水温環境

すけとうだら延縄漁場である乙部沖の12月の鉛直水

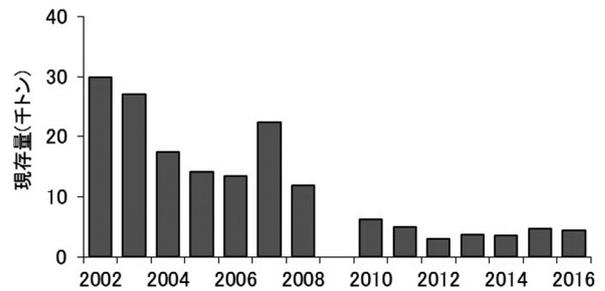


図15 延縄漁場とその周辺のスケトウダラ分布量の推移 ※2009年は荒天で調査できず

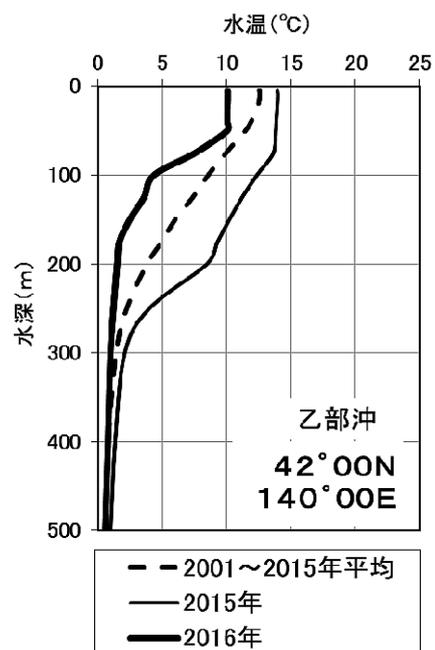


図16 乙部沖の12月の水温分布

温分布を図16に示す。スケトウダラが多く分布していた水深300～500mの水温は0.6～1.2℃で概ね平年並であった。一方、300m以浅は過去の平均値を1～4℃下回っていた。これは対馬暖流の勢力が弱勢な事に加えて、10月後半から11月にかけて気温が低く日射が弱かった事が原因と考えられた。

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、2016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のデータから刺し網漁業の月別資源量指数を算出した。算出方法は、漁績に記入された漁獲量（kg）、網数（反数）から月別・漁区別CPUE（刺し網1反あたりの漁獲量（kg））を集計し、漁区を合算することにより月別資源量指数（kg/反）を求めた。月別資源量指数は、毎月漁場を通過する魚群量を表していると考え、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、産卵親魚の来遊状況を評価した。なお、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。

また、この月別資源量指数（kg/反）をそれぞれ対応する月の漁獲物の平均体重（kg）で割り、年齢組成比で振り分けることにより、月別年齢別CPUE（尾/反）を求めた。これらを月毎に合算することで、刺し網漁業の年齢別資源量指数を求めた。

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10～3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10～1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みられたので、これらの説明変数はそれぞれ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に定数項を加えて対数変換したものとした。この定数項には、平均CPUEの10%の値を与えた（constant）。

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

ここで、CPUEは日別船別の漁獲量（kg）を努力量（網長）で割った値、Yearは操業日誌の記録が行われた2010年～2016年、Monthは10月～翌年3月（年によっては2月以前に操業が終了していることもある）、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は根拠港である。

漁具の中央部の水深の推定にはArcGISを用いて行った。日誌に記録された緯度・経度情報から、網の両端の位置をArcMap上にプロットし、両点を結ぶ直線を描画し、これを漁具の設置位置とした。次に、この直線の中間点を算出するツールを用いて、漁具の中間点を割り出し、別途作成した海底等深線のポリゴンから深度データを読み取り、漁具中間点における水深とした。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（沖底統計の小海区24～27：図1）を緯度および経度10'メッシュに分割した漁区において、10～1月の漁区別漁獲量を漁区別曳網回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。なお、沖底漁業の主漁期は9～2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。さらに、曳網回数が10回以下の漁区についても集計対象から除外した。

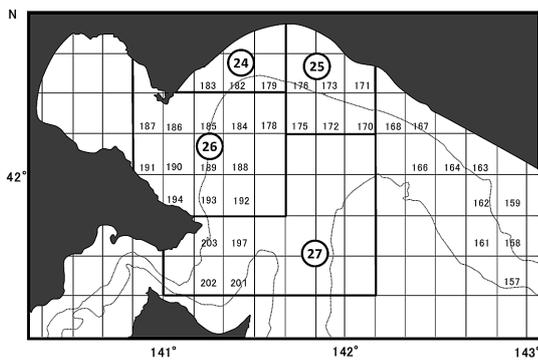


図1 沖底漁業における資源量指数の集計対象海区

(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）。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）、漁業盛期（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。

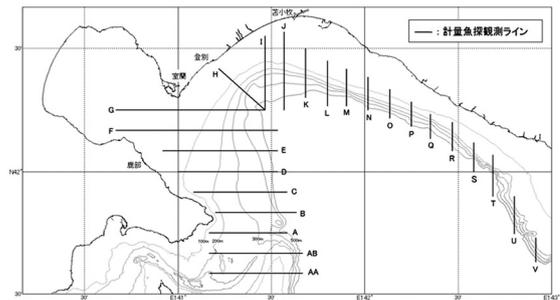


図2 産卵来遊群分布調査海域

(ア) 調査期間

1次調査：2016年9月1～5日

2次調査：2016年11月17～22日

3次調査：2017年1月14～19日

(イ) 調査内容

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

表1 計量魚探（EK-60）の設定値

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

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

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

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

ウ 資源解析

(ア) 年齢別漁獲尾数の推定

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

(イ) 資源水準の推定

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

エ 漁況予報

産卵来遊群分布調査（1次調査）および資源解析結果に基づいて行った漁況予報については、胆振渡島すけとうたら刺し網漁業協議会、室蘭漁業協同組合沖底部会に対して報告した。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、1960年代後半～1980年代前半には4～8万トン、1980年代後半は8～11万トン、1990～1997年度になると6～8万トン前後で増減を繰り返してきた。その後、1998～2000年度には卓越年級群であった1994および1995年級群の加入により、9～15万トンの非常に高い漁獲量を記録したが、2002年度には1985年度以降で最低の3.6万トンまで急減した。2003年度以降、再び増加に転じ、2004年度には豊度の高い年級群であった2000年級群の加入で9万トン台となった。その後、卓越年級群となった2005年級群が加入した2009年度に8.4万トン、2010年度に9.6万トンま

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）

漁業種別	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

年度計（4～3月）、2016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

で増加したが、それ以降は再び減少傾向となり、2014年度は6.4万トン、2015年度は5.0万トン、2016年度は4.1万トンと3年連続して前年を下回った(表2)。漁法別にみると(図3)、刺し網漁業では、2002年度に2万トンを下回ったが、2004~2008年度は4万トン台、2005年級群が加入した2009および2010年度は5.5万トン前後まで増加した。その後、2011~2014年度までは4万トン台で推移していたが、2015年度は3.2万トン、2016年度は2.5万トンと2009、2010年度の数値から半減以下となった。定置網漁業では、2004年度および2010年度は2万トンを上回ったのに対し、2002年度は1千トンを下回るなど、漁獲量の年変動が大きい。2016年度は924トントンと1985年度以降の最低値であった2014年度(759トン)並みであった。なお、2007年度以降、胆振、日高海域の定置網における漁獲量が増加傾向となっていたが、2014年度以降は以前の状況に戻った(図4)。沖底漁業では、2000年度以降、2002年度に1.5万トン、2007年度に2.7万トンとなった以外は、2.0万トン前後で安定した推移となっていたが、2015年度には2万トンを下回り(1.6万トン)、2016年度は1.5万トンまで減少した。

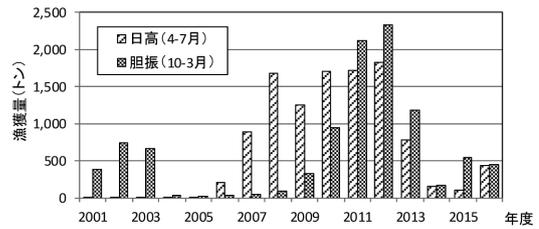


図4 胆振・日高管内における定置網漁獲量の推移

地区(振興局)別にみると(図5)、渡島管内では、漁獲量の年変動が大きく、1960年代後半から1970年代前半にかけて、および1980年代後半から2000年代初頭にかけては5万トンを上回っていたのに対し、1975年代後半から1980年代前半にかけてと2000年代以降では4万トンを下回る年が多くなった。2016年度の渡島管内の漁獲量は9.2千トンで、前年度(9.6千トン)と同程度であった。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。2016年度の胆振管内の漁獲量は1.2万トンで前年度(1.9万トン)よりも減少した。日

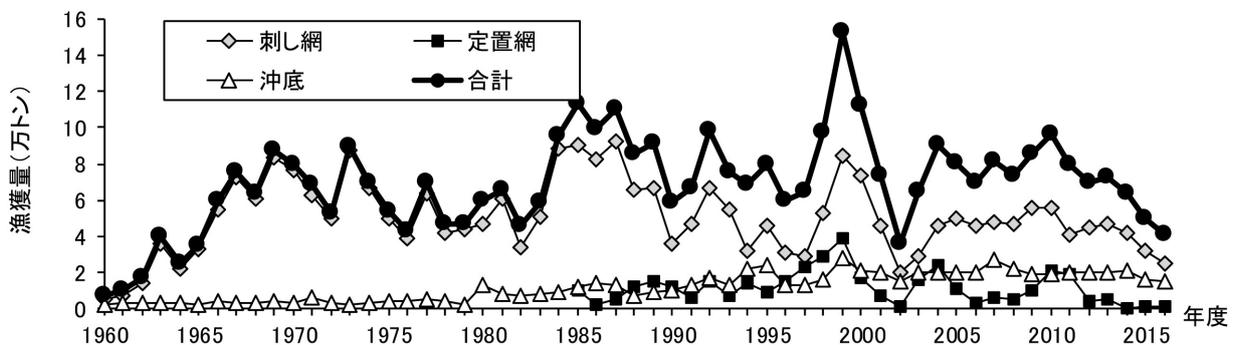


図3 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁業種別漁獲量の推移

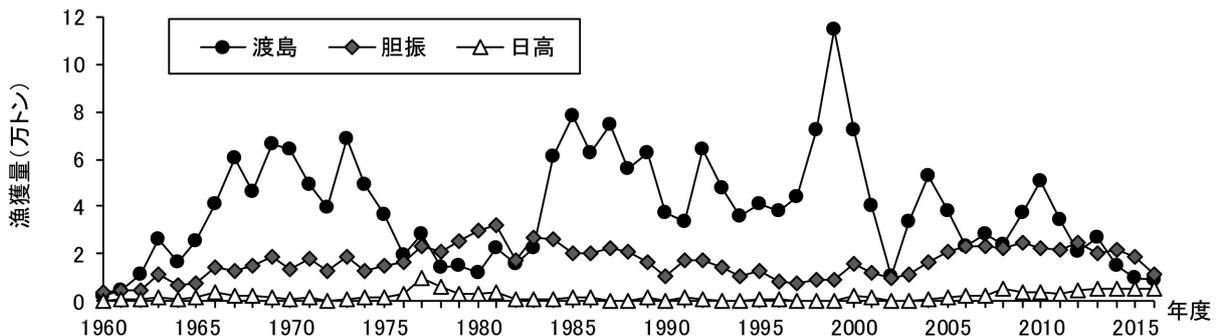


図5 道南太平洋海域におけるスケトウダラ振興局別漁獲量の推移

高管内の漁獲量は他の2つの地域と比べると少ないが、2010年代以降徐々に漁獲量が増加している。2016年度の日高管内の漁獲量は5.1千トンで前年度(5.3千トン)とほぼ同程度であった。

b 漁業情報

(a) 刺し網漁業の資源量指数

刺し網漁業の資源量指数は、2003年度には700台であったが、その後、増加傾向を示し、2007年度には1,300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2,600台まで増加した。その後は徐々に減少傾向となっており、2016年度の指数は1,459であった(図6)。なお、2011年度については、鹿部およびいぶり中央漁協根拠船が10月末まで自主休漁した。これによって、CPUE算出データである10月の漁獲量も努力量も前後の年度と比べて大きく減少したことから、2011年度の資源量指数は過小評価となっている。

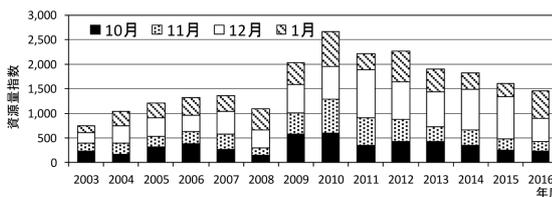


図6 刺し網漁業の資源量指数の推移

刺し網漁業の年齢別資源量指数は、毎年5~6歳が高い割合を占め、2003年度には1,200台であったが2007年度には2,300台まで増加した。2009年度には4歳(2005年級群)の増加により約4,000に、2010年度も5歳(2005年級群)が主体となり5,000近くまで増加した。その後は、各年齢の資源量指数は年により異なるものの資源量指数全体としては徐々に減少し、2016年度は約2,500まで減少した(図7)。とくに2010年級群(2014年度の4歳、2015年度の5歳、2016年度の6歳)の資源量指数は低い値となっている。

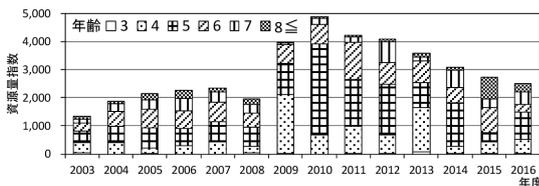


図7 刺し網漁業の年齢別資源量指数の推移

(b) 刺し網操業日誌の資源量指数

代表船による操業日誌に基づく標準化CPUEは、2010年度には48.7であったが、2011年には52.9に上昇した。しかし、それ以降は低下していき2014年度には35.6となり、その後さらに急激に低下していき、2016年度では15.9となった(図8)。

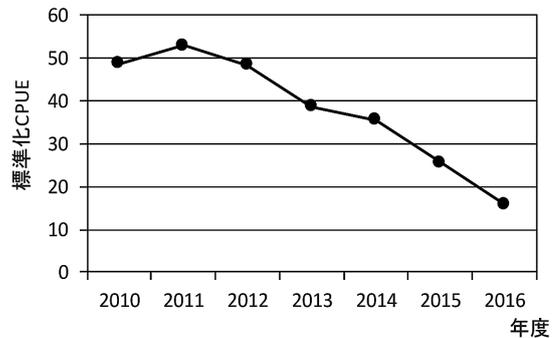


図8 刺し網漁業操業日誌から集計した資源量指数

(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、1~3万台で推移していたが、1999年度には約5.9万、2000年度には約7万まで急増した。2002~2010年度は約2.5~5.0万で増減していたが、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。その後は減少傾向となり、2016年度は4.9万となった(図9)。

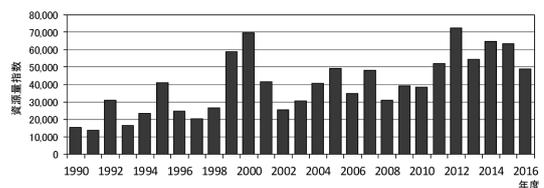


図9 沖底漁業の資源量指数の推移

(イ) 漁獲物の生物測定調査

2014~2016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10に示した。2016年度の漁獲物の尾叉長は24~60cmの範囲にあり、45cmにモードがみられた。年齢は5歳(2011年級群)が最も多く、次いで7歳(2009年級群)であった。2016年度に4歳で産卵加入した2012年級群は、5歳、7歳に次ぎ漁獲物に占める割合は高く、4歳時における刺し網漁業の資源量指数からみても(図7)、2010、2011年級群よりは豊度

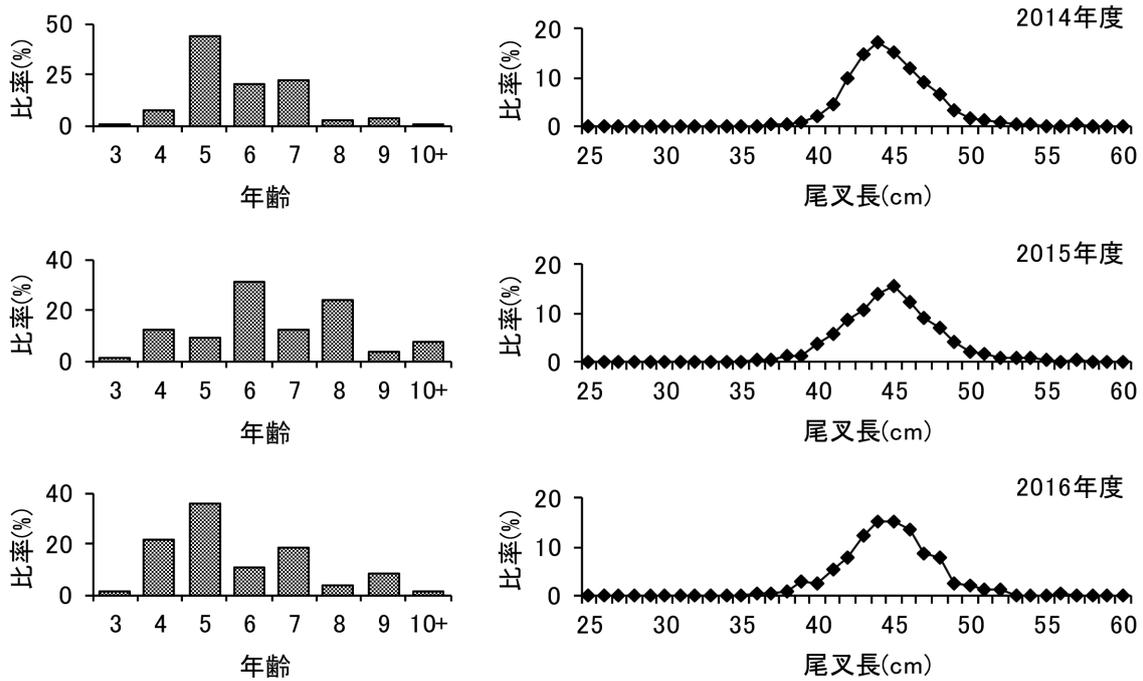


図 10 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁獲量の年齢および尾叉長組成

の高い年級群となる可能性は高い。ただし、2005、2007、2009年級群の4歳時と比べるとかなり低いことから、高豊度年級群になる可能性は低いものと考えられる。

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11に示した。1次調査の反応量（ m^2/nmi^2 ）の経年変化をみると、2001年度では6.9万であったが、その後増加傾向となり、2004～2007年度には、10.6万～19.5万で推移した。2008年には5.6万まで減少したが、2009年度に2005年級群が4歳で加入したことから、2009～2011年度は28万台の高い水準となった。2012年度から2年連続して急減し、2013年度には10万程度となったが、2014年度は一転して34.3万まで増加した。2015年から、また減少傾向となり、2016年度は15.4万トンであった。また、2次調査の反応量は、2001年度には41万であったが、その後、徐々に増加し、2007年度には280万になった。2008年には122万に減少したが、2009年度には1次調査同様、2005年級の加入で急増し、2001年度以降の最高値となる420万となった。2010年度以降は増減があるものの減少傾向となっており、2016年度は2015年度と同程度の99.6万であった。なお、2010および2011年度の2次調査結果については、計量魚探調査期間中に調査海域外となっている沿岸域に設置されている定置網に11～

12月にかけて産卵群がまとまって入網したことから、反応量は過小評価になっている可能性が高い。

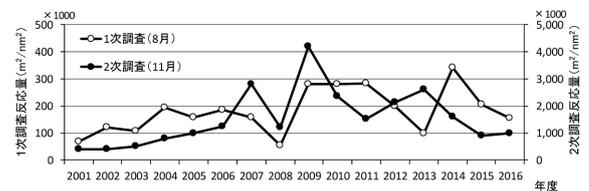


図 11 スケトウダラ調査時期別の魚探反応量（ S_A 累積値）

ウ 資源解析

(ア) 年齢別漁獲尾数の推移

1980年代中頃以降、4～6歳を中心に1～2億尾で推移していたが、2年連続で発生した卓越年級群（1994および1995年級）の漁獲加入により1998年度には2.5億尾、1999年度には3.0億尾と増加した。その後は、後続年級群の豊度が低かったことやこれら卓越年級群の加齢に伴い、2002年度には過去最低の0.5億尾まで減少したが、2004年度には比較的豊度の高いと推定された2000年級群の漁獲加入により1.8億尾まで増加した。2005～2008年度は1.2～1.5億尾で比較的安定した推移であったが、2009年度には2005年級群の加入により、2009年度は1.7億尾、2010年度には1.8億尾まで増加した。2011～2013年度以降は、豊度の高い年級

群であった2007年級群や2009年級群が4歳～6歳で漁獲を支えたため、大きな変動はなかったが、2010、2011年級群の4歳漁獲尾数が連続して低かったことから、2014年度以降、漁獲尾数は減少傾向となり、2016年度は0.7億尾となった(図12)。

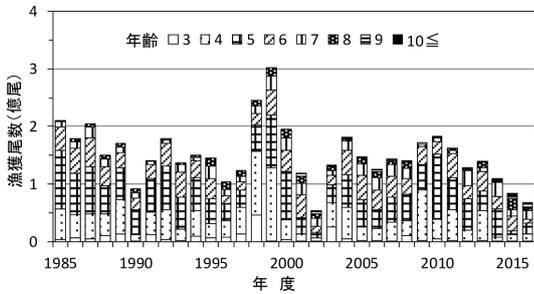


図12 道南太平洋海域におけるスケトウダラの年齢別漁獲尾数の推移

(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、2003～2015年度の13年間とした。この間の平均値を100とし、100±40の範囲を中水準、その上下をそれぞれ高水準、低水準とした。2016年度の刺し網漁業の資源量指数を用いた水準指数は89であったことから(図13)、2016年度の資源水準は中水準と判断した。

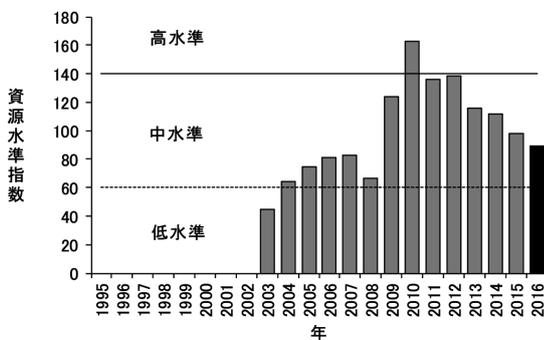


図13 道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源水準(資料は刺し網資源量指数)

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、室蘭漁業協同組合沖底部会に対して、漁況予報として報告を行った。また、道南太平洋海域スケトウダラニュース平成28年度第1号を作成し、FAXおよび函館水産試験場ホームページにおいて公表した。

漁況予報の内容については、下記のとおり。

- ・海域平均の魚探反応量は前年同期を下回った。その中でも、恵山岬沖には比較的強い反応がみられたが、前年度に強い反応がみられた登別沖には、今年度はそれほど反応がみられなかった。
- ・漁期前半の漁場は、恵山～南茅部沖にかけての水深250m付近が中心になるものと考えられる。
- ・漁期前半の漁獲物は、金星丸で実施したトロールによる漁獲調査の組成から、尾叉長45～50cm前後が主体となるとみられる。
- ・現在の資源状態は、豊度の低い2010年級群や2011年級群が漁獲の主体となっていること、また、今年度に4歳で加入する2012年級群も本調査結果から豊度の高い年級群とは認められないことから、減少傾向にあるとみられる。そのため、次の卓越年級群が出現するまでは現在ある資源を有効に利用していく必要がある。

また、産卵来遊群分布調査2次調査および3次調査の結果についても、道南太平洋海域スケトウダラニュース平成28年度第2号および第3号としてFAXおよび函館水産試験場ホームページで公表した。

2. 3 ホッケ

担当者 調査研究部 藤岡 崇

(1) 目的

道南海域（渡島・桧山振興局）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1985～2015年の漁業生産高報告、2016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、桧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

松前さくら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一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。

オ 新規加入尾数、親魚尾数

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

(3) 得られた結果

ア 漁獲量

道南海域におけるホッケの漁獲量は、1980年代後半には2万トン台まで増加したが、1990～2003年は14千トン前後で推移した（図1）。2004年以降は漁獲量が急減して10千トンを下回り、2007年には4.7千トンとなった。2008～2009年はやや増加して約8千トンとなったものの2010年以降は減少が続き2015年は1,089トン、

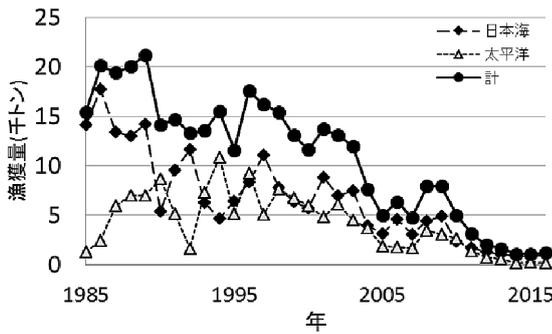


図1 道南海域の海域別ホッケ漁獲量の推移

2016年は1,193トンであった。

海域別にみると、道南日本海では1984～1989年は14千トン前後の高い漁獲水準で推移していたが、1990年には5千トン台まで急落した。1991～2003年はおよそ6千～12千トンの間を2～3年おきに増減を繰り返しながら推移し、2004年以降は4千トン前後で推移した。2010年以降さらに減少し2015年は824トン、2016年は1,055トンであった。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ながら推移し、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2015年は265トン、2016年は138トンであった。

2016年の漁獲量を前年と比較すると(表1)、道南日本海では前年比128%の1,055トン、道南太平洋では

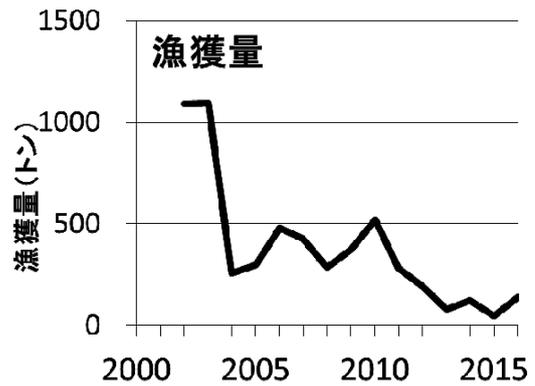


図2 産卵場に近いと考えられる上ノ国、松前地区での10～12月に底建網で漁獲されたホッケ漁獲量

前年比52%の138トン、道南海域全体では前年比110%の1,193トンであった。漁法別・海域別にみると、日本海では定置網が前年比190%の312トン、刺し網が前年比123%の662トンと増加した。太平洋は、まき網では漁獲がなく、定置網(前年比26%, 40トン)、刺し網(前年比91%, 79トン)とも減少した。

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

表1 道南海域におけるホッケの海域別・漁法別漁獲量の年比較

	漁業	(漁獲量:トン)								
		2016年漁獲量			2015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	60	252	312	74	90	164	81	279	190
	まき網	0		0	0	0	0	—	—	—
	刺し網	187	474	662	284	255	539	66	186	123
	その他	70	12	82	90	31	121	77	39	68
	小計	317	739	1,055	448	376	824	71	196	128
道南 太平洋	定置網	28	13	40	53	102	155	53	12	26
	まき網	0		0	0	0	0	—	—	—
	刺し網	52	28	79	34	54	88	153	51	91
	その他	11	7	18	11	11	22	96	63	79
	小計	90	47	138	98	167	265	92	28	52
合計		407	786	1,193	546	543	1,089	75	145	110

注) 春季索餌期; 1～6月、秋季産卵期; 7～12月。
 なお、2016年漁獲量は水試集計速報値。

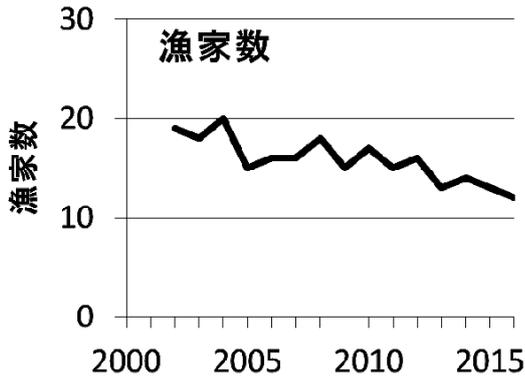


図3 産卵場に近いと考えられる上ノ国、松前地区での10～12月に底建網でホッケ水揚げのあった漁家数

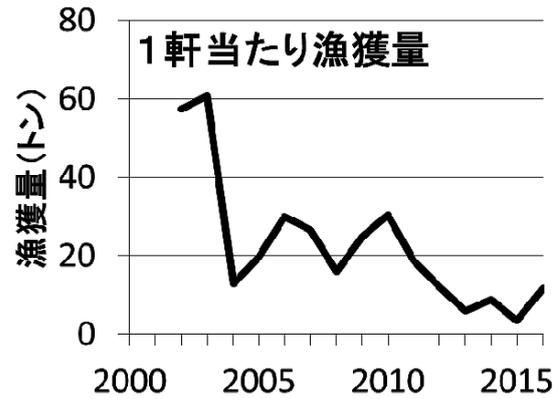


図4 産卵場に近いと考えられる上ノ国、松前地区での10～12月に底建網でホッケの水揚げのあった漁家一軒当たりの漁獲量

イ 努力量およびCPUE

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

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

産卵場周辺海域における10～12月の底建網漁家1軒当たり漁獲量を図4に示した。1軒当たり漁獲量は2003年まで60トン程度あったものが減少し、その後変動を繰り返しながら20～30トンで推移していたが、2010年以降さらに減少し、2013年以降は10トン以下で推移していたが、2016年は12トンであった。

ウ 年齢別漁獲尾数

年齢別漁獲尾数を図5に示した。漁獲尾数の合計は1998年には6千万尾以上を漁獲し、2003年までは4千万尾前後で推移していたが、2004～2007年は2千万尾に減少した。2008～2009年に3千万尾に増加したもののその後急減して2011年には1千万尾を下回った。

2014年に2.2百万尾とこれまでの最低を記録した後やや増加し、2016年は2.8百万尾であった。以前は1歳魚の割合が高かったが近年は減少した。

エ 資源尾数および資源重量

資源尾数の推移を図6に示した。資源尾数は1996年の1.4億万尾から次第に減少し、2004～2007年は5千万尾で推移した。2008年には2007年級の加入により8.6千万尾に増加したが、その後は加入の少ない年級が続き資源尾数も減少し、2016年の資源尾数は1.1千万尾であった。資源重量の推移を図7に示した。資源

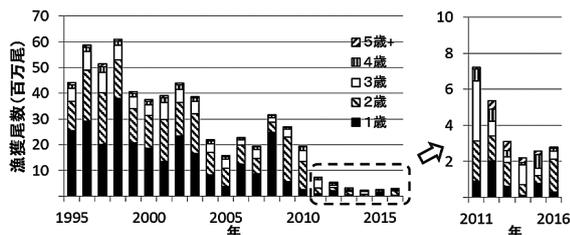


図5 道南海域に水揚げされたホッケの年齢別漁獲尾数の推移

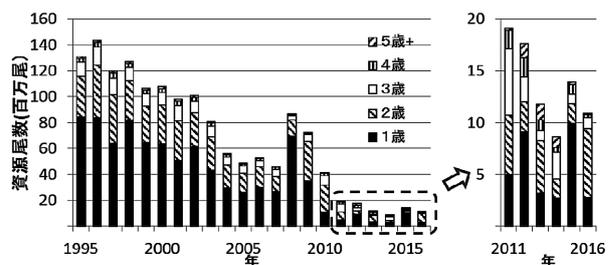


図6 道南海域に水揚げされたホッケの資源尾数の推移

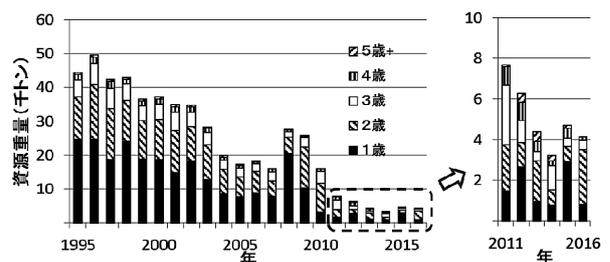


図7 道南海域に水揚げされたホッケの資源重量の推移

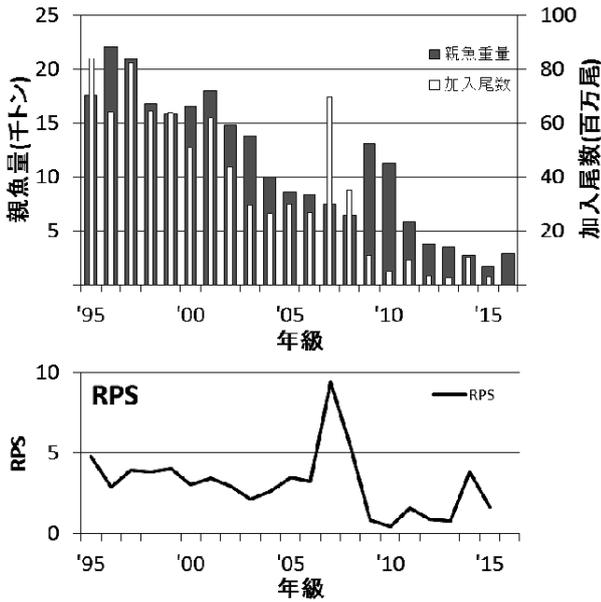


図8 産卵親魚量，加入尾数（上）およびRPS（下）の推移

重量は1996年に5万トンを超えたが次第に減少し、2004～2007年は1.8万トン前後で推移した。2008年は2.8万トンに増加したがその後は減少し、2016年は4.2千トンとなった。

オ 産卵親魚量，加入尾数および再生産成功率（RPS）

産卵親魚量，加入尾数，およびRPS（加入尾数／親魚量）の推移を図8に示した。各年級の親魚量は1996年に22千トン記録した後次第に減少し、2004～2008年級は1万トンを下回り6～9千トンで推移した。2009～2010年級は増加して10千トンを超えたものの以降は再び減少し、2015年級は1.6千トンとこれまでの最低を記録した。2016年級の親魚重量は2.8千トンであった。加入尾数は1995および1997年級は8千万尾を超え、2001年級までは5～6千万尾の加入があったが、その後減少し2003～2006年級は3千万尾の加入で推移

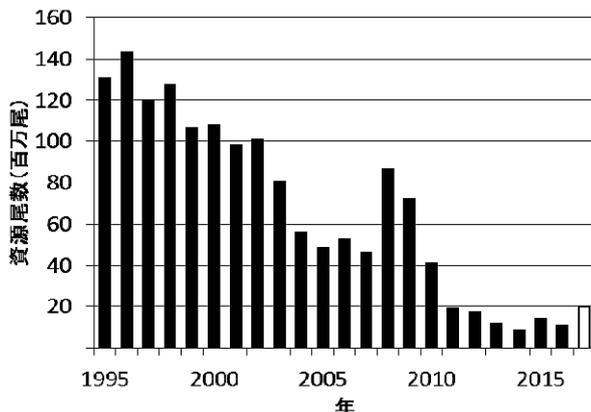


図10 VPAの前進計算から推定された2016年の資源尾数

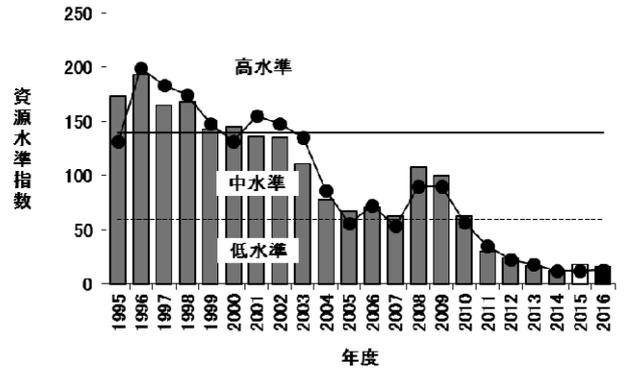


図9 道南海域におけるホッケの資源水準

（資源状態を示す指標：資源重量，従来は漁獲量）

した。2007年級は増加して約7千万尾の加入があったがその後急減し、2013年級は220万尾とこれまでの最低を記録した。2014年級は増加して9.9百万尾であったが、2015年級は2.7百万尾に減少した。RPSは1995～2006年級まで2～4の範囲で推移したが、2007年級は9.4とこれまでの最高を記録した。その後減少して2009年級以降は0.4～1.6の低い値で推移し、2014年級は3.8に増加したものの2015年級は減少して1.7であった。

カ 現在の資源水準と動向

2016年度の資源水準は、資源重量により判断した(図9)。1995～2009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。2016年は資源水準指数が16で低水準と判断された。

今後の資源動向をみるため、2017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、2015年の資源尾数をもとにVPAの前進計算により年齢別資源尾数を求めた。1歳の加入尾数は過去5年級と同程度の低い加入が続くと仮定して、過去5年のRPSの平均値を親魚量に乗ずることで求めた(図10)。さらに推定さ

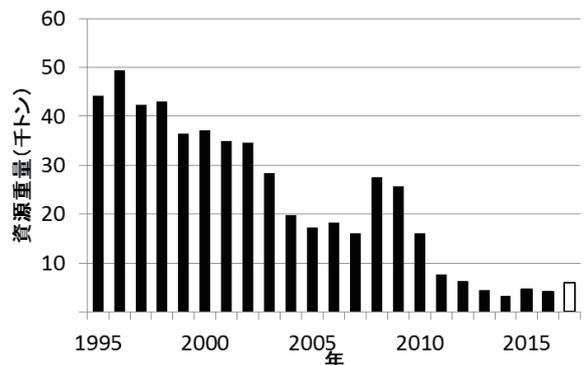


図11 VPAの前進計算から推定された2016年の資源重量

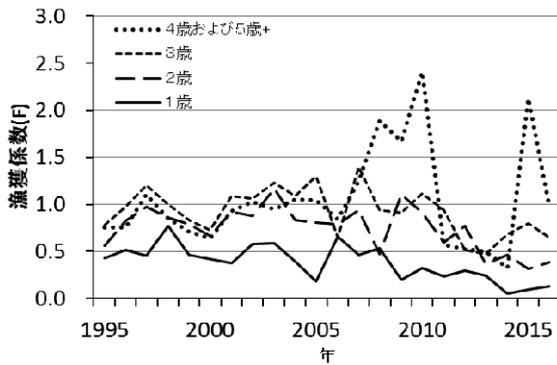


図12 年齢別漁獲係数の推移

れた各年齢別資源尾数に各年齢の平均体重を乗じて予想資源量を算出した(図11)。推定された2017年の資源尾数および資源重量は20百万尾、6,033トンと2016年(11百万尾、4,166トン)に比べてやや増加するものの、増加量は1,867トンと1995~2015年の平均増減量(3,855トン)よりも少ないことから横ばいと判断した。

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

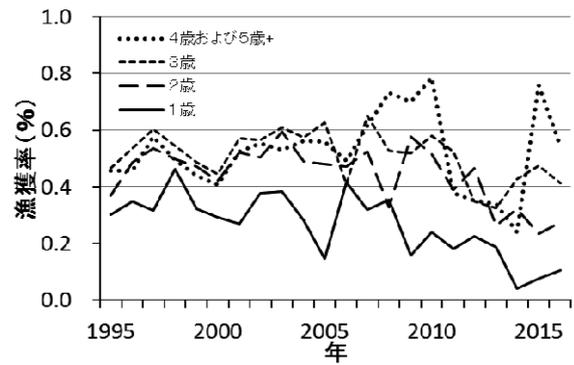


図13 年齢別漁獲率(漁獲尾数/資源尾数)の推移

る。2歳魚以上の漁獲率は2010年頃まで0.4~0.6で推移していたが、2011~2013年は次第に減少した。2015年は4・5歳+の漁獲率が0.75に増加しており、高齢魚の漁獲圧が高まっている可能性がある。

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

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

2. 4 イワシ・サバ類

担当者 調査研究部 澤村 正幸

(1) 目的

道南海域におけるイワシ類（マイワシ，カタクチイワシ）及びサバ類（マサバ，ゴマサバ）について漁獲量及び体長組成についての調査を行い，道南海域におけるイワシ類・サバ類の来遊状況及び成長についての基礎データとして用いるほか，報告・広報を通じて漁業経営に寄与する。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

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

イ 生物測定調査

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

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

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

マイワシの全道の漁獲量は資源が高水準であった1980年代後半には年間100万トンを超える高い値であったが，1991年から1993年にかけて急減し，2000年から2010年にかけてはほとんどの年で年間1,000トン未満の低い水準で推移した。2011年以降の漁獲量は，マイワシ太平洋系群の増加を反映して増加する傾向にある。2016年の全道の漁獲量は72,150トンで2015年（45,794トン）の158%であり，24年ぶりの高い値であった。地域別では，巻き網での漁獲が中心となる釧路管内の2016年の漁獲量は49,689トンで2015年（29,010トン）の171%に増加したのに対し，沿岸での定置網が漁獲の中心となる渡島管内の2016年の漁獲量は1,331トンで2015年（7,846トン）の17%に減少した。全道の漁獲量に占める渡島管内の割合は1993年から2012年まではほとんどの年で80%から90%以上を占めたのに対し，道東海域での漁獲が増加した2013年以降は低下し，

表1 マイワシの管内別・年別漁獲量

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

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

2016年は1.8%となった。

カタクチイワシの全道の年間漁獲量は，1998年から2013年まではほとんどの年で1万トンを超える高い水準にあったが，2014年以降急減し，2015年は517トンで28年ぶりの低い水準となった。2016年の漁獲量は1,914トンで2015年の372%に増加したものの，過去20年では2番目に低い値であった。地域別では，1998年から2013年にかけては釧路管内での漁獲量が最大となる年が多かったが，2014年以降は釧路管内での漁獲はみられず，渡島管内での漁獲量が全道のほぼ全てを占めている。2016年の渡島管内の漁獲量は1,908トンで2015年（513トン）の372%であった。ただし，この値には混獲されたマイワシが相当量含まれていると考えられ，実際のカタクチイワシ漁獲量はさらに少なくなっているものと思われる。

表2 カタクチイワシの管内別・年別漁獲量

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

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

表3 サバ類の管内別・年別漁獲量

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

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

サバ類の全道の年間漁獲量は、1985年から1991年までは1千トン未満の値で推移していたが、1992年以降はおおむね1千トン以上の水準で推移し、道東太平洋に巻き網の漁場が形成されるようになった2012年以降はさらに上向いている。2016年の漁獲量は10,215トンで2015年(19,707.5トン)年の52%に減少したものの、3年連続で1万トンを超え、過去20年で4番目に高い値であった。地域別では、1992年から2011年までは渡島管内の漁獲量が全道の60%から90%以上を占める年が多かったが、2012年以降は釧路管内での漁獲量が全道の半分以上を占める年が多くなっている。2016年の渡島管内の漁獲量は2,715トンで2015年(3,095トン)の88%であった。また、2012年以降、6月を盛期として日高沖の定置網で漁獲されるようになり、2016年の日高管内の漁獲量は過去2番目に多い609トンであった。

イ 生物測定調査

生物測定調査により得られた各魚種の体長組成を図1~3に示した。なお、イワシ類は被鱗体長(0.5cm

幅)、サバ類は尾叉長(1cm幅)での体長組成である。

マイワシは、6月7日上磯港の標本では、測定を行った100個体の被鱗体長は14.0cm台にモードを持ち、さらに17.5cm台に副モードを持つ顕著な二峰形を示した。12月5日森港の標本では、測定を行った100個体の体長は14.0cm台にモードを持つ単峰形であった(図1)。

カタクチイワシは、12月5日に森町森地区の定置網から得られた標本から2個体のみ出現した。体長は14.0cmと13.9cmであった(図2)。

サバ類は、8月24日白尻港の標本では測定を行った97個体中2個体がマサバ、94個体がゴマサバ、1個体が種不明であり、種不明個体を除いた種組成はマサバ2.1%、ゴマサバ97.9%であった(図3)。ゴマサバの尾叉長のモードは30cm台にあった。10月4日木直港の標本については2銘柄計122尾を測定し、測定結果をそれぞれの関数で引き延ばして種組成及び体長組成を求めた。ゴマサバの尾叉長のモードは31cm台にあった。種組成はマサバ5.2%、ゴマサバ94.8%であった。12月5日森港の標本では測定を行った100個体中99個体

がマサバ、1個体がゴマサバであり、種組成はマサバ99%、ゴマサバ1%であった。マサバの尾叉長のモードは20cm台、ゴマサバ1尾の尾叉長は21.4cmであった。

10月と12月の測定の間には漁獲の減少を挟んで種及びサイズ組成が大きく変わっており、群の交替があったと考えられる。

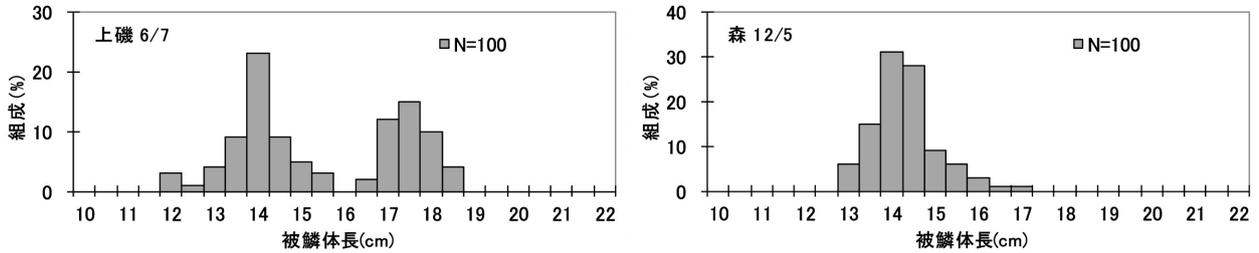


図1 2016年漁獲物調査でのマイワシの体長組成

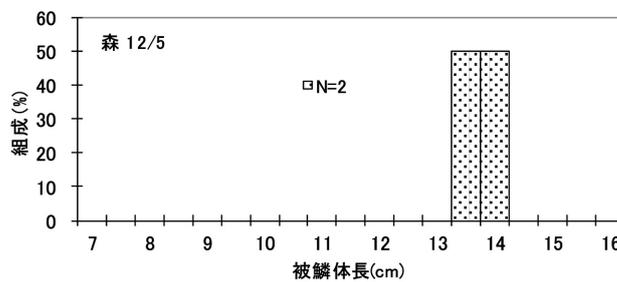


図2 2016年漁獲物調査でのカタクチイワシの体長組成

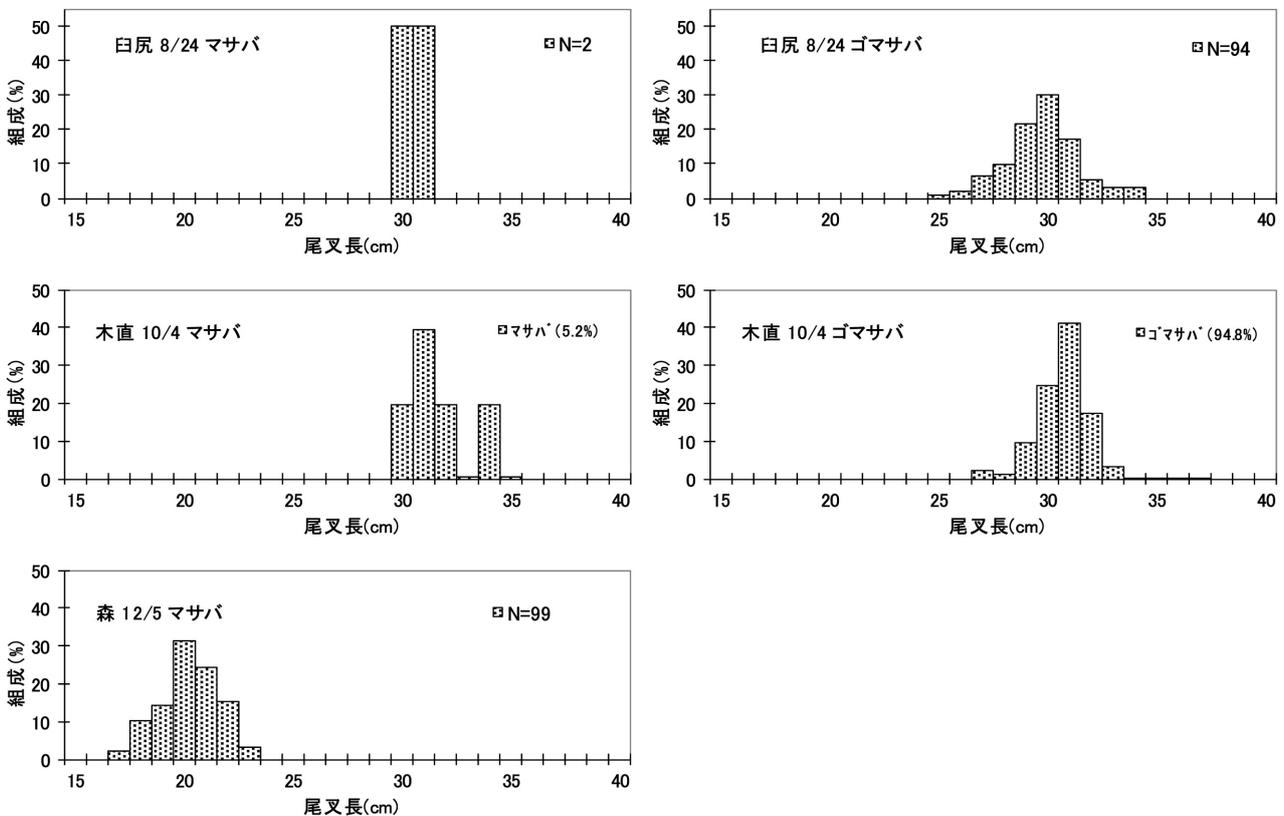


図3 2016年漁獲物調査でのサバ類の体長組成

2. 5 養殖ホタテガイの成長モニタリング調査

担当者 調査研究部 金森 誠・吉田 秀嗣

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖漁業は年間7～12万トン、金額で136～348億円を水揚げする地域の基幹産業である(2011-2015年、鹿部町・森町・八雲町・長万部町・豊浦町・洞爺湖町・伊達市・室蘭市の生産量、生産額)。耳吊りホタテガイの生産量は、その成長良否と死亡率の年変動によって左右される。毎年のホタテガイの成長・生残状況を環境要因とともに把握し、経年的な変化の度合いを知ることはホタテガイ養殖漁業の持続的発展のための重要な基礎資料となる。本調査では、各年のホタテガイの成長・生残状況を環境要因とあわせて把握、蓄積することを目的として、1991年度から継続してモニタリングを実施している。

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

(2) 経過の概要

ア ホタテガイの成長、生残調査

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

表1 モニタリング手法の概要

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

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

および下部(下から11個体目から20個体目)から各10個体を採取した。採取した貝は、殻高、全重量、軟体部重量、貝柱(閉殻筋)重量、中腸腺重量、生殖巣重量を測定した。また、1連の全個体について生残判別を行い、耳吊り1連あたり200枚と仮定して、生貝数から生残率を算出した。死殻については、死亡時期を推定するため殻高を測定した。本報告では、2016年春に耳吊りしたホタテガイの成長・生残を2016年7月～2017年6月の期間について調査した結果をとりまとめる。なお、2016年7月及び11月は天候不良等のため欠測、2016年12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アドバンテック株式会社)による水温の鉛直分布および採水による深度0, 5, 10, 15, 20, 25, 30m層のクロロフィルa濃度の調査を実施した。クロロフィルaは試水300mlをGF/F濾紙で濾過後、DMFで抽出し、蛍光光度計にて分析した。ホタテガイの成長と漁場環境の比較については、ホタテガイの垂下深度である5, 10, 15m層の平均値を用いた。なお、2016年7月は天候不良等のため欠測である。

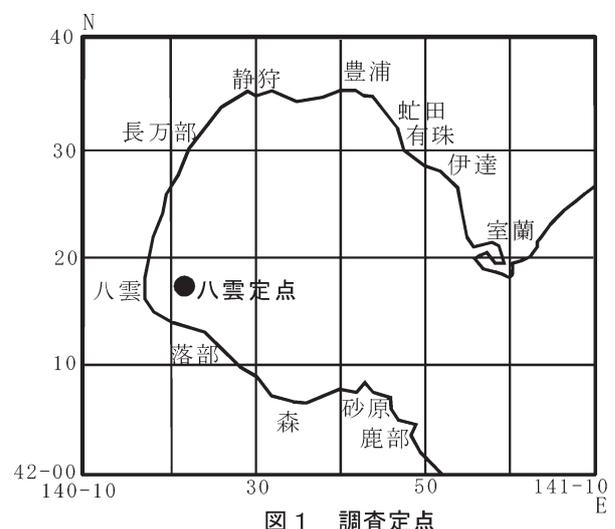


図1 調査定点

結果の分析には過去に得られたデータも用い、冬季のホタテガイ貝柱の増重が遅い年（成長不良年）とそれ以外の年（標準年）に区別した。この区別は、出荷時期の2月の貝柱重量を基準とし、数値が低い5ヶ年（1999, 2000, 2006, 2008, 2010年）を成長不良年とした。成長不良年の2月の貝柱重量は、 11.2 ± 0.7 g（平均±標準偏差）、それ以外の年では、 14.7 ± 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

2016年耳吊り貝の殻高および生殖腺を除く各部位重量は成長不良年並みもしくは成長不良年を下回って推移した（図2A, B, C, D）。一方、生殖巣重量は他部位ほど低位ではなかったため、1月以降の生殖巣指数はむしろ標準年を上回る月が多かった（図2E, F）。成長良否の指標としている2月の貝柱重量は、 10.7 ± 2.3 g（平均値±標準偏差）であった（図2C）。過去の成長不良年の平均値（ 11.2 g）を下回っており、過去2番目に低い数値であった。

調査期間の水温は、8月および11月を除き、標準年並みもしくは標準年よりも高く推移した（図3A）。特に2月は過去4番目、3月は過去最高の水温であった。この冬季の水温の高さは、ホタテガイの成熟を促進し、生殖巣指数の高さに影響した可能性がある。11～1月のクロロフィルa濃度は低く推移し、過去の成長不良年と共通の特徴を示していた（図3B）。春季ブルームは3月がピークであり、クロロフィルa濃度は平年並みの数値を示した。一方、4月の値は非常に低く、同月としては過去最低の値であったことから、ブルームの終息が早かった可能性がある。ホタテガイの部位別の重量変化を見ると、例年ピークとなる4月の中腸腺重量が著しく低い値を示しており、4月の低餌量が影響していたのかもしれない（図2D）。

2016年耳吊り貝の出荷時期（2016年12月～2017年4月）の生残率は42%で過去最低であった（図4）。2016年耳吊り貝は、前年の中間育成時に斃死が問題となっ

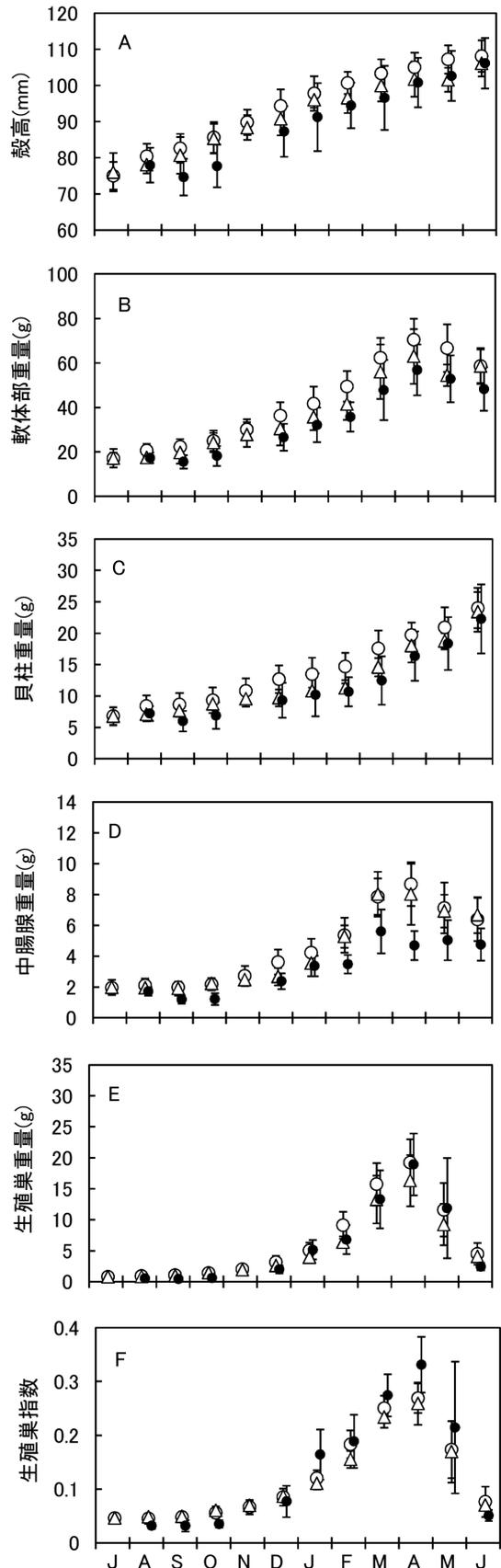


図2 八雲定点における耳吊り養殖ホタテガイ（2 齢貝）の殻高 (A)、軟体部重量 (B)、貝柱重量 (C)、中腸腺重量 (D)、生殖巣重量 (E)、生殖巣指数 (F) の季節変化。○：標準年、△：成長不良年（1999, 2000, 2006, 2008, 2010年）●：2016年。縦棒は標準偏差を示す。

た世代であり、稚貝の質が耳吊り後の生残に影響していたと推定される。後述するように2016年耳吊り貝の死亡個体は夏までに成長が停止していたと考えられることから、秋～冬の餌不足は生残率の低下の原因とは考えにくい。また、過去のデータにおいても、成長不良年に生残率が低下する傾向は認められない。

出荷時期の死殻は殻高70mm未満が79%、70～85mmが20%を占めていた(図5)。2016年8月の平均殻高が78mmであることから(図2A)。死亡個体の大部分は、春の耳吊り後、8月までに成長が停止し、死亡したと考えられる。この死殻サイズの特徴は、例年どおりであり、死亡率の高低に関わらず、耳吊りホタテガイの死亡には、春の耳吊り作業による人為的なストレスが強く影響していると考えられる。特に2016年耳吊り貝のように、中間育成時に斃死が発生した世代では、外観上正常に見える稚貝もなんらかの問題を内包し、それが例年以上の生残低下に結びついた可能性が考えられる。

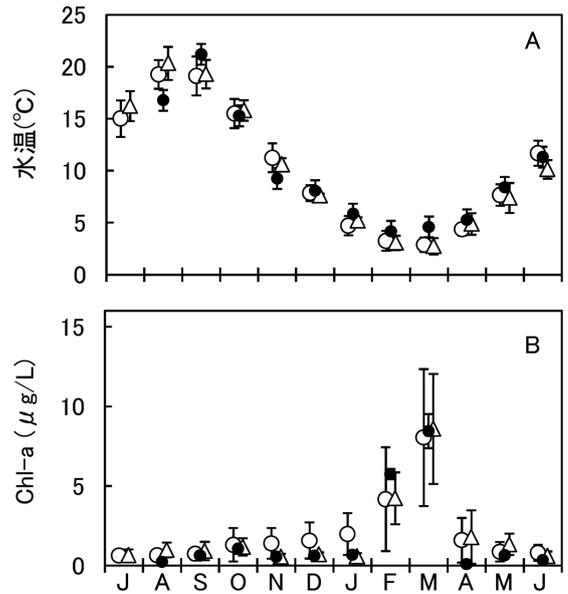


図3 八雲定点における深度5～15mの水温(A)とクロロフィルa濃度(B)の季節変化。
○：標準年，△：成長不良年，●：2016～2017年。縦棒は各年平均値の標準偏差を示す。

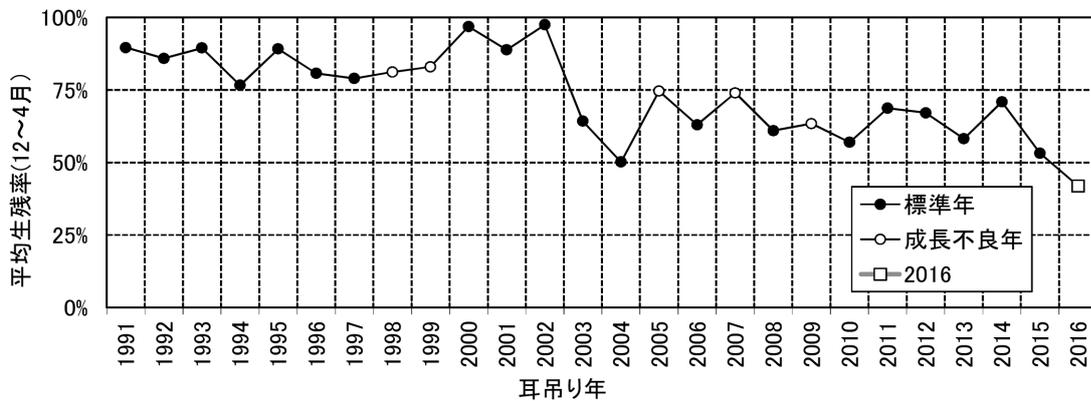


図4 1991～2016年耳吊り貝(1992～2017年出荷貝)の八雲定点における耳吊り養殖ホタテガイの生残率。

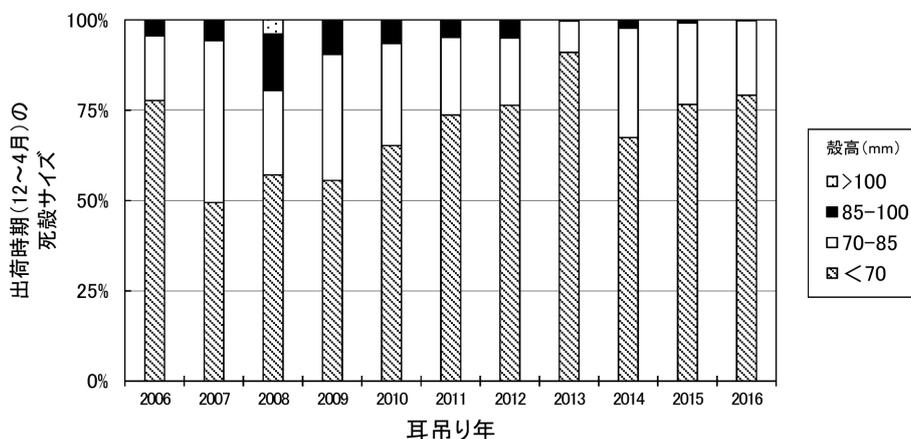


図5 八雲定点における耳吊り養殖ホタテガイの死殻の殻高組成。

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見えるが、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、水塊交換、熱・塩分収支、湾内水の流動などが明らかにされてきた。しかし、海況が漁業生物の漁場形成、資源変動に与える影響については未だ不明な点が多い。

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

(2) 経過の概要

ア 調査船による海洋観測

噴火湾における水塊交替、底層の溶存酸素量、水温、塩分分布、流況などを把握するため、2016年5月10～12日、6月7～8日、9月12～13日、11月30～12月1日、2017年2月16～17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。

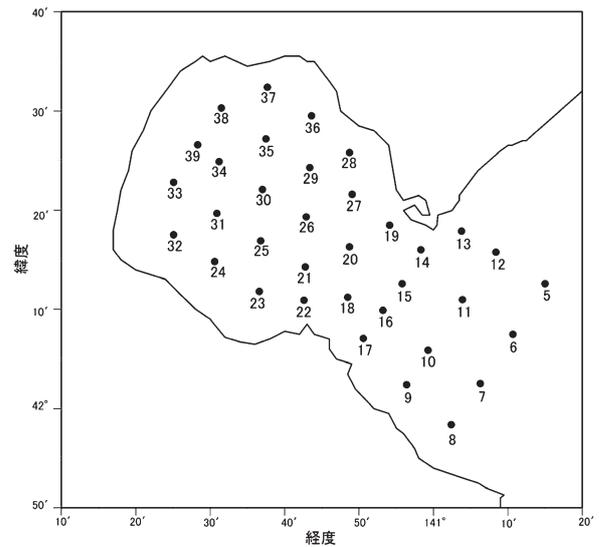


図1 調査点

(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2016年2月から2017年2月まで終始0%であり、このような2月に沿岸親潮の湾内流入がみられないのは2007年以来である。一方、津軽暖流水の湾内占有率は、2016年9月時点では約4%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。

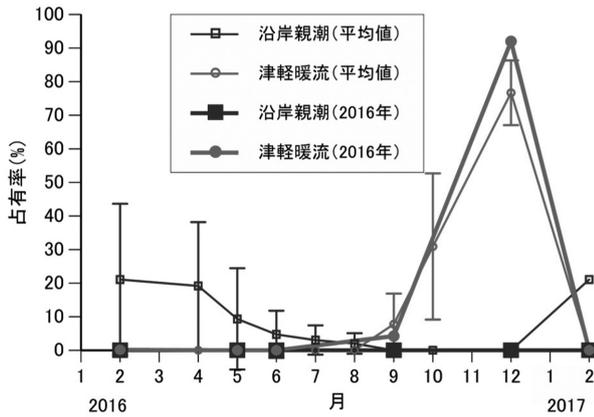


図2 噴火湾に分布する水塊の湾内占有率

イ 噴火湾底層の溶存酸素量

2016年9月における噴火湾底層の溶存酸素量を図3に示す。ここで底層とは、海底から海底直上5~10mまでの層をいう。例年噴火湾底層の溶存酸素量は湾中央部で最低値を記録するが、今年度の湾中央部の溶存酸素量は3ml/l台であり、海底直上5~10mまでの層では貧酸素水塊の形成は認められなかった。

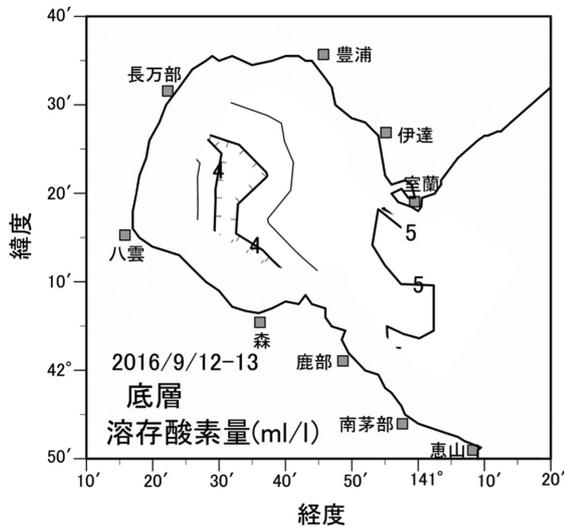


図3 噴火湾底層における溶存酸素量の水平分布

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，強熱減量は各月ともに10~11%であり，ほぼ例年並の数値であった。

エ 噴火湾内外の流れ

2016年9月における噴火湾内外の流速ベクトルの水平分布を図4に示す。観測期間中，10~15m/sの南東

表1 噴火湾海底表面の硫化物量，強熱減量

調査日	調査点	硫化物量 (mg/g乾泥)	強熱減量 (%)
2016/9/13	ST.23	0.017	11.2
	ST.29	0	10.2
	ST.31	0.088	11.6
	ST.38	0.013	11.2

風が連吹しており，スナップショットではあるが，ヤマセが吹いたときの循環を捉えることができた。上層の深度29m(上図)では，豊浦から森にかけて岸に沿った流れが卓越しているが，湾口部の時計回りの渦により，この流れは湾外には至らない。一方下層の深度53m(下図)では，湾内(外)から湾外(内)へ至る流れが明瞭に認められ(図の矢印参照)，ヤマセが吹いたときの海水交換は下層ほど大きいことがわかった。

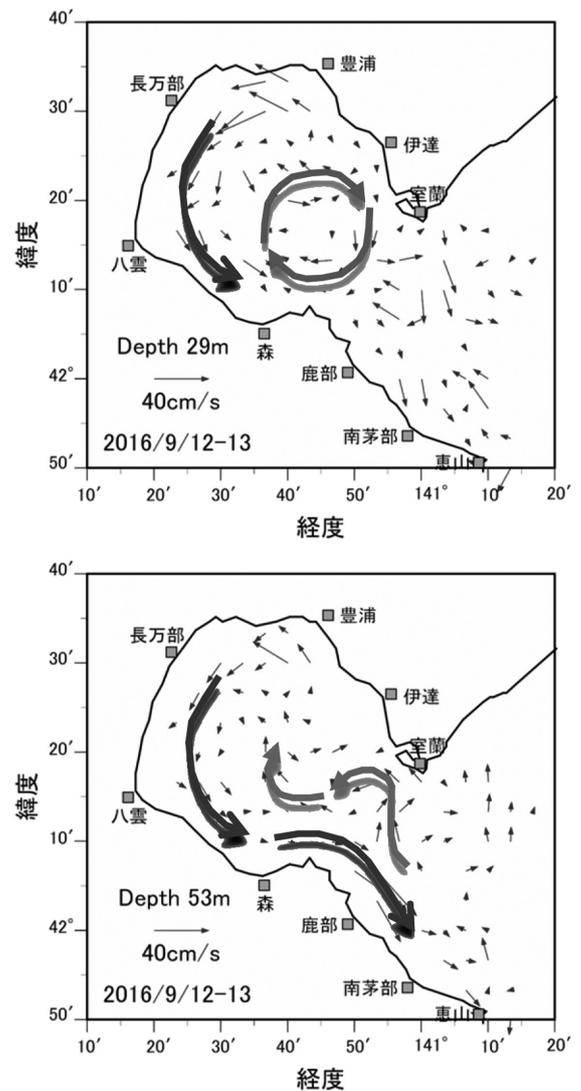


図4 (上) 深度 29m (下) 深度 53mにおける流速ベクトルの水平分布。

3. 海洋環境調査研究（経常研究）

3. 1 定期海洋観測

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

ア 定期観測

調査船を用いた道南太平洋の定期観測を4，6，8，10月には図1，12月には図2，翌年2月には図3に示す各定点において実施した。8月の観測において，東経141度30分以東の観測点については北辰丸により実施した。また，2月の観測点については，全点北辰丸により実施した。

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

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

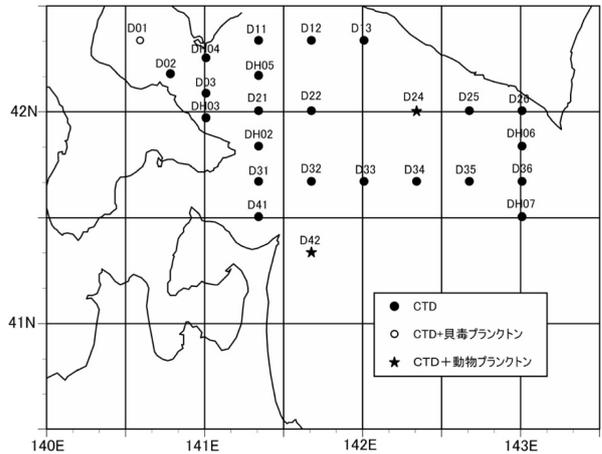


図2 道南太平洋定期観測定点（12月）

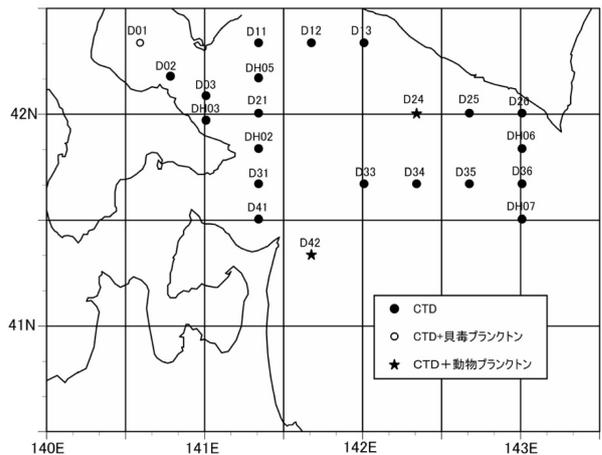


図3 道南太平洋定期観測定点（2月）

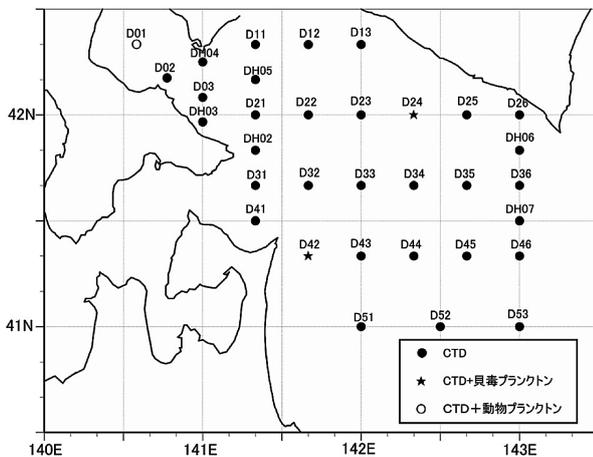


図1 道南太平洋定期観測定点
（4，6，8，10月）

平成28年度の調査実績を表1に示す。

表1 平成28年度道南太平洋定期観測実施結果

月	金星丸			北辰丸		
	観測開始年 月日	観測終了年 月日	観測 点数	観測開始年 月日	観測終了年 月日	観測 点数
4	2016/4/19	2016/4/21	34	観測無し		
6	2016/6/10	2016/6/14	25	観測無し		
8	2016/7/31	2016/8/1	11	2016/7/27	2016/7/29	18
10	2016/9/26	2016/9/28	33	観測無し		
12	2016/11/19	2016/12/1	11	欠測		
2	観測無し			2017/2/15	2017/2/17	20

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/kankyousokuhou/index.html>。

(3) 得られた結果

平成27年度中央水産試験場事業報告書を参照。

4. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）

4. 1 マナマコ

担当者 調査研究部 酒井 勇一

協力機関 胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

全国で人工種苗放流による資源添加の試みられているマナマコだが、この人工種苗放流による資源添加効果は明らかではない。一方、遺伝マーカーを利用した親子鑑定で人工種苗を判別する技術が開発できたことで、放流サイズにかかわらず、放流効果を検討できるようになってきている。人工種苗放流は、漁獲により放流にかかるコスト以上の収益が回収できなければ経済的に成り立たず、継続しにくい。そのため、放流効果を把握することが不可欠であるが、本種の寿命や移動範囲に関する情報は無い。さらに、これまで本道をはじめ全国で進められてきた人工種苗放流は、生残率が高いと期待される大型種苗を中心に行われてきたが、この育成には専用の施設で長期間の育成が必要である

ため、生産できる個体数には限界がある上、生産コストも高くなる。

そこで、白老港の荷さばき所で漁協潜水部

会が生産・放流した着底稚仔の生き残り

(2) 経過の概要

白老港では平成22年から平成27年まで白老港の荷さばき所で、白老町、ナマコ潜水部会、胆振地区水産技術普及指導所と共同で着底稚仔を生産・放流した。平成24年度から、港内での漁獲時に漁獲物の一部を抽出して、触手を採取したのち重量を測定した。触手から抽出したDNAを元に、漁獲物に占める人工種苗の割合を調べた。本年度は、白老港での主漁期である6月にサンプルを入手できなかったため、秋期（前漁期の3%を水揚げ）のみの分析を行った。

なお、本調査は平成24年度まで「DNA解析によるマナマコの放流効果推

定技術の開発と系群構造の解明（重点領域研究）」（栽培水産試験場事業報告書参照）として実施した事業の継続事業である。

(3) 得られた結果

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

これまで分析した1,998個体の中に、平成22年に放流した人工種苗は28個体、平成23年に放流した人工種苗が3個体、平成24年に放流した個体が15個体確認された（表2）。

図1に放流後日数と、人工種苗の漁獲時の重量の関係を示した。放流した人工種苗の一部は、2、3年目に漁獲サイズ（100g）に達すると考えられたが、同

表1 着底稚仔の生産コスト(人件費含まず)

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

※:経費の合計を種苗個体数で割り出した値

表2 操業およびフリーサンプリングした個体の分析数と人工種苗数

調査年	調査日	分析個体数	人工種苗			備考
			H22	H23	H24	
H24	4月25日	21	0	0		操業
		15	0	0		フリーサンプリング
H25	5月8日	105	0	0	0	操業
		12	2	0	0	フリーサンプリング
	6月7日	101	4	0	0	操業
	6月10日	153	1	0	0	操業
	7月8日	70	0	0	10	フリーサンプリング
	11月13日	100	2	0	0	フリーサンプリング
	12月25日	100	2	0	0	フリーサンプリング
H26	5月23日	72	1	0	2	操業
		28	0	1	0	フリーサンプリング
	6月20日	210	4	1	2	操業
	10月31日	99	3	0	0	フリーサンプリング
		5月29日	150	1	0	0
H27	6月18日	150	3	1	0	操業
		7月11日	124	2	0	0
	12月25日	96	1	0	0	フリーサンプリング
	11月28日	68	0	0	0	操業
H28	12月14日	124	1	0	0	フリーサンプリング
		63	1	0	1	操業
	137	0	0	0	フリーサンプリング	
小計	操業	1,093	15	2	5	
	フリーサンプル	905	13	1	10	
合計		1,998	28	3	15	

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

一年級であっても成長のばらつきが著しく大きいことが明らかとなった。また平成22年放流種苗は、放流6年目に当たる本年も漁獲されており、着底稚仔放流でも、6年以上生き残ることも明らかになった。

表3に漁獲物への放流種苗の混獲率と各年の漁獲物の平均重量を示した。

平成25年から平成28年までの操業情報に、これらの混獲率をかけ、年級ごとの漁獲回収個体数とこれによる収益を表4に示した。

表5に、各放流群の平成25年から平成28年までの4年間の累積漁獲回収率と、投資効果指数(水揚げ金額÷投資金額)を示した。累積漁獲回収率、投資効果指数ともに放流年級ごとに大きく異なっていたが、平成22年放流群は既に「1」を上回り、放流経費を人工種苗による水揚げが上回った。

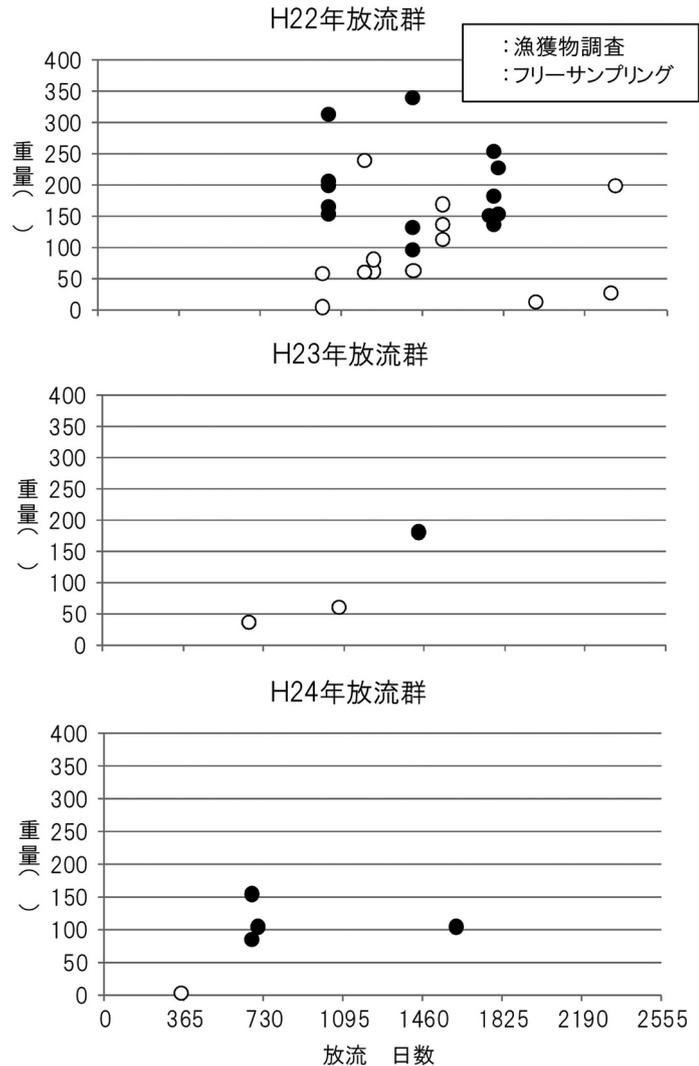


図1 漁獲およびフリーサンプリングで回収された放流種苗の重量(放流群別)

表3 放流年級別の混獲率(H25年～H28年操業時)

操業年度	人工種苗放流年		
	H22	H23	H24
H25	1.39	0.00	0.00
漁獲物平均重量	154.6		
H26	1.77	0.35	1.42
漁獲物平均重量	178.9		
H27	1.33	0.33	0.00
漁獲物平均重量	175.0		
H28 ¹⁾	0.76	0.00	0.76
漁獲物平均重量	150.9		

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

表5 放流年級別の混獲率と操業日誌から推定した累積漁獲回収率・投資効率

操業年度	人工種苗放流年		
	H22年	H23年	H24年
累積漁獲回収率(%)	0.61	0.01	0.04
A:種苗放流経費(万円)	7.03	11.52	10.92
B:人工種苗水揚げ(万円)	25.67	4.4	6.47
投資効果指数(B/A)	3.65	0.38	0.59

1)H28年度は秋期の漁獲(全体の3%)のみのデータを加味した

表4 操業日誌から推定した放流分別の回収個体数

操業年	月日	数量 (kg)	単価 (円/kg)	金額 (円)	推定漁獲 個体数 ¹⁾	人工種苗回収数 ²⁾			人工由来 収益(円)	
						H22	H23	H24		
H25	5月8日	91	4,200	401,310	589	8	0	0	5,578	
	5月10日	142	4,000	596,400	918	13	0	0	8,290	
	5月13日	100	4,000	436,800	647	9	0	0	6,072	
	5月17日	94	4,200	414,540	608	8	0	0	5,762	
	5月22日	45	4,000	189,000	291	4	0	0	2,627	
	6月5日	54	4,200	238,140	349	5	0	0	3,310	
	6月7日	120	4,100	344,400	776	11	0	0	4,787	
	6月10日	91	4,000	382,200	589	8	0	0	5,313	
	6月12日	90	4,000	378,000	582	8	0	0	5,254	
	6月17日	70	4,000	294,000	453	6	0	0	4,087	
			140	4,000	588,000	906	13	0	0	8,173
	6月20日	33	4,100	142,065	213	3	0	0	1,975	
		100	4,100	430,500	647	9	0	0	5,984	
	合計	1,170	平均4,133円	4,835,355	7,568	105	0	0	67,211	
H26	5月13日	142	3,700	523,550	791	14	3	11	18,534	
	5月14日	96	4,300	412,800	537	9	2	8	14,613	
	5月21日	124	4,600	570,400	693	12	2	10	20,192	
	5月23日	113	4,600	519,800	632	11	2	9	18,401	
	6月2日	132	4,500	594,000	738	13	3	10	21,028	
	6月4日	134	4,500	603,000	749	13	3	11	21,346	
	6月19日	126	4,550	573,300	704	12	2	10	20,295	
	6月20日	141	4,500	634,500	788	14	3	11	22,461	
		合計	1,008	平均4,398円	4,431,350	5,632	100	20	80	156,870
H27	5月8日	176	4,324	761,100	1,006	13	3	0	12,634	
	5月11日	164	3,400	557,600	937	12	3	0	9,256	
	5月18日	115	4,500	517,500	657	9	2	0	8,591	
	5月22日	118	4,600	542,800	674	9	2	0	9,010	
	5月25日	57	4,300	245,100	326	4	1	0	4,069	
	5月27日	290	4,237	1,230,186	1,659	22	5	0	20,421	
	5月29日	40	4,800	192,000	229	3	1	0	3,187	
	6月3日	117	4,200	491,400	669	9	2	0	8,157	
	6月5日	137	4,622	633,200	783	10	3	0	10,511	
	6月8日	274	4,220	1,156,200	1,566	21	5	0	19,193	
	6月12日	13	3,600	46,800	74	1	0	0	777	
	6月15日	166	4,428	735,000	949	13	3	0	12,201	
	6月17日	27	4,600	124,200	154	2	1	0	2,062	
	6月19日	186	4,953	920,700	1,062	14	4	0	15,284	
6月20日	50	4,600	230,000	286	4	1	0	3,818		
	小計	1,930	平均4,343円	8,383,786	11,030	147	36	0	139,171	
H28	5月9日	108	4,300	464,400						
	5月13日	273	4,300	1,173,900						
	5月16日	116	4,300	498,800						
	5月20日	124	4,500	558,000						
	5月22日	23	4,300	98,900						
	5月23日	95	4,300	408,500						
	5月27日	86	4,400	378,400						
	5月30日	104	4,500	468,000						
	6月1日	85	4,400	374,000						
	6月3日	127	4,500	571,500						
	6月6日	178	4,400	783,200						
	6月8日	172	4,400	756,800						
	6月10日	127	4,400	558,800						
	12月14日	40	4,200	168,000	265	2	0	2	2,554	
	12月20日	15	4,300	64,500	99	1	0	1	980	
	小計	1,673	平均4,000円	7,325,700	364	3	0	3	3,534	
合計					24,229	352	56	80	363,252	

1) 漁獲物の平均重量から推定

2) 調査物の混獲率から年平均混獲率を推定漁獲個体数に乗じた

5. ナマコ資源増大推進事業費（経常研究）

5. 1 マナマコ資源増大研究Ⅱ. DNA標識技術を利用した放流追跡調査

担当者 調査研究部 酒井 勇一

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

(1) 目的

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

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

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

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

(2) 経過の概要

ア 開放系地先に放流した人工種苗のDNA標識技術を利用した追跡調査

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

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

採取したマナマコは，重量を測定後，触手(触手の

表1 奥尻町への放流種苗

放流種苗	体長(mm)	個体数	採卵日	放流区
H26.12.9.	7.13	25,192	H26.7.27.	H21放流区
H27.4.23.	10.29	5,235	H26.7.29	H21放流区
	9.51	25,859	H26.8.4	H21放流区
	15.70	4,569	H26.8.15	H21放流区
H27.12.2.	5.61	50,918	H27.7.21	H21放流区
	5.47	44,704	H27.7.22	H27新設区
H28.5.19.	12.8	94,430	H27.7.23	H21放流区
H28.12.8.	14.7	50,160	H28.7.19	H21放流区

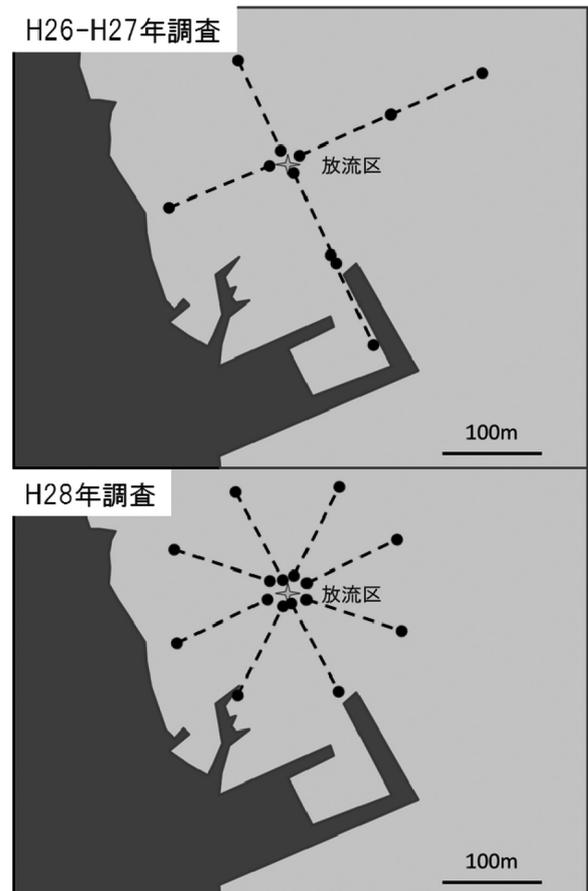


図1 放流区での調査ライン(開放系)
調査ラインは100mで10mピッチのライントランセクトを実施

採取が困難な小型個体は体のすべて)を切り取り，99.5%エタノールに固定した。採取した触手は，DNA抽出キット(KURABO DT-S)を用いて全DNAを抽出後，栽培水試で開発した手法(平成24年 マナマコ放流用

種苗作成指針参照)に則って、8マイクロ座のアリル型を調べた。アリル型の判別は、栽培水試所有のDNAシーケンサー(ABI社製3130XL)により行い、得られたアリル型を基にフリーソフトPARFEX(Sekino, M, & Kakehi S. 2011)を用いて親子鑑定した。

イ 閉鎖系地先に放流した人工種苗のDNA標識を利用した追跡調査

(イ) 大型種苗放流

(イ)-a A漁港

せたな町水産種苗育成センターで採卵・育成した種苗を同年12月9日にA漁港に放流した(表2)。

種苗放流にあわせて、放流区(図2)を中心として1m×10mのライントランセクト調査(北西方向に70m,南東方向に200m)を行った。採取したマナモコは、先述と同様の方法でDNAマーカーを指標に人工種苗を判別した。

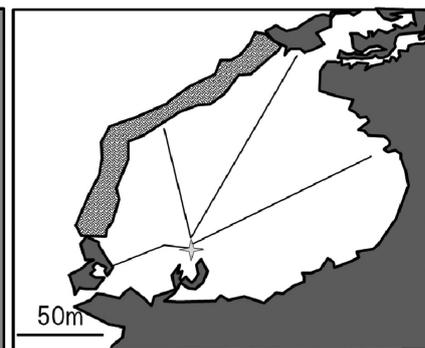
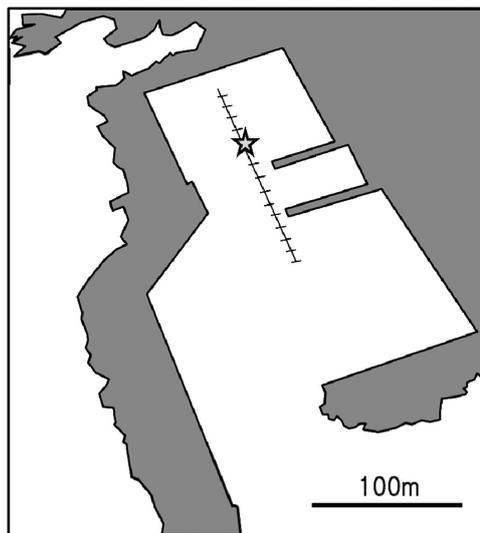


図2 A漁港(左)とB地区(右)での調査ライン

☆, ⊕: 放流区

表2 大型種苗(アワビセンター育成)放流数

		A漁港	B地区
H26	放流数	32,375	7,343
	放流サイズ(mm)	13.2	13.7
H27	放流数	15,183	2,464
	放流サイズ(mm)	16.7	20.1
H28	放流数	86,738	—
	放流サイズ(mm)	5.4	—
合計		134,296	9,807

(イ)-b B地区

平成26年及び27年に放流した種苗(表2)の追跡調査を6月22日に行った。本年度は調査区で図2の方向に6名のダイバーでライントランセクト調査を行い、ここで回収された個体の重量を測定後、触手を採取して、先述と同じ方法でDNAマーカーを指標に人工種苗を判別した。

(イ) 着底稚仔放流

せたな町大成区の前浜で入手した親ナマコ101個体から、8月2日にクビフリンを用いて産卵誘発した。応答した♀10個体、♂31個体から得た受精卵528.5万個を1t水槽5基に収容して孵化させて、3日目から給餌した。8月12日(受精後10日目)に採苗器(タマネギ袋に1m×2mの遮光幕を丸めて収容)を、各水槽に12器ずつ(合計60器)収容して8月25日まで静置した後回収、A, C, Dの3漁港に放流した(表3)。採苗器上の着底稚仔の個体数は、これと同じ基質で作ったテストピース(10cm×10cmを1水槽当たり6個)を同時に垂下し、ここに着底した稚ナマコの密度を基に推定した。

A漁港では、海底に設置した放流区に、採苗器12器

表3 着底稚仔放流数

		A漁港	C漁港	D漁港	合計
H26	放流数	72,077	728,212	485,505	1,285,795
	採苗器数	2	27	27	56
H27	放流数	45,867	69,200	52,300	167,367
	採苗器数	24	72	72	168
H28	放流数	68,960	194,140	197,478	460,578
	採苗器数	12	24	24	60
合計	放流数	186,904	991,552	735,283	1,913,739
	採苗器数	38	123	123	284

(6.9万個体)を固定して放流した。C漁港とD漁港にも同じ方法でそれぞれ採苗器24器ずつ(99.2万個体, 73.5万個体)放流した(表3)。

さらにこれら3漁港で、稚ナマコを採苗していない採苗器(天然採苗器と称す)を設置した。

放流後95日目に当たる11月28日に、採苗器を3器ずつ(天然採苗器は2器すべて)取り上げ、ここに付着している稚ナマコを回収した。

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

(3) 得られた結果

ア 開放系地先に放流した人工種苗のDNA標識技術を利用した追跡調査

表4に追跡調査日と回収個体数ならびに放流群ごと

の混獲率を示した。本年5月調査時に比べ12月調査時の方が、調査域で回収された個体数が少なかった(同調査範囲での回収数はそれぞれ240個体と70個体)。また、放流種苗はいずれもH28年5月の調査以降に認められるようになった。

放流種苗の放流群別の重量を図3に示した。同じ放流群であっても個体間のばらつきが大きいことが明らかになった。

放流区を中心とした人工種苗の分散範囲を図4に示した。また、この人工種苗の分散範囲を基に、調査域内の人工種苗の個体数を密度面積法で推定して表5に示した。H26年放流群とH27年放流群はともに5月調査時は広い範囲で確認できたものの、12月調査時には確認された場所は少なかった。これに伴って、推定残留個体数(残留率)も低く見積もられた。

表4 放流群ごとの回収数と混獲率

調査日		H27.4.23	H27.12.5	H28.5.19	H28.12.8
回収個体数		105	29	240	70
放流後日数	H26.12.9.	135	361	526	729
	H27.4.23.		226	391	594
	H27.12.2			168	371
回収数	H26.12.9.	0	0	7	4
	H27.4.23.		0	35	5
	H27.12.2			0	13
混獲率	H26.12.9.	0.0	0.0	2.9	5.7
	H27.4.23.		0.0	14.6	7.1
	H27.12.2			0.0	18.6
人工種苗混獲率(3群込み)				17.5	31.4

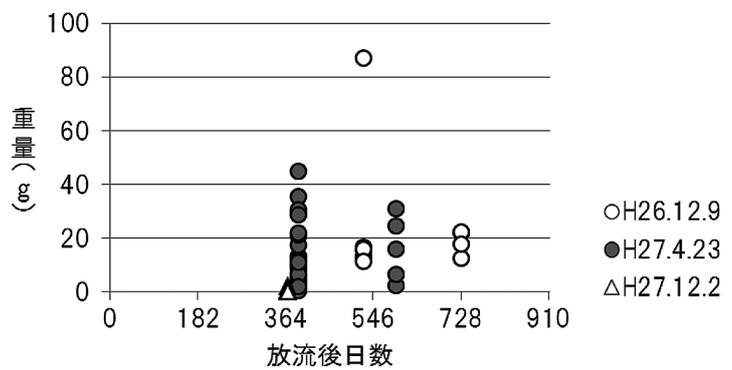


図3 放流種苗の重量組成

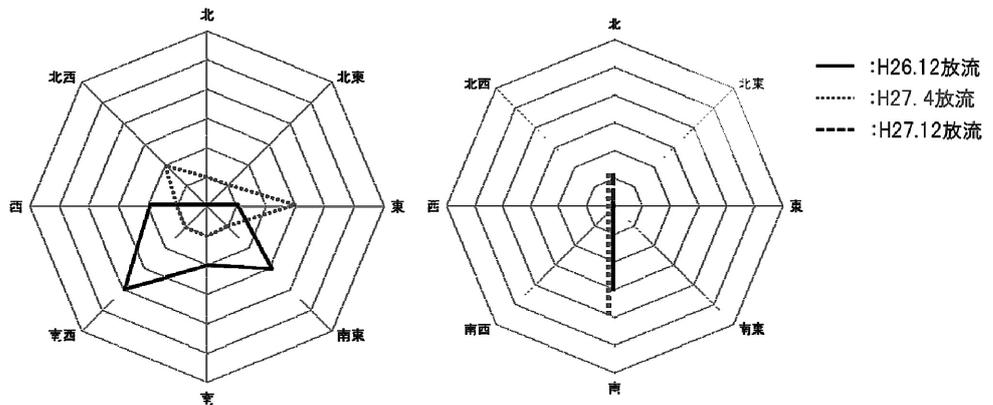


図4 H28.5月調査時(左)とH28.12調査時(右)の放流種苗の分散範囲

表5 放流群ごとの推定残留率

調査日	放流群	H26.12.放流	H27.4.放流	H27.12.放流
		放流数	25,192	35,663
H28.5月	推定個体数 [※]	118	165	0
	残留率(%)	0.47	0.46	0.00
H28.12月	推定個体数 [※]	36	49	51
	残留率(%)	0.14	0.14	0.05

※種苗の分散範囲を基に密度面積法で残留数を推定

イ 閉鎖系地先に放流した人工種苗のDNA標識を利用した追跡調査

(ア) 大型種苗放流

a A漁港

これまでの調査でA漁港内の調査ライン上で回収した個体のうち、人工種苗の割合とその分散範囲から推定した残留率を表6に示した。

表6 H26年・H27年放流種苗の推定残留率と在来個体密度(A漁港)

調査年 調査日	H26				H27		H28		合計
	12/11	6/10	9/4	12/9	8/25	11/28			
回収個体数	46	28	24	16	26	52		192	
人工種苗数	H26年放流	28	15	13	6	7	26	95	
	H27年放流	-	-	0	0	6	2	8	
	合計	28	15	13	6	13	28	103	
天然個体数	18	13	11	10	13	24		89	
人工種苗混獲率(%)	H26年放流	60.9	53.6	54.2	37.5	26.9	50.0	49.48	
	H27年放流	-	-	0.0	0.0	23.1	3.8	4.17	
	合計	60.9	53.6	54.2	37.5	50.0	53.8	53.65	
人工種苗残留率(%)*	H26年放流	1.36	1.85	1.81	0.83	0.97	3.61	0.29	
	H27年放流	-	-	-	-	1.78	0.01	0.05	

*:人工種苗の残留率は放流区からの分散範囲を基に密度面積法で個体数を求めて推定した

放流種苗の一部

には、放流後1年(生後2年)程度で漁獲サイズである100gに達する個体もいた(図6)。

b B地区

B地区の調査で回収した個体の人工種苗混獲率の推移を表7に示した。マナモコが少なく、調査ライン上でほとんど認められなかったため、主にフリーサンプリングによりマナモコを回収して、人工種苗の割合を調べた。図7に放流種苗の成長を示した。同一年級であっても個体間のばらつきが大きく、放流後1年(生後2年)で漁獲サイズに達する個体も認められた。

今年6月22日にライトランセクト法によりマナモコの回収を試みた結果、表8に示した195個体が回収できた。この生息密度から、放流域面積(12,500m²)にはH26年放流種苗の2.00%が、H27年放流種苗の3.17%が残留していると考えられた(表8)。

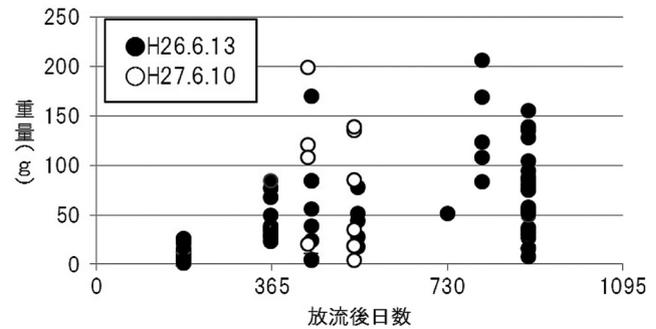


図6 放流種苗の成長(A漁港)

表7 B地区での人工種苗の混獲率

調査日	H26					H27		H28
	9月25日	6月25日	7月16日	9月24日	10月21日	6月22日	6月22日	
放流後日数	H26年放流	103	377	398	468	495	738	
	H27年放流	-	12	34	104	131	374	
人工種苗数	H26年放流	29	10	11	21	5	15	
	H27年放流						8	
分析総数		44	46	96	79	14	195	
混獲率(%)	H26年放流	65.9	21.7	11.5	26.6	35.7	7.7	
	H27年放流				2.5	7.1	4.1	
	H26・27合計	65.9	21.7	29.1	42.9	11.8	21.5	

表8 B地区での推定残留率

	人工種苗		天然	合計
	H26	H27		
個体数	15	8	172	195
混獲率(%)	7.69	4.10		11.79
放流数	7,343	2,464		9,807
残留率(%)	2.00	3.17		2.29

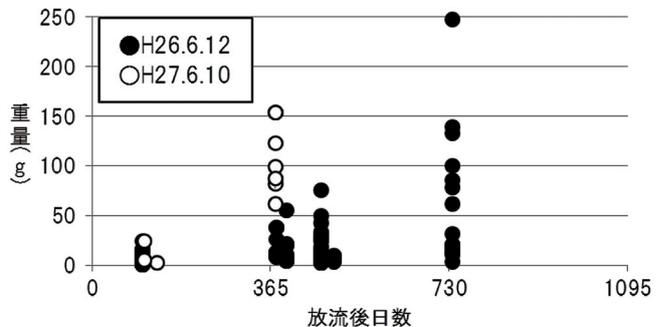


図7 放流後の重量(B地区)

(イ) 着底稚仔放流

H26年から本年度までの着底稚仔の放流数を表9に示した。また、放流3ヶ月後にこれらのうち3器を回収して、その採苗器上に残留していた稚ナマコ個体数を元にして、全ての採苗器を回収した場合に期待される稚ナマコの回収数を表10に示した。

着底稚仔を採苗器に付着させ、これを回収することで大型種苗を入手しようとする、残留数が0.02~5.23%と少なく、あまり効率的ではないと考えられた。

本年度に設置した採苗器上の個体のうち、人工種苗の割合とその平均体長を表11に示した。人工採苗器にはその2割程度に相当する天然個体が付着していた。また、これから50m程度離れた海底面に設置した天然採苗器には、人工採苗器に由来すると考えられる種苗が多く付いていた。

表9 着底稚仔放流数

漁港	A	C	D	合計	
H26	放流数	72,077	728,212	485,505	1,285,795
	採苗器数	2	27	27	56
H27	放流数	45,867	69,200	52,300	167,367
	採苗器数	24	72	72	168
H28	放流数	68,960	194,140	197,478	460,578
	採苗器数	31	43	47	121
放流個体数		186,904	991,552	735,283	1,913,739

表10 採苗器上の残留率と採苗器回収時に期待される回収数※

漁港	A	C	D	
H26	推定残留率(%)	0.02	0.03	0.63
	期待される回収数	17	405	4,779
H27	推定残留率(%)	0.39	3.12	5.23
	期待される回収数	180	2,160	2,736
H28	推定残留率(%)	0.06	0.61	0.59
	期待される回収数	41	1,175	1,159

※放流3ヶ月後に回収する場合の期待値を示す

表11 H28年放流種苗の残留数(H28 11.28回収)

採苗器	漁港	個体数		比率 (%)	平均体長±SD (mm)	
		人工	天然		人工	天然
人工	C	91	19	82.7	4.71±1.74	4.27±1.18
	D	73	27	73.0	10.05±4.58	8.99±3.26
	A	4	1	80.0	6.20±2.23	3.39
天然	C	19	1	95.0	8.03±2.65	5.21
	D	11	3	78.6	12.55±5.52	12.23±4.23
	A	2	1	66.7	18.26±7.11	2.67

6. ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究）

6. 1 貝毒プランクトンモニタリング調査

担当者 調査研究部 吉田 秀嗣・金森 誠・西田 芳則

協力機関 日高地区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

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。

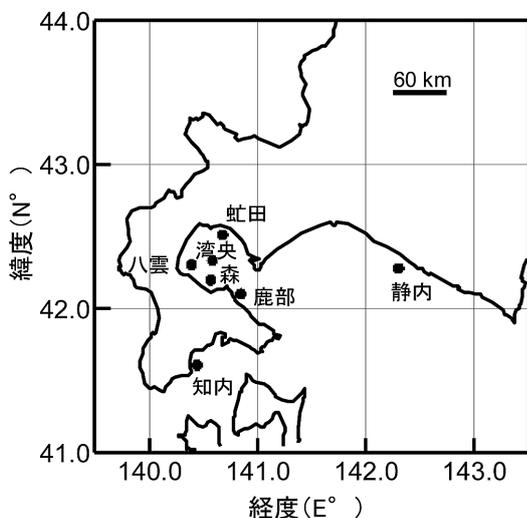


図1 調査点の位置図

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）。

(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。

この他に北水試研報第90号に「北海道、噴火湾における麻痺性貝毒原因プランクトン*Alexandrium tamarense*と環境要因、特に冬季から春季の降水量との長期変動における関係（資料）」、第91号に「北海道、噴火湾におけるホタテガイの麻痺性貝毒発生を予測するための*Alexandrium tamarense*細胞密度の有効性について（資料）」として、本事業のデータを取りまとめた結果を報告した。

ここでは2016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*,

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	1	1	1	0	1	1	1	1	1
森	0	0	1	2	2	2	2	0	1	1	1	0
鹿部	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
知内	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
湾央	0	0	0	0	0	0	0	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
		可食部	3 MU/g
麻痺性貝毒	自粛規制	中腸腺*	20 MU/g
		可食部	4 MU/g
下痢性貝毒	自粛規制	可食部	0.08mgOA当量/kg
	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

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(2016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4~7月に出現した(表3)。*A. tamarense*が出現した水温は5.4~16.4℃, 塩分は24.3~33.9だった。最高出現密度は5月24日の噴火湾東部と6月24日の噴火湾西部(森)での60細胞/Lであり、それぞれが出現した深度10mと0mの水温は8.9℃と13.7℃, 塩分は32.4と32.0だった(表4)。

*Dinophysis fortii*は6~8月に出現した(表3)。*D. fortii*が出現した水温は7.9~16.9℃, 塩分は24.3~34.0だった。最高出現密度は6月28日の噴火湾西部(八雲)での180細胞/Lであり、出現した深度10mの水

温は13.7℃, 塩分は31.9だった(表4)。

*Dinophysis acuminata*は2~8月に出現した(表3)。*D. acuminata*が出現した水温は0.5~21.1℃, 塩分は24.3~34.0だった。最高出現密度は6月21日の太平洋中部での6,710細胞/Lであり、出現した深度0mの水温は15.6℃, 塩分は24.3だった(表4)。静内のアメダス観測所では6月17日に63.5mm, 20日には64.5mmの降水が記録されており、低塩分はこれら降水によるものである。

*Dinophysis norvegica*は4~8, 12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2.2~15.6℃, 塩分は24.3~33.7だった。最高出現密度は6月21日の太平洋中部での1,510細胞/Lであり、出現した深度20mの水温は10.0℃, 塩分は32.2だった(表4)。これは*D. acuminata*が最高出現密度を記録した同一日、同一調査点だった。

参考として、湾央で実施した9月の調査では、*D. tripos*が深度20mで10細胞/L出現したのみだった。

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)	6	15.6	24.3	6-8	8.2 - 16.3	24.3 - 33.5	3,5-8	0.5 - 20.8	24.3 - 33.5	5-8	2.2 - 15.6	24.3 - 33.5
噴火湾東部 (虻田)	5	8.6 - 8.9	32.4 - 32.5	6,7	11.6 - 16.9	30.7 - 32.6	4-7	3.8 - 16.1	30.7 - 32.9	4-7,12	3.9 - 14.0	29.5 - 32.7
噴火湾西部 (八雲)	5	7.3 - 9.7	32.0 - 33.7	6,8	7.9 - 14.8	31.2 - 33.7	2,4-6,8	4.0 - 16.9	29.6 - 33.7	4,6	5.3 - 13.7	31.9 - 33.7
噴火湾西部 (森)	4-7	5.4 - 16.4	31.8 - 32.9	7	12.5 - 13.2	32.1 - 33.2	4-7	5.0 - 16.4	31.8 - 33.2	4,6,7	5.2 - 13.7	32.0 - 33.0
噴火湾湾口 (鹿部)	5,6	7.1 - 12.2	32.1 - 33.0	6,7	11.0 - 14.6	32.1 - 33.1	3-7	4.9 - 14.6	32.1 - 33.2	5,6	7.7 - 12.2	32.1 - 33.0
津軽海峡 (知内)	6	14.1	33.9	6	13.4	34.0	8	21.1	34.0	-	-	-

注)噴火湾西部における八雲の7月および森の8月のデータは、欠測のため含まれていない。八雲の11月17日の深度25mと30m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)	10	6	15.6	24.3	140	8	16.3	32.9	6,710	6	15.6	24.3	1,510	6	10.0	32.2
噴火湾東部 (虻田)	60	5	8.9	32.4	50	7	13.6	32.0	410	6,7	14.0-14.4	31.8-31.9	50	6	9.1	32.5
噴火湾西部 (八雲)	20	5	7.4-9.7	32.0-32.7	180	6	13.7	31.9	1,120	6	16.6	29.6	150	6	13.7	31.9
噴火湾西部 (森)	60	6	13.7	32.0	130	7	13.1	32.1	430	5	8.0	32.6	50	6	10.4-12.0	32.3-32.4
噴火湾湾口 (鹿部)	40	5	11.5	32.1	110	6	12.0	32.1	520	6	12.2	32.1	280	6	12.0	32.3
津軽海峡 (知内)	30	6	14.1	33.9	10	6	13.4	34.0	10	8	21.1	34.0	-	-	-	-

注)噴火湾西部における八雲の7月および森の8月のデータは、欠測のため含まれていない。八雲の11月17日の深度25mと30mのデータは、欠測のため含まれていない。

付表1に示した調査点から得られた海域ごとの*A. tamarense*, *D. fortii*, *D. acuminata*および*D. norvegica*の最高出現密度の経年変化を表5～8に示した。2016年の特記事項としては、*D. acuminata*および*D. norvegica*が太平洋中部でそれぞれ6,710細胞/L, 1,510細胞/L出現し、1989年以後では最高出現密度を記録した。

唯一同じ調査点で1980年代から長期間調査が継続されている噴火湾東部海域の虻田沖1マイルにおける*A. tamarense*, *D. fortii*, *D. acuminata*および*D. norvegica*の最高出現密度の経年変化を図2に示した。2015年に2,760細胞/Lと高かった*A. tamarense*の出現密度は、60細胞/Lに低下した。*D. fortii*および*D. norvegica*の出現密度は、それぞれ50細胞/Lで2015年に引き続き低かった。*D. acuminata*の出現密度は、2015年(200細胞/L)より高くなり、410細胞/Lだった。

表5 *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

注)四角内の数字は各海域の最高出現密度を示す。

イ 二枚貝等の出荷規制

麻痺性および下痢性貝毒は、1990年代後半から低毒化傾向が継続している(表9～11)。2016年は麻痺性貝毒による出荷規制は措置されなかったが、下痢性貝毒によるホタテガイの自粛規制が措置された。

ホタテガイの自粛規制は、噴火湾西部海域で7月13日に措置され、10月6日に解除された。最高毒量は0.09mg0A当量/kgだった。規制開始前の6月に出現していた下痢性貝毒原因プランクトンの種と最高出現密度は、*D. fortii*が180細胞/L、*D. acuminata*が1,120細胞/L、*D. norvegica*が150細胞/L、*D. tripos*が60細胞/L、*D. rotundata*が20細胞/Lだった。規制開始時の7月に出現していた種と最高出現密度は、*D. fortii*が130細胞/L、*D. acuminata*が300細胞/L、*D. norvegica*が10細胞/L、*D. tripos*が70細胞/Lだった。両月ともに要注意

表6 *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
2006		10	100	40	50	60
2007		0	10	30	20	30
2008		10	10	50	20	40
2009		10	40	50	30	0
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

注)四角内の数字は各海域の最高出現密度を示す。

種である *D. fortii*, *D. acuminata* および *D. norvegica* の3種が出現していた。なお、規制開始後、出荷時期にあたらぬ場合には、規制解除の検査を行わない

め、貝毒の有無にかかわらず規制が継続されたままとなっていることがある。

表7 *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

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と示す。

表8 *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

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と示す。

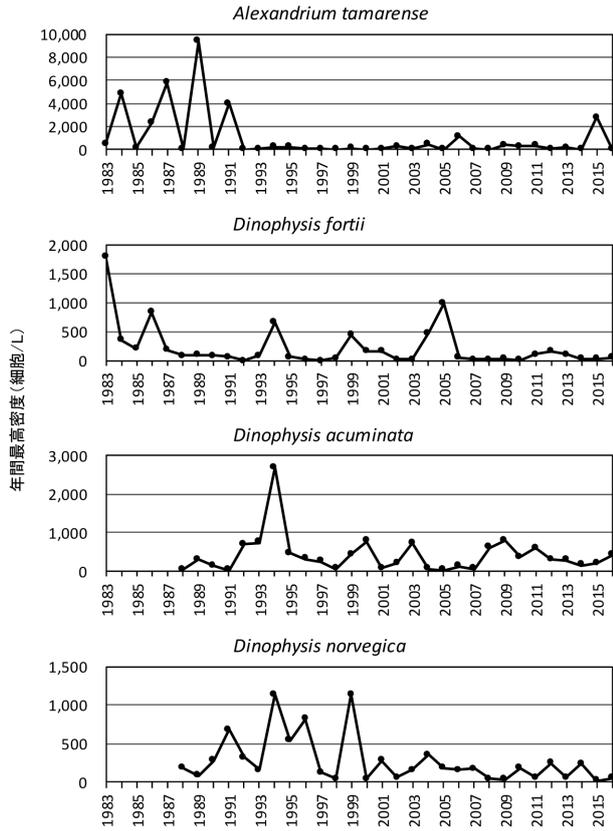


図2 噴火湾東部海域の虻田沖1マイル調査点における *Alexandrium tamarense* および *Dinophysis* 属3種の最高出現密度の経年変化

表9 麻痺性貝毒・中腸腺の最高毒量 (MU/g) の経年変化

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

注)NDは未検出を示す。

付表1 津軽海峡から太平洋中部海域における貝毒プランクトン調査点

生産海域	調査年	調査点
津軽海峡	1979	なし
	1980	知内沖4.2km
	1981-1982	木古内沖5.5km
	1983-2004	なし
	2005-	知内沖2km
噴火湾湾口	1979	なし
	1980-1982	南茅部沖1.8km
	1983	大船沖1, 3, 5マイル, 鹿部沖1マイル*
	1984-2004	鹿部沖1マイル*
	2005-	鹿部沖2.7km
噴火湾西部	1979-1980	砂原沖1.5km
	1981-1982	落部沖1.5km
	1983	砂原沖1, 2マイル, 落部沖1, 3 5マイル(落部沖1.5km**), 八 雲沖1, 3, 5マイル, 国縫沖1, 3 5マイル
	1984	落部沖1, 3, 5マイル(落部沖 1.5km**), 国縫沖1, 3, 5マイル
	1985-1999	落部沖1, 5マイル, 国縫沖1, 5 マイル
	2000-2004	八雲沖3マイル
	2005-	森沖3km, 八雲沖3マイル
噴火湾東部	1979-1980	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	日高沖***
	2002-2004	門別沖****
	2005-2007	様似沖2.2km
	2008	なし
	2009-	静内沖2.5km

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

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

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

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

7. 養殖コンブ生産安定化試験（経常研究）

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

(1) 目的

養殖コンブの生育状況，「孔あき症」や「付着生物」の発生に影響を及ぼす環境要因を把握し，その関係を解析する。また，漁業者，漁協，市町村，水産技術普及指導所等，コンブ漁業関係者との「コンブ情報ネットワーク」を構築する。

(2) 経過の概要

ア 養殖コンブの生育状況調査

函館市大船町沖，日浦町沖，石崎町沖で促成養殖マコンブの生育状況を調査した（図1）。調査時に養成網から1または2株のマコンブ胞子体を採集し，葉長，葉幅，葉状部湿重量と乾燥重量を測定した。なお，乾燥重量は60℃で2日以上乾燥させた後の値とし，湿重量と乾重量から乾燥歩留まりを算出した。また，大船町と石崎町では，養成中の5～6個体に標識を付け，調査の度に葉元から10cmの位置に直径7mmの孔をあけた。生長に伴って葉状部の先端側に移動したこの孔の距離を測定し，生長量及び末枯量を算出した。

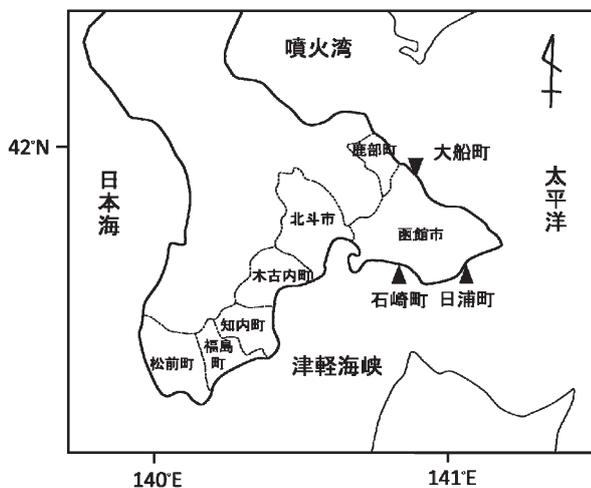


図1 養殖コンブの生育状況および養殖漁場の環境調査地点。

イ コンブ養殖漁場の海洋環境調査

養殖コンブの生育状況を調査している2地点の漁場環境を連続観測するため，自記式の測定機器（Onset Computer Corporation）を養殖施設の幹綱に設置した。各機器類の測定間隔は，光量子計10秒，水温計10分，電気伝導度計30分に設定した。なお，各機器類は観測記録の検証と測定部の洗浄を行うため，1ヶ月ごとに交換した。また，調査時に高速応答DOセンサー搭載メモリーCTD（JFEアドバンテック株式会社）を用いて陸側，養殖施設付近，沖側で，水深10cmごとの水温，塩分，光量子量を観測した。なお，光量子量は光量子束密度の日積算値を用いた。さらに，水深約0.5m（水面直下），5m，10m，20m層から海水を採取し，QuA-Atro 2-HRを用いて無機栄養塩類濃度（NO₃+NO₂-N，PO₄-P，SiO₂-Si，NH₄-N）を分析した（ビーエルテック株式会社）。

ウ コンブ養殖漁場における孔あき症，付着生物被害の実態解明

(ア) 付着生物および孔あき症被害の現地調査

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

(イ) 孔あき症を発病した個体の観察

平成28年7月27日，函館市古部町沖で養成中の促成養殖マコンブ数個体に孔あき症が発生した。葉状部に孔が見られた12個体を採集し，病変部の観察を行った。

(3) 得られた結果

ア 養殖コンブ生育状況調査

平成28年に収穫された養殖コンブの平均葉長は，大船町では5月，日浦町と石崎町では6月に最大となった（図2）。この時，平均葉長は大船町では534.0cm，日浦町では495.4cm，石崎町では1002.6cmであった。平成29年に収穫される養殖コンブの平均葉長は，11～

3月まで、日浦町を除いて一貫して大きくなる傾向が見られた。日浦町では、他の2地点に比べて3～4月にかけてのみかけの生長量は小さかった。

平均葉幅は、大船町では6月、日浦町では4月、石崎町では7月に最大となった(図3)。この時、平均葉幅は大船町では26.4cm、日浦町では24.9cm、石崎町では30.3cmであった。平成29年に収穫される養殖コンブでは、いずれの地点でも11～3月まで、一貫して大きくなる傾向が見られた。

平均乾燥歩留りは、いずれの地点でも4月以降に急速に増加する傾向が見られ、7月の調査時には大船町と石崎町では16%以上に達した(図4)。平成29年に収穫される養殖コンブでは、11月～3月にかけてわず

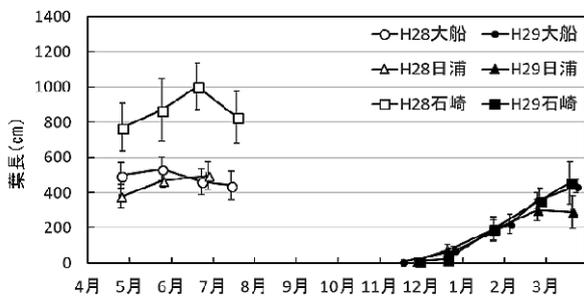


図3 促成養殖マコブ葉長の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

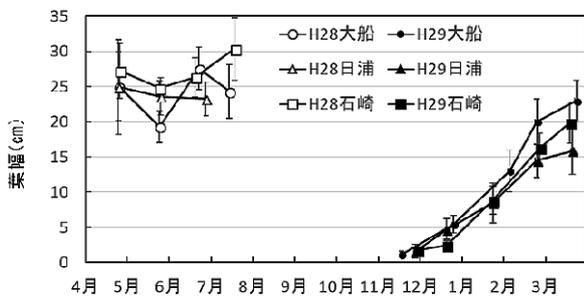


図4 促成養殖マコブ葉幅の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

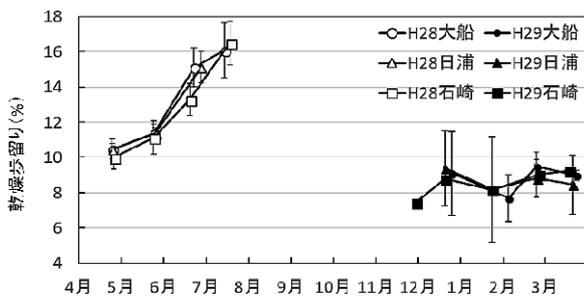


図5 促成養殖マコブ葉状部の乾燥歩留りの季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

かな増減は見られたが、大きな変化は認められなかった。

4～7月にかけての日間生長量は、大船町と石崎町とともに減少する傾向が見られた。一方、日間末枯量は両地点とも4月以降に増加する傾向が見られ、5月以降はおよそ2cm/dayとなり(図6)、特に6～7月にかけての末枯量は、生長量を大きく上回った。平成29年に収穫される養殖コンブでは、2月以降、日間生長量および日間末枯量は、両地点とも減少する傾向が見られた(図7)。

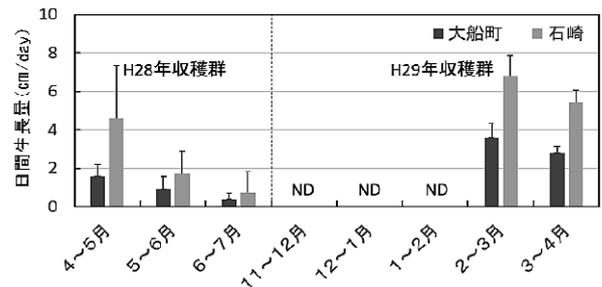


図6 大船町と石崎町沖で養殖された促成マコブ葉状部の日間生長量の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

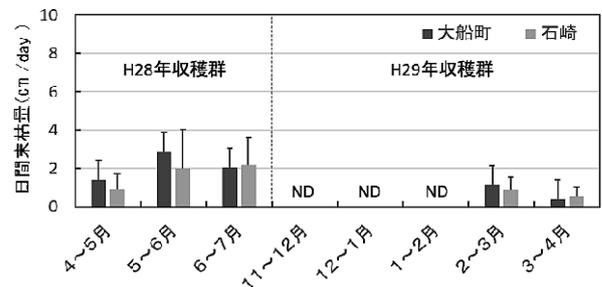


図7 大船町と石崎町沖で養殖された促成マコブ葉状部の日間末枯量の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

イ コンブ養殖漁場海洋環境調査

調査期間の平成28年12月～平成29年7月の水温は、大船町では2.1～21.2℃、石崎町では4.0～21.0℃の範囲で推移した(図8)。大船町では12～1月にかけて水温が低下する傾向が見られ、その後は3月下旬まで5～7℃で推移した。3月下旬には沿岸親潮の接岸に伴い、一時的に2℃台まで低下したが、4月からは上昇する傾向が見られた。6月下旬は、海峡内の石崎町沖よりも高水温で推移した。石崎町では12月以降、水温は緩やかに低下した。1月下旬～4月下旬までは、沿岸親潮水の影響が見られた3日間を除いて7～9℃での範囲で推移した。5月以降は上昇傾向となり、7

月上旬には、15℃以上に達した。

塩分は、大船町では29.6～34.0、石崎町では32.0～34.5で推移した。大船町では3月以降、塩分が低下する傾向が見られた。石崎町では1月25日～3月20日までの期間、機材の不調によりデータが得られなかった。両地点ともに長期間に及ぶ著しい塩分の低下は観測されなかった。

平成28年12月～平成29年7月にかけての日積算光量子量は、大船町では1月以降、増加傾向を示した(図9)。石崎町では12～4月まで大きな変化はなかったが、それ以降は大きく増加する傾向が見られた。

平成28年4月～平成28年7月までの水深約0.5m層における硝酸態+亜硝酸態窒素とリン酸態リンの濃度は、大船町に比べて石崎町の方がわずかに高かったが、両地点とも低濃度で推移した(図10-14)。11月以降は高くなる傾向が見られた。

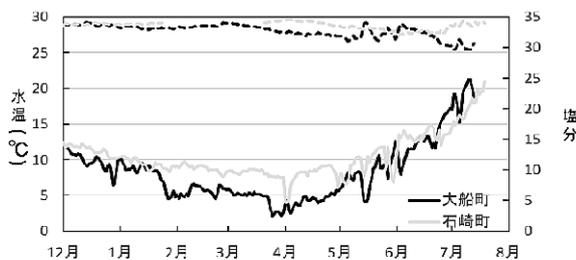


図8 大船町と石崎町沖のコンブ養殖施設幹綱設置水深における水温および塩分の推移。

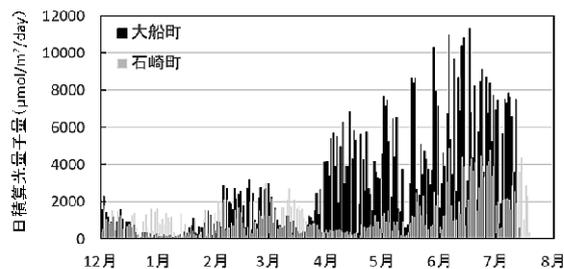


図9 大船町と石崎町沖のコンブ養殖施設幹綱設置水深における積算光量子量の季節変化。

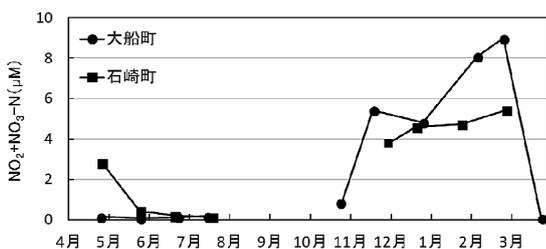


図10 大船町沖および石崎町沖のNO₃+NO₂-N濃度の季節変化。大船町における12月の値は陸側の地点のデータで補完している。

ケイ酸態ケイ素の濃度は、硝酸態+亜硝酸態窒素とリン酸態リンの濃度と概ね同調した変化が見られたが(図12)、アンモニア態窒素は、他の無機栄養塩濃度と同調した変化は認められなかった(図13)。

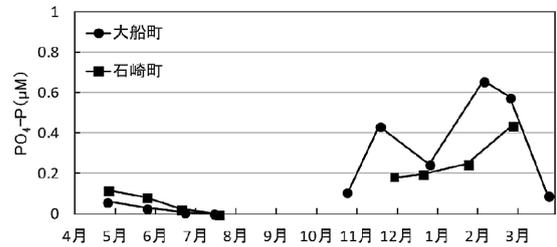


図12 大船町沖および石崎町沖のPO₄-P濃度の季節変化。

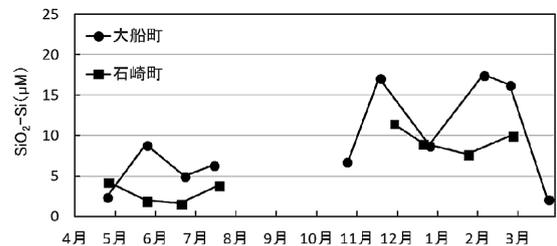


図13 大船町沖および石崎町沖のSiO₂-Si濃度の季節変化。

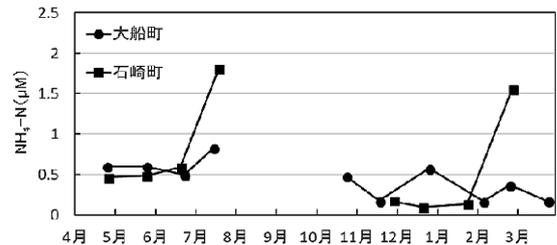


図14 大船町沖および石崎町沖のNH₄-N濃度の季節変化。

ウ コンブ養殖漁場における孔あき症、付着生物被害の実態解明

(ア) 付着生物および孔あき症被害の現地調査

平成28年に収穫された促成マコンブでは、ヒドロゾア類の付着はほとんど見られなかった(図15)。最も多く見られた石崎町でも付着数は、1個体の促成マコンブあたり1個以下であった。一方、コケムシ類は大船町で多数の付着が見られ(図16)、5月には、1個体の促成マコンブあたり30個体以上のコケムシ類が付着した。

平成29年に収穫される養殖コンブでは、11～3月にヒドロゾア類の付着は見られなかった。一方、コケムシ類は大船町では2月下旬から付着が見られ、増加す

る傾向が見られた。日浦町と石崎町では、この期間中にコケムシ類の付着は見られなかった。

なお、平成28年に収穫された促成マコンブでは調査期間中、これらの3地点では孔あき症の発生は認められなかった。また、この年、大規模な孔あき症の発生は報告されなかった。

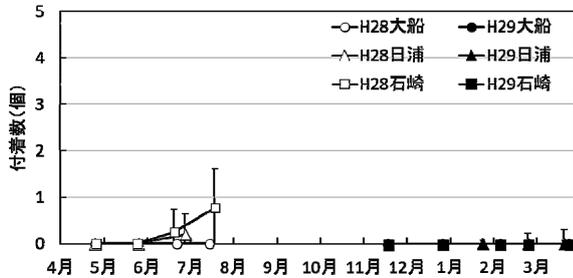


図15 促成養殖コンブに付着するヒドロゾア類の付着数の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

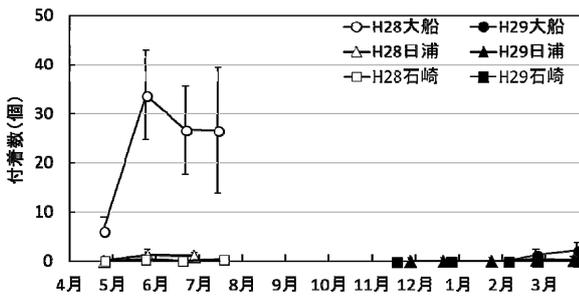


図16 促成養殖コンブに付着するコケムシ類の付着数の季節変化。エラーバーは標準偏差を示している。

(イ) 孔あき症を発病した個体の観察

孔あき症を発病した個体を観察した結果、多数の真円形の孔が見られた(図17)。また、孔があく前の段階と考えられる傷や陥没も認められた。発病した個体表面には、イガイ類が多数付着していたが、これらが付着していた部分に損傷などは認められなかった。孔は生理活性の低い胞子体の葉状部の先端付近ではなく、葉状部の中央から下部付近に集中する傾向が見られた(図18)。生育環境の悪化に伴う、生理活性の低下だけではなく、その他の要因による孔あき症の発生要因が存在することが示唆された。

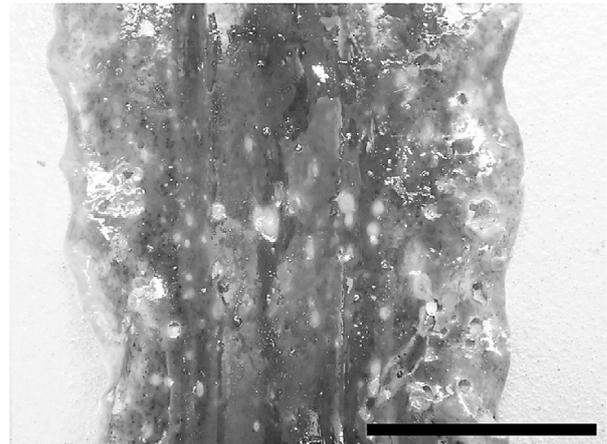


図17 孔あき症を発病した個体の葉状部表面の拡大。スケールは10 cm。

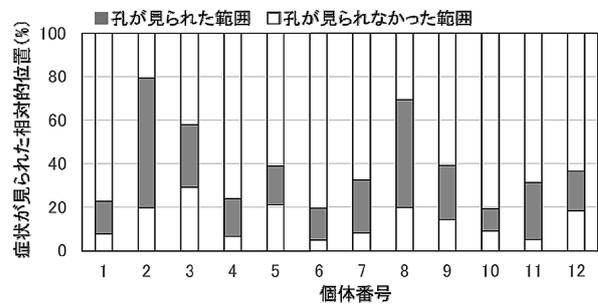


図18 葉状部に生じた孔の相対的位置。それぞれの個体の葉長を100%に換算し、葉元の位置を0%、葉先の位置を100%と考えて症状が見られた部分を図示している。

8. 資源評価調査事業（公募型研究）

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

（1）目的

我が国200海里水域内の漁業対象資源の性状を科学的根拠に基づいて評価し、生物学的漁獲許容量の推計に必要な資料を収集するため、水産庁長官が独立行政法人水産研究・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、独立行政法人水産研究・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：2016年4月～2017年3月

ア 生物情報収集調査

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

イ 生物測定調査

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

ウ 漁場一斉調査

スルメイカ秋季発生系群および冬季発生系群の全国一斉調査に参画し、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

2016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、各水産研究所主催の漁況予報会議等の各種会議において調査結果等を報告した。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

2.2 (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、独立行政法人水産研究・教育機構を代表機関とするJVが水産庁の委託を受け実施している。

(2) 経過の概要

漁獲状況調査

中央水試資源管理部と共同で、渡島、後志支庁管内の7漁協（余市郡、東しゃこたん（古平、美国）、寿都、島牧、松前さくら、福島吉岡、戸井）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、2015年は381トン、2016年は316トンであった。

近年では渡島総合振興局管内（渡島管内）の漁獲量が全体の約9割以上を占めており、2016年には渡島管内で287トンの水揚げがあった。

渡島管内の3漁協（松前さくら、福島吉岡、戸井）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

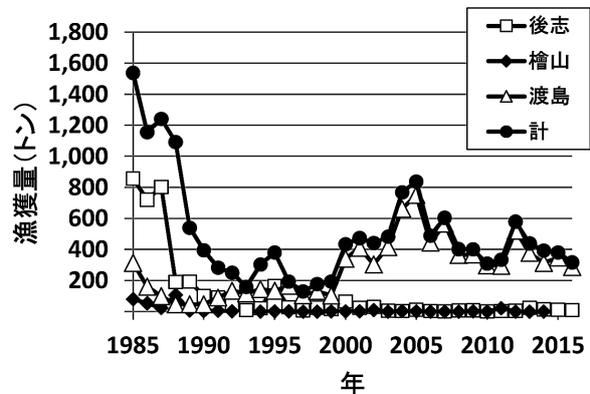


図1 マグロ漁獲量の推移

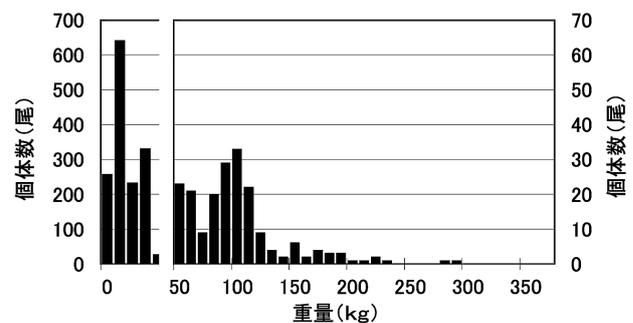


図2 クロマグロの重量組成（主にセミドレス）

範囲は2～292kgで、10～20kgの個体が多量に多く、次いで30～40kgの個体も多く漁獲された。

なお詳細については「平成28年度日本周辺国際魚類資源調査委託事業報告書（2017年3月）独立行政法人水産総合研究センター」に記載した。

10. 資源量推定等高精度化推進事業（公募型研究）

10. 1 スケトウダラ日本海北部系群

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

（1）目的

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

（2）経過の概要

ア 繁殖特性の変動に関わる環境要因と母性効果の把握

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

イ 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

産卵場が形成される檜山海域では産卵のため沿岸に來遊するスケトウダラを対象に延縄漁業が行われている。この延縄漁具に深度計と水温計を設置し、スケトウダラ魚群の漁獲水温と漁獲深度を調べた。なお、延縄漁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28年12月1～2日に開催された中間検討会、平成29年2月27～28日に開催された本事業の報告会で報告した。

（3）得られた結果

ア 繁殖特性の変動に関わる環境要因と母性効果の把握

（ア）成熟度組成の年変動

檜山海域で漁獲されたスケトウダラ（雌）の1月中下旬の成熟状況を見ると、1989～2004年までは概ね3～5割が産卵個体（放卵中、放卵後）であったが、2005年以降はその割合が低くなっていた（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

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

（ウ）スケトウダラ産卵群の肥満度の年変動

11、12、1月いずれの月も1990年前後の肥満度は比較的低かった（図3）。また、1月の肥満度は経年的に上昇する傾向が見られた。

イ 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

（ア）漁獲水温（生息水温）の年変動

当海域で漁獲されるスケトウダラは、産卵期前には水温0.5℃前後の日本海固有水中に分布するが、産卵の1ヶ月以上前には水温2～5℃の産卵適水温帯へと浮上することが知られている。今回整理した過去データを見ると、2004年以前の漁獲水温は3～5℃であったのに対し、2006年以降は3℃以下の低水温で推移していた（図4）。これは産卵期の遅れを反映し（図1）、近年は産卵適水温帯（2～5℃）に浮上する時期が遅れているためと考えられた。

（イ）漁獲深度（分布深度）の年変動

12月（産卵期前）のスケトウダラ産卵群の分布深度は、経年的に深くなっていた（図5）。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。

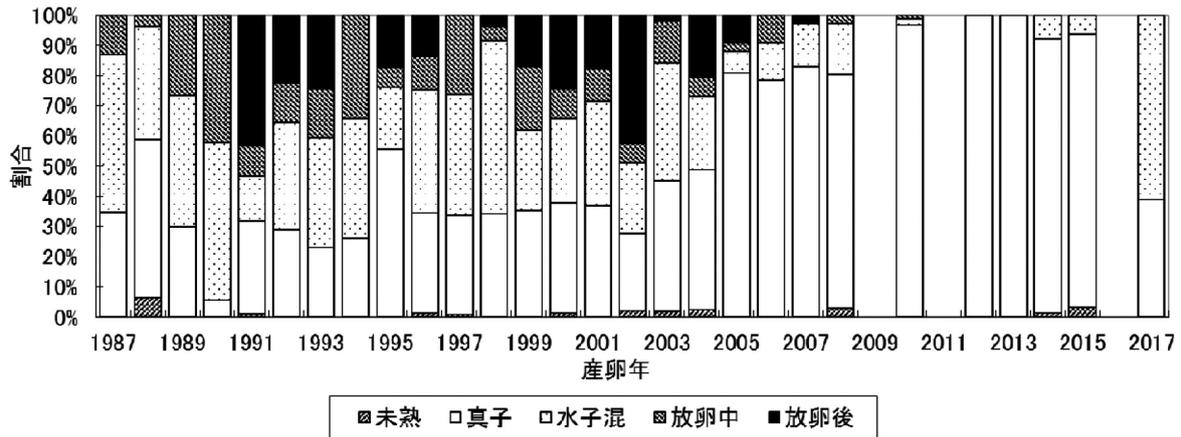


図1 北海道檜山海域におけるスケトウダラ雌の成熟割合の推移 (1月中下旬)

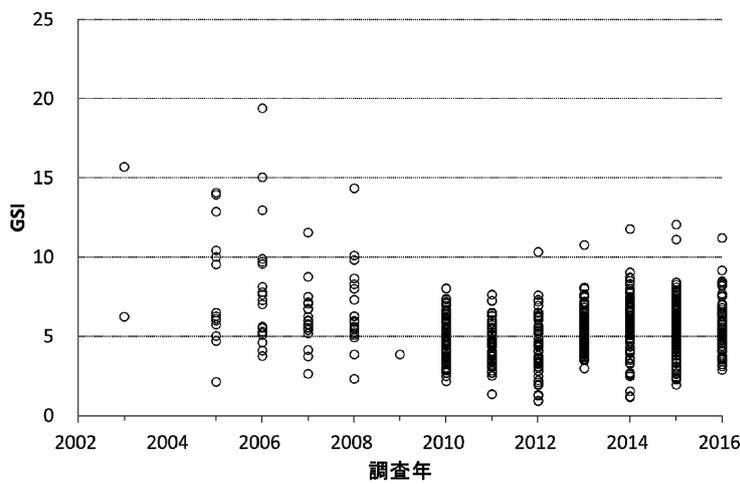


図2 北海道檜山海域におけるスケトウダラ雌のGSIの推移 (10月)

$$GSI = \text{生殖腺重量 (g)} / \text{体重 (g)} * 100$$

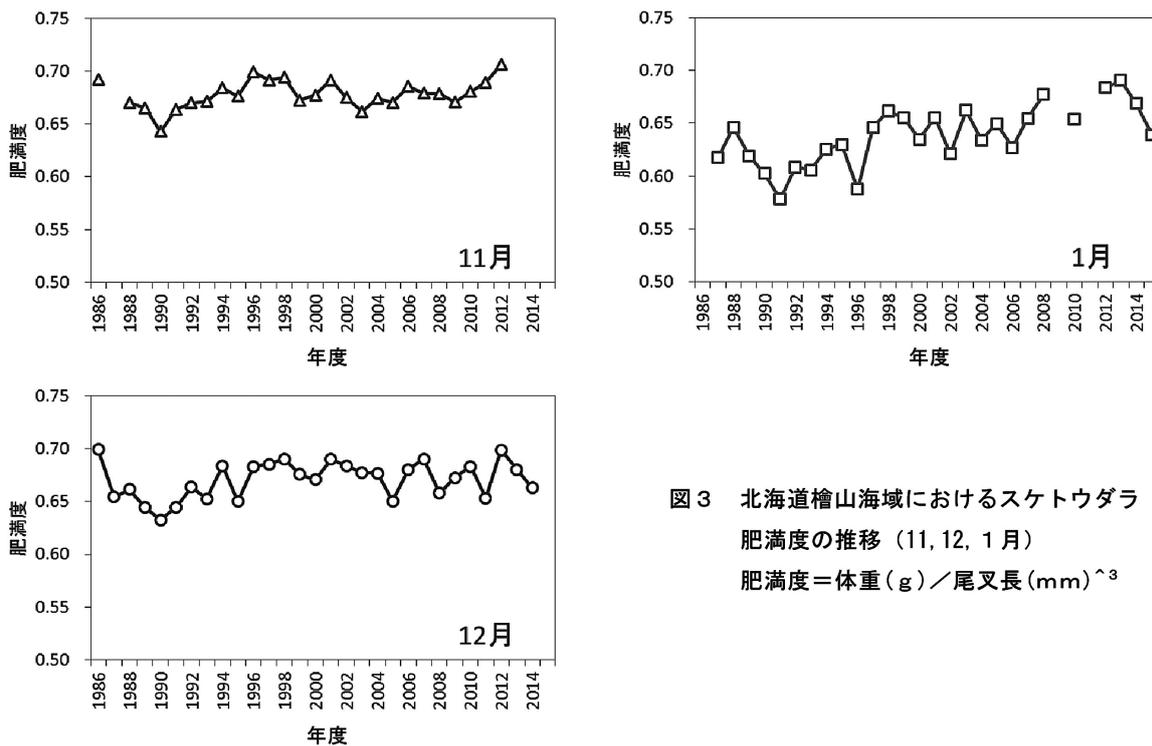


図3 北海道檜山海域におけるスケトウダラ肥満度の推移 (11, 12, 1月)
肥満度 = 体重 (g) / 尾叉長 (mm)³

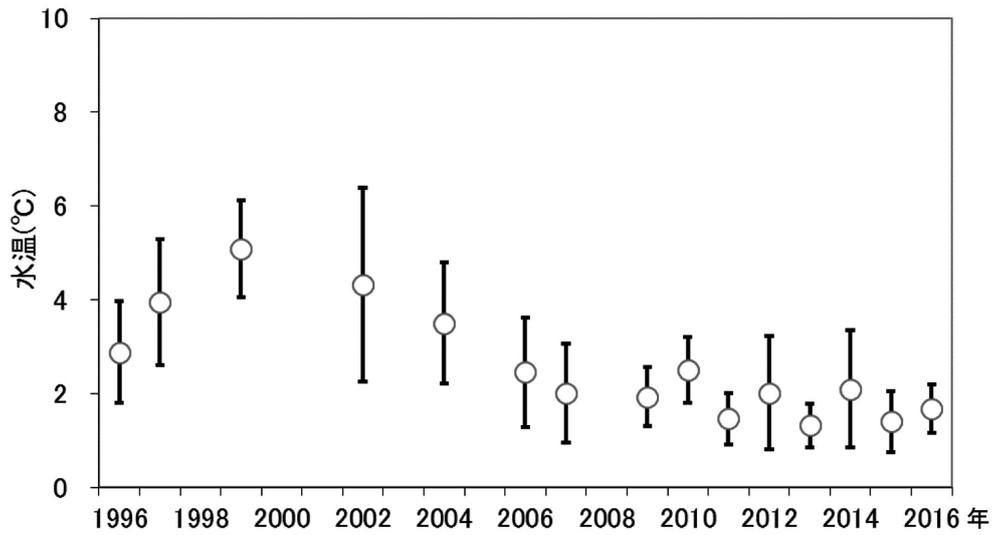


図4 北海道檜山海域におけるスケトウダラの平均漁獲水温の推移(12月)
○は漁獲水温の平均値, バーは標準偏差

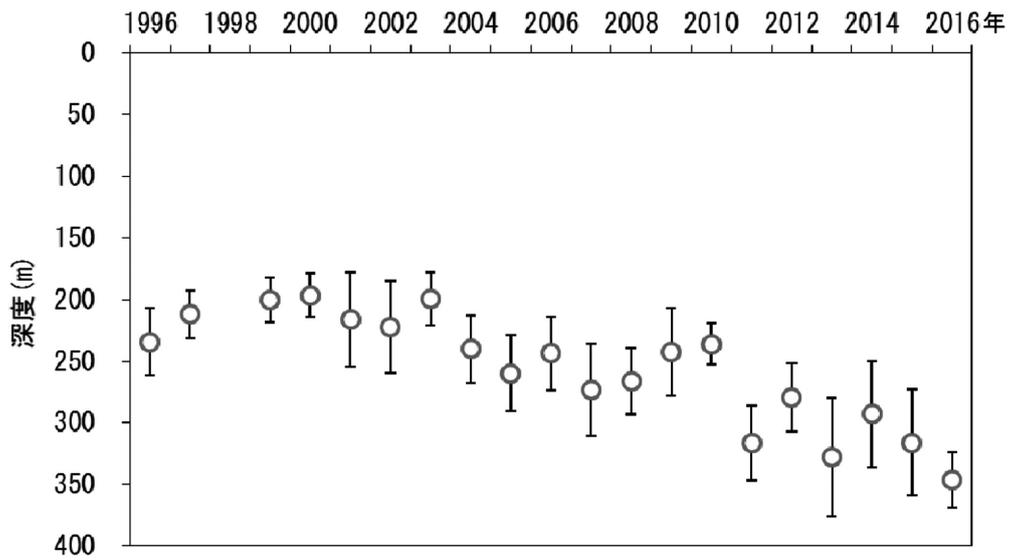


図5 北海道檜山海域におけるスケトウダラの平均漁獲深度の推移(12月)
○は漁獲深度の平均値, バーは標準偏差

10. 2スケトウダラ太平洋系群

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

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

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

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

ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

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

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

(ア) 調査時期（金星丸）

2016年11月17～22日

(イ) 調査内容

調査内容については、本事業報告書2.2.2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

1次調査：2016年5月12～14日

2次調査：2016年6月8～11日

(イ) 調査内容

噴火湾およびその周辺海域において、図1に示した調査線上を航走し、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。音響データ収録中の船速は10ktとし、海況により適宜減速した。調査線は互いに平行に等間隔で設定した（図1）。また、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、1次調査ではフレームトロールネット（FMT：2m×2m）、2次調査では稚魚用中層トロール網を用いたスケトウダラ稚魚のサンプリングを実施した。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。

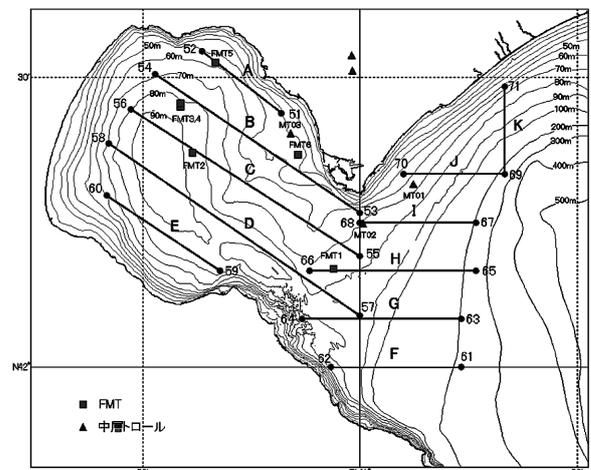


図1 調査海域

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、事業の主体は北水研が行うことになっており、函館水試は、個体ベースモデルの構築に必要な仔稚魚データを調査船調査の結果等から提供することとした。

(3) 得られた結果

ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

スケトウダラ太平洋系群の産卵場となっている噴火湾湾口域周辺の産卵群の2016年11月における分布状況は図2に示す通りである。スケトウダラ産卵群は、胆振沖（登別～苫小牧沖）に高密度域がみられた。また、スケトウダラ産卵群の分布深度は、2015年同期と比べて50m程度深かったが、これは調査時に行った海洋観測の結果、水深100～300mにかけての水温が、過去平均（2002～2015年の同時期に行った観測の平均値）よりも1～5℃上回っていたことが影響したものと考えられる（図3）。

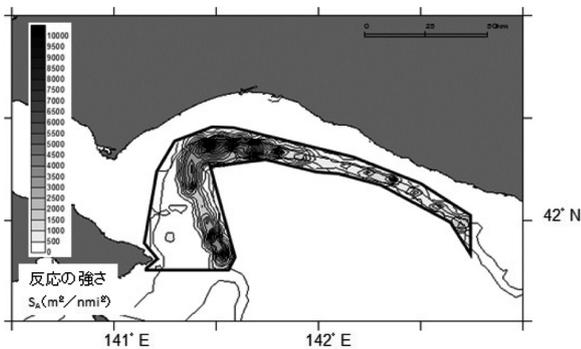


図2 産卵場周辺海域におけるスケトウダラ産卵群の分布（2016年11月）

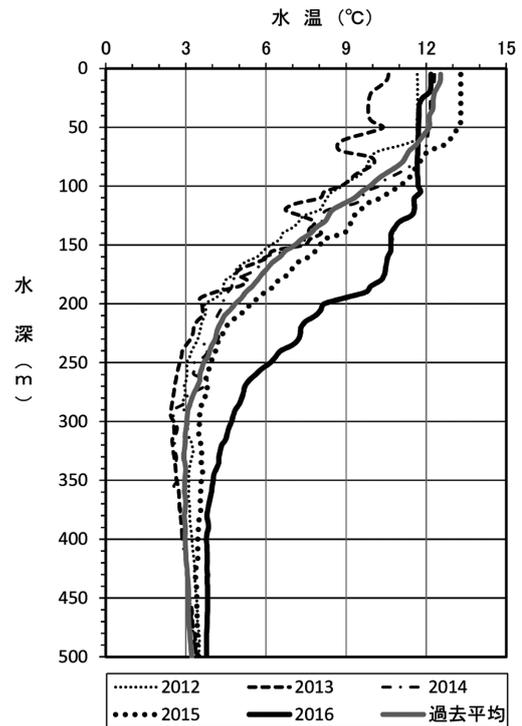


図3 11月中旬における登別沖（N42° 15' 141° 28' ）の水温の鉛直分布

イ 初期成長・生残メカニズムの解明

(ア) 魚群の分布

スケトウダラ稚魚と考えられる魚群反応は、1次調査（5月）では噴火湾内の湾口域に、2次調査（6月）では湾口域から湾外にかけて観察された（図4）。過去の調査では、1次調査では主に湾内（湾奥～湾央域）に、2次調査では主に湾口域に魚群反応がみられたことから、2016年は稚魚の移動時期が例年よりも早かったことがうかがわれた。

(イ) 胃内容物調査

5月の噴火湾内で採集されたスケトウダラ稚魚の胃内容物は、*Neocalanus*属、*Eucalanus*属、*Pseudocalanus*属のカイアシ類が主体となっていたが、2016年もこれまでと同様、上記3属のカイアシ類が主体であった。ただし、2012～2015年は*Neocalanus*属の割合が高かったが、2016年は*Eucalanus*属の割合が高くなっていった。また、6月では上記3属以外のカイアシ類またはオキアミ類の割合が高い傾向がみられており、2013年以降はオキアミ類の占める割合が高かったが、2016年はその他のカイアシ類の割合が高くなっていった（図5）。

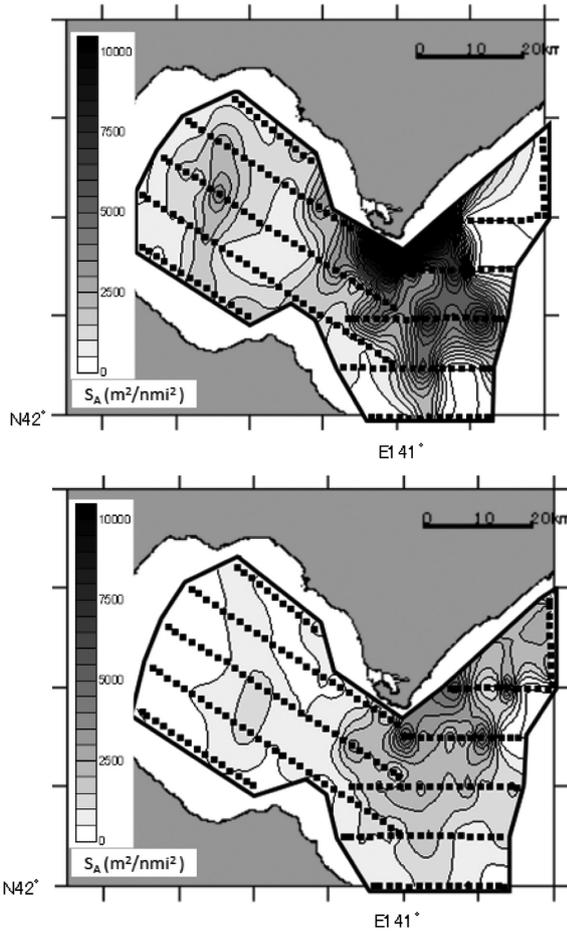


図4 1次調査(上)および2次調査(下)で観察されたスケトウダラ稚魚の魚群反応 (S_A : m^2/nmi^2)

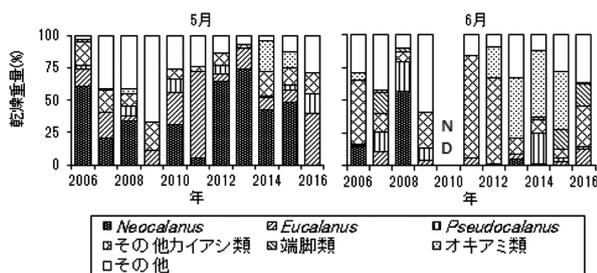


図5 スケトウダラ稚魚の胃内容物組成

ウ スケトウダラ稚魚のサンプリング結果

1次調査(FMT)における稚魚のサンプリング結果を表2(1次調査)に示した。1次調査時におけるスケトウダラ稚魚のサイズは、年による成長差が大きく、

また、深度が深くなるほど大型になる傾向がみられた(図6)なお、2016年5月の稚魚サイズは、2006年以降では2007、2008年に次いで大型であった。

2次調査(中層トロール)で採集された稚魚のサイズを表2に示した。2015年までは湾外で採集された稚魚の方が湾内で採集された稚魚よりも大型である傾向がみられていたが、2016年は湾内で採集された稚魚の方が大型であった(表2)。

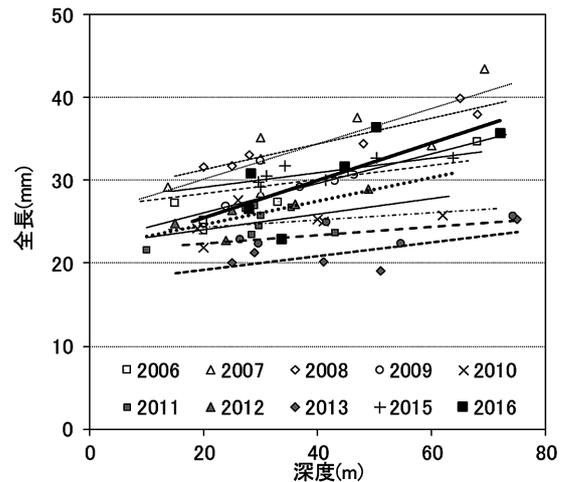


図6 FMTで採集されたスケトウダラ稚魚の分布深度と平均全長の関係(太線が2016年)

表2 中層トロールで採集されたスケトウダラ稚魚のサイズ

年	尾叉長(mm)	
	湾内	湾外
2006	59.2±8.1	—
2007	57.8±5.5	56.6±7.8
2008	62.2±5.5	62.2±5.7
2009	52.2±3.5	54.9±5.4
2010	—	49.6±5.6
2011	44.7±3.4	65.3±10.2
2012	54.3±9.9	70.1±7.3
2013	45.9±6.9	44.6±7.4
2014	42.7±5.6	55.8±9.6
2015	55.4±5.7	60.7±6.5
2016	55.0±4.5	51.7±4.6

※平均値±SD

※2014・2015年は北水研提供データ

11. 貝毒リスク管理措置の見直しに向けた研究（公募型研究）

担当者 調査研究部 吉田 秀嗣・金森 誠
共同研究機関 (水研機構)水産総合研究センター中央・瀬戸内海区・東北区水産研究所，北海道立衛生研究所，(地独)青森県産業技術センター，岩手県水産技術センター，宮城県水産総合センター，三重県水産研究所(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所 広島県立総合技術研究所，熊本県水産研究センター

(1) 目的

貝毒発生に関する科学的知見を収集・解析し，麻痺性及び下痢性貝毒の蓄積動態を解明する。その結果をもとに，貝毒のリスク管理措置の見直しについて検討し，都道府県向けのガイドライン作成に資する科学的知見をとりまとめる。

(2) 経過の概要

ホタテガイ等の二枚貝類は，有毒プランクトンの毒成分を体内に蓄積して毒化するが，近年，貝毒の発生は海洋環境の変化等により，例年と異なる海域や時期にみられることがある。また，都道府県は食中毒防止のため，出荷前に貝毒検査を実施し，規制値を超過した場合には出荷の自主規制を行っている。道外では，2013年に市場流通したホタテガイが規制値超過により回収される事例が発生した。さらに，麻痺性貝毒の検

査は，マウス試験法で行われているが，下痢性貝毒の検査については国際的に機器分析法の普及が進み，我が国においても2015年3月に機器分析法が導入された。

これらのことから，貝類の安全性を向上させるためには，貝毒発生に関する科学的知見を踏まえつつ，機器分析法を活用して，貝毒のリスク管理措置を見直す必要がある。

(3) 得られた結果

ホタテガイの個体および垂下深度による毒量の違いを把握するため，噴火湾西部海域（八雲町沖）から2016年5月18日と6月28日および下痢性貝毒自粛規制中（開始7月13日，解除10月6日）の8月11日に，ホタテガイを深度約5，10，15mから採取し，中腸腺を中央水産研究所に送付した。

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

12. 1 ナマコでの中規模飼育試験

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

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

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

研究課題は以下の5課題からなる。

ア 雑海藻の安定供給地の探索と採集適期の把握：

(釧路水試担当)

イ 餌料化のための原料特性把握および加工方法の確立：

(釧路水試担当)

ウ スクリーニングを目的とした小規模飼育試験：

(水産研究・教育機構北海道区水産研究所担当)

これと平行して、スクリーニング試験の結果良好な成績であった餌料を用いて、

エ ウニ・アワビの中規模飼育試験：(中央水試担当)、

オ ナマコの中規模飼育試験：(函館水試担当)。

これら5つの試験を通じて、餌料開発を効率的に進め、最終年度に

カ 雑海藻の採取・加工の実証試験と普及(釧路地区水産技術普及指導所)、

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

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

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

(3) 得られた結果

北海道区水産研究所で作成した雑海藻A、Bの粉末と市販の配合餌料を給餌する試験を1.6L小型水槽で、2月28日～4月1日(冬季試験：平均水温6.7℃)、5月23日～6月24日(春季試験：平均水温16.2℃)、9月15日～10月14日(夏季試験：平均水温20.6℃)に行った(図1)。

いずれの試験もH26年度に北海道栽培漁業振興公社で生産された体長10mm程度の種苗(夏季試験14mg、秋季試験16mg、冬季試験57mg)を用い、50μmカートリッジフィルターで濾過した無調温海水の連続換水(7回転/日)で行った。供試個体は試験開始前に1週間絶食とした上で、重量を測定して、給餌物と給餌量などを変えた試験区を設け、各3水槽で試験した。試験終了時(最終給餌から2日後)に各水槽の個体重量を測定して、以下の式により日間成長率を算出した。

$$\text{日間成長率 (\%)} = \frac{(\ln(W_1) - \ln(W_0))}{\text{飼育日数}}$$

W₀：試験開始時重量，W₁：試験終了時重量

(ア) 餌料種の検討(冬季・春季試験)

冬季には8%/日、春季と夏季には12%/日を給餌して、餌料種及び珪藻土含有率が成長速度に与える影響を調べた(図2)。市販の配合餌料では珪藻土の含有率に

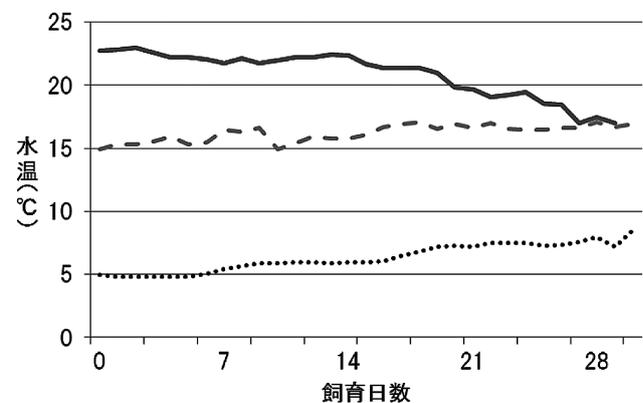


図1 飼育試験水温

..... 冬季試験 - - 春季試験 — 夏季試験

かかわらず雑海藻A, 雑海藻B及びこれら混合物に劣ることが明らかになった(図2)。また、いずれの餌料種とも珪藻土の含有率が90%のものが最も成長速度が速かった。

(イ) 給餌量の検討(冬季・春季・夏季試験)

稚ナマコの重量当たりの適正給餌量を検討した結果を図3に示した。雑海藻粉末A餌料の場合、冬季は体重の8%、春季は16%、夏季は20%程度給餌するのが適当であると考えられた。

(ウ) 珪藻土の添加方法の検討(春季試験)

珪藻土の添加量を節約するため、4週間の試験期間中継続して添加する試験区に対し2週目で添加量を50%に削減する区(90%珪藻土→50%珪藻土)と2週目に添加を止める試験区(90%珪藻土→0%珪藻土)で成長の差を比較したところ、差は認められなかった。

(エ) 新規配合飼料の検討(夏季試験)

当初検討の対象としていた配合飼料Aに加え新たに配合飼料Bの成長に及ぼす効果を検討した(図5)。この結果雑海藻餌料に劣る結果となった。ただし、本配合飼料には販売当初から無機質が混入されている可能性があり、これにより有機成分がより少なく結果として成長が劣った可能性がある。

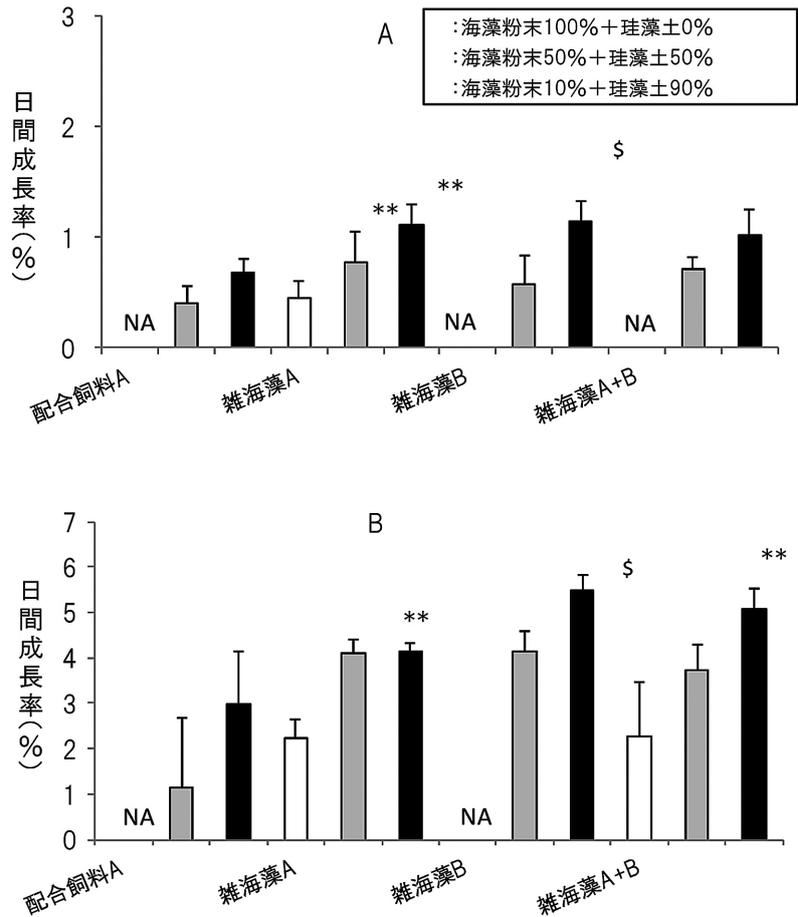


図2 海藻粉末の種類と珪藻土の添加割合が稚ナマコの成長に及ぼす影響(冬季試験), B: 同春季試験,

それぞれ3水槽の平均値±標準偏差, NA標記は未実施, *(P<0.05)および**(P<0.01)は同一海藻粉末100%区に対して有意差有り(Dunnett検定) \$ (P<0.05)は同一海藻粉末50%区に対して有意差あり(Welch's t検定),

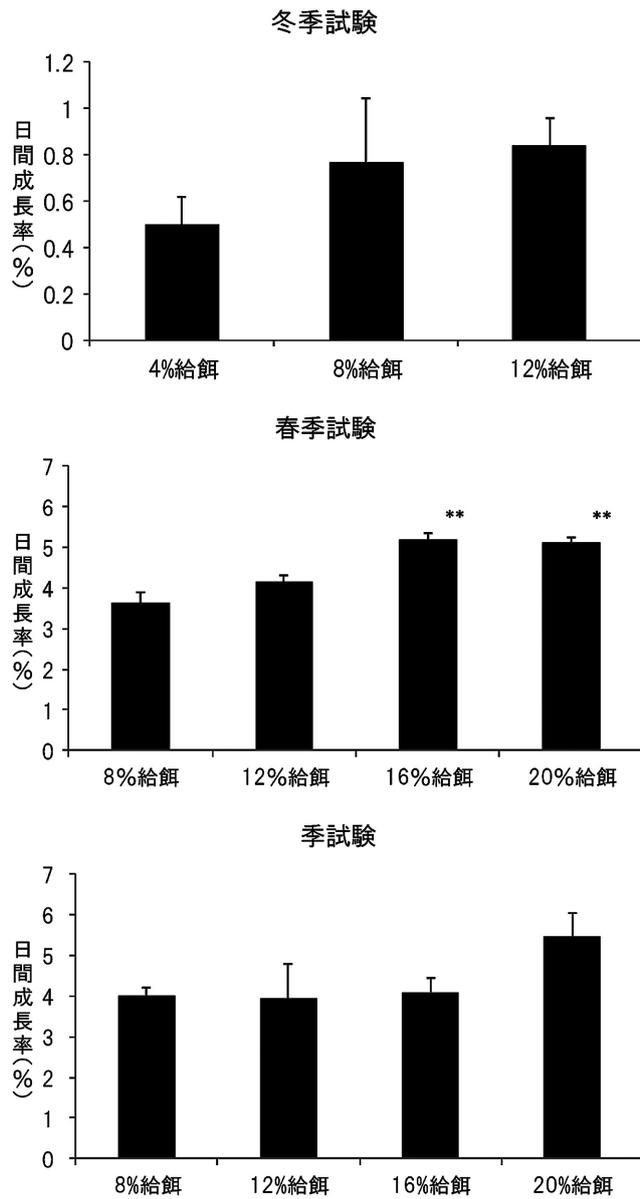


図3 雑海藻粉末A10%+珪藻土90%給餌区での給餌量と日間成長率の3水槽の平均値±標準誤差、冬季試験はH27年度実施結果
 **($P<0.01$)は最も給餌量の少ない試験区に対して有意差有り(Dunnett検定)

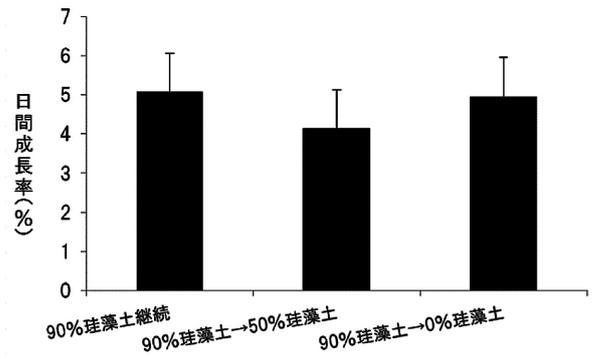


図4 雑海藻AとBを1:1の海藻粉末に添加し、珪藻土を2週間目から削減した場合の日間成長率

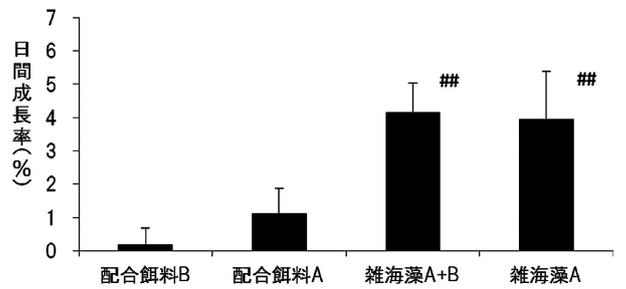


図5 海藻粉末に90%珪藻土添加した試験区と新たに試した市販餌料Bの比較

($P<0.01$)は、市販餌料NGiに対して有意差有り(Dunnett検定)

13. DNAマーカーを利用したマコンブの親子鑑定技術の開発とスポアバック効果の検証（公募型研究）

担当者 調査研究部 前田 高志
 協力機関 えさん漁業協同組合、渡島地区水産技術普及指導所、京都大学

（1）目的

北海道におけるコンブ類の生産量は、北海道水産現勢によると、1990年代前半には約30,000tあったが、近年はその半分のおよそ15,000tまで減少している。道内の主な産地の生産量は軒並み減少傾向にあるなか、渡島管内では、マコンブの養殖を中心としたコンブ漁業が盛んであり、毎年およそ5,000～6,000tの生産が維持されている。養殖による生産は比較的安定しているが、天然コンブは急激に減少し、深刻な問題となっている。天然コンブの減少は、漁業者の収入に大きく影響を及ぼすうえ、養殖用種苗の生産に必要な母藻の不足につながる深刻な問題である。すでに母藻（子嚢斑が形成された孢子体）の収集に苦慮する地域も現れ、早急な対応が迫られている。コンブの群落の維持と回復を図るため、現場では海底面に着生する海藻類などの除去や、スポアバックを利用した遊走子の散布などの取組みが行われている。

本研究では、個体識別に有効な多型性の高いマイクロサテライトマーカーを開発するとともに、天然マコンブ群落の遺伝的多様性を調査した。さらにマコンブ親子鑑定技術を確立し、この技術を利用してスポアバック効果の検証を試みた。

（2）経過の概要

ア マイクロサテライトマーカーの開発

材料のマコンブ孢子体は、2014年12月2日に北海道函館市川汲町沖で採集した（図1）。孢子体葉状部から子嚢斑形成部を含む葉片を切り取り、滅菌した濾過海水で表面を洗浄し、付着物や粘液をペーパータオルで拭き取った。次いで、葉片表面の水分を完全に除去した後、直径90mmのプラスチックシャーレに入れて冷暗所で保存した。翌日、葉片を滅菌した濾過海水に浸し、放出された遊走子を採取し、新たに用意した直径90mmのプラスチックシャーレに移し、30mlの栄養強化海水（ES培地）（Anderson 2005）中で培養した。培養条件は水温10℃、短日条件（10時間明期：14時間暗期）とした。発芽した配偶体は、雌雄が判別可能までに生

長した時点で単離し、同様の条件で培養を続けた。配偶体が十分に増殖したら、それらを集め、1.5mlのマイクロチューブに移し、DNA抽出のための試料とした。

配偶体を入れたマイクロチューブに1mlの蒸留水を加え、よく攪拌して塩類を除去した。これを20,000×g、1分間遠心して上清を除いた後、ホモジナイズペッスルを使用して配偶体を破砕した。DNAは、Quick Gene Mini80（KURABO）およびDNA組織キットDT-S（KURABO）を使用して抽出した。このゲノムDNAを断片化し、それらを鋳型に断片配列を増幅した。増幅断片の塩基配列は、Ion torrent PGM（Life Technologies）を用いて決定した。次いで、MSAT commander（Faircloth 2008）を使用し、得られた断片の塩基配列の中から2塩基からなる繰返しが8回以上、または3塩基からなる繰返しが6回以上含まれる配列を探索した。その中から78遺伝子座を選択し、Primer 3（Rozen and Skaletsky 1999）を使用してマイクロサテライトを増幅するプライマーを設計した。設計したプライマーを用いたPCR増幅の可否と、増幅した遺伝子座における多型の有無は、北海道函館市川汲町産から採集した18個体のマコンブ孢子体を用いて調べた（図1、表1）。DNAは、DNeasy Plant mini kit（QIAGEN）を使用して抽出した。次いで、GENECLEAN II kit（MP-biomedicals）を使用して精製し、これをPCRの鋳型とした。PCR増幅はAndo et al.（2014）の方法に従い、反応液はMultiplex PCR Master Mix 2.5 μL（QIAGEN）、1 μMフォワードプライマー 0.05 μL、20 μM リバースプライマー 0.05 μL、10 μM 蛍光修飾プライマー 0.05 μL、DNA抽出液0.8 μL、蒸留水 1.55 μLを混合し、全量を5 μLに調整した。また、PCRの条件は、95℃（15分）、[94℃（30秒）－57℃（1分30秒）－72℃（1分）]を30回繰返し、72℃（10分）に設定した。なお、PCR増幅にはVeritiサーマルサイクラー（Applied Biosystems）を用いた。PCR産物のサイズは、Genetic Analyzer 3130xl（Applied Biosystem）とGeneMapper（Applied Biosystems）を使用して決定した。対立遺伝子数（Na）と有効対立遺

伝子数 (N_e), 地域特有の対立遺伝子数 (N_p), ヘテロ接合度の観察値 (H_o), ヘテロ接合度の期待値 (H_e), Shannon指数 (I) はGenAlEx 6.5 (Peakall and Smouse 2012) を, 多型情報含有値 (PIC) と個体間の遺伝子型が一致する確率 (NEI) はCervus v3.0.7. (Kalinowski et al. 2007) を用いて算出した。また, 個体識別するために必要なマーカー数は, PARFEX v1.0 (Sekino and Kakehi 2012) を用いて推定した。

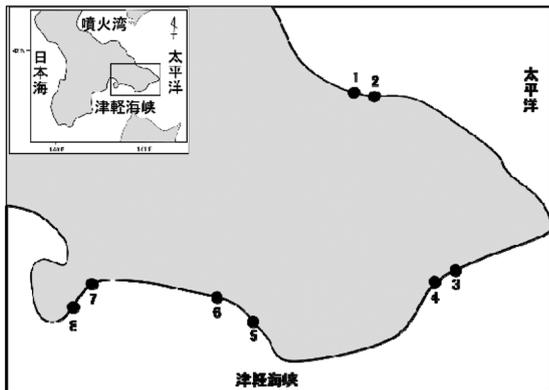


図1 材料を採集した地点. 1:川汲町, 2:尾札部町, 3:古武井町, 4:女那川町, 5:小安町, 6:石崎町, 7:宇賀浦町, 8:青柳町。

イ スポアバック試験地周辺に生育するマコンブの遺伝的多様性の調査

材料のマコンブ胞子体102個体は, 北海道函館市内8地点から採集した(図1, 表1)。葉状部の縁辺部から葉片を切り抜き, 表面を洗浄した後, シリカゲルとともに袋に封入して乾燥させ, DNA抽出まで保存した。DNA抽出からPCR産物のサイズの決定までの工程は, **A**にある方法に従った。なお, 解析には**A**で安定した増幅と多型が確認された33遺伝子座のマイクロサテライトマーカーを利用した。対立遺伝子数 (N_a), 有効対立遺伝子 (N_e), 地域特有の対立遺伝子数 (N_p), ヘテロ接合度の観察値 (H_o), ヘテロ接合度の期待値 (H_e), Shannon指数 (I), 多型情報含有値 (PIC), 個体間の遺伝子型が一致する確率 (NEI) は, **A**にある方法に従って算出した。また, 102個体の胞子体を個体識別するために必要なマーカー数は, PARFEX v1.0を用いて推定した。

表1 遺伝子解析に使用したマコンブ胞子体の採集情報。

地図上の番号	採集地点	採集日	個体数
1	北海道函館市 川汲町	2014.12.2	3
		2015.8.21	15
2	尾札部町	2015.8.21	10
		2015.9.2	10
3	古武井町	2015.11.2	14
		2016.10.25	10
5	小安町	2015.8.23	10
		2015.8.16	10
6	石崎町	2015.8.16	10
		2015.8.13	10
7	宇賀浦町	2015.8.13	10
		2015.8.13	10

ウ 室内培養個体を用いた親子鑑定

材料の6個体の成熟したマコンブ胞子体は, 2015年8月21日, 北海道函館市川汲町沖で採集した(図1)。これらの胞子体の葉状部から採取した葉片は, 表面を洗浄した後, シリカゲルとともに袋に封入して乾燥させ, DNA抽出まで保存した。次いで, ①にある方法に従って遊走子を採取し, 6個体の胞子体由来する雌雄の配偶体を得た。これらの配偶体を混合し, 500mlのES培地で培養して次世代の胞子体を得た。これらの胞子体から32個体を選出し, それぞれの個体について6個体の胞子体との親子関係を調べた。なお, DNA抽出からPCR産物のサイズの決定までの工程は**A**にある方法に従った。6個体の胞子体を親, それらの配偶体から作出した32個体の胞子体の子として, 33遺伝子座の対立遺伝子サイズを比較し, 親子関係を調べた。また, PARFEX v1.0を使用して親子鑑定に必要な最適なマーカー数を推定した。

エ スポアバック試験 I

2015年11月12日, 函館市女那川町にある尻岸内養殖場のプールIでスポアバック試験を実施した(図2)。この施設は岸壁に囲まれた40×50mのプールであり, 海水が入り出る開口部が設けられている。スポアバックに使用した14個体のマコンブ母藻は, 女那川町沖で採集した。この時, 母藻の葉状部から葉片を切り抜き, 後の遺伝子解析に使用した。スポアバックは, プール中央付近の海底に設置したコンクリートブロック(縦20cm×横20cm×高さ3.5cm)の上に, 金属器具を用いて固定した。また, スポアバックの周辺18ヶ所にコンクリートブロック(縦50cm×横10cm×高さ6cm)を設置した(図3)。これらのコンクリートブロックは2016年4月7日に回収し, ブロック表面とブロックに巻き付けたロープ(運搬のための手綱)から目視可能なサイズのコンブ目植物の胞子体をすべて採集した。スポアバック設置前に母藻から切り抜いた葉片およびスポアバック試験後に採集した胞子体の葉片は, シリカゲルとともに袋に封入して乾燥させ, DNA抽出まで

保存した。DNA抽出からPCR産物のサイズの決定までの工程は、アにある方法に従った。33遺伝子座のPCR増幅で、いずれの遺伝子座も増幅されなかった個体はマコンブとは異なる種として、親子鑑定から除外した。マコンブ胞子体の親子鑑定は、PARFEX v1.0を使用した。

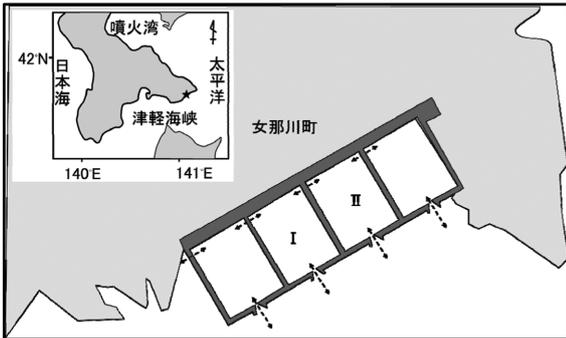


図2 スポアバック試験に使用した施設。図中のIとIIはそれぞれ、スポアバック試験IとIIに使用したプールを示す。矢印は海水が入り出る箇所を示している。

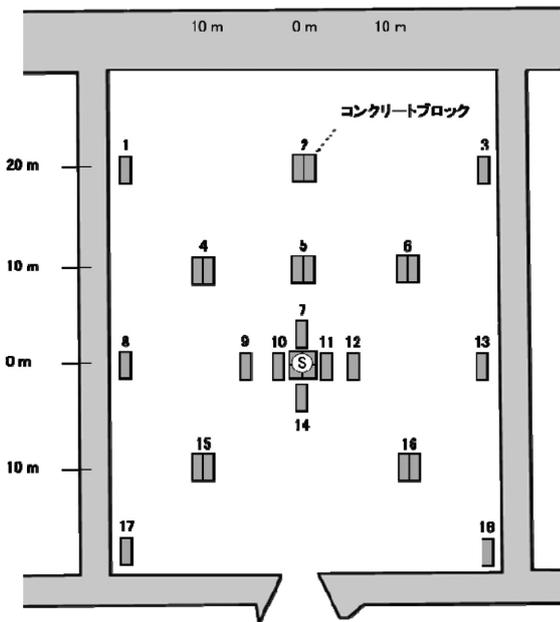


図3 スポアバック試験Iの模式図。図の中央にあるSはスポアバックを設置した位置、その下の正方形はスポアバック下に敷いたコンクリートブロックを示している。図中の1~18を付記した長方形は、スポアバック周辺に設置したコンクリートブロックとその位置を示している。

オ スポアバック試験II

スポアバック試験Iでは、設置したコンクリートブロックの一部が砂に埋没する問題や、時化によってコンクリートブロックが転倒するなどの問題が発生した。これを受け、スポアバック由来の遊走子の分散範囲は、それらの問題を排除できる手法で実施した。

2016年10月25日、エで使用した養殖場のプールIIでスポアバック試験を実施した(図2)。スポアバックに使用した10個体のマコンブ母藻は、女那川町沖で採集した。この時、母藻の葉状部から葉片を切り抜き、後の遺伝子解析に使用した。スポアバックは、プールの両岸から渡した2本の綱の中央部に吊り下げ、それぞれに5個体ずつ母藻を入れた(図4)。また、母藻から放出された遊走子を付着させるための基質として、スポアバックを吊り下げた綱から長さ145cmの綱をスポアバックの両側、1m、3m、5m、10mの間隔に垂下した。2017年3月7日、垂下した綱に付着しているマコンブ胞子体を採集した。母藻から切り抜いた葉片およびスポアバック試験後に採集した胞子体の葉片は、水道水と蒸留水でよく洗い、ペーパータオルで粘液や付着物を除去した後、シリカゲルとともに袋に封入して乾燥させ、DNA抽出まで保存した。DNA抽出からPCR産物のサイズの決定までの工程はアにある方法に従った。母藻とスポアバック試験後に回収したマコンブ胞子体の親子鑑定は、PARFEX v1.0を使用した。

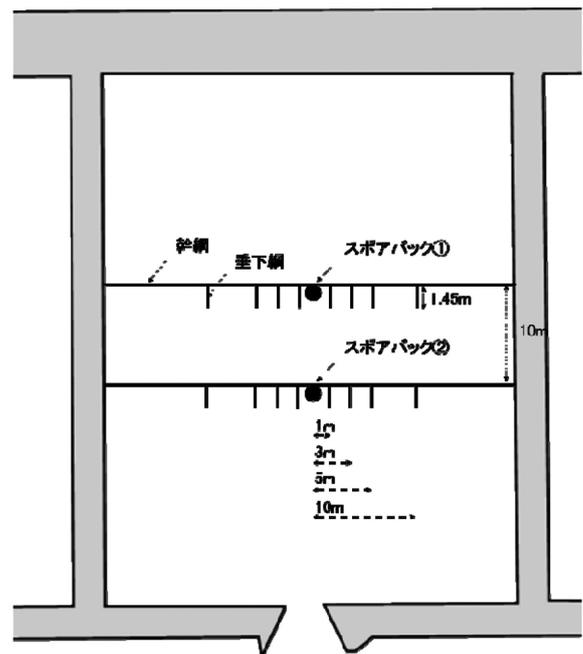


図4 スポアバック試験IIの模式図。

(3) 得られた結果

ア マイクロサテライトマーカーの開発

設計した78遺伝子座のプライマーのうち、安定して増幅されたのは33遺伝子座であった(表2)。Sj07とSj65では、PCR増幅が認められない個体が見られた。いずれの遺伝子座においても多型が検出されたが、Sj01はヘテロ接合度の観察値が著しく低かった。PARFEX v1.0の推定では、PICの高い8遺伝子座のマーカー、Sj78, Sj39, Sj40, Sj51, Sj76, Sj20, Sj11, Sj07から得られた情報すべてを用いると、無作為に抽出した個体間の遺伝子型が一致する確率(NEIの積算値)は 7.6×10^{-11} となり、100%の確率で個体識別が可能であることが支持された。

表2 川汲町沖から採集したマコンブ胞子体の33遺伝子座における遺伝的多様性の推定値。

Locus	Repeat	Size (bp)	N	Na	Ne	Ho	He	I	PIC	NEI
Sj01	(CTG) _n	244-247	18	2	1	0.08	0.05	0.13	0.05	0.90
Sj03	(CTG) _n	186-198	18	3	2	0.17	0.48	0.75	0.38	0.36
Sj04	(TTG) _n	226-246	18	4	2	0.67	0.49	0.68	0.43	0.32
Sj07	(AT) _n	254-288	18	3	5	0.38	0.78	1.77	0.76	0.07
Sj08	(TG) _n	182-188	18	8	4	0.78	0.77	1.70	0.73	0.09
Sj11	(AT) _n	172-188	18	8	5	0.44	0.79	1.78	0.77	0.07
Sj13	(AG) _n	182-188	18	4	2	0.33	0.44	0.81	0.39	0.36
Sj17	(CAA) _n	188-212	18	7	3	0.67	0.71	1.48	0.67	0.13
Sj20	(TTG) _n	216-241	18	8	5	0.88	0.80	1.78	0.77	0.07
Sj22	(AGC) _n	206-221	18	7	4	0.78	0.72	1.48	0.67	0.12
Sj23	(CTG) _n	152-184	18	4	3	0.78	0.69	1.24	0.83	0.16
Sj26	(GCA) _n	180-198	18	4	2	0.50	0.57	1.08	0.52	0.23
Sj31	(AC) _n	202-212	18	5	3	0.50	0.68	1.25	0.58	0.19
Sj37	(CTG) _n	181-209	18	3	2	0.50	0.48	0.75	0.39	0.36
Sj39	(CTA) _n	280-290	18	10	7	0.88	0.85	2.05	0.83	0.04
Sj40	(AGT) _n	240-270	18	9	6	1.00	0.84	1.97	0.82	0.05
Sj42	(CTG) _n	239-268	18	9	5	0.72	0.79	1.80	0.76	0.07
Sj44	(GA) _n	209-238	18	8	4	0.81	0.74	1.82	0.71	0.10
Sj45	(CT) _n	189-179	18	5	2	0.33	0.38	0.81	0.36	0.40
Sj47	(CTA) _n	190-228	18	6	5	0.89	0.78	1.61	0.74	0.08
Sj51	(CAG) _n	173-216	18	9	6	0.61	0.82	1.90	0.80	0.06
Sj53	(CTG) _n	224-263	18	8	3	0.61	0.64	1.41	0.61	0.16
Sj54	(ATG) _n	200-239	18	9	4	0.83	0.77	1.80	0.75	0.08
Sj56	(AGT) _n	187-250	18	8	3	0.44	0.65	1.37	0.60	0.17
Sj58	(AG) _n	206-218	18	8	3	0.44	0.70	1.58	0.57	0.12
Sj65	(AGC) _n	171-183	18	6	3	0.31	0.71	1.47	0.67	0.12
Sj66	(AT) _n	170-182	18	7	3	0.72	0.68	1.45	0.65	0.14
Sj67	(CAA) _n	189-194	18	4	3	0.23	0.61	1.12	0.56	0.20
Sj73	(AGC) _n	169-185	18	5	1	0.28	0.25	0.59	0.25	0.57
Sj75	(CGC) _n	171-180	18	3	2	0.33	0.59	0.98	0.51	0.25
Sj76	(AT) _n	172-194	18	7	5	0.83	0.61	1.78	0.78	0.06
Sj77	(GCA) _n	183-178	18	2	2	0.38	0.42	0.82	0.23	0.42
Sj78	(GA) _n	210-284	18	15	7	0.89	0.85	2.28	0.84	0.04

N:PCR産物が得られた個体数, Na:対立遺伝子数, Ne:有効対立遺伝子数, Ho:ヘテロ接合度の観察値, He:ヘテロ接合度の期待値, I:Shannon指数, PIC:多型情報含有値, NEI:個体間で遺伝子型が一致する確率。

イ スポアバック試験地周辺に生育するマコンブの遺伝的多様性の調査

川汲町沖の個体では、33遺伝子座の平均対立遺伝子数は 6.45 ± 0.57 (平均±標準誤差)、有効対立遺伝子数は 3.52 ± 0.37 、ヘテロ接合度の観察値は 0.57 ± 0.09 、ヘテロ接合度の期待値は 0.65 ± 0.04 、Shannon指数は 1.36 ± 0.03 であった(表3)。他の7地点の個体から得られた値も、これらの値と比べて大きな差異は見られず、マイクロサテライトマーカーの開発の際に使用した川汲町沖の個体群に比べ、遺伝的多様性が極端に乏しい個体群は認められなかった。また、わずかではあるが、各地域に特有の対立遺伝子が検出された(図5)。PARFEX v1.0の推定では、PICの高い9遺伝子座のマ

カー、Sj78, Sj56, Sj65, Sj53, Sj39, Sj20, Sj58, Sj40, Sj11, Sj07を利用することで、100%の確率で個体識別が可能であることが支持された。

表3 函館市内8地点から採集した102個体のマコンブ胞子体の遺伝的多様性の推定値。

Collection site	Na	Ne	Ho	He	I	PIC	NEI
川汲町	6.42 ± 0.48	3.52 ± 0.27	0.57 ± 0.04	0.65 ± 0.03	1.36 ± 0.09	0.81	0.20
尾札部町	5.52 ± 0.46	3.51 ± 0.29	0.58 ± 0.05	0.64 ± 0.04	1.32 ± 0.09	0.71	0.13
古武井町	6.61 ± 0.57	4.85 ± 0.50	0.61 ± 0.05	0.71 ± 0.03	1.54 ± 0.10	0.67	0.15
女那川町	9.48 ± 0.75	5.18 ± 0.53	0.61 ± 0.04	0.72 ± 0.04	1.70 ± 0.11	0.69	0.15
小安町	8.33 ± 0.57	4.36 ± 0.46	0.58 ± 0.05	0.69 ± 0.04	1.47 ± 0.11	0.64	0.18
石崎町	6.09 ± 0.48	4.14 ± 0.39	0.65 ± 0.05	0.67 ± 0.04	1.43 ± 0.10	0.64	0.19
宇賀浦町	6.09 ± 0.52	4.35 ± 0.44	0.58 ± 0.06	0.68 ± 0.05	1.43 ± 0.11	0.63	0.21
住吉町	6.15 ± 0.55	4.28 ± 0.44	0.58 ± 0.05	0.66 ± 0.04	1.44 ± 0.11	0.63	0.20
全体	6.59 ± 0.21	4.25 ± 0.15	0.60 ± 0.02	0.67 ± 0.01	1.46 ± 0.04	0.71	0.13

Na:対立遺伝子数, Ne:有効対立遺伝子数, Ho:ヘテロ接合度の観察値, He:ヘテロ接合度の期待値, I:Shannon指数, PIC:多型情報含有値, NEI:個体間で遺伝子型が一致する確率。表中の数値は33遺伝子座の平均値±標準誤差。PICとNEIは平均値。

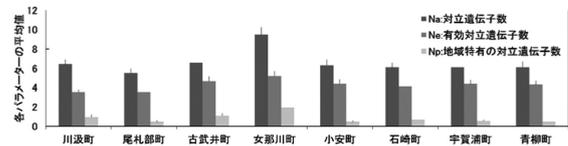


図5 函館市内8地点のマコンブの対立遺伝子数、有効対立遺伝子数、地域特有の対立遺伝子数。

ウ 室内培養個体を用いた親子鑑定

6個体の胞子体(親1~6)と次世代の胞子体32個体(子)の遺伝子型を決定した結果、親1と親2に由来する配偶体の交配によって生じた胞子体は7個体、同様に親1と親5に由来する胞子体は1個体、親2に由来する胞子体は6個体、親2と親4に由来する胞子体は1個体、親2と親5に由来する胞子体は7個体、親2と親6に由来する胞子体は5個体、親4と親6に由来する胞子体は1個体、親5と親6に由来する胞子体は3個体、親6に由来する胞子体は1個体であり、すべての個体の親子関係を明らかにすることができた。PARFEX v1.0の推定では、5遺伝子座のマーカー、Sj42, Sj51, Sj39, Sj40, Sj07を利用することで、高い確率(100%)で個体識別が可能であることが支持された。

エ スポアバック I

スポアバックの周辺に設置したコンクリートブロック1, 3, 5, 8, 10, 13, 16, 17およびスポアバックを固定した金属器具に付着していたコンブ類の胞子体40個体を採集した(図6)。他のコンクリートブロックでは、コンブ類の胞子体の付着は見られなかった。40個体中7個体はマコンブとは異なる種、29個体はマコ

ンプではあったが、いずれもスポアバック由来ではなかった。金属器具から採集した3個体および、スポアバックの最も近い位置に設置したコンクリートブロック10から採集した1個体はスポアバック由来であった。金属器具から採集した3個体中2個体は、スポアバック由来の配偶体同士の交配によって生じた個体であった。他の1個体は、スポアバック由来の配偶体と天然の孢子体由来する配偶体の交配によって生じた個体であった。

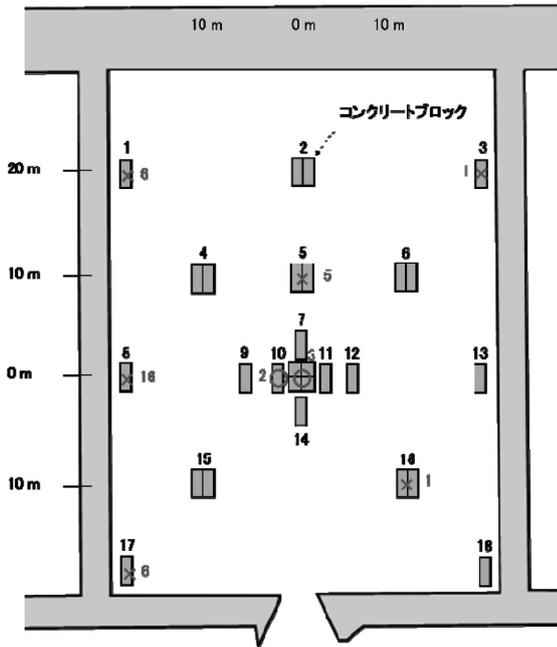


図6 スポアバック試験Ⅰで見出された母藻由来の孢子体の出現位置。図中にある○は母藻由来の個体が出現した。×は母藻由来の個体が出現しなかったことを示している。○と×に付記した数字は、回収した付着していたコンブ類孢子体の幼体数である。

オ スポアバック試験Ⅱ

2017年3月7日、施設に垂下した網から116個体のマコンブを回収した。そのうち、12個体(≒10%)がスポアバック由来の個体であった(図7)。陸側の網では、スポアバックの近くに垂下した網ほど母藻由来の個体が出現する頻度が高くなる傾向が見られ、スポアバックから5m以上離れた垂下網では、母藻由来の個体が出現する頻度は著しく低下した。また、海側の網に吊り下げたスポアバックに使用した母藻由来の個体の出現も見られた。一方、海側の網には、吊り下げたスポアバックに使用した母藻由来の個体が出現することはなかった。なお、母藻由来する12個体のうち、1個体は母藻由来の配偶体同士の交配によって生じたものであった。その他の11個体は母藻由来の配偶体と

天然個体由来のものとの交配によって生じた個体であった。

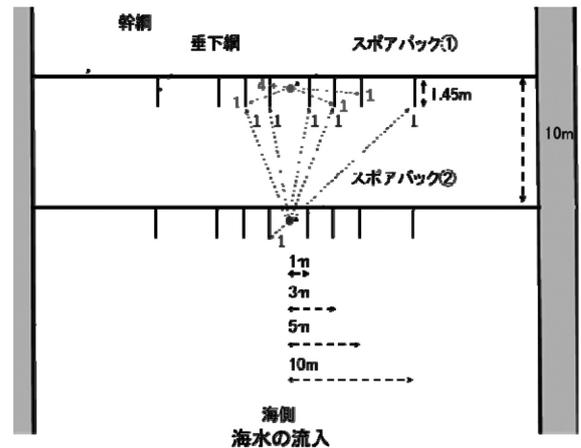


図7 スポアバックから放出された遊走子の出現状況。図中の数字はそれぞれ、スポアバック①とスポアバック②から放出された遊走子の出現位置とその数を示している。

(4) まとめ

本研究では、マコンブについて、多型性の高い多数のマイクロサテライトマーカーが開発され、それらのマーカーを利用した親子鑑定によってスポアバックの効果を検証する手法が確立された。スポアバック試験では、少なくとも母藻由来の個体が新規個体として加入することが明らかとなり、スポアバックの効果の一端が示されたと言える。なお、スポアバック試験Ⅱの終了後、2017年6月27日に施設を撤去するまで、少なくとも129個体以上のマコンブが新たに付着していた。仮にこれらの個体にも10%の割合で母藻由来の個体が含まれるとしたら、スポアバックは、資源増大のために一定の効果があると言える。また、スポアバック由来の個体の出現範囲から、遊走子の分散範囲と同様にスポアバックの影響範囲も流れに大きく依存することが示唆された。従って、漁場の流動環境を考慮することで、スポアバックをより効果的に活用できると考えられる。

(5) 参考文献

Andersen RA (2005) Algal culturing techniques. Academic press.
 Ando H, Emura N, Denda T, Nakahama N, Inoue-Murayama M, Isagi Y (2014) Development of microsatellite markers for the coastal shrub *Scaevola taccada* (Goodeniaceae). Applications in plant sciences, 2:1300094.

- Barner AK, Pfister CA, Wootton JT (2011) The mixed mating system of the sea palm kelp *Postelsia palmaeformis*: few costs to selfing. *Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences*, 278:1347-1355.
- Faircloth BC (2008) Msatcommander: detection of microsatellite repeat arrays and automated, locus - specific primer design. *Molecular ecology resources*, 8: 92-94.
- 北海道水産部, 札幌 (1983-2015) 昭和58年～平成27年北海道水産現勢 (北海道水産部漁政課編).
- Kalinowski ST, Taper ML, Marshall TC (2007) Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Molecular ecology*, 16:1099-1106.
- Peakall PE, Smouse R (2012) GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update. *Bioinformatics* 28:2537-2539.
- Rosen S, Skaletsky H (1999) Primer3 on the WWW for general users and for biologist programmers. *Bioinformatics methods and protocols*, 365-386.
- Sekino M, Kakehi S (2012) PARFEX v1.0: an EXCEL™-based software package for parentage allocation. *Conservation Genetics Resources*, 4:275-278.

14. 輸出重要種資源増大等実証委託事業（公募型研究）

14. 1 マナマコ

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

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

本課題は、H28年に北海道大学大学院水産学研究科 水産工学分野・同海洋生物学分野、水産研究・教育機構北海道区水産研究所、中央水産試験場、函館水産試験場で課題分担して取り組んだ。

ア 行動把握調査

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

152～236gのマナマコ *Apostichopus japonicus* の体腔内および体表への発信機 (V5-1H, VEMCO社) 装着方法を検討した。

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

2月9日に発信機 (V5-1H, VEMCO社) をマナマコの体内及び体外に装着し、試験用養殖池に設置した受信機による発信器からの超音波の受信感度を調べた。

イ 消化管内微生物を指標とした増・養殖適地の検討

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

水産研究・教育機構北海道区水産研究所で、採糞を行いやすいように、摂餌率が高く(すなわち糞が多く)、且つ成長が良い餌と悪い餌の調製を目標とし、摂餌率の測定が容易な個別飼育法(200mLの海水を入れたプラスチック容器に稚マナマコを入れてインキュベータ内

で温度管理)を用いて餌の組成を検討した。(この結果の詳細については成果報告書で公表した)

上記試験結果に基づいて、3種類の餌料(X:雑海藻粉末に珪藻土を混合したもの、Y:雑海藻粉末のみ、Z:市販海藻粉末Aに珪藻土を混合したもの)を調製し、採糞試験を行った。1.6Lの水槽に平均体重430mgのマナマコを10個体ずつ収容し、海藻粉末の1日当たり給餌率が体重の16%となるように前述の餌料を与え、流水下で1ヶ月間飼育した。試験終了時に体重を測定し、各試験区の上位3個体から採糞した。また、日間成長率 $(\ln(\text{終了時体重}) - \ln(\text{開始時体重})) / \text{飼育日数}$ と日間摂餌率 $(100 \times 2 \times \text{期間中摂餌量(乾物)} / (\text{開始時体重} + \text{終了時体重}) / \text{飼育日数})$ を算出し、流水飼育下での成長率の差を比較した。

なお、糞便試料は採取後ただちに凍結し、微生物叢の分析まで-80℃で保管し、北海道大学大学院水産学研究科 海洋生物学分野での分析に供試した。

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

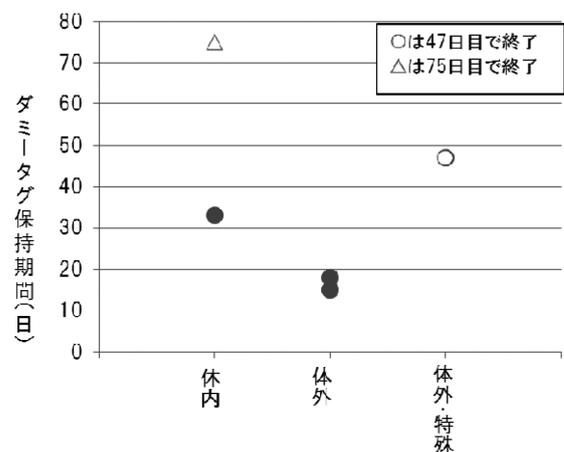


図1 装着した発信器の保持期間

ア-b で用いているウニ養殖施設において、天然個体の密度が高い場所（「密」と称す）と低密度の場所（「粗」と称する）で、底質表面および糞便を採取し、平成28年9月15日、11月15日、12月15日に、在来個体のマナマコ糞便、生息環境堆積物および海水を、総計48試料採取した。堆積物はSCUBA潜水により滅菌シリンジで採取し、糞便は同様にSCUBA潜水あるいは陸上で用意した採糞水槽を活用して採取した。当該ウニ養殖施設は、4つのプールから構成されている。潜水計数の結果、マナマコの生息密度が高いプール2で高密度にマナマコがいる場所（密）とこの1/10程度の密度でマナマコが生息する場所（粗）、さらにマナマコが認められないプール4を試験定点とした。糞便および堆積物試料は、現場でドライアイスに挟み急速凍結し、微生物叢の分析に供試するまで-80℃で保管した。

(3) 得られた結果

ア 行動把握調査

ア-a 行動に影響を与えにくい発信機装着方法の開発

体背面を切開し、腹腔部に発信機を埋め込む方法（体内装着）と、発信機をテグスに結びつけ、基部を体表から針で体腔まで貫通させて、体外に装着する方法（体外装着）を開発した。体内装着では最長75日以上（脱落前に試験終了）、体外装着では47日以上（脱落前に試験終了）の装着が可能となった（図1）。

ア-b 屋外ウニ養殖施設における移動速度・範囲・蜻集場所の把握試験

屋外の養殖池で行った発信機の体内・体外装着による受信状況に差は認められなかった。また、受信機設置位置による違いは、供試個体の直上に設置した受信機での受信が少なかったほか、対角線上に設置し発信機装着個体から最も遠い受信機（70m）まで差は認められなかった。

結果の詳細は、本事業の成果報告書に記載した。

イ 「消化管内微生物を指標とした増・養殖適地の検討」：

イ-a 室内飼育で得られたマナマコ成長優良および不良個体の糞便試料の採取

北海道区水産研究所で実施したインキュベーター内試験の結果、摂餌率が高い雑海藻粉末を給餌した。対象に市販の配合餌料を与えて、流水下で1ヶ月間飼育後採糞した。

3種類の餌料を用いた採糞試験では、日間成長率に有意な差が認められた(図2)。

これらから採糞したサンプルは、北海道大学大学院水産学研究科 海洋生物工学分野でこの中に含まれる微生物分析に供試し、結果は本事業成果報告書に記載した。

イ-b マナマコ育成地の微生物叢の分析

マナマコ育成地での潜水観察による在来個体の分布密度は図3に示した。

これらのマナマコ粗密両地区の底質から採取した表層にいる微生物叢の分析を実施した結果は、本事業成果報告書に記載した。

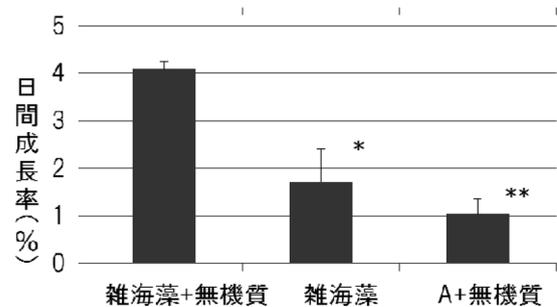


図2 餌料別の日間成長量

* $(P < 0.05)$ および** $(P < 0.01)$ はDunnett検定で雑海藻+無機質区に対して有意差有り

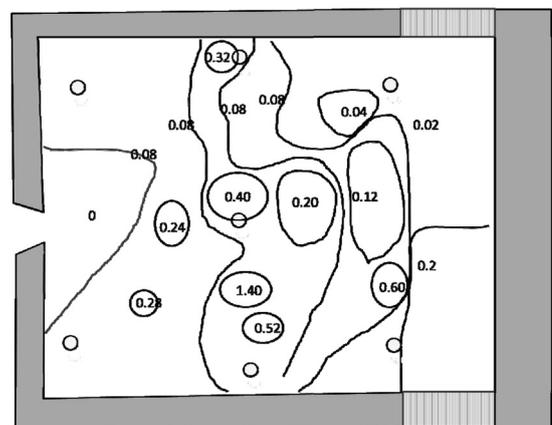


図3 試験地(ウニ養殖場)の在来マナコの密度(個体/m²)

14. 平成28年度輸出重要種資源増大等実証委託事業（受託研究）

14. 2 ホタテガイ

担当者 調査研究部 西田 芳則

(1) 目的

水産物の輸出額においてホタテガイは長年第1位を占めており、噴火湾における養殖ホタテガイの生産量は、平成27年度には輸出が好調な影響で300億円を突破した。しかしその後、噴火湾の養殖ホタテガイは大量にへい死し始め、平成29年度の生産量は平年の2割まで低下すると見積もられている。へい死のきっかけになった時期は平成27年の秋～冬季で、この時期には比較的時化が多かった。そこで、養殖施設に垂下する丸カゴの振動特性を明らかにし、振動がホタテ稚貝の成長、異常貝出現率、生残率に与える影響について評価する。また、ホタテ稚貝のへい死を回避する養殖方法について検討する。加えて、過密養殖と稚貝へい死との関係を明らかにする。

(2) 経過の概要

ア ホタテ中間育成過程における丸カゴの振動に関する実態把握

2016年12月に噴火湾八雲地区（図1）の漁業者4人を無作為に抽出し、各漁業者の丸カゴ最上段に圧力計（DEFI2-D、JFEアドバンテック株式会社製）を1台設置して幹綱深度のモニタリングを行った。

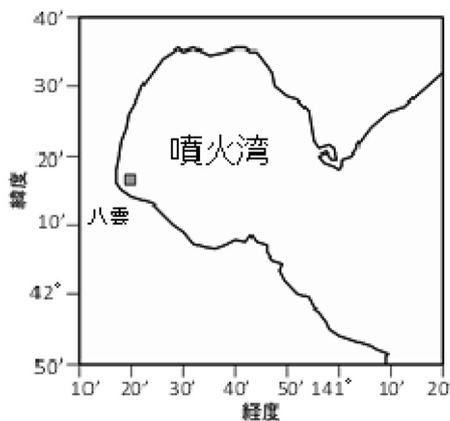


図1 調査定点

イ 養殖施設の振動がホタテ稚貝のへい死に与える影響評価

ホタテ稚貝のへい死を回避する養殖方法を検討するため、2017年1月10日に、八雲海域（図1）において、養殖施設の幹綱と丸カゴを繋ぐロープ（テボ）の長さを変えた実験区を設定した。テボの長さは実験区が5m、対照区が通常使用する1mとした。

ウ 過密養殖とへい死との関係解明

2017年1月10日に、丸カゴ2連に1段あたりのホタテ稚貝収容個体数が異なる実験区を設け、実験区設定後、丸カゴ2連を海中で垂下養成した。設定した実験区は、ホタテ稚貝の収容個体数が0～10個体が1区、40～60個体が7区、61～80個体が4区、81個体以上が2区の全14区である。

(3) 得られた結果

各研究課題ともに調査は平成28年度から平成29年度にかけて実施するように計画されており、調査結果は平成29年度にならないと得られないため、得られた結果については平成29年度事業報告書に記載する。

15. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）

（1）目的

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

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

15. 1 資源・生態調査研究

担当者 調査研究部 管理増殖グループ 藤岡 崇・武藤 卓志・澤村 正幸

（1）目的

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

得られた資料を評価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、各魚種ごとに資源の評価書を作成し、平成28年度資源評価調査部会で内容を検討し、結果を水産資源管理会議で報告した。

作成した評価書はマリネット (<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2016年度版」として印刷公表した。

（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、

15. 1. 1 エビ類（トヤマエビ）

担当者 調査研究部 澤村 正幸

（1）目的

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

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

（2）経過の概要

ア 漁獲統計調査

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

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

イ 生物測定調査

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

トヤマエビでは年齢形質が知られていないため、生

表 1 道南太平洋海域のエビ類漁獲量

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

資料：北海道水産現勢、漁業生産高報告及び水試速報値。渡島は旧恵山町～長万部町の合計値。
 漁獲量の「0」は0.5トン未満。2016年の値は暫定値。

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

脱皮で成長するトヤマエビの成長特性を反映するため、ベルタランフィの成長曲線を改変した階段型ベルタランフィ成長曲線に、成長の年変動項を付け足したものをトヤマエビの平均成長とした(式(1)、図2)。ただし、年変動項の値は-2.0mmから2.0mmまでとし、データ数の多い1歳と2歳だけに年変動項を付け足した。また、各正規分布の標準偏差は年齢とともに増加するとして、Tanaka and Tanaka (1990)の方程式で

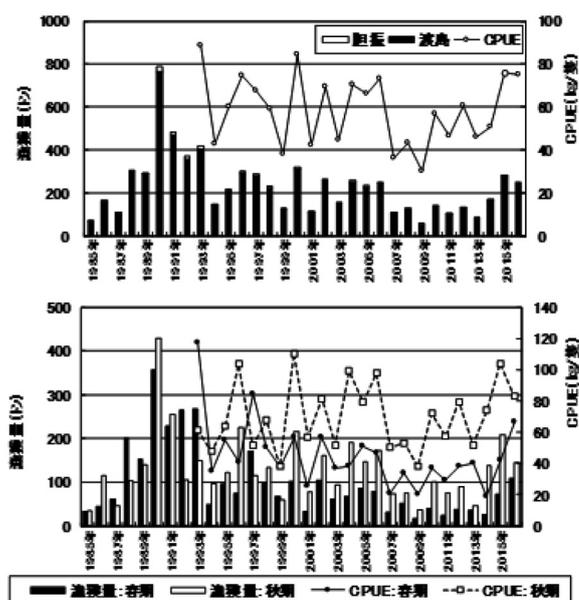


図1 噴火湾海域の年間(上)及び漁期別(下)のトヤマエビ漁獲量とCPUEの経年変化

表2 噴火湾周辺海域のトヤマエビ漁獲量

(出典:漁業生産高報告、水試集計速報値。漁獲量:トン CPUE:kg/隻)

年	噴火湾海域										噴火湾沖海域				総計				
	渡島管内			胆振管内			計			計	延出漁 隻数	CPUE :年間	春漁 CPUE	秋漁 CPUE		噴火湾沖海域			
	春漁	秋漁	その他	春漁	秋漁	その他	春期	秋期	その他							春漁	秋漁	その他	計
1985	33	33	1	0	0	0	33	33	1	67					1	10	11	23	90
1986	44	113	1	0	1	0	45	114	1	160					6	8	9	23	183
1987	60	47	0	0	0	0	60	47	1	107					8	7	23	38	145
1988	199	101	0	2	1	0	201	102	0	303					36	11	21	68	372
1989	151	138	1	2	3	0	152	141	1	294					23	6	21	49	343
1990	346	415	1	10	14	0	356	429	2	787					19	6	36	61	848
1991	220	248	1	7	7	0	228	255	2	484					41	6	24	70	554
1992	259	100	0	7	5	0	266	105	1	372					39	5	34	78	449
1993	258	145	0	10	3	0	268	148	0	416	4,704	88.5	116.9	61.4	24	11	34	69	485
1994	47	94	0	1	2	0	49	96	0	145	3,414	42.6	34.9	47.8	21	4	28	53	198
1995	94	118	0	2	3	0	96	121	1	218	3,636	59.8	55.0	64.0	36	2	30	68	286
1996	71	219	0	4	6	0	76	225	0	301	4,026	74.8	40.9	103.5	25	6	34	65	366
1997	167	111	0	4	4	0	171	115	0	287	4,265	67.3	84.3	51.7	35	3	31	69	356
1998	95	129	0	3	4	0	97	133	0	230	3,906	58.9	50.2	67.5	21	3	25	48	279
1999	66	59	0	2	1	0	67	60	0	128	3,302	37.9	37.6	38.1	13	2	14	29	157
2000	100	211	0	2	6	0	102	216	0	319	3,661	84.5	56.5	110.2	10	1	13	24	343
2001	33	78	0	1	1	0	34	79	0	113	2,597	42.3	25.1	57.0	9	1	9	19	132
2002	102	158	0	3	2	0	105	160	0	265	3,821	69.4	57.1	81.5	13	2	23	38	303
2003	60	92	1	2	2	0	62	94	1	156	3,395	44.9	36.9	51.8	16	1	18	34	190
2004	65	187	0	2	5	0	67	191	0	259	3,582	70.5	38.3	99.2	5	1	8	14	273
2005	83	146	0	3	1	2	86	146	2	235	3,465	66.1	51.2	79.0	7	2	23	31	266
2006	75	168	0	4	4	0	79	172	0	251	3,327	73.1	46.8	97.8	18	1	17	36	287
2007	29	74	1	1	0	0	30	74	1	104	2,878	36.0	20.8	50.1	16	2	28	46	151
2008	49	74	0	2	0	0	51	75	0	126	2,860	43.2	33.4	53.1	12	1	14	26	152
2009	16	36	0	1	0	0	16	36	0	52	1,700	30.3	20.5	38.1	4	1	7	12	64
2010	39	100	0	2	1	0	41	101	0	142	2,465	56.8	36.8	72.1	4	1	18	23	165
2011	24	76	0	1	0	0	25	77	0	102	2,154	46.5	28.9	57.3	7	1	11	19	120
2012	37	90	0	1	0	0	39	90	0	128	2,099	60.4	38.2	79.5	5	1	12	18	146
2013	35	46	0	1	0	0	36	46	0	83	1,778	46.0	40.1	51.7	2	0	4	6	89
2014	26	138	0	1	0	0	26	138	0	164	3,223	50.8	18.9	74.0	1	1	6	8	173
2015	70	209	0	2	0	0	72	209	0	281	3,669	76.1	42.3	103.9	1	1	6	8	289
2016	106	143	0	2	1	0	108	143	0	251	3,321	74.9	66.2	83.1	4	3	12	19	270

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

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、直前の春漁の2.0歳と同じ平均値を持つ2.5歳雄の正規分布を

一つ多く設定した。また、年齢別漁獲尾数はこの混合正規分布モデルからベイズの定理により求められる事後確率を用いて式(4)により計算した。

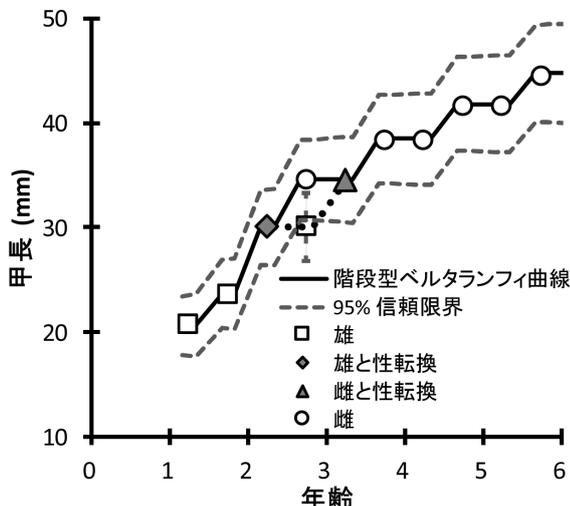


図2 噴火湾海域におけるトヤマエビの成長

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

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

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

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

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

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

上記の式により得られた年齢別漁獲尾数からVPAにより年齢別資源尾数を漁期別に推定した。VPAにおける最高齢は5.0+歳（春漁）および4.5+歳（秋漁）とした。寿命を6歳として、自然死亡係数(M)を田内・田中の方法から0.42、春漁と秋漁の間の M は0.21とした。なお、ここでは春漁と秋漁での年齢差を0.5歳として表現した。また、計算式を適切に表現するために、秋漁では漁獲年に0.5を加え表現した（1994年の春漁は1994.0年、秋漁は1994.5年）。

このVPAでは、春漁の3.0歳以下の資源尾数と秋漁の2016年以外の1.5と2.5と3.5+歳の資源尾数を式(5)で、春漁4.0+歳と秋漁の2016年の1.5と2.5と3.5+歳の資源尾数を式(6)で、秋漁3.5歳の資源尾数を式(7)で計算した。ただし2016年秋漁3.5歳の式(7)における漁獲係数は $F_{a+0.5,y+0.5}$ の代わりに $F_{a+y+0.5}$ を用いた。

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

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

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

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2016年以外は式(8)で、2016年以外の春漁4.0+歳は式(9)で、秋漁の2016年は式(10)で計算した。また、春漁2016年4.0+歳の $F_{(F_{5.0+,2015})}$ に適当な値（1.0程度）を入力し、計算される2016年3.0歳の $F_{(F_{4.0+,2014})}$ の値を再度 $F_{5.0+,2015}$ に入力する。これを、 $F_{(5.0+,2014)} = F_{(F_{4.0+,2015})}$ となるまで繰り返し、VPAを実施した。

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

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

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

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

道南太平洋のエビ類の全漁獲量は、1990年の1,007トン最高に増減を繰り返しながら減少が続いていたが、2014年以降やや回復する傾向がみられる。2016年の海域全体の漁獲量は309トンで2015年（365トン）の85%に減少したものの、2年連続で300トンを超えた（表1）。

各管内の漁獲量は、渡島管内（旧恵山町～長万部町）が最も多く、1985～2015年の平均で海域全体の76%、次いで胆振管内（15%）、日高管内（8%）の順である。2016年も同様に、渡島管内（86%）、胆振管内（13%）、日高管内（1%）の順であった。

種類別ではトヤマエビが最も多く、1985～2015年の平均で72%を占め、次いでホッコクアカエビが26%で、その他のエビ（2%）は少ない。2016年も同様に、トヤマエビ85%、ホッコクアカエビ15%、その他のエビ1%未満となった。

道南太平洋のトヤマエビ漁獲量は、1990年の857トン最高とし、その後1994年から2006年までおおむね200トンから400トンの間で増減していたが、2007年に前年の310トンから185トンに大きく減少したのち、2014年まで200トンを下回る状態が続いたあと、2015

年に再び増加して305トンとなった。2016年の漁獲量は263トンで2015年の86%に減少したものの、2年連続で200トンを上回った。

ホッコクアカエビの漁獲量は、1985年の308トンから、1995年には58トンまで減少した。その後、1999年に180トンまで増加したあと再び減少して2001年に36トンとなり、2002年以降はやや増加して100トン前後で推移していたが、2008年に63トンに急減して以来100トンを下回る状態が続いている。2016年の漁獲量は46トンで2015年（59トン）の78%であった。

噴火湾海域のトヤマエビ漁獲量は1988年以降増加し、1990年には1985年以降で最高の787トンとなった。その後1994年から2006年までおおむね150～300トンの間で増減していたが、2007年に前年の251トンから104トンに急減したのち、2009年には過去最低の52トンとなり、その後も150トンに達しない年が2013年まで続いた（表2、図1）。その後2014年の漁獲量は164トンで8年ぶりに150トンを回復し、2015年の漁獲量はさらに前年比171%の281トンで14年ぶりの高水準となった。2016年の漁獲量は251トンで2015年の89%に減少したものの、2年連続で200トンを上回る値となった。

漁期別では、春漁の「小」銘柄が自主禁漁となった1999年以降、ほとんどの年で秋漁の漁獲量が春漁より多くなっている。2016年春漁の漁獲量は106トンで2015年（70トン）の150%となり14年ぶりに100トンを上回った。秋漁の漁獲量は143トンで2014年（209トン）の67%に減少したものの、過去10年で2番目に高い値であった。

表2及び図1に示した漁獲努力量及びCPUEは渡島管内のみの値である。噴火湾海域のえびかご漁業では、漁獲の減少に伴って努力量（延出漁隻数）も減少する傾向がみられた。1993年以降の努力量（延出漁隻数）は、最高が1993年の4,704隻であり、2006年まで3,500隻前後で推移していた。漁獲量が減少した2007年から2013年までは3,000隻を下回る値が続いたが、2014年は3,223隻で8年ぶりに3,000隻を超えた。2016年の延べ出漁隻数は3,321隻で2015年（3,669隻）の91%に減少したものの、3年連続で3,000隻を超えた。

1993年以降のCPUEは、年間、春漁、秋漁共に、全体として漁獲量と同様の動向となっている。2016年のCPUEは、春漁が66.2kg（2015年42.3kg）で2015年を上回り1993年以降で2番目に高い値となった。また、秋漁は83.1kg（同103.9kg）、年間は83.1kg（同76.1kg）で、いずれも2015年を下回ったものの過去10年で2番目に

高い値であった。

2007～2016年各月の銘柄別漁獲量をえびかご漁業漁獲成績報告書から集計し図3に示した。通常、年間での漁獲量が最も多い銘柄は秋漁に漁獲される「小」銘柄で年間漁獲量の半分以上を占める年が多いが、2016年は「中」銘柄が年間漁獲量の39%を占めて最多となり、次いで「小」銘柄が28%であった。このほか「メス」銘柄も23%を占め、2015年に続き大型の銘柄の比率が高い傾向がみられた。漁期別では、春漁（3～4月）は「中」が最も多く、次いで「大」が多い。なお、1999年以降、春漁の銘柄「小」は自主禁漁となっている。秋漁（9月～11月）は「小」が最も多く、次いで「メス」が多い。

噴火湾沖海域の漁獲量は1992年に過去最高の78トン記録した後に減少し、1999年以降はほとんどの年で40トンを下回る値となっている。2016年の漁獲量は18トンで、2015年（19トン）の97%であった（表2）。

イ 生物測定調査

漁期中の標本測定結果及び銘柄別漁獲量から求めた2011～2015年の漁期別の甲長組成を図4に示した。過去5年の一般的な傾向として、春漁では甲長25～35mm程度の比較的大型の個体が多く性別ではメスが半数を超え、秋漁では甲長20～25mm程度の小型個体を中心となり性別ではオスが大部分を占める。2016年の春漁の甲長のモードは、オスが28mm（2015年29mm）、性転換個体が29mm（2015年28mmと29mm）、メスが31mm（2015年30mm）、秋漁の甲長のモードはオスが24mm（2015年25mm）、性転換個体が26mm（2015年26mm）、メスが33mm（2015年33mm）で春漁、秋漁ともに2015年と同程度であり、2014年以前に比べ大型の個体が多い傾向がみられた。

漁獲物の甲長組成に混合正規分布モデルを当てはめることにより求められた、春漁及び秋漁における噴火湾トヤマエビの年齢別漁獲尾数の経年変化を図5に示した。漁獲の主要部分を占めるのは、各年とも秋漁では新規に加入した1歳、春漁では前年に加入した2歳である。2016年は過去に比べ、春漁では3歳、秋漁では2歳の比率が高くなっていた。漁獲尾数は春漁・秋漁ともに2007年から2013年まで低い水準が続き、2014年の秋漁以降は2006年以前の水準に近い状態にまで回復したが、2016年の秋漁では再び減少している。

各年の年齢別漁獲尾数から計算したVPAの結果を図6に示した。春漁開始前（1月）の資源尾数及び資源重量は2007年に急減して以来2,000万尾、300トンを下

回る状態が続いていたが、2014年に2,731万尾、379トン、2015年に4,076万尾、611トンと2年連続で急増し、2016年も2,744万尾、599トンという高い水準であった。年齢別の資源状態は、通常、資源尾数では新規加入した1歳、資源重量では年によって1歳または2歳が最も多くなっているが、2016年は資源尾数・資源重量ともに2歳（1,426万尾、323トン）が最も多くなっていた。また、3歳が資源尾数435万尾、資源重量152トンで、いずれも1994年以降で最も高い値となった。これは、2014年に2,297万尾、2015年に2,689万尾と、2年

連続での良好な1歳の加入があったことによるものと考えられる。

VPAにより求められた資源重量をもとに、基準年を1995～2014年までの20年間とし、それらの資源重量の平均値を100として標準化して、 100 ± 40 の範囲を中水準、その上および下をそれぞれ高水準および低水準として噴火湾海域のトヤマエビの資源水準の判断を行った。2016年（評価年）の資源水準は173となり、資源水準は高水準と判断された（図7）。

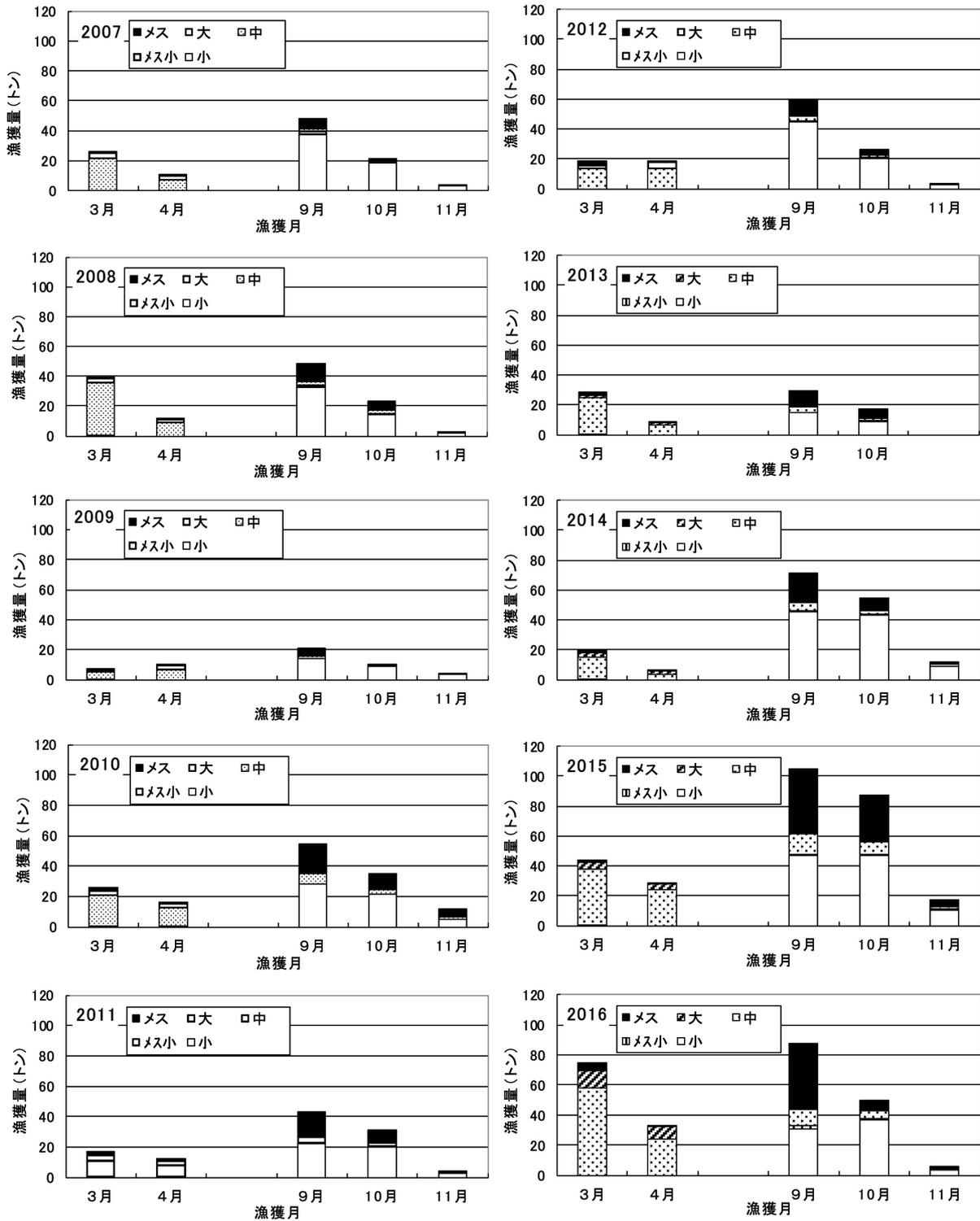


図3 過去10年の噴火湾トヤマエビ月別銘柄別漁獲量の推移。2013年は漁期短縮のため11月の漁獲なし

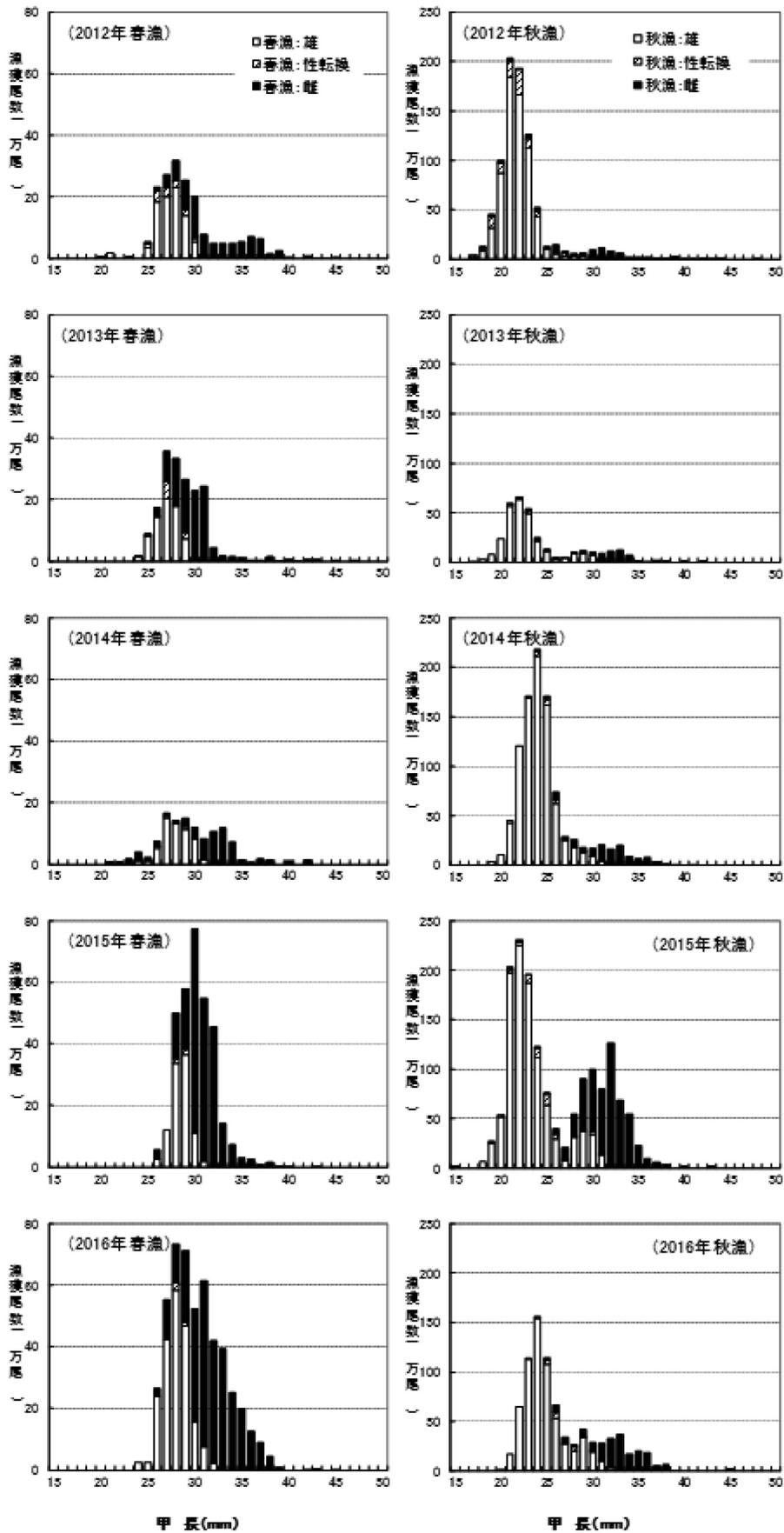


図4 噴火湾における過去5年のトヤマエビ漁獲物の漁期別甲長組成

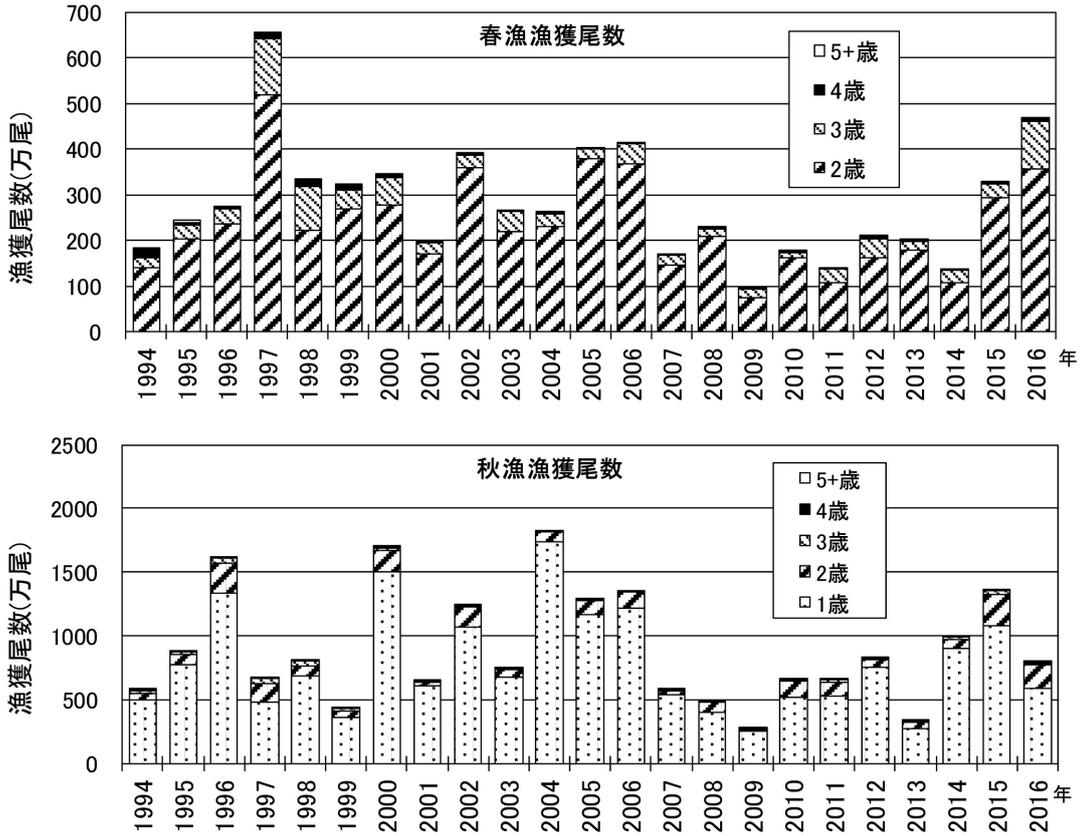


図5 噴火湾におけるトヤマエビの漁期別年齢別漁獲尾数の経年変化（上：春漁，下：秋漁）

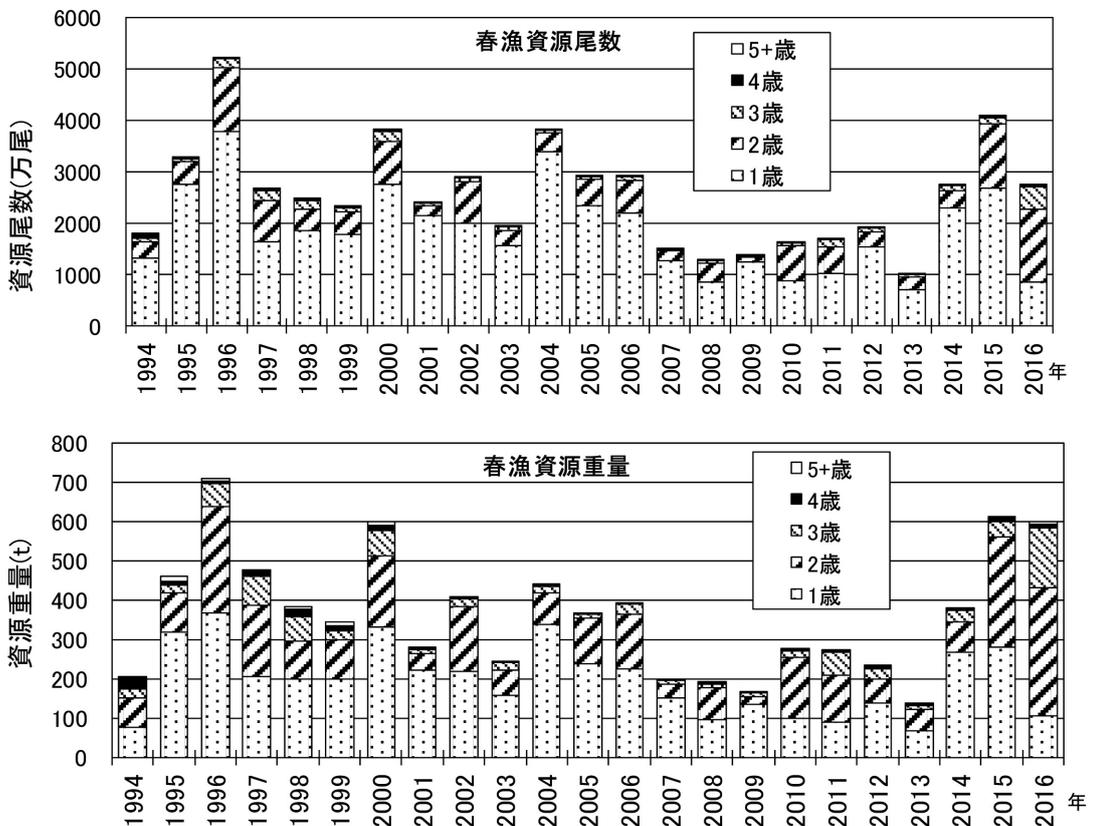


図6 VPAにより算出された春漁開始前（1月時点）における噴火湾海域トヤマエビの年齢別資源尾数（上）及び資源重量（下）

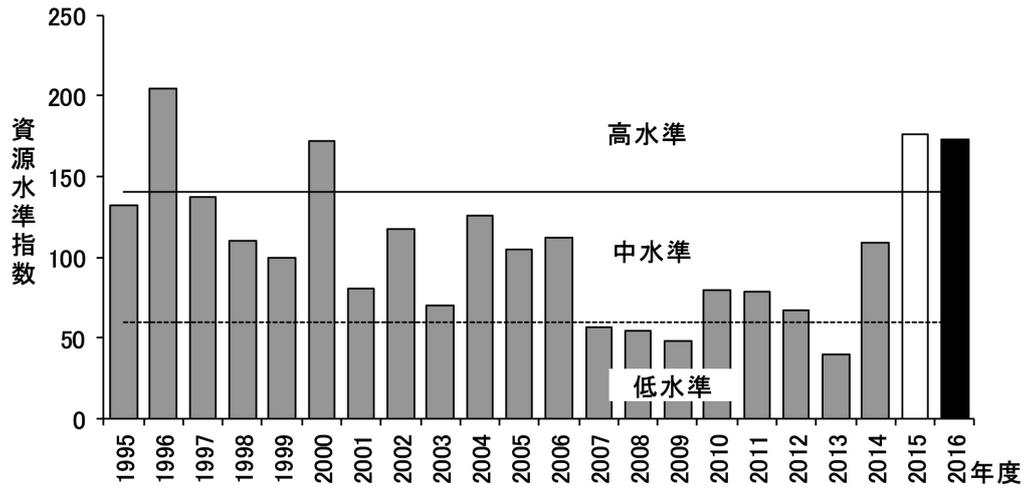


図7 噴火湾におけるトヤマエビの資源水準の推移。灰色部分が基準年

15. 1. 2 アカガレイ

担当者 調査研究部 武藤 卓志

(1) 目的

噴火湾海域のアカガレイは沿岸漁業者にとって重要な漁業資源となっている。この資源は、主に豊度の大きな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1985～2015年は漁業生産高報告、2016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。2016年の測定回数は6月30日、8月24日および10月26日の3回（734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）。2016年は2月16～17日に北辰丸で実施した。

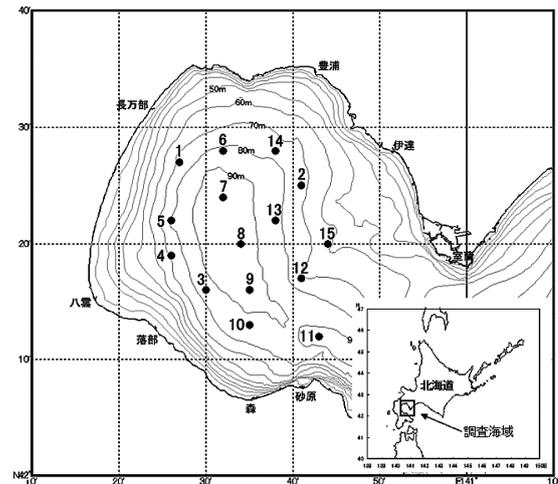


図1 アカガレイ若齢魚調査地点図

ウ 資源評価

(ア) 年齢別漁獲尾数

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

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

(イ) 資源量の推定

噴火湾のアカガレイ資源は、高豊度年級群とそれ以外の年級群の漁獲尾数が著しく異なり、高豊度年級群以外では漁獲尾数が0となる年もみられる。そこで、これまでの調査結果から比較的高豊度と想定される7年級群（1989, 1991, 1995, 2003, 2004, 2008, 200

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

a 高豊度年級群に対するVPA

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

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

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

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

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

表1 噴火湾におけるアカガレイの漁獲量（トン）

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

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

b 低豊度年級群の3歳資源尾数

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

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

(ア) 漁獲量

噴火湾海域におけるアカガレイの漁獲量は、周期的に大きく変動しており、1985年以降では、最高は1987年の3,373トン、最低は2006年の392トンと10倍近い差がみられる(表1, 図2)。近年では、2006年に過去最低値を記録した後、2007年からは5年連続して漁獲

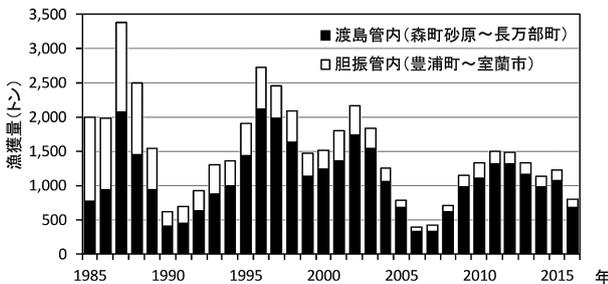


図2 噴火湾アカガレイ漁獲量の経年変化

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、減少傾向となり、2015年には1,225トンと4年ぶりに前年数量を上回ったが、2016年には799トンと再び前年数量を下回った。

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、2016年では噴火湾全体の漁獲量の83%を占めた。

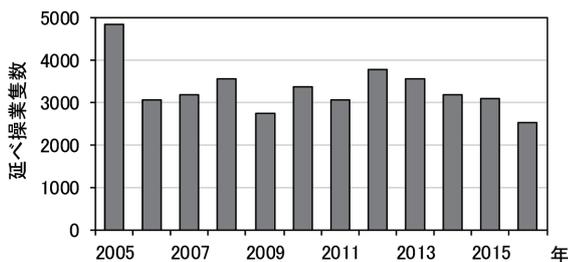


図3 かれい刺し網漁業における延べ操業隻数の推移(砂原漁協)

(イ) 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、2005年の5,000隻程度を除くと、2015年まではおおよそ3,000隻~3,500隻で推移していたが、2016年は2,500隻程度まで減少した(図3)。

イ 生物調査

(ア) 刺し網漁獲物調査

アカガレイの全長組成および年齢組成の推移を図4, 5に、年齢別漁獲尾数の推移を図6に示した。

2016年の漁獲物の全長組成は24~47cmの範囲、年齢組成は7, 8歳が主体であった。この海域における漁獲物の特徴として、年齢組成は高豊度年級群の加入、離脱により大きく変化するが、全長組成はそれほど変化しない(図4, 5)。

噴火湾海域のアカガレイの年級群の出現状況を見ると、豊度の高い年級群の加入と衰退により、資源状態は変動している。1999~2006年までは1995年級群が漁獲物の大部分を占めていたが、2002年(7歳)をピークに漁獲尾数は減少し、2007年(12歳)には1995年級群はほとんどみられなくなった。それに代わって、2007年には2003年級群(4歳)、2008年には2004年級群(4歳)が漁獲加入し、漁獲尾数は増加し始め、2011年には、この2つの年級群で漁獲尾数全体の8割を占めた。2012年には2003年級群(9歳)、2004年級群(8歳)とも漁獲尾数が減少したが、これらに代わり、2008年級群(4歳)が漁獲加入したことで漁獲尾数は維持された。2013年には2009年級群(4歳)が加入し、2008および2009年級群が漁獲物の主体となったが、2009年級群の豊度は2003・2004年級群ほど高くないのみみられたことから、漁獲尾数は2013, 2014年と2年連続して減少した。2015年には、2009年級群(6歳)の漁獲尾数は減少したにもかかわらず、2003年級群(12歳)、2004年級群(11歳)、2008年級群(7歳)の漁獲尾数が微増したことから、全体の漁獲尾数はやや増加したが、2016年はこれら4つの年級群ともに漁獲尾数が減少したため、全体の漁獲尾数も減少した(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)の結果について、2008年以降の2月におけるアカガレイの全長および年齢組成を図7に示した。1歳から3歳までの採集状況から、2008年級群、2009年級群は高豊度年級

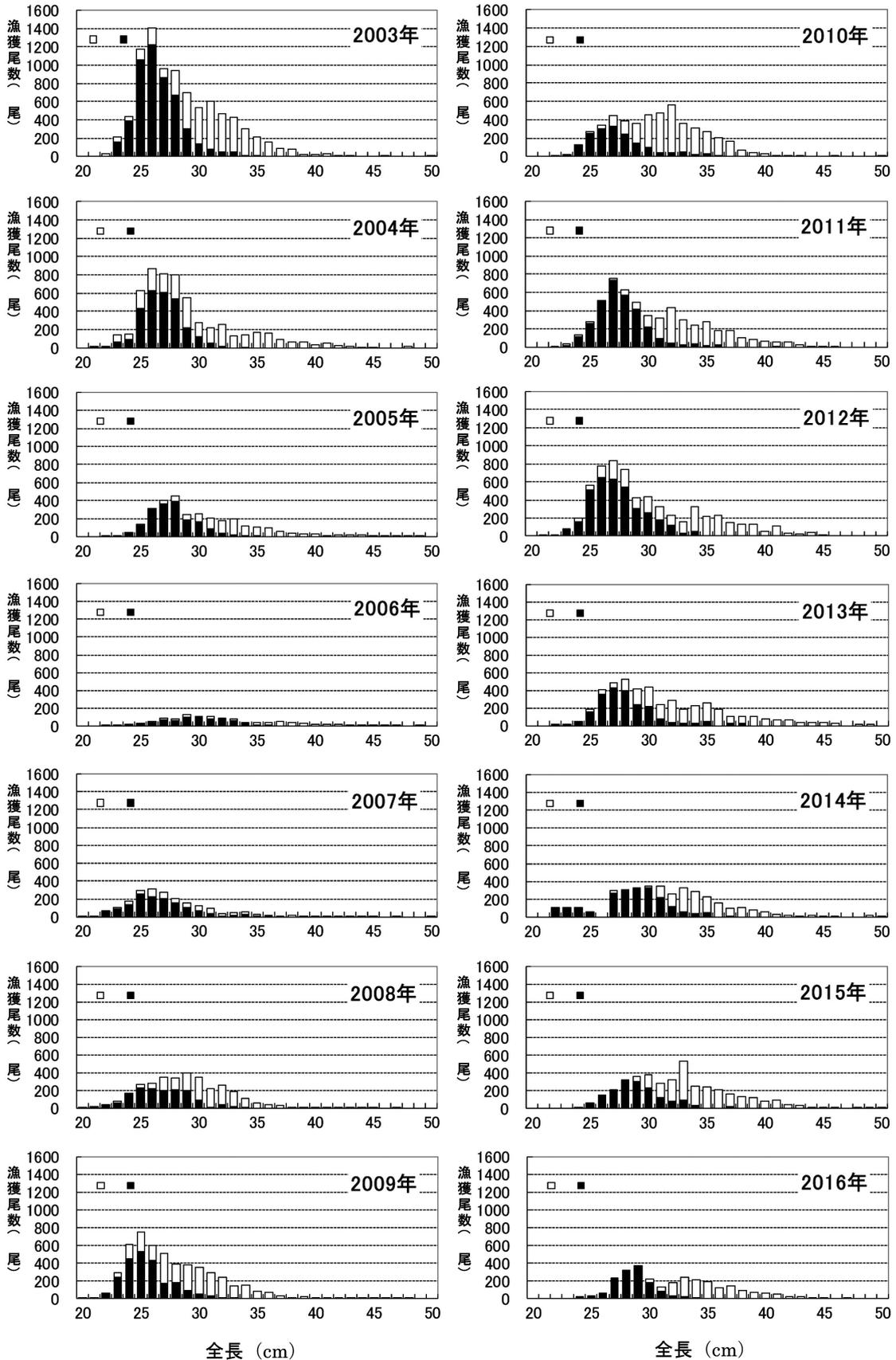


図4 噴火湾におけるアカガレイ漁獲物の全長組成の経年変化

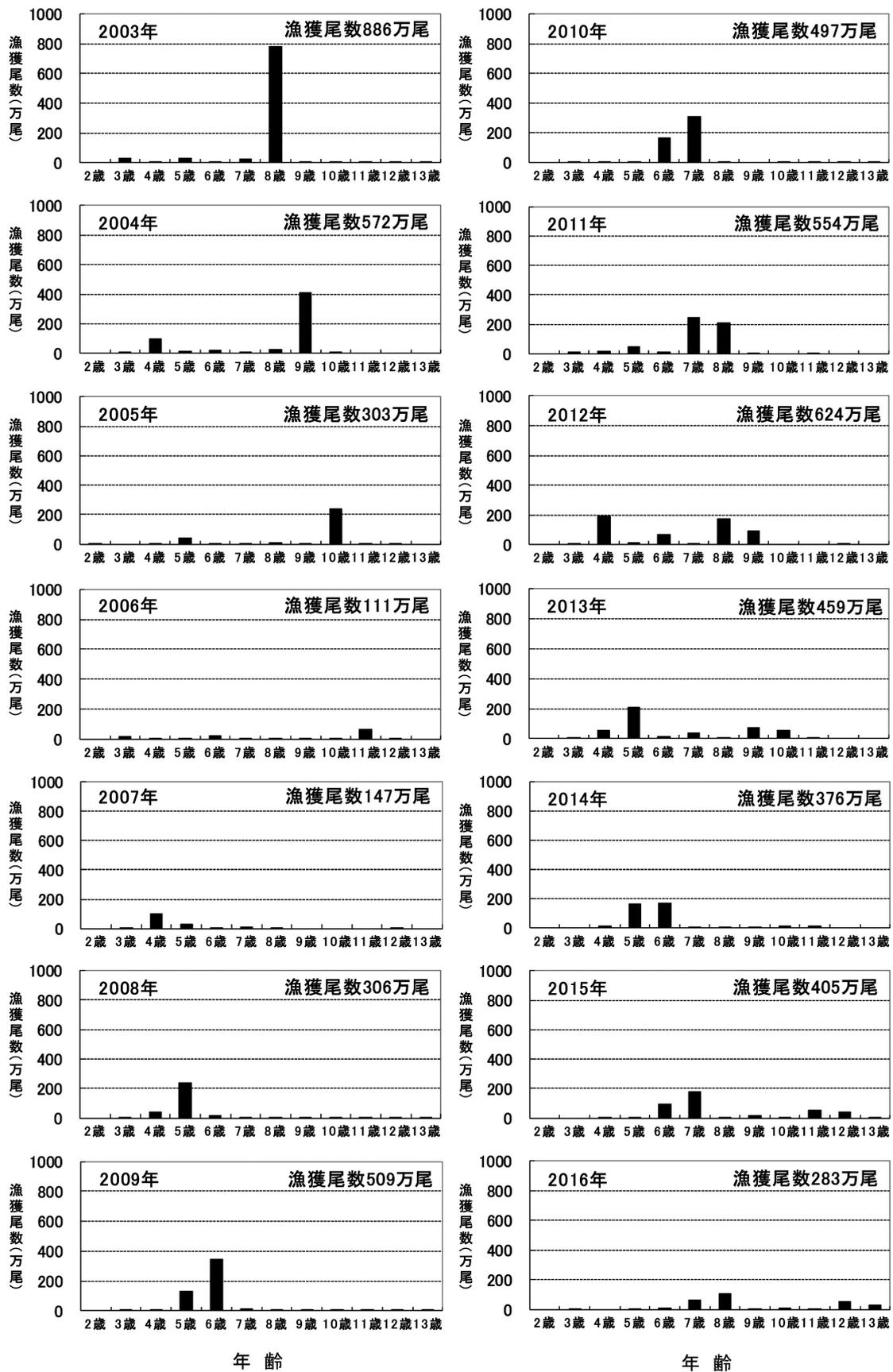


図5 噴火湾におけるアカガレイ漁獲物の年齢組成の経年変化

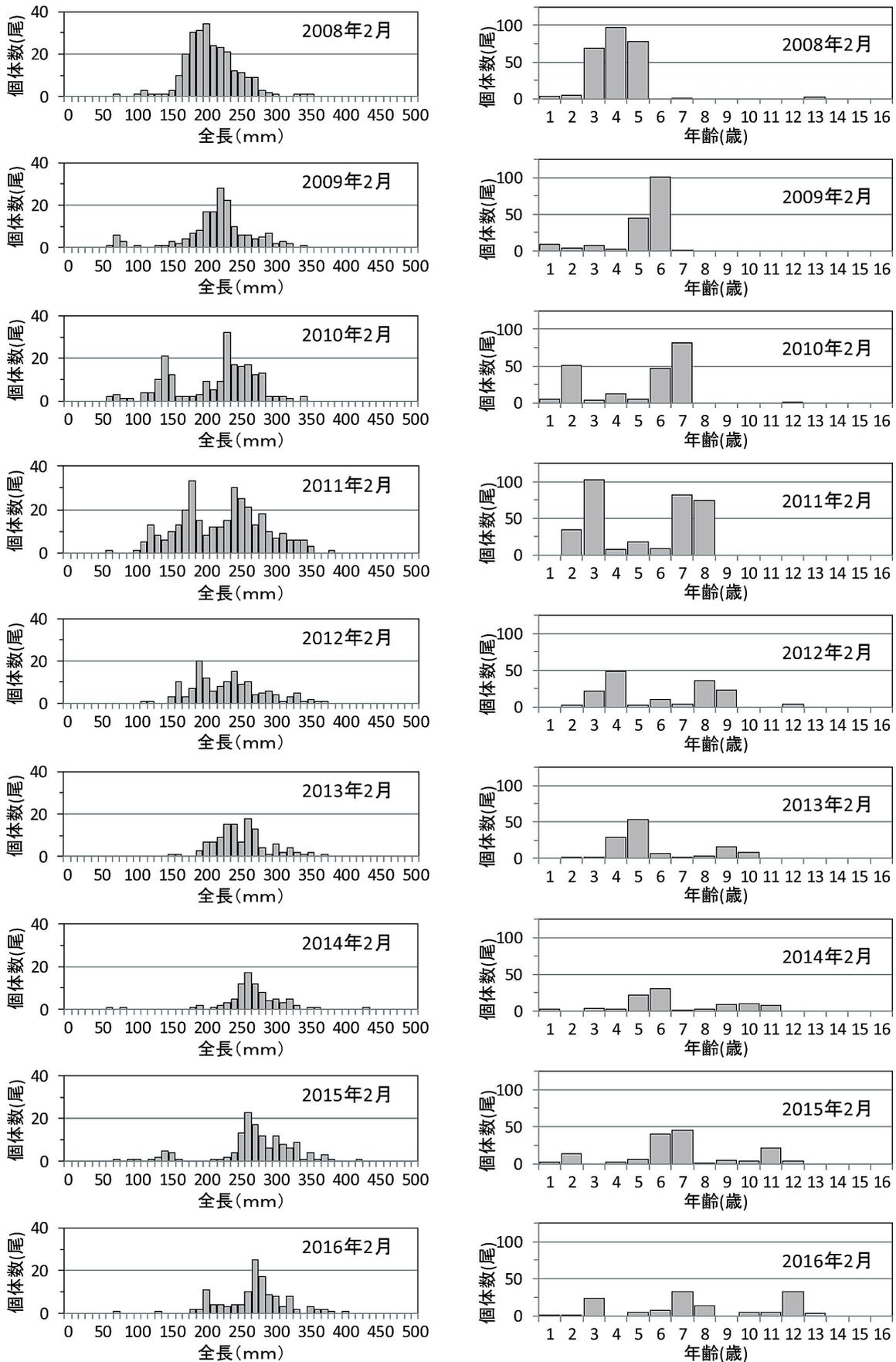


図7 ソリネットで漁獲されたアカガレイの全長(左)・年齢(右)組成の経年変化

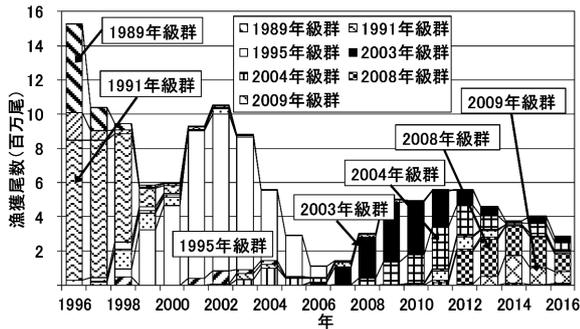


図6 噴火湾海域におけるアカガレイの年齢別漁獲尾数

群であると予測されたが、後続の2010～2012年級群はこれら年齢がほとんど採集されなかったことから、低豊度の年級群と推測された。実際、2016年の刺し網漁獲物にも、2010年級群（6歳）～2012年級群（4歳）はほとんどみられなかった。ただし、2013年級群は1歳、2歳での採集状況や北大うしお丸によるトロール調査結果¹⁾で比較的高い資源量指数を示したことから、高豊度年級群になる可能性がある。

ウ 資源評価

(ア) 現在までの資源状態

当海域では高豊度年級群の加入により資源状態が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）

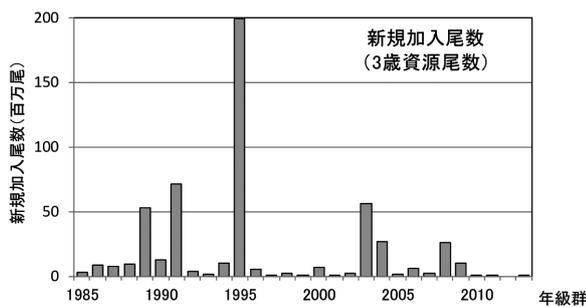


図8 アカガレイ3歳資源尾数の推移

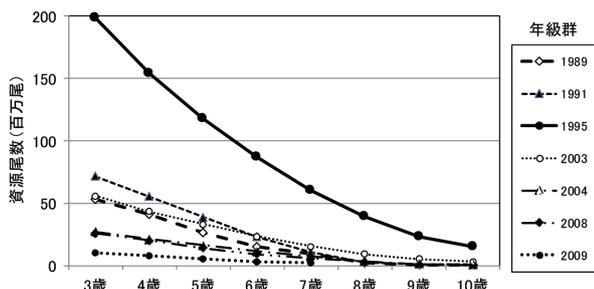


図9 アカガレイ高豊度年級群の資源尾数の推移

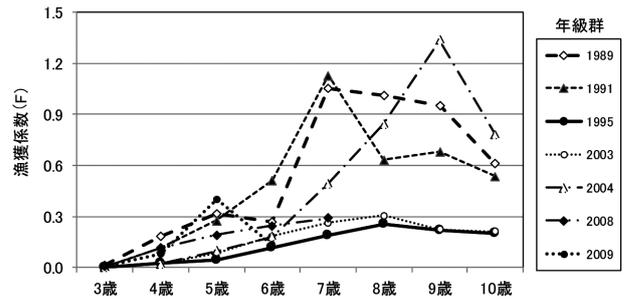


図10 アカガレイ高豊度年級群の漁獲係数（F）の推移

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

漁獲係数 F の推移をみると、2004年級群を除き、高豊度年級群の F はおよそ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年級群の F の方が低く推移している（図10）

(イ) 2016年の資源水準

1995年以降の漁獲量の推移から資源水準の評価を行った。1990～2014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、2016年の水準指数は54であったことから、低水準と判断した（図11）

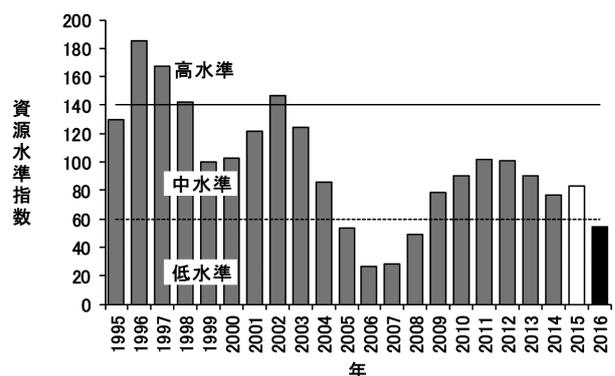


図11 噴火湾海域におけるアカガレイの資源水準

(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。2014年度以降、漁獲物の主体であった2008, 2009

年級群は、2017年にはそれぞれ9, 8歳となるが(図5), 刺し網漁獲物の年齢組成から、漁獲のピークは7歳前後と推測されるため(図5), 2008, 2009年級群の漁獲尾数は今後減少してくるものと考えられる。しかし、ソリネット調査の結果(図7)や北大が実施したトロール調査の結果¹⁾では、2017年に4歳で漁獲加入する2013年級群は、豊度の高い年級群と推測されており、加入状況によっては2017年の漁獲尾数が増加に転じる可能性も考えられる。ただし、高豊度年級群であったとしても、4歳時の漁獲尾数はそれほど多くないことから(図5), 全体の漁獲尾数はそれほど大きく変動することはないものと推測されるため、2016年度~2017年度の資源動向は横ばいと判断した。

文献

- 1) 高津哲也, 亀井佳彦, 中屋光裕, 小林直人, 飯田高大, 折野和樹: 噴火湾における底生魚類資源と漁場環境に関する研究 III 底生魚類の資源変動. 水産研究助成事業報告(平成28年度), (財)北水協会(2017)
- 2) Pope, J. 2016G.: An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin, 9, 65-74 (1972)
- 3) 田中昌一: 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1-200 (1960)

15. 2. 資源管理手法開発試験調査

15. 2. 1 ホッケ

担当者 調査研究部 藤岡 崇

(1) 目的

道南海域のホッケは道南太平洋～津軽海峡～道南日本海に分布し、刺網、定置網、まき網などで漁獲される重要な漁業資源である。しかし、漁獲量は2004年以降急減して、資源水準の低い状態が続いており、資源の持続的利用を目指し、資源評価結果などの科学的知見に基づく、関係漁業の実態に見合った資源管理のための管理方策の設定が求められている。一方、当海域の資源評価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年齢や成熟生態に関する5課題を設定し、2008～2012年度の5年間で取組み、高度資源管理指針を取りまとめた。しかしながら、さらに適切な資源管理を目指すためには産卵生態や初期生残に関する知見が不足しており、2013年度からこれらの課題に取り組むこととなり、

函館水試では産卵生態に関して道南地域での産卵期を把握するための調査を実施している。ここでは2015年10月から設置した記録式水温計と漁獲の関係について整理した。

(2) 経過の概要

ア 産卵期の水温と漁獲状況

2015年10月から12月にかけて道南日本海の産卵場に近いと考えられるひやま管内上ノ国町地先水深30mの地点に記録式水温計（TIDBIT V2）を設置し、1時間毎に水温を記録した。また、2015年の同地区のホッケの水揚げデータをひやま漁業協同組合から入手し、底建網による漁獲量を日毎に整理した。

(3) 得られた結果

ア 産卵期の水温と漁獲状況

水温、水温の24時間移動平均および日毎のホッケ漁獲量を図1に示した。水温は、おおむね24時間周期の

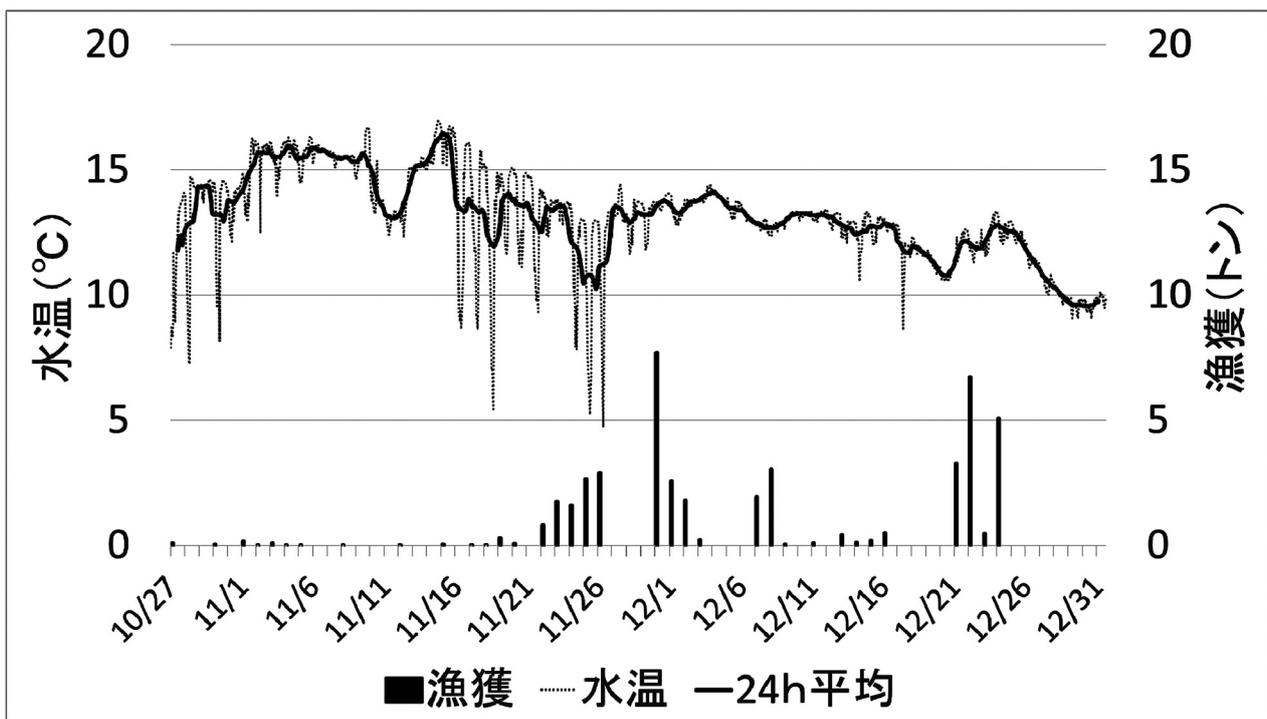


図1 水温と漁獲量の推移

変動を繰り返し、水温計を設置した10月下旬は日最高水温が14℃程度、日最低水温が8℃程度で大きな変動を繰り返していた。11月上旬には日最高水温が16℃程度、日最低水温が14℃程度と変動幅が小さくなり、11月中旬まで続いた。11月16日からは再び大きな変動を繰り返しながら日最高水温が16℃から13℃に、日最低水温が8℃から5℃程度に降下した。11月27日以降は変動幅は小さくなり、日最高水温は14℃程度、日最低水温が12℃程度でしばらく経過した後、次第に降下した。以上のように6℃以上の大きな変動を数日繰り返す時期と、2～3℃以内の小さな変動を繰り返す時

期がみられた。ホッケの漁獲状況は、10月下旬から少量が漁獲されていたが、まとめて漁獲されたのは11月22日以降で、12月上旬までにピークがみられた。12月中旬は漁獲が少なかったが、12月下旬に再びまとめて漁獲された。

道南日本海におけるホッケの産卵期は、10月下旬に産卵が始まり、11月中旬には産卵盛期となり、12月下旬ころに産卵が終了すると考えられている。以上のことから、沿岸の環境の推移に合わせてホッケが産卵場に移動する時期や、産卵後に産卵場から離れる時期に漁獲がまとめてみられたと考えられる。

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

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

（1）目的

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

2016年9月から12月まで、松前町白神地区の底建網漁業者から大型クラゲ（主にエチゼンクラゲ）の入網情報を得た（図1）。調査方法は、漁場への行き帰りや底建網操業時に大型クラゲの大きさや数量等を漁業者に記録してもらい、定期的に送られてくる入網情報を（社）漁業情報サービスセンター（以下、JAFIC）へ送付した。

イ 調査船による目視調査

2016年9月から11月まで、当场試験調査船金星丸がCTD観測を行った地点で大型クラゲの目視調査を行った。調査は、道西日本海の61点、道南太平洋の149点、合計210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

松前地区の調査定点では、10月中下旬に合計15個体が目視されただけで、前年に引き続き出現数は少なかった。

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、大型クラゲは出現しなかった（表2）。

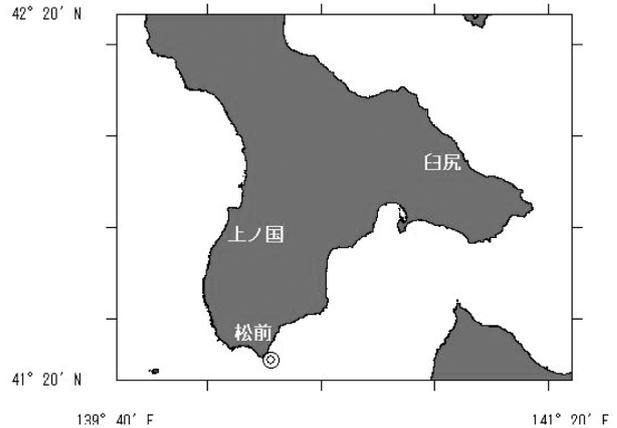


図1 沿岸調査定点（◎：調査定点）

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	8
	下旬	7
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
9/2-4	道南太平洋	0
9/12-13	道南太平洋	0
9/26-28	道南太平洋	0
10/5-10	道西日本海	0
10/14-17	道西日本海	0
11/18-20	道南太平洋	0
11/30-12/1	道南太平洋	0
12/7-13	道西日本海	0

調査点数 道南太平洋：149点、道西日本海：61点

17. 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）

17. 1 採苗良否の要因解明

担当者 調査研究部
協力機関

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

(1) 目的

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

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

(2) 経過の概要

ア 調査船によるホタテガイ浮遊幼生分布調査および水温、流れの調査

ホタテ浮遊幼生の分布動態を把握するため、2016年

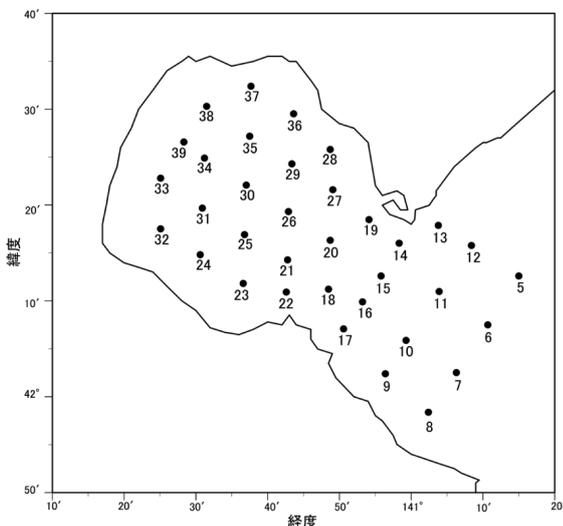


図1 調査点

5月10～12日、2016年6月7～8日に、図1に示す調査点において、北原式ネットを用いた深度15mからの鉛直曳きによりホタテ浮遊幼生を採集した。また、同調査点において、海面から海底付近までCTD観測を実施した。航行時にはRD社製ADCPにより流れの連続観測を行った。なお、ホタテ浮遊幼生は表層に多く分布することから、ADCPでは層厚8m毎に流れのデータが得られるが、本研究では、最上層である深度15mの東西、南北流速を解析に使用した。

(3) 得られた結果

ア 調査船によるホタテガイ浮遊幼生分布調査および水温、流れの調査

2016年5月10～12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2に、15m深流速ベクトルの水平分布を図3に示す。ホタテ浮遊幼生は、噴火湾内の全域に出現し、多い地点では1,000個体以上分布していた。また、ホタテ浮遊幼生は湾外にも出現しており、その出現数は渡島側で少ない傾向にあった。ホタテガイ殻長組成のモードは140 μ mである(図6左)。なお、湾内外の10m深水温は約8 $^{\circ}$ Cであり、例年よりも約1～2 $^{\circ}$ C高かった。

15m深流速ベクトルの水平分布から、湾内には時計回りの渦がみられる。例年、時計回りの渦は6月頃からみられてくるので、2016年は、2015年と同様に、渦形成の早い年であった。この早い渦形成によりホタテ浮遊幼生は5月から湾内に広く分布したものと考えられる。

次に図3から、時計回りの渦は2016年5月10～11日、5月12日の両期間ともに明瞭にみられるが、その中心は5月10日から12日にかけて胆振へ移動している。5月11日から12日にかけてはやませが連吹していた。したがって、渦の中心が移動したのは、表層水がエクマン輸送により移動したためと推察する。

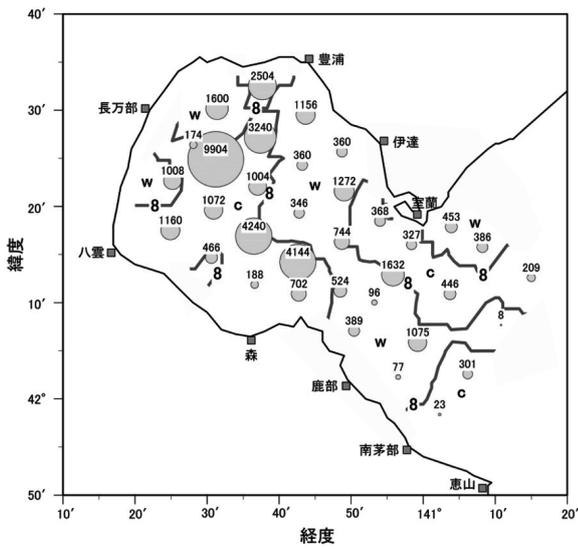


図2 2016年5月10~12日におけるホタテガイ浮遊幼生分布密度 (○印, 個体数/トン) と10m 深水温 (灰色線)

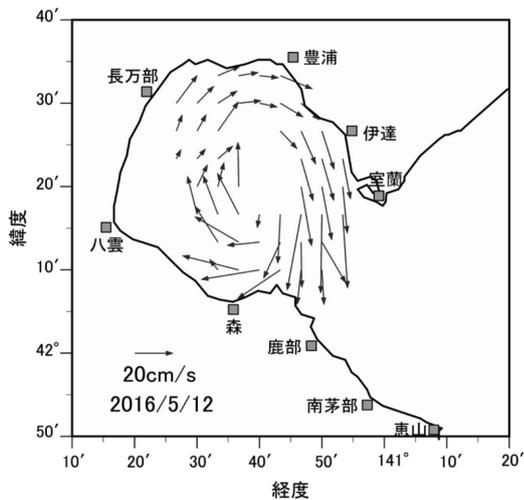
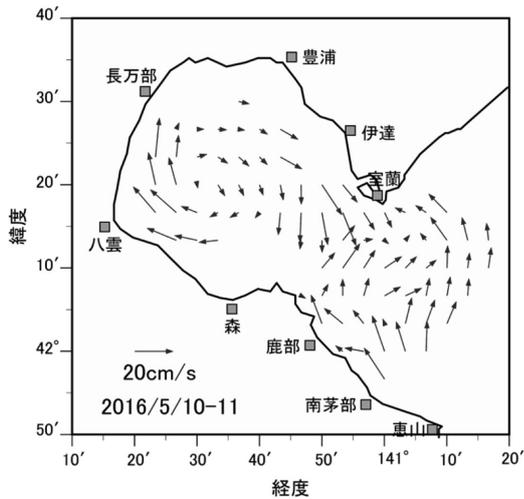


図3 (上) 2016年5月10~11日 (下) 2016年5月12日における15m深流速ベクトルの水平分布

また、湾外に目を向けると渡島側沿岸では時計回りの循環流が卓越している。渡島側でホタテ浮遊幼生が少なかったのは、この循環流によりホタテ浮遊幼生の出現密度の低い水塊が分布したためと考えられる。

2016年6月7~8日におけるホタテガイ浮遊幼生出現数、10m深水温の水平分布を図4に、15m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、5月と同様に噴火湾内の全域に出現し、多い地点では1,000個体以上分布していた。また、ホタテ浮遊幼生は湾外にも出現していたが、その出現数は5月とは異なり渡島側沿岸でのみ多い傾向にあった。ホタテガイ殻長組成のモードは280 μ mである(図6右)。なお、湾内外の10m深水温は約10~12 $^{\circ}$ Cであり、5月と同様

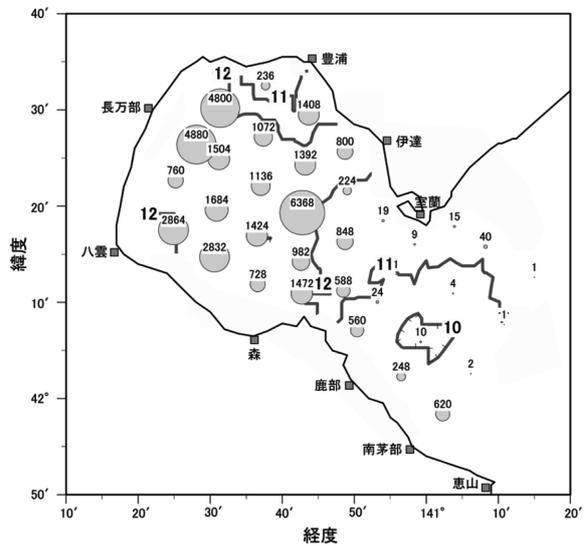


図4 2016年6月7~8日におけるホタテガイ浮遊幼生分布密度 (○印, 個体数/トン) と10m 深水温 (灰色線)

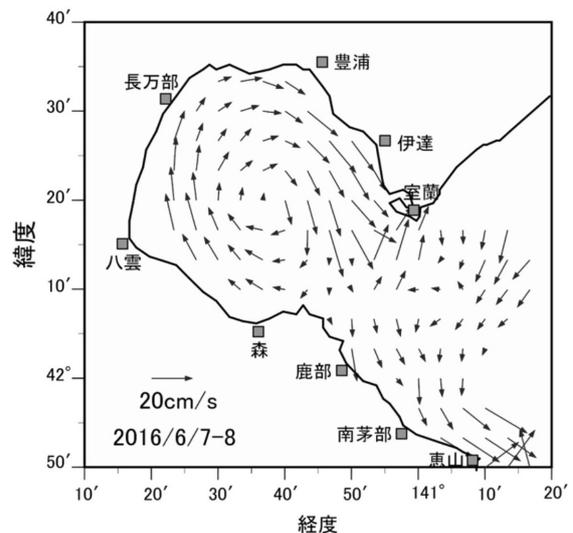


図5 2016年6月7~8日における15m深流速ベクトルの水平分布

に例年よりも約1～2℃高かった。

15m深流速ベクトルの水平分布から、湾内には時計回りの渦がみられる。前述したように、この時計回りの渦によりホタテ浮遊幼生は湾内に広く分布したものと考えられる。

一方湾外では、5月とは異なり、反時計回りの循環流がみられる。渡島側でホタテ浮遊幼生が多かったのは、この循環流により湾内から流出したホタテ浮遊幼生が渡島側沿岸域に輸送されたためと考えられる。以上のことから、ホタテ浮遊幼生の出現数は流動環境に大きく影響されることがわかった。

イ ホタテ浮遊幼生殻長組成の推移

ホタテガイ浮遊幼生の全点平均した殻長組成を調査期間毎に図6に示す。各調査における殻長組成のモードは、2016年5月10～12日が140μm、6月7～8日が280μmである。ホタテ浮遊幼生の日間成長量を5μm/日と仮定すると、5月10～12日に殻長140μmのホタテ浮遊幼生は6月7～8日にはほぼ280μmまで成長する。

したがって、モードの推移は同一期間に発生した群の成長を追跡したことを意味しており、このことは、モードが変化するような大きな水塊交換は無かったことを示している。

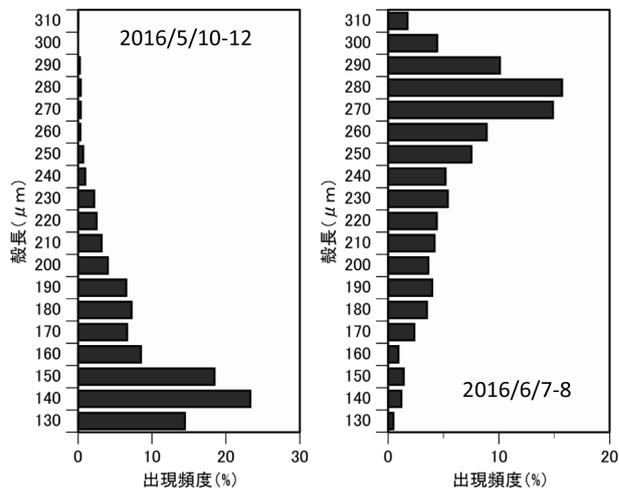


図6 (左) 2016年5月10～11日 (右) 2016年5月12日におけるホタテガイ浮遊幼生の殻長組成

17. 2 ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響解明

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

(1) 目的

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

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

(2) 経過の概要

ア 浮遊幼生出現状況調査

2016年6月～2017年6月に、毎月、ヨーロッパザラボヤ浮遊幼生の調査を行った。八雲沖3マイル定点[図1, Y2(水深32m)]と八雲漁港を結ぶ直線ライン上の2点[図1, Y1(水深17m), Y3(水深40m)]の計3点で、北原式プランクトンネットを用いて、鉛直曳きでサンプルを採取した(1～5月はY3を除く2点)。サンプルは試験場に持ち帰り、1%グルタルアルデヒドで固定した。固定したサンプルは実体顕微鏡を用いて選別を行い、ヨーロッパザラボヤの幼生を計数した。なお、2016年7月は海況不良等のため欠測となった。

イ 耳吊りホタテガイへの付着状況調査

2016年6月～2017年6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

を採取した。採取数は、2016年6月、8月～10月が各5枚、2016年12月～2017年4月が各3枚、2017年5月および6月が各1枚である。なお、2016年7月および11月は海況不良等のため欠測となった。

調査の対象としたホタテガイは、2015年夏に採苗、2016年春に耳吊りを行った通称「新貝」である。採取したホタテガイは、船上で1枚ずつチャック付きビニール袋に分け入れ、試験場に持ち帰った。持ち帰ったホタテガイは、肉眼および実体顕微鏡を用いて観察を行い、殻上に付着するヨーロッパザラボヤおよびその他付着物を取り外し、それぞれホタテガイ1枚あたりの付着重量の測定を行った。付着重量の測定後、ヨーロッパザラボヤについては、全個体の体長(体軸の前後方向の長さ)を測定した。なお、調査地区では多くの漁業者がヨーロッパザラボヤ対策として付着物除去を行っているが、本調査では付着物を除去していないホタテガイ(以下、未除去貝)を対象として調査を実施した。

ウ 繁殖生態調査

ヨーロッパザラボヤの繁殖生態調査の一環として、野外における成熟状況調査を行った。この調査で採取したホタテガイのうち3枚を選び、付着するヨーロッパザラボヤ全個体の体長を測定後、被囊を除去し、実

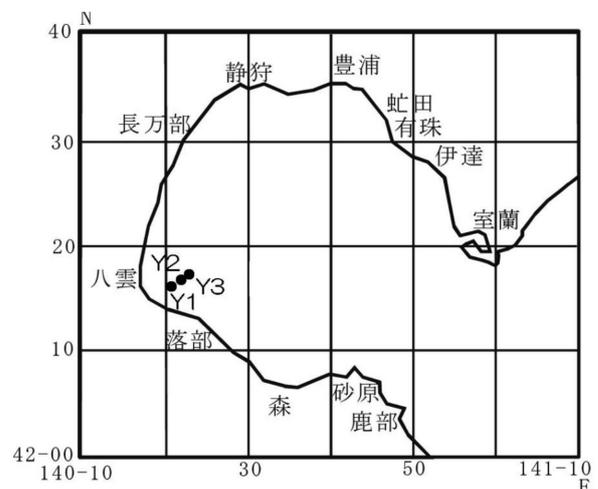


図1. 調査定点

体顕微鏡で観察を行い、輸精管および輸卵管への精子および卵の蓄積の有無を記録した。

エ ホタテガイへの影響調査

ホタテガイの測定は2016年12月～2017年4月まで毎月1回、イの調査と同じ耳吊り本養成ホタテガイ（1連約200個体）を対象として行った。耳吊りロープ（約13m）の上部、中部および下部から各10個体を採取した。採取した貝は、殻高、全重量、軟体部重量、貝柱（閉殻筋）重量、中腸腺重量、生殖巣重量を測定した。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。解析には、「2.5 噴火湾養殖ホタテガイの成長モニタリング」で得られた付着物除去連の調査結果も用いている。なお、2017年3月以降は生残率の低下とヨーロッパザラボヤによる脱落のため、サンプル採取が難しく、3月は上層10個体、中層2個体、下層2個体のみ、4月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、5月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、6月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、7月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、8月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、9月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、10月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、11月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、12月は上層3個体、中層2個体、下層1個体のみ、1月のデータである。また、同じ理由で3月および4月の未除去連の生残率は算出できなかった。

(3) 得られた結果

ア 浮遊幼生出現状況調査

ヨーロッパザラボヤの浮遊幼生は、2016年6月～11月に出現した。12月～翌5月に浮遊幼生は見られず、6月に再び出現した（図2）。なお、前年度の事業報告書で報告したとおり、2016年5月の調査では浮遊幼生が見られている（1.7個体/海水1t）。ヨーロッパザラボヤの幼生は浮遊期に摂餌しない卵黄栄養発生型であり、浮遊幼生期間は数時間～数日と短い。浮遊幼生が見られた期間を産卵期とすると、2016年の産卵期は

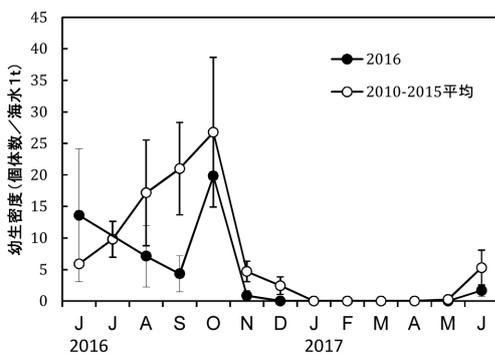


図2. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ浮遊幼生密度の季節変化。縦棒は標準誤差を示す。

5～11月と推測され、例年（6～12月）よりも早かったと考えられる。

イ 耳吊りホタテガイへの付着状況調査

ヨーロッパザラボヤのホタテガイ上の付着個体数は、6～8月に増加した（図3）。この間、ヨーロッパザラボヤがホタテガイに付着したと考えられる。付着個体数は9月に大きく減少し、以降、緩やかに減少した。過去5ヶ年の平均と比較して、付着個体数は非常に多かった。

体長5mm未満の稚ボヤは、6～8月に多く見られた。9月以降は、稚ボヤはほとんど見られず、秋～春は新たな個体の付着はほとんど起きていない。ヨーロッパザラボヤは6～12月までよく成長し、1月にやや成長が停滞したが、2月以降再び成長した（図4）。

ヨーロッパザラボヤの付着重量は調査開始から増加が続き、成長が停滞した1月に重量が減少したものの2月以降再び増加し、3月には720.0gに達した（図5）。3月の未除去貝の平均重量は89.1gであったことから、ホタテガイの8倍近い重量のヨーロッパザラボヤが付着していたことになる。3月の付着重量は過去の同時期の平均重量の2倍以上となっていた。

噴火湾では、2～4月に春季ブルームにより、餌条件が良好となる一方、沿岸親潮の流入により、水温は3℃以下まで低下する。例年、この水温低下に伴い、ヨーロッパザラボヤの成長は停滞し、その結果、付着重量の増加も収まる。しかし、2017年は前年に引き続き、沿岸親潮の勢力が弱く、この時期の水温が高く推移した。過去（1993～2016年）の2、3月の深度5～15mの平均水温は、それぞれ3.2、2.9℃であったのに対して、2017年は、それぞれ4.2、4.6℃であった。2017年は水温が例年よりも高い条件で、春季ブルームで

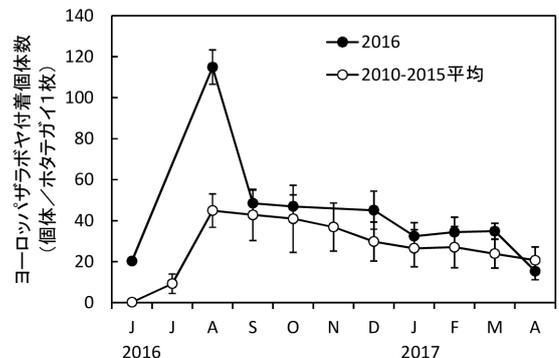


図3. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ付着個体数の季節変化。縦棒は標準誤差を示す。

餌条件が良化したため、ヨーロッパザラボヤは2～3月によく成長し、この時期の付着重量の増加が顕著であったと考えられる。

ウ 繁殖生態調査

ホタテガイ上では卵と精子を蓄積したヨーロッパザラボヤ（成熟個体）は6月には見られず、8月にわずかに見られた（図6）。その後、成熟個体の割合は増加し、9月では15.4%、10月では45.4%に達した。12月の調査では44.2%と10月とほぼ同じ割合であり、10月以降は成熟が進まなかったと考えられる。

成熟個体の割合が増加する9～10月は浮遊幼生が見られる時期であることから、4割以上のヨーロッパザラボヤが加入年の秋に繁殖を開始すると推察される。なお、ヨーロッパザラボヤは雌雄同体の雄先成熟種であり、最初、精子のみを持つようになり、その後、成長に伴い、卵も蓄積して成熟個体となる。

ア、イおよびウの調査結果は計6回にわたり、「平成28年ホヤ類調査結果速報」として、函館水産試験場HPで公表するとともに、各地区水産技術普及指導所および漁協を介して漁業者への情報提供を行った。

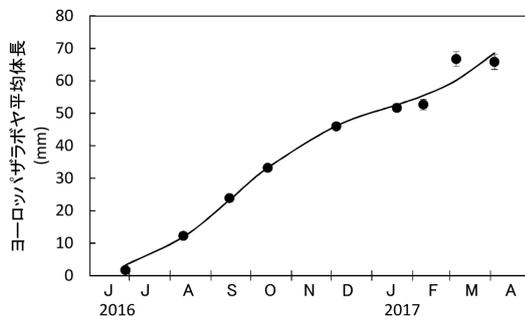


図4. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ平均体長の季節変化。縦棒は95%信頼区間を示す。

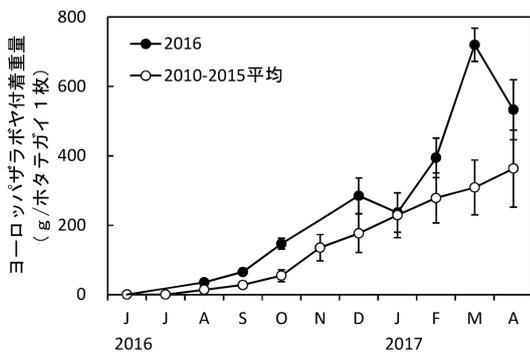


図5. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ付着重量の季節変化。縦棒は標準誤差を示す。

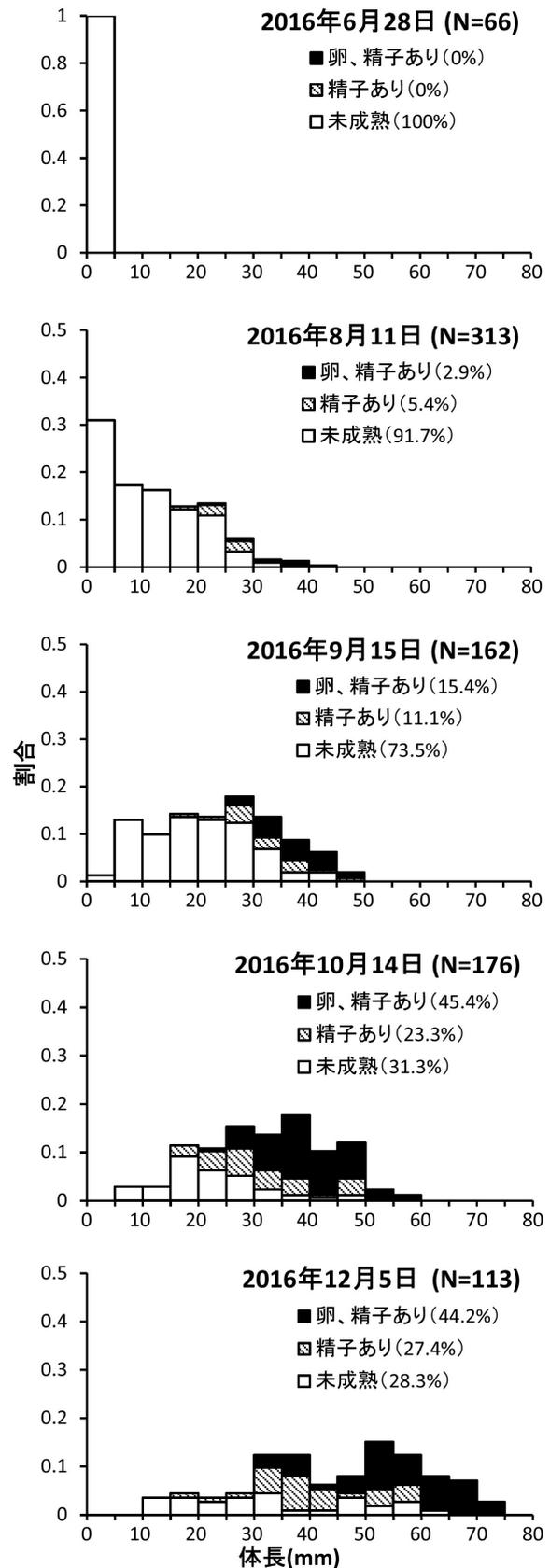


図6. 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤの体サイズと成熟状況の季節変化。

エ ホタテガイへの影響調査

付着物を除去していないホタテガイ（未除去貝）上では、8月以降、ヨーロッパザラボヤが優占し、特にホタテガイの出荷時期の12月～翌4月は重量の90～96%を占めていた（図7A）。付着物を除去したホタテガイ（除去貝）上のヨーロッパザラボヤの付着重量は未除去貝の付着重量の1/10以下に減少しており（図7B）、両者を比較することで、ヨーロッパザラボヤのホタテガイへの影響を検討できると考えられる。

殻高および各部位の重量は、常に除去連の数値が未除去連を上回っており、ヨーロッパザラボヤの影響と考えられた（図8A, B, C, D, E）。生殖巣指数についても未除去貝は除去貝より常に低く、相対的に生殖巣の発達へのヨーロッパザラボヤの影響が特に大きいと考えられる。

2016年は、ヨーロッパザラボヤの付着量が多く（図5）、ホタテガイの成長への影響も大きかったと推測される。ホタテガイの成長への影響緩和のため、適切な時期に付着物除去を行うことが望ましい。また、ホタテガイの生殖巣の発達する冬～春季は、初夏～秋に付着したヨーロッパザラボヤが成長し、付着量が増加した後であり、その影響を強く受けると考えられる。耳吊り貝の一部は、天然採苗の母群として機能していると考えられる。ヨーロッパザラボヤの大量付着が耳吊り貝の生殖巣の発達不良を介して、天然採苗に与え

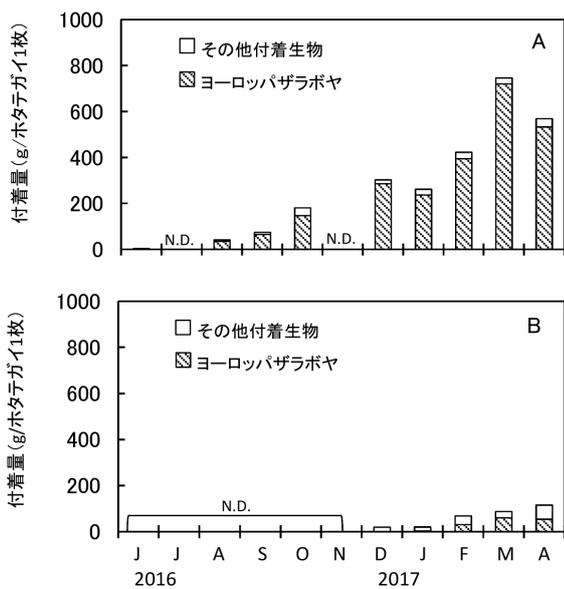


図7 噴火湾八雲調査点におけるホタテガイ付着生物重量の季節変化。(A) 未除去貝，(B) 除去貝。付着物の除去は9～10月に行われ，除去貝の調査は12月から実施した。

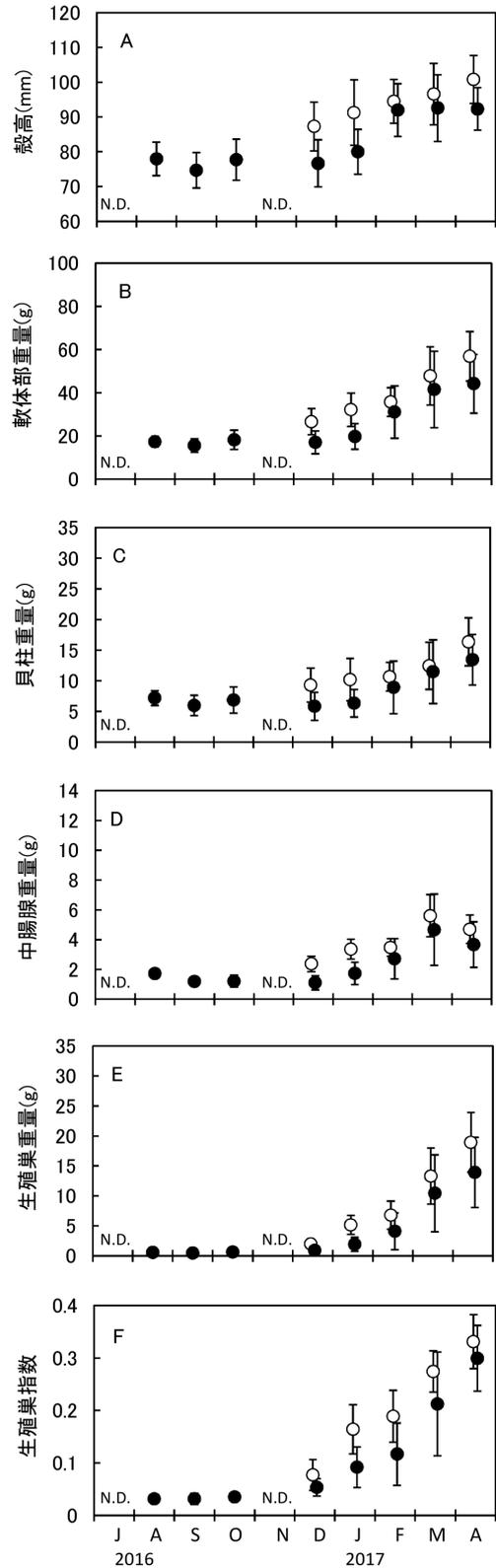


図8 噴火湾八雲調査点におけるホタテガイの(A) 殻高，(B) 軟体部重量，(C) 貝柱重量，(C) 中腸腺重量，(D) 生殖巣重量，(E) 生殖巣指数の季節変化。●：未除去貝，○：除去貝。縦棒は標準偏差を示す。

る影響についても、注意する必要があるだろう。

未除去連および除去連の比較が可能な12月～翌2月のホタテガイの平均生残率は未除去貝で37.0%，除去貝で44.3%であった（図9）。2016年は3ヶ月しか比較できず、また、2月の生残率が、12月および1月よりも高いことから、連のバラツキも大きいと推測され、評価が難しい。ただし、2016年と同様にヨーロッパザラボヤが大量付着した2010年、2014年および2015年の調査では付着物除去の有無によるホタテガイ生残

への影響は認められなかったことから、ヨーロッパザラボヤの大量付着は、養殖ホタテガイの直接的な死亡要因にはならないと考えられている。2016年耳吊り貝についても未除去貝と除去貝の生残率の差は約7%であり、顕著な影響はなかったものと考えられる。しかし、ヨーロッパザラボヤの大量付着による成長不良が、別の要因（例えば、環境ストレス）と交互作用を示す可能性もあることから、生残への影響については、継続した調査を行い、慎重に結論づけるべきであろう。

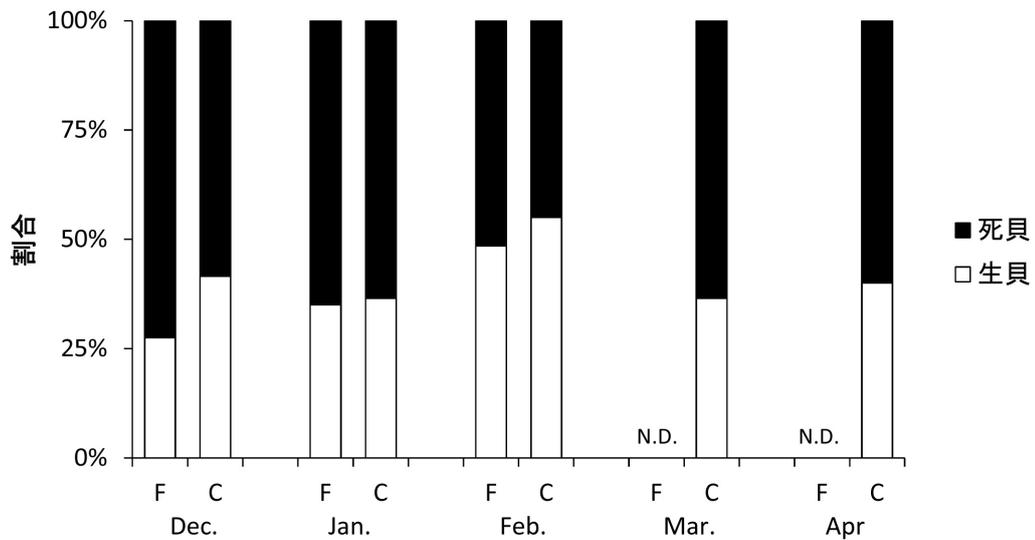


図9 噴火湾八雲調査点におけるホタテガイの生貝と死貝の割合。Fは未除去貝（Fouled），Cは除去貝（Clean）。

18. 噴火湾養殖ホタテガイ稚貝への死リスク評価調査研究（受託研究）

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

（1）目的

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

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

（2）経過の概要

ア 特異的な海洋現象の発現に起因した湾内海況変化の評価

噴火湾およびその周辺海域の海況（水塊交替、底層の溶存酸素量）を把握するため、6月7～8日、9月12～13日、11月30～12月1日、2017年2月16～17日に、図1に示す調査点においてCTD観測（水温、塩分、溶存酸素量）を実施した。また、Sta. 30、31、34、38地点においては、海底直上の溶存酸素量を把握するため、海面から海底までASTD観測を行った。

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

イ 沖合域の海洋変動が沿岸域の海況に与える影響評価

2015年度はホタテ稚貝への死率が平年よりも高かった。そこで、本年4月に八雲沖で垂下養成されているホタテ稚貝2連を採集し、殻に刻まれた障害輪をもと

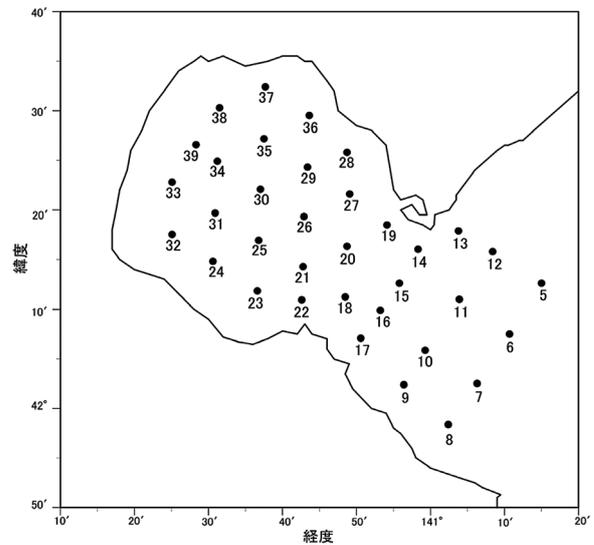


図1 調査点

に生理的に異常を来した時期を推定した。

（3）得られた結果

ア 特異的な海洋現象の発現に起因した湾内海況変化の評価

噴火湾における水塊占有率の月変化を図2に示す。津軽暖流水の流入は9月の観測から認められ、9月の占有率は約4%と平年並であった。その後占有率は、12月には91%となり平年を上回った。したがって、2016年における津軽暖流の湾内への流入状況はほぼ平年並みである。

渡島北部水産技術普及指導所がホタテ中間育成終了時の3月に毎年実施しているホタテガイ稚貝成育調査結果によれば、渡島5単協で平均したホタテ稚貝への死率はほぼ平年並であった。津軽暖流の非流入とへの死との因果関係はわからないが、結果的には、暖流が正常に湾内へ流入した2016年は、大きな稚貝への死は生じていない。

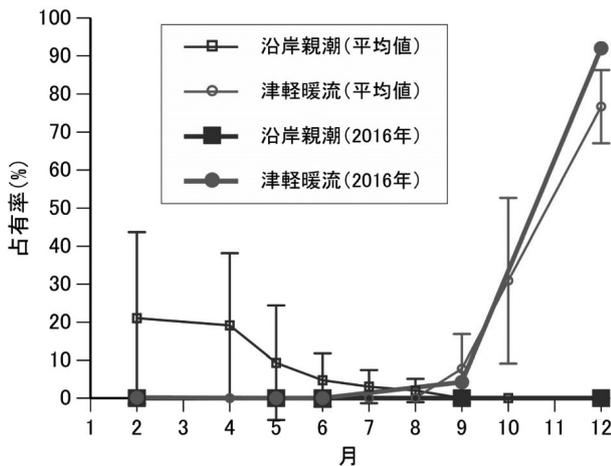


図2 噴火湾に分布する水塊の湾内占有率

イ 沖合域の海洋変動が沿岸域の海況に与える影響評価

2015年産のホタテ稚貝がへい死に至る異常をいつ来たかについて、ホタテ貝殻に形成された障害輪をもとに以下に検討する。ホタテ稚貝に形成された障害輪を模式的に図3に示す。本分散日（2015年10月1日）とサンプルの採集日（2016年4月6日）が分かっているので、成長は一定と仮定すると、障害輪が形成された時期は2015年12月28日、2016年1月29日、3月1日となる。また、明確な障害輪ではないが複数のリングが重なって形成されている箇所があり、それが形成された期間は2015年11月26日から12月24日と推定される。

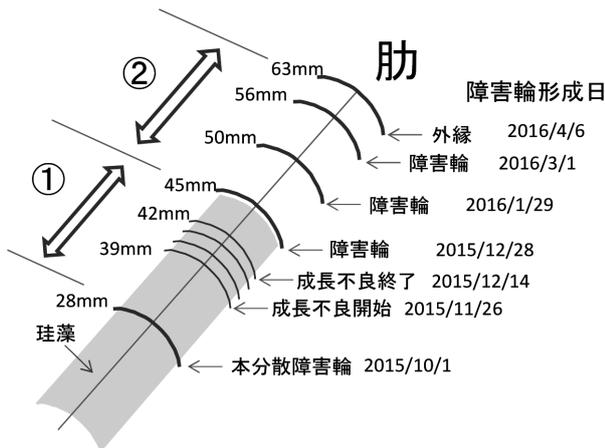


図3 2015年度産ホタテ稚貝（正常貝）の主な障害輪と日間成長量から推定した障害輪の形成日

次に、図3に示した①の期間、すなわち、分散時障害輪から12月28日に形成された障害輪までの殻の伸び率を生貝、死亡貝別に図4示す。殻の伸び率は生貝、死亡貝ともにほぼ同じであることがわかる。

同様に図3に示した②の期間における殻の伸び率を生貝、死亡貝別に図5に示す。生貝では殻高が大きいほど殻の伸び率は高くなる傾向にあるが、死亡貝ではほとんど殻が伸長していない。したがって、死亡貝は②の期間に入る前に異常を来したと考えられる。障害輪の形成状況から、へい死に至る異常を来した時期は11月下旬から12月下旬と推定する。

長万部における湾軸方向（南東—北西方向）の風応力（風速の2乗値）の時間変化を図6に示す。図3より障害輪が形成されたと推定された時期には、12月28日の場合を除いて、比較的強い南東風が吹いていることがわかる。また、ホタテ稚貝が異常を来したと推定された11月下旬から12月下旬の期間においては、11月26日と12月3日に強い南東風が吹いている。したがって、波浪に伴う施設の振動、流速変動などがホタテ稚貝の生理に影響を及ぼした可能性が考えられる。

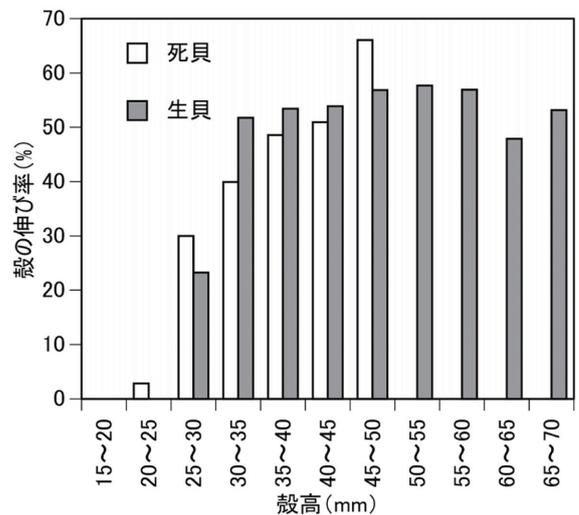


図4 殻高別、生死別の殻の伸び率（図3の①の期間）

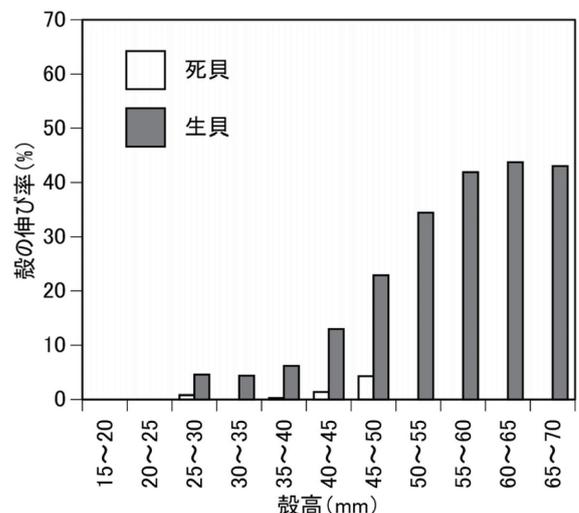


図5 殻高別、生死別の殻の伸び率（図3の②の期間）

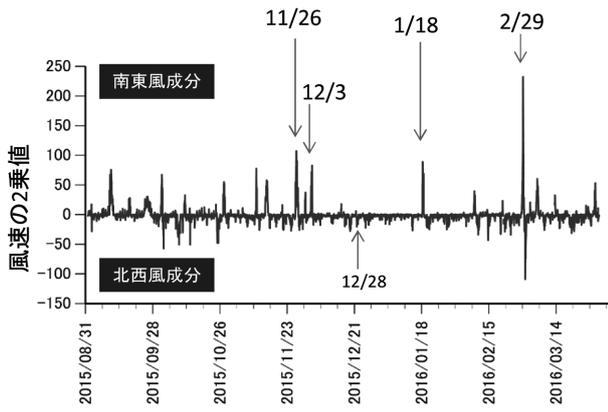


図6 長万部における湾軸に平行な風応力（風速の2乗値）の時間変化

19. 対EU輸出向けホタテガイに係るプランクトン検査委託業務（受託研究）

担当者 調査研究部 吉田 秀嗣・金森 誠

（1）目的

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

（2）経過の概要

日本産ホタテガイのフランス向け輸出は1974年に始まり、1989年には4,400t（製品ベース）58億円を記録した。しかし、1990年に輸出された冷凍ホタテガイから規制値を超える貝毒が検出されたとして、日本産ホタテガイのフランスへの輸入が禁止された。1992年には、輸入禁止措置がEU全体に拡大された。その後、1995年3月に一時輸入禁止措置が解禁されたが、同年4月のEUによる査察の結果、「日本の衛生管理体制が不十分」とされ、日本産水産物の輸入が全面的に禁止された。同年12月にはホタテガイを除く水産物に関しては禁輸措置が解除された。1996年3月に日本の厚生労働省が、EUに流通するホタテガイ等二枚貝の衛生要件を定めたEU指令に基づき「対EU輸出ホタテガイ等二枚貝の取扱要領」を策定した。この時点で、貝毒等の行政職員によるモニタリングが義務化された。2001年9月にEUによる査察が青森県で実施され、翌年6月に青森県陸奥湾東部海域産ホタテガイの輸入再開がEUにより決定され、2003年1月から輸出が再開された。2003年2月に、北海道厚生局による噴火湾北西部海域の海域指定承認を受け、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42回、652検体の検査を行った（表2）。各種プランクトンの出現密度は北海道ほたて漁業振興協会および北海道水産林務部に報告した。なお、宗谷北東部・南部海域、網走北部・中部・南部海域における検査は、(株) 福田水文センターに再委託した。今年度の毒素産生性プランクトン出現密度の結果概要は表3、4に示した。

表1 検査対象となっている毒素産生性プランクトン

	麻痺性貝毒プランクトン	脂溶性(下痢性)貝毒プランクトン
噴火湾北西部海域	<i>Alexandrium tamarense</i> <i>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	2 (12)
宗谷北東部海域	7 (112)
宗谷南部海域	2 (32)
網走北部海域	8 (128)
網走中部海域	16 (256)
網走南部海域	7 (112)

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 2016.4.4-2016.4.11		
	平均	最小	最大
<i>A. tamarense</i>	0	0	0
<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>	47	0	230
<i>D. norvegica</i>	1	0	10
<i>D. tripos</i>	0	0	0

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

	宗谷北東部 2016.6.8-2016.8.24			宗谷南部 2016.6.6-2015.6.27			網走北部 2016.6.6-2016.9.5			網走中部 2016.5.30-2016.11.14			網走南部 2016.6.6-2016.9.21		
	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>	0	0	10	1	0	10	3	0	60	7	0	250	7	0	70
<i>A. catenella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. acuminata(ovum)</i>	0	0	10	2	0	10	2	0	70	4	0	70	5	0	30
<i>D. caudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. fortii</i>	3	0	20	10	0	40	5	0	50	3	0	20	19	0	360
<i>D. infundibulus</i>	0	0	10	2	0	10	1	0	20	1	0	10	3	0	20
<i>D. mitra</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	20	0	0	10	0	0	10
<i>D. norvegica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	10	1	0	50
<i>D. rudgei(rotundata)</i>	1	0	10	1	0	10	2	0	40	2	0	50	2	0	20
<i>D. tripos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20. 養殖コンブ種苗生産工程基礎研究（採苗技術改良試験）（受託研究）

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

（1）目的

現行の種苗生産の現状と問題点を把握し，技術の見直しと改善策を図る。

とともに，葉状部の乾燥歩留り（%）：葉状部乾燥重量／葉状部湿重量×100を算出した。なお，乾燥重量は60℃で2日以上乾燥させた後の値を採用した。

（2）経過の概要

ア コンブ母藻成熟技術の開発

（ア）天然マコンブ成熟状況調査

2016年5月～2016年10月にかけて，函館市大船町（図1）の漁港内斜路（水深1.7m）に形成されたマコンブの群落を対象とし，孢子体の成熟状況の調査を実施した。なお，調査対象としている群落が消滅した2016年11月～2017年3月は調査を行わなかった。

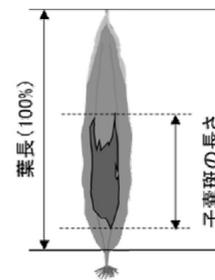


図2 マコンブ孢子体の形成範囲。

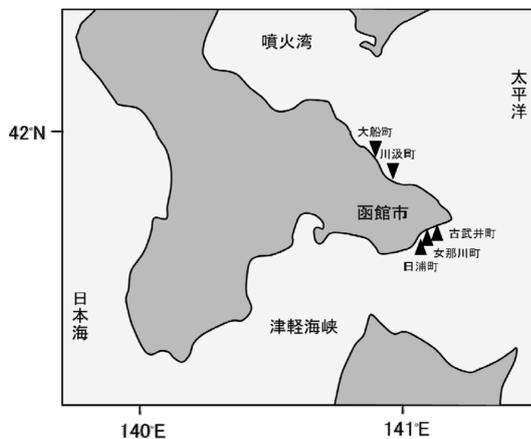


図1 調査地点およびサンプルの採集地点。

材料のマコンブ孢子体は船上から孢子体を無作為に採集し，子嚢斑が形成された個体の出現頻度（成熟率）を調べた。また，葉状部の腹側（以下，裏面）と背側（以下，表面）の子嚢斑形成状況，葉状部裏側の子嚢斑形成範囲を調べた。なお，子嚢斑形成範囲は，葉長に対する葉長方向の子嚢斑の長さの割合とした（図2）。さらに採集した個体は，葉長（cm），葉幅（cm），葉状部の湿重量（g），葉状部の乾燥重量（g）を測定する

（イ）成熟誘導試験

a マコンブ葉状部の異なる位置から切り出した葉片の子嚢斑形成に及ぼす水温の影響

材料には，函館市川汲町沖（図1）で採集したマコンブ孢子体由来の配偶体から作出した5個体の室内培養孢子体を用いた。孢子体葉状部の末枯部を除いた長さを葉長とし，葉状部の葉元，葉元から葉長の1/5，2/5，3/5，4/5にあたる部分から，それぞれ直径1cmの円形葉片を切り出した。各培養水槽には，同じ位置から切り出した5枚の葉片を1組にして入れ，これらを水温10℃，12.5℃，15℃，17.5℃，20℃，22.5℃，25℃で培養した。その他の培養条件は光量子量80 μmol/m²/s，光周期8L:16Dとし，500mlの1/2の濃度に調整したES培地（以下，1/2ES培地）を使用して通気培養を行った。試験期間は7週間として，葉片の子嚢斑形成の有無を1週間ごとに目視により調べた。その際，培地は全量交換した。

b コンブ葉片の子嚢斑形成に及ぼす水温と塩分の影響

材料のマコンブの葉片は，ア-（イ）-aにある方法

に従って準備した。これらを水温7条件：10℃、12.5℃、15℃、17.5℃、20℃、22.5℃、25℃と塩分6条件：33‰、35‰、37.5‰、40‰、42.5‰、45‰を組み合わせた42条件で培養し、子嚢斑が形成されるまでの期間を比較した。その他の培養条件は光量子量80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期8L:16Dとし、500mlの1/2ES培地を使用して通気培養を行った。試験期間は7週間として、葉片の子嚢斑形成の有無を1週間ごとに目視により調べた。その際、培地は全量交換した。また、培養5週目には、画像解析ソフトImageJを用いて子嚢斑面積を測定した。

c コンブ葉片の子嚢斑形成に及ぼす光量の影響

ア- (イ) -aにある方法に従ってマコンブの葉片を準備した。光量子量5条件：40 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、120 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、160 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で培養し、子嚢斑形成までの期間を比較した。その他の培養条件は水温10℃、光周期8L:16Dとし、500mlの1/2ES培地を使用して通気培養を行った。観察は(イ) -bにある方法に従った。

d コンブ葉片の子嚢斑形成に及ぼす栄養塩の影響

ア- (イ) -aにある方法に従ってマコンブの葉片を準備した。栄養塩濃度7条件：栄養塩無添加の海水、1/32ES培地、1/16ES培地、1/8ES培地、1/4ES培地、1/2ES培地、ES培地、2ES培地で培養し、子嚢斑形成までの期間を比較した。その他の培養条件は、光量子量80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期8L:16D、各培養液量は500mlして、通気培養を行った。観察はア- (イ) -bにある方法に従った。

e 異なる時期に採集したコンブ葉片の成熟誘導試験

材料のマコンブ胞子体は、2016年7月15日、2016年8月15日、2016年9月15日に函館市大船町の漁港内から採集した(図1)。各胞子体葉状部の葉元から10cm、50cm、100cm、150cm、200cmの位置から直径1cmの円形の葉片を採取し、これらを濾過海水および滅菌濾過海水中で洗浄した。胞子体の同じ位置から切り抜いた、異なる胞子体由来する5枚の葉片を1組として培養水槽に入れ、水温10℃、光量子量80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期8L:16D、500mlの1/2ES培地を使用して通気培養を行った。観察はア- (イ) -bにある方法に従った。

イ コンブ種苗保存、増殖技術の開発

(ア) 配偶体の成熟に及ぼす水温と光量子量の影響

材料のマコンブ胞子体は、函館市日浦町沖で採集した(図1)。胞子体の子嚢斑形成部を切り取り、滅菌濾過海水中で洗浄し、キムタオルで表面の粘液と付着物を取り除いた。これらの葉片は、表面の水分を十分に除去してから直径90mmのプラスチックシャーレに入れ、冷暗所で一晚放置した。その後、葉片に10℃の滅菌濾過海水を注ぎ、遊走子液を得た。次いで、液に含まれる遊走子量を定量し、直径90mmのプラスチックシャーレに6,360個の遊走子を入れ、これに1/2NT-ES培地を加え30mlとした。これを水温5条件：5℃、10℃、15℃、20℃、25℃、光量子量5条件：3 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、15 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、20 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ を組み合わせ、全25条件で培養した。光周期は12L:12Dとし、静置培養した。観察は1週間毎に行い、倒立顕微鏡を用いてシャーレ内の3箇所を無作為に選択し、それぞれ5mm×5mmの範囲に存在する配偶体を観察し、雌性配偶体の成熟や胞子体世代への移行の有無を調べた。

(イ) 配偶体の成熟に及ぼす栄養塩濃度の影響

材料のマコンブ胞子体は、函館市日浦町沖で採集した(図1)。胞子体の洗浄、遊走子の採取までの方法は、イ- (ア)にある方法に従った。これらを栄養塩濃度4条件：1/2NT-ES培地、1/20NT-ES培地、1/200NT-ES培地、1/2000NT-ES培地で培養した。また、水温10℃、光量子量40 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期は12L:12Dとし、静置培養した。培養開始から3ヶ月後に倒立顕微鏡を用いてシャーレ内の3箇所を無作為に選択し、それぞれ5mm×5mmの範囲に存在する配偶体を観察し、雌性配偶体の成熟や胞子体世代への移行の有無を調べた。

ウ 健苗育成技術開発

(ア) ES培地作製時の懸濁問題

ES培地は、函館水産試験場のマニュアルと種苗センターのマニュアルにある2通りの方法で培養液を作製し、どの段階で沈殿が生じるかを検証した(図3)。さらに、2通りの方法に従って作成した培地の培養効率の違いを調べるため、それぞれの培地を用いて胞子体を培養し、葉長、葉幅、茎長、葉体面積を比較した。材料には、函館市川汲町沖で採集したマコンブ胞子体由来の配偶体から作出した室内培養胞子体を用いた(図1)。培養条件は、水温10℃、光量子量80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期12L:12Dとし、2LのES培地中で通気培養した。

ESI培養液調製手順 (種苗センターマニュアル)		ESI培養液調製手順 (水試マニュアル)	
P9の組成表		P9の組成表	
製品名	使用量(μL)	製品名	使用量(μL)
蒸留水	800 mL	蒸留水	800 mL
塩化第二鉄溶液	0.015 g	EDTA	0.025 g
塩化マンガン溶液	0.115 g	EDTA	0.000 g
硫酸銅溶液	0.005 g	ヨウ化カリウム溶液	0.005 g
塩化コバルト溶液	0.005 g	ヨウ化カリウム溶液	0.005 g
ヨウ素	0.500 g	ヨウ化カリウム溶液	0.005 g
EDTA	0.050 g	硫酸銅溶液	0.005 g
蒸留水を加えて	1000 mL	蒸留水を加えて	1000 mL

ESI培養液の組成表		ESI培養液の組成表	
製品名	4倍のES	製品名	4倍のES
蒸留水	400-450 mL	蒸留水	400-450 mL
硝酸ナトリウム	11.2 g	トリス	15 g
B-グルクロン酸二ナトリウム	1.5 g	硝酸ナトリウム	11.2 g
ヨウ化カリウム溶液	3.2 mg	B-グルクロン酸二ナトリウム	1.5 g
キナール	0.5 g	EDTA	0.05 g
EDTA	0.05 g	EDTA	0.05 g
EDTA	0.05 g	ヨウ化カリウム溶液	3.2 mg
ヨウ素	0.500 g	ヨウ素	0.500 g
トリス	15 g	トリス	15 g
蒸留水を加えて	1000 mLに調整	蒸留水を加えて	1000 mLに調整

図3 函館水産試験場のマニュアルと種苗センターのマニュアルにあるES培地の作製手順。

(イ) 種苗の緑変問題

a 緑変種苗の観察

2016年2月4日に種苗センターで採取した緑変種苗と健全種苗を光学顕微鏡で観察し、種苗の状態、種苗糸に付着する生物の有無などを調べた。

b 緑変発生後の経過観察

材料には、2016年に種苗センターAにおいて採取された健全種苗および緑変種苗、種苗センターBにおいて採取された緑変種苗を用いた。観察には、光学顕微鏡を使用して種苗の状態、種苗糸の付着物の有無などを調べた。観察後、撚糸に着生した状態の種苗を500 mlのES培地に入れ、通気培養を行った。培養条件は、水温10℃、光量80 μmol/m²/s、光周期14L:10Dとした。観察は1週間ごとに行い、その度に培養液を全量交換した。

c 培養液中のアンモニア濃度と緑変の関係

(a) 種苗の生育に及ぼすアンモニア濃度の影響①

材料は、函館市川汲町沖で採集したマコンブ胞子体由来の配偶体から作出した10個体の室内培養胞子体を用いた(図1)。培養条件は水温10℃、光量80 μmol/m²/s、光周期14L:10Dとした。なお、培養液中のアンモニア濃度に依存したマコンブ胞子体の生育状況の変化を比較するため、2LのES培地に硫酸アンモニウムを0.08g, 0.17g, 0.33g, 0.67g, 1.32g, 2.64gを添加した試験区を設定した。また、コントロール試験区は、硫酸アンモニウム無添加のES培地を使用した。1週間の培養後、胞子体の生育状況および生長率を調べた。生長率は、実験開始時の葉長に対する実験終了時の葉長の割合とした。試験開始時の培養液中のアン

モニウムイオン濃度を把握するため、試験開始時と試験終了時の培養液中に含まれるNH₄⁺-Nの濃度を測定した。

(b) 種苗の生育に及ぼすアンモニア濃度の影響(追試)②

材料の胞子体はウ-(イ)-c-(a)にある方法に従って準備した。培養条件は水温10℃、光量子量80 μmol/m²/s、光周期14L:10Dとした。培養液中のアンモニア濃度に依存したマコンブ胞子体の生育状況の変化を比較するため、ウ-(イ)-c-(a)と同様に、2LのES培地に硫酸アンモニウムを0.1g, 0.15g, 0.2g, 0.25g, 0.3g, 0.35gを添加した試験区を設定した。また、対照区には、硫酸アンモニウム無添加のES培地を使用した。培養実験は2週間行い、毎週目視により葉状部の枯死の有無を観察した。

エ 芽落ち被害の実態解明と発生要因の特定

(ア) 養殖コンブの生育状況調査

日浦町沖、女那川町沖、古武井町沖において、2016年11月~2017年1月にかけて養殖コンブの生育状況を観察した(図4)。日浦町では本養成綱と予備綱(垂下綱)、女那川町では本養成綱と予備綱(垂下綱、二段張り綱)、古武井町では予備綱(垂下綱、二段張り綱)から、それぞれ種苗糸を1または2本採取した。種苗密度は、種苗糸1cm当たりの目視可能な胞子体の個体数とした。また、光学顕微鏡を用いて種苗糸表面の芽胞体数と、付着生物の有無を観察した。



図4 調査地点。

(イ) 養殖漁場の海洋環境調査

2016年11月から2017年1月にかけて日浦町沖、女那川町沖、古武井町沖の養殖施設に水温計、電気伝導時計を設置した(図4)。観測機器類は定期的に回収し、データを取り出した後、測定部を洗浄して再び養殖施設に設置した。なお、各機器の測定間隔はいずれも30分に設定した。女那川町沖と古武井町沖の調査時には、5地点でSTD(JFEアドバンテック株式会社)を投入し、水温、塩分の鉛直分布を調べた。

(3) 得られた結果

ア コンブ母藻成熟技術の開発

(ア) 天然マコンブ成熟状況調査

2016年5月には、既に2年目の胞子体の25%の個体に子嚢斑が形成されていた(図5)。7月の調査時には、成熟個体の割合は10%に減少したが、それ以降は増加して10月には、80%以上の個体に子嚢斑が形成された。

子嚢斑の形成部位を見ると、2016年5~7月は、子嚢斑が形成されていない個体がほとんどであった(図6)。同年8~9月には、およそ40%の個体の葉状部両面に、10月には、80%以上の個体の葉状部両面に子嚢斑が形成された。

2016年5~7月の子嚢斑の形成範囲は、葉長の10%に満たなかったが、それ以降は急速に子嚢斑が拡がり、10月には子嚢斑の形成範囲は60%以上となった(図7)。

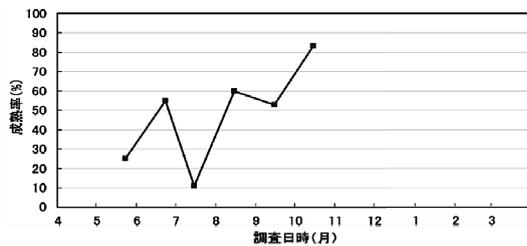


図5 2016年4月~2017年3月にかけてのマコンブ胞子体の成熟率の季節変化。

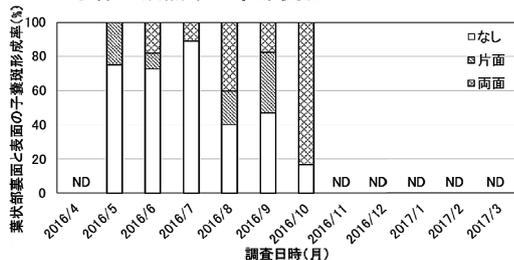


図6 2016年4月~2017年3月にかけてのマコンブ胞子体葉状部の裏面と表面の子嚢斑形成率の季節変化。NDは欠測またはマコンブの消失により、データが無いことを示す。

子嚢斑の形成位置は、葉状部先端側から葉元に向かって拡がる傾向が見られた(図8)。

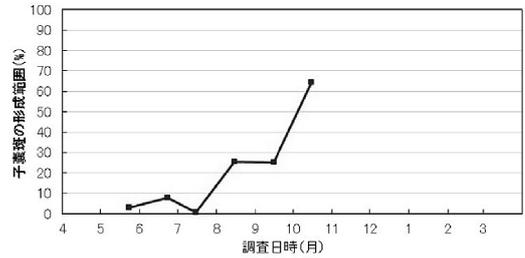


図7 2016年4月~2017年3月にかけての子嚢斑の形成範囲の季節変化。

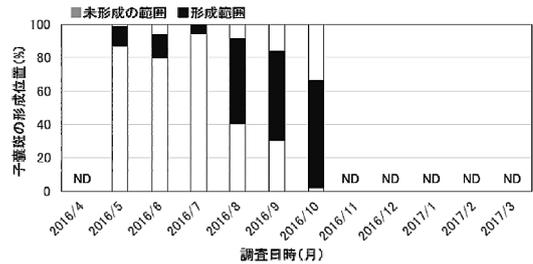


図8 2016年4月~2017年3月にかけての子嚢斑の形成位置の季節変化。NDは欠測またはマコンブの消失により、データが無いことを示す。

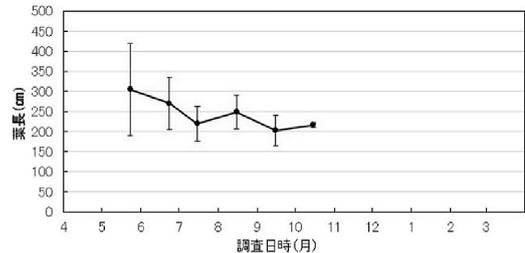


図9 2016年4月~2017年3月にかけての葉長の季節変化。エラーバーは標準偏差を示す。

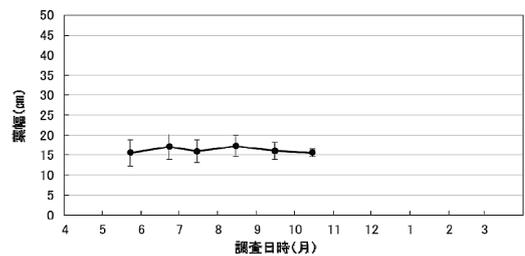


図10 2016年4月~2017年3月にかけての葉幅の季節変化。エラーバーは標準偏差を示す。

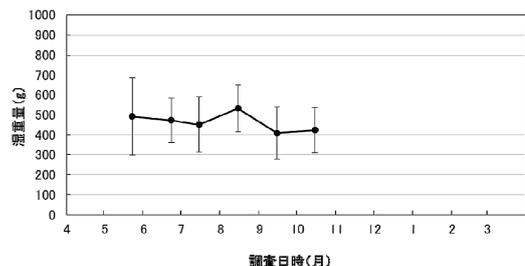


図11 2016年4月~2017年3月にかけての葉状部湿重量の季節変化。エラーバーは標準偏差を示す。

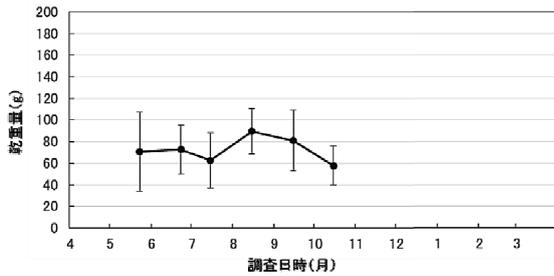


図 12 2016年4月～2017年3月にかけての葉状部乾重量の季節変化。エラーバーは標準偏差を示す。

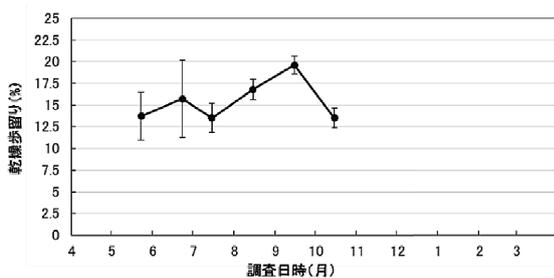


図 13 2016年4月～2017年3月にかけての葉状部乾燥歩留りの季節変化。エラーバーは標準偏差を示す。

2016年5月から平均葉長は短くなる傾向が見られた(図9)。平均葉幅は、調査期間を通して大きな変化が見られなかった(図10)。葉状部の湿重量は2016年5～10月にかけて減少する傾向が見られた(図11)。

葉状部の乾燥重量は、2016年5～7月は大きく変化しなかったが、8月に著しく増加し、その後は減少した(図12)。葉状部の乾燥歩留りは、2017年5月以降に増加する傾向が見られ、特に7月以降は急速に増加し、8月に最大となった以降は減少した(図13)。乾燥歩留りの増加に伴って、成熟率が増加する傾向が見られ、乾燥歩留りが増加した後、子嚢斑の形成範囲も大きくなった。

個体のサイズ等と成熟に明確な関係は認められなかった。葉状部の乾燥歩留りの増加に伴って、成熟率や子嚢斑形成範囲が大きくなった。このことから、乾燥歩留りは、胞子体の成熟状況と密接な関係にあると考えられる。

(イ) 成熟誘導試験

a マコブ葉状部の異なる位置から切り出した葉片の子嚢斑形成に及ぼす水温の影響

10～12.5℃では、用いた5枚の葉片に子嚢斑が形成されたが、15℃では4枚、17.5℃では2枚であり、水温が高いほど子嚢斑の形成率が低下する傾向が見られ

た(図14)。20～22.5℃では葉元から切り出した葉片のみに子嚢斑が形成された。25℃では、実験開始後、速やかに枯死した。なお、葉元に近い位置から採取した葉片に比べ、葉先に近い位置から採取した葉片では子嚢斑が形成されにくく、枯死も多かった。一方で、葉元に近い位置から採取した葉片ほど、高い水温でも子嚢斑が形成される傾向が見られた。

b 葉片の子嚢斑形成に及ぼす水温と塩分の影響

水温10～17.5℃では子嚢斑が形成されたが、20℃以上では子嚢斑は形成されなかった(図15)。10～15℃では塩分に依存せず、子嚢斑が形成された。また、17.5℃も45%を除いて子嚢斑が形成された。10℃では、42.5～45%の高塩分ほど子嚢斑の形成が早かったが、12.5～17.5℃では高塩分でも子嚢斑の形成が早まることはなかった。塩分に依存して子嚢斑の形成状況は変化が見られたが、一貫した促進効果は認められなかった。子嚢斑の面積は、低水温になるほど大きくなる傾向が見られた(図16)。10℃と15℃では高塩分になるほど、子嚢斑の面積が大きくなる傾向が見られた。

c 葉片の子嚢斑形成に及ぼす光量の影響

いずれの条件においても、培養開始から3週目に子嚢斑が形成された葉片が観察された。光量子量は低いほど子嚢斑の形成が早くなる傾向が見られた(図17)。子嚢斑の面積は、いずれの条件でもおよそ40%であった(図18)。

d 葉片の子嚢斑形成に及ぼす栄養塩濃度の影響

いずれの栄養塩濃度でも子嚢斑が形成されたが、子嚢斑が形成されるまでの期間は1/2ES培地が最も早かった(図19)。子嚢斑の面積は培養液の濃度が高いほど大きくなる傾向が見られたが、ES培地と2ES培地より高濃度では、反対に面積は小さくなる傾向が見られた(図20)。

e 異なる時期に採集したコブ葉片の成熟誘導試験

7月に採集した胞子体由来の葉片を用いた場合、葉元から150cmと200cmの位置から採取した葉片では、培養開始から2週目に子嚢斑が形成されたものが認められた(図21)。8月と9月に採集した個体由来の葉片を用いた場合、葉元から10cmの位置から採取した葉片を除いて、2週目までにほとんどの葉片に子嚢斑が形成された。

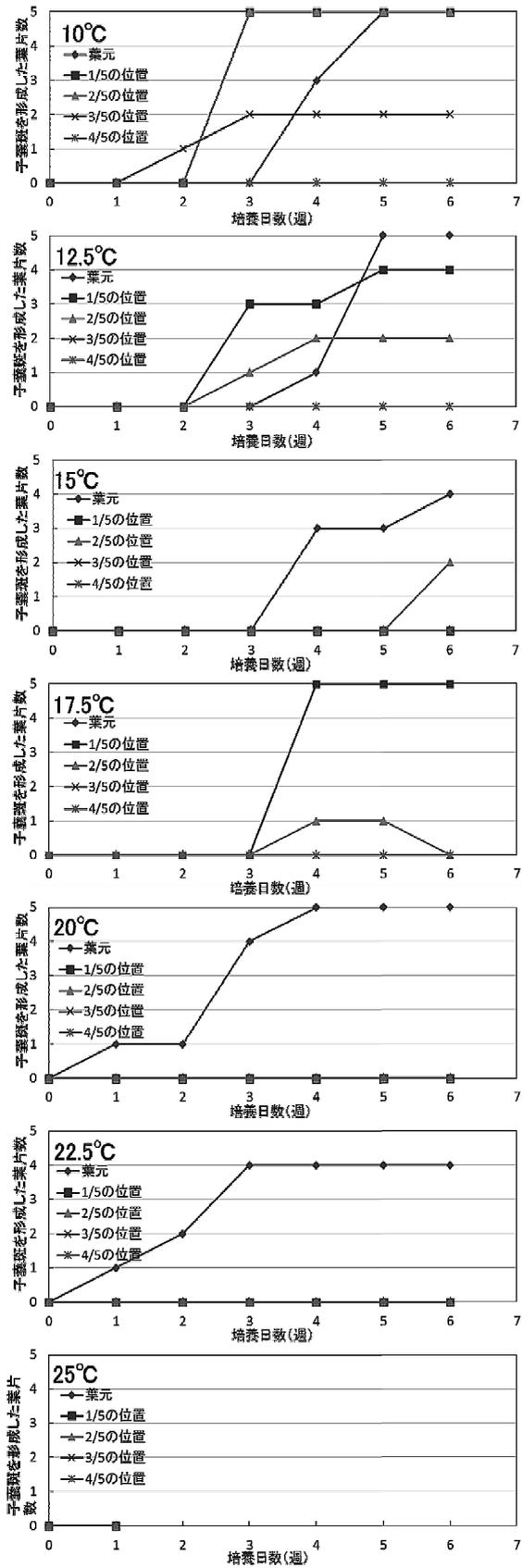


図 14 異なる位置から切り抜いた葉片の子嚢斑形成状況と水温別の比較.

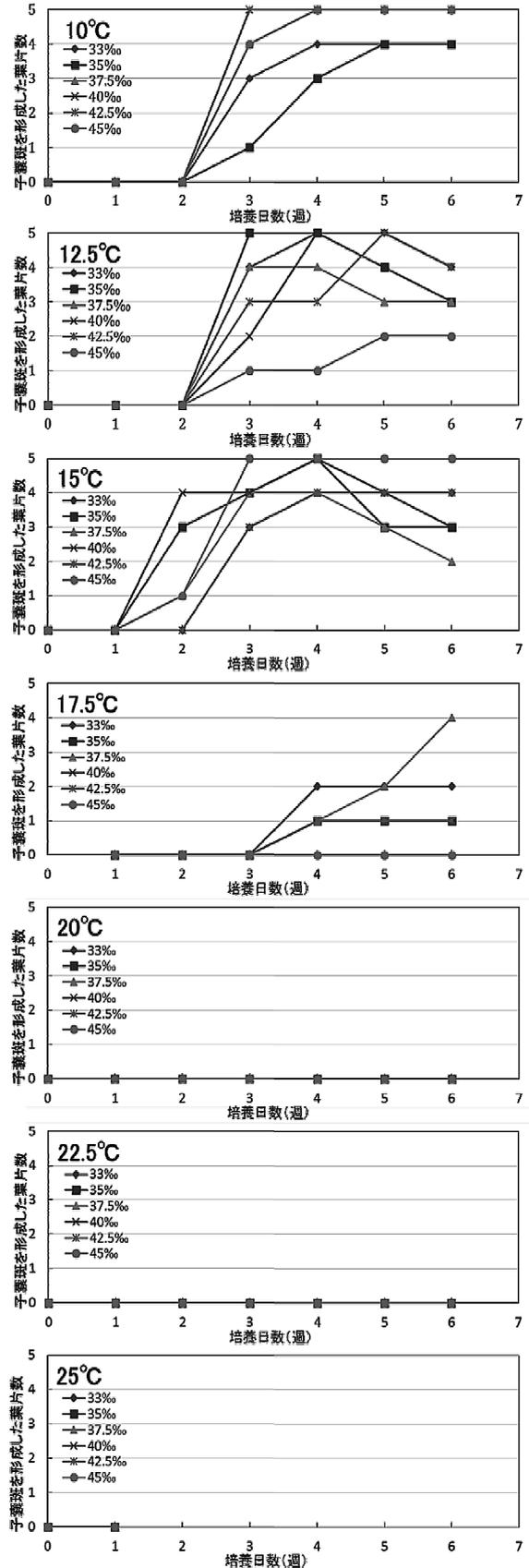


図 15 コンブ葉片の子嚢斑形成に及ぼす水温と塩分の影響.

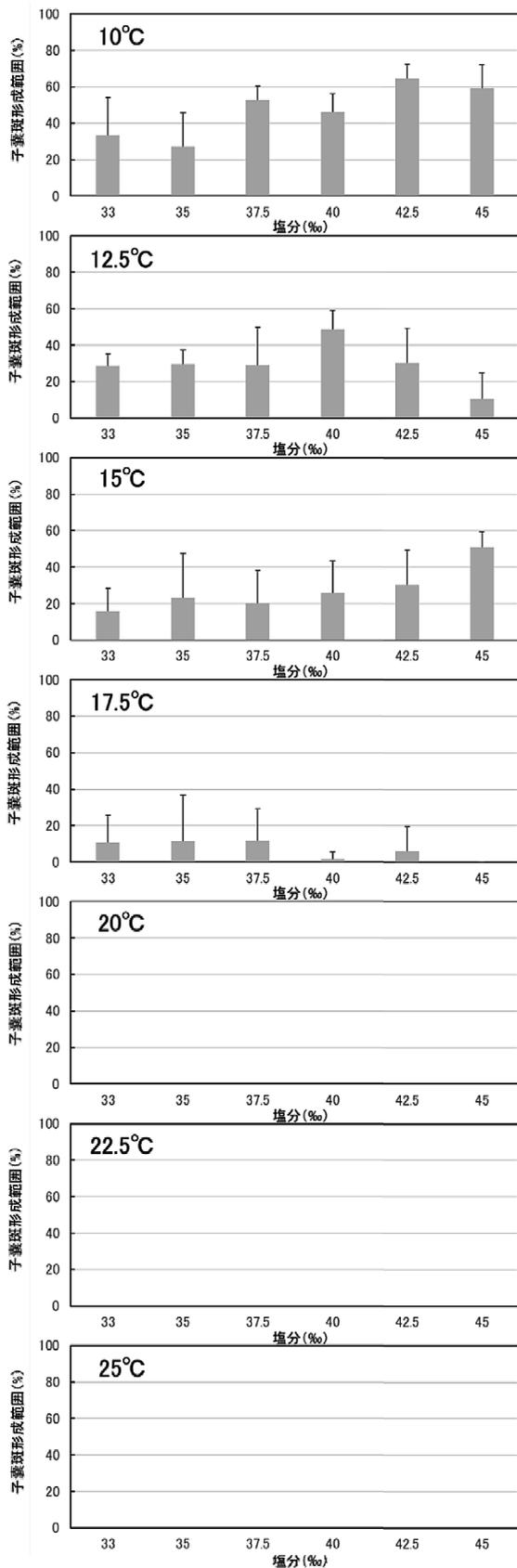


図 16 葉片表面の子嚢斑形成範囲. エラーバーは標準偏差を示している.

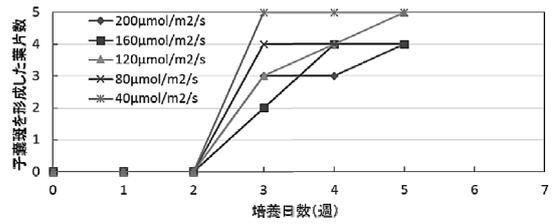


図 17 コンブ葉片の子嚢斑形成に及ぼす光量子量の影響.

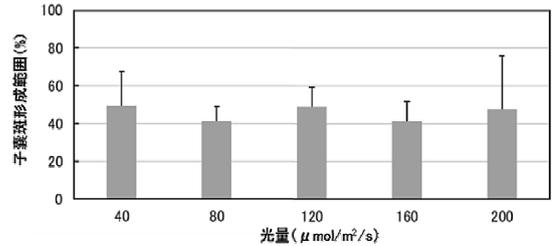


図 18 葉片表面の子嚢斑形成範囲. エラーバーは標準偏差を示している.

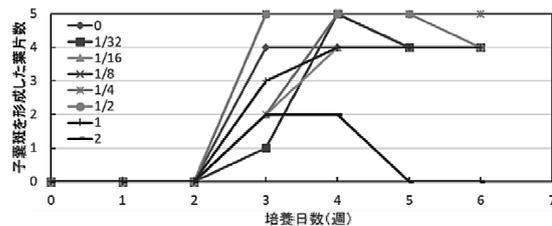


図 19 コンブ葉片の子嚢斑形成に及ぼす栄養塩濃度の影響.

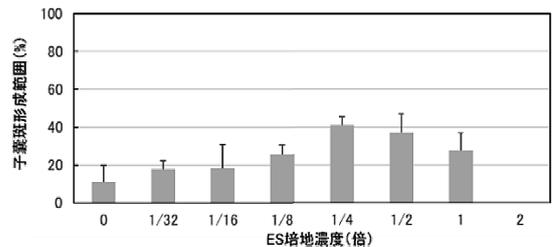


図 20 葉片表面の子嚢斑形成範囲. エラーバーは標準偏差を示している.

胞子体を採集した時期と、子嚢斑形成までの期間を比較すると、7月より8月、9月に採集した胞子体由来の葉片の方が早く子嚢斑が形成される傾向が見られた(図22)。特に、葉元に近い位置から切り取った葉片ほどその傾向が強かった。

イ コンブ種苗保存、増殖技術の開発

(ア) 配偶体の成熟に及ぼす水温と光量子量の影響

水温20~25°Cでは胞子体への移行はほとんど見られ

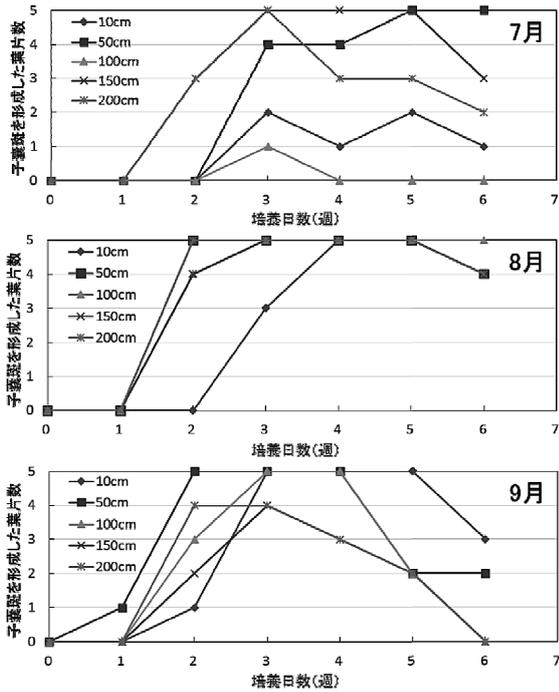


図 21 異なる時期に採集したコンブ葉片の成熟誘導試験.

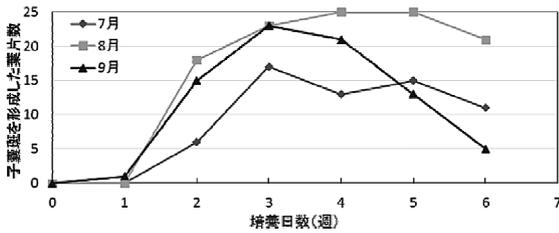


図 22 異なる時期に採集したコンブ葉片の成熟誘導試験.

なかった(図23)。これらの水温では、配偶体の生長は見られたものの、細胞が肥大するなどの異常が見られた。5~15℃では、光量子量 $3 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 除いて、全ての条件で胞子体世代への移行が観察された。光量子量は多いほど、胞子体世代へ移行しやすい傾向が見られた。

(イ) 配偶体の成熟に及ぼす栄養塩濃度の影響

1/2NT-ES培地と1/20NT-ES培地では、ほとんどの雌性配偶体で胞子体世代への移行が見られた(図24)。一方、1/200NT-ES培地と1/2000NT-ES培地では、胞子体世代への移行が見られた雌性配偶体は10%程度に留まった。しかし、残存した配偶体の一部は退色が見られ、枯死していた。

ウ 健苗育成技術開発

(ア) ES培地作製時の懸濁問題

函館水産試験場のマニュアルに従って作製した培養液では、作製過程に懸濁は発生しなかった。一方、種苗センターのマニュアルに従って作製した場合、PII溶液の調整過程でわずかに懸濁が見られた。ただし、この懸濁はすべての試薬を混合した時点ですべて溶解した。2通りの手法で調整したES培地を用いて胞子体を培養した結果、葉長、葉幅、葉面積、茎長に大きな差異は見られなかった(図25-28, 表1-2)。

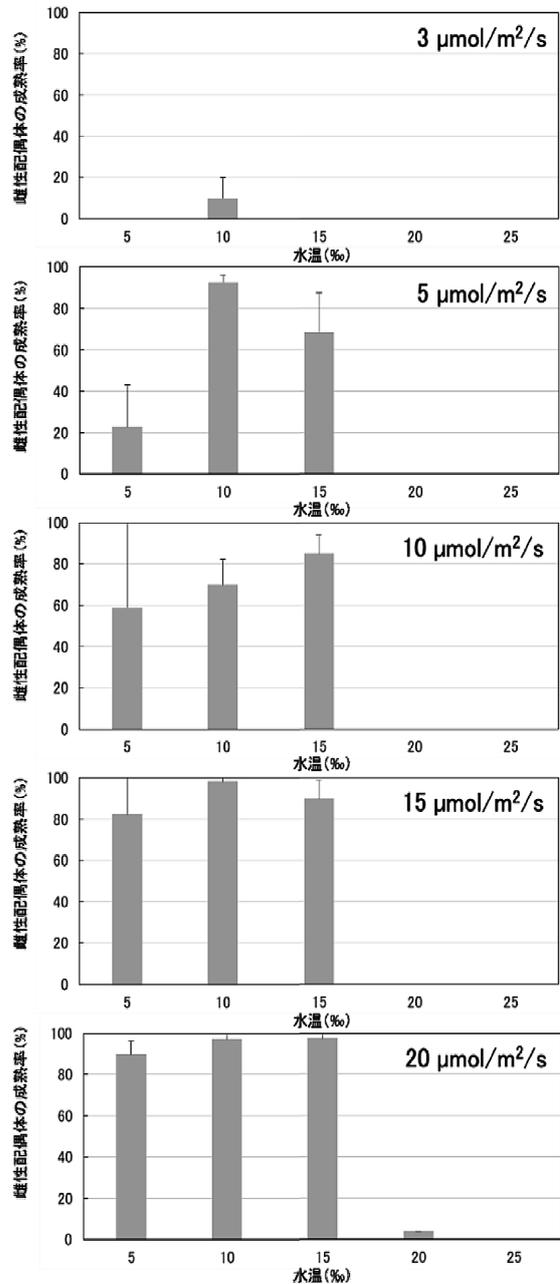


図 23 配偶体の成熟に及ぼす水温と光量子量の影響。エラーバーは標準偏差を示している。

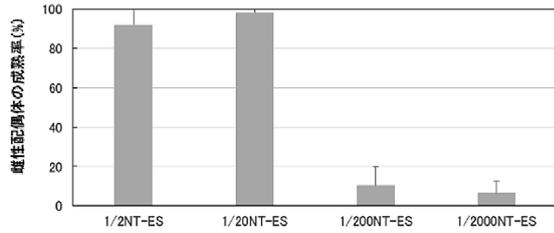


図 24 マコンブ配偶体の成熟に及ぼす栄養塩濃度の影響. エラーバーは標準偏差を示している.

PII溶液の調整過程で生じた沈殿は、pHを調整することで溶解させることができた。試薬類を混合する手順のわずかな違いによって一時的にpHが大きく変動し、その際に不溶性の塩が生じるものと推察された。生産現場から培養液の作製手順を変えることで、培養効率が変化する可能性があるという意見を受け、2通りの手法で作製した培養液を用いて種苗の生長量を比較したが、両者に大きな差異は見られなかった。従って、今後は従来の手順の一部を変更して培養液を作製することが求められる。

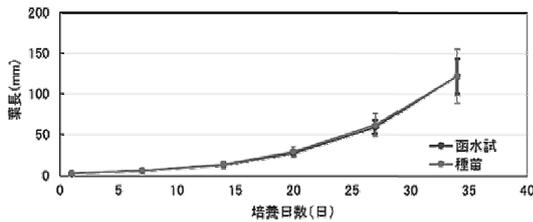


図 25 異なる手順で調整した ES 培地を用いて培養したマコンブ胞子体の葉長の比較.

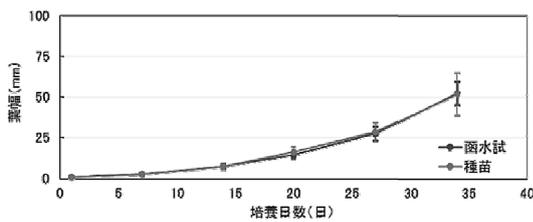


図 26 異なる手順で調整した ES 培地を用いて培養したマコンブ胞子体の葉幅の比較.

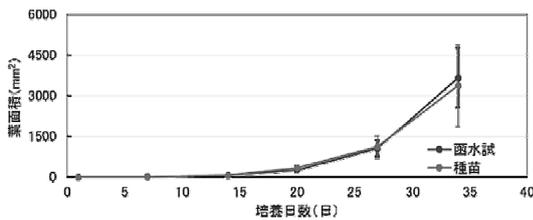


図 27 異なる手順で調整した ES 培地を用いて培養したマコンブ胞子体の葉面積の比較.

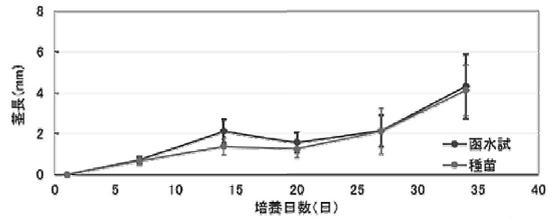


図 28 異なる手順で調整した ES 培地を用いて培養したマコンブ胞子体の莖長の比較.

表 1 函館水産試験場のマニュアルに従って作製した ES 培地中で培養した幼胞子体の生長量.

	葉長(mm)	葉幅(mm)	莖長(mm)	葉体面積(葉±莖)(mm ²)
2015/6/9	2.40(±0.4)	0.86(±0.15)	-	1.28(±0.37)
2015/6/15	5.77(±0.84)	2.41(±0.3)	0.71(±0.15)	11.46(±2.79)
2015/6/22	12.94(±2.1)	7.20(±1.28)	2.12(±0.58)	59.53(±17.68)
2015/6/29	27.18(±3.02)	14.48(±2.20)	1.57(±0.48)	256.47(±68.99)
2015/7/6	59.32(±8.12)	27.54(±4.30)	2.13(±0.77)	1051.40(±288.36)
2015/7/13	121.8(±21.4)	52.4(±7.20)	4.31(±1.57)	3660.36(±1106.16)

表 2 種苗センターのマニュアルに従って作製した ES 培地中で培養した幼胞子体の生長量.

	葉長(mm)	葉幅(mm)	莖長(mm)	葉体面積(葉±莖)(mm ²)
2015/6/9	2.56(±0.62)	0.85(±0.23)	-	1.84(±0.69)
2015/6/15	5.95(±1.33)	2.64(±0.31)	0.67(±0.21)	13.17(±4.49)
2015/6/22	13.37(±2.96)	7.54(±1.69)	1.39(±0.42)	63.00(±24.75)
2015/6/29	29.35(±5.42)	16.23(±3.45)	1.27(±0.44)	333.31(±100.46)
2015/7/6	61.92(±13.80)	28.5(±6.85)	2.13(±1.11)	1109.24(±415.97)
2015/7/13	122.42(±33.7)	51.95(±13.08)	4.12(±1.25)	3367.86(±1497.16)

(イ) 種苗の緑変問題

a 緑変種苗の観察

種苗の観察の結果、種苗センターAの健全種苗は退色が見られず、藻体表面に藍藻類の付着も見られなかった(図29)。培養液中には、珪藻類、鞭毛虫類が多く、繊毛虫類も観察された。一方、緑変種苗は葉状部が部分的に退色し、藻体表面に藍藻類が付着していた。培養液中には、特に鞭毛類が多く、繊毛虫類はほとんど見られなかった。種苗センターBの緑変種苗は葉状部全体が退色し、枯死部も見られた。また、藻体表面に珪藻類や藍藻類が付着していた。培養液中には、珪藻類や繊毛虫類が多数みられ、鞭毛虫類も観察された。

b 緑変発生後の経過観察

培養開始1週目に種苗センターAの健全種苗では、枯死に伴う種苗密度の低下は見られなかった(150個体/cm)。葉状部先端にわずかに退色が見られたものの、種苗の生長は著しく、生育状況は良好であった(図30)。また、藻体表面に藍藻類の付着は見られなかった。培養液中には、珪藻類や繊毛虫類などの繊毛虫類が多く、鞭毛虫類も見られた。種苗センターAの緑変種苗は、枯死に伴う種苗密度の低下は見られなかったが(195個体/cm)、大型の個体の葉状部の退色が顕著であった。種苗の生長は認められず、生育状況は悪化した。藻体表面に藍藻類が多数付着していた。培養液

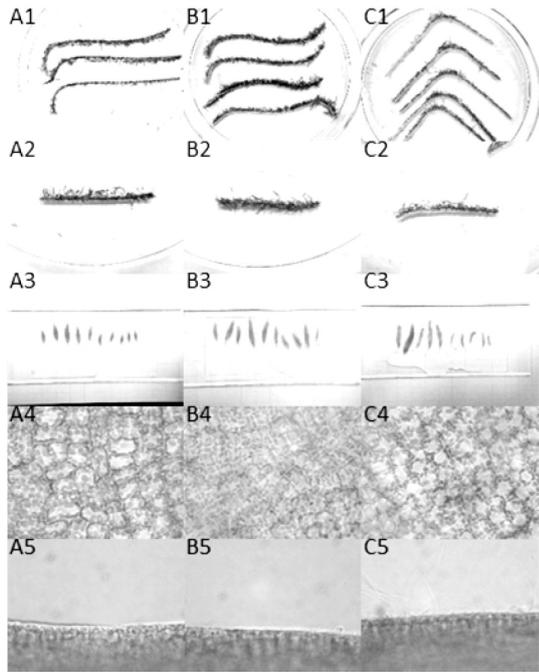


図 29 種苗センターAで採取された健全種苗 (A) と緑変種苗 (B) および種苗センターBで採取された緑変種苗 (C) . A 1, B 1, C 1:採取された種苗糸, A 2, B 2, C 2:種苗糸の拡大, A 3, B 3, C 3:種苗の拡大, A 4, B 4, C 4:葉状部細胞, A 5, B 5, C 5:葉状部縁辺部.

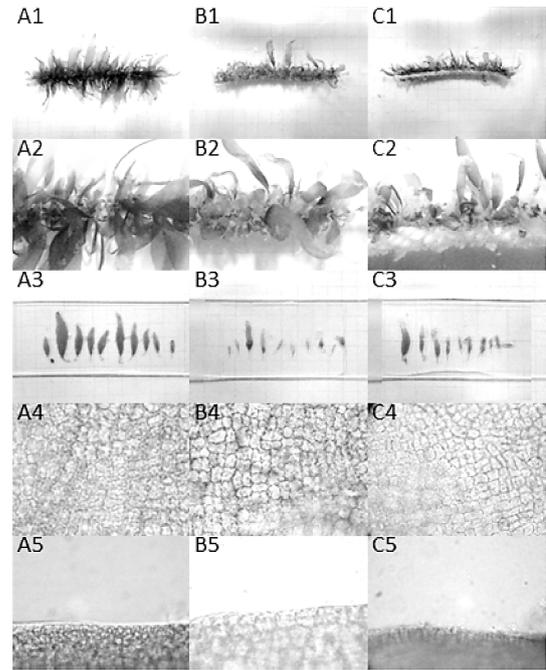


図 30 種苗センターAで採取された健全種苗 (A) と緑変種苗 (B) および種苗センターBで採取された緑変種苗 (C) の培養2週目の様子. A 1, B 1, C 1:採取された種苗糸, A 2, B 2, C 2:種苗糸の拡大, A 3, B 3, C 3:種苗の拡大, A 4, B 4, C 4:葉状部細胞, A 5, B 5, C 5:葉状部縁辺部.

中には、複数種の鞭毛虫類やアメーバ類が多く見られた。珪藻類は少なく、絨毛虫類はほとんど見られなかった。種苗センターBの緑変種苗は、葉状部の先端の退色あるいは枯死が見られたが、葉状部の葉元から中央部にかけて色調の改善が認められた。種苗の密度の低下は見られなかったが (176個体/cm)、藻体表面に珪藻や藍藻の付着が見られた。培養液中には、鞭毛虫類や珪藻類が多く、ゾウリムシに類似した特徴を持つ絨毛虫類もわずかに見られた。

培養2週目、種苗センターAの健全種苗では密度の低下 (188個体/cm) や枯死は見られなかった (図31)。種苗の生育状況に変化はなく、生長も認められた。種苗糸表面には白色の粒子状の付着物が見られ、一部の種苗には藍藻類や糸状の微細な褐藻類の着生が観察された。培養液中には、珪藻類が多く、ミズヒラタムシ類やゾウリムシ類などの絨毛虫類や鞭毛虫類、アメーバ類が見られた。種苗センターAの緑変種苗では、種苗の密度低下は見られなかった (209個体/cm)。葉状部の中央部から先端にかけて退色が見られたが、葉元付近では色調の改善が見られ、生長も認められたことから、生育状況の改善が認められた。藻体葉状部には、部分的に藍藻類が付着していた。培養液中には、鞭毛

虫類やアメーバ類が多く、他に珪藻類も見られた。種苗センターBの緑変種苗は、葉状部の退色はほとんど見られなくなり、著しい生長が認められた。種苗密度に大きな変化は見られなかった (151個体/cm)。種苗の付着器付近にはフロックの付着が見られたが、種苗表面に藍藻類の付着は見られなかった。培養液中には、珪藻類、鞭毛虫類の他、多数のアメーバ類が見られた。培養3週目には、種苗センターAの健全種苗の密度が低下したものの (122個体/cm)、著しい生長が認められた (図32)。藍藻類が着生した種苗数が増加し、培養液中には、珪藻類、鞭毛虫類の他、多数のミズヒラタムシ類やゾウリムシ類など絨毛虫類が見られた。また、アメーバ類の増加が認められた。種苗センターAの緑変種苗には、葉状部の中央から先端にかけて退色が見られたものの、葉元から中央にかけては色調に改善が見られた。種苗密度に大きな変化は無かった (185個体/cm)。葉状部に藍藻類の着生が見られ、培養液中には、鞭毛虫類、アメーバ類の他、珪藻類が多く見られた。また、ゾウリムシに類似した絨毛虫類が、わずかに観察された。種苗センターBの緑変種苗は、葉状部の退色はほとんど見られず、緑変の痕跡も見られなくなった。また、種苗は著しく生長し、生育状況

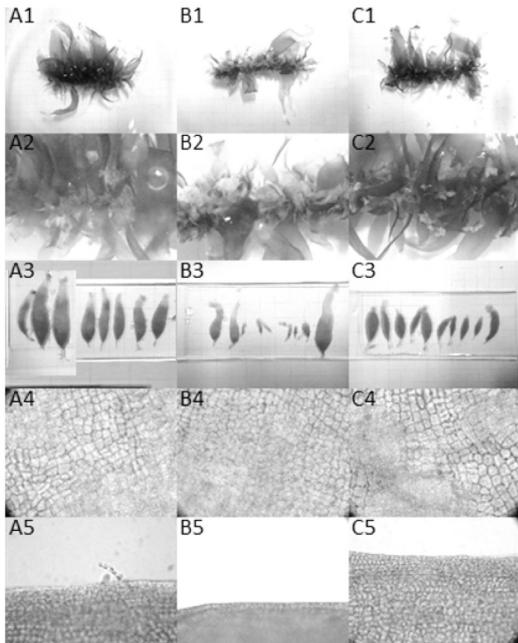


図 31 種苗センターAで採取された健全種苗(A)と緑変種苗(B)および種苗センターBで採取された緑変種苗(C)の培養2週目の様子。A1, B1, C1:採取された種苗系, A2, B2, C2:種苗系の拡大, A3, B3, C3:種苗の拡大, A4, B4, C4:葉状部細胞, A5, B5, C5:葉状部縁辺部。

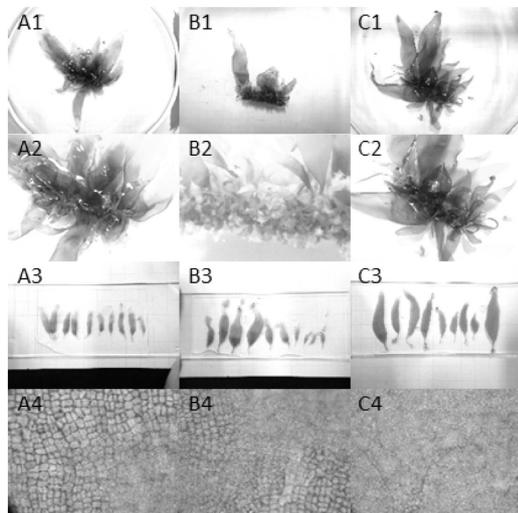


図 32 種苗センターAで採取された健全種苗(A)と緑変種苗(B)および種苗センターBで採取された緑変種苗(C)の培養3週目の様子。A1, B1, C1:採取された種苗系, A2, B2, C2:種苗系の拡大, A3, B3, C3:種苗の拡大, A4, B4, C4:葉状部細胞。

の改善が認められたが、種苗密度はわずかに低下した(131個体/cm)。種苗表面に藍藻の付着はほとんど見られなかった。培養液中には、珪藻類、アメーバ類、繊毛虫類が多数見られた。

3週間の培養を経て、緑変種苗の生育状況に改善が見られた。特に、種苗センターBで採取された緑変種

苗は葉状部の退色が解消され、種苗センターAで採取された健全種苗と同等かそれ以上の生長が認められた。種苗センターAで採取された緑変種苗の状態も改善したが、いずれの種苗にも藍藻類が付着した。健全種苗と緑変種苗の表面に付着する微生物の数には違いが見られた(表3, 図33)。

表 3 種苗系表面の付着物中に観察された微生物類の数。

観察日	分類	健全種苗(種苗センター①)	緑変種苗(種苗センター①)	緑変種苗(種苗センター②)
培養開始時	珪藻類	104	23	28
	繊毛虫類	4	0	3
	アメーバ類	21	102	76
培養2週目	珪藻類	0	0	0
	繊毛虫類	46	245	78
	アメーバ類	19	2	21
		15	10	11
		33	9	53

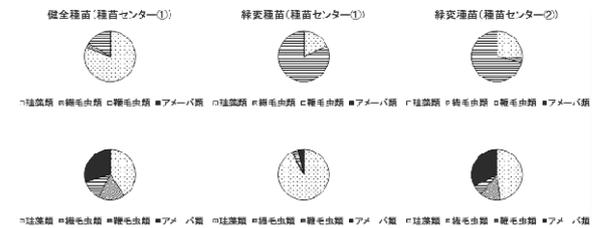


図 33 種苗系表面の付着物中に観察された微生物類の割合。

c. 培養液中のアンモニア濃度と緑変の関係

(a) 種苗の生育に及ぼすアンモニア濃度の影響①

アンモニア濃度は、培養1週間でわずかに増加が見られたが、大きく変化しなかった(表4)。硫酸アンモニウム無添加区では、枯死は見られなかった(図34)。0.08g添加した試験区では、先端部にわずかに退色した個体が見られたが、ほとんどの個体では変色や枯死は認められなかった。0.17gを添加した試験区では、葉状部の先端が緑色に変化し、枯死した。0.33g, 0.67gを添加した試験区では、葉状部の葉元付近を除き、緑色に変化し枯死した。1.3g, 2.6gを添加した試験区では、藻体全体が緑色になり、枯死した。添加量が0.17gを上回ると生長量が顕著に低下し、添加量が0.33~0.67gを上回ると速やかに枯死した(図35)。

表 4 培養に伴う ES 培地中のアンモニア濃度の変化。

硫酸アンモニウム添加量(g)	培養液中のアンモニア濃度(mg/L)	
	培養開始時	培養1週目
0	0.013	0.015
0.08	0.021	0.025
0.17	0.047	0.054
0.33	0.083	0.089
0.67	0.090	0.088
1.32	0.162	0.158
2.64	0.336	0.325

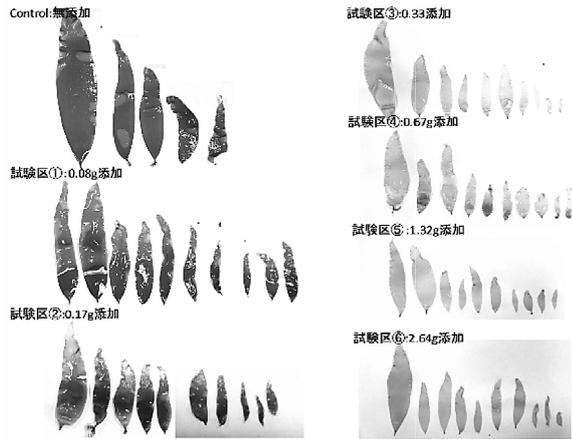


図 34 マコンプ胞子体の生長に及ぼすアンモニア濃度の影響。

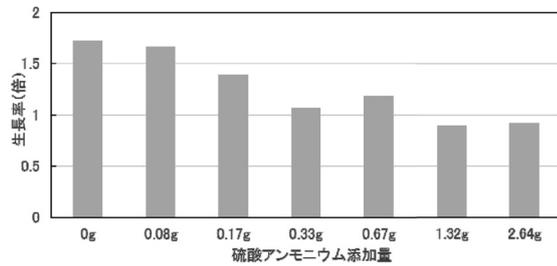


図 35 マコンプ胞子体の生長に及ぼすアンモニア濃度の影響。

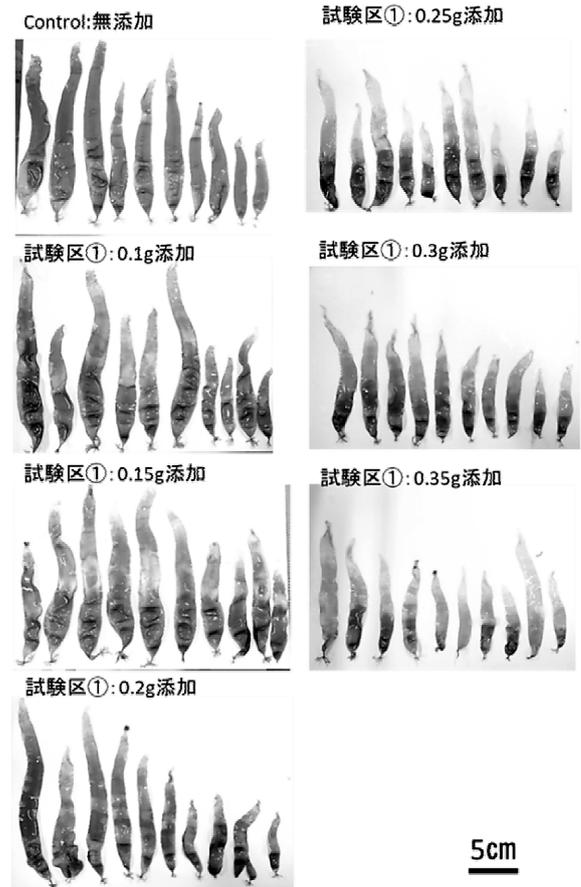


図 37 硫酸アンモニウムを添加した培地中で2週間培養したマコンプ胞子体。

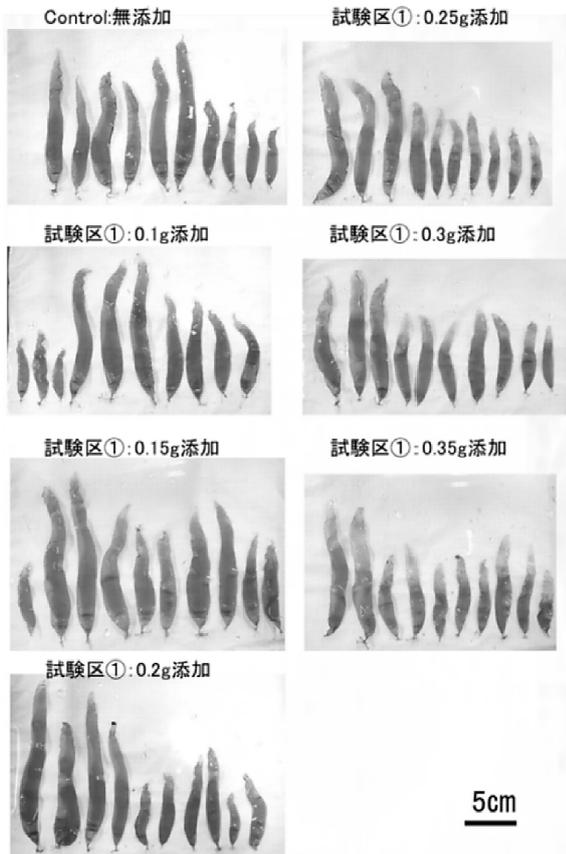


図 36 硫酸アンモニウムを添加した培地中で1週間培養したマコンプ胞子体。

(b) 種苗の生育に及ぼすアンモニア濃度の影響②

培養1週目、硫酸アンモニウム添加量0～0.1gでは、葉状部の退色や枯死は見られなかったが、添加量が0.15g以上の試験区では、先端部付近の退色が見られ、添加量が多いほど枯死部が大きくなる傾向が見られた(図36)。培養2週目に、対照区では葉状部の退色や枯死は見られなかったが、硫酸アンモニウムを0.1g以上添加した試験区では葉状部に枯死が見られた(図37)。

培養液中のアンモニア濃度を増加させると、生長が抑制され、1～2週間で退色や枯死が見られた。緑変種苗の培養水槽内では微生物が多く見られたことから、これらの増殖に伴って培養液中のアンモニア濃度が増加し、種苗を枯死させている可能性が推察された。今後、培養液中の微生物を定量し、微生物量とアンモニア濃度の関係を明らかにする必要があると考えられる。

エ 芽落ち被害の実態解明と発生要因の特定

(ア) 養殖コンブの生育状況調査

種苗の沖出し直前の2016年10月15日に観察した種苗は166個体/cmであった。

日浦町の本養成網では、養成23日目(11月10日)で生残率30%(48個体/cm)となり、41日目(11月28日)まで生残率20%(30個体/cm)が維持されていた。12月に再び密度の低下が見られ、観察を終了した98日目(1月24日)には生残率4%(6個体/cm)となった(図38)。

女那川町の本養成網では、養成14日目(11月1日)で生残率49%(81個体/cm)となり、27日目(11月14日)まで生残率24%(40個体/cm)が維持されていた(図39)。12月に再び密度の低下が見られ、98日目(1月24日)には生残率3%(5個体/cm)となった。予備網(二段)では、養成14日目(11月1日)で生残率32%(53個体/cm)となり、27日目(11月14日)まで生残率21%(36個体/cm)が維持されていた。12月に再び密度の低下が見られ、98日目(1月24日)には生残率3%(5個体/cm)となった。予備網(垂下)では、養成14日目(11月1日)で生残率23%(39個体/cm)となり、27日目(11月14日)まで生残率27%(45個体/cm)が維持されていた(図3)。12月に再び密度の低下が見られ、98日目(1月24日)には生残率2%(4個体/cm)となった。

古武井町の予備網(二段)では、養成14日目(11月1日)で生残率28%(47個体/cm)となり、27日目(11月14日)まで生残率27%(45個体/cm)が維持されていた(図40)。12月に再び密度の低下が見られ、98日目(1月24日)には生残率2%(3個体/cm)となった。また、予備網(垂下)では、養成14日目(11月1日)で生残率26%(44個体/cm)となり、27日目(11月14日)まで生残率21%(34個体/cm)が維持されていた。12月に再び密度の低下が見られ、98日目(1月24日)には生残率4%(7個体/cm)となった。

2016年11月28日~2017年1月10日に採取したコンブ葉体には、葉状部の下方(葉元に近い部分)にヨコエビ類による摂食痕と考えられる傷が見られた。1月10日の調査時には、当該海域でコンブを摂食するヨコエビ類が観察された。本養成工程初期にコンブ葉体上部(先端付近)に、多数のスイクダムシ類(絨毛虫類)、イトグサ類(紅藻類)の付着が見られた(図41)。

(イ) コンブ養殖漁場の海洋環境調査

日浦町沖の2016年11月上旬の平均水温は12.8℃, 11月下旬は12.0℃, 12月上旬は11.0℃, 11月下旬は10.2℃であった(図4, 42)。女那川町沖と古武井町沖の11月上旬の平均水温は12.5℃, 11月下旬は11.6℃, 12月

月上旬は10.9℃, 11月下旬は10.3℃であった。観測期間中、塩分の著しい低下は見られなかった。

古武井町沖の養殖施設付近(St1)と女那川町沖の養殖施設付近(St4)ではわずかに水温、塩分の差が生じていた(図4, 43)。2016年11月22日では古武井町沖に比べ、女那川町沖の方水温が低かったが、2017年1月24日では古武井町沖の方が約1℃低かった。

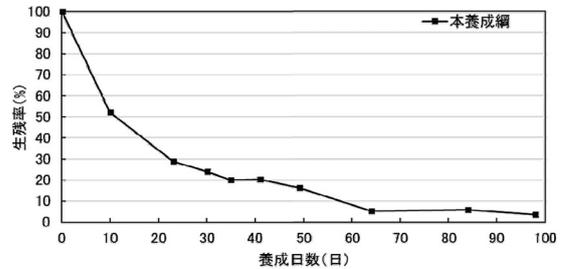


図38 2016年11月~2017年1月にかけての日浦町沖で養殖された種苗の生残率の推移。

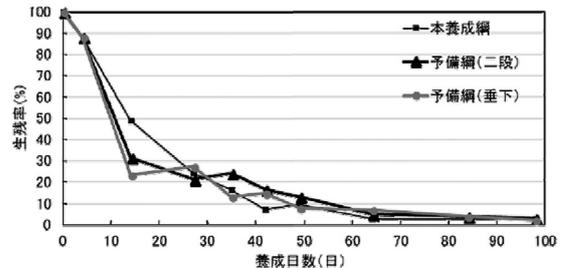


図39 2016年11月~2017年1月にかけての女那川町沖で養殖された種苗の生残率の推移。

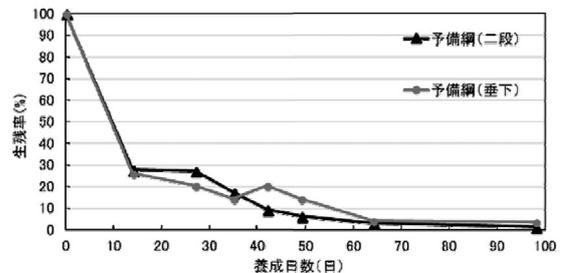


図40 2016年11月~2017年1月にかけての古武井町沖で養殖された種苗の生残率の推移。

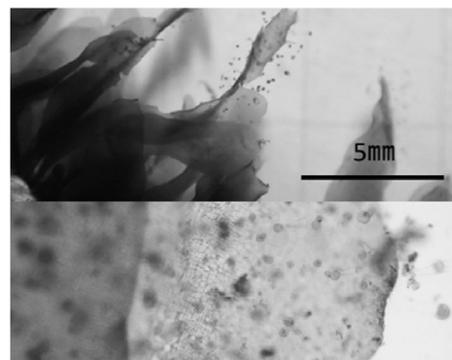


図41 種苗葉状部に付着する多数のスイクダムシ類。



図 42 2016年11月～2017年1月にかけての女那川町沖の水温の推移.

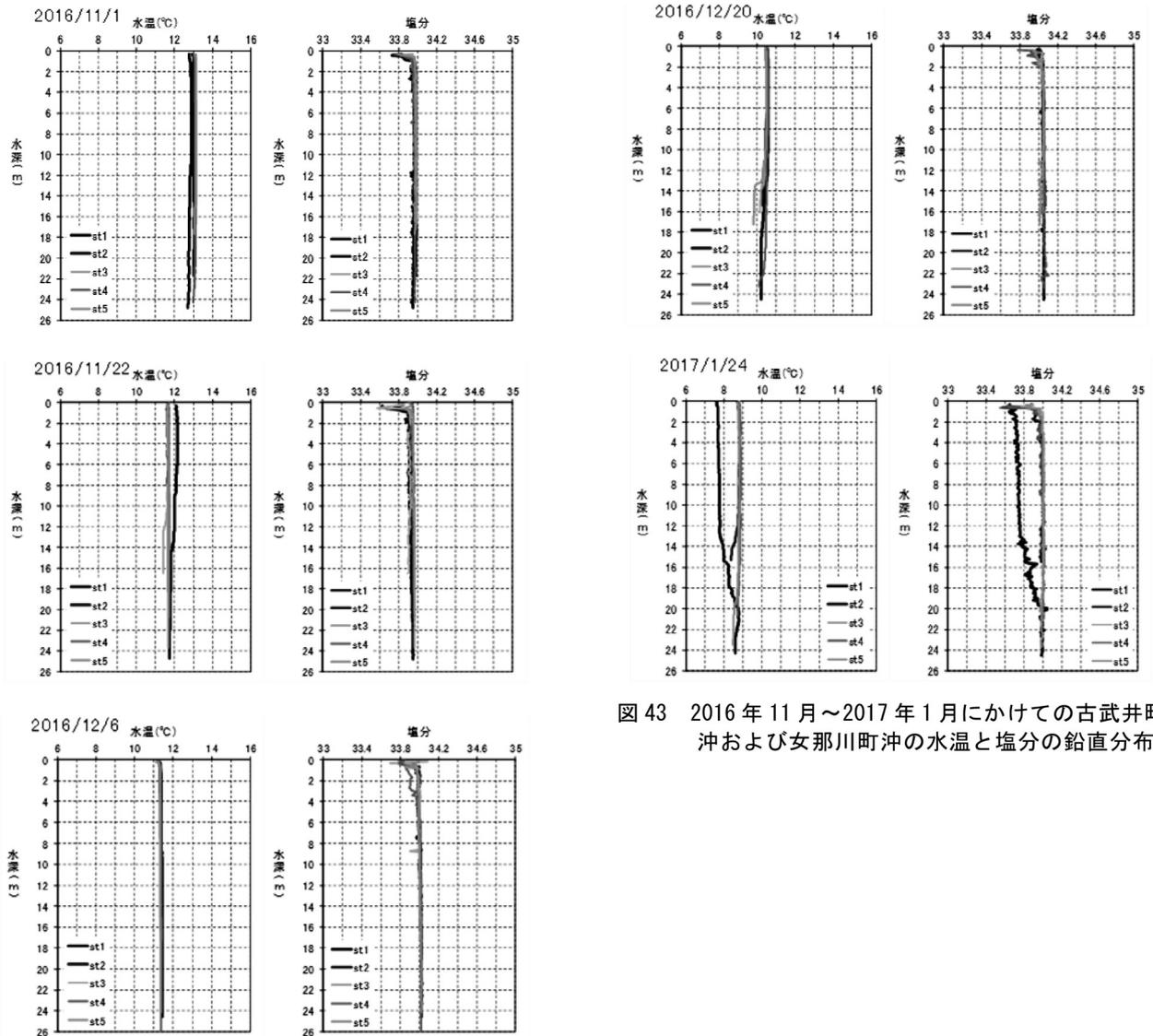


図 43 2016年11月～2017年1月にかけての古武井町沖および女那川町沖の水温と塩分の鉛直分布.

Ⅱ そ の 他

1. 技術の普及指導

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	4月	メール	北海道	1	放流種苗の成長（遺伝マーカーから）	酒井
技術相談	4月	メール	研究機関	1	系統群解析用異体類入手	酒井
技術相談	4月	電話・ 来場	漁業関係者	2	ナマコ種苗放流器の貸与	酒井
技術相談	4月	メール	研究機関	1	系統群分析用のアゴハゼの入手	酒井
技術相談 (マスコミ)	4月	電話	マスコミ関係	1	2015年度の道南太平洋海域のスケトウダラ漁況について	武藤
技術相談	4月	電話	各種団体	1	採苗後1～2週間で稚仔の大量斃死	酒井
技術相談	4月	電話	研究機関	1	放流用種苗生産能力について	酒井
技術相談 (マスコミ)	4月	電話	マスコミ関係	1	ヨーロッパザラボヤの基本的な情報について	金森
技術指導	4月	函館市	漁業関係者	5	養殖わかめ寄生虫被害について	前田
技術指導 (講師派遣)	4月	函館市	漁業関係者	35	コンブの生態的な知見と種苗生産について	前田
技術相談	4月	メール	各種団体	1	論文の提供希望	金森
技術相談	4月	電話	一般市民	1	ホタテガイのパーキンサス・クグワディ感染症について教えてもらいたい	金森
技術指導 (講師派遣)	4月	函館市	漁業関係者	41	コンブに付着するものについて	前田
技術相談	4月	電話・ メール	研究機関	1	ヨーロッパザラボヤ浮遊幼生と稚ボヤの形態について	金森
技術相談 (マスコミ)	4月	メール	マスコミ関係	1	ヨーロッパザラボヤとされるホヤの画像による確認	金森
技術相談 (マスコミ)	4月	電話	マスコミ関係	1	2015年度の渡島沿岸域のスケトウダラ漁獲状況について	武藤
技術相談	4月	電話	各種団体	1	育成中のナマコ全滅・対策を教えて欲しい	酒井
技術相談	4月	電話	研究機関	1	FAO統計について、数値の算出方法	酒井
技術相談	4月	電話	研究機関	1	ナマコ餌料について	酒井
技術相談 (企業)	4月	来場	民間企業	2	マナマコ着底稚仔放流効果等について	三橋・酒井
技術相談 (マスコミ)	4月	電話	マスコミ関係	1	2015年度の渡島沿岸域のスケトウダラ漁獲状況について	武藤
技術指導	4月	場内	研究機関		Heterosigma akashiwoの集団遺伝学解析に供する試料の採取（採泥）（H28. 4. 1依頼、H28. 4. 26採取・送付）	金森
技術指導	4月	場内	北海道		砂原沖の高濁度海水の検鏡依頼（H28. 4. 26依頼、検鏡、報告）	西田、吉田、 金森
技術相談	5月	来場	漁業関係者	1	ナマコの種苗放流効果調査方法と先進地について	酒井
技術相談	5月	メール	地方自治体	1	ナマコ幼生育成時のスクーチカ対策について	酒井
技術指導 (講師派遣)	5月	函館市	漁業関係者	15	2年養殖コンブ種苗生産における葉体緑変問題調査報告	前田
技術相談	5月	電話	北海道	1	木古内・釜谷漁港内でのキタムラサキウニの養殖について	酒井
技術指導	5月	函館市	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	研究機関	1	ナマコの養殖について	酒井

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	5月	電話	北海道	1	浦河のナマコ、えりものウニの種苗生産技術指導願 い	酒井
技術相談	5月	メール	研究機関	1	福島で実施予定調査に関連する検討願 い	酒井
技術相談	6月	電話	各種団体	1	70日令のナマコ斃死	酒井
技術相談	6月	メール	研究機関	1	ナマコ種苗生産技術指導・研修願 い	酒井
技術指導	6月	場内	北海道	2	Ch1-a測定指導	金森
技術相談	6月	電話	漁業関係者	1	エゾバフンウニの殻径と重量の関係について	酒井
技術指導 (講師派遣)	6月	函館市	各種団体	19	外来種ヨーロッパザラボヤのHH27の発生状況につ いて	金森
技術指導 (講師派遣)	6月	場内	北海道	12	外来種ヨーロッパザラボヤの生活史、ホタテガイへ の影響について	金森
技術相談 (企業)	6月	余市町	民間企業	2	中央水試加工部にてつきあいのある業者からの種苗 放流相談	酒井
技術相談	6月	メール	研究機関	1	ナマコ全国会議での講演依頼	酒井
技術相談	6月	メール	研究機関	1	ヨーロッパザラボヤ資料(6/8プレゼン)の提供依頼	金森
技術相談	6月	メール	研究機関	1	外注による親子鑑定で再度問題発生	酒井
技術相談	6月	電話	漁業関係者	1	水ガラス添加による珪藻培養	酒井
技術相談	6月	メール	北海道	1	浦河での採卵指導と日程の卵径に基づく決定につ いて	酒井
技術指導 (講師派遣)	6月	函館市	漁業関係者	30	天然コンブについて	前田
技術相談	6月	メール	研究機関	1	ホタテガイの細胞内細菌症について	金森
技術相談	6月	メール	国	1	ヨーロッパザラボヤ付着前と付着後のホタテガイ養 殖連の画像を提供いただきたい。	金森
技術相談	7月	メール	北海道	1	副知事レク用にヨーロッパザラボヤに関する資料を いただきたい。	金森
技術相談	7月	メール	研究機関	1	ホルモン分析用成熟ナマコの入手・発送	酒井
技術相談	7月	電話	研究機関	3	消化管共生菌分析用の天然ウニの入手	酒井
技術相談	7月	メール	研究機関	1	DNA分析用組織採取方法	酒井
技術相談	7月	メール	北海道	1	ホタテガイ貝柱の膿瘍に関する資料提供依頼	金森
技術指導	7月	場内	北海道		津軽海峡中の川産ホタテガイ稚貝の測定	金森
技術指導	7月	浦河町	漁業関係者	20	マナマコ着底稚仔生産技術指導	酒井
技術指導	7月	場内	北海道		上磯漁港周辺の呈色海水の検鏡依頼 (H28.7.13依 頼、検鏡、中央水試へ照会、H28.7.15指導所、水産 課、中央水試に速報))	吉田、金森
技術指導 (講師派遣)	7月	札幌市	漁業関係者	124	北海道ほたて漁業振興協会からの委託事業に係る研 究成果報告	吉田、金森
技術指導	7月	せたな町	各種団体	5	マナマコ種苗生産技術指導	酒井
技術相談	7月	メール	北海道		エゾアワビの寿命	酒井
技術相談 (企業)	7月	来場	民間企業		ナマコ水産学会春季大会の資料欲しい	酒井
技術指導	7月	場内・ 八雲町	地方自治体	1	北海道での種苗生産や放流効果調査技術の指導	酒井
技術指導	8月	せたな町	漁業関係者	2	マナマコ着底稚仔生産技術指導	酒井
技術相談	8月	電話	漁業関係者		ナマコ着底稚仔の採苗	酒井
技術相談	8月	電話	北海道		不明動物の写真からの査定	酒井
技術指導	8月	泊村	漁業関係者	3	スクーチカ対策指導	酒井

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術指導	8月	場内	北海道		浜益のホタテ養殖籠から採取されたヨーロッパザラボヤ類似標本の同定依頼(28.8.5標本受理、8.8メール回答)	金森
技術指導	8月	場内	北海道	2	Chl-a測定指導	金森
技術相談	8月	電話	国	1	ヨーロッパザラボヤの駆除適期について	金森
技術指導	9月	函館市	漁業関係者	5	養殖コンブ培養液作成手法の指導	前田
技術相談	9月	メール	北海道	1	ナマコの放流調査結果の照会	酒井
技術相談	9月	電話	北海道		キタイワズタ(海藻)	酒井
技術指導	9月	場内	北海道	2	Chl-a測定指導	金森
技術相談	9月	電話	一般市民	1	イワシの回遊と餌について	澤村
技術相談	9月	メール	北海道	1	キタムラサキウニの養殖について	酒井
技術相談	9月	電話	北海道		着底稚仔放流事例の照会	酒井
技術相談	9月	メール	北海道	1	ナマコ幼生の成長不調について	酒井
技術相談	9月	メール	研究機関		ナマコ養殖について問い合わせあった業者の紹介	酒井
技術相談	9月	メール	地方自治体	1	世界のウニ生産量について	酒井
技術相談	9月	メール	北海道	1	キタムラサキウニの給餌養殖について	酒井
技術相談	9月	メール	地方自治体	1	世界のウニ漁獲量について	酒井
技術相談	9月	メール	研究機関		ナマコ養殖について問い合わせあった業者の紹介	酒井
技術相談	9月	電話	国	1	ヨーロッパザラボヤ駆除期導入補助に関する要件について	金森
技術相談	9月	電話	北海道	1	スケトウダラ産卵群調査の結果について	武藤
技術相談 (マスコミ)	9月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラ産卵群調査の結果について	三橋・武藤
技術相談	9月	メール	地方自治体		ナマコの着底後の飼育について	酒井
技術相談 (マスコミ)	9月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラ産卵群調査の結果について	武藤
技術指導	9月	上ノ国町	地方自治体	25	函館湾におけるアサリ養殖試験	金森
技術指導 (講師派遣)	9月	函館市	研究機関	6	養殖コンブについて	前田
技術相談 (マスコミ)	10月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術指導	10月	函館市	漁業関係者	5	コンブの生態および養殖について	前田
技術相談 (マスコミ)	10月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術指導	10月	木古内町 知内町	地方自治体	5	養殖コンブ培養液作成手法の指導	前田
技術指導	10月	八雲町	漁業関係者	20	ナマコの栽培漁業について	酒井
技術相談	11月	電話	研究機関	1	道南太平洋海域のスケトウダラ漁獲物の年齢組成について	武藤
技術相談 (マスコミ)	11月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域のスケトウダラ漁況に関して	武藤
技術指導	11月	知内町	地方自治体	3	種苗密度低下についての問題対応	前田
技術相談	11月	現地	漁業関係者	1	たこ箱に穴を空ける生物について	武藤
技術指導	11月	場内	北海道	2	Chl-a測定指導	金森
技術指導	11月	函館市	地方自治体	2	赤潮プランクトン(Karenia mikimotoi)のモニタリング調査	吉田、金森

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	11月	メール	北海道	1	ナマコの陸上育成方法について	酒井
技術相談	11月	メール	研究機関	1	ナマコのm s DNAマーカーについて	酒井
技術指導 (講師派遣)	11月	乙部町	漁業関係者	30	調査船調査結果の報告	渡野邊
技術指導	11月	函館市	地方自治体	2	赤潮プランクトン (Karenia mikimotoi) のモニタリング調査	吉田、金森
技術相談	11月	電話	漁業関係者	1	ナマコの餌料について	酒井
技術相談	11月	メール	研究機関	1	北海道での異体類の入手手配依頼 (系統群分析用)	酒井
技術指導	11月	函館市	地方自治体	2	赤潮プランクトン (Karenia mikimotoi) のモニタリング調査	吉田、金森
技術相談	11月	電話	北海道	1	スケトウダラの資源状況について	武藤
技術相談	11月	メール	研究機関	1	学生試験用にウニの効率的な解剖手法に関する資料提供依頼	酒井
技術指導 (講師派遣)	11月	函館市	漁業関係者	20	ナマコの種苗生産と放流について	酒井
技術指導	11月	恵山町	漁業関係者	20	ナマコの生態と栽培漁業	酒井
技術指導	11月	函館市	地方自治体	2	赤潮プランクトン (Karenia mikimotoi) のモニタリング調査	吉田、金森
技術相談 (マスコミ)	12月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域スケトウダラニュースの内容について	武藤
技術指導	12月	函館市	地方自治体	2	赤潮プランクトン (Karenia mikimotoi) のモニタリング調査	吉田、金森
技術指導	12月	函館市	地方自治体	3	コンブ種苗の病害について	前田
技術相談 (マスコミ)	12月	来場	マスコミ関係	1	道南太平洋海域及び日本海檜山海域のスケトウダラの資源状況等について	武藤・渡野邊
技術相談	12月	メール	研究機関	1	北海道で調べたマナマコの塩基配列データの提供依頼	酒井
技術指導	12月	函館市	地方自治体	1	赤潮プランクトン (Karenia mikimotoi) のモニタリング調査	吉田
技術指導	12月	室蘭市	地方自治体	3	天然コンブの収穫時期等について	前田
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋でのスルメイカ漁獲量の減少について	澤村
技術指導	1月	電話	地方自治体	1	今年度の道南太平洋でのスルメイカ不漁の原因について	澤村
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	今年度の道南太平洋でのスルメイカ不漁の原因について	澤村
技術指導	1月	メール	北海道	1	ナマコ協議会でのナマコ課題シートについて	酒井
技術指導	1月	メール	地方自治体	1	エゾバフンウニの養殖について	酒井
技術相談 (マスコミ)	1月	電話	マスコミ関係	1	檜山における2016年のスルメイカ漁況について	澤村
技術指導	1月	メール	民間企業	1	スルメイカの適水温について	澤村
技術相談 (マスコミ)	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
技術指導	2月	メール	民間企業	1	先日のスルメイカの適水温についての質問での適水温は表面水温のことか。南下期の指標となる水温はあるか	澤村
技術相談 (マスコミ)	2月	電話	マスコミ関係	1	ヤリイカについて	澤村
技術相談 (マスコミ)	2月	電話	マスコミ関係	1	北海道でのスルメイカの不漁について	澤村

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談 (マスコミ)	2月	電話	マスコミ関係	1	太平洋でのスルメイカ不漁の原因について	澤村
技術指導	2月	来場	一般市民	1	海辺で見かけた見慣れない生物（携帯電話の画像）の同定依頼	三橋
技術相談 (マスコミ)	2月	電話	マスコミ関係	1	過去20年ほどの噴火湾トヤマエビ漁獲量の推移について	澤村
技術指導	2月	メール	チリ国	1	水産無脊椎動物育成技術普及指導への協力	酒井
技術指導	3月	電話	マスコミ関係	1	今年度のスケトウダラ漁況と今後の資源予測について	武藤
技術指導	3月	メール	北海道	1	北見枝幸地区でのナマコの養殖について	酒井
技術指導	3月	メール	北海道	1	マナマコの重量と産卵数の関係	酒井
技術指導	3月	函館市	地方自治体	1	小安地区の磯焼けの原因について	西田
技術指導	3月	電話	マスコミ関係	1	苫小牧沖の水温が高い要因について	西田
技術指導	3月	電話	マスコミ関係	1	道南太平洋海域のスケトウダラ漁獲量が今年度減少した原因について	武藤
技術指導	3月	電話	漁業関係者	1	親潮の噴火湾への流入状況について	西田

2. 試験研究成果普及・広報活動

区 分	開催地	開催日	人数	内 容	備考
戸井漁協養殖コンブ勉強会	函館市	平成28年4月12日	25	講演「コンブの生態学的な基礎知見と種苗生産関連の研究紹介」(前田)	戸井漁協
渡島南部漁業士会研修会	函館市	平成28年4月15日	38	講演「養殖コンブに付着する生物について」(前田)	渡島地区水産技術普及指導所
南かやべ緑変調査報告会	函館市	平成28年5月23日	13	「南かやべ地区で発生した葉体緑変問題について調査結果報告を行った。(前田)	渡島地区水産技術普及指導所
平成28年イカ資源評価と予測に関する講演会	函館市	平成28年5月30日	130	講演「2001年以降の北海道周辺へのスルメイカ来遊状況と2016年北上調査の結果」(澤村)	函館市主催、函館水試共催
鹿部地区天然コンブ勉強会	函館市	平成28年6月24日	15	コンブの生態的知見や増殖方法などについて報告し、意見交換を行った。	鹿部漁協
噴火湾ホタテ生産振興協議会	八雲町	平成28年7月6日	38	講演「噴火湾底質調査結果報告」(西田)	噴火湾ホタテ生産振興協会
平成28年度ほたて情報交換会	札幌市	平成28年7月14日	124	受託研究に係る途中経過及び結果を報告した。	北海道ホタテ漁業振興協会
平成28年度水産研究本部成果発表会	札幌市	平成28年8月9日	250	講演「道南海域におけるスケトウダラ資源について」(渡野邊)	水産研究本部
函館オーシャンナイト	函館市	平成28年8月24日	35	講演「コンブのはなし」(前田)	サイエンスサポート函館主催
胆振・渡島すけとうだら刺網漁業協議会通常総会	函館市	平成28年9月21日	139	講演「平成28年度道南太平洋海域のスケトウダラ資源状態と漁況予測について」(武藤)	
鹿部商工会水産部会・鹿部水産加工組合青年部合同講習会	鹿部町	平成28年9月29日	15	講演「平成28年度道南太平洋海域のスケトウダラ資源状態と漁況予測について」(武藤)	室蘭漁協沖底部会研修会
室蘭漁協沖底部会研修会	室蘭市	平成28年9月30日	15	スケトウダラ(武藤)及びスルメイカ(澤村)の資源状況や漁況予測について講演	室蘭漁協
檜山すけとうだら延縄協議会役員会並びに代議委員会	乙部町	平成28年11月11日	30	講演「平成28年度スケトウダラ調査結果」(渡野邊)	檜山すけとうだら延縄協議会
平成28年度6単協ホタテ養殖部会交流会	函館市	平成29年1月23日	60	講演「ホタテ稚貝へい死リスク調査」(西田)	6単協ホタテ養殖部会
噴火湾における底生生物資源と漁場環境に関する報告会	八雲町	平成29年2月2日	40	講演「噴火湾におけるアカガレイ資源について」(武藤)	渡胆共第1・2号共同漁業権共有管理委員会
内浦湾えびかご協議会総会	函館市	平成29年2月13日	53	講演「噴火湾のトヤマエビ資源の動向と資源管理方策について」(澤村)	内浦湾えびかご協議会
南茅部沿岸漁業大学専修課程講座	函館市	平成29年2月14日	50	講演「道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源状況について」(武藤)	南茅部沿岸漁業大学
旧函館市管内漁業士会	函館市	平成29年2月20日	20	講演「近年の養殖コンブの状況について」(前田)	函館市漁協青年部会
産学官連携交流会	戸井地区	平成29年2月22日	80	講演「コンブ葉体の成熟について」(前田)、「ミズダコの資源管理について」(三橋)	函館市
産学官連携交流会	南かやべ地区	平成29年2月23日	40	講演「コンブの葉体の成熟について」(前田)、「道南太平洋の海況について」(西田)	函館市
昆布の里戦略会議	函館市	平成29年2月27日	27	講演「スポアバック(孢子散布事業)の技術向上を目指した取り組み」(前田)	南かやべ漁協主催
ひやま漁協大成支所ナマコ部会総会	せたな町	平成29年3月10日	25	講演「平成28年 せたな町大成区で実施したナマコ種苗放流の結果と北海道でのナマコ放流について」(酒井)	ひやま漁協大成支所

3. 研修・視察来場者の記録

区 分	人数	来場年月日		摘 要
管内	9	平成28年5月25日		渡島管内水産技術普及員
道外	12	平成28年6月8日		水産庁、水漁機構、北海道水産林務部
管内	20	平成28年6月24日		鹿部漁協コンブ部会
道内	1	平成28年7月1日		北海学園大学教官
管内	5	平成28年7月4日		渡島管内水産技術普及員
管内	84	平成28年7月14日		函館水産高校
道内	10	平成28年7月20日		理事長及び道総研本部
国外	7	平成28年8月2日	中国	大連市水産研究所
管内	7	平成28年8月26日		函館市議会議員（経済建設常任委員会）
道内	10	平成28年8月30日		北海学園大学教官及び学生
道外	15	平成28年9月2日	宮城県	宮城県中部漁業協同組合
管内	5	平成28年10月4日		渡島管内水産技術普及員
管内	8	平成28年10月6日		檜山管内水産課長会議
管内	45	平成28年10月21日		漁業研修所研修生
管内	2	平成28年11月2日		函館市内加工業者
管内	4	平成28年11月3日		松前町、渡島地区水産業普及指導員
管内	20	平成28年11月15日		渡島地区・檜山地区水産業普及指導員
計	264			

4. 所属研究員の発表論文等一覧

続・日本海南西部に放流したナマコ種苗の行方, 酒井勇一 (函館水試), 試験研究は今No. 815 (2016, 8)

北海道, 噴火湾における麻痺性貝毒原因プランクトン*Alexandrium tamarense*と環境要因、特に冬季から春季の降水量との長期変動における関係 (資料), 吉田秀嗣 (函館水試), 金森 誠 (函館水試), 西田芳則 (函館水試), 北水試研報, 90, 17-32, 2016.8

2015年秋季北海道函館湾における渦鞭毛藻 *Karenia mkimotoi* による有害赤潮の初記録 嶋田宏, 金森誠, 吉田秀嗣, 今井一郎 (北大院水産) 日本水産学会誌, 82 (6), 934-938, 2016.9

Convesion of Pectenotoxins (PTXs) in Japanese scallops *Patinopecten yessoensis*, Matsushima, R. (中央水研), H. Uchida (中央水研), R. Watanabe (中央水研), H. Oikawa (中央水研), M. Kanamori (函館水試) and T. Suzuki (中央水研) The 17th International Conference on Harmful Algae Abstracts, 174, 2016.10

北海道東部太平洋海域で漁獲されるサンマ沿岸北上群の資源状態について, 三橋正基 (函館水試), 東京大学大気海洋研究所共同利用シンポジウム要旨集, 千葉県柏市, (2016.11)

北海道で行っているマナコ種苗放流とその効果調査, 酒井勇一 (函館水試) ・菅野愛美 (北大院水), 平成28年度育種研究会要旨集, 仙台市, (2016, 11)

噴火湾におけるアカガレイ若齢魚調査について, 武藤卓志 (函館水試), 試験研究は今No.827号 (2017, 2)

Life history traits and population dynamics of invasive ascidian, *Asciella aspersa*, on cultured scallops in Funka Bay, Hokkaido, northern Japan, : Kanamori, M., (函館水試), K. Baba (中央水試), M. Natsuike (東工大) and S. Goshima (北大院水産) Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 97 (2), 387-399, 2017.2 (online 2016.3)

Stock enhancement program of Japanese common sea cucumber *Apostichopus japonicus* in Hokkaido and trial to reveal its effectiveness using microsatellite DNA markers : Yuichi Sakai (函館水試) and Manami Kanno, Fish Genetics and Breeding Science, (2017, 3)

ホタテガイ閉殻筋の膿瘍部に見られた *Francisella haliotidica* の感染, 伊藤直樹 (東大院農), 金森誠 (函館水試), Gary Meyer (DFO Canada) 平成29年日本魚病学会春季大会講演要旨集, 28, 2017.3

2016年北海道日本海および津軽海峡沿岸における暖水性有害微細藻類の出現状況, 嶋田宏 (中央水試), 佐藤政俊 (中央水試), 安永倫明 (中央水試), 品田晃良 (中央水試), 奥村裕弥 (中央水試), 吉田秀嗣 (函館水試), 金森誠 (函館水試), 各務彰記 (北大院水), 今井一郎 (北大院水) 平成29年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 83, 2017.3

餌料海藻粉末の種類が稚ナマコの摂餌と成長に及ぼす影響, ○鶴沼辰哉 (水産機構北水研) ・酒井勇一 (函館水試) ・山野恵祐 (水産機構瀬戸水研), 平成29年度日本水産学会春季大会要旨集, 東京都, (2017, 3)

餌料海藻粉末への珪藻土添加が稚ナマコの摂餌と成長に及ぼす影響, ○鶴沼辰哉 (水産機構北水研) ・酒井勇一 (函館水試) ・山野恵祐 (水産機構瀬戸水研), 平成29年度日本水産学会春季大会要旨集, 東京都 (2017, 3)

函館湾におけるアサリ垂下養殖試験について. 金森誠 (函館水試), 奥村裕弥 (中央水試), 清水洋平 (栽培水試), 川崎琢真 (栽培水試), 北水試だより, 94, 14-18, 2017.3

北海道, 噴火湾におけるホタテガイの麻痺性貝毒発生を予測するための *Alexandrium tamarense* 細胞密度の有効性について (資料), 吉田秀嗣 (函館水試), 金森 誠 (函館水試), 北水試研報, 91, 19-30, 2017.3

津軽海峡周辺におけるクロマグロの漁業実態: 西川水晶・境 磨・鈴木伸明 (水産機構国際水研) ・和田由香 (青森水総研) ・藤岡 崇 (道函館水試) ・東海 正 (海洋大) 平成29年度日本水産学会春季大会要旨集, 2017.3

北海道におけるブリの来遊特性について: 星野 昇 (道中央水試) ・藤岡 崇 (道函館水試) 平成29年度日本水産学会春季大会要旨集, 2017.3

道西日本海沿岸で持続的に形成されるホソメコンブ藻場の海洋環境について, 安永倫明 (中央水試), 秋野秀樹 (中央水試), 秦安史 (中央水試), 吉田秀嗣 (函館水試), 中多章文 (稚内水試), 三原行雄 (道原子力環境センター), 大崎正二 (道原子力環境センター), 四ツ倉典滋 (北大院) 平成29年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 2017.3

平成28年度 道総研函館水産試験場事業報告書

平成31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
TEL0138-83-2892
