

令和元年度

道総研栽培水産試験場 事業報告書

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
水産研究本部 栽培水産試験場

令和3年2月

(2021年)

令和元年度 道総研 栽培水産試験場 事業報告書

目 次

栽培水産試験場概要

1 所在地	1
2 主要施設	1
3 機構	1
4 職員配置	1
5 経費	1
6 職員名簿	2
7 水産生物飼育試験計画の概要	3

調査及び試験研究の概要

I 栽培技術部所管事業

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）	4
2 栽培漁業基盤調査研究（経常研究）	
2. 1 バカガイ種苗生産技術開発試験	6
2. 2 アサリ種苗生産技術開発試験	7
3 栽培漁業技術開発調査（経常研究）	
3. 1 放流基礎調査事業（マツカワ種苗生産）	9
3. 2 放流基礎調査事業（キツネメバル）	15
3. 3 タラバガニ第1 齢稚ガニの量産化と稚ガニ育成技術に関する研究	17
4 日本海ニシン栽培漁業調査研究（経常研究）	21
5 キツネメバル種苗生産の安定化に向けた繁殖制御技術開発（経常研究）	23
6 北海道の海水を用いた魚類養殖技術の効率化に関する研究（アイナメ）	25
7 天塩川パンケ沼のジジミ資源回復対策研究（一般共同研究）	27
8 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化モニタリング試験（受託研究）	
8. 1 ホタテガイ卵質評価およびへい死要因に関する試験	29
8. 2 ホタテガイの付着力に関する試験	32
8. 3 ホタテガイ幼生発生調査における軽労力化	34
9 網走海域におけるホッキガイ資源増大技術の開発（受託研究）	36
10 放流用種苗育成手法開発事業：ワカサギ（公募型研究）	38
11 結氷期の網走湖における低水温と低塩分が山とシジミ稚貝の生残に及ぼす影響（公募型研究）	39
12 基質表面加工による養殖カキへの標識付与に関する研究（公募型研究）	41
13 キタムラサキウニ養殖への配合飼料の活用と養殖作業の改善に関する技術支援 （職員奨励事業（技術支援））	42

II 調査研究部所管事業

1 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）

1. 1 スケトウダラ	44
1. 2 マガレイ	46
1. 3 ソウハチ	49
1. 4 ハタハタ	51
1. 5 キチジ	54
1. 6 マツカワ	58
1. 7 シシヤモ	61
1. 8 ケガニ	65
1. 9 岩礁域・砂泥域の増殖に関する試験研究	
1. 9. 1 岩礁域の増殖に関する研究（概況）	74
1. 9. 2 ホッキガイ	76

2 栽培漁業技術開発調査（経常研究）

2. 1 放流基礎調査事業（マツカワ放流）	79
-----------------------	----

3 北海道の海水を用いた魚類養殖の技術開発と効率化に関する研究 サクラマス（経常研究）

4 資源評価調査（公募型研究）

5 資源量推定等高精度化事業 スケトウダラ太平洋系群（公募型研究）

6 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）

6. 1 資源・生態調査研究	89
----------------	----

6. 2 資源管理手法開発調査 シシヤモ（えりも以西胆振・日高海域）	90
------------------------------------	----

7 えりも海域におけるエゾボラ資源モニタリング手法の開発（受託研究）

8 養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）

9 ホタテ未利用資源等を用いたサケ科魚類増養殖魚の質的向上に関する研究
（循環資源利用促進重点課題研究開発事業）

10 養殖成長産業化技術開発事業

11 飼育環境下におけるシシヤモ雌の成熟生態に関する研究（職員奨励事業（シーズ探索））

III その他

1 技術の普及および指導

1. 1 栽培技術部	114
------------	-----

1. 2 調査研究部	115
------------	-----

2 視察来場者等の記録

3 所属研究員の発表論文等一覧

栽培水産試験場 概要

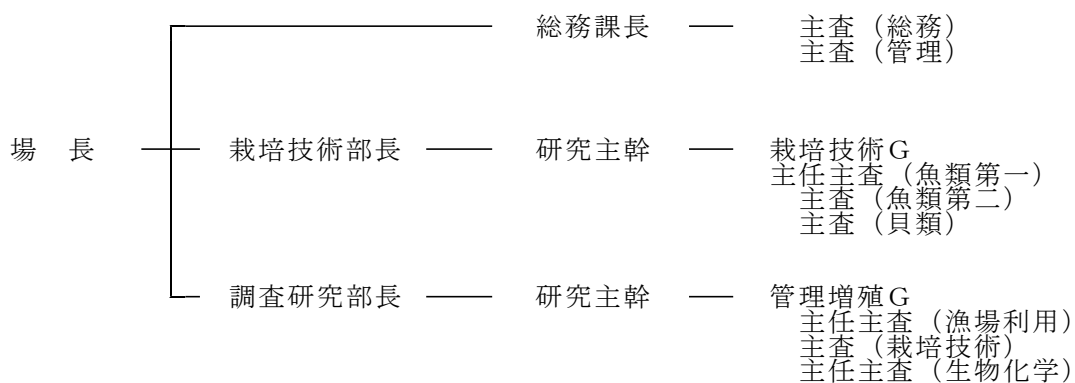
1 所在地

郵便番号	所在地	電話番号	ファックス番号
051-0013	北海道室蘭市舟見町 1丁目156番3号	0143-22-2320	0143-22-7605

2 主要施設

敷地面積	建物面積	取水関係
約17,100m ²	管理研究棟 2,841m ² 親魚棟 879m ² 量産棟 1,275m ² 貝類甲殻類棟 1,100m ² 隔離飼育棟 146m ² 取水ろ過棟 660m ² 調査機器保管庫 98m ²	取水管の延長 L = 780m 取水能力 130～200 t / 時

3 機構



4 職員配置

部別 職種別	総務課	栽培技術部	調査研究部	合計	摘要
行政職	4			4	
研究職	1	7	8	16	
合計	5	7	8	20	

(平成29年4月1日現在)

5 経費 (予算)

区分	予算額	備考
支出	220,294千円	総支出額 (人件費を除く)

6 職 員 名 簿 (平成31年4月1日現在)

場 長 夏 目 雅 史

総 務 課

課 長 阿 部 剛

主査(総務) 佐藤 浩文
主査(管理) 山岡 孝司
専門主任 酒井 笑子

栽培技術部

部 長 森 立 成

研究主幹 高 畠 信 一

主任主査(魚類第一) 松 田 泰 平
研究主査 田 村 亮 一

主査(魚類第二) 金 田 友 紀

主査(貝類) 川 崎 琢 真
研究職員 井 上 智

調査研究部

部 長 三 原 行 雄

研究主幹 三 坂 尚 行

主任主査(漁場利用) 藤 岡 崇
専門研究員 佐 藤 一
専門研究員 村 上 修

主査(栽培技術) 吉 村 圭 三

主任主査(生物化学) 吉 田 秀 嗣
研究主任 岡 田 のぞみ

7 水産生物飼育試験計画の概要

魚種 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
飼育試験生物												
マツカワ	—— 仔稚魚飼育 ——										—— 採卵 ——	
*キツネメバル	—— 採仔 ——		—— 仔稚魚飼育 ——						—— 親魚飼育 ——			
*タラバガニ	—— 稚ガニ飼育 ——									—— 産卵・幼生飼育 ——		
ホッキガイ	—— 採卵 —— 幼生・稚貝飼育 ——											
アサリ	—— 採卵 —— 幼生・稚貝飼育 ——											
バカガイ	—— 採卵 —— 幼生・稚貝飼育 ——											
ホタテガイ	—— 採卵 —— 幼生・稚貝飼育 ——											
*イワガキ	—— 採卵 —— 幼生・稚貝飼育 ——											
ヤマトシジミ	—— 採卵 —— 幼生・稚貝飼育 ——											
*アイナメ	—— 採卵 ——								—— 仔稚魚飼育 ——			
シシヤモ	—— 採卵・仔稚魚飼育 ——											
餌料生物												
ワムシ	—— 大量培養 —— 原株培養 ——											
アルテミア	—— 大量培養 ——											
キートセラス	—— 原株・大量培養 ——											
パブロボ	—— 原株・大量培養 ——											
テトラセルミス	—— 原株・大量培養 ——											

*親魚（親貝）を周年養成

I 栽培技術部所管事業

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 栽培技術部 川崎琢真・井上 智・森 立成

共同研究機関 函館水産試験場・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・奥尻町・ひやま漁協・室蘭漁協・余市郡漁協

後志地区水産技術普及指導所・檜山地区水産技術普及指導所

北海道庁水産林務部・檜山振興局・（国研）寒地土木研究所・

函館地区産業振興財団

（１）目的

平成 29 年の日本海海域の漁業生産量はオホーツク海域の 50%, 太平洋海域の 27% 余りと低く、漁協組合員一人あたりの漁業生産額は、オホーツク海域の 28%, 太平洋の 80% に留まっている。現在、日本海海域には漁業者の減少等から利用の少ない漁港が数多く存在し、漁港内静穏域の養殖活用とその基盤となる漁港内環境の適正把握が求められている。一方、函館湾で行ったアサリの垂下養殖試験では天然貝を上回る成長を示し、日本海海域に適した養殖技術の開発が期待されている。またイワガキでは地域ブランド化に向けた養殖事業展開に関するニーズが、バカガイでは養殖技術開発のニーズがあり、これらの技術開発を本研究の目的とした。

（２）経過の概要

アサリについては、種苗生産コストの試算を行った。イワガキについては、種苗生産技術のとりまとめと養殖状況の調査を行った。バカガイについては、せたな町にて人工種苗を用いた養殖の調査を行った。

＜材料と方法＞

ア アサリ種苗生産コスト

今までに得られた試験結果を基にアサリ中間育成に係るコストを算出した。養殖に必要とされるアサリの殻長を 6mm、開始時の浮遊幼生数を 500 万個体とし、室内育成で春まで飼育した場合のコストを算出した。

イ イワガキ種苗生産安定化技術開発

イワガキの種苗生産の安定性を調べるため、本事業に関連している栽培水産試験場と奥尻町にて実施したイワガキの種苗生産実績をとりまとめた。また、2019 年春に試験的に早期採苗・早期沖出しを行った種苗に

ついて成長追跡を行った。

ウ バカガイ垂下飼育技術開発

バカガイの海面垂下養殖技術を開発するため、せたな町にてバカガイ人工種苗の早期沖出しと垂下飼育試験を行った。

（３）得られた結果

ア アサリ種苗生産コスト

養殖時に必要な種苗数を 90 万個体とし、浮遊幼生から着底期幼生への生残率を 70%, 着底期幼生から着底稚貝への移行を 50%, 着底稚貝から 6mm 種苗までを 60% とした。約 15% の安全係数とし、500 万個体の浮遊幼生から飼育を始めると仮定してアサリ種苗生産コストを算出した。その結果、浮遊幼生飼育に 14 万円、着底期幼生飼育に 71 万円、稚貝飼育に 244 万円かかることが判明した。想定通りに種苗生産された場合の種苗数は 105 万個体となり、種苗生産コストは 1 個体あたり 3.1 円となった。表 1 に全期間を通したコストを示した。この表からヒーターにかかる電気代が大部分を占めており、水槽の断熱化と効率的な加温方式にすることや、早期大型種苗の生産を行い冬前に養殖を開始することでコスト削減を行う事ができると考えられた。

表 1 アサリ種苗生産コスト

品目	年間コスト(千円)
親貝	10
1kL パンライト水槽	100
2.5tFRP水槽	540
飼育資材	417
餌料費	188
人件費	475
ヒーター電気代	1555
合計	3285

イ イワガキ種苗生産安定化技術開発

本事業を開始した 2016 年度から最終年である 2019 年度までのイワガキの種苗生産実績を表 2 に示した。栽培水産試験場、奥尻町ともに各年順調に生産が行われ、種苗生産については概ね安定した。

表 2 イワガキ種苗の生産実績（単位：個）

年度	栽培水産試験場	奥尻町
2016	約24000	約20000
2017	約90000	約20000
2018	約82000	0 ※
2019	約20000	約25000

※施設整備のため種苗生産不実施

2019 年度は試験的に 4 月からの早期採苗を実施し、6 月には稚貝を沖出しした。早期採苗・沖出しを行った稚貝は、同年の 9 月には殻高 5 cm を超える個体も見られ、養殖期間の短縮につながる可能性が示された(図 1)。



図 1 2019 年 6 月に海面に垂下したイワガキ種苗の同年 9 月の様子

ウ バカガイ垂下飼育技術開発

2018 年 9 月に平均殻長約 8mm のバカガイ人工種苗をせたな町で海中に垂下した結果、翌年 12 月までの生残率が 70%で平均殻長 40mm まで成長した(図 2)。この結果から、バカガイの人工種苗は早期に大型種苗まで育成して沖出しすることで、比較的良好な生残状態で養殖できることが明らかになった。一方、既存の天然バカガイの出荷サイズ(殻長 70mm)まで育成するには、沖出し後 3 年以上が必要と推測され、短期の養殖で販

売するためには小型での出荷を検討する必要があると考えられた。

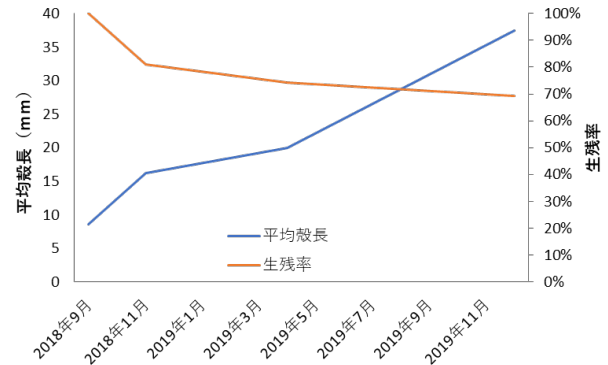


図 2 2018 年に生産したバカガイ人工種苗の海面養殖における成長と生残

2 栽培漁業基盤調査研究（経常研究）

2. 1 バカガイ種苗生産技術開発試験

担当者 栽培技術部 川崎琢真

（1）目的

バカガイは北海道では日本海側の主要魚種の一つであったが、近年檜山海域の資源は大きく減少しており、資源添加が見られない年が続いた場合等には周年禁漁となる年もある。そのため、檜山海域などでは漁業回復の要望が強く、その増殖対策が必要となる。本種の種苗生産技術開発は、旧栽培漁業総合センターにおいて実施され、殻長 5mm 程度の稚貝の育成は可能となったが、その後休止するなどの事情により未だ安定した技術の確立には至っていない。北海道が策定する「第7次北海道栽培漁業基本計画」（H27～R3）では、バカガイが「技術開発推進種」として盛り込まれ、再度、本課題に取り組むこととした。

（2）経過の概要

2019 年は、着底時の密度の影響に関する試験を行った。

<材料と方法>

ア 着底期飼育密度試験

試験には 200L パンライト水槽 12 槽を用い、飼育水量 150L で底面に 5L の砂を敷いた。飼育水温は 24℃とした。着底幼生を 1,000, 2,000, 4,000 および 8,000 個入れて飼育する水槽を各群 3 槽設けた。適宜換水を行いながら、すべての群で同一量の給餌を行った。餌料としてキートセラスグラシリス（1～4 万細胞/mL・日徐々に増加）を給餌し、およそ 2 か月間飼育を行った。終了時には稚貝数および殻長を調べた。

（3）得られた結果

ア 着底期飼育密度試験

試験の結果、2 か月後の着底稚貝の生残率には、群間に有意な差は見られなかった（図 1）。一方、稚貝の殻長は開始時幼生数が 1,000 および 2,000 個の群で 4,000 個および 8,000 個の群に対して有意に大きかった（図 2）。

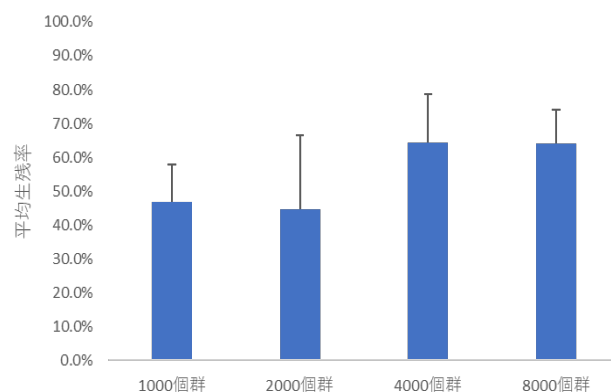


図 1 着底期飼育密度試験終了時の平均生残率

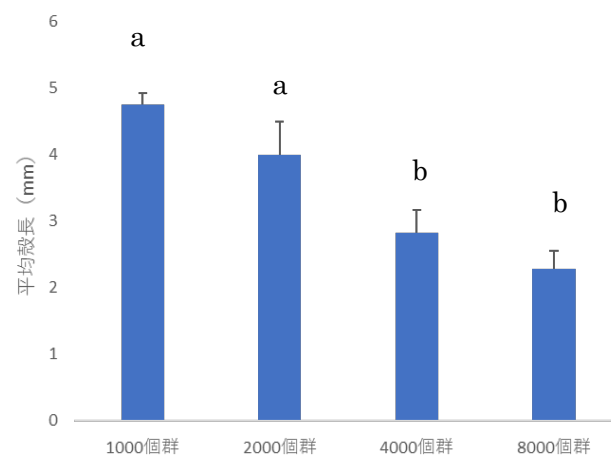


図 2 着底期飼育密度試験終了時の平均殻長

異なるアルファベットは群間に有意な差があることを示す（Tukey-Kramer 法 $p < 0.05$ ）

2. 2 アサリ種苗生産技術開発試験

担当者 栽培技術部 井上 智・川崎琢真

協力機関 渡島中部地区水産技術普及指導所・サロマ湖養殖漁業協同組合・北斗市
上磯郡漁業協同組合・上ノ国町栽培総合漁業センター

(1) 目的

本道におけるアサリ生産は、道東を中心として約1,000トン前後となっている。アサリ増殖対策としては、資源管理に加え、天然種苗の移植が実施されている。しかし、天然稚貝の発生量が年により安定しないことや、他地域からの移植は寄生虫や遺伝的な問題から規制される傾向にあることから、放流用種苗の確保が困難となっている。そこで当水試では、北海道産のアサリを用い、産卵誘発方法や幼生飼育方法等に関する試験を行い、着底期幼生生産技術開発として、大型水槽を用いた幼生飼育やダウンウェリング水槽を用いた着底期幼生飼育に関する技術開発を行ってきた。しかし、着底期幼生の生産規模を拡大するためには、大型水槽の導入が必須なことや、生残率向上のための技術改良および作業の簡素化などの課題が山積している。そこで本研究では、効率的なアサリ種苗の生産を行う方法を開発することを目的とした。

(2) 経過の概要

本年度までに得られた多くの試験結果を親貝飼育試験、幼生飼育安定化試験および稚貝飼育技術開発試験に分類し、アサリ種苗生産方法の概要をまとめた。

<材料と方法>

ア 親貝飼育試験

平成23年度以降の天然親貝の肥満度と、その貝から得られた授精卵のD型幼生移行率の関係について相関を調べた。

イ 幼生飼育安定化試験

平成18年以降の長期に渡る浮遊幼生飼育技術開発の結果から、飼育密度、水温および給餌などの管理方法を検討した。また、先の条件により適正に管理した場合の成長および生残を調べた。

ウ 稚貝飼育技術開発試験

着底期のアサリ幼生の飼育について着底基質の条件や飼育密度などについて検討を行いまとめた。

(3) 得られた結果と考察

ア 親貝飼育試験

平成23年度から平成30年度に栽培水産試験場に搬入された天然親貝の形質から肥満度を求めた結果16.5から18.9であった(表1)。その貝から得られた授精卵のD型幼生移行率を調べると、両者の間に明確な相関性は見られなかった(図1)。D型幼生移行率は、採卵毎に5-80%とばらつきがあるものの、少なくとも天然成熟アサリから産卵誘発により採卵は可能であることから、余裕を持って親貝を確保し、各産地の産卵期に合わせて採卵を行うことが必要と考えられた。

表1 栽培水産試験場に搬入した親貝の形質(平成23年から平成30年の平均値)

産地	殻長 (mm)	殻高 (mm)	殻幅 (mm)	重量 (g)	軟体部重量 (g)	殻重量 (g)	肥満度*
上磯地区	37.6	26.0	17.2	11.4	2.9	6.2	17.6
霧多布地区	44.0	30.0	21.1	19.5	5.0	10.4	17.2
サロマ湖	39.1	26.4	17.4	12.4	3.6	6.8	18.9
能取湖	40.7	27.5	18.5	14.3	3.7	7.3	16.5

*肥満度 = 軟体部重量(殻長×殻高×殻幅) × 100,000

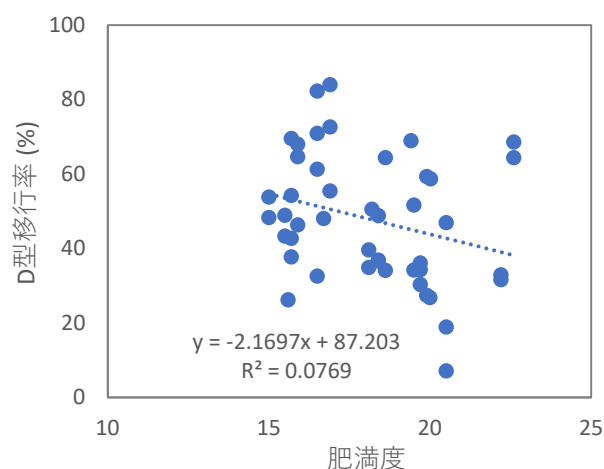


図1 親貝の肥満度とD型幼生移行率の関係

イ 幼生飼育安定化試験

アサリ D 型幼生の飼育条件は、飼育密度 5 個/mL 以下（推奨 1 個/mL）、水温 20-24℃で通気条件とし、調温した海水を用いて週に 1-2 回の換水が適していることが明らかになった。飼育期間中の給餌は、市販の濃縮キートセラスを用い、成長に応じて 2 千-1 万細胞/mL・日程度で育成可能である。飼育開始後 20-40 日程度で着底期である殻長 220 μ m に達する。生産 LOT により生残はばらつくものの、上記の条件で飼育を行えば、80-100%程度の生残が得られる（図 2）。

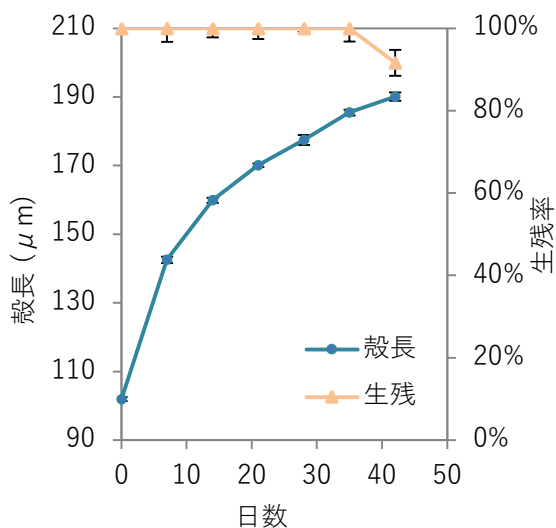


図 2 アサリ浮遊幼生飼育における成長と生残の例

ウ 稚貝飼育技術開発試験

着底期のアサリ幼生の飼育はダウンウェリング水槽（図 3）での飼育が適している。直径 50 cm（表面積約 2 千平方センチメートル）のダウンウェリング水槽に数千-100 万個程度までの幅で着底期幼生を入れて飼育しても、いずれの条件でも着底稚貝が得られるが、稚貝密度が多いほどその後の成長が遅いため、1 水槽に 1 万個以下での飼育が適正と考えられた。稚貝は給餌量に応じて成長差が生じ、濃縮キートセラスを用いた場合、餌料費に非常に高いコストが生じる。稚貝の育成は自家培養した植物プランクトン餌料でも可能なことが分かっており、コスト削減に有用である（図 4）。



図 3 FRP 水槽中のダウンウェリング水槽 4 槽でアサリ稚貝育成



図 4 低密度飼育、自家培養餌料給餌による早期稚貝育成例（2019 年 着底後 50 日）

3. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）

3. 1 放流基礎調査事業（マツカワ種苗生産）

担当者 栽培技術部 松田泰平
共同研究機関 京都大学農学研究科
協力機関 北海道栽培漁業伊達センター

（1）目的

北海道ではマツカワの資源増大を目指し、2006年から人工種苗の大量生産および大規模放流による事業化実証試験を開始した。100万尾の全長80mm種苗が北海道栽培漁業伊達センター（以下、伊達センター）で生産され、えりも以西海域の各地先から放流されている。一方、伊達センターにおける種苗生産工程の中では、産卵時期の早期化、人工受精における受精率の低下、形態異常の頻出、種苗における雌雄比の偏りなど生産効率や健苗育成に関する課題が顕在化してきている。伊達センターにおける大量種苗生産は栽培漁業実証試験の根幹となる部分であるため、技術的課題への対応が急務である。課題の解決に向けて種苗生産工程における現状の問題点を整理し、親魚の成熟条件や採卵方法、仔稚魚の育成条件等を再検討し、種苗生産現場に合わせて技術改良をはかる。

（2）経過の概要

採卵不調対策に関しては、伊達センターにおける親魚の採卵結果から産卵盛期や受精率の動向を解析するとともに、受精率の向上や作業効率化にむけて精子の短期保存方法を検討した。形態異常対策に関しては、伊達センター産種苗で出現状況を調査するとともに、伊達センターで実施してきた栄養未強化アルテミア給餌の影響や無眼側黒化（着色型）の出現に及ぼす網いけす飼育の効果を実験で調べた。雌雄比の偏りに関しては、飼育密度や14℃より低い水温飼育が雌雄比に与える影響を調べた。

<材料と方法>

ア 産卵盛期調査

伊達センターにおいて2019年3月7日を第1回目として4日間隔で行われた採卵結果から、雌親魚1尾・1回あたりの採卵量および受精率を採卵回次毎に平均し、成熟の指標として求めた。伊達センターの採卵に用いられた親魚は、人工3～5歳および7歳以上の

高齢魚と2017年にえりも町周辺海域で漁獲された後に伊達センターで養成された放流再捕魚（以下、養成再捕魚）で構成されている。これら親魚を伊達センターでそのまま越夏させた親魚（以下、伊達越夏群）、採卵後に北海道栽培漁業えりもセンター（以下、えりもセンター）へ移送し越夏させた親魚（以下、えりも移送群）、閉鎖循環飼育魚にわけて、前述した数値を基に比較解析し、今期における成熟・産卵の動向を調べた（表1）。

表1 伊達センターにおける親魚構成（2019年）

親魚群	由来・年齢	尾数	
		♀	♂
伊達越夏群	人工 3歳	113	125
	人工 5歳	31	50
	養成再捕魚	32	11
えりも移送群	人工 4歳	80	85
	人工 7歳以上	24	16
	養成再捕魚	31	11
閉鎖循環飼育魚	養成再捕魚	31	9

イ 精子短期保存に関する実験

産卵期における雌雄間の成熟ミスマッチに対応するため、HBSS（Hank's 平衡塩溶液）を用いた精子の短期保存方法について実験を実施した。2019年3月7日、3月11日、3月15日、3月19日および3月27日に雄から精子を採取した後、HBSSで50倍に希釈し、4段階の温度（1℃、3℃、5℃、8℃）で保存した。3日後、5日後、7日後、10日後、15日後、20日後および30日後に精子の運動能を顕微鏡下で観察した。運動能の判断基準は、海水を加えた後に運動する精子の割合が50%以上の場合を「A」、50%未満の場合を「B」、ごく一部しか運動しない場合を「C」、完全に運動能が失活している場合を「D」とした。また、3月7日および3月15日に採取し、各温度で保存した精子については、3月19日および3月27日に当日搾出した卵と人工受精し、当日採取した精子を対照区として受精率を比較した。

ウ 形態異常出現状況・雌雄比調査

伊達センターにおいて稚魚(平均全長 30~40 mm)を大きさで選別する前に、生産ロット毎に 200~300 尾をサンプリングして観察し、通常の形態異常(白化、両面有色、逆位)とともに坦鰭骨異常および無眼側黒化(非着色型)の出現率を求めた。なお、伊達センターにおける生物餌料の栄養強化剤は年によって異なり、今期、ワムシにはスーパークロレラ V12(クロレラ工業)とインディペプラス(株式会社サイエンテック)、アルテミアにはスーパーカプセル(クロレラ工業)が採用された。

放流種苗の雌雄比については、伊達センターおよびえりもセンターで中間育成されていた放流直前の 80 mm 種苗を生産ロット毎に 50~100 尾サンプリングし、5~10%ホルマリンで固定した。固定されたサンプルを開腹し、生殖腺の外部形状から雌雄を判別した。なお、本年度の伊達センターの飼育水温は生産ロットにより異なり、これまでの 14℃より低い水温(13.0 および 13.5℃)で種苗生産が実施された。

エ 形態異常および雌雄比適正化に関する試験

伊達センターの親魚(雌雄 36 ペア)から 2019 年 4 月 4 日に受精し、栽培水試で卵管理し、4 月 13 日に孵化完了した仔魚を飼育試験に用いた。飼育には 500L または 1,000L ポリカーボネート製水槽を用い、餌料系列については例年どおり、ワムシ(10~24 日齢)ーアルテミア(25~55 日齢)ー配合飼料(50 日齢~)とした。ワムシ給餌時には濃縮ナンノクロロプシス(ヤンマリン k-1, クロレラ工業)を飼育水槽に添加した。生物餌料の栄養強化として、ワムシには生クロレラ-ω3(クロレラ工業)、アルテミアにはスーパーカプセルを使用した。飼育水温は変態完了まで 14℃とした。

(ア) 栄養未強化アルテミア給餌試験

伊達センターで実施されてきた栄養未強化アルテミアの給餌飼育について、形態異常への影響を調べた。500L ポリカーボネート水槽に 4 日齢の孵化仔魚 1,500 尾を収容し、ワムシ給餌期は通常の飼育を行った。25 日齢から午後に栄養未強化アルテミア(孵出後 5~10 時間)を給餌し、翌日の朝には通常通り栄養強化したアルテミアを給餌する実験区を設定した。対照区には栄養強化したアルテミアのみを給餌した。80 日齢まで飼育した後、形態異常のタイプ分けを行った。

(イ) 飼育密度別試験

浮遊仔魚期および着底稚魚期の収容密度が形態異常、雌雄比および無眼側黒化(着色型)に与える影響を調べた。500L ポリカーボネート水槽 6 基に 3 日齢の孵化仔魚を 3 段階の密度(高密度:9,000 尾/t, 中密度:4,500 尾/t, 低密度 1,000 尾/t)で各 2 水槽を設定し、飼育試験を実施した(表 2)。86 日齢には全数を取上げ、形態異常と大きさの選別を行った後、小型魚を除く形態正常魚の一部を水槽底面積当たりの密度(高密度:1,020 尾, 中密度:510 尾, 低密度:170 尾)で再収容し、146 日齢まで延長飼育した。飼育試験終了後、麻酔処理して無眼側の写真撮影を行い、冷凍保存した。得られた無眼側写真については、画像解析から黒化面積や体型を比較した。冷凍サンプルについては、解凍後に生殖腺の外部形状から雌雄を判別し、雌雄比を求めた。なお、この試験は京都大学との共同研究となっており、画像解析を京都大学、雌雄比観察を栽培水試で実施した。

表 2 収容密度別試験における試験区設定

水槽番号	試験区	浮遊期仔魚		着底稚魚	
		収容尾数	収容密度 (尾/t)	収容尾数	収容密度 (尾/m ²)
A	高密度-1	4,500	9,000	1,020	1,367
B	中密度-1	2,250	4,500	510	683
C	低密度-1	500	1,000	170	228
D	低密度-2	500	1,000	170	228
E	中密度-2	2,250	9,000	510	683
F	高密度-2	4,500	4,500	1,020	1,367

(ウ) 網いけす飼育試験(予備試験)

伊達センターとえりもセンターで生産された放流種苗で黒化面積が大きく異なる点に注目し、中間育成前の選別作業で一時的に使用している網いけすについて無眼側黒化抑制効果を予備的に調べた。L92 cm×W92 cm×H52 cm・目合 7 mm×7 mmの網いけすを試作して、4t 楕円 FRP 水槽内に網いけすが水面から 15 cm 出るよう高さを調節して垂下した。この網いけす内といけす外(水槽内)に、94 日齢(平均全長 44 mm)の形態正常魚を各 100 尾収容し、30 日間飼育した。飼育期間終了後には、全数について麻酔後、無眼側の写真撮影を実施し、画像解析から黒化面積を比較した。この画像解析についても京都大学が実施した。

(エ) 全長 30 mm 選別における雌雄比追跡試験

これまでの試験により、伊達センターにおける全長 30 mm 時の選別で仕分けされた小型群と大型群に

は雌雄比に差があり、水温 14℃の飼育では、小型群の雌出現率が大型群の値の 1/2 以下まで低下することがわかっている。一方、14℃より低い水温で飼育したロットには、小型群の雌出現率が向上する事例が見られた。本年度は、14℃より低い水温で飼育された複数ロットで小型群・大型群に分けて雌雄比を観察し、水温の影響を調べた。

伊達センターで約 80 日齢に、目合 8.6 mm×8.6 mm（対角線 12.2 mm）のネットで大小選別された小型群と大型群の 2 群を栽培水試に搬送し、全長 80 mm 以上になるまで別水槽で飼育した。飼育終了後、各群 100 尾をサンプリングし、開腹して雌雄の判別を行い、小型群と大型群で雌出現率を比較した。

（３）得られた結果および考察

ア 産卵盛期調査

採卵はえりも移送群、伊達越夏群とも 3 月上旬（3 月 7 日）から始まり、成熟が遅れていた循環飼育群でも 4 日後には採卵が可能となり、産卵の早期化は起きなかった（図 1、2、3）。1 尾当たりの採卵量から見た盛期は 3 月下旬で、いずれの親魚群も 3 月 23 日の採卵量が最大となっていた。各群での比較では閉鎖循環飼育群で採卵量が最も多かった。

表 3 に各親魚の成熟率と平均受精率を示した。人工 5 歳魚および高齢魚（人工 7 歳以上）では、他の親魚に比べて成熟率が低く 50% 未満であったが、一昨年に見られたような伊達越夏群における成熟率の低下は生じなかった。平均受精率は高齢魚で比較的高く、養成再捕魚で低い傾向は見られたが、親魚群間では大きな差は見られなかった。

2018 年度の伊達センターの取水温度は、8 月から 9 月期の水温がマツカワの生残や成熟に悪影響を与えていると言われている 22℃を超えることが一度もなく、過去 10 年間でも低いレベルで推移していた。また、冬季の水温も 1 月中旬から 2 月中旬まで最も低いレベルにあり、かつ冬期の最高水温－最低水温の温度差（3.5℃）も過去 10 年間で 2 番目の大きさであった（図 4）。このような水温環境により産卵は早まることなく、伊達センター越夏群の成熟低下も生じなかったと考えられた。

イ 精子短期保存に関する実験

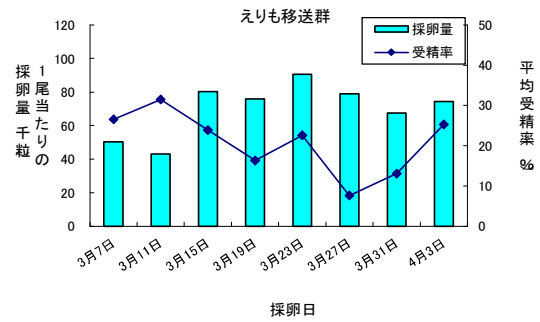


図 1 採卵後にえりもへ移送した親魚群における旬別採卵量および受精率の推移

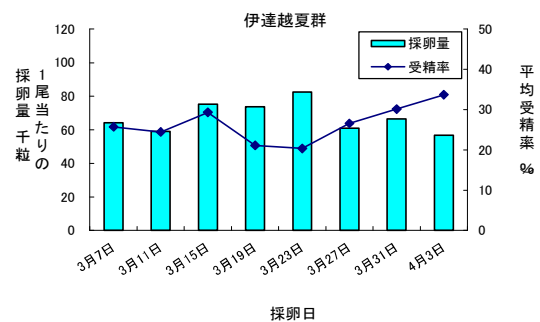


図 2 伊達センターで越夏された親魚群における旬別採卵量および受精率の推移

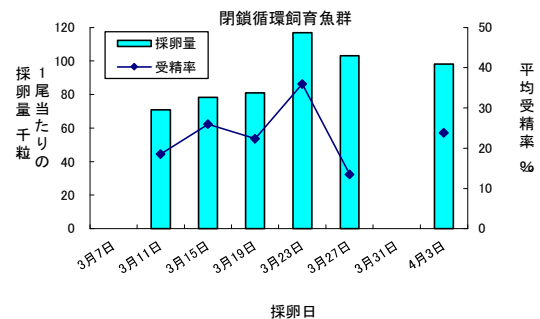


図 3 閉鎖循環飼育で養成された親魚群における旬別採卵量および受精率の推移

表 3 養成方法が異なる雌親魚群の成熟率と平均受精率の比較

親魚群	由来・年齢	単位: %	
		成熟率 (産卵個体率)	平均受精率
伊達センター越夏群	人工 3歳	58.4	27.8
	人工 5歳	45.2	24.6
	養成再捕魚	65.6	19.0
えりもセンター移送群	人工 4歳	68.8	23.5
	人工 7歳以上	33.3	38.9
	養成再捕魚	61.3	23.3
閉鎖循環飼育魚	養成再捕魚	51.6	22.2

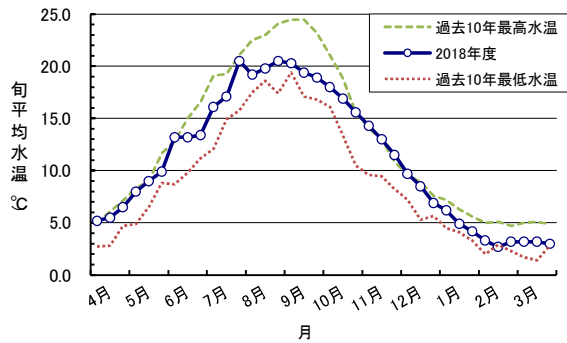


図4 伊達センターにおける旬平均水温変化
(2018年度)

HBSSで希釈し、冷蔵保存した精子の運動能の結果を表4に示した。受精可能な状態を「A」または「B」とすると、保存には1°Cのみが適していると運動能の観察から考えられた。産卵期前半の精子は産卵期の中・後半に比べて保存可能期間が長くなっていたが、今回の実験では3月7日採取でも15日程度しか保存できなかった。昨年の予備試験では1°C保存で、最短でも2週間、最長40日間保存できており、保存に適した精子の採取時期は、より早い時期であった可能性が示された。

3月7日および3月15日に採取して、4種類の温

表4 冷蔵保存した精子の運動能の変化

採取日	年齢	保存温度	保存日からの経過日数							
			3	5	7	10	15	20	30	
2019年3月7日	人工 5歳	1°C	A	A	A	B	B	C	D	
		3°C	A	B	B	C	C	C	D	
		5°C	B	C	C	C	D	-	-	
		8°C	B	C	C	C	D	-	-	
2019年3月11日	人工 3歳	1°C	A	B	B	-	C	C	-	
		3°C	B	B	C	C	C	D	-	
		5°C	B	C	C	D	-	-	-	
		8°C	B	C	D	-	-	-	-	
2019年3月15日	人工 4歳	1°C	B	B	B	B	C	D	-	
		3°C	B	C	C	C	C	D	-	
		5°C	C	C	D	-	-	-	-	
		8°C	C	C	D	-	-	-	-	
2019年3月19日	人工 3歳	1°C	B	B	B	C	C	-	-	
		3°C	B	C	C	D	-	-	-	
		5°C	C	C	D	-	-	-	-	
		8°C	C	D	-	-	-	-	-	
2019年3月27日	人工 4歳	1°C	C	C	C	D	-	-	-	
		3°C	C	C	C	D	-	-	-	
		5°C	C	D	-	-	-	-	-	
		8°C	C	D	-	-	-	-	-	

運動能の基準 A: 運動する精子の割合が50%以上
B: 運動する精子の割合が50%未満
C: 運動する精子はごく一部
D: 運動能が完全に失活
--: 未観察

度で保存した精子を用いて3月19日および3月27日に実施した人工受精における受精率の結果を図5

に示した。3月19日の受精では、対照区（当日採取した精子）に比べて、保存12日後の精子（3月7日採取）の1°Cおよび3°C、保存4日後の精子（3月15日採取）の1°C、3°Cおよび5°Cで受精率に大きな差はなかった。3月27日の受精では、保存20日後の精子（3月7日採取）は保存温度が大きくなるにつれ受精率が低下し、保存12日後の精子（3月15日採取）は1°C以外、受精率が低下した。今回の実験から、受精に適した精子の保存温度は、ごく短期間の保存であれば5°C以下で良いが、10日程度保存する場合は1°Cが望ましいと考えられた。この保存精子を実際に活用するためには、今後、保存した精子の受精実験事例数を増やすとともに、卵発生での異常の有無を確認する必要がある。

ウ 形態異常出現状況・雌雄比調査

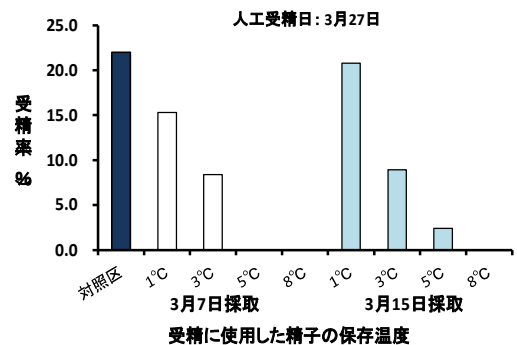
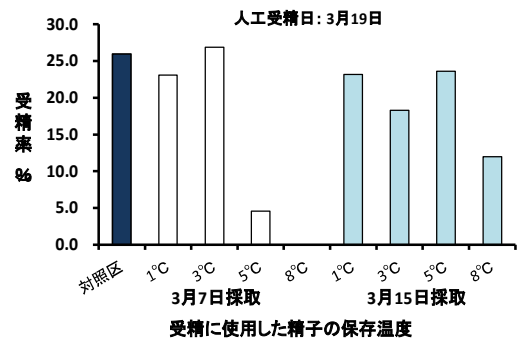


図5 冷蔵保存した精子による受精実験結果

伊達センター生産ロット毎の形態異常の出現率を表5に示した。本年度の形態正常率は38.0~55.0%（平均47.2%）で、昨年度と同等であったが、平均の歩留まり率（正常+担鰭骨異常）は90.4%となり、ここ5年間の中では最も高かった。形態異常の種類別では、白化の出現が0.0~6.3%（正逆合計）となり、昨年度に比べて半分以下と少なかった。両面有色の出現は1.0~2.5%（正逆合計）で、昨年度より

増加したものの、例年に比べて少なかった。昨年度には出現しなかった無眼側黒化（非着色型）は僅かに出現した。担鰭骨異常の出現率は 33.0～50.4%（平均 43.2%）となり、過去最高レベルの高い値となっていた。また、ここ数年続いて出現していた有眼側方向への脊椎骨湾曲個体についても、引き続き出現していた。

放流種苗における生産ロット別の雌雄比を雌出現率として表 6 に示した。今年度種苗の雌出現率は 20.0～38.0%（ロット間平均 29.4%）であった。昨年度は 2013 年度から続いていた雌出現率の値が顕著に改善された（雌出現率：44.8%）のに対して、再び低下し、雌雄比が雄に偏る形に戻った。

今年度と同様に 14℃より低い水温で飼育した昨年度と比較して、形態異常と雌雄比の結果の傾向が異なっていたことから、両者に水温以外の条件が影響した可能性が考えられた。今後、性比改善に向けて水温以外の飼育条件についても明らかにする必要がある。

表 5 2019 年伊達センターにおける形態異常出現状況調査結果

生産 回次	飼育水温 (℃)	単位：%							
		正常		白化		両面有色		無眼 側黒	担鰭骨 異常
		正位	逆位	正位	逆位	正位	逆位		
1	13.0	52.5	6.2	3.9	2.0	1.5	0.9	0.0	33.0
2	13.0	55.0	4.1	1.3	1.4	1.0	0.6	0.0	36.6
3	13.0	44.8	3.7	0.6	0.3	1.1	0.8	0.0	48.7
3	13.5	38.0	6.2	2.2	1.6	1.6	0.0	0.0	50.4
4	13.5	44.1	2.2	0.2	0.9	1.8	0.4	0.0	50.4
5	13.0	42.3	4.0	3.4	1.1	2.3	0.2	0.0	46.7
5	13.5	52.2	3.7	0.0	0.0	1.8	0.2	0.2	41.9
6	13.0	52.3	2.8	1.9	0.6	2.2	0.3	0.0	39.9
6	13.5	43.8	7.7	3.6	2.7	0.5	0.5	0.0	41.1

表 6 2019 年伊達センター産放流種苗における雌出現率

中間育成場所	育成ロット (生産回次)	飼育水温(℃)	雌出現率 (%)
えりもセンター	1+2	13.0	34.0
	2	13.0	30.0
	3	13.0	20.0
	4	13.5	38.0
伊達センター	5	13.0	30.0
	5	13.0/13.5(1:1)	34.0
	6	13.0/13.5(1:1)	20.0

エ 形態異常および雌雄比適正化に関する試験

(ア) 栄養未強化アルテミア給餌試験

各試験区におけるアルテミア開始前（25 日齢）、アルテミア給餌終了後（55 日齢）、試験終了時（90 日齢）の生残率を表 7 に示した。いずれの時期においても試験区、対照区とも生残率はほぼ変わらなかった。

90 日齢で観察した形態異常の出現率を表 8 に示し

た。形態正常率は対照区の 52.6%に対して、試験区が 39.0%と低かった。形態異常の種類別では、試験区で白化が逆位個体を含めて多く出現していた。両面有色や担鰭骨異常に関してはほぼ同率の出現であった。今回の試験からは、一部とはいえ、栄養未強化アルテミアを給餌すると、生残には影響がないものの、白化個体を増加させることが示された。今回の試験では仔魚の飼育密度が伊達センターの 1/3 程度であったため、次年度には伊達センターの飼育密度に合わせて再試験を実施する予定である。

表 7 未強化アルテミア給餌試験における生残率

	単位：%		
	25日齢	55日齢	90日齢
対照区	69.8	66.9	64.7
試験区	72.4	68.8	65.8

表 8 未強化アルテミア給餌試験における形態異常の出現率

	単位：%							
	正常		白化		両面有色		無眼側 黒化	担鰭骨 異常
	正位	逆位	正位	逆位	正位	逆位		
対照区	52.6	3.9	1.9	1.0	1.0	1.0	0.0	38.6
試験区	39.0	5.7	7.6	5.7	1.9	1.0	0.0	39.0

(イ) 収容密度別試験

浮遊期および着底稚魚期に 3 段階の収容密度で飼育した試験における形態異常出現率（担鰭骨異常を除く）を表 9 に、生残率と雌雄比（雌出現率）の結果を図 6 に示した。今回の試験では稚魚期に再収容しているため、形態異常については浮遊期の条件のみの影響を示しているが、過去に実施した密度試験の結果と同様に、高密度の試験区で両面有色が多く出現し、低密度の試験区では正常率が高く、無眼側黒化が出現しなかった。無眼側黒化（着色型）については、高密度区で他の試験区より有意に出現率が増加した。

雌雄比に関しては、収容密度が高いほど雌出現率が低下することが示された。また、同じ密度間においては生残率が高いと雌出現率が低下する傾向が見られた。今回の結果から、飼育密度が高いほど雌の出現率が低下するのは明らかとなったが、今回の試験設定では浮遊期と着底期のどちらの密度が影響しているのかわからなかった。次年度には、浮遊期と着底期のどちらの時期の密度の影響が雌雄比に強く

反映するか飼育実験で確かめる予定である。

表 9 密度別試験における形態異常出現率（担鰭骨異常を除く）

水槽 番号	試験区	単位：%							
		正常		白化		両面有色		無眼側 黒化	
		正位	逆位	正位	逆位	正位	逆位		
A	高密度-1	76.7	2.1	3.6	1.4	11.7	2.6	1.9	
B	中密度-1	92.7	1.6	0.9	0.5	2.8	1.6	0.0	
C	低密度-1	92.2	2.2	3.4	0.6	0.9	0.6	0.0	
D	低密度-2	95.1	0.9	1.2	0.6	1.8	0.3	0.0	
E	中密度-2	92.2	1.7	3.2	0.2	1.8	0.6	0.3	
F	高密度-2	68.3	5.0	5.2	5.0	7.3	6.1	3.1	

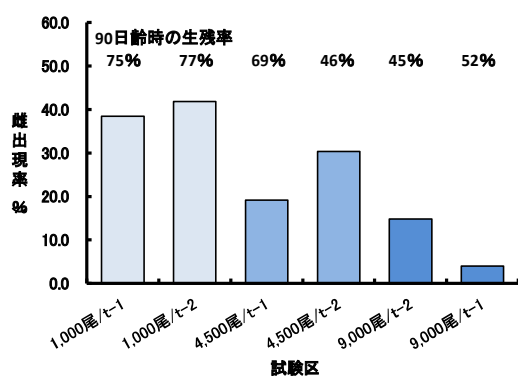


図 6 密度別試験における生存率（90 日齢）と雌出現率

（ウ）網いけす飼育試験（予備試験）

本試験の詳細な解析結果については京都大学でとりまとめ、報告される予定であるため、ここでは詳細を割愛する。

網いけす内で飼育された個体は、対照区（いけす外）の個体に比べて、有意に無眼側黒化が抑制されていた。しかし、大型個体に注目すると、黒化面積が大きく、その抑制効果は低かった。今回、試験に用いた個体は 93 日齢で、計画よりやや遅い開始日齢であったため、大型個体では既に黒化が生じていた可能性が考えられる。次年度の本試験では伊達センターの選別作業に準じた日齢（概ね 85 日齢）に設定し、試験開始する予定である。

（エ）全長 30 mm 選別における雌雄比追跡試験

伊達センターでは全生産ロットにおいて 2 種類の水温（13.0℃、13.5℃）で生産を実施していたが、生残数の関係で、今回の追跡調査には生産群 1 と生産群 3 のそれぞれ一つの水温（13.0℃）しか標本を得ることができなかった。その 2 つの生産群における雌雄比の結果を図 7 に示した。生産群 1 および 3 で

それぞれ大型群の雌出現率が 38% および 48% であったのに対し、小型群ではそれぞれ 18% および 15% となっていた。どちらの生産群も小型群の雌出現率が大型群の 1/2 以下となっていたことから、一昨年の予備試験および昨年の試験の結果が再現された形にはなったものの、昨年の 13.0℃ 飼育における結果に比べて小型魚の雌出現率がより低かった（昨年度：27%）。今後事例数を増やし、飼育水温との関係について検証する必要がある。

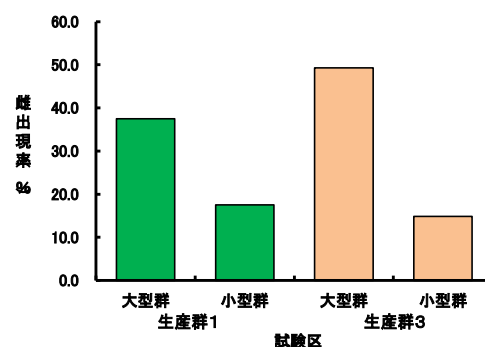


図 7 全長 30 mm に大小選別された群におけるその後の雌雄比（伊達生産ロット：飼育水温 13.0℃）

3. 2 放流基礎調査事業（キツネメバル）

担当者 栽培技術部 金田友紀・高畠信一・川崎琢真

（１）目的

キツネメバルは日本海沿岸、神奈川県以北の太平洋、朝鮮半島東岸から南部に分布し、北海道においては沿岸の岩礁域に生息し、高価なことから漁獲量が少ないことなどから、本種の増殖対策が強く望まれている。資源水準の低い本種にとって、資源の維持増大を図るためには人為的な増殖（種苗放流）と資源管理が必要と考えられ、種苗生産技術の開発に欠かせない成熟過程や仔魚の生残過程に関する知見は非常に重要で、早急に明らかにする必要がある。本種は、近縁種のクロソイと近似していると考えられるが、種苗生産の基礎となる成長や成熟・産仔などの生態に関する知見は断片的なものに限られている。そこで、本事業ではキツネメバルの成熟や産仔、仔稚魚の飼育や稚魚期の成長要因の解明など、種苗生産に関する生理・生態的な特性についての基礎資料を得ることを目的とした。また、生産された種苗を用いて、放流技術に関する試験を行い、その効果についても把握する。

（２）経過の概要

ア 親魚養成

2015年にせたな町大成区より搬入した天然親魚を用いて親魚養成試験を行った。飼育には10 m³楕円形水槽1基を用い、23尾（雌8尾、雄15尾）を収容した。また、人工授精に向けて9尾の雌を20 m³円形水槽に収容した。飼育水温は、自然海水温が4℃未満の時は4℃台に調温し、それ以外では自然海水温とした。これらの親魚を、1週間に1～2回配合飼料を給餌して飼育した。

イ 産仔

飼育水槽内での自然交尾親魚、ならびに人工授精親魚を4 m³楕円形水槽に収容し、産仔まで遮光幕で覆いをして14～15℃の水温で飼育した。

ウ 仔稚魚飼育

2019年5月27日および5月29日に自然交尾の親魚から、2019年6月25日に人工授精の親魚から得られた仔魚

を用いて、種苗生産試験を行った。飼育水槽には、6 m³円形水槽2基（水槽名：M61, M63）および4 m³楕円形水槽1基（水槽名：E42）を用い、M61（水量5 m³）には5月27日生まれの、M63（水量5 m³）には5月29日生まれの仔魚を、それぞれ25,000尾、E42（水量3.5 m³）には6月25日生まれの仔魚17,500尾を収容した。仔魚を収容してから15日齢までは止水飼育とし、それ以降は15～16℃に調温した海水の流水飼育とした。各水槽の仔魚には、飼育水槽収容日から数えて15日目まではワムシを、10から50日目まではアルテミアを、45日目から飼育試験終了までは配合飼料を給餌した。なお、ワムシ給餌期には濃縮淡水クロレラを1日に1回添加した。収容日からおよそ10～30日ごとに、各水槽から10～20尾を無作為に抽出し、仔魚期は万能投影機に投射して、稚魚期は直接ノギスを用いて全長を計測した。

M61, M63 および E42 に収容した仔魚の収容日における全長について分散分析を行い、差がみられた場合にはTukeyの方法で平均全長の多重比較を行った。また、ほぼ同時に飼育を開始したM61とM63の仔稚魚の平均全長について、*t*-testにより比較を行った。

エ 種苗放流

2019年10月9日、仔稚魚飼育試験で生き残った個体をせたな町大成区上浦漁港内および長磯漁港内に放流した。なお、放流効果調査での親子判定に用いるため、産仔された直後の仔魚を各ロット20～30尾とそれらの親魚の胸鰭の一部をエタノールで固定して、後日、DNA分析に供した。

オ 放流効果調査

2019年6月7日および11日にひやま漁業協同組合瀬棚支所に水揚げされたキツネメバル22尾、および6月25日にせたな町大成区沖で釣獲したキツネメバル9尾について、鰓または胸鰭を採取し、DNA分析を行って過去の放流魚との親子判別を行った。

(3) 得られた結果

ア 親魚養成

2019年5月に、10 m³楕円形水槽で飼育した腹部が膨満している3尾の雌個体にカニューレーションを行い、そのうちの2尾が胚発生している卵を持っていることを確認した。

イ 産仔

自然交尾により妊娠した2尾の親魚および人工授精により妊娠した9尾の親魚を4 m³楕円形水槽に収容した。2019年5月27日から7月13日の間に生まれた仔魚のうち、活力良好なもので、自然交尾親魚2尾由来のもの、および人工授精親魚1尾由来のものを飼育することとした。過年度までと今年度の結果から、人工授精により妊娠させた親魚は種苗生産用の親魚として有効であると考えられる。

ウ 仔稚魚飼育

仔稚魚の全長の変化を図1に、仔稚魚飼育の結果を表1に示した。飼育期間中、大きな減耗はみられなかった。自然交尾親魚由来の仔魚、人工授精親魚由来の仔魚とも概ね順調に成長した。飼育終了時の生残率は61.8%~78.0%と良好であった。

M61, M63 および E42 に収容した仔魚の、収容日の全長についてバートレット検定により分散は等しいとみなされたので、一元配置分散分析を行い、さらに Tukey の方法で比較したところ、M61 に収容した仔魚は、平均全長±SD が 5.0 ± 0.1 mm と、M63 (5.3 ± 0.1 mm) および E42 (5.3 ± 0.1 mm) よりも有意に小さく ($p < 0.001$)、目視観察では卵黄がやや大きかったことから、早産気味の可能性があった。

計測日ごとの M61 と M63 の平均全長については、 F -test によりいずれも等分散であったことから t -test を用いて比較を行った。その結果、8月7日の計測では M63 が有意に大きく ($p < 0.01$)、9月27日の計測でも M63 が有意に大きかった ($p < 0.05$)。M61 は M63 よりも生残がよ

く、過密であった。そのため、餌当たりにバラツキが生じ、成長に差が表れたと考えられた。

エ 種苗放流

2019年10月9日に平均全長±SD が 49.3 ± 5.2 mm (M61), 52.9 ± 4.9 mm (M63) および 37.3 ± 7.0 mm (E42) の種苗、合計約 47,600 尾をせたな町大成区の上浦漁港内と長磯漁港内に放流した。

オ 放流効果調査

DNA 分析を行った 31 尾に対し、放流魚である可能性のある個体は 4 尾であった。このうち、全長 250 mm のものは 2010 年産、全長 275 mm および 290 mm のものは 2014 年産、全長 350 mm のものは 2015 年産と判断された。これより、混獲率（調査のために採取した尾数に対する放流魚の占める割合）は 12.9% であった。

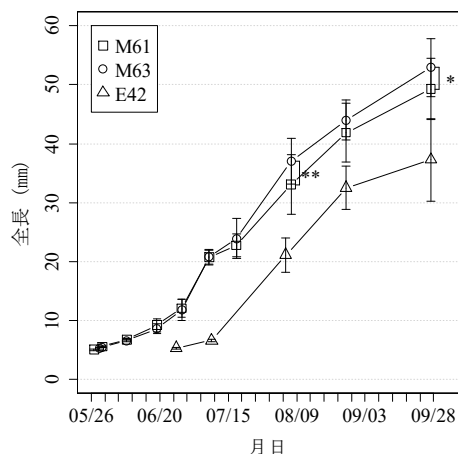


図1 キツネメバル仔稚魚期の成長

M61, M63 は 6 m³円形水槽, E42 は 4 m³楕円形水槽
**, 統計的有意差あり ($p < 0.01$), *, 統計的有意差あり ($p < 0.05$)

産仔日	飼育水槽 (実水量m ³)	飼育期間 (日間)	収容尾数 (尾)	全長(平均±SD)		放流尾数 (尾)	生残率 (%)	備考
				収容時	終了時			
5月27日	6 m ³ 円形(5)M61	135	25,000	5.0 ± 0.1	49.3 ± 5.2	19,509	78.0	自然交尾
5月29日	6 m ³ 円形(5)M63	133	25,000	5.3 ± 0.1	52.9 ± 4.9	15,460	61.8	自然交尾
6月26日	4 m ³ 楕円形(3.5)E42	105	17,500	5.3 ± 0.1	37.3 ± 7.0	12,667	72.4	人工授精

3. 3 タラバガニ第1齢稚ガニの量産化と稚ガニ育成技術に関する研究

担当者 栽培技術部 田村亮一
協力機関 網走漁業協同組合・北海道大学大学院
京都大学大学院

(1) 目的

タラバガニの栽培漁業に関する取り組みは、1981～1988年に日本栽培漁業協会厚岸事業場で技術開発が行われ、稚ガニの生産には成功したもののその後の展開なしに休止されていた。近年、漁獲量低迷とロシアからの輸入激減に伴い、流通量が減少して単価が上昇したことから積極的な資源増大を求める機運が高まり、2010年度からの第6次北海道栽培漁業基本計画に、タラバガニが技術開発推進種（新技術開発期）として新規に盛り込まれた。カニ類は観光業などの他産業への波及効果が極めて大きいため、北海道行政や市町村、漁協から研究の継続・発展を求める強い要望が挙げられている。

栽培水試では2008年度から種苗生産の技術開発が開始されている。これまで親ガニ育成や第1齢稚ガニ（以下C1）までの幼生飼育の基盤的技術が得られ、量産技術開発が次の課題となっている。一方、放流試験を実施する段階にはなく放流適サイズは不明であるが、集団飼育時に著しい減耗が生じるためC1以降の適正育成条件は未解明である。フィールド調査から稚ガニの好適生息環境を解明して飼育方法や目標放流サイズを検討することは、天然海域における稚ガニの生態に関する知見が非常に乏しいことから困難であり、飼育試験からのアプローチが必要である。

本研究では、北海道が策定する第7次北海道栽培漁業基本計画に則りC1の量産技術開発に取り組むとともに、C1以降の適正育成条件を明らかにし、稚ガニ大量飼育の可能性について検討する。

(2) 経過の概要

陸上水槽での交尾・産卵までの飼育期間が1年（通算育成期間2年）以上の長期育成抱卵雌（以下、陸上水槽繁殖雌）、飼育開始後3カ月以内に交尾・産卵に至った抱卵雌（通算育成期間1年以内、以下、準天然抱卵雌）および天然抱卵雌を水温4～5℃で育成した。孵化直前に調温海海水を用いて8℃に昇温し、孵化した幼生の一部を種苗生産（幼生飼育）試験に供した。また、養殖の可能性を見据え、生産された稚ガニの一部を用いて長期飼育を行った。

<材料と方法>

ア 種苗生産（幼生飼育）試験

量産規模水槽（水量5kℓ）3基、500ℓ水槽3基を用いて試験を行った。試験区毎の使用した親ガニや収容日（孵出日）、収容数、給餌量等の試験設定の詳細は表1の通りである。昨年度の試験結果を踏まえ、アルテミアの栄養強化方法を一昨年までと同様にした（夕方にメーカー推奨量の1/2、朝にメーカー推奨量の1/4添加の2回）。さらに、朝のアルテミア栄養強化時にアスタキサンチン製剤（アスタビオ、（株）バイオジェニック）を100ℓ当たり1.5g添加する試験区を設けた（試験区2～6）。また、量産規模の種苗生産において、添加餌料の連続添加の有効性が示唆されたことから、以下の方法で飼育水中の添加餌料濃度を一定にするように努めた。試験区1および2では、昨年同様1日分の添加餌料を適量の海水とともにバケツに入れ、餌料の沈降を防ぐためにエアレーションで攪拌しながら定量ポンプを用いて連続的に飼育水中に添加した（毎時約500ml）。試験区3では、1日分の添加餌料の1/4量を朝に添加後、残りを活栓付ボトルに入れ、海水で10ℓにメスアップした。餌料の沈降を防ぐためにエアレーションで攪拌しながら1～1時間半毎に1ℓずつ飼育水槽に添加し（5回/日）、残りは夕方に栓を少し開け、少量ずつ滴下した。

イ C1からの長期飼育試験

（ア）水温別個別飼育試験

小型スチロール水槽にC1を1個体ずつ収容して2014年4月18日に開始した水温別個別飼育試験（2014年1月31日孵化、幼生飼育：収容密度1500個体/100ℓ、栄養強化アルテミアと培養珪藻 *Thalassiosira sp.* 給餌、稚ガニまでの生残率76.4%、推定C1変態日3月27日、9、13.5、18℃の3試験区、各30個体）を2015年7月31日まで行った。さらに、9および13.5℃区の生残個体のうち成長が良好である個体を両区から各15個体を選別し（平均甲長：9℃区が25.37mm、13.5℃区が31.25mm）、30ℓポリカーボネート水槽に1個体ずつ収容し、成長に伴い、収容水槽を順次100ℓ、200ℓポリカーボネート水槽

表 1 2019 年種苗生産試験区と第 1 齢稚ガニまでの生残結果

試験区 No.	産卵	親ガニ育成区分 (期間)	親個体 No.	孵出 收容日	收容尾数 (計)	水槽形状 容量 (水量)	給水量 (換水率 回転/日)	紫外線 殺菌	エアレーション	餌料系列 アルテミア 栄養強化 +Astabio	添加餌料	C1 取り上げ日 (計数 日)	C1 取り上げ数 生残 死亡	C1 生残率% (変態率%)
1	陸上 陸上 天然	長期育成 準天然 天然	925 900~903, 940 831~833	2019/2/5 2019/2/6 2019/2/7	31,502 33,223 12,126 (76,851)	円柱形 6kℓ (5kℓ)	5ℓ/分 (1.44)	○	○	45 (Z1) ~ 70 (Z4) 個 体/1ゾエア ×2回/日		4/10 4/11	30,206 13,051	39.30 (56.29)
2	陸上 陸上 天然	長期育成 準天然 天然	925 900~903, 940 831~833	2019/2/8 2019/2/9	44,273 31,798 (76,071)	円柱形 6kℓ (5kℓ)	5ℓ/分 (1.44)	○	○	45 (Z1) ~ 70 (Z4) 個 体/1ゾエア ×2回/日	タラシオン ラ W: 60~ 150mℓ/日 ZM餌料ゾエ ア用: 19~ 25g/日	4/11 4/12	38,836 2,242	51.05 (54.00)
3	陸上	準天然 (1年)	900 901 902 940	2019/2/20 2019/2/21	62,801 13,947 (76,748)	円柱形 6kℓ (5kℓ)	5ℓ/分 (1.44)	○	○			4/18 4/19	61,369 403	79.96 (80.49)
4	陸上	長期育成 (3年) 準天然 (1年)	925 902	2019/2/16	7,500	円柱形 0.5kℓ (0.5kℓ)	1ℓ/分 (1.44)	○	○		タラシオン ラ W: 5~7mℓ ZM餌料ゾエ ア用: 0.9~ 1.2g ×各2回/日	3/16	3,990 80	53.20 (54.27)
5	陸上	準天然 (1年)	900 940	2019/2/16	7,500	円柱形 0.5kℓ (0.5kℓ)	1ℓ/分 (1.44)	○	○	50 (Z1) ~ 75 (Z4) 個 体/1ゾエア ×2回/日		3/16	5,173 22	68.97 (69.27)
6	陸上	準天然 (1年)	901	2019/2/28	7,500	円柱形 0.5kℓ (0.5kℓ)	1ℓ/分 (1.44)	○	○		濃縮キー ト: 200mℓ ZM餌料ゾエ ア用: 0.8~ 1.1g×各2 回/日	3/30	4,129 36	55.05 (55.53)

に変更しながら水温別個別飼育試験を継続した。オキアミやアサリ、適宜切り分けた親ガニと同じ餌を週 3~4 回給餌し、生残と脱皮の有無を毎日確認して記録した。

(イ) 飼育個体の繁殖試験

これまでの観察結果から、脱皮直後の雌に対し未脱皮の雄が交尾行動を行い、脱皮後の雄個体は繁殖に参加しないことがわかっている。そこで個別飼育した 5 および 6 歳時の雌個体の脱皮直後に未脱皮の雄個体とペアリングさせる繁殖試験を行い、成熟年齢を調べた。

(3) 得られた結果

ア 種苗生産試験 (幼生飼育試験)

量産規模で行った試験区 1~3 の C1 生残数 (生残率) は、それぞれ 30,206 (39.30%), 38,836 (51.05%), 61,369 (79.96%), 計 130,411 個体であった (表 1)。いずれの試験区も当初の目標生産数である 6,000 個体以上/kℓを達成することができた (単位生産数は、試験区 1 で 6,041, 試験区 2 で 7,767, 試験区 3 で 12,274 個体/kℓ)。試験区 1 では C1 変態後の死亡個体が非常に多く、生存個体の活力も試験区 2 および 3 に比べ低かった。また、500ℓ水槽で行った試験区 4~6 の生残数 (生残率) は、それぞれ 3,990 (53.20%), 5,173 (68.97%), 4,129 個体

(55.05%) であり (表 1), 比較的高い生残率で C1 を生産することができた。

以上の通り、今年度はアスタキサンチン製剤を添加したアルテミアを給餌した試験区での生産成績は良好であった。しかしながら、単年度の結果であり、再現性の検証が必要である。

イ C1 からの長期飼育試験

(ア) 水温別個別飼育試験

2015 年 7 月 31 日 (546 日齢) までの生残数の推移を図 1 に、飼育水温別の各齢期の脱皮間隔、年齢と齢期について表 2, 3 に示した。なお C1 の脱皮間隔 (C1 から C2 に脱皮するまでの日数, 以下同) に関しては、設定水温までの昇温期間 (13.5℃区で試験開始後 14 日間, 18℃区で試験開始後 20 日間) があるため参考値である。

C4 までは水温が高い程脱皮間隔が短い, 18℃区では C5 以降, 脱皮が遅延するとともに生残数が減少し, 満 1 歳での齢期と生残数は C11 の 2 個体であった。その内 1 個体は C11 で, 残りの 1 個体は C13 で死亡した (死亡確認日 2015 年 2 月 20 日と同年 4 月 1 日)。一方, 9℃区では 139 日齢 (試験開始 62 日後), 13.5℃区では 142 日齢 (試験開始 65 日後) 以降, 減耗がないまま長く推移し

表 2 各飼育水温における脱皮間隔

齡期	脱皮間隔（日数）														
	9℃					13.5℃					18℃				
	平均±標準偏差	最大	最少	N		平均±標準偏差	最大	最少	N		平均±標準偏差	最大	最少	N	
C1	27.45 ±	2.37	32	24	29	26.90 ±	1.77	32	24	30	25.90 ±	1.59	29	23	29
C2	31.56 ±	9.19	75	24	27	19.59 ±	2.04	27	17	29	17.10 ±	1.61	21	14	29
C3	32.04 ±	2.49	37	27	26	19.46 ±	1.79	25	17	28	18.62 ±	3.60	33	15	29
C4	33.62 ±	4.55	44	27	26	20.58 ±	1.36	25	19	26	19.96 ±	6.08	34	15	24
C5	33.65 ±	5.55	54	29	26	22.04 ±	3.47	36	18	26	37.13 ±	21.00	74	19	16
C6	32.08 ±	1.92	36	28	26	23.50 ±	1.42	28	21	26	44.00 ±	17.99	87	24	11
C7	32.77 ±	1.80	37	29	26	24.08 ±	2.00	28	20	26	34.50 ±	13.11	55	23	8
C8	36.00 ±	2.79	42	31	26	27.73 ±	2.81	34	22	26	33.50 ±	6.83	45	26	6
C9	42.58 ±	5.25	64	37	26	30.88 ±	4.18	39	22	26	33.20 ±	6.10	40	25	5
C10	48.64 ±	11.13	97	31	25	34.38 ±	6.31	58	25	26	41.67 ±	6.51	48	35	3
C11	59.62 ±	7.15	77	51	21	43.85 ±	9.49	69	27	25	52.00		52	52	1
C12	80.19 ±	16.98	124	63	16	68.15 ±	20.46	108	35	25	54.00		54	54	1
C13	93.64 ±	24.02	154	68	14	79.84 ±	19.68	105	32	19					
C14	98.69 ±	24.34	143	68	13	91.20 ±	28.13	163	65	15					
C15	124.82 ±	36.19	193	76	11	85.00 ±	28.28	162	57	12					
C16	223.11 ±	114.82	486	111	9	85.50 ±	12.09	108	64	12					
C17	182.44 ±	30.73	213	131	9	128.92 ±	53.38	216	65	12					
C18	224.78 ±	52.25	352	188	9	127.75 ±	20.01	155	92	8					
C19	330.14 ±	65.29	373	184	7	201.00 ±	125.47	352	53	4					
C20	366.67 ±	8.29	375	352	6	204.00		204	204	1					
C21	353.00			1		206.00		206	206	1					

表 3 各飼育水温における年齢と齢期

年齢	齢期					
	9℃			13.5℃		18℃
1	C9 (N=7)	C10 (N=19)		C11 (N=5)	C12 (N=19)	C13 (N=2)
2	C14 (N=4)	C15 (N=9)		C16 (N=6)	C17 (N=6)	
3	C16 (N=1)	C17 (N=6)	C18 (N=2)	C19 (N=5)	C20 (N=1)	
4	C18 (N=1)	C19 (N=6)	C20 (N=1)	C21 (N=1, 翌月C22)		
5	C19 (N=1)	C20 (N=5)	C21 (N=1)			
6	C20 (N=1)	C21 (N=5)	C22 (N=1)			

ていたが(両区とも生残数 26 個体, 生残率 86.7%), 9℃区で 446 日齢(試験開始 369 日後), 13.5℃区で 476 日齢(試験開始 399 日後)から死亡個体が散見されるようになった。この頃から飼育個体のサイズに比較して収容水槽が相対的に小さくなったため, 給餌や底掃除の際に水槽からの逸脱が生じ, 死亡要因としてハンドリング等の飼育管理上の影響が考えられた。7 月 31 日(546 日齢, 1 歳半)における生残数(生残率), 齢期, 平均甲長(範囲)は, 9℃区で 21 個体(70.0%), C11~C13, 22.84(14.22~30.91) mm, 13.5℃区で 21 個体(70.0%), C13~C15, 29.76(21.71~35.92) mm であり, 13.5℃区の方が高齢期で, サイズも大きかった。

300 水槽へ移槽後(546 日齢)の生残率の推移を図 2 に示した。2 歳冬(771 日齢)までに 9℃区で 4 個体, 13.5℃

区で 3 個体死亡した。その後, 13.5℃区では 2 歳半前後(869~964 日齢)で 5 個体, 約 3 歳(1088 日齢)で 1 個体, 3 歳半前後(1202~1284 日齢)で 5 個体, 4 歳半(1623 日齢)で 1 個体と, 全ての個体が死亡した。一方, 9℃

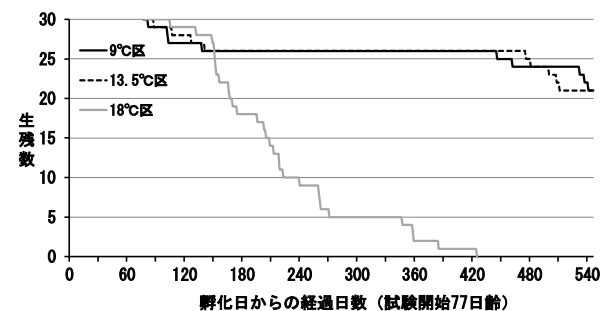


図 1 個別飼育試験の生残数の推移(546 日齢まで)

区では3歳前(994日齢と1041日齢)で2個体,4歳前(1350日齢)と5歳前(1806日齢)で各1個体が死亡し,残りの7個体は2020年3月31日まで生存中である(雄5個体,雌2個体)。また9℃区よりも13.5℃区の方が脱皮間隔は短く,同時期の齢期は常に上であるが(表2,3,図3),3歳時のサイズは,9℃区で甲長59.40~69.74mm,甲幅66.91~77.91mm(一部個体の脱皮殻を測定,C16~C18),13.5℃区で甲長57.89~77.10mm,甲幅63.60~82.45mm(脱皮殻および死亡個体を測定,C19~C20)であり,サイズに大きな違いはみられなくなった。水温9℃では,個体差もあるが0歳時に8~9回,1歳時に4~5回,2歳時に2~3回,3歳時に2回,4歳以降は冬期1回/年の脱皮を繰り返して成長し,6歳時の脱皮後,漁獲規制サイズである甲幅130mmに概ね達した。

飼育水温9および13.5℃において,着底後1歳半までの生残は同等で,成長は13.5℃区の方が良い結果となった。再収容後,2歳前後までに両水温区で死亡した個体の中には,脱皮しているにも関わらず殆ど成長していない個体がみられた(個体No.9-4;再収容時C13,甲長20.01mm,死亡時C15,甲長20.26mm,再収容後の飼育期間225日,No.9-30;再収容時C13,甲長27.10mm,死亡時C15,甲長28.89mm,再収容後の飼育期間215日,No.13.5-14;再収容時C14,甲長29.54mm,死亡時C15,甲長30.97mm,再収容後の飼育期間104日)。上述の通り,再収容前後のハンドリングや環境変化によって不可逆的な生理的不調になった可能性が考えられるものの,飼育水温の影響は不明である。しかし,2歳以降の生残や成長を比較すると明らかに飼育水温13.5℃は不適であった。C1からの試験結果を加味すると,C1変態後のタラバガニは若齢期ほど高水温耐性が高く,成長に従い至適水温が低くなると推察された。

(イ) 飼育個体の繁殖試験

C1から長期個別飼育した雌(あと数日で5歳となる年齢,以下5歳と記載,個体No.9-17,齢期C20)の脱皮

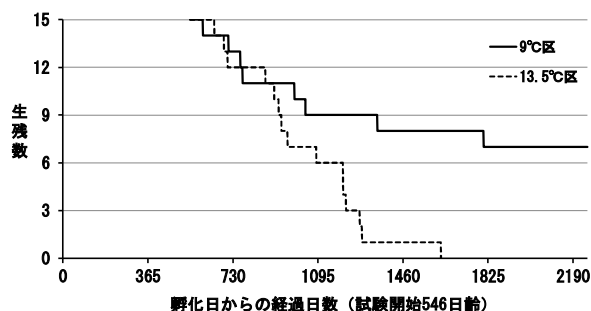


図2 個別飼育試験の生残数の推移(2192日齢まで)

を2019年1月21日に確認し,未脱皮の個別飼育雄3尾(5歳, No.9-11; C18, 9-14; C19, 9-25; C20)を順次雌の水槽に入れてたが,雌に興味・繁殖行動を示す個体はいなかった。その後,天然の大型雄とのペアリングでは,雄ガニが雌ガニの鋏脚を掴む交尾前・交尾後ガード様の行動や腹節側を合わせる交尾様行動が観察された。しかしながら,後日腹節内を観察したところ,卵は確認できなかった。翌2020年1月18日に雌(6歳, No.9-16, C21)の脱皮後,未脱皮の雄(6歳, No.9-11, C19)を雌の水槽に投入したところ,繁殖行動が観察された。2尾が離れた後,天然の大型雄とのペアリングを試みたが,雄は雌に興味を示さなかった。後日,腹節内に卵を確認できたことから,飼育個体同士で交尾し大型雄を投入した時点で産卵していたと考えられた。もう1尾の雌(6歳, No.9-17, C21)は同年1月26日に脱皮し,同じ雄(No.9-11)を雌の水槽に入れた。雄は繁殖行動を行おうとするものの,雌を抱え込むことができず,交尾体制には至らなかった。その後,天然の大型雄とのペアリングでは交尾体制が観察され,後日産卵が確認された。

以上のことから,飼育下において雌雄とも少なくとも一部は6歳で性成熟に達することが明らかとなった。雌に関しては2009年生まれの2個体も6歳で交尾産卵しており(試験研究は今 No.811),4個体の観察結果である。さらに,産卵には至らなかったものの雄の繁殖行動を誘発したことから,5歳での性成熟の可能性もある。一方,雄に関しては1例のみである。大型雄の脱皮周期は明らかではないが,飼育下においては繁殖期間を含め2年以上脱皮しない個体も多いのに対し,5~6歳時の雄は全ての個体が毎年脱皮していた。また,雄は交尾まで雌の制御が必要なため,交尾の成否は雌との相対的なサイズに依存する可能性が高い。体サイズが小さい雄は,雌をめぐる雄間競争で不利であることに加え,繁殖期間と交尾可能な雌サイズが限られると考えられた。

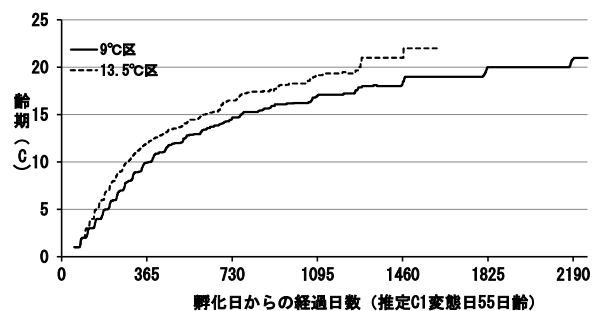


図3 長期飼育個体の平均齢期(生存個体)

4 日本海ニシン栽培漁業調査研究（経常研究）

担当者 栽培技術部 川崎琢真・井上 智
共同研究機関 中央水産試験場資源増殖部 資源管理部

（１）目的

平成 8 年度以降の「プロジェクト」による取り組みの結果、日本海ニシンは、放流による産卵親魚の増加や漁業者の自主的資源管理、産卵藻場の保全などにより、日本海北部海域において 200～1,200 トンの漁獲が得られる資源水準となった。また、これまで漁獲が少なかった積丹半島沿岸での漁獲が大幅に増大し、回遊海域が拡大する傾向が見られるようになり、積丹半島以南への資源拡大が期待されている。本事業では、積丹半島以南においてニシン資源の新規造成を目的として石狩湾系群人工種苗の放流試験を行なっている（中央水試事業報告書参照）。その一方で、人工種苗放流による生態系や天然集団への影響に対する評価が厳しく求められている現状から、積丹半島以南に生息するニシンの遺伝的情報を集め、天然集団への遺伝的影響が出ないように新規資源造成を行っていく必要がある。本事業では、これら天然ニシン集団の遺伝的特性を調べることを目的とした。

（２）経過の概要

本年度は表 1 に示した標本についてミトコンドリア DNA の調節領域の塩基配列を決定し、各標本の遺伝的特性を把握した。また、過去に採集された標本¹⁾や厚田以南の道南日本海で採集された標本を含めて標本間で遺伝的特性の比較を行った。

＜材料と方法＞

用いた標本を表 1 に示した。DNA の抽出は、Wizard Genomic DNA Purification Kit（プロメガ株式会社）を用い、取り扱い説明書に従って行った。PCR 反応は、10 μ L 反応系にて、10×Ex Taq Buffer（タカラバイオ株式会社）1 μ L、2.5 mM dNTP Mixture（タカラバイオ株式会社）0.8 μ L、5 μ M プライマー各 0.5 μ L、TaKaRa Ex Taq（タカラバイオ株式会社）0.05 μ L、および DNA のサンプル 10-100 ng の割合で混合して作製した。PCR の反応条件は、文献¹⁾に従った。塩基配列の決定には ABI3130 ジェネティックアナライザー（ABI 社）を用いた。

これらの結果に基づき、各標本の遺伝子多様度の算

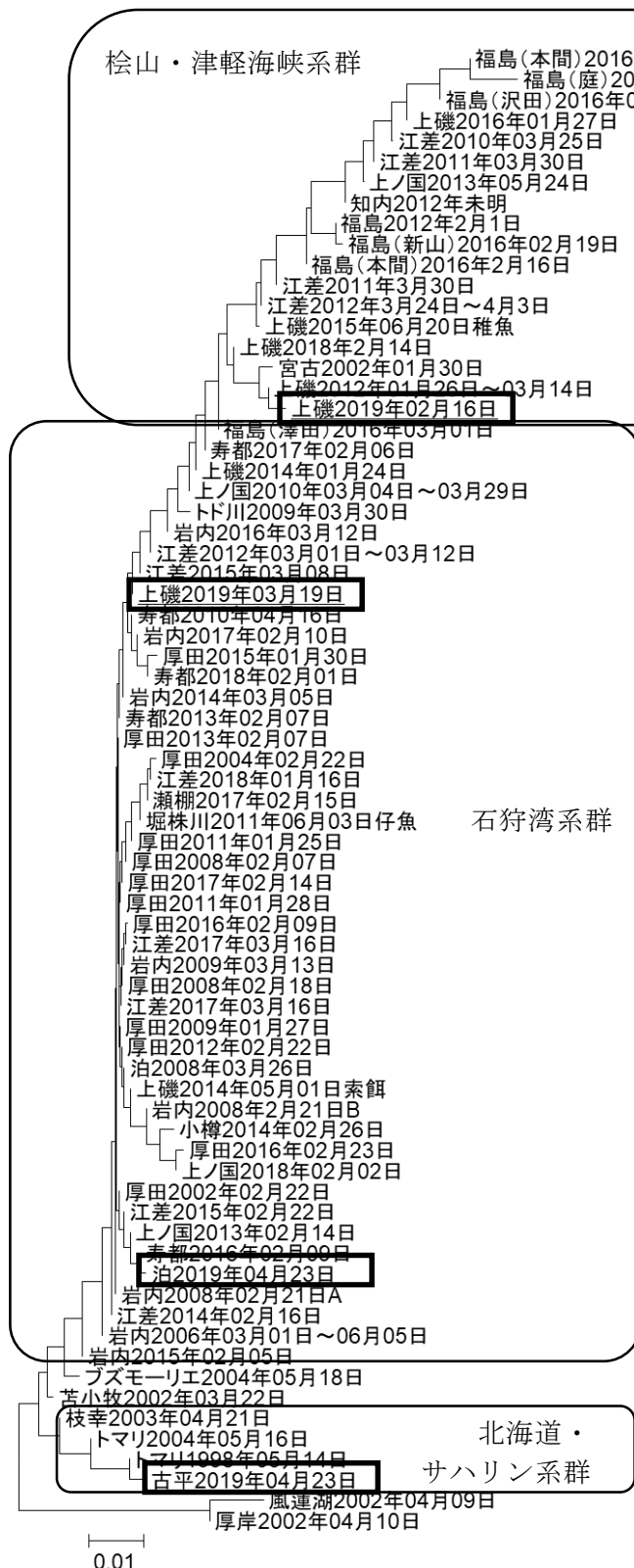
出および標本間の Pairwise- F_{ST} 値の推定、ハプロタイプ頻度を基にした標本間の正確確立検定を解析ソフトウェア ARLEQUIN version 3.1²⁾を用いて行った。また、得られた Pairwise- F_{ST} 値を基に系統樹作製ソフトウェア phylip を用いて分子系統樹を作製した。

表 1 2019 年度に解析したニシン集団と遺伝子多様度

採集地点	採集日	尾数	遺伝子多様度
上磯	2019年2月16日	30	0.7931
上磯	2019年3月19日	31	0.8903
古平	2019年4月23日	30	0.9471
泊	2019年4月23日	34	0.8841

（３）得られた結果

表 1 に示した 4 標本 125 個体から DNA を抽出し、ミトコンドリア DNA 調節領域 410bp の塩基配列を決定した。各サンプルの採集地、採集日、解析尾数および遺伝子多様度を表 1 に示した。標本間の Pairwise- F_{ST} 値を算出した結果、2019 年に古平で漁獲されたニシンは、同年の他海域で漁獲されたニシンに比べ遺伝子多様度が優位に高く、分化した群れであると考えられた（ $p < 0.05$, データ略）。過去の標本¹⁾を含めて、標本間の Pairwise- F_{ST} 値を基に分子樹状図を作成した結果を図 1 に示した。3 月 19 日の上磯および泊で漁獲されたニシンについては、過去に厚田や寿都、岩内で漁獲された集団（石狩湾系）と遺伝的に近縁であった。2 月 16 日に上磯で漁獲されたニシンは、過去に津軽海峡や桧山海域で漁獲された集団と遺伝的に近縁であった。古平で漁獲されたニシンは、過去に枝幸などで漁獲された集団（北海道・サハリン系群）と遺伝的に近縁であった。



参考文献

- 1) Shimizu, Y. and H. Takahashi : Population structure and genetic diversity in Pacific herring, *Clupea pallasii*, based on mitochondrial DNA sequence variations. *Zoological Science*, 20(12), 1615 (2003)
- 2) Excoffier, L., P. Smouse and J. Quattro : Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: Application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, 131, 479-491 (1992)

図1 遺伝子分化指数を基に構築した樹形図
 地点の右の数字は採取された年もしくは年月日を示す。
 今年度解析した系群は地点と数字を四角で囲ってある
 もの。(苫小牧2002を除く)

5 キツネメバル種苗生産の安定化に向けた繁殖制御技術開発（経常研究）

担当者 栽培技術部 川崎琢真

共同研究機関 北海道大学水産学部

協力機関 檜山地区水産技術普及指導所せたな支所

（1） 目的

キツネメバルは本道日本海海域において漁獲される高級魚であり、北海道が策定した栽培漁業基本計画では、平成31年度に40万尾を放流する技術レベルを目標としている。キツネメバルを含むソイ・メバル類は胎生という繁殖様式のため、種苗を得るには自然交尾して妊娠した天然雌を親魚として用いる場合が多く、仔魚の確保は安定していないのが現状である。そのため、栽培水産試験場では平成24年度から人工授精技術の開発に取り組み、クロソイやキツネメバルで成功している。しかし、人工授精技術開発の過程で、飼育下のキツネメバルでは雄の成熟が進まず精子がほとんど採取できないことや、外部形態による雌雄判別が困難であるという新たな課題が生じた。

この新たな課題を克服すべく、これまで予備的にホルモン投与による精子形成の促進を試み、一定の成果が得られている。また、雌雄の判別については、既知の雌特異タンパク質等を対象として侵襲度の低い生化学検査による性判別ができる可能性がある。

そこで本研究では、安定したキツネメバル種苗生産を実現するため、飼育下で人工授精により親魚を得られる技術を開発する。具体的には、人工授精に用いる精子を積極的に確保する技術とそれらを用いた人工授精、さらに、客観的に雌雄を判別できる技術の開発を目指す。

（2） 経過の概要

2019年は、2018年に人工授精を行った雌から得られた仔魚の親子鑑定を行った。さらに、血中卵黄タンパク前駆物質（以下VTG）の検出法を簡易化した。

<材料と方法>

ア 供試魚

産仔の確認および親子鑑定については、2018年に人工授精した親魚を用いた。雌雄判別技術開発には、せたな町で釣獲した天然キツネメバルおよび、試験場で飼育して過去に経産魚と確認された魚を用いた。

イ 2018年度の人工授精魚の産仔結果および親子鑑定

2018年度に人工授精した雌親魚15尾を、2019年春まで10ト

ン水槽にて飼育し、腹部が膨満した個体は個別水槽に移して産仔させた。得られた仔魚は、人工授精に由来することをマイクロサテライトマーカーを用いた解析で確認した。

ウ 生化学マーカーによる雌雄判別技術開発

試験場で飼育している経産雌魚血清と、解剖して雄と確認した天然個体から得た血清を用いて、イムノスティック（サーモフィッシャーサイエンティフィック社）を利用した簡易なVTG検出法の開発を試みた。

（3） 得られた結果

ア 供試魚

2018年度に人工授精を実施した15尾のキツネメバル雌魚のうち、13尾の腹部が膨満した。このうち5尾については、島牧村の放流用種苗生産への活用が行われ、現地にて合計で70万尾の仔魚が得られた。残りの8尾の腹部が膨満した雌からは、平均で雌1尾当たり約32万尾の仔魚が得られ、8尾から合計258万尾の仔魚が得られた。

イ 2018年度の人工授精魚の産仔結果および親子鑑定

試験場で産仔した8尾については、マイクロサテライト解析による親子鑑定を行い、全個体で人工授精により妊娠していることが明らかになった（表1）。

ウ 生化学マーカーによる雌雄判別技術開発

血中VTGの検出を簡易化するため、イムノスティックの表面に抗体を固相化し、抗原と反応させたのち、再度酵素標識抗体で挟むサンドイッチ法を開発した。開発した方法で、キツネメバルの血清の定性分析を行った結果、成熟雌血清では発色が見られ、雄血清では発色が見られないことが確認された（図1）。本方法はスティック状の道具を各種溶液に順次漬けていくだけの簡易な方法として利用可能である。

表1 2017年人工授精魚が産仔した仔魚の親子鑑定結果(抜粋)

		マイクロサテライトマーカー							
		Spi-6		Sbi-3		Sth-56		Seb-33	
個体No.		Allele 1	Allele 2	Allele 1	Allele 2	Allele 1	Allele 2	Allele 1	Allele 2
雄親の遺伝子型	mg1_01	110	118	168	172	240	294	252	262
	mg3_02	142	150	168	172	272		256	260
	mg8_02	118	138	166	168	236	268	256	258
雌親の遺伝子型	f0611_01	118	134	162	164	220	262	262	276
仔魚の遺伝子型のパターン		110	118	162	168	220	294	252	262
		118		162	166	220	272	256	276
		118	134	162	172	220	294	256	262
		118	138	164	168	220	240	258	262
		118	150	164	172	220	268	258	276
		118	142	164	166	236	262	260	262
		134	142			262	272	260	276
		134	138			262	294	262	
		134	150					262	276
雌親の遺伝子型	f0628_01	110	126	162	168	238	286	260	280
仔魚の遺伝子型のパターン		110	118	162	168	238	268	252	280
		110	138	162	172	238	272	252	260
		110	142	166	168	238	240	256	280
		110	150	168	172	238	294	256	260
		126	142			240	286	260	280
		126	150			268	286	260	262
		118	126			272	286	260	
						286	294	262	280

太字：雄親由来のアリル 並字：雌親由来のアリル 下線：両親ともに持つため由来が特定できないアリル

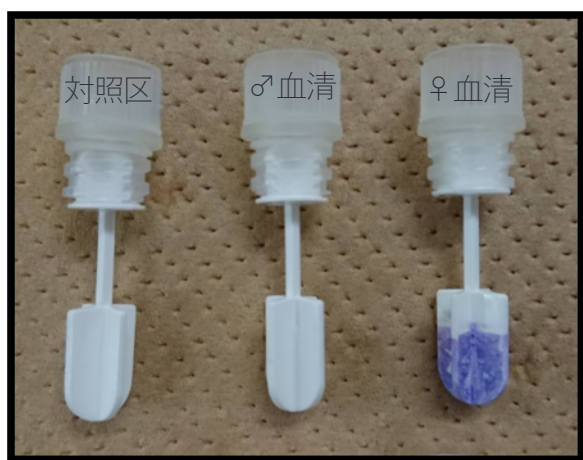


図1 イムノスティック法によるキツネメバル血中VTG検出結果

6 北海道の海水を用いた魚類養殖の技術開発と効率化に関する研究：細課題（アイナメ）（経常研究）

担当者 栽培技術部 井上 智
共同研究機関 熊本大学、滋賀県立大学
協力機関 上ノ国町

（１）目的

北海道ではサケ・マス、スケトウダラやホッケ等の天然漁獲量が近年減少を続け、2016年には86万トンで、統計開始以来、初めて100万トン割り込んだ。世界の天然魚漁獲量も1980年代後半以降頭打ちとなり、2010年は8,952万である。また、世界の養殖業生産量は、淡水魚のコイ、フナ、ティラピアや工業原料の海藻類を中心に増加が続いており、2010年には7,894万トンと天然漁獲量と拮抗する規模となっている。一方、海面の魚類養殖の占める割合は大きくないが、安定供給やトレーサビリティ及び品質面で優位性が高まっており、高度にブランド化され高値で取引されている。そのため北海道でも、商流側や加工業者から、魚介類の安定供給や履歴の明らかな特産製品の生産につなげるため、地元での魚類養殖生産増加に対する要望が挙げられている。そこで日本海漁業の振興につながる養殖事業が見込めるアイナメを研究対象とした。アイナメは東京では高値で取引されている高級魚であり、養殖という管理された環境で生産することができれば、安全で高付加価値な活魚として出荷することが可能となる。アイナメの種苗生産の効率化・安定化技術を確立させ、幼魚から出荷サイズまでの成長を追跡し、養殖に必要な飼料効率などを調査する。また、養殖中の魚の行動解析に必要な撮影手法の確立を試み、養殖の効率化・省力化システム開発につながる基礎知見を得ることを目的とする。

（２）経過の概要

室蘭産アイナメの親魚から得られた卵を人工ふ化させ、仔魚期における摂餌状況の観察を行った。

＜材料と方法＞

ア アイナメの種苗生産の安定化及び養殖適性の把握に関する研究

室蘭産のアイナメ親魚から採卵・採精し、乾導法により人工授精を行った。受精卵から孵化した仔魚 500 尾

を 500 L パンライト水槽に収容した。孵化後 1 日目の夕方に栄養強化したシオミズツボワムシ（以下ワムシ）を 0.5 個体/mL の密度となるよう給餌した。その後 3 日目までは朝方と夕方にそれぞれワムシ 1.0 個体/mL を給餌した。4 日目から 10 日目はワムシ 2.0 個体/mL とし、11 日目から 14 日目はワムシ 4.0 個体/mL とした。15 日目からは栄養強化したアルテミア（以下アルテミア）を朝方に 0.2 個体/mL、夕方にワムシ 4.0 個体/mL を給餌し、孵化後 19 日目まで飼育した。毎朝の給餌前には生クロレラを添加した。孵化後 4 日目から、朝方の給餌後 30 分から 1 時間にサンプリングを行い、消化管内容物に含まれる餌料の数を調べた。

孵化後 14 日目の仔魚について、ワムシの消化状況を調べるため、ワムシ 10 個体/mL 以上の過剰量を給餌した。給餌開始から 7 時間後まで 1 時間ごとに仔魚をサンプリングしてワムシの消化状況を観察した。給餌 1 時間後と 2 時間後では摂餌量に変化が見られなかったため、給餌 2 時間後以降は仔魚をワムシの含まれない水槽に移し新たな摂餌を行わないようにした。

（３）得られた結果

ア アイナメの種苗生産の安定化及び養殖適性の把握に関する研究

アイナメ仔魚 1 尾あたりが摂餌した餌料の個体数と日齢の関係を図 1 に示した。孵化後 6 日目から摂餌する個体が表れた。摂餌量は日数と共に量が増え、14 日目には 1 尾あたり 22 個体のワムシを摂餌し、多い個体の摂餌数は 58 個体であった。15 日目からアルテミアの給餌を行うと、初日から 1 尾あたり 11 個体のアルテミアを摂餌していた。しかし、その後日を追うごとに摂餌数は減少し、生残率も減少していった。これは水質の悪化や、急に餌料を変えたため消化器系の適応が間に合わなかったなどの可能性が考えられた。次に全長と摂餌量の関係を見ると正の相関はあるが、日齢ほどの関係性はなく、仔魚に対する給餌量の算定には孵化してからの日数を用いた方がよいことが判明した（図 2）。

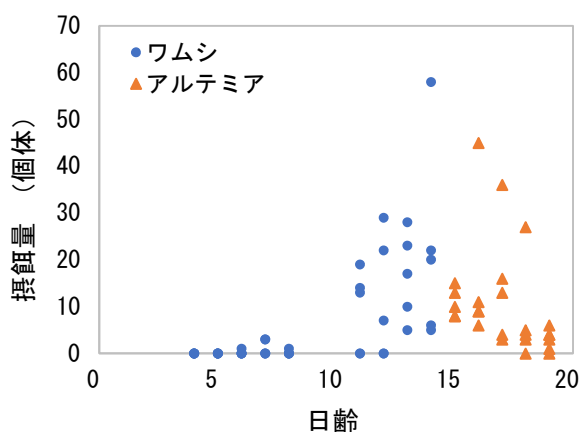


図 1 アイナメ仔魚の日齢に対する餌料の摂餌量

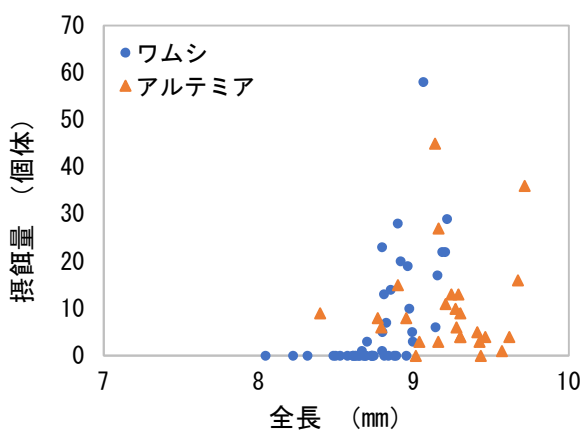


図 2 アイナメ仔魚の全長に対する餌料の摂餌量

孵化後 14 日目の仔魚の消化管内を調べると前回給餌より 21 時間後で多少のワムシの未消化卵が観測された (図 3a)。過剰量の給餌 1 時間後には消化管内部はワムシで満たされていた。この時点では生存しているワムシもあり、摂餌後間もないことが分かった (図 3b)。給餌 2 時間後から摂餌数に変化は見られず、ワムシ内部の有色部は薄くなり消化が進んでいた (図 3b-3c, 矢印)。給餌 3 時間後から 6 時間後にかけて消化され (図 3d-3g)、給餌 7 時間後にはワムシの多くが粉碎され糞として凝集しはじめていた (図 3h)。この結果から、海水のかけ流し飼育を行う場合には少なくとも 1 時間は餌が滞留している環境にする必要がある。また、給餌間隔は 7 時間以上開けて給餌することで胃内部に空気ができ、効率的に摂餌できると推測できた。

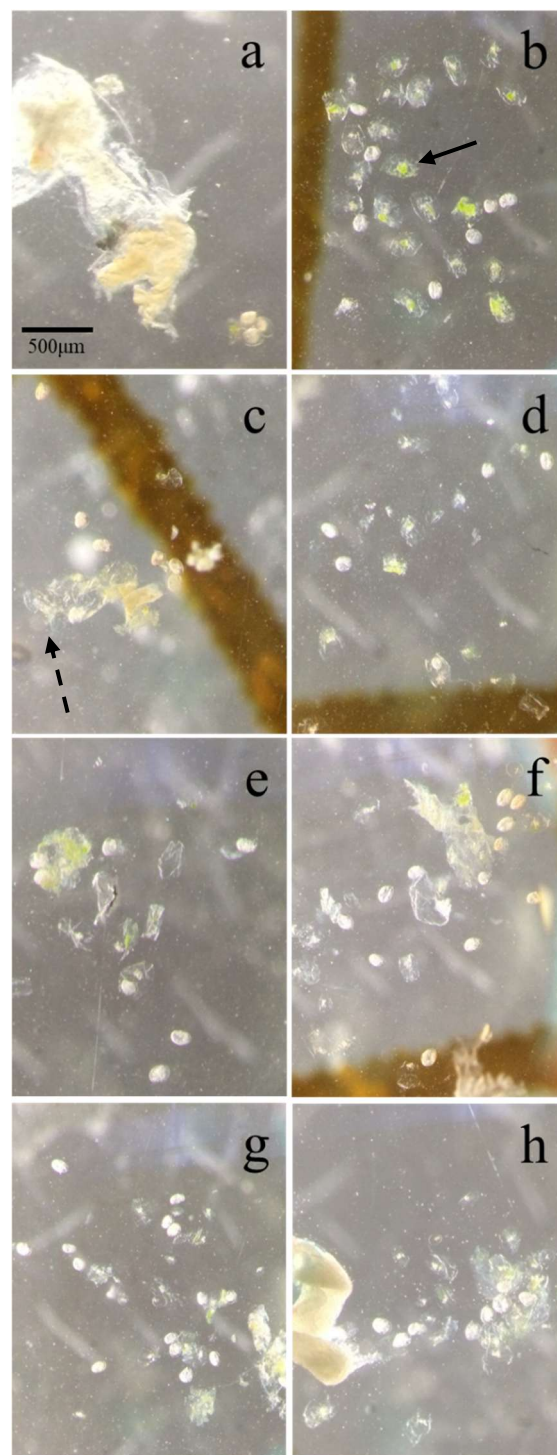


図 3 ワムシ摂餌後のアイナメ消化管内容物の経時変化
a: 給餌直後, b: 給餌 1 時間後, c: 給餌 2 時間後, d: 給餌 3 時間後, e: 給餌 4 時間後, f: 給餌 5 時間後, g: 給餌 6 時間後, h: 給餌 7 時間後, 実線矢印: 有色部のあるワムシ, 破線矢印: 有色部の薄いワムシ

7. 天塩川パンケ沼のシジミ資源回復対策研究（一般共同研究）

担当者 栽培技術部 高嶋信一

（１） 目的

ヤマトシジミは、重要な内水面の漁獲対象種であり、天塩川水系においては地域の主要な特産品である。しかし、本水系ではかつて主漁場だったパンケ沼で特に資源の減少が著しく、生息環境のモニタリングとともに覆砂などの環境修復が実施されている。しかし、自然再生産のみでの漁獲量の維持は困難と想定されており、人工種苗による資源造成が必須となった。これまで、種苗生産および中間育成に関して技術開発が進められてきた。今後、これらの技術を用いて覆砂漁場を有効活用させるためには、採算性を考慮した技術改良が求められている。そこで、本研究では現地における人工種苗生産施設などの検討に資するための、効率的かつ大量に生産するための技術改良を行う。

（２） 経過の概要

2019年7月に天塩川で採集した母貝を栽培水試に搬入した。8月に産卵誘発を行い、得られたD型幼生を用いて種苗生産を行った。餌代削減のために、殻長0.5mmの稚貝を用いてコーンスターチ（以下Cs）と濃縮キートセラス・グラシリス（以下Cg）の混合給餌に関する試験を行った。また、低水温期における塩分濃度が稚貝の生残に与える影響について飼育実験を行った。

＜材料と方法＞

ア シジミ稚貝への混合給餌試験

2019年10月18日に、平均殻長 0.49 ± 0.04 mmのシジミ稚貝を10スチロール水槽5個にそれぞれ100個体収容し、CgとCsの混合給餌に関する試験を行った。試験区は、Cgを単独給餌するCg区、単独給餌のCgの量のうち1/3をCsに替えた2Cg:Cg区、1/2をCsに替えたCg:Cs区、2/3をCsに替えたCg:2Cs区、CgをすべてCsに替えたCs区の5区を設けた。給餌するCsは2gの粉末を100mlの水道水で攪拌したものをを用いた。各試験区には表1に示した量を給餌し、水温22℃の止水条件で60日間飼育した。

イ 低水温時に塩分濃度が稚貝の生残に与える影響について

2018年2月5日に、10スチロール水槽2個に平均殻長 0.66 ± 0.06 mmの稚貝をそれぞれ50個体収容し、1℃

表1 混合給餌試験における各試験区への給餌量

試験区	1～30日目の給餌量(ml)		31～60日目の給餌量(ml)	
	Cg	Cs ^{*1}	Cg	Cs
Cg	1.2	—	1.8	—
2Cg:Cs	0.8	1.3	1.2	2
Cg:Cs	0.6	2	0.9	3
Cg:2Cs	0.4	2.7	0.6	4
Cs	—	4	—	6

*1:Csは2gの粉末を100mlの水道水で攪拌したもの

のインキュベーター内で60日間飼育し、生残の推移を調べた。試験区は、1psu区と2psu区を設けた。給餌として2mlのCgを2日に1回に行い、7日ごとに飼育水を全換水し、その時に稚貝の生残数を調べた。

（３） 得られた結果と考察

ア シジミ稚貝への混合給餌試験

図1に各試験区のシジミ稚貝の平均殻長の推移を示した。Cg区は他の試験区より大きく(Turky, $p < 0.05$)、Cs区はCg:2Cs区を除き、他の試験区より小さかった(Turky, $p < 0.05$)。また、Cg:2Cs区は2Cg:Cs区より小さかった(Turky, $p < 0.05$)。生残率は、すべての試験区で71～80%の範囲にあった。これらのことから、Csの量が多くなるほど成長は悪くなるが、生残率は大きく変わらないことが明らかになった。

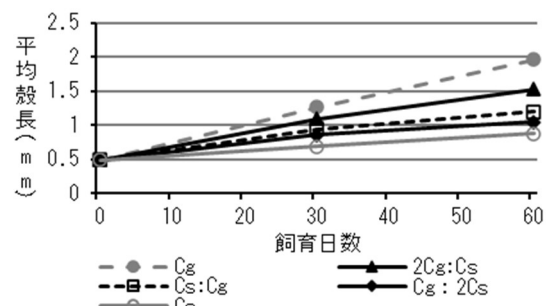


図1 混合給餌したシジミ稚貝の殻長の推移

イ 低水温時に塩分濃度が稚貝の生残に与える影響について

試験結果を表2に示した。両試験区とも、試験期間中に成長はみられなかった。生残個体と死亡個体の殻長を比べると、塩分濃度に関係なく0.7mm台の稚貝の死亡が少なかった(図3)。生残率は、78%と84%で差はなく、1psu以上の塩分濃度があれば、水温が1℃でも大きな減耗にならないと考えられた。

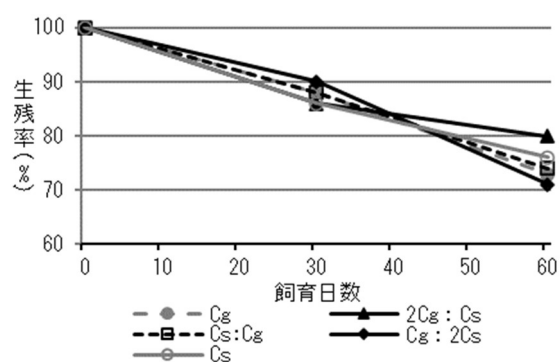


図2 混合給餌したシジミ稚貝の生残率の推移

表2 低水温での低塩分耐性試験の結果

塩分濃度 (psu)	供試個体数 (個体)	開始時殻長 (mm±SD)	終了時殻長 (mm±SD)	生残率 (%)
			生残個体 死亡個体	
1	50	0.66±0.06	0.67±0.06 0.65±0.07	84
2	50	0.66±0.06	0.68±0.06 0.65±0.06	78

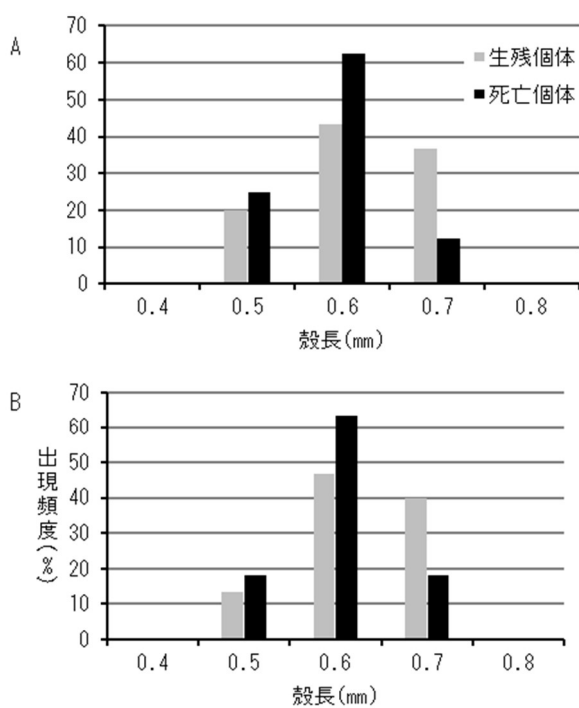


図3 低塩分耐性試験における生残個体と死亡個体の殻長組成
A:1psu区 B:2psu区

8. 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化モニタリング試験（受託研究）

8. 1 ホタテガイ卵質評価およびへい死要因に関する試験

担当者 栽培技術部 高畠信一・金田友紀

（1）目的

噴火湾のホタテガイ養殖は地場で採苗できることが大きな利点である。しかし、最近15年で5回（1992, 1993, 1998, 1999, 2000年）の採苗不良年があり、種苗の確保などで漁業者の負担が増している。採苗不良の要因としては、産卵や幼生の分布などに直接的に関係する水温、流れなどの海洋環境とともに親貝の成熟状況および卵質が問われている。本試験研究事業の中で、函館水試調査研究部では、産卵母貝の卵質について、主に卵巣卵質の組織学的な評価を行っている。一方、当栽培水試栽培技術部では、室内でホタテガイ2年貝の産卵誘発を行い、得られた卵の発生過程を観察することにより、年による卵質の差があるかを明らかにする。

また、2015年以降は養殖ホタテガイのへい死が発生している。その要因の解明およびへい死軽減技術の開発のため、産卵および人為的ストレスがホタテガイの生残に与える影響について検討する。

（2）経過の概要

豊浦地先で耳吊り養成されたホタテガイ2年貝の産卵誘発手により産出された卵およびふ化したD型幼生を観察した。また、産卵誘発に対する応答率、産出卵数、受精率およびD型幼生への移行率などを求め、比較検討した。また、耳吊貝（1年貝）の斃死要因を解明するため、産卵回数がその後の生残にどの程度影響するか検討した。

<材料と方法>

ア 親貝および産卵誘発

産卵誘発に用いたホタテガイは、豊浦地先で耳吊り養成された2年貝である。産卵期直前の3月に当試験場に搬入し、貝殻表面の付着生物を除去した。その後、2.5m³FRP水槽1基に収容し、一次ろ過海水を掛け流して飼育した。

試験に用いたホタテガイの殻長と重量はそれぞれ110.2±7.6mmおよび153.0±22.1gであった。

産卵誘発には水温刺激と紫外線照射海水を併用した。20Lスチロール水槽にホタテガイを個別に収容し、精密濾過機（0.45μm セラミックフィルター）で濾過した海水を飼育水温より5℃昇温し、紫外線殺菌装置を通した後、各水槽に微注水して産卵誘発を行った。誘発時間は最長5時間とした。

イ 卵質に関する試験

産卵誘発により卵が得られた場合は、水槽内の卵密度が均一になるように攪拌しながら卵を採取し、産出卵数のサンプル（未受精卵観察用サンプル）とした。

放精がみられた水槽のうち、2〜3個体分の精子懸濁液を計500ml採取して産卵が見られた水槽へ加えることで媒精した。受精後、デカンテーション（静置し、卵が沈んだ後、上澄みを捨てる操作）を3回繰り返す、余分な精子などを洗い流し、受精卵観察用に卵をネジ口瓶（20ml容量）に採取した（受精卵観察用サンプル）。また、幼生観察用に受精卵を海水100ml入りの腰高シャーレに移し、8℃に設定したインキュベーター内で14日間飼育管理した（幼生観察用サンプル）。

よく攪拌した未受精卵および受精卵観察用サンプルから0.2mlをマイクロピペットで採取し、罫線入り計数板を用いて生物顕微鏡で産出卵数および受精率を計数して求めた。幼生観察用サンプルについては、4日後および14日後によく攪拌した腰高シャーレから1mlをマイクロピペットで採取し、罫線入り計数板を用いて生物顕微鏡で計数し、D型幼生への移行率および無給餌生残率を求めた。なお、結果については平均値±標準偏差で示した。

ウ 耳吊貝のへい死要因解明試験

耳吊り用稚貝（1年貝）が産卵によりどの程度活力が低下するか調べるために、産卵回数別の無給餌飼育試験を行った。3月下旬から耳吊り用1年貝を2.5m³FRP角型水槽に収容し、濾過海水をかけ流して1日1回パブロバまたは珪藻類を給餌して飼育した。産卵誘発は、産卵回数を1回とした個体は4月に、2回とした個体は4月と5月に行っ

た。産卵させた稚貝を産卵回数および雌雄別にタマネギ袋に12個体ずつ入れて、2.5m³FRP角型水槽に収容し、5月17日から7月5日までの50日間無給餌で飼育した。生死の観察は毎日行い、刺激に対して貝殻を閉じない個体を死亡と判断した。

(3) 得られた結果と考察

ア 産卵誘発応答率

3月26日から5月17日までに6回の産卵誘発を行った。応答個体は、雌雄ともに3月26日からみられた(図1)。4月15日以降の応答率は、雌雄ともに100%であった。

これらのことから、今年度の2年貝は3月下旬から産卵期が始まり、4月中旬から産卵盛期になったと考えられた。

イ 卵質に関する試験

1個体あたりの産出卵数は、4月5日までは1,000万粒未満と少なかったが、日数の経過とともに多くなり、5月7日以降は2,800万粒以上になった(図2)。

受精率は、応答したすべての日で95%以上の値で推移したが、日数の経過とともに低下する傾向がみられた。(図3)。

D型幼生への移行率は、すべての誘発日で65~74%の範囲で推移し、低下傾向はみられなかった(図4)。

無給餌で受精から14日後まで飼育したD型幼生の生残率は、3月25日は30.2%であったが、4月15日には55.4%まで上昇した。その後は日数の経過とともに低下傾向になり、5月17日は21.3%であった(図5)。

今年度の卵質は、すべての産卵誘発日のD型幼生移行率が60%以上で推移し、無給餌生残率も5月17日を除き30%以上で推移したことから、問題はなかったと考えられた。

ウ 耳吊貝のへい死要因説明試験

試験期間中の飼育水温は、6.1~13.6℃で推移した(図6)。飼育16日目から死亡個体が観察されたが、飼育30日目まではすべての試験区で80%以上の生残率であった。それ以降は日数の経過とともに産卵回数が多い試験区ほど死亡数が多くなり、試験終了時の生残率は、産卵回数2回の雄では33.3%、雌では16.7%まで低下した(図7)。このことから、産卵回数が多い個体ほど、活力が低下していると考えられた。

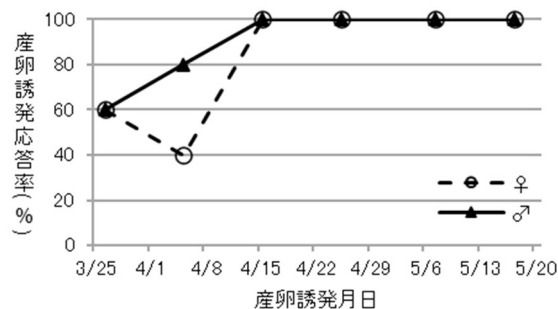


図1 ホタテガイ2年貝の産卵誘発応答率の推移

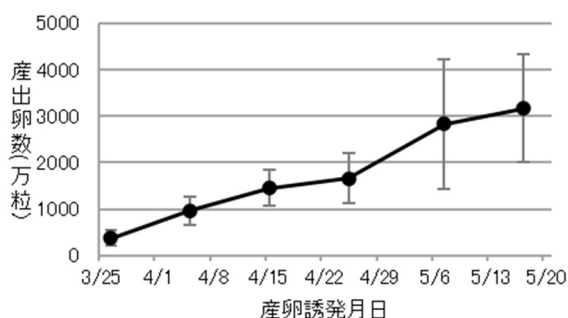


図2 ホタテガイ2年貝の産出卵数の推移

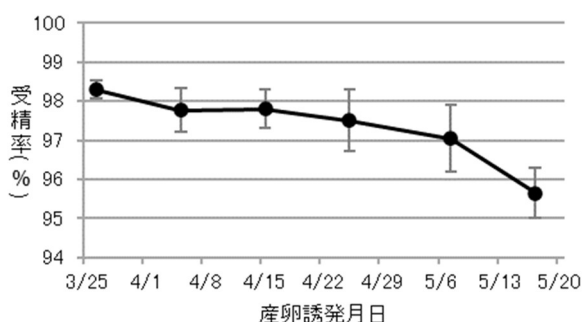


図3 ホタテガイ2年貝の受精率の推移

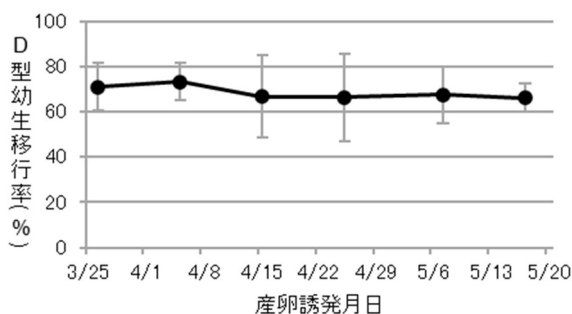


図4 2年貝から得られた受精卵のD型幼生移行率

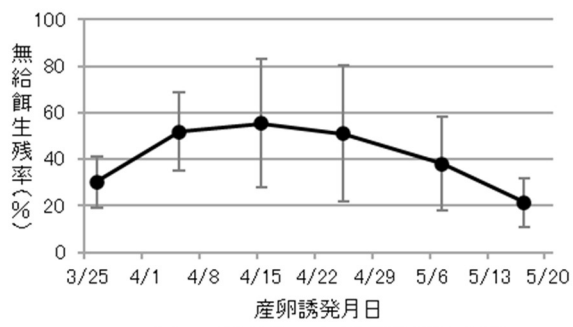


図5 D型幼生の無給餌生存率推移

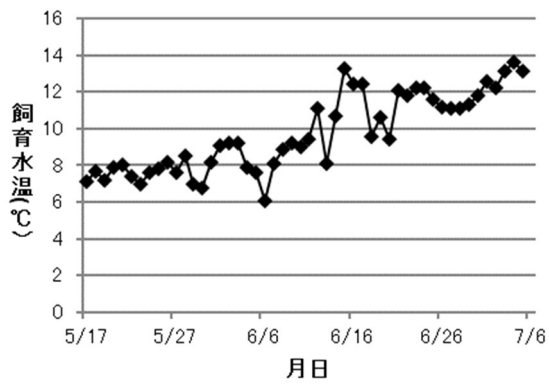


図6 無給餌試験中の飼育水温の推移

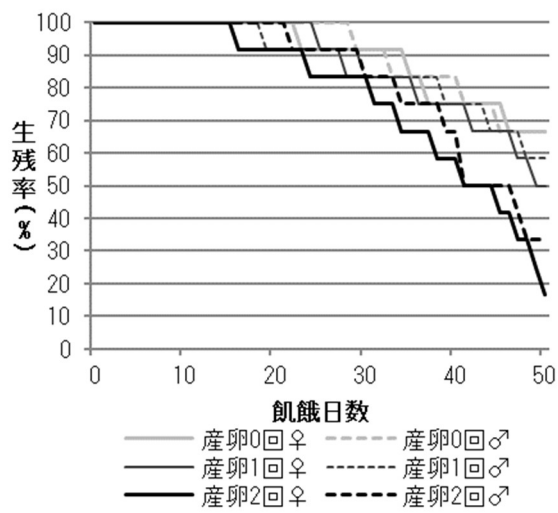


図7 無給餌飼育中の生存率の推移

8. 2 ホタテガイ稚貝の付着力に関する試験

担当者 栽培技術部 金田友紀・高島信一

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖は地場で採苗できることが大きな利点である。しかし、最近 15 年で 5 回 (1992, 1993, 1998, 1999, 2000 年) の採苗不良年があり、種苗の確保などで漁業者の負担が増している。採苗不良の要因としては、産卵や幼生の分布などに直接的に関係する水温、流れなどの海洋環境とともに親貝の成熟状況および卵質が問われている。本試験研究事業の中で、函館水試調査研究部では、産卵母貝の卵質について、主に卵巣卵質の組織学的な評価を行っている。一方、当栽培水試栽培技術部では、室内でホタテガイ 2 年貝の産卵誘発を行い、得られた卵について、その発生過程を観察することにより、年による卵質の差があるかを明らかにする。

また、稚貝は足糸によって養殖籠内の網地に付着しているが、流動や籠の振動により剥離することがある。足糸が切断されるほどの外力は稚貝の活力に影響を与える可能性がある。そこで、付着している稚貝がどの程度の外力で剥離するかを把握するため、流動水槽を用いて実験を行った。

(2) 経過の概要

ア 稚貝剥離実験

2019 年 9 月、いぶり噴火湾漁業協同組合のホタテガイ仮分散作業時にホタテガイ稚貝の提供を受け、これを栽培水産試験場飼育棟内の 100 L 円形水槽に収容した。剥離実験に用いるまで毎日、キートセラスを給餌し、稚貝を流水飼育した。実験に用いた稚貝の付着基材は 5 mm 目合いのトリカルネットである。これを、流動水槽に設置するための縦 35 cm、横 27 cm の 2 枚の塩ビ板フレーム (中央部分を縦 30 cm、横 22 cm の大きさで切り抜いた) で挟み、ステンレス製のボルトとナットで綴じ合わせた。このフレームを、15℃に調温した濾過海水を満たした予備水槽の底部に伏せた状態で静置し、ここに円形水槽から取り出した 20 から 30 個の稚貝を散布した。予備水槽も 100 L 円形水槽と同様、海水を掛け流し、キートセラスを給餌した。稚貝の

散布から 1 日経過後、フレームを静かに立てて付着していない稚貝をふるい落とし、稚貝が付着したままのフレームを 15℃に調温した濾過海水で満たした流動水槽内の架台に固定した。実験時の流動は一方向流で、フレームの平面は流れの向きに対し垂直とし、稚貝の付着している面を流れの下流側とした。流速を 10-100 cm/s の間の 13 段階に設定し、低速度から順に、各流速を 10 分間作動させた。この間に剥離した稚貝は 10 分間の作動終了後に回収し、殻長の計測を行った。付着し続けた場合は、次の段階の流速を作動させた。稚貝は足糸で基材に付着しており、剥離した時の流速値を用いて、次式から得られる流体抗力 F を足糸の破断力とした。

$$F = 0.5Cd\rho AU^2$$

ここに、 Cd は抗力係数、 ρ は海水密度、 A は稚貝の射影面積および U は流速値である。射影面積とは流れの向きに対して垂直方向の断面積である。

事前に、水槽実験に用いなかった稚貝を写真撮影し、これをパソコン上での画像解析から殻長と断面積を求め、次の関係式を得た。

$$A = (0.132 + 0.024\sin^2 \theta) SL^2$$

ここに θ はホタテガイの殻長方向の法線が流れの向きと交わる角度、 SL は殻長である。

瀬戸ら¹⁾によるホタテガイの流動抵抗の実験から、 Cd はレイノルズ数 Re に依存して変化するとされ、瀬戸らの論文のグラフから値を読み取って次の推定式を得た。

$$Cd = -0.00084Re + 13.5592 \quad (Re < 13\,000)$$

Re は次式から求めた。

$$Re = lU/\nu$$

ここに、 l は代用長さ (ホタテガイの殻長)、 ν は海水の動粘性係数 (水温 15℃ のとき 1.09×10^{-6}) である。

(3) 得られた結果

ア 稚貝剥離実験

剥離実験に用いた稚貝の殻長組成を図 1 に示した。個体数は 34 個で、殻長範囲は 8.0-14.7 mm であり、平均殻長

± SD は 11.9 ± 1.7 mm であった。

後述するとおり、稚貝の付着状況は様々であったため、本実験において剥離時の θ 値を把握することは困難であった。しかし、例えば殻長 11.9 mm の個体で θ が 0° – 50° であるとき、 A のとる範囲は 18.7–19.3 mm² となり、 θ の変動による投射面積の変動幅は 3% 程度と小さい。このことから、投射面積を $\theta = 0^\circ$ として推定した。剥離時の流速値を基とした足糸破断力と投射面積の関係を図 2 に示した。足糸破断力は 0.001–0.042 N の範囲で、投射面積は 7.78–26.91 mm² の範囲で、ともにばらつきが大きく、足糸破断力と投射面積との間に相関関係はみられなかった。

流速値ごとの剥離個体数を累積相対度数として図 3 に示した。累積相対度数にはロジスティック曲線を当てはめた。このロジスティック曲線について、相対度数が 0.5 となるときの流速値を逆算すると 54.3 cm/s という値が得られた。実際の養殖現場においては、稚貝はさまざまな状況で付着していると考えられ、稚貝に流速 54.3 cm/s という流れが作用すると、全体の 50% が剥離する可能性が示された。

実験時のホタテガイ稚貝の付着状況の模式図を図 4 に示した。このように、付着状況はさまざまであり、足糸破断力のばらつきは、単純に足糸だけで殻体を支持していたのではなく、さまざまな外力が働いたことによると推察された。

(4) 参考文献

- 1) 瀬戸雅文・櫻井 泉・吉澤 裕・巻口範人・梨本勝昭 (1998) 波浪に伴うホタテガイの移動分散に関する研究. 海岸工学論文集, 45, 1146–1150.

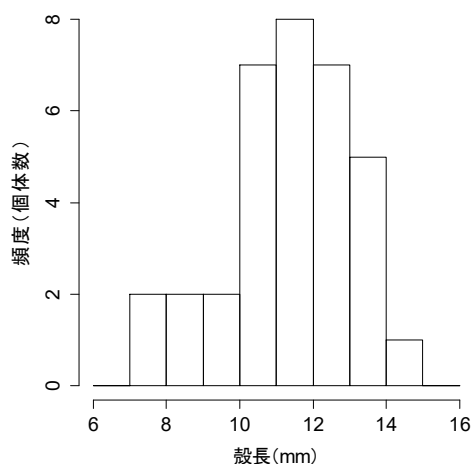


図 1 実験個体の殻長組成

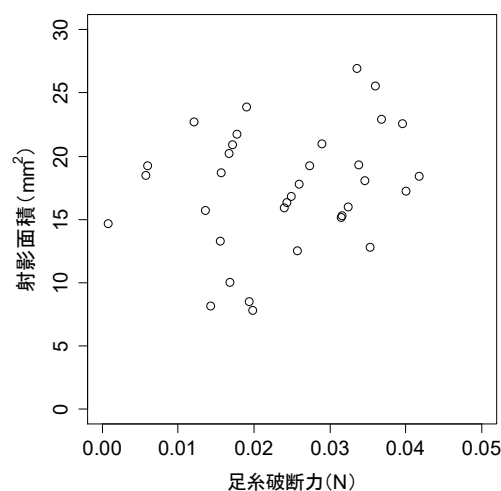


図 2 足糸破断力と射影面積の関係

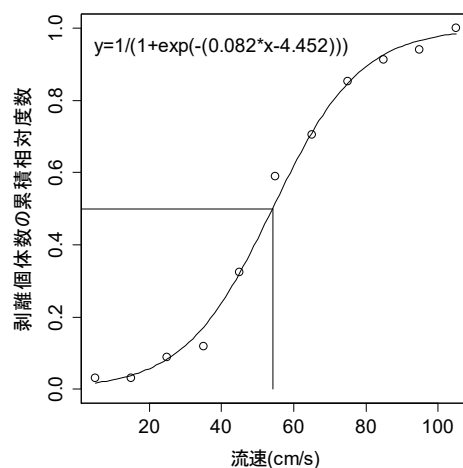


図 3 流速値ごとの剥離個体数の累積相対度数

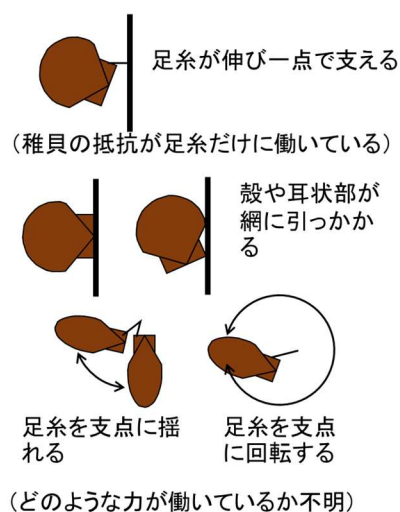


図 4 一様流下における稚貝の付着状況の模式図

8. 3 ホタテガイ幼生発生調査における軽労力化

担当者 栽培技術部 川崎琢真・井上 智, 調査研究部 三坂尚之
共同研究機関 胆振水産技術普及指導所・熊本大学・滋賀県立大学
協力機関 胆振噴火湾漁業共同組合, 室蘭漁業共同組合

(1) 目的

ホタテガイ種苗はすべて天然採苗に依存している。採苗安定化を図るために浮遊幼生のモニタリング調査が各地で実施され、結果が採苗情報として発信されている。海中のホタテガイ幼生を採取する際、様々な二枚貝の幼生も採取されてしまうことから、これまで栽培水産試験場では免疫染色技術を活用してホタテガイ幼生の染色を可能にしてきた。このホタテガイ幼生免疫染色技術は、すでに全道に普及がなされているが、調査自体での測定作業時間軽減、設備老朽化対策など課題は山積している。

そこで本研究では、ホタテガイ幼生発生量調査における作業の軽労力化を目的とし、以下の研究に取り組んだ。

(2) 経過の概要

2019 年度は、ラーバ調査用サンプルからの二枚貝幼生の選別方法の改良およびスマートフォン画像からソフトウェアを用いて幼生のサイズを測定する方法の検討を行った。

<材料と方法>

ア ラーバ調査用プランクトンサンプルからの二枚貝幼生の選別方法の改良

噴火湾で採取した天然プランクトン試料を用いて、ホタテガイ幼生を含む二枚貝幼生の選別方法の改良を目的とし、複数の砂糖濃度の水と海水の比重差を利用した分離法（比重分離法）を開発した。また、従来法と比重分離法を用いて二枚貝幼生の選別に要する時間を測定した。

イ スマートフォン画像からソフトウェアによりホタテガイ幼生の大きさを測る方法の検証

噴火湾で採取した天然プランクトン試料を用い、免疫染色により赤色に染色した。染色されたホタテガイ幼生を 100 個採取し、各個体について万能投影機での

殻長計測と、スマートフォンによる顕微鏡画像撮影を行った。スマートフォンにより撮影した画像から TouchDeMeasure ソフトウェア¹⁾（幼生計測モード）を用いて殻長を計測し、万能投影機での計測結果との差を比較した。

ウ ホタテガイ幼生計測作業時間の比較

免疫染色した天然二枚貝サンプルを、万能投影機とソフトウェアでそれぞれ計測を行い、計測時間を比較した。2つの方法で、3名が3サンプルについて殻長計測に要する時間を調べた。

(3) 得られた結果と考察

ア ラーバ調査用プランクトンサンプルからの二枚貝幼生の選別方法の改良

比重を利用した二枚貝幼生比重分離法を開発した結果、殻を持ち比重が重い二枚貝幼生等と、コペポダや植物プランクトンなどの比重の軽いものを効率的に分離できることが明らかになった（図 1）。一方、泥の粒子等比重の重いものは本方法では二枚貝サンプルに混入してしまうが、この点は従来法でも同様であった。

従来の自然沈降および上澄みの除去による選別法と、開発した比重分離法で二枚貝サンプルの選別に要する時間を比較した結果、比重分離法は従来法に比べ、1サンプル当たり平均で 4 分程度早く作業が終了することが明らかになった（図 2）。新しい方法は、複数標本を同時に作業することも可能であることから、調査点数が多い場合ほど、時間短縮効果が大きくなると考えられる。



図1 密度差を利用した二枚貝幼生選別技術の様子

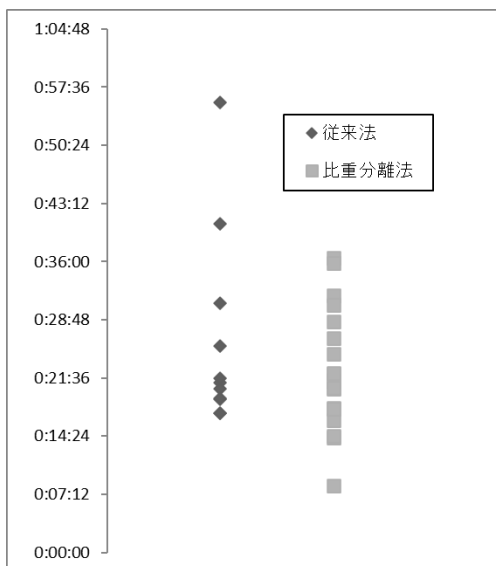


図2 従来法と比重分離法による二枚貝サンプル選別に要する作業時間

イ スマートフォン画像からソフトウェアによりホタテガイ幼生の大きさを測る方法の検証

天然二枚貝幼生サンプルから、免疫染色により染色されたホタテガイ幼生を万能投影機で殻長測定し、同一個体をソフトウェアで再度計測した結果、若干の測定結果のばらつきは見られるものの、概ね万能投影機と同様の結果が得られることが明らかになった。また、

万能投影機測定で得られた殻長組成とソフトウェア計測で得られた殻長組成の間に、有意な差は見られなかった(図3)。このことから、万能投影機が故障等した場合に、ソフトウェア計測で代替できると考えられた。

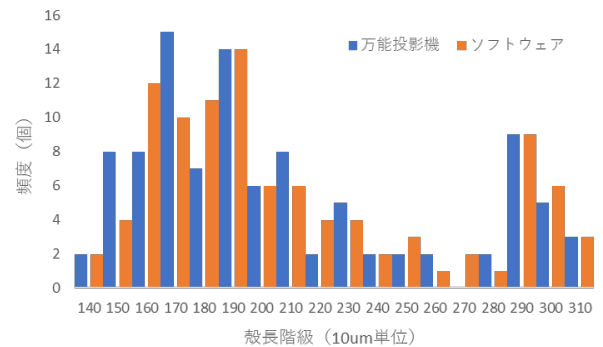


図3 万能投影機とソフトウェア双方で得られる殻長組成の比較 (Kolmogorov-Smirnov test 有意差なし)

ウ ホタテガイ幼生計測作業時間の比較

従来法である万能投影機でのホタテガイ幼生の殻長さ測定と、ソフトウェアでの測定について作業時間を比較した結果、両方法での作業時間に有意な差は見られなかった(図4)。このことから、ソフトウェアを用いた殻長計測は、現行の万能投影機を用いた方法の代替として用いた場合の作業負担は大きくないと考えられた。

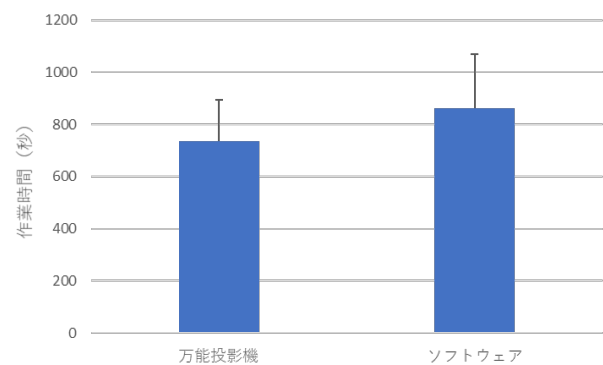


図4 万能投影機とソフトウェアでの幼生の殻長計測作業時間の比較 (Tukey-Kramer 法 有意差なし)

(4) 参考文献

- 1) 榎本洗一郎, 戸田真志, 清水洋平, 宮崎義弘, 吉田真也: “水産資源管理のためのユーザ支援型画像計測システムの提案”, 動的画像処理実利用化ワークショップ (DIA2015), 4 pages in CD-ROM (2015.3)

9. 網走海域におけるホッキガイ資源増大技術の開発（受託研究）

担当者 栽培技術部 高嶋信一

（１） 目的

網走海域において、ホッキガイは二枚貝類の中でホタテガイに次ぐ重要な漁業資源である。しかしながら、平成 15 年に 2,980 トンであった資源量は年々減少し、平成 25 年には 1,303 トンまで落ち込んでいる。このような状況の中、着業制限や漁獲サイズ規制並びに漁獲許容量のさらなる制限を行っているが、稚貝の卓越発生はなく、資源回復の兆しがみられていない。そのため、人工種苗を利用した資源増殖への要望が高まってきている。

北海道におけるホッキガイの人工種苗生産及び中間育成は、平成 8 年まで道立栽培漁業総合センターで技術開発が行われ、ほぼ技術確立された平成 9 年に休止された。その後、濃縮餌料の開発や他種での飼育技術の改良などにより、簡易的かつ効率的な二枚貝種苗生産技術が開発されている。これらの技術をホッキガイ種苗生産に導入し、網走にある簡易な飼育施設でも種苗生産が可能な技術を開発する。また、流水が接岸する網走海域に適した中間育成技術を開発する。

（２） 経過の概要

2018 年 11 月と 2019 年 4 月に網走よりホッキガイ母貝を搬入し、水温の昇温による早期試験を行った。また、早期採卵により気温の低い時期に幼生飼育をすることになるため、浮遊幼生期の飼育水温を昨年を引き続き 16℃で行った。

<材料と方法>

ア 長期間飼育による早期採卵試験

2018 年 11 月 28 日に網走から届いたホッキガイを 20cm の厚さに砂を敷いたコンテナ 6 個に各 5 個体収容した。0.5m³ 角型 FRP 水槽 1 基に 6 個のコンテナを入れ、当场で培養したパブロバ・ルセリ（以下パブロバ）または濃縮キートセラス・グラシリス（以下濃縮キート）を 2 日に 1 回給餌して自然海水を掛け流して飼育した。2019 年 1 月 15 日に 0.5 m³ 角型 FRP 水槽 2 基にホッキガイ親貝が入ったコンテナを 3 個ずつ収容し、10℃または 12℃の海水をかけ流して飼育した。餌料には、パブロバ・ルセリと濃縮キートを毎日給餌した。産卵誘発は、3 月 25 日から 5 月 6 日までに最大 7 回行った。

イ 短期間飼育による早期採卵試験

2019 年 4 月 23 日に網走から届いたホッキガイを 20cm の厚さに砂を敷いたコンテナ 6 個に各 5 個体収容した。0.5 m³ 角型 FRP 水槽 2 基にコンテナを 2 個および 4 個収容し、コンテナを 2 個収容した水槽には自然海水、4 個収容した水槽には 12℃の海水をかけ流して飼育した。餌料には、パブロバと濃縮キートを毎日給餌した。産卵誘発は、5 月 21 日から 7 月 7 日までに 3 回行った。

ウ 浮遊幼生期における飼育水温の検討

2019 年 5 月 21 日の採卵から得られた D 型幼生を、1m³FRP 円形水槽 1 基に 3 個体／ml ずつ収容し、16℃で着底期まで止水条件で飼育した。餌料には、濃縮キートセラス・グラシリスを用い、成長に応じて 3,000 細胞／ml から 10,000 細胞／ml を給餌した。また、4 日から 5 日間隔で飼育水を全換水し、チタンヒータにより水温管理を行った。

エ 稚貝飼育

2019 年 6 月 11 日に、殻長 $245.0 \pm 16.0 \mu\text{m}$ の着底期幼生を 2.5m³FRP 角型水槽 2 基にそれぞれ 50 万個体（10 個体/cm²）を収容し、パブロバと濃縮キートを給餌して飼育した。飼育途中の 8 月 27 日に 2mm のふるいで選別を行い、ふるいに残った稚貝と抜けた稚貝をそれぞれ 2.5m³FRP 角型水槽に収容して飼育した。

7 月 6 日に殻長 $245.8 \pm 13.4 \mu\text{m}$ の着底期幼生を 2.5m³FRP 角型水槽 1 基に 50 万個体を収容し、パブロバと濃縮キートを給餌して飼育した。

（３）得られた結果と考察

ア 長期飼育による早期採卵試験

10℃で飼育していた親貝の産卵誘発結果を表 1 に、12℃で飼育していた親貝の産卵誘発結果を表 2 に示した。10℃および 12℃で飼育した親貝を産卵誘発したが、反応する個体はみられなかった。4 月 23 日の産卵誘発後に 10℃および 12℃で飼育していた個体を解剖したところ、雄では生殖巣を傷つけると精子が滲みだしてきたことから、雄には成熟した個体がいたと考えられた。産卵誘発を 12～16 日間隔で最大 3 回行ったが、誘発間隔が短かったため温度刺激の効果が薄れて、応答しなかったと考えられた。

表1 10℃で飼育したホッキガイの産卵誘発の結果

月日	個体数	反応個体数		誘発応答率 (%)	備考
		♀	♂		
4月4日	8	0	0	0	
4月10日	7	0	0	0	
4月16日	8	0	0	0	4/4誘発個体
4月23日	7	0	0	0	4/10誘発個体
4月30日	8	0	0	0	4/4・16誘発個体
5月6日	7	0	0	0	4/10・23誘発個体

表2 12℃で飼育したホッキガイの産卵誘発の結果

月日	個体数	反応個体数		誘発応答率 (%)	備考
		♀	♂		
3月25日	7	0	0	0	
4月4日	8	0	0	0	
4月10日	7	0	0	0	3/25誘発個体
4月16日	8	0	0	0	4/4誘発個体
4月23日	7	0	0	0	3/25, 4/10誘発個体
4月30日	8	0	0	0	4/4・16誘発個体
5月6日	7	0	0	0	3/25, 4/10・23誘発個体

イ 短期間飼育による早期採卵試験

12℃で飼育していた親貝は、5月21日の産卵誘発で60%個体が誘発に反応し、6月17日には100%の個体が反応した。(表3)。自然海水で飼育していた親貝は、5月17日の産卵誘発では反応個体はなかったが、6月17日の誘発では、100%の個体が反応した。平成30年も12℃で飼育した親貝は5月15日に採卵できたことから、飼育水温を12℃に加温することにより、産卵期を1か月程度早められることが再現された。

表3 2019年4月に搬入したホッキガイ産卵誘発の結果

月日	個体数	反応個体数		応答率 (%)	平均産卵数 (万粒)	親貝飼育水温
		♀	♂			
5月21日	10	1	5	60	2592	12℃
5月21日	5	0	0	0		自然海水温
6月17日	10	6	4	100	4347	12℃
6月17日	5	2	3	100	3983	自然海水温

ウ 浮遊幼生期における飼育水温の検討

試験期間中の殻長の推移を図1に示した。平成30年とはほぼ同じ成長を示し、着底期である殻長240μm以上になるまでの日数は20日であった。試験終了時の生残率は、平成30年が61.7%、令和1年が55.0%と差はみられなかった(図2)。このことから、浮遊幼生期を16℃で飼育すると、20日間で着底期幼生になり、50%

表4 稚貝飼育の結果

生産回次	収容密度 (個体/cm ²)	飼育期間	平均殻長		生残率 (%)	備考
			開始時 (μm±SD)	終了時 (mm±SD)		
①	10	6/11~10/5	245.0±16.0	5.69±1.64	6.1 ^{*1}	8月27日に選別し、2水槽に分割 生残数が少なく、飼育途中で中止
	10	6/11~7/29	245.0±16.0	—	—	
②	10	7/6~10/5	245.8±13.4	3.79±0.95	39.3	

*1: 選別後の2水槽の稚貝を合計した生残率

以上の生残率が得られることが再現された。

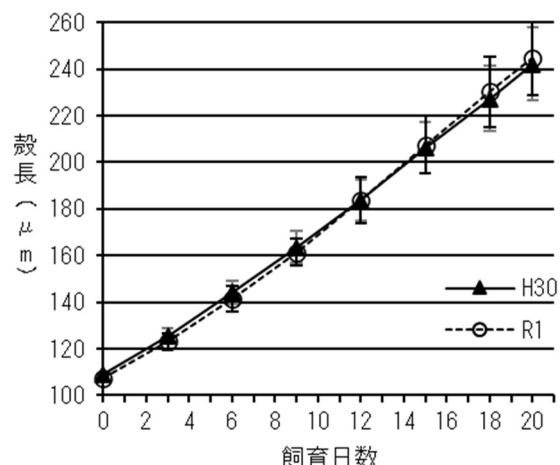


図1 16℃で飼育した幼生の殻長の推移

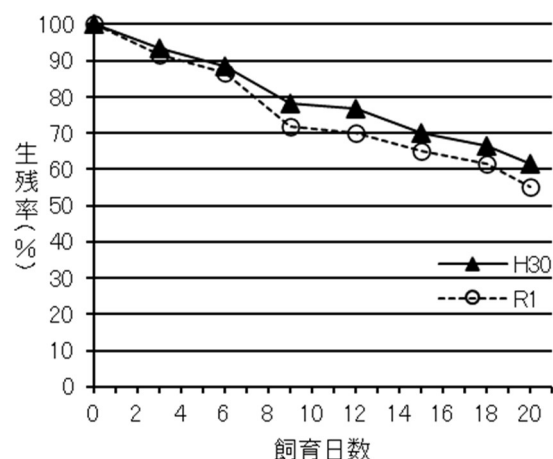


図2 16℃で飼育した幼生の生残率の推移

エ 稚貝飼育

6月11日に収容した2水槽のうち、1つの水槽は7月29日に生残個体が少なくなったので飼育を中止した。残りの水槽の稚貝は、8月27日に選別して密度が低くなり、サイズのばらつきも小さくなったことから、2つの水槽を合わせた稚貝の平均殻長は5.69mmとこれまでで最も大きくなったが、生残率は6.1%と低かった(表4)。7月6日から飼育した稚貝は、飼育期間が90日間と短かったため、平均殻長は3.79mmであったが、生残率は39.3%と高かった。

10. ワカサギ放流種苗用餌料と資源推定手法の開発

担当者 栽培技術部 高嶋信一

(1) 目的

北海道のワカサギは内水面における重要な漁獲物であり、遊漁としても需要が多い。また、種卵は道外へ供給され、国内全体の本種資源の維持に寄与している。しかし、道内の漁獲量は 1977 年に 1,230 トンであったが、2016 年には 210 トンまで減少した。資源維持のためにふ化仔魚や受精卵を放流する増殖事業では放流種苗の生残が不安定であり、放流効果の向上が喫緊の課題である。漁業権漁場におけるワカサギ資源の維持増大のために放流種苗の生残率を高め、同時に放流効果を検証可能な資源推定の研究が必要である。

そこで、ワカサギ人工種苗の生残を高めるために、放流仔魚の初期餌料としてこれまで培養が確立されていない低温淡水ワムシを作出する。

(2) 経過の概要

2018 年 6 月に網走湖で採集したワムシ類を栽培水試に搬入した。ワムシ類の中から、ヒルガタワムシとツボワムシを単離し、30ℓパンライト水槽で継代培養した。

<材料と方法>

ア ツボワムシの培養試験

2018 年 6 月から継代培養していたツボワムシを 2019 年 4 月 2 日に 30ℓパンライト水槽に 40 個体/ml の密度になるように植え継ぎ、濃縮クロレラを給餌して 15℃ の水温で培養した。

(3) 得られた結果と考察

ア ツボワムシの培養試験

ツボワムシの個体数は、日数の経過とともに多くなり、5 月 15 日には 1,628 個体/ml まで増加した。しかしながら、5 月 27 日以降は減少傾向となり、6 月 20 日には 0 個体/ml となった。ツボワムシの個体数が減少傾向になったころから、携帯している卵に耐久卵が多くみられるようになり、6 月以降はほとんど耐久卵であった。これは、5 月下旬からツボワムシの培養に不適な条件があったことを示しており、その原因として日長時間が考えられた (図 2)。

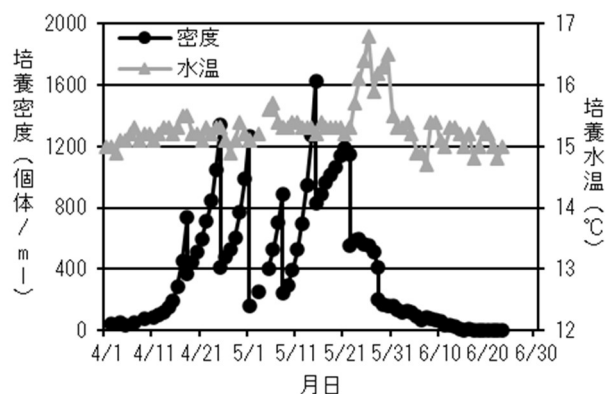


図1 ツボワムシの飼育水温と培養密度の推移

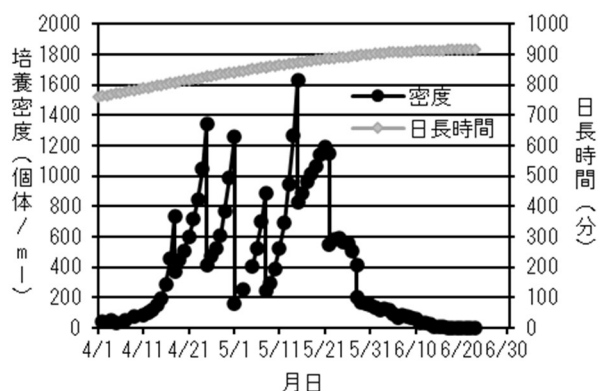


図2 ツボワムシの日長時間と培養密度の推移

1 1. 結氷期の網走湖における低水温と低塩分がヤマトシジミの生残に及ぼす影響（公募型研究）

担当者 栽培技術部 高島信一

（1） 目的

網走湖は道内の8割以上のヤマトシジミを生産（生産量700トン、生産額は5億円）する主要な漁場である。資源量は2015年の15千トンをピークに、2017年に降減少傾向が続いている。これは、塩淡水境界水深の低下に加え、降雨増水の影響を受け淡水層が低塩分化したことにより、2014年以降大規模な産卵が無く、新規加入が少ないことが原因と考えられている。2012年に結氷期の網走湖における低水温と低塩分環境下では、ヤマトシジミ成貝の生残率の低下が確認された。

本研究では、ヤマトシジミ資源回復に向けて、結氷期における氷下の環境が稚貝の生残に及ぼす影響を明らかにする。

（2） 経過の概要

2019年7月下旬に網走湖で採集した母貝を栽培水試に搬入し、数日後の採卵から得られたD型幼生を用いて種苗生産を行った。平均殻長700 μm に成長した1月から低水温、低塩分が稚貝の生残に及ぼす影響を飼育実験により検証した。

<材料と方法>

ア 網走湖産ヤマトシジミの種苗生産

2019年7月24日に、網走湖で採集したヤマトシジミ成貝を栽培水産試験場に搬入した。7月29日に採卵を行い、7月30日に得られたD型幼生を3個体/mlの密度で300パンライト水槽に収容し、濃縮キートセラス・グラシリスを飼育水当たり3,000～10,000細胞/mlの濃度となるように給餌して飼育した。着底後は10,000～50,000細胞/mlを給餌して2020年1月6日まで4.2～24.6℃の水温で飼育した。

イ 低水温と低塩分が稚貝の生残に与える影響について

2020年1月7日に、平均殻長721.9 \pm 99.0 μm の稚貝を10スチロール水槽3個にそれぞれ100個体収容した。各水槽の飼育水の塩分濃度は0.1, 0.2, 0.3psuとした。飼育水は7日ごとに全換水し、その際に稚貝の生死を確認し、死亡した稚貝は取り上げて万能投影機

で殻長を測定した。餌料には濃縮キートセラス・グラシリスを用い、10,000細胞/mlの濃度になるように毎日給餌した。飼育水温を一定にするために、1℃に設定したインキュベーター内に水槽を置き、上部をアルミ箔で覆った。飼育は3月9日までの50日間行い、飼育終了時には、生残個体の計数と生残個体及び死亡個体の殻長を最大50個体測定した。

（3）得られた結果と考察

ア 網走湖産ヤマトシジミの種苗生産

図1に着底後の稚貝の殻長の推移を示した。飼育150日後には、平均殻長838.6 \pm 291.6 μm に成長し、生残率は31.1%であった。

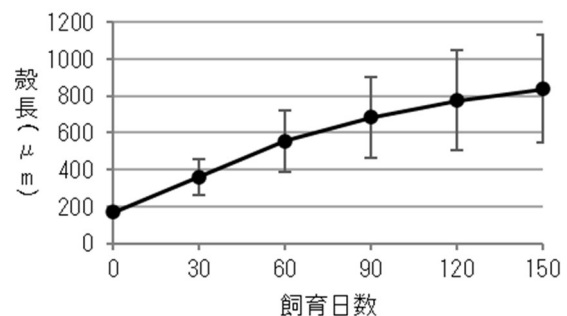


図1 飼育期間中のシジミ稚貝の殻長の推移

イ 低水温と低塩分が稚貝の生残に与える影響について

試験期間中の飼育水の塩分濃度は、各試験区とも0.03psu以内の上昇がみられた（図2）。試験期間中に0.1区では、飼育14日目に死亡個体が確認され、32日目以降は観察日ごとに確認された（図3）。0.2区と0.3区では、飼育28日目に死亡個体が確認され、0.2区では42日目、0.3区では35日目以降の観察日ごとに確認された。各試験区とも、42日目以降の観察日には死亡個体が確認されたことから、試験期間が長くなるにしたがって生残数が低下することが示唆された。試験終了時の生残率は、0.1区が91%、0.2区が95%、0.3区が97%とすべて90%以上であった。また、試験開始時と終了時の各試験区の殻長に有意差は認められず（ $p > 0.05$ ）、試験期間中に成長はみられなかった（表1）。

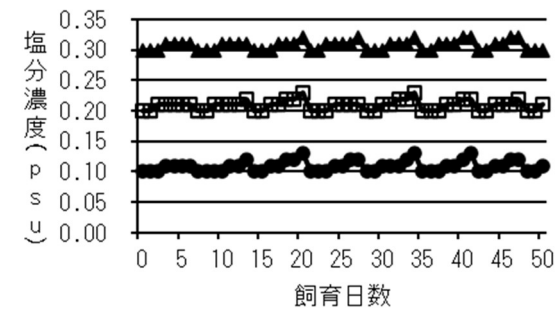


図2 試験期間中の塩分濃度の推移

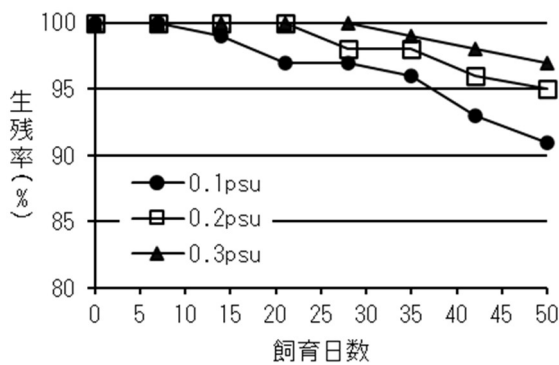


図3 試験期間中の生存率の推移

各試験区の生存個体の殻長は 450～999 μm の範囲であったが、死亡個体は 750 μm 未満であった (図 4)。このことから、殻長が 750 μm 以上であれば、水温 1℃で塩分 0.1psu の条件下でも高い生存率が期待できると考えられた。

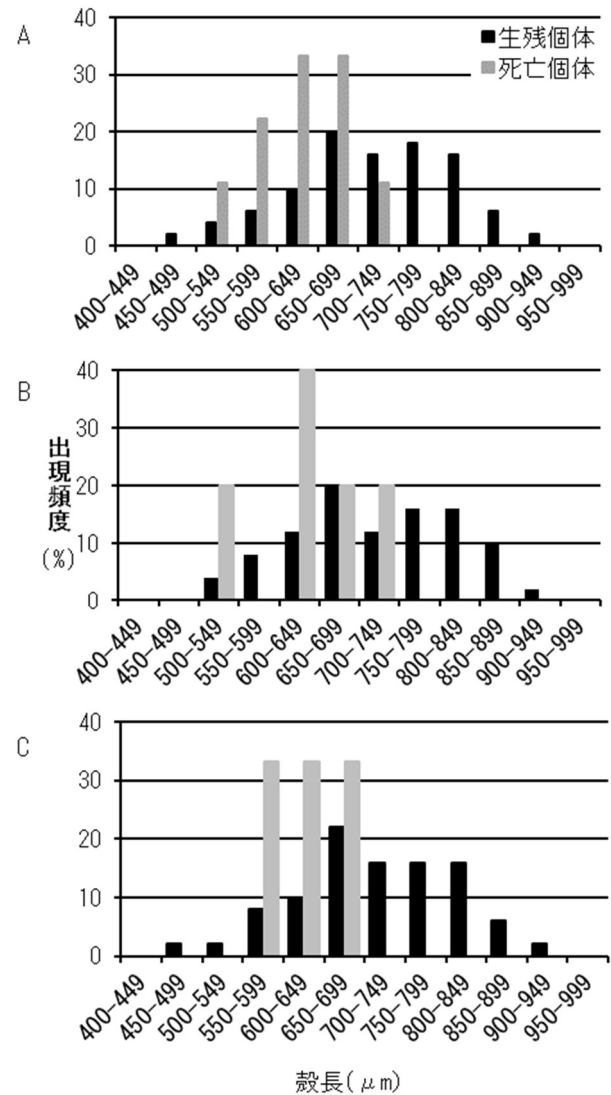
図4 飼育試験における生存個体と死亡個体の殻長組成
A: 0.1区, B: 0.2区, C: 0.3区

表1 低水温、低塩分環境下におけるシジミ稚貝の飼育試験の結果

試験区	塩分濃度の範囲 (psu)	飼育水温の範囲 (℃)	平均殻長 ($\mu\text{m} \pm$ 標準偏差)		生存率 (%)
			開始時	終了時	
0.1psu	0.10～0.13	0.7～1.2	721.9 \pm 99.0	721.6 \pm 100.1	91.0
0.2psu	0.20～0.23	0.7～1.2	721.9 \pm 99.0	723.6 \pm 98.2	95.0
0.3psu	0.30～0.32	0.7～1.2	721.9 \pm 99.0	722.9 \pm 103.7	93.0

12 基質表面加工による養殖カキへの標識付与に関する研究（公募型研究）

担当者 栽培技術部 川崎琢真

協力機関 檜山地区水産技術普及指導所奥尻支所，
ひやま漁業協同組合奥尻支所，奥尻町

（１） 目的

東日本大震災の被災以降、東北でのマガキ天然種苗の供給不安定が生じ、各生産地での独自のマガキ種苗生産に関する取り組みが増えている。これに伴う地域ブランドの乱立が生じているが、生息環境に依存して多様な外観を生じるカキ類の特性上、同一海域で生産したカキの銘柄を客観的に見分けることは不可能である。そこで本研究では、養殖に用いるカキ類稚貝の生産に関して、人工種苗生産の際に標識が可能になる技術の開発を目的とする。

※知的財産保護の観点から本事業報告書には成果の詳細は記載しない。

（２） 経過の概要

2019 年度は、カキ人工種苗への標識付与を目的として資材の開発を行い、得られた採苗資材にイワガキ人工種苗の付着を行った。

<材料と方法>

カキ類への網羅的標識付与に関する検討を行うため、3 種の材料で試験用採苗資材を作製した。全 34 パターン、計 59 個の資材を準備した。人工種苗生産用の母貝として、奥尻町産のイワガキを用いた。栽培水産試験場で 2019 年までに開発したイワガキ人工種苗生産技術により着底期幼生を生産し、本事業で作製した採苗資材にイワガキ稚貝を付着させた。

（３） 得られた結果

2019 年度 11 月からイワガキの種苗生産を行い、得られた着底期幼生約 400 万個を用いて、付着基質 1 枚に 1000 個の幼生の割合で着底させた。標識付与に用いる採苗資材は、3 種の素材について、34 パターン計 59 枚を作製した。採苗の結果、すべての採苗資材について着底稚貝の付着が確認された。得られたイワガキの稚貝は、冬期間は試験場内で飼育し、2020 年 5 月ごろに奥尻町で沖出しする。また、9 月ごろに成長度合いを確認する予定である。

13 キタムラサキウニ養殖への配合餌料の活用と養殖作業の改善に関する 技術支援（職員奨励事業）

担当者 栽培技術部 川崎琢真

共同研究機関 北海道大学水産学部，(株)北清

協力機関 檜山地区水産技術普及指導所せたな支所，
ひやま漁業協同組合大成支所

（1） 目的

キタムラサキウニは、北海道日本海沿岸の重要な漁業対象種である。近年、日本海沿岸の各地で促成養殖コンブを餌料として、キタムラサキウニをカゴ養殖する取り組みが実施されている。しかし、促成養殖コンブが利用できる期間は4-7月程度までと限られた期間であり、市場価値が最も高い年末年始（11-1月）に実施するためには、餌料の確保が課題となっている。このため、本研究のニーズ元であるせたな町でも、周年で利用できる餌開発の要望を上げている。また、ウニ養殖に関わる作業は1カゴ50kg以上の養殖資材の上げ下ろしや、週にカゴ当り数10kgの給餌が必要な重労働であり、作業面の効率化も必要である。

ウニ類の養殖用餌料開発は世界規模で様々な餌料の開発が試みられているものの、これまで有効な餌料が開発されてこなかった。しかし、近年、北海道大学水産学部の研究グループは、ウニの生殖巣の肥大メカニズムに着目した配合餌料の開発を進めている。また、報告者は本配合餌料の有効性を、室蘭漁協と共同で実施したエゾバフンウニ蓄養試験にて確認している。さらに、養殖用資材として、給餌の際に上げ下ろしの必要が無い養殖カゴも開発されており、作業効率化を図れる可能性がある。

そこで本研究では、ウニ用配合餌料を用いてウニの海中養殖を行い、有効性やコストについて検証することを目的とした。また、作業軽減に向けた資材等改善案の提示を行うことも目的とした。

（2） 経過の概要

2019年4月から6月にかけてキタムラサキウニへの配合餌料給餌養殖試験を行い、歩留まり、身の品質等を調べた。また、現場で利用している資材をベースとして、作業軽減に向けた提案を行ない、現場意見を得た。

<材料と方法>

ア キタムラサキウニの給餌養殖試験

養殖試験には、2019年4月に長磯漁港内から潜水により採捕

したキタムラサキウニを用いた。

養殖試験は、せたな町長磯漁港内に設置された養殖施設で実施した。ウニ養殖用円筒カゴの内部が4区画に区分された資材を用い、1区画に100個のキタムラサキウニを収容した（1カゴ計400個）。同様のカゴを2つ設置し、片方のカゴには養殖コンブを、もう一方には配合餌料を給餌した。給餌間隔は週1回とし、養殖コンブは飽和給餌、配合餌料は13kg/週で養殖試験を行った。試験期間中、開始時、5週目、10週目にサンプリングを行った。

イ 養殖作業軽減に向けた提案

ウニの養殖における重労働の1つが養殖カゴの海中からの上げ下ろしである。そのため、給餌の際にカゴを上げる必要がなくなるように、養殖カゴに給餌口をつけた籠を提案し、現場の意見を受けた。

ウ コスト計算

本試験に用いた資材と作業にかかると想定される人件費および促成コンブの生産費用等から必要経費を計算した。また、予想される水揚げから、配合餌料を用いても養殖が可能となる配合餌料の単価を算出した。

（3） 得られた結果

ア キタムラサキウニの給餌養殖試験

養殖試験の結果、給餌によるキタムラサキウニの大きさおよび重さへの影響は見られなかった。一方、可食部である生殖腺の大きさは両試験区で肥大が見られ、開始時に比べコンブ給餌区で5週目に、配合餌料給餌区で、出荷の目安となる生殖腺指数15%程度に達した（図1）。10週間の給餌により得られた可食部の食味試験を行った結果、両区間で味に大きな差は見られず、製品（塩ウニ用）としての品質に差は見られなかった。可食部の色調は、開始時に比べ終了時（10週目）では両区で色調が明るくなり、両区とも全個体で製品（塩ウニ用）にできる品質であった（図3）。

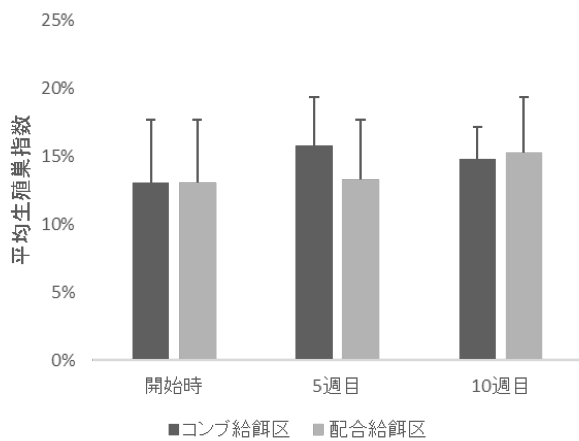


図 1 キタムラサキウニ給餌養殖試験における生殖巣指数の変化（製品として必要な目安は15%）

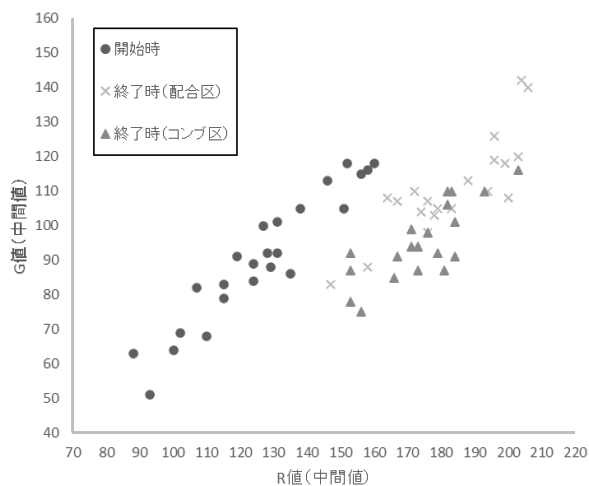


図 2 キタムラサキウニ給餌養殖試験における可食部の色調変化（R 値、G 値ともに数字が大きい程明るいことを示す）

イ 養殖作業軽減に向けた提案

キタムラサキウニの養殖作業の軽減に向けた提案として、養殖カゴへの給餌口の設置による、給餌作業の軽減の提案を行った（図 3）。現場にて実際に漁業者に意見を聞いたところ、カゴを水から上げる作業は1人ではできないことから、3-4名で給餌を行っていたが、改良型の方式であれば1人でも給餌作業ができる可能性があり、効率的だとの意見をいただいた。ただし、本改良による軽減効果が得られるのは、配合餌料給餌の場合だけであった。



図 3 給餌口を設置したウニ養殖用カゴ

ウ コスト試算

養殖カゴ10個、カゴ当り40kgのウニの養殖でコスト試算（消耗品＋人件費のみ）を行った結果、既存の促成コンブを用いた養殖の場合で必要経費が約33万円、水揚げ金額が約120万円と試算された。同様の水揚げがある場合で、配合餌料を用いた場合には、配合餌料に係るコストが¥120/kg程度であればコンブと同程度のコストで実施できると考えられた。

Ⅱ 調査研究部所管事業

1. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）

1. 1 スケトウダラ

担当者 調査研究部 藤岡 崇

共同研究機関 函館水産試験場調査研究部

（１）目的

道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源評価に不可欠な漁獲物の生物測定および漁獲統計調査を行う。

（２）経過の概要

ア 漁獲統計調査

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である。なお、2017年度および2018年度については水試集計速報値である。また、沖合底びき網漁業（以下、沖底と略）の漁獲量は、北海道沖合底曳網漁業漁獲統計年報（集計範囲は中海区「襟裳以西」）から集計した。集計期間は4月～翌3月とした。

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、成熟度等の情報を入手した。

（３）得られた結果

ア 漁獲統計調査

1997年より当海域のスケトウダラはTACにより漁獲量が管理されるようになった。この下で、2007、2009、2010、2011、2012および2013年度には行政指導による刺し網漁業の操業規制が行われた。2012～2013年度は、恵山、南茅部、鹿部地区を除く渡島、胆振管内の

スケトウダラ固定式刺し網漁業において例年より半月遅い10月15日から漁獲を開始した。2014年度以降はすべての地区で例年どおり10月1日解禁であった。

当海域全体のスケトウダラ漁獲量は、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年～1997年では5～8万トン前後で増減を繰り返してきた。その後、1998～2000年度には9～15万トン台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年度になると再び増加に転じ、2004年度には9万トン台となった後は6.4～9.6万トンの間でほぼ横ばいで推移していたが、2014年度以降の漁獲量は減少傾向となり、2018年度には3.5万トンになった。2019年度は前年度を上回り、4.0万トンとなった（表1）。

漁法別にみると、2019年度の漁獲量は刺し網漁業では2.7万トンで前年度（2.3万トン）と比べて15%増となり、定置網漁業では376トンで前年度（1,084トン）と比べて65%減と大幅に減少した。沖底漁業では12,358トンで前年度（10,541トン）と比べて15%増であった（表1、図1）。

沿岸漁業の地区別漁獲量は、渡島管内では2000年代から減少傾向で、胆振管内では2000年代にはそれ以前と比較して多い傾向にあったが2015年度から減少傾向にある。日高管内は他の2地区と比較すると漁獲量は少ないが2000年台以降徐々に増加しつつある（図1）。

表 1 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁業種別漁獲量
(単位: トン)

年度	沿岸漁業			沖底	合計
	刺し網	定置網	その他		
1985	89,928	9,991	249	12,540	112,708
1986	82,644	1,972	250	14,108	98,973
1987	92,222	4,950	222	13,164	110,559
1988	65,242	12,093	260	7,514	85,108
1989	66,388	15,039	408	9,403	91,238
1990	36,276	12,351	393	10,048	59,069
1991	47,042	5,989	440	13,259	66,729
1992	66,473	15,009	374	16,734	98,590
1993	54,338	7,268	781	13,349	75,735
1994	32,409	13,711	496	21,931	68,546
1995	45,644	9,069	334	24,222	79,268
1996	30,940	15,565	245	12,969	59,718
1997	28,771	22,807	415	13,079	65,071
1998	52,388	28,675	206	16,508	97,778
1999	84,911	39,255	254	28,320	152,740
2000	73,289	17,525	183	21,607	112,605
2001	46,015	7552	354	19,843	73,762

年度計(4~3月), 2017および2018年度は暫定値
集計範囲: 函館市恵山地区(旧恵山町)からえりも町

表 1 つづき

年度	沿岸漁業			沖底	合計
	刺し網	定置網	その他		
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	47,337	4,997	148	20,229	72,709
2014	41,778	759	105	21,529	64,171
2015	32,338	1,416	118	16,009	49,880
2016	24,776	924	117	14,702	40,520
2017	26,551	4,900	61	9,211	40,723
2018	23,552	1,084	83	10,541	35,264
2019	26,809	376	32	12,358	39,576

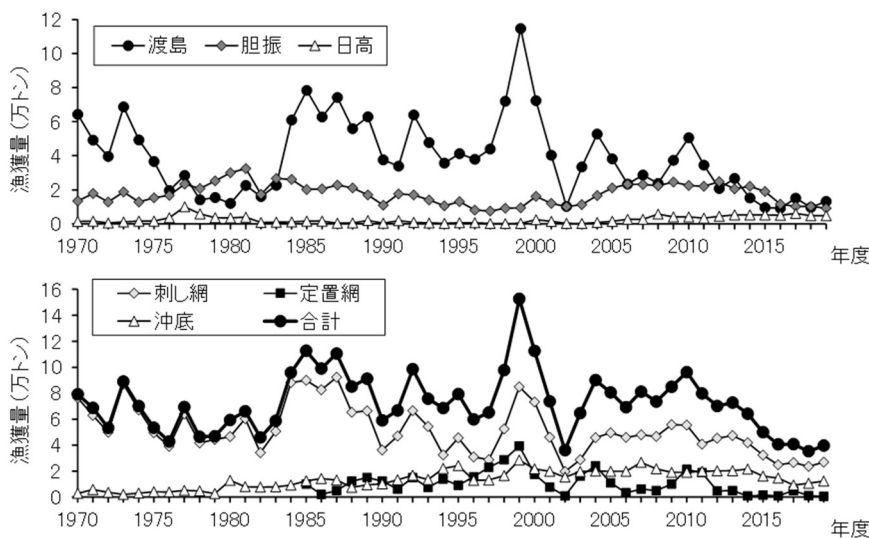


図 1 道南太平洋海域におけるスケトウダラの振興局別(上), 漁業種別漁獲量(下)

イ 漁獲物の生物測定調査

2019年度では, 刺し網漁獲物については登別に水揚げされたものの中から標本を採集した。標本の採集状況は, 11月7日に114個体, 12月17日に126個体, 2020年1月16日に104個体, 2月13日に170個体であった。沖底漁獲物については室蘭に水揚げされたものの中から標本を採取した。標本の採集状況は, 2020年2月20日に100個体であった。これらについては,

生物測定を行ったのち, 耳石を用いて年齢査定を行い, 他海域のデータと合わせて, 年齢別漁獲尾数の算出を行い, 資源評価に供した。

1. 2 マガレイ

担当者 調査研究部 村上修

(1) 目的

道南太平洋海域におけるマガレイの資源動向と生態的特性を把握し、マガレイ資源の維持と有効利用を図るため資源評価（年度は 2018 年 8 月 1 日～2019 年 7 月 31 日）を行う。

(2) 経過の概要

漁獲量および漁獲物調査による漁獲物の年齢組成に基づいて、2018 年度の資源評価を行った。

ア 漁獲量

1985 年度以降について、次により年度による集計を行った。沿岸漁業については、漁業生産高報告（1985 年 8 月～2018 年 12 月）、および水試集計速報値（2019 年 1～7 月）を用いて漁獲量を集計した。集計範囲を渡島振興局管内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を除く）、胆振振興局管内および日高振興局管内とした。

これら年度集計のほかに、長期的な漁獲動向を把握するために、1954 年以降の漁獲量について暦年集計も行った。1984 年以前の資料として、北海道水産現勢を用いた。

イ 漁獲物年齢組成

苫小牧地区で主漁期である 4～6 月に 3 回、刺し網漁業により漁獲された漁獲物を銘柄別に購入し、個体ごとに体長、体重、性別を測定したほか、耳石を採取して年齢を査定した。さらに 2004～2017 年度の年齢査定を見直した。

これらにより得られた銘柄別・雌雄別の体長組成および年齢組成を標本採集日の苫小牧漁協における銘柄別漁獲量、および道南太平洋海域における漁期年の漁獲量により引き伸ばして雌雄別の年齢別漁獲尾数を推定した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲量の推移

暦年集計の漁獲量は 1974～1976 年に 1,500 トンを超えていたが、1977 年以降減少し、1991 年以降は 200～300 トン台で推移し、2011 年以降は 500 トン前後で推移している（図 1 上）。

1985 年度以降について年度集計の漁獲量をみると、1985 年度に 634 トンあったが、1992 年度には 238 トンまで減少し、2005 年度まで 200～300 トン台で推移した。2006 年度以降増加傾向となり、2012 年度では漁獲量は 643 トンと高くなった。2014 年度には 352 トンへ減少したが、その後、再び増加し 2018 年度は 496 トンとなった（図 1 下、表 1）。

そのうち苫小牧漁協の漁獲量が最も多く 134 トンで全体の約 27%であった。

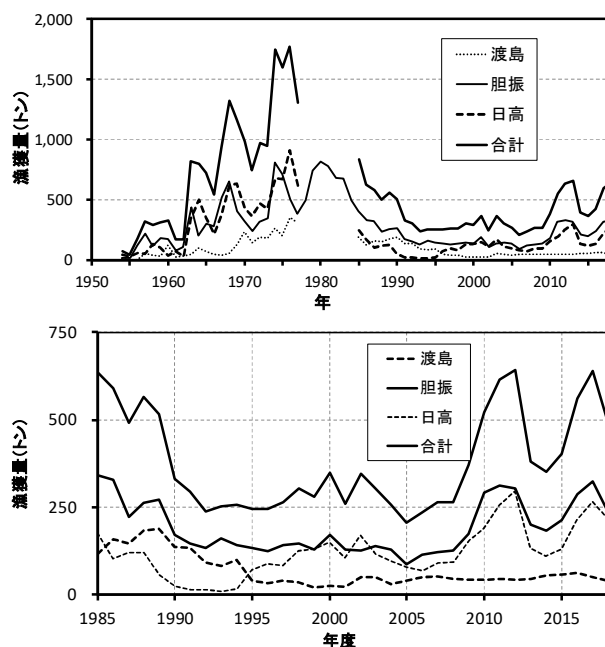


図 1 道南太平洋におけるマガレイ漁獲量の推移
 上図：暦年集計（1～12 月）、1978～1984 年の
 渡島・日高漁振興局管内については未集計
 下図：年度集計（8～翌年 7 月）

表 1 道南太平洋におけるマガレイの地域別漁獲量

年度	漁獲量(トン)			漁獲金額	単価	年度	漁獲量(トン)			漁獲金額	単価		
	渡島	胆振	日高	合計	(万円)	(円/kg)		渡島	胆振	日高	合計	(万円)	(円/kg)
1985	117	341	177	634			2002	49	128	169	346	20,927	605
1986	158	330	102	590			2003	51	139	115	305	16,556	543
1987	147	224	120	491			2004	31	130	97	258	14,030	544
1988	183	262	120	565			2005	39	88	77	205	10,958	536
1989	189	272	55	518			2006	51	115	69	238	11,436	485
1990	136	172	23	331			2007	52	121	91	264	13,211	501
1991	133	145	16	294			2008	45	127	93	265	12,346	466
1992	91	133	14	238			2009	43	173	154	371	14,579	393
1993	83	160	9	252			2010	42	291	188	522	19,289	369
1994	99	141	18	258			2011	44	312	257	614	18,763	306
1995	41	134	70	245	22,212	906	2012	43	304	297	643	19,761	307
1996	32	123	89	244	19,807	810	2013	46	201	133	380	13,794	363
1997	40	142	83	264	21,460	812	2014	56	184	112	352	13,647	388
1998	34	145	125	304	21,630	711	2015	57	214	131	402	13,572	338
1999	21	130	129	280	17,357	619	2016	63	286	213	562	15,158	270
2000	25	172	151	348	23,271	668	2017	49	325	266	640	15,156	237
2001	24	130	106	261	18,130	696	2018	40	240	216	496	10,730	216

資料：漁業生産高報告（速報値含む）集計期間：8～翌年7月、2018年1～7月は水試集計速報値
渡島振興局の集計範囲：函館市恵山地区～長万部町、ただし八雲町熊石地区を除く

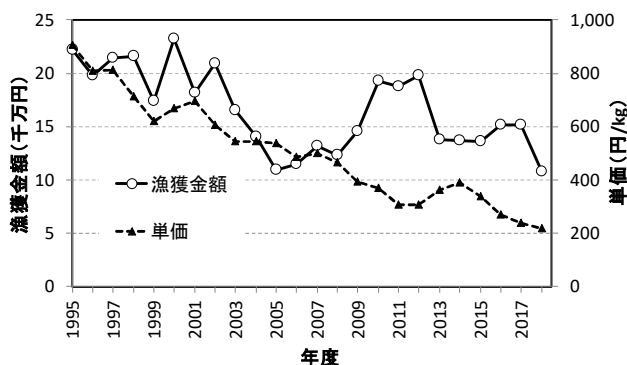
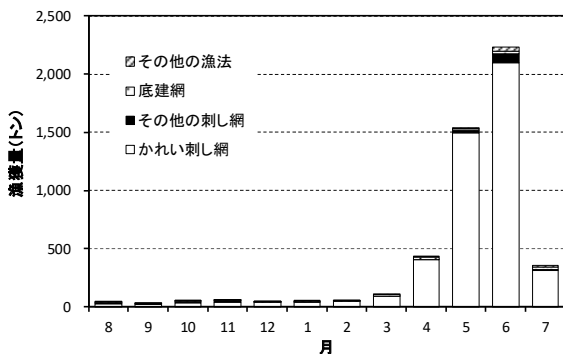


図 2 道南太平洋海域におけるマガレイの漁獲金額と単価の推移

図 3 道南太平洋海域におけるマガレイの漁業種類別月別漁獲量（2009～2018 年度平均）
資料：漁業生産高報告

1995 年度以降の漁獲金額については、約 1 億円～2.3 億円の範囲で変動しており、2018 年度は約 1.1 億円と少なくなった。単価については、1995 年度は 900 円/kg 以上だったが、その後、減少傾向が続いており、2018 年度は最低の 216 円/kg へ低下した（図 2）。

マガレイは、主に産卵期である 5～6 月に漁獲（全体の約 76%）され、ほとんどがかれい刺し網による漁獲（全体の約 93%）で占められている（図 3）。

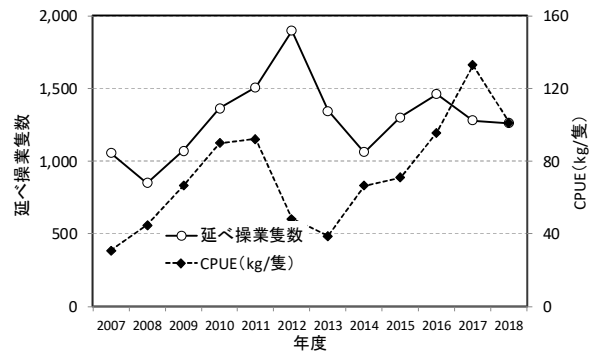


図 4 苫小牧におけるかれい刺し網漁業の操業隻数と CPUE の推移

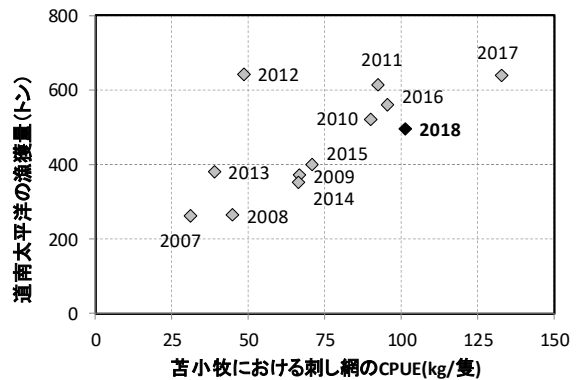


図 5 苫小牧におけるかれい刺し網漁業の CPUE と漁獲量との関係

イ 漁獲努力量、CPUE の推移

かれい刺し網漁業は、漁獲対象のカレイ種類によって漁具（目合）、漁場、漁期が異なるため、マガレイを主対象とした正確な漁獲努力量は不明であるが、道南太平洋海域でマガレイの漁獲量が最も多い苫小牧漁協におけるかれい刺し網漁業（2007 年度以降）の延べ操業隻数を集計した。苫小牧の延べ操業隻数は、2008 年度から増加傾向にあり 2012 年度に 1,895 隻と高くなったが、その後、2014 年度には 1,061 隻と減少し、2016 年度では 1,461 隻と再び増加し、2018 年度は 1,261 隻となった（図 4）。

苫小牧におけるマガレイ刺し網漁業の CPUE (kg/隻) は、2013 年度に 38.8 と減少したが、その後増加し 2018 年度では前年度 (132.9) を下回り 101.2 となった（図 4）。苫小牧における CPUE (kg/隻) と道南太平洋海域における漁獲量との関係によると、2012 年度を除き正の相関がみられる。2012 年度は苫小牧のソウハチの漁

獲量が1985年度以降最高(1,273トン)で、ソウハチを主対象とした操業隻数が多かったため、マガレイのCPUEが低くなったと思われる(図5)。

ウ 現在までの資源状態

2018年度(2019年4~6月)の苫小牧漁協における漁獲物の年齢組成によると、雄、雌ともに3、4歳が主体で、例年、雌雄比については雌の比率が高いが、2018年度は雄の比率が増加した(図6)。

2004年以降の年齢別漁獲尾数では、2004年以降の年齢別漁獲尾数では、雌雄ともに例年2~4歳が主体で2005、2008年度を除くと、雄に比べ雌の漁獲尾数が多かったが、近年雄の比率が増加している。漁獲量が急増した2010~2012年度では2007・2008両年級群の豊度が高かった。再び漁獲量が増加した2016~2017年度では2014・2015年級群の豊度が高かったと考えられるが、2018年度では雌雄ともに2016年級群(2歳)は少なかった(図7)。

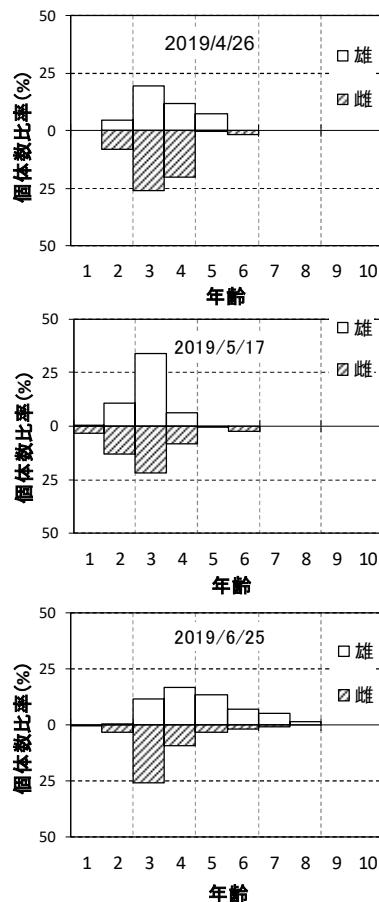


図6 漁獲物の年齢組成(苫小牧)
上図: 4月, 中図: 5月, 下図: 6月

エ 評価年の資源水準

資源水準は年度集計の漁獲量を用いて判断した。1995~2014年度(20年間)の漁獲量の平均値を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。2018年度の資源水準指数は148だったことから、「高水準」と判断された(図8)。

オ 今後の資源動向

本資源の動向は年級群豊度の影響を強く受けていると考えられる。2016~2018年度は、2015年級群と2014年級群の豊度が高く、高水準を維持した。2019年度には2015年級(4歳魚)は多いが、2016年級群(3歳)は少ないと予測されること、雄の比率が高まりつつあることから、2歳の加入量は不明だが、今後の資源動向は「減少」とした

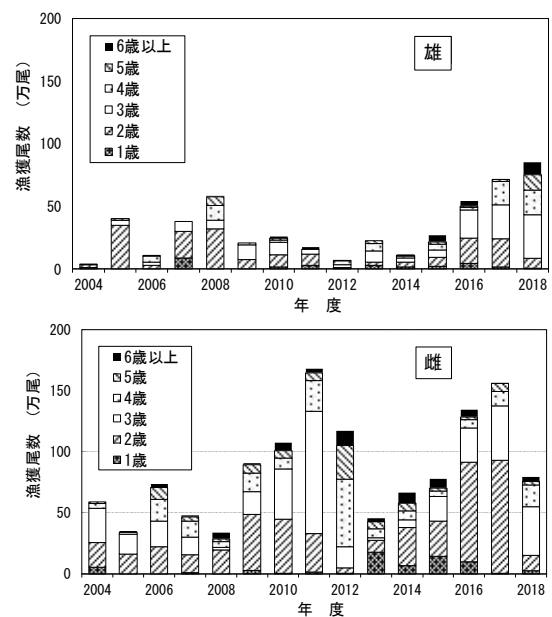


図7 道南太平洋海域におけるマガレイの年齢別漁獲尾数 上: 雌, 下: 雄

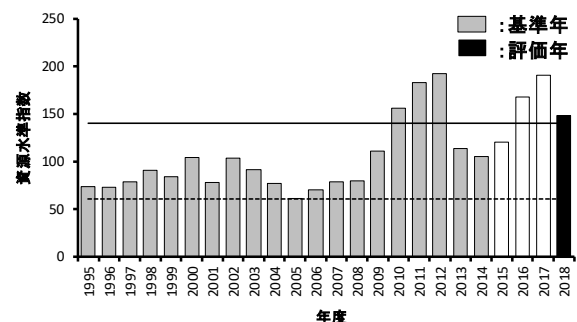


図8 道南太平洋海域におけるマガレイの資源水準

1. 3 ソウハチ

担当者 調査研究部 藤岡 崇

協力機関 函館水産試験場調査研究部

(1) 目的

渡島（太平洋側）、胆振、日高振興局管内のソウハチについて、資源評価に必要な漁獲統計調査、漁獲物の生物測定調査を行う。

(2) 経過の概要

本報告書では当海域のソウハチ漁期年度（8月～翌年7月）を基準にした場合の2018年度漁期（2018年8月～2019年7月）の各結果について述べる。

ア 漁獲量

沿岸漁業の漁獲量は、1960～1967年は漁業養殖業生産統計年報、1968～1977年は北海道農林水産統計年報（1968年属人、1969～1977年属地）、1978～1984年は函館水産試験場室蘭支場調べ、1985年以降は漁業生産高報告（集計範囲は渡島総合振興局のうち旧恵山町～長万部町、胆振総合振興局および日高振興局）から収集した。2019年の沿岸漁業の漁獲量については、各地区水産技術普及指導所調べ資料に基づいて中央水試が集計した暫定値を用いた。沖合底びき網漁業の漁獲量は北海道沖合底曳網漁業漁獲統計年報（襟裳以西海域）から収集した。1984年以前は暦年で、1985年以降については漁期年で集計した。1978～1984年の渡島支庁、日高支庁における沿岸漁業漁獲量に関するデータは無い。

イ 漁獲物の生物測定と資源評価

2018年度には、胆振管内の刺し網漁獲物標本は苫小牧で、渡島管内の刺し網漁獲物標本は砂原で、沖合底びき網の漁獲物標本は室蘭で、それぞれ採取し、生物測定を行った。これらのデータを用いて、雌雄別にVPA

による年齢別資源尾数を算出し、年齢別雌雄別の平均体重を乗ずることで3歳以上の資源重量を算出した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲量

道南太平洋海域におけるソウハチの漁獲量は1960～1970年代5,000トンを超える高い水準にあった。その後、統計資料が途切れるが、1985年には206トンにまで減少した（図1）。月別漁獲統計が整備された1985年度以降を漁期年（8月～翌年7月）で見ると、1985～1989年度は200～700トン台で増減していたが、1990年代前半には1991年度を除いて200トン台の低い水準で推移した。1995年度以降ゆるやかに変動しながら増加傾向を示し、2000年度に1,000トンを超えた（表1）。2003、2004年度は1,800トン台と高い水準であったが、2005年度から3年連続して減少し、2007年度は2000年度以降では最低の1,007トンとなった。しかし、2008年度には増加に転じて、2013年度の漁獲量は4,577トンに達したが、その後減少し2015年度は3,331トンとなったが、2016年度には再度4,649トンに増加した。2017年度は減少して3,756トンとなったが、2018年度は4,331トンの漁獲があった。

2018年度の沿岸漁業における振興局別漁獲量は、渡島管内では880トンで、前年度（1,084トン）と比べて減少した（表1）。胆振管内では904トンで、前年度（912トン）と比べてほぼ横ばいで推移した。日高管内では2,020トンと大幅に増加した（前年度1,205トン）。各管内とも、沿岸漁業による月別の漁獲量は産卵前～産卵期の5～6月に多い。

沖底漁業の漁獲量は、1990年代に100トン未満で推移していたが、2000年度には326トンと漁獲量は急増

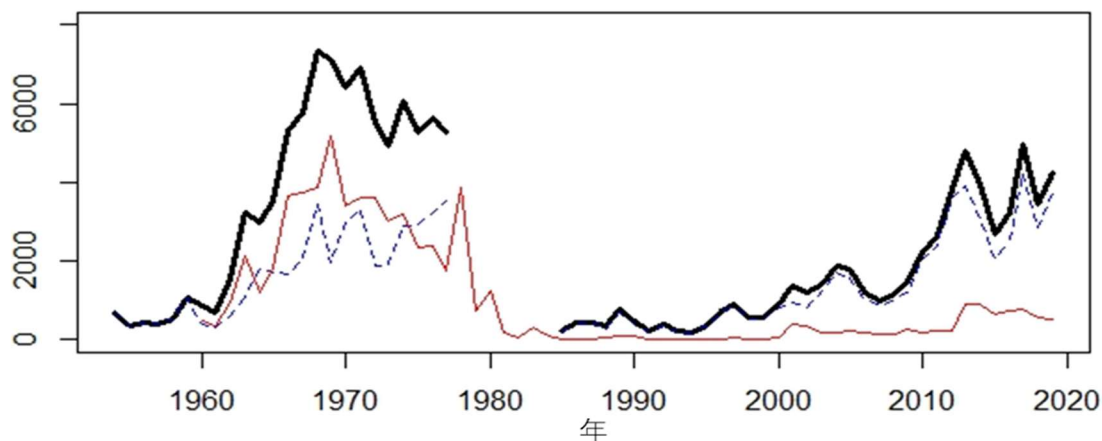


図1 道南太平洋における漁業種別のソウハチ漁獲量（暦年集計）

表1 道南太平洋におけるソウハチ漁獲量
（漁期年度集計）

単位：トン

年度	沿岸漁業				沖底	合計
	渡島	胆振	日高	小計		
1985	227	98	19	343	7	350
1986	328	157	6	491	3	494
1987	141	69	17	227	5	232
1988	344	317	12	674	108	782
1989	195	242	13	452	131	583
1990	79	84	4	171	31	202
1991	241	136	3	378	16	394
1992	127	94	6	225	32	257
1993	100	64	7	219	16	394
1994	88	119	59	273	12	285
1995	178	280	248	727	27	754
1996	218	315	293	870	40	910
1997	174	214	157	589	47	636
1998	216	176	65	459	17	476
1999	285	330	108	723	52	775
2000	470	410	186	1,046	326	1,372
2001	343	304	156	803	356	1,159
2002	603	314	176	1,093	283	1,376
2003	981	494	184	1,659	153	1,812
2004	939	489	204	1,631	195	1,826
2005	625	266	222	1,113	273	1,386
2006	423	329	154	906	117	1,023
2007	466	265	168	899	108	1,007
2008	608	318	242	1,168	189	1,357
2009	997	565	372	1,935	231	2,166
2010	993	683	647	2,323	215	2,538
2011	1,540	1,010	896	3,447	198	3,645
2012	1,968	1,273	424	3,666	478	4,143
2013	1,817	1,115	364	3,296	1,280	4,577
2014	1,334	696	868	2,898	442	3,340
2015	964	655	860	2,479	852	3,331
2016	977	987	1,883	3,846	803	4,649
2017	1,084	912	1,205	3,201	556	3,756
2018	880	904	2,020	3,804	527	4,331

2018年度は暫定値

した（表1）。その後は2011年度まで100～300トンで増減を繰り返していたが、2012～2018年度では400～1,280トンと以前よりも高い水準で推移している。

イ 漁獲物の生物測定と資源評価

2018年度の沖底漁獲物の生物測定は、2019年1月29日に行った。銘柄ごと（大、中、小、小小）に標本を購入し、合計118個体について生物測定を行い、年齢査定を行った。胆振管内の刺し網漁獲物については、2019年5月14日、6月27日および7月25日に苫小牧において標本を採取し、生物測定および年齢査定を行った。各調査日の生物測定個体数は、それぞれ134、261および128個体であった。渡島管内の刺し網漁獲物については、2018年8月22日に砂原で標本を採取し、生物測定および年齢査定を行った。各調査日の生物測定個体数は、230個体であった。

これらのデータを基に、VPAによって算出された当海域のソウハチの3歳以上の資源重量は約12.4千トンで、前年度（12.7千トン）に比べて減少した。詳細な資源評価結果については資源管理会議の調査評価部会で発表され、水産資源管理マニュアルやウェブサイト

(<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>)で公開されているためここでは省略する。

1.4 ハタハタ

担当者 調査研究部 岡田 のぞみ
協力機関 函館水産試験場調査研究部
日高地区水産技術普及指導所
日高管内栽培漁業推進協議会

(1) 目的

渡島・胆振海域(噴火湾系群)および日高海域(日高系群)におけるハタハタの資源評価に必要な漁獲統計調査、漁獲努力量調査、生物測定調査を行う。

(2) 経過の概要

ア 渡島・胆振海域

(ア) 漁獲統計調査

渡島海域および胆振海域の沿岸漁業の漁獲量には、漁業生産高報告(ただし2019年については水試集計速報値)から渡島総合振興局管内および胆振総合振興局管内の漁獲量を、それぞれ集計して用いた。沖合底びき網漁業の漁獲量には、沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計年報から、小海区「ノボリベツ」～小海区「エサンオキ」を集計して用いた。漁獲量の集計期間については1～12月とした。

(イ) 生物測定調査

沿岸漁業によって漁獲された漁獲物の生物測定は2019年12月に登別地区で刺し網によって漁獲された漁獲物から標本を採取して行った。このデータと銘柄別の年間漁獲量のデータを基に、渡島・胆振地区の2019年におけるハタハタの年齢および体長組成を求めた。

(ウ) はたはた刺し網漁業のCPUE

努力量(延べ出漁隻数:隻・日)は、いぶり中央漁協から、11～12月におけるはたはた刺し網漁業の船別・日別漁獲量入手し、これを集計することにより求めた。CPUE(kg/隻/日)は、漁獲量(Kg)を努力量(隻・日)で除して求めた。

イ 日高海域

(ア) 漁獲統計調査

漁獲量の集計資料には、北海道農林水産統計年報(1953～1984年)、漁業生産高報告(1985～2018年)および水試集計速報値(2019年)を用いた。集計範囲は日高振興局管内の市町村とした。漁獲量の集計期間については1～12月とした。

(イ) 生物測定調査

日高管内栽培漁業推進協議会が中心となり2019年11月に1回、えりも地区におけるハタハタ漁獲物の生物測定が行われた。この測定データの提供を受け、日高地区の漁獲物の生物測定調査結果に充てた。

(ウ) はたはた刺し網漁業のCPUE

2006～2019年の着業隻数および延べ出漁隻数については、えりも漁協から入手した日別・船別のハタハタ漁獲統計を集計して求めた。CPUEは漁獲量をのべ出漁隻数で除して求めた。

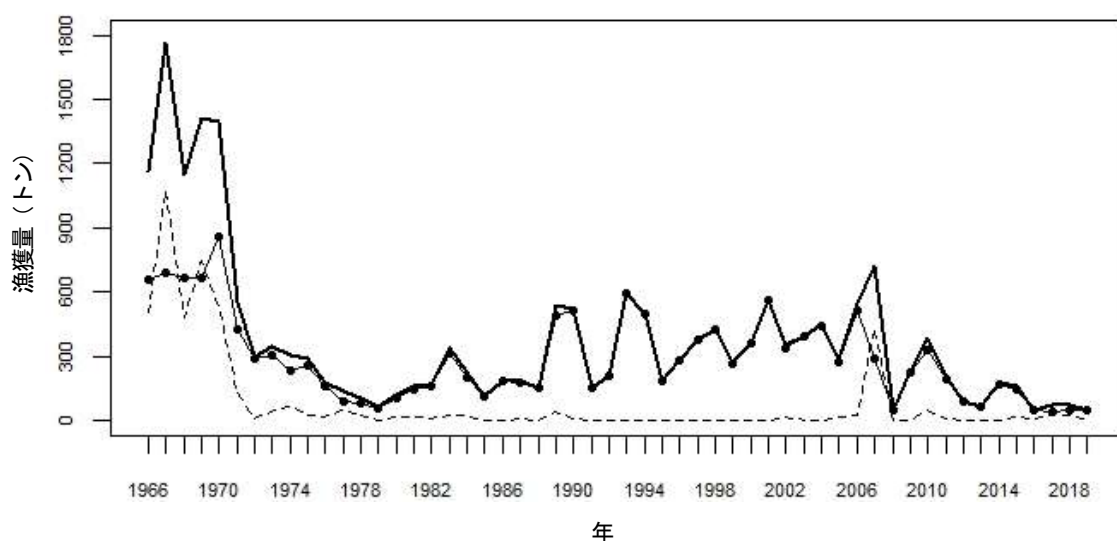


図1 渡島・胆振海域のハタハタ漁獲量

表1 渡島・胆振地区におけるハタハタの漁獲量(トン)

年	沿岸漁業(渡島)		沿岸漁業(胆振)		計	沖底	合計
	噴火湾外	噴火湾内	噴火湾内	噴火湾外			
1985	40	20	9	45	115	2	117
1986	12	144	7	25	187	0	188
1987	14	86	23	51	174	13	187
1988	28	76	21	27	151	5	155
1989	46	282	38	127	494	43	537
1990	70	363	8	70	511	10	521
1991	37	97	2	21	157	0	157
1992	17	136	8	52	213	0	213
1993	33	452	9	102	596	0	596
1994	15	420	7	55	497	0	497
1995	8	132	10	32	182	0	182
1996	5	216	13	50	284	0	284
1997	7	250	13	107	378	0	378
1998	12	218	15	183	429	1	430
1999	19	175	15	59	268	3	272
2000	15	203	10	136	364	2	366
2001	23	245	5	290	564	1	565
2002	23	185	5	129	342	14	356
2003	30	238	14	115	397	1	398
2004	16	313	10	104	443	4	447
2005	16	156	4	95	271	16	287
2006	55	329	7	128	518	29	547
2007	22	179	3	88	292	431	723
2008	5	19	7	16	47	2	49
2009	89	99	12	28	229	2	231
2010	96	145	13	80	333	50	383
2011	57	63	4	72	197	5	202
2012	26	54	3	8	92	0	92
2013	28	32	2	5	68	0	68
2014	70	81	7	15	173	1	173
2015	56	37	5	49	146	16	162
2016	10	17	1	17	45	7	52
2017	8	5	1	28	42	32	74
2018	9	8	1	32	50	22	72
2019	13	3	1	28	45	7	52

(3) 得られた結果

ア 渡島・胆振海域

(ア) 漁獲統計調査

沖合底びき網漁業の漁獲量は、1966～1970年には483～1,073トンにあったが、1971年以降、急激に減少し、1972年には9トンとなった(図1、表1)。その後の漁獲量は、2007年(432トン)を除くと0～50トンと極めて低い水準で推移しており、2019年の漁獲量は7トンで前年(22トン)より減少した。

沿岸漁業の漁獲量は、沖底と同様に、1966～1970年には662～856トンと高い水準にあったが、1971年以降は急激に減少し1979年には57トンとなった。その後、2006年まで漁獲量は長期的にみて緩やかに増加していったが、それ以降は再度減少していき、2019年には45トンとなった。

1966年以降で最初に漁獲量が急減した1972年以降でみると、沖底漁業が431トン漁獲した2007年を除くと当海域のハタハタ総漁獲量は沿岸漁業の漁獲量でほぼ占められている(図1)。

(イ) 生物測定調査

2019年に登録地区で水揚げされたハタハタ漁獲物について生物測定を行い、銘柄別漁獲量データと合わせ、年齢別漁

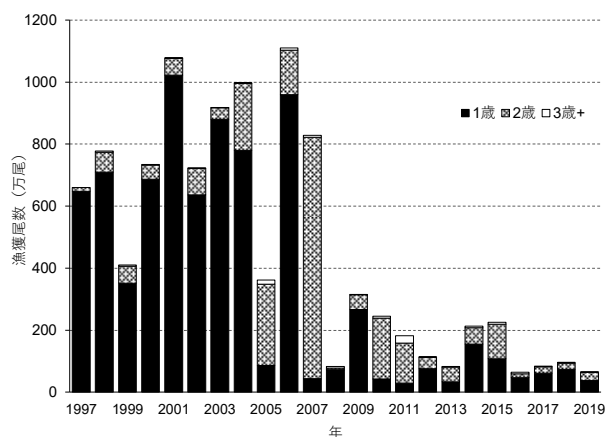


図2 渡島・胆振地区におけるハタハタ年齢別漁獲尾数

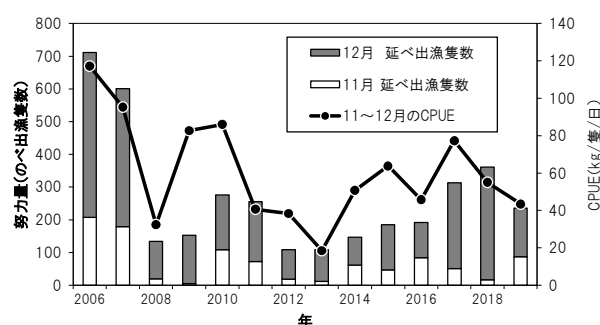


図3 はたはた刺し網(いぶり中央漁協)の努力量とCPUE

獲尾数を推定した。2019年は、オスは1歳魚が27.2万尾、2歳魚が12.2万尾、3歳魚以上が0.3万尾漁獲されていた。メスは1歳魚が10.4万尾、2歳魚が15.4万尾、3歳魚以上が0.3万尾と、2歳魚の方が1歳魚より多く漁獲されていた。合計の漁獲尾数は65.8万尾で、前年(96.4万尾)と比べ減少した(図2)。

(ウ) はたはた刺し網漁業のCPUE

はたはた刺し網のCPUE(kg/隻/日)は2006～2007年にはそれぞれ117.2および95.3と高かったが、海域全体の漁獲量の変化と同様に、2008年には32.4まで低下した。その後2009～2010年には、CPUEは80台に回復したものの、2011年以降は再び低下し、18.5～50.8の間で推移している。2019年のCPUEは43.4で、前年(55.1)と比べて減少した(図3)。

これらのデータを基に、当海域のハタハタの資源評価および資源動向の予測を行った。この結果は資源管理会議・調査評価部会で承認され、水産資源管理マニュアルおよびウェブサイト

(<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyo/Kokai/>)で公開されている。したがって、資源評価等の詳細についてはここでは省略する。

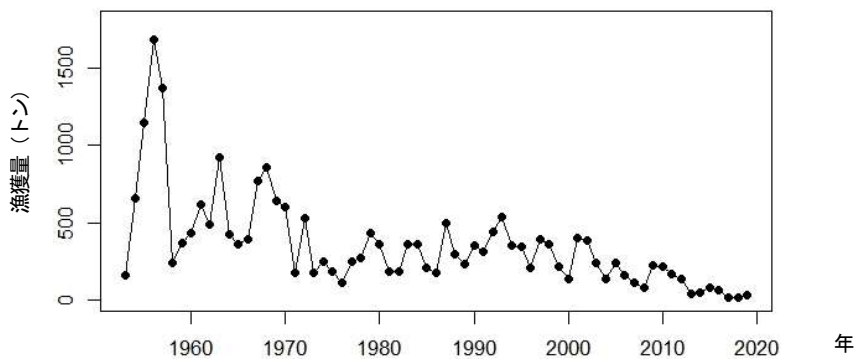


図4 日高海域のハタハタ漁獲量

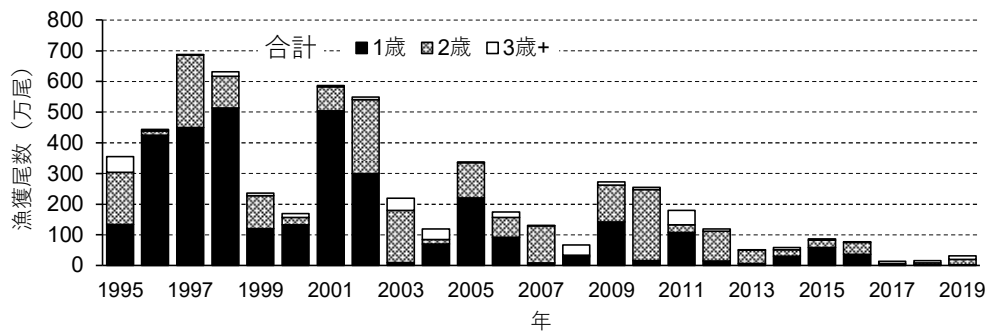


図5 日高海域のハタハタ年齢別漁獲尾数

イ 日高海域

(ア) 漁獲統計調査

日高海域（日高町～えりも町）におけるハタハタ漁獲量は、1956年には1,688トンであったが、その後は大きく年変動しつつも長期的にみると減少傾向にあり、1976年には117トンとなった（図4）。1977～2001年にかけての漁獲量は年変動しつつも137～542トンの間でほぼ横ばいで推移していたが、2002年以降は減少傾向にある。2013年以降は100トンを切る低い水準が続き、2017年では15トンと1953年以降で最も少なくなり、2019年は33トンと前年の19トンから増加したものの、低い水準にとどまった。

(イ) 生物測定調査

2019年11月に日高管内栽培漁業推進協議会が主体となって刺し網漁獲物の生物測定が行われ、銘柄別漁獲量データと合わせて、年齢別漁獲尾数を推定した。2019年はオスでは3歳魚以上が、メスでは2歳魚が多く漁獲された。オスの年齢別漁獲尾数は、1歳が0.5万尾、2歳が6.8万尾、3歳以上が7.7万尾であった。メスの年齢別漁獲尾数は、1歳が1.6万尾、2歳が11.2万尾、3歳以上が3.6万尾であった。合計の漁獲尾数は約31.4万尾で、前年（約15.7万尾）から微増した（図5）。

(ウ) はたはた刺し網漁業のCPUE

2006年のCPUEは155.3kg/日・隻で、その後概ね上昇傾向

を示し2012年には329.1kg/日・隻となった（図6）。しかし、2013年に一転して大きく減少したが、2015～2016年にかけて再度上昇した。CPUEはその後減少したが、2019年はふたたび増加して251kg/日・隻であった。

これらのデータを基に、当海域のハタハタの資源評価および資源動向の予測を行った。この結果は資源管理会議・調査評価部会で承認され、水産資源管理マニュアルおよびウェブサイト（<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>）で公開されている。したがって、資源評価等の詳細についてはここでは省略する。

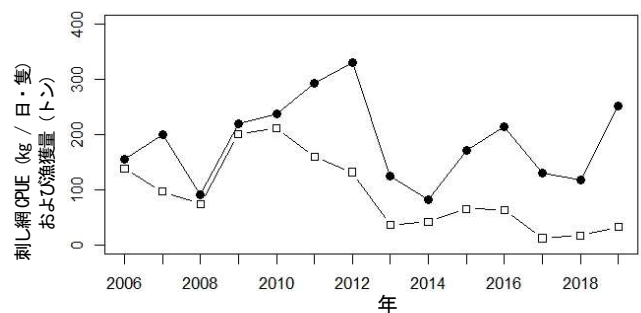


図6 はたはた刺し網船（えりも漁協）のCPUE（kg/のべ隻数：●）および漁獲量（□）

1. 5 キチジ

担当者 調査研究部 岡田 のぞみ

(1) 目的

道南太平洋海域におけるキチジの資源動向と生態的特性を把握し、資源管理型漁業を推進するための基礎資料とする。

(2) 経過の概要

漁獲量、沖合底曳網漁業（以後、沖底と記す）の CPUE（1 曳網当たり漁獲量）の経年変化から資源評価を行った。データの収集方法、解析方法は以下のとおりである。

ア 沖合底曳網漁業の漁獲量と曳網回数

北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計の中海区「襟裳以西」のキチジ漁獲量と網数の合計値、有漁網数は月別・漁区別の有漁漁区における網数の合計値とした。

イ 沿岸漁業の漁獲量

1985～2018 年は漁業生産高報告、2019 年は水試集計速報値を用いた。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、日高振興局における沖底以外の漁業種による漁獲量の合計値である。

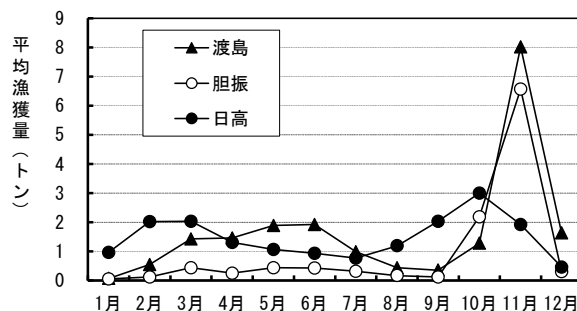


図 1 道南太平洋海域の沿岸漁業におけるキチジ月別平均漁獲量（2015～2019 年の平均）

(3) 得られた結果

ア 漁業実態

沖底の操業時期は 10 月～翌年 3 月である。操業隻数は 7 隻で、その内訳は室蘭漁協 5 隻、日高中央漁協 2 隻（浦河 1 隻、様似 1 隻）である。

沿岸漁業では日高管内のきちじ刺し網による漁獲が圧倒的に多いが、めぬけ刺し網、かれい刺し網などでも漁獲される。胆振管内ではすけとうだら刺し網の漁獲が多く、渡島管内では延縄による漁獲が多い。近年の盛漁期は渡島と胆振が 11 月、日高が 10 月である（図 1）。

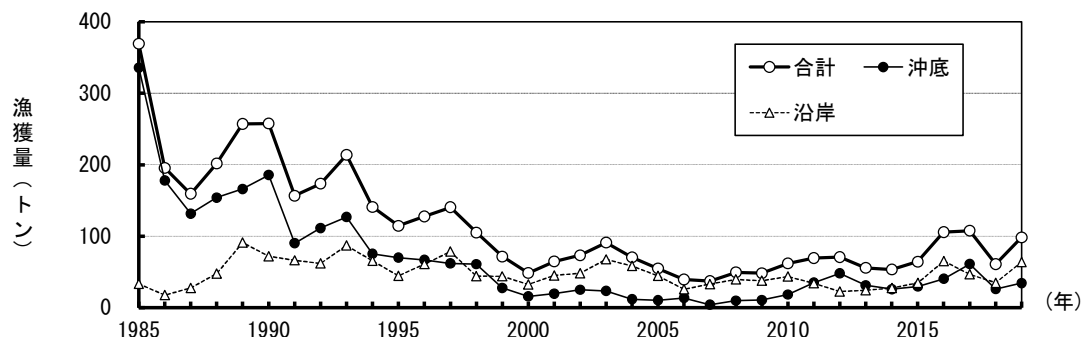


図 2 道南太平洋海域におけるキチジ漁獲量の推移

（資料：沖合底びき網は北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報の襟裳以西漁獲量。
沿岸は 1985～2018 年漁業生産高報告、2019 年は水試集計速報値）

きちじ刺し網の操業時期は周年（盛期 9～11 月，2～3 月）で，2019 年の操業隻数はひだか漁協で 15 隻，日高中央漁協で 6 隻であった。

イ 漁獲量の推移

1985 年以降の沿岸と沖底の合計漁獲量は，1987 年に 159 トンまで減少したが，1990 年には 258 トンまで増加した（図 2，表 1）。1991 年からは増減を繰り返しながら減少傾向を示し，1999 年から 2015 年までは，37.3～90.9 トンの間で，おおむね横ばいで推移した。2016 年，2017 年の漁獲量は，105.8 トン，107.8 トンと 18 年ぶりに 100 トンを超えたが，2018 年は再び 100 トンを切り，60.8 トン，2019 年は前年より増加して 98.4 トンであった。

沖底の漁獲量を 1960 年以降で見ると，1968 年の 2,574 トンを最高に，その後 1974 年まで減少傾向にあったが，1975 年に 1,398 トンに増加した。その後，1976 年以降は再び減少傾向となり，1991 年には初めて 100 トンを切った。その後もさらに減少傾向が続き 2007 年には過去最低の 4.1 トンとなった。その後緩やかな増加傾向が見られて 2019 年の漁獲量は 34.4 トンと前年（26.0 トン）より増加した（図 3，表 1）。

1985 年以降の沿岸の漁獲量は，1989 年には 91.0 トンまで増加したが，その後は増減を繰り返しながら，緩やかな減少傾向を示し，2006～2015 年までは横ばいで推移していた（図 2，表 1）。2016 年に 65.2 トンに増加し，2019 年も 64.0 トンと，前年の 34.8 トンから

表 1 道南太平洋のキチジ漁獲量（単位：トン）

沖底：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計の中海区「襟裳以西」の合計

沿岸：漁業生産高報告（ただし 2018 年は水試集計速報値）。そのうち沖合底びき網による漁獲分を除いた函館市恵山地区（旧恵山町）～えりも町の合計値

年	沖底	沿岸			計	合計
		渡島	胆振	日高		
1985	335.7	0.0	25.4	7.9	33.3	369.0
1986	178.0	0.0	5.0	12.5	17.5	195.5
1987	131.5	0.0	4.5	23.2	27.8	159.2
1988	153.8	11.3	4.8	31.7	47.8	201.6
1989	165.9	58.1	3.6	29.3	91.0	256.9
1990	185.7	52.6	2.9	16.4	71.9	257.6
1991	90.2	33.1	4.1	29.2	66.4	156.6
1992	111.4	19.0	9.0	34.1	62.0	173.4
1993	126.9	34.4	20.2	32.3	86.9	213.7
1994	75.4	6.7	12.9	45.9	65.4	140.8
1995	69.9	2.3	10.9	31.5	44.6	114.5
1996	66.7	6.1	12.6	42.2	60.8	127.6
1997	62.0	7.3	36.7	34.4	78.4	140.5
1998	60.9	3.4	4.7	36.1	44.2	105.0
1999	27.6	7.5	3.6	32.8	43.9	71.5
2000	15.9	3.8	8.0	20.8	32.6	48.5
2001	19.6	2.5	7.8	34.8	45.1	64.7
2002	25.1	3.2	9.3	35.8	48.3	73.4
2003	23.4	3.1	8.5	55.9	67.5	90.9
2004	12.0	0.8	6.3	51.3	58.3	70.3
2005	10.4	1.6	6.5	36.4	44.5	55.0
2006	13.7	1.4	3.5	20.9	25.9	39.6
2007	4.1	5.1	5.0	23.1	33.2	37.3
2008	9.9	6.9	7.3	25.4	39.6	49.5
2009	10.6	1.6	3.0	33.2	37.8	48.4
2010	18.4	4.2	3.8	35.5	43.6	62.0
2011	35.2	3.3	4.1	26.8	34.2	69.4
2012	48.1	1.8	3.9	17.0	22.7	70.8
2013	31.3	5.2	4.3	14.8	24.3	55.6
2014	25.8	5.1	5.5	17.0	27.6	53.4
2015	29.7	15.1	4.4	15.1	34.6	64.4
2016	40.6	32.8	17.9	14.4	65.2	105.8
2017	61.0	19.4	11.2	16.2	46.7	107.8
2018	26.0	13.9	6.2	14.6	34.8	60.8
2019	34.4	18.8	17.1	28.1	64.0	98.4

増加した。

沖底と沿岸の漁獲量を比較すると（図 2），沖底の漁獲量の減少により，1997 年と 1999 年以降の沖底の

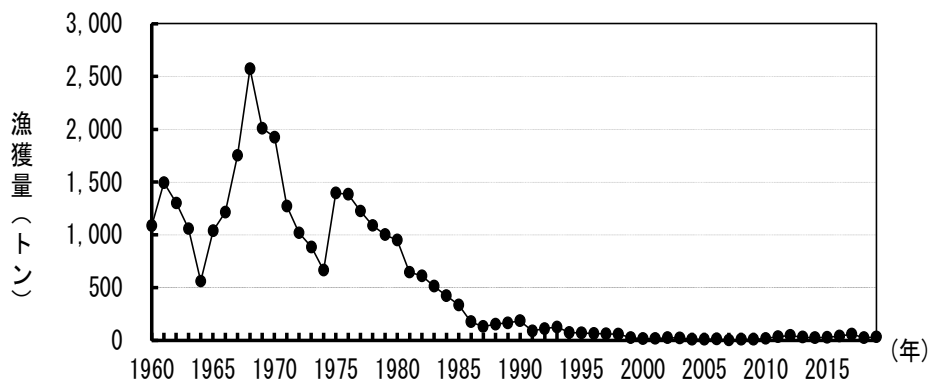


図 3 道南太平洋海域における沖合底びき網のキチジ漁獲量

（資料：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報の襟裳以西の合計値）

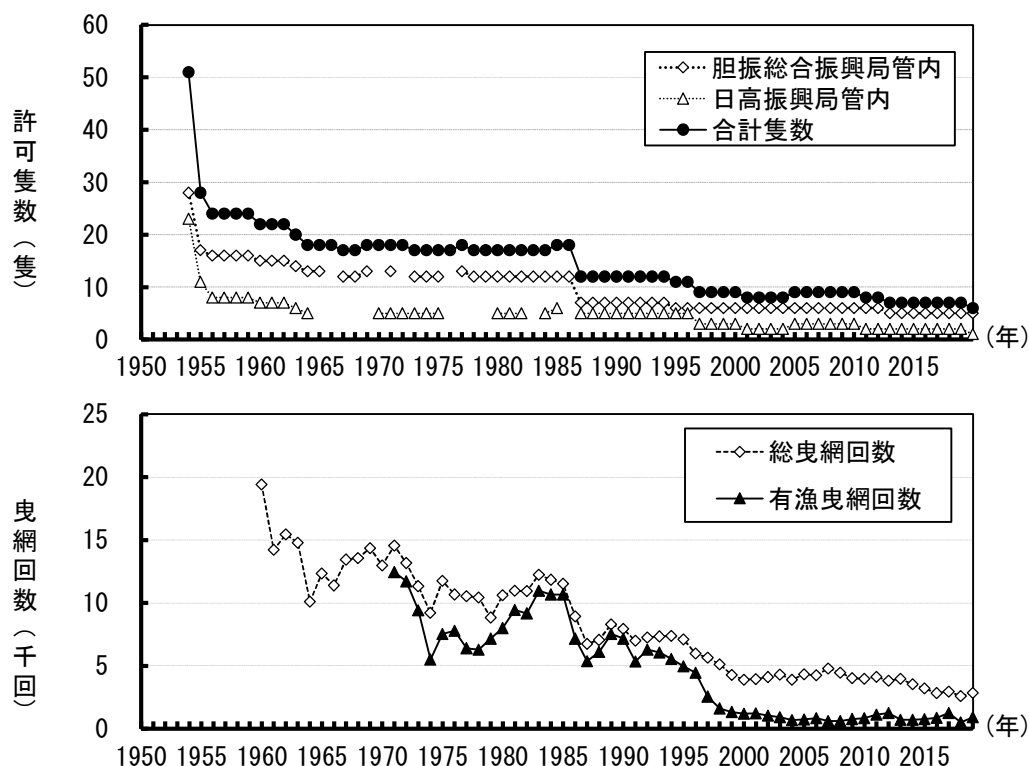


図4 上：道南太平洋海域における沖合底びき網漁業の許可隻数

(資料：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計（1954～1964年，1997年～）

胆振の水産，日高の水産（1965～1996年）)

下：道南太平洋海域における沖合底びき網のキチジ曳網回数

漁獲量は沿岸漁業の漁獲量を下回っていたが，2012年以降は沖底の漁獲量の増加に伴い，両者の漁獲量は同程度となっている。

ウ 努力量の推移

道南太平洋海域における沖底の許可隻数は，1959年の24隻から1964年に18隻まで減船した後，17～18隻で横ばい傾向が続き，1987年に12隻となった（図4上）。その後11～12隻で推移していたが，1997年からは8～9隻で推移し，2013年に7隻となった。沖底の総曳網回数は，1964年の減船と同時に10,107回に減少した（図4下）。その後は11,000回～14,000回にやや増加したが，1974年は9,208回，1979年は8,838回まで減少した。その後も11,000回～12,000回で隻数同様横ばい傾向であったが，減船と同時に1987年に6,748回に減少した。しばらくは7,000回前後で推移していたが，1996年以降漸減し，2019年の曳網回数

は，2,861回であった。有漁曳網回数は，1974年～1980年においては総曳網回数に対して割合が下がったが，その後は総曳網回数に近い値となった。月別集計から日別集計に変更した1997年以降で見ると，1998年に1,612回，1999年に1,342回まで減少して以降614～1,248回の間で推移した後，2018年の有漁曳網回数は512回と過去最低を更新したが，2019年は914回に増加した。

エ CPUEの推移

上述のとおり，海域の合計漁獲量は，1985年以降増減を繰り返しながらも，減少傾向を示し，1999年に100トンを下回った後は，低位な水準での横ばい傾向が続いていた。2016年に急増し2年連続100トンを上回ったが，2018年は減少して2019年も100トンに届かなかった（図2，表1）。

沖底のCPUE（1曳網（総曳網）当たり漁獲量）の経

年変動は、1968年の189.7kg/網をピークに減少し、1976年には129.7kg/網にまで回復したものの、1977年以降、再び減少傾向となった（図5）。1999年以降は10kg/網以下の低い水準が続いたが、2007年の0.9kg/網を最低値に増加傾向に転じ、2017年には20.6kg/網となった。2018年の値は10.0kg/網と減少したが、2019年は12.0kg/網と僅かに増加した。有漁網数を用いたCPUEについては、1977年の191. kg/網をピークに総曳網数を用いたCPUEと同様に減少傾向が見られ、1981年～1996年は近い値を取っていた。月別集計から日別集計に変更した1997年以降の推移についても総曳網数を用いたCPUEの推移と同じような傾向を示し、近年は増加傾向が見られた。2019年の値は37.6kg/網と前年（50.8kg/網）から減少した。

オ 来遊水準

1995～2014年の漁獲量の平均値を100として各年の値を標準化し、 100 ± 40 の範囲を中水準、その上下を高水準、低水準とした。2019年の来遊水準指数は98であることから、中水準であると判断した（図6）。

カ 今後の資源動向

本海域の漁獲量は、沖底、沿岸ともに1999年以降の長期にわたり、低水準で横ばい傾向が続いていたが、近年100トンを超えるなど年変動もみられた（図2、3）。本種は系群構造や年齢・成長関係などの生態的特性に不明な点が多い。このため、本資源の資源及び来遊動向を判断することは難しく、今後の動向は不明である。

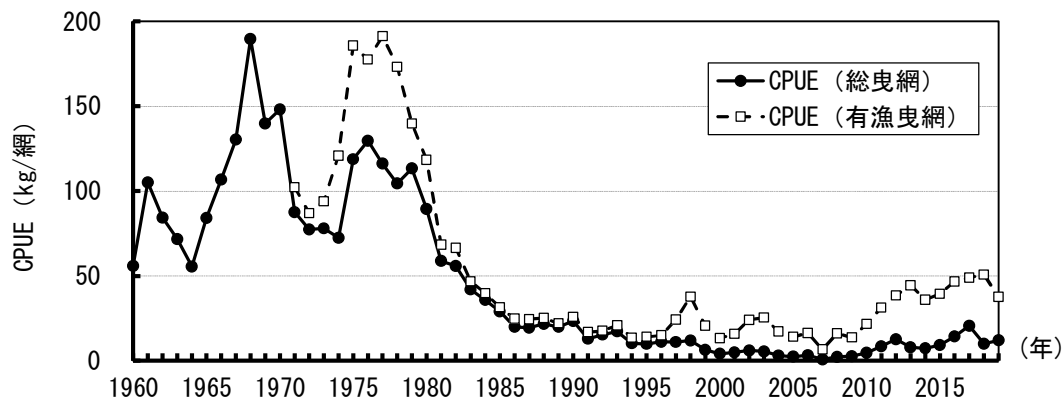


図5 道南太平洋海域における沖合底びき網のキチジ CPUE

（資料：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計の中海区「襟裳以西」の漁獲量と総曳網数・有漁曳網数）

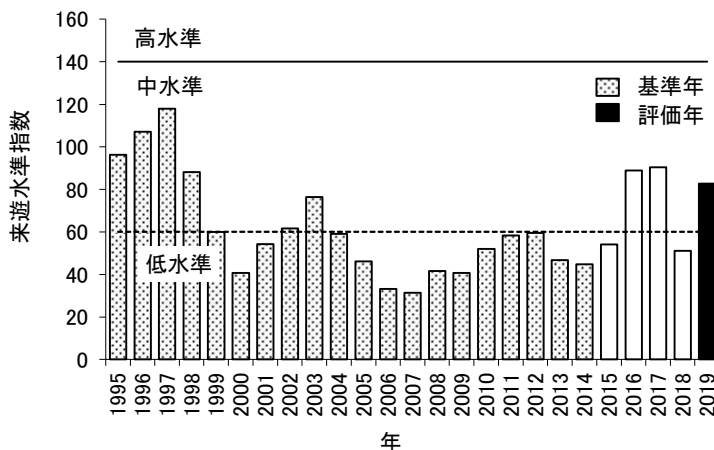


図6 道南太平洋海域におけるキチジの来遊水準（来遊状況を示す指標：漁獲量）

1. 6 マツカワ

担当者 調査研究部 吉村圭三・村上修

協力機関 えりも以西栽培漁業振興推進協議会・北海道栽培漁業振興公社

胆振・日高・十勝・釧路・根室地区水産技術普及指導所

釧路水産試験場

(1) 目的

北海道のマツカワ漁獲量は1980～1990年代には極めて低い水準にあったが、えりも以西海域(図1)において2006年に開始された100万尾規模の人工種苗放流事業により、年間150トン前後まで回復した。さらに近年の研究により、本種は広域の産卵回遊を行い、索餌場である北海道沿岸海域と産卵場である本州常磐沖合海域との間を往復することが明らかにされた。

マツカワは2014年度から北海道の資源評価種に加えられた。広域の産卵回遊を行う本種の生態に基づき、北海道(えりも以东および以西海域)および本州太平洋海域(図1)を対象とし、これらの範囲における漁獲実態を把握するとともに、資源解析および評価を行うこととされた。本事業はマツカワの資源評価に用いる基礎資料収集を目的とする。

(2) 経過の概要

ア 人工種苗放流尾数および漁獲量

人工種苗放流尾数は、公益社団法人北海道栽培漁業振興公社(以下栽培公社)および水試資料を用いた。

漁獲量は4～3月の年度集計とし、北海道の漁獲量は、水産技術普及指導所集計資料(1994～2005年度)、栽培公社集計資料(2006～2007年度)、北海道水産現勢および暫定値(2008～2019年度)を用いた。本州の漁獲量は、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城各県水試集計資料を用いた。

2019年度は北海道の一部海域で漁獲統計資料が得られていない。このため、同年度については資料が得られている海域について集計した暫定漁獲量および暫定漁獲金額を用いた。

イ 年齢別漁獲尾数

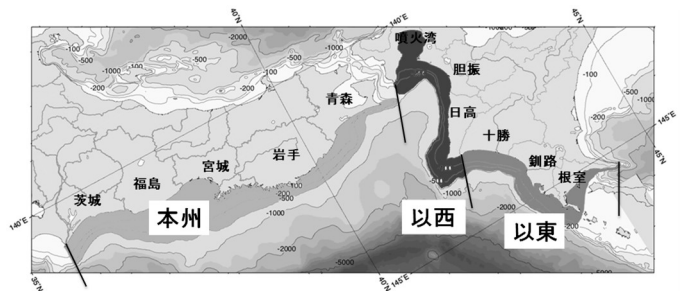


図1 北海道～本州におけるマツカワの主漁場図

えりも以西：渡島振興局のうち南かやべ以北、胆振、日高振興局

えりも以东：十勝、釧路、根室総合振興局

本州：青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県

以下の手順により、2002～2018年度の年齢別漁獲尾数を海域ごとに求めた。2019年度については上述のように一部海域の漁獲量が得られていないため集計しなかった。

えりも以西海域： 本事業報告書Ⅱ.2「放流基礎調査事業(マツカワ放流)」(2)ウに記載した手法を用いて年齢別漁獲尾数を求めた。

えりも以東海域および本州： えりも以西海域に準ずる手法により年齢別漁獲尾数を求めた。集計単位は、えりも以東海域では各振興局管内における延べ15漁業種、本州においては海域全体とした。

ウ 年齢別資源尾数および資源重量

以下の手順により2002～2018年度の年齢別資源尾数及び資源重量を求めた。2019年度については上述の理由により計算しなかった。

イで得られた年齢別漁獲尾数を全海域について集計し、コホート解析により年齢別資源尾数を求めた。年齢別資源重量は、漁獲物標本の年齢別平均体重を年齢別資源尾数に乗じて算出

した。なお、解析手法の詳細は「2019年度資源評価書（マツカワ）」¹⁾に記載されている。

エ 2019年度の資源水準と今後の資源動向

上述のように2019年度の年齢別漁獲尾数等が未集計であるため、暫定漁獲量を用いて同年度の資源水準を評価した。また、今後の資源動向について、人工種苗放流尾数が非常に少なかった2017年度放流群による影響を中心に推察した。

（3）得られた結果

ア 人工種苗放流尾数および漁獲量

北海道における人工種苗放流は、北海道区水産研究所により、えりも以東海域で1987年から開始された。1990年代にはえりも以西海域でも放流が開始され、2000年代前半には両海域合わせて年間20万尾前後が放流された。

2006年度から、栽培公社による100万尾規模の種苗生産および放流が、えりも以西海域において開始された。以降、両海域合わせて年間90万～150万尾の放流が行われたが、2017年度は栽培公社における著しい種苗生産不調により計7万尾の放流に留まった（図2）。

北海道における漁獲量は、最初の大規模放流群が2歳となった2008年度に134トンまで急増し、2009～2018年度は150～190トンで推移した（図3）。本州の漁獲量は北海道と同様に推移し、1990年代には1トン未満～1トン台であったものが2000年代に徐々に増加、2008～2010年に20～30トン台まで急増した。しかし2011年の震災以降減少し、近年は10トン未満となる年が多い（図3）。

2019年度の暫定漁獲量は、全道で134トン（一部海域は未集計）、本州を合わせると147トンで、いずれも2008年以降では最低水準となった。これは、2歳となる2017年度放流群の加入が非常に少なかったことが主因と考えられる。2019年度の暫定漁獲金額は全道1.77億円、本州を合わせて1.84億円であった（図3）。

イ 年齢別漁獲尾数

2019年度の年齢別漁獲尾数は、上述のとおり一部海域の漁獲統計が得られていないため、未集計である。2002～2007年度の総漁獲尾数は1.5

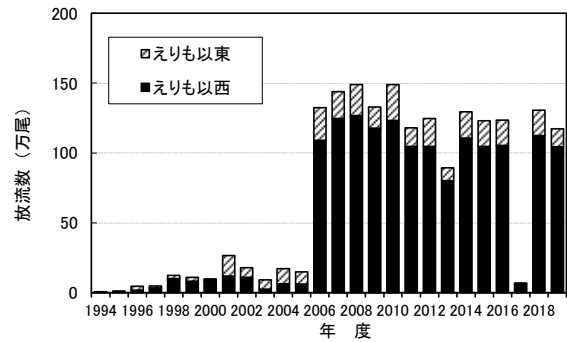


図2 マツカワ人工種苗放流尾数の推移（北海道）

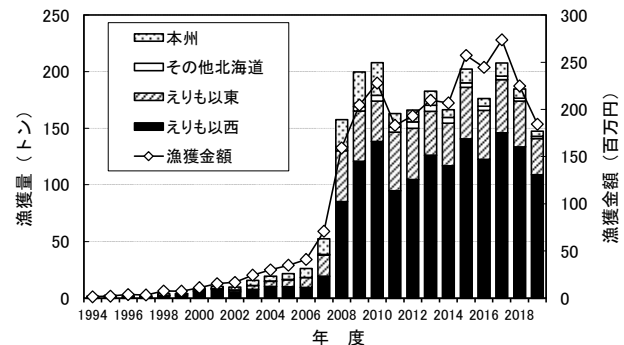


図3 マツカワの漁獲量と漁獲金額の推移
（北海道～本州）．2019年度は暫定値

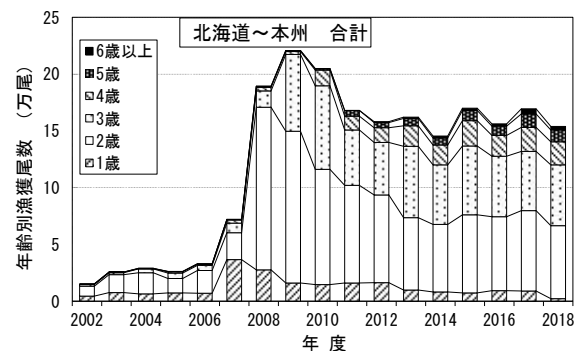


図4 マツカワの年齢別漁獲尾数の推移
（北海道～本州）．2019年度は未集計

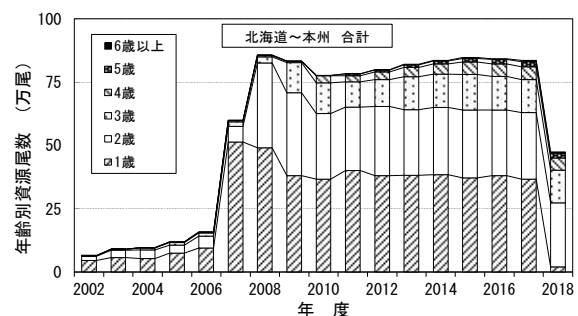


図5 マツカワの年齢別資源尾数の推移
（北海道～本州）．2019年度は未計算

万～7.2万尾で推移したが、大規模放流群が2歳に達した2008年度に19万尾まで急増、2009年度には22万尾に達した。2010年度以降はやや減少し、15万～17万尾で推移している。年齢構成をみると2009年度までは、ほとんどが2歳および3歳であったが、2010年度以降、4歳以上が徐々に増加し、2015年度以降は約3万尾、漁獲の20%前後を占めている（図4）。

ウ 年齢別資源尾数および資源重量

2019年度の資源尾数については一部海域の年齢別漁獲尾数が未集計であるため、未計算である。総資源尾数は2002～2006年度まで7万～16万尾であったが、大規模放流群が加入した2007年度に60万尾、2008年度に86万尾まで急増した。2009～2017年度は80万尾前後で推移したが、2018年度は1歳（放流数が激減した2017年級群）の加入が極めて少ないことにより総資源尾数は47万尾に急減した（図5）。

年齢構成の推移をみると、2009年度まではほとんどが1～3歳であったが、2010年度以降4歳以上が徐々に増加し、2017年度は計7.6万尾（9.2%）に達している（図5）。

総資源重量は2007年度まで100トン未満であったが、2008年度に253トン、2009年度には327トンまで急増した。2012年度以降はさらに増加し、2015～2017年度に400トン以上に達した（図6）。2018年度は、上述のように1歳となる2017年放流群の加入が著しく少なかったため総資源重量は383トンに減少したが、2歳以上はそれまで同様の水準を維持している。年齢構成をみると、2012年度以降4歳以上の重量が明瞭に増加し、2015年度以降は計100～150トンに達している（図6）。このことは、上述のように4歳以上の雌資源尾数の増加に対応している。

エ 2019年度の資源水準と資源動向

2019年度の資源重量が未計算であるため、漁獲量（2019年度は暫定漁獲量）により資源水準を判断した。2009～2018年度における平均漁獲量を100とする指数を用い、 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。2019年度の資源水準指数は79で中水準と判断された（図7）。なお、2019年度は一部海域の漁獲量が未集計であるが、未集計分は全体の5%

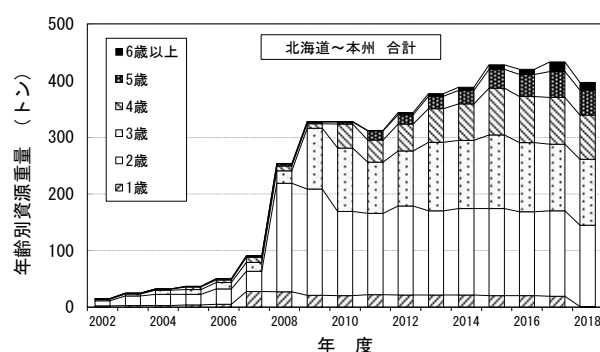


図6 マツカワの年齢別資源重量の推移
（北海道～本州）. 2019年度は未計算

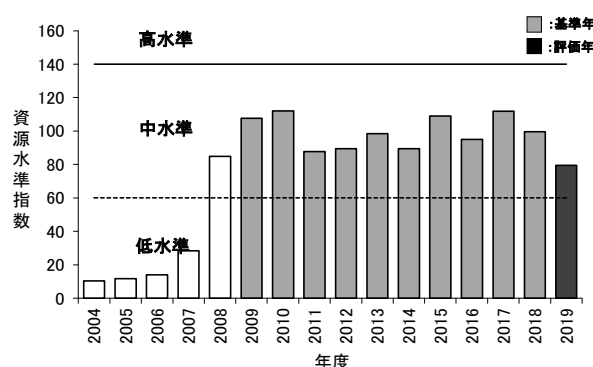


図7 マツカワ資源水準（資源状態を表す
指標は漁獲量）. 2019年度は暫定値

未満と予想されるため、これを加えても資源水準の判断が変更される可能性は低いと見込まれる。

2018年度および2019年度の人工種苗放流が概ね順調に行われたことから、2020年度の2歳および1歳の資源重量はこれまでの水準に回復することが見込まれる。従って、2020年度は2歳の漁獲量は大きく増加するが、3歳（放流数が激減した2017年度放流群に相当）の漁獲量は大幅に減少すると予想される。全体として、2020年度の漁獲量は2019年度からの速やかな回復は期待できないことから、資源動向を横ばいと推察した。

（4）参考文献

- 1) 北海道立総合研究機構水産研究本部. マツカワ（北海道～常磐以北太平洋）. （オンライン）, 入手先
<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>

1. 7 シシャモ

担当者 調査研究部 吉田秀嗣

協力機関 さけます・内水面水産試験場, 公益社団法人北海道栽培漁業振興公社, 鵒川漁業協同組合, 北海道開発局

(1) 目的

シシャモ資源の持続的な有効利用を検討するために必要な加入量変動機構に関する基礎的知見を得ることを目的とし、「加入量変動機構解明に向けた研究仮説」の完成を目指す。

(2) 経過の概要

2014～2018 年度に実施した研究課題「鵒川系シシャモ資源の加入量変動機構解明に向けた基礎的研究（経常研究）」において、表 1 に示す機関の調査結果を用いて、卵期から後期稚魚期における加入量変動機構の仮説を得た（図 1：平成 30 年度第 2 回全場評価会議資料ペラパンフより）。その後、新たに得られたデータや更新されたデータもあることから、それらデータを用いても仮説が成立するかを再検討した。

(3) 得られた結果

4 つの発育段階で得られた仮説について再検討した結果、データを追加・更新した 3 つの発育段階で仮説は成立しなかったもので、その概要を記す。

ア 卵期～孵化仔魚期

2007～2012 年の遡上親魚尾数が見直された¹⁾。また、新たに 2017, 2018 年秋の遡上親魚尾数と、それらから産出され、翌年春に孵化した仔魚尾数を追加した。再検討した結果、遡上親魚尾数とその親魚から産出された孵化仔魚尾数との間には、統計的に有意な相関関係は認められなかった ($r_s^{**}=0.415$, $P>0.05$; 図 2)。

※： r_s はスピアマンの順位相関係数を示す。データが正規分布しない場合に用いた。

遡上親魚尾数の見直し等により、現時点では仮説「遡上親魚量と孵化仔魚量との間に極めて高い相関がみられたことから、卵期における生残率の年変動は小さく、1 歳豊度を左右するような減耗は卵期には生じていない²⁾。」は成立しなかった。今後、河川水の増

表 1 シシャモ調査と実施機関

発育段階	調査方法等	調査時期	実施機関
遡上親魚	鵒川, フクベ網調査	11～12月	内水面水試
孵化仔魚※	鵒川河口, ルバックネット調査	4～5月	栽培公社
前期稚魚※	鵒川沖, ソリネット調査	6～7月	栽培公社
後期稚魚	鵒川沖, こぎ網調査	9月	栽培水試
1歳親魚	道南, こぎ網漁業の1歳CPUE	10～11月	栽培水試

※：孵化仔魚および前期稚魚調査は、北海道開発局室蘭開発建設部を委託元として公益社団法人北海道栽培漁業振興公社が実施した。

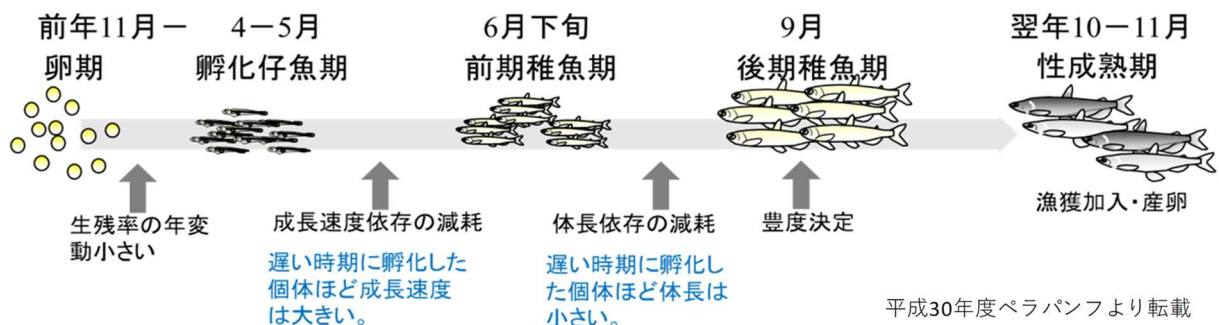


図 1 シシャモ資源の加入量変動仮説

水による卵の流出や海水の産卵場への流入による卵への影響等について検討する必要がある。

イ 孵化仔魚期～前期稚魚期

この発育段階では新たに得られたデータはなかった。現時点では、仮説「孵化直後（孵化後 20 日齢まで）における成長速度の大きな年級群ほど、孵化～前期稚魚期の生き残りが良い傾向がみられ、成長速度依存の減耗が生じている。」に変更はない。

ウ 前期稚魚期～後期稚魚期

6 月下旬に採集された前期稚魚データから仮説を得たとしたが、データを見直したところ 6 月中旬のデータも含まれていた。この時期の稚魚は 10 日で 3～4mm 大きくなるので（図 3），調査日が異なる年級群間の体長を比較するのは困難であるが，比較する場合はなるべく同時期のデータを使用する必要がある。また，6

月中旬と下旬では稚魚の密度は異なっていた（図 4）。これらのことから，2007～2017 年の 6 月下旬のデータのみを用いて再検討した結果，6 月下旬に体長 23mm 以上だった稚魚の密度と 1 歳豊度との間には，統計的に有意な相関関係は認められなかった（ $r_s=0.483$ ， $P>0.05$ ；図 5）。

データの見直しにより，現時点では仮説「6 月下旬に体長 23mm 以上だった稚魚の密度と 1 歳豊度には極めて高い正の相関が得られ，体長依存の減耗が生じている²⁾。」は成立しなかった。

前述の 6 月下旬のデータは，6 月 21 日から 29 日までの 9 日間に得られた 9 カ年のデータであった（図 3）。年級群間を比較する場合はなるべく同時期のデータを比較する必要があり，新たに 2018 年のデータを加えたところ，6 月調査は 6 月 18 日から 6 月 22 日の 5 日間に 12 カ年のうち 9 カ年が実施されていた（図 3）。この 5 日間では体長 23mm 以上の稚魚密度と 1 歳豊度との

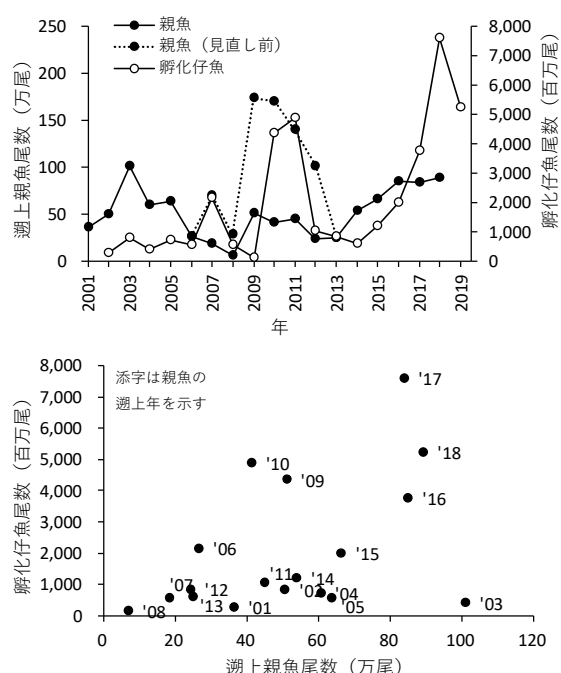


図 2 鶴川における遡上親魚尾数と孵化仔魚尾数の推移（上図）およびそれらの相関関係（下図）

注）遡上親魚尾数：2017 年までは表 1 の機関，2018 年は胆振管内ししやも漁業振興協議会の資料

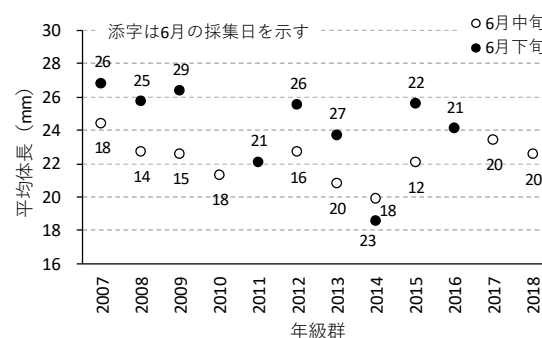


図 3 鶴川沖で 6 月中旬と 6 月下旬に採集された前期稚魚の平均体長

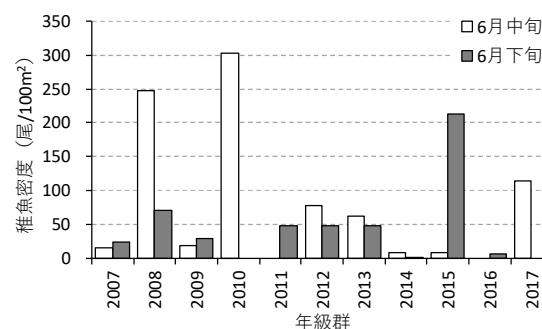


図 4 鶴川沖で 6 月中旬と 6 月下旬に採集された前期稚魚の分布密度

間で正の相関が最も強かったが、統計的に有意な相関関係は認められなかった ($r_s=0.683$, $P>0.05$; 図 6)。

また、7 月調査は 7 月 7 日から 12 日までの 6 日間に 12 ヶ年のうち 7 ヶ年が実施されていた。この 6 日間では体長 28mm 以上の稚魚の密度と 1 歳豊度との間で正の相関が最も強かったが、統計的に有意な相関関係は認められなかった ($r_s=0.607$, $P>0.05$; 図 7)。従って、現時点では前期稚魚期から後期稚魚期の間で「体長依存の減耗が生じている」とは言えない。

エ 後期稚魚期

9 月の後期稚魚採集数と 1 歳豊度との間に強い正の相関関係が認められたことから、後期稚魚期には豊度が決定しているとの仮説を得た。2017 年級群のデータを追加するとともに、2013～2017 年級群について、新たに遡上親魚尾数、孵化仔魚尾数、前期稚魚密度と 1 歳豊度との関係も検討した。その結果、相関係数が最

も高かったのは、遡上親魚尾数と 1 歳豊度 ($r^{**}=0.992$, $P<0.001$)、次いで孵化仔魚尾数と 1 歳豊度 ($r=0.922$, $P<0.05$) で、統計的に有意な相関関係が認められた (図 8)。一方、前期稚魚密度と 1 歳豊度 ($r=0.871$, $P>0.05$)、後期稚魚密度と 1 歳豊度 ($r=0.824$, $P>0.05$) については統計的に有意な相関関係は認められなかった。

※: r はピアソンの相関係数を示す。データが正規分布する場合に用いた。

これらのことから、現時点では仮説「後期稚魚採集数と 1 歳豊度との間には正の相関が認められたことから、9 月の後期稚魚期には豊度が決定している³⁾。」は成立しなかった。

なお、2018 年 9 月にも後期稚魚調査を実施したが、採集された稚魚の平均体長が 47mm と小さく⁴⁾、かなりの稚魚が採集されなかったと推察されたため、データとして用いなかった。調査に用いた目合 18 節のコツ

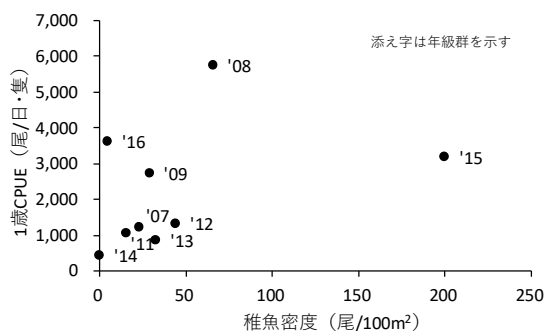
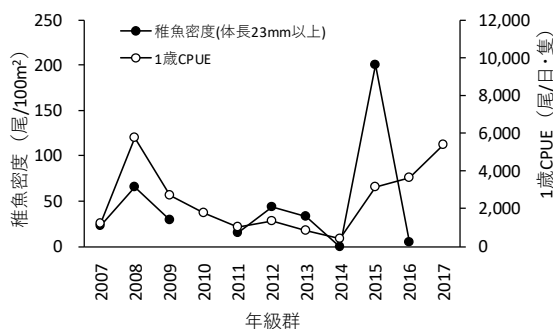


図 5 鵜川沖で 6 月下旬に採集された体長 23mm 以上の前期稚魚の密度と道南太平洋における 1 歳豊度の推移 (上図) およびそれらの関係 (下図)

注) 2010, 2017 年は、6 月下旬には稚魚調査は実施されていない。

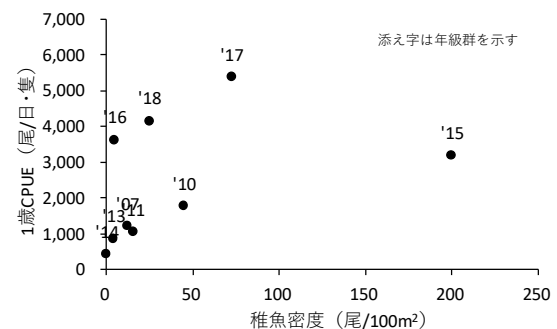


図 6 鵜川沖で 6 月 18～22 日に採集された体長 23mm 以上の前期稚魚の密度と道南太平洋における 1 歳豊度との関係

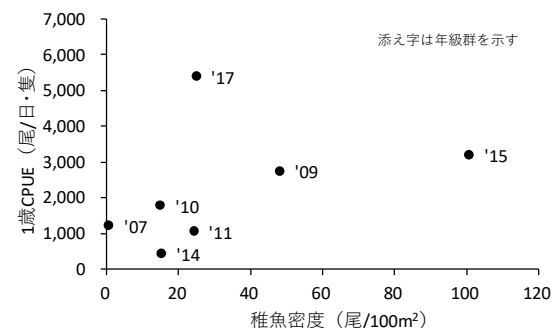


図 7 鵜川沖で 7 月 7～12 日に採集された体長 28mm 以上の前期稚魚の密度と道南太平洋における 1 歳豊度との関係

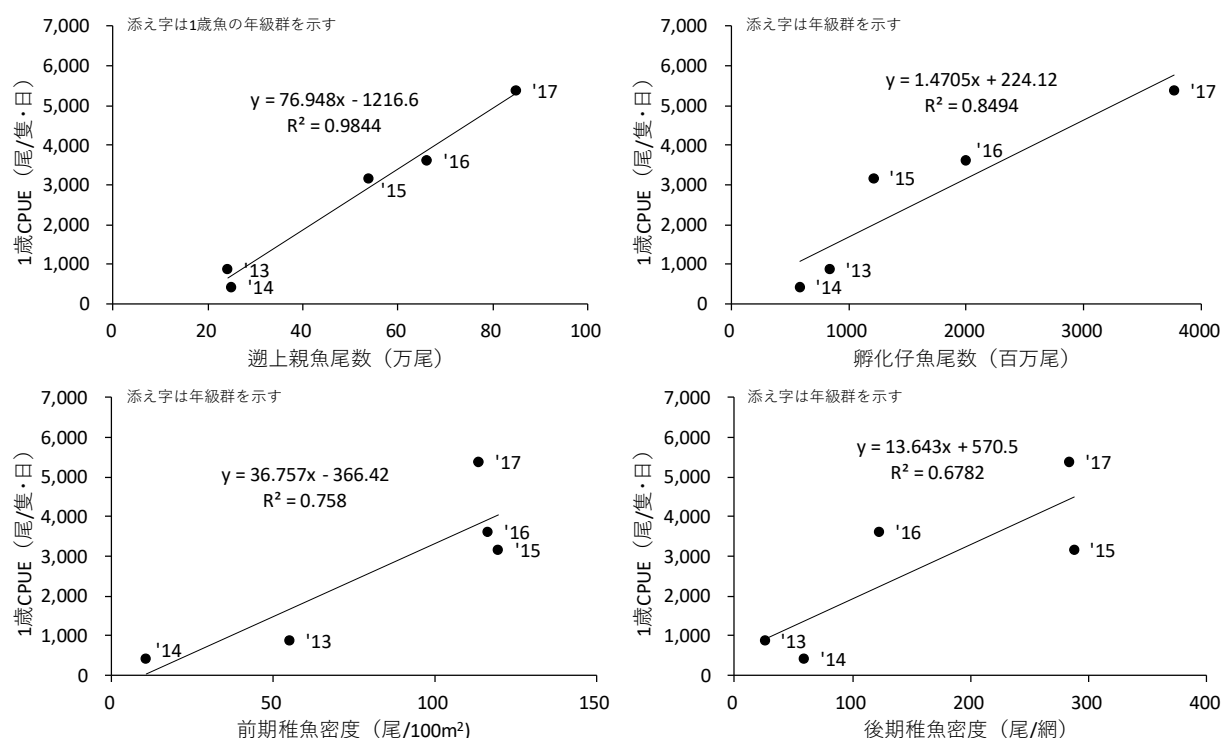


図8 鵜川における遡上親魚尾数、孵化仔魚尾数、鵜川沖における前期稚魚密度、後期稚魚密度と道南太平洋における1歳豊度との関係

注) 前期稚魚密度は調査日より大きく異なるため、公益社団法人栽培漁業振興公社が代表値とした値を用いた。

ドエンドでは、理論上、網目選択性曲線から半数が採集できる体長は50mm台とされている⁵⁾。

前記の相関関係は5年間のデータを用いた結果であり、長期間のデータを有する遡上親魚尾数、孵化仔魚尾数および前期稚魚密度については、長期データを用いて1歳豊度との関係も検討した。その結果、いずれの場合も統計的に有意な相関関係は認められず、現時点では豊度が決定する成長段階は不明である。相関係数等は以下に記す。遡上親魚尾数と1歳豊度($r=0.325$, $P>0.05$; 1歳魚の年級群 2001~2018年級群), 孵化仔魚尾数と1歳豊度($r_s=-0.137$, $P>0.05$; 1994~2018年級群), 前期稚魚密度と1歳豊度($r=0.293$, $P>0.05$; 2003~2018年級群(2006年級群は稚魚調査がなかったので除く))。

(4) 参考文献

1) 岡田のぞみ, 工藤 智: II シシャモ (道南太平洋海

域)。資源管理手法開発試験調査報告書(平成25~29年度), 48-68 (2018)

2) 石田良太郎, 石田宏一, 岡田のぞみ: 3 鵜川系シシャモ資源の加入量変動機構解明に向けた基礎的研究。平成28年度道総研栽培水産試験場事業報告書, 89-93 (2018)

3) 石田良太郎: 3 鵜川系シシャモ資源の加入量変動機構解明に向けた基礎的研究。平成29年度道総研栽培水産試験場事業報告書, 79-82 (2019)

4) 吉田秀嗣: 3 鵜川系シシャモ資源の加入量変動機構解明に向けた基礎的研究。平成30年度道総研栽培水産試験場事業報告書, 80-81 (2020)

5) 前田圭司, 志田 修, 三原栄次: 6-2 シシャモ。平成13年度函館水産試験場事業報告書, 149-157 (2001)

1. 8 ケガニ

担当者 調査研究部 村上修（噴火湾・日高）・佐藤一（胆振太平洋）
 共同研究機関 函館水産試験場
 協力機関 渡島北部地区・胆振地区・日高地区水産技術普及指導所
 渡島・胆振総合振興局水産課，日高振興局水産課

（1）目的

噴火湾海域，胆振太平洋海域および日高海域に分布するケガニ資源について，資源の維持と有効利用を図るため，資源密度調査を実施して2019年度（2019年4月～2020年3月）の資源評価を行う。

（2）経過の概要

ア 漁獲統計調査

漁業情報として，1954～1984年までは北海道水産現勢，1985年以降は渡島，胆振，日高の各振興局の報告資料から漁獲量を収集した。噴火湾海域及び胆振太平洋海域については1997年以降，日高海域については1999年以降の操業隻数を，同報告資料から収集した。

イ 資源調査

（ア）調査方法

a 噴火湾海域：「噴火湾海域におけるけがにかご試験操業実施要領」に指定された調査区域を基本に，噴火湾内の水深10m以深の範囲を調査対象海域（資源密度推定範囲）に設定した（図1）。各年の2～4月に，対象海域内に，1997年では19点，1998～1999年では20点，2000～2006年では16点，2007～2011年では17点，2012～2017年では24点，2018年では25点，2019年では八雲の1ラインが追加され30点の調査点を設定し，40～50個ずつの試験用かにかご（2～2.5寸目合）を1昼夜設置し，ケガニ標本を採集した（図1）。

採集されたケガニについて，調査点毎に全数を計数したほか，雌雄別に100個体を上限として甲長，頭胸甲の硬度等を測定した。

b 胆振太平洋海域：「かにかご漁業（けがに）の許可等に関する取扱方針（胆振振興局管内胆振太平洋海域）」に

指定された調査区域を基本に，水深10～120mの範囲を調査対象海域（資源密度推定範囲）に設定した（図2）。各年の調査期間を3～4月とし，対象海域内に，1997～2010年では15点，2011～2017年は20点（図2の●印：従来

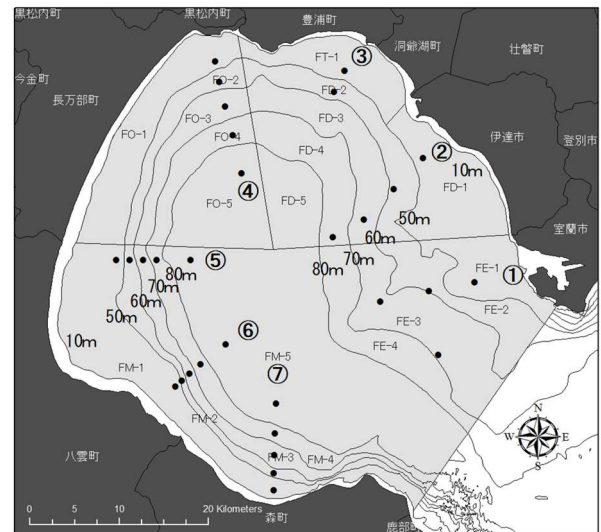


図1 噴火湾海域資源調査計画調査点（●）と資源密度推定範囲（薄いグレー）
 記号は領域番号

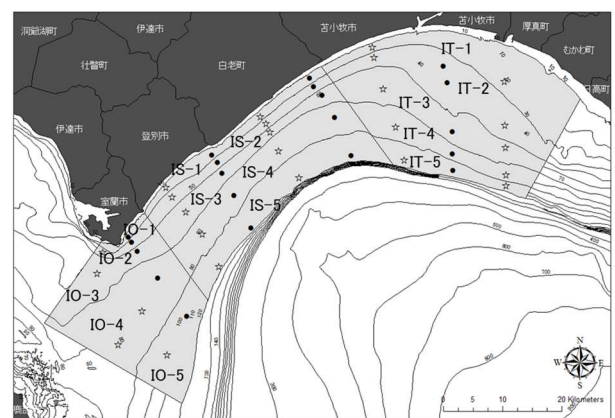


図2 胆振太平洋海域資源調査計画調査点（●従来点，☆2018年度増設点）と資源密度推定範囲（薄いグレー）
 記号は領域番号

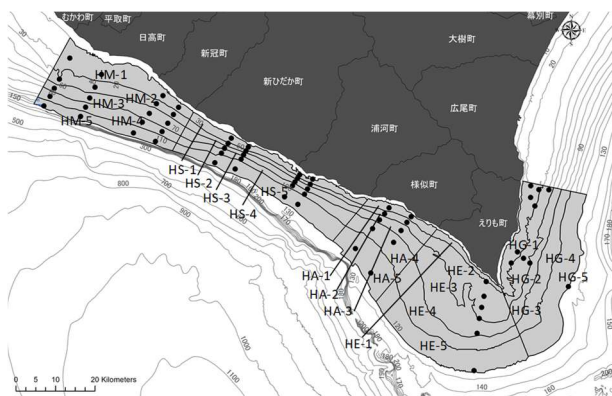


図 3 日高海域資源調査計画調査点 (●) と資源密度推定範囲 (薄いグレー)
記号は領域番号

点), 2018 年から 45 点 (従来点に 25 点を増設: 図 2 の ☆印) の調査点を設定し, 40 個ずつの試験用かにかごを 1 昼夜設置, ケガニ標本を採集した。採集されたケガニについて, 噴火湾海域と同様に計数・測定した。

なお, 甲長組成並びに資源尾数等の推定にあたっては, 過去の調査結果との比較のため 2018 年度以降についても従来調査点 20 点のデータのみを使用した。

c 日高海域: 日高海域は操業許可が日高西部海域と東部海域とに分離されているが, 評価単位については, これら 2 海域を合わせて日高海域としている。「かにかご漁業 (けがに) の許可等に関する取扱方針 (日高振興局管内西部沖合海域)」および「同 (日高振興局管内東部沖合海域)」指定された調査区域を基本に, 水深 10~120 m の範囲を調査対象海域 (資源密度推定範囲) に設定した (図 3)。

各年の調査期間を 5~6 月とし, 対象海域内に, 1996 年では 20 点, 1997~1998 年では 22 点, 1999~2003 年では 27 点, 2004~2006 年では 39 点, 2007~2015 年では 56 点, 2016~2019 年では 66 点 (図 3) に 40~50 個ずつの試験用かにかごを 1 昼夜設置し, ケガニ標本を採集した。採集されたケガニについて, 噴火湾海域と同様に計数・測定した。

(イ) データ処理方法

a 調査点付近の分布密度推定: 調査により採集された雄ケガニ個体数を用い, 平山¹⁾による次式により, 調査点付近の 1 m²あたりの雄ケガニ密度 (漁獲対象外甲長および硬度を含む) を計算した。

$$N = \frac{C(D)}{fS} \quad (1)$$

$$S = (n - 1) \times 2S_u + \pi r^2 \quad (2)$$

$$S_u = D' \sqrt{r^2 - D'^2} + \frac{r^2 (\pi - 2c - \frac{-1}{r} D')}{2} \quad (3)$$

ただし,

$$D' = \frac{D}{2}, \quad 0 \leq D' \leq r \quad (4)$$

ここで, N : 資源密度, $C(D)$: かご間隔 D で設置したときの採集個体数, f : かごの漁獲効率, S : 1 調査点あたりの誘集面積, n : 調査点に設置したかご数, r : かごの誘集半径である。

採集漁具の仕様, およびこれまでの研究結果²⁾に従い, $D = 12$ m, $r = 40$ m とした。 f は不明であるが, 一定を仮定した。なお, これらの条件においては, 1 調査点あたりの誘集面積 (S) は, $n = 40$ の場合は 42,325.67 m², $n = 50$ の場合は 51,889.55 m² と計算される。

b 調査対象海域の分割: 水深, 調査点配置, および行政区界を考慮し, 噴火湾海域では 20 領域, 胆振太平洋海域では 15 領域, 日高海域では 25 領域に対象海域を区分し (図 1~3), それぞれの面積を計算した。

c 領域ごとの分布密度ならびに評価対象海域の分布個体数推定: b で区分された各領域に対し, a で推定した調査点付近の雄ケガニ密度をあてはめて領域ごとの分布密度とした。これらを各領域の面積で重み付けした上で合計し, 各年の評価対象海域の分布個体数とした。ただし, (1) 式の f (漁獲効率) は 1 と仮定し, 分布個体数については相対値とした。各領域への密度のあてはめには, 原則として次のルールを適用した。

- 1) 領域に含まれる調査点 (付近) の密度を, その領域の分布密度とする。調査点が複数含まれる場合は平均する。
- 2) 対象領域に調査点が含まれない場合, 水深帯が同等の隣接領域に含まれる調査点の値を引用する。
- 3) 水深帯が同等の隣接領域にも適当な調査点が含まれない場合, 等深線に対して鉛直方向に隣接する領域に含まれる調査点の値を引用する。この場合, 可能な限り深浅両方向から引用して平均する。
- 4) 3) の処理も不可能な場合には, 海域全体の調査点配置を考慮して引用する調査点を判断する。

d 資源個体数・資源重量: 分布個体数のうち, 甲長 80 mm 以上のものを資源個体数とした。ただし, 噴火湾海域およ

び胆振太平洋海域においては、調査時期が脱皮期にあたることから、甲長 68 mm 以上 80 mm 未満の堅甲個体については漁期開始までに脱皮するものと仮定して、次の(5)式により甲長を脱皮後に変換した上で、資源個体に含めた。

$$CL_a = 1.035CL_b + 10.575 \quad (5)$$

ただし、 CL_a は脱皮後甲長(mm)、 CL_b は脱皮前甲長(mm)である。次に、資源個体数を 1 mm 区間で作成した甲長組成に振り分け、下記の甲長一体重関係式により資源重量に変換した。ただし、 W は体重(g)、 CL は甲長(mm)である。

噴火湾海域の軟甲個体に対しては(6)式を、堅甲個体に対しては(7)式を、胆振太平洋海域の軟甲個体には(8)式を、堅甲個体には(9)式を、日高海域の個体には(10)式を適用した。

$$W = 4.893 \times 10^{-4} \times CL^{3.043173} \quad (6)$$

$$W = 0.691 \times 10^{-4} \times CL^{3.479826} \quad (7)$$

$$W = 4.078 \times 10^{-4} \times CL^{3.067217} \quad (8)$$

$$W = 2.328 \times 10^{-4} \times CL^{3.198333} \quad (9)$$

$$W = 1.727 \times 10^{-4} \times CL^{3.27077} \quad (10)$$

なお、甲長組成は、2017 年度までは各調査点の 1mm 毎の組成を単純に合計していたが、2018 年度の評価から領域毎の面積で重み付けを行い算出した。

● 調査年度の加入量および次年度の予測加入量：噴火湾海域および胆振太平洋海域については、調査時期が脱皮期にあたることから、次年度に漁獲対象サイズに成長すると期待される甲長 68 mm 以上 80 mm 未満の軟甲雄個体（次年度漁期開始までに 1 回脱皮を仮定）、および甲長 56 mm 以上 68 mm 未満の堅甲雄個体（次年度漁期開始までに 2 回脱皮を仮定）を次年度の加入群とした。

これら加入群のうち、後者については(5)式により脱皮後の甲長を予測した上で、前者・後者それぞれに(6)あるいは(8)式を適用して体重に変換し、それらを積算して次年度の予測加入量とした。日高海域については、評価年に漁獲対象サイズに成長したと推定される甲長 80 mm 以上

91 mm 未満の軟甲雄の分布個体数を(10)式で重量に変換して加入量、次年度に漁獲対象サイズに成長することが期待される甲長 68 mm 以上 80 mm 未満の雄の分布個体数を同様に換算して次年度の予測加入量とした。

f 資源量指数および予測加入量指数：資源重量は、噴火湾海域では 1997～2004 年度の平均、胆振太平洋海域では 1997～2009 年度の平均、日高海域では 1996～2015 年度の平均をそれぞれ 100 として各年の値を標準化し資源量指数とした。

予測加入量指数は、噴火湾海域では 1998～2005 年度の平均、胆振太平洋海域では 1998～2010 年度の平均、日高海域では 1997～2016 年度の平均をそれぞれ 100 として各年の値を標準化し資源量指数とした。

ウ 資源調査時の環境条件

分布密度に付随する環境情報として、2015 年から、資源調査時（2～6 月）に、一部の調査点において水温ロガーを用いて調査漁具付近の水温を記録した。2019 年は噴火湾海域 4 ライン（落部、豊浦、有珠、室蘭）、胆振太平洋海域 7 ライン（室蘭、登別、苫小牧、以上各 2 ライン、白老）、日高海域 2 ライン（えりも、門別）で実施したロガー（米 Onset 社 TidbiT v2）を「のし」の始め、あるいは終わりのかごに樹脂製結束バンドで固定し、調査漁具設置時間中に 30 分間隔で水温を記録した。各資源調査点において採集された雄ケガニの 50 カゴ当たりの個体数を算出し、水温との関係を調べた。

（3）得られた結果

ア 噴火湾海域

（ア）漁獲量の推移

本海域の漁獲量は 1986 年度に 444 トンに達していたが、1987 年度以降に急激に減少した。そのため、1990～1991 年度に禁漁措置が実施された（表 1、図 4）。

1992 年度から試験操業として再開され同時に許容漁獲量制が導入された。許容漁獲量は 1992 年度では 228 トンに設定されたが、1994 年度以降は、60～111 トンの範囲で設定されていた。1992 年度以降の漁獲量は、許容漁獲量以下の 36.0～107.8 トン（許容量達成率約 15～98%）で推移している。2019 年度（漁期 6/20～7/11）では許容漁獲量 76 トンに対し、実漁獲量は 76 トンで許容達成率 100%となった（表 1、図 4）。2019 年度の漁獲金額は、過去最高の 3.15 億円に達し、単価は 4,145 円/kg であった（表 1）。

(イ) 現在までの資源動向

a 試験操業の CPUE

試験操業の CPUE は、2008～2011 年度では 140 kg/隻・日以上の高い値だったが、2012～2015 年度は 100 kg/隻・日前後で推移した。2016 年度は 179 kg/隻・日と増加したが、翌 2017 年度には半減して 89kg/隻・日となり、2019 年度は 122 kg/隻・日となった（図 5）。

b 資源量指数の推移

資源調査によって得られた資源量指数は、特に 2007～2009 年度には 460～666 と高くなった。2012～2015 年度には 84～114 で推移していたが、2016 年度には前年度比約 2 倍の 212 へ一時的に増加した。翌 2017 年度には再び半減し、2019 年度は前年度（96.1）に比べやや増加し 115.4 となった（図 6）。

表 1 噴火湾海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量

年度	噴火湾計					
	漁獲量(トン)*1			許容漁獲量*2 (トン)	許容量 達成率 (%)	単価 (円/kg)
	かにかご	刺し網	合計			
1985	263.0	20.0	283.0			
1986	416.0	28.0	444.0			
1987	143.0	23.0	166.0			
1988	144.0	31.0	175.0			
1989	38.0	9.0	47.0			
1990			0.0	禁漁		
1991			0.0	禁漁		
1992	33.0		33.0	228.0	14.5	
1993	60.0		60.0	114.0	52.6	
1994	60.0		60.0	76.0	78.9	
1995	49.0		49.0	74.0	66.2	
1996	46.2		46.2	63.0	73.3	
1997	65.2		65.2	76.0	85.7	
1998	72.4		72.4	74.0	97.8	
1999	80.5		80.5	83.6	96.2	
2000	67.3		67.3	83.6	80.5	1.1
2001	75.7		75.7	91.2	83.0	1.2
2002	79.9		79.9	111.0	72.0	1.4
2003	37.6		37.6	67.6	55.6	0.9
2004	36.0		36.0	60.0	60.0	0.8
2005	41.7		41.7	60.0	69.6	0.9
2006	63.4		63.4	80.0	79.3	0.9
2007	91.6		91.6	96.0	95.4	1.0
2008	93.2		93.2	100.0	93.2	1.2
2009	91.8		91.8	100.0	91.8	1.3
2010	95.8		95.8	100.0	95.8	1.6
2011	97.4		97.4	100.0	97.4	1.7
2012	73.6		73.6	76.0	96.9	1.9
2013	69.2		69.2	76.0	91.0	1.8
2014	67.6		67.6	76.0	88.9	1.9
2015	73.2		73.2	76.0	96.4	2.2
2016	107.8		107.8	114.0	94.6	3.1
2017	66.9		66.9	76.0	88.0	2.7
2018	69.0		69.0	76.0	90.8	3.1
2019	76.0		76.0	76.0	100.0	3.1

*1 資料：渡島・胆振振興局報告資料(集計期間：4月～翌年3月)

*2 1999 年度では当初の 76 トンが漁期中に変更された

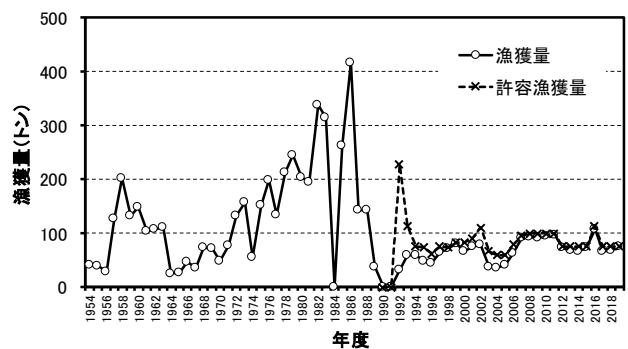


図 4 噴火湾海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

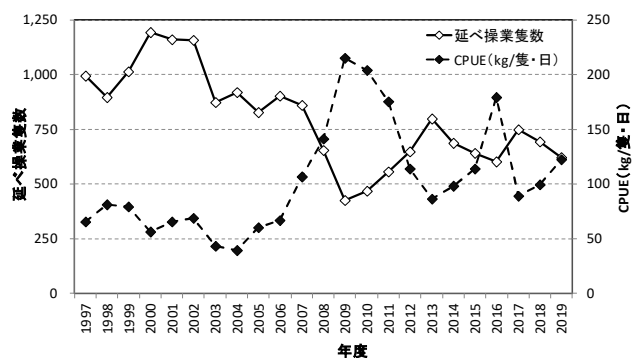


図 5 噴火湾海域における操業 CPUE の推移

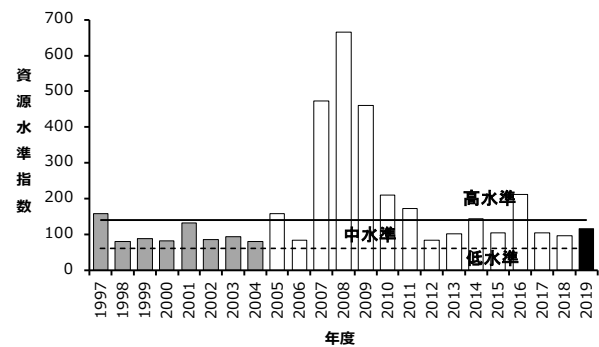


図 6 噴火湾海域における資源量指数(甲長 80mm 以上雄)の推移および水準判定

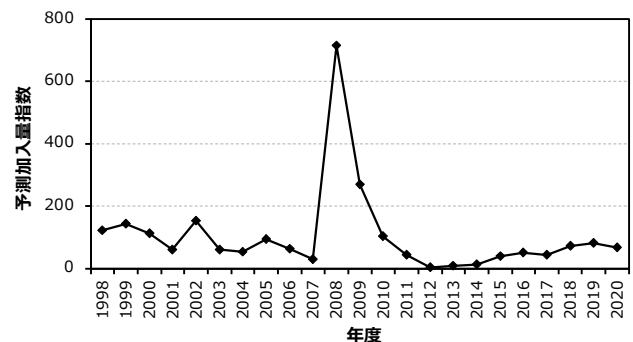


図 7 噴火湾海域における予測加入量指数の推移

(ウ) 資源水準

資源量指数を用いて資源水準を判断した。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。2019 年度の資源水準は資源量指数が 115.4 であることから「中水準」と判断された（図 6）。

(エ) 今後の資源動向

2020 年度の予測加入量指数は、前年度（66.7）に比べ横ばいの 67.3 となり、2020 年度の加入量は低水準（図 7）と考えられるが、2007 年度および 2016 年度における漁獲対象群の資源量指数の急激な増加（図 6）については、予想加入量指数からは予測できなかったことから、今後の資源量の動向は明らかではない。

イ 胆振太平洋海域**(ア) 漁獲量の推移**

本海域の漁獲量は 1988 年度に 273 トンだったが、1989 年度に資源量が急減したため、1990～1991 年度に禁漁措置が施された（表 2、図 8）。1992 年度から漁法をかにかごのみに限定した許容漁獲量制度が導入され、試験操業として漁獲が再開された。2007 年度より資源状態がある程度回復したと判断され、許可漁業に移行した。許容漁獲量は、1992 年度に 165 トンに設定され、1993～2005 年度は 190～251 トンの間を上下、2006～2011 年度は 230 トンから 370 トンへと上昇、2012 年度に一旦減らされたが、その後 2016 年度までは、ほぼ横ばいで 286～302 トンが設定された。実漁獲量（実際の漁獲量）は、1999～2012 年度では許容漁獲量とほぼ同量であった。

しかし、2013 年度以降は、許容漁獲量がほぼ据え置かれたのに対して、実漁獲量は減少が続き、その差が開いていた。2017 年度には許容漁獲量を 176 トンと大幅に引き下げたにもかかわらず、実漁獲量は 117 トンにまで落ち込み、許容漁獲量達成率は 7 割を切った。2018 年度は許容漁獲量を 72 トンとさらに減少した結果、実漁獲量は 68.1 トンで、許容漁獲量と同等となった

2019 年度は許容漁獲量 33 トンに対し、実漁獲量は 28.8 トン（前年度比 0.42）で 3 年続いて過去最低を更新した（2018、2019 両年度とも道の許可方針に定める隻数（許可枠数）の一部が休漁した地区があり、実質の許容漁獲量

表 2 胆振太平洋海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量

年度	胆振太平洋				許容量 達成率
	漁獲量（トン）*1		許容漁獲量*2 （トン）		
	かにかご	刺し網		合計	
1985	229.0	29.0	258.0		
1986	230.0	34.0	264.0		
1987	111.0	28.0	139.0		
1988	219.0	54.0	273.0		
1989	136.0	43.0	179.0		
1990				禁漁	
1991				禁漁	
1992	165.0		165.0	165.0	100.0%
1993	208.0		208.0	220.0	94.5%
1994	202.8		202.8	202.8	100.0%
1995	203.0		203.0	231.0	87.9%
1996	145.6		145.6	190.0	76.6%
1997	121.7		121.7	201.0	60.5%
1998	172.6		172.6	197.0	87.6%
1999	192.5		192.5	192.5	100.0%
2000	192.5		192.5	192.5	100.0%
2001	195.2		195.2	195.2	100.0%
2002	250.3		250.3	251.0	99.7%
2003	240.6		240.6	250.0	96.2%
2004	199.4		199.4	207.0	96.3%
2005	194.4		194.4	198.0	98.2%
2006	224.1		224.1	230.0	97.4%
2007	271.0		271.0	276.0	98.2%
2008	320.0		320.0	320.0	100.0%
2009	320.0		320.0	320.0	100.0%
2010	320.0		320.0	320.0	100.0%
2011	370.0		370.0	370.0	100.0%
2012	295.7		295.7	302.0	97.9%
2013	276.5		276.5	300.0	92.2%
2014	274.6		274.6	302.0	90.9%
2015	225.8		225.8	297.0	76.0%
2016	202.3		202.3	286.0	70.7%
2017	117.2		117.2	176.0	66.6%
2018	68.1		68.1	72.0	94.5%
2019	28.8		28.8	33.0	87.3%

*1 胆振振興局報告資料（集計期間：4 月～翌年 3 月）

*2 1994 年度では当初の 165 トンが漁期中に変更された

達成率は 100%)。

(イ) 現在までの資源動向**a 操業 CPUE**

けがにかご漁業の操業 CPUE（1 隻・1 日当たり漁獲量）は 1997～2009 年度では増減があったものの緩やかな増加傾向を示し、2009 年度には 299 kg/隻・日に達した（図 9）。

しかし、2010 年度以降は一転して減少が続き、2017 年度には前年度比 0.52 とさらに急減して 1997 年度以降最低の 64.2kg/隻・日となり、2018 年度も同等の 64.7kg/隻・

日であった。2019年度の操業CPUEは、105kg/隻・日と前年度を上回った（前年度比1.62）。

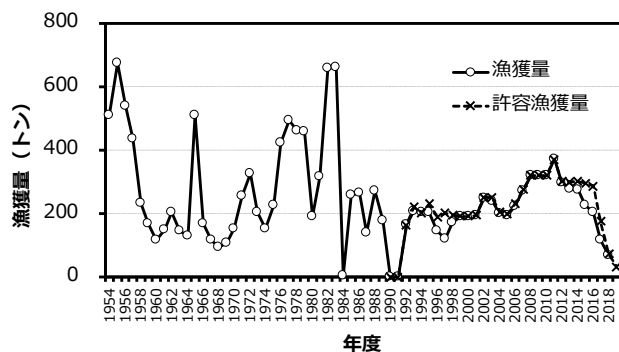


図8 胆振太平洋海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

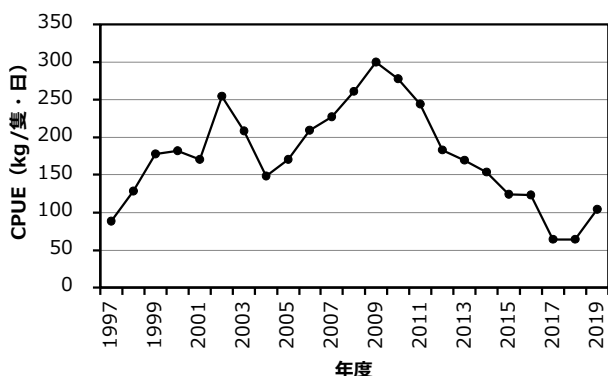


図9 胆振太平洋海域における操業CPUEの推移

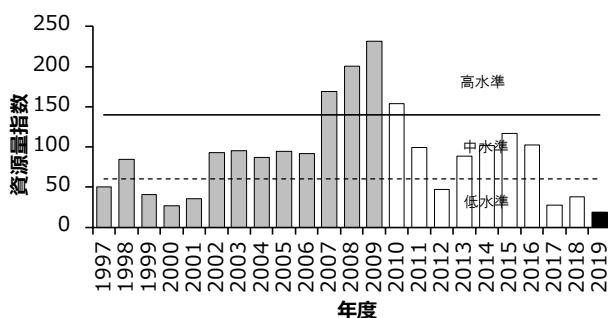


図10 胆振太平洋海域における資源量指数の推移および水準判定

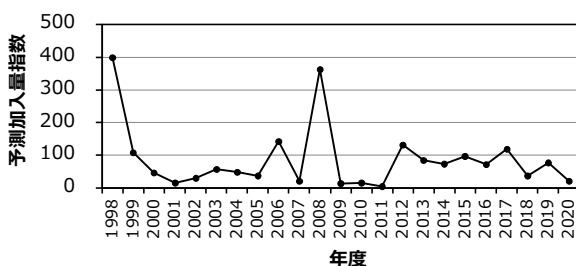


図11 胆振太平洋海域における予測加入量指数の推移

b 資源量指数の推移

漁獲対象群の調査CPUEを重量変換して算出した資源量指数は、2002～2006年度は100程度と中位安定して推移していたが、2007～2010年度には140を超える高い値となり、その後減少して、2013年度以降は再び100前後で推移していた（図10）。

しかし、2017年度に前年度比0.26と大きく減少、2018年度の資源量指数はやや増加したものの、2019年度は18（前年度比0.49）と1997年度以降の最低となった。

(ウ) 資源水準

資源量指数を用いて資源水準を判断した。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。2019年度の資源水準は、資源量指数が18であることから「低水準」と判断された（図10）。

(エ) 今後の資源動向

資源量指数は2017年度以降、3年連続して低水準域にあった（図10）。また、2019年度のけがにかご漁業の操業CPUEは前年から上昇したものの、2016年度以前の操業CPUEと比較すると、高い水準とは言えない（図9）。卓越年級群の発生は引き続き見られず、次年度加入が期待される予測加入量もきわめて低位である（図11）。

これらのことから、本海域の資源状態は低水準域にあり、資源動向は横ばいで、回復の兆しは認められない。

ウ 日高海域

(ア) 漁獲量の推移

本海域の漁獲量（暦年集計）は、1978年以前では変動幅（83～660トン）が大きかった（図12）。西部海域では1993年度から、東部海域では1990年度から許容漁獲量制が導入されている。両海域を併せた漁獲量は、1986年度～2000年度では低い漁獲水準（57～112トン）で続いていた。2001年度から増加し2014年度まで162～292トンの範囲で推移していたものの、2015年度以降減少傾向になった。2019年度の西部海域の漁獲量は、許容漁獲量47.3トンに対し29.3トン、東部海域では同141.8トンに対し51.6トンと、両海域とも許容漁獲量に達せず、両海域を併せた漁獲量は前年度（69.0トン）に比べ少し増加し80.9トン（前年比1.17）となったが、両海域を併せた許容漁獲

量 189 トンに対して、許容達成率は 42.8%と低かった(表 3, 図 13)。

漁獲金額については、2002 年度の約 6.5 億円をピークに、その後、約 4～6 億円で推移していたが、2017 年度には約 2.8 億円に減少し、2019 年度は 3.7 億円となった。2006 年度以降、単価については約 2 千円/kg 前後で推移していたが、2015 年度以降は漁獲量減少のため上昇した。2019 年度は 4,628 円/kg で、過去最高であった前年度(5,130 円/kg)を少し下回った(表 3)。

(イ) 現在までの資源動向

a 操業 CPUE

操業 CPUE は 2013 年度に 112 (kg/隻・日) と高かったが、その後、減少傾向になり、2016 年度には 39 (kg/隻・

日)まで低下し、2019 年度は 37.2(kg/隻・日)と、2016 年度以降、低い状態が続いている(図 14)。

b 資源量指数の推移

1996～2000 年度では 14.2～48.8 で推移していたが、2001 年度から増加し、2006 年度では 201.8 と高くなった。その後、2011 年度に 81.8 まで低下したが、2013 年度に再び増加して 151.3 となった。2015 年度以降は減少傾向になり、2017 年度には 27.0 まで低下したが、2019 年度は 137.9 と大きく増加し高水準となった(図 15)。

(ウ) 資源水準

資源水準は、1997～2016 年度の 20 年間における資源量指数を小さい順に並べ、25 パーセンタイル以下(資源量指数 55.5 以下、1 位から 5 位まで)を低水準、25～75 パ

表 3 日高海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量

年度	日高西部*1				日高東部*1				東西計				
	漁獲量(トン)*2		許容漁獲量*3 (トン)		漁獲量(トン)*2		許容漁獲量*3 (トン)	漁獲量 (トン)	許容漁獲量 (トン)	許容達成率 (%)	漁獲金額 (億円)	単価 (円/kg)	
	かにかご	その他			かにかご	その他							
1985	49.0	63.5	112.5		22.7	66.1	88.8		201.3				
1986	20.0	15.1	35.1		29.7	34.8	64.5		99.6				
1987	22.7	9.6	32.3		36.2	18.7	54.9		87.2				
1988	21.7	3.8	25.5		70.7	4.4	75.1		100.6				
1989	20.4	3.9	24.3		69.1	9.9	79.0		103.3				
1990	20.9	1.4	22.3		52.7	25.6	78.3	69.0	100.6				
1991	11.1	2.9	14.0		20.6	22.0	42.6	43.0	56.6				
1992	34.8	1.5	36.3		28.8	21.7	50.5	43.0	86.8				
1993	11.9	2.2	14.1	39.6	39.0	26.8	65.8	39.0	79.9	78.6	101.6		
1994	33.9		33.9	40.8	64.8		64.8	65.0	98.8	105.8	93.4		
1995	32.1		32.1	36.3	80.0		80.0	80.0	112.1	116.3	96.4		
1996	27.0		27.0	36.3	76.1		76.1	80.0	103.1	116.3	88.6	3.17	
1997	16.4		16.4	23.8	48.6		48.6	73.0	65.0	96.8	67.1	1.95	
1998	17.0		17.0	25.0	47.8		47.8	70.0	64.9	95.0	68.3	2.33	
1999	19.6		19.6	27.0	54.4		54.4	66.0	74.0	93.0	79.6	2.22	
2000	31.1		31.1	33.0	58.1		58.1	65.0	89.2	98.0	91.1	2.39	
2001	49.6		49.6	53.0	127.7		127.7	128.0	177.3	181.0	98.0	3.81	
2002	66.4		66.4	68.0	155.3		155.3	171.0	221.7	239.0	92.8	6.53	
2003	45.8		45.8	51.0	152.1		152.1	157.0	197.8	208.0	95.1	5.10	
2004	56.5		56.5	59.0	116.4		116.4	156.2	172.9	215.2	80.4	4.63	
2005	70.8		70.8	90.0	200.0		200.0	200.0	270.8	290.0	93.4	6.42	
2006	80.7		80.7	90.0	200.0		200.0	200.0	280.7	290.0	96.8	4.62	
2007	75.9		75.9	90.0	210.0		210.0	210.0	285.9	300.0	95.3	5.88	
2008	86.3		86.3	90.0	210.0		210.0	210.0	296.3	300.0	98.8	5.74	
2009	84.7		84.7	90.0	200.5		200.5	210.0	285.2	300.0	95.1	5.95	
2010	85.7		85.7	90.0	170.7		170.7	210.0	256.4	300.0	85.5	4.52	
2011	71.9		71.9	82.0	179.5		179.5	188.0	251.4	270.0	93.1	5.04	
2012	58.2		58.2	87.0	138.2		138.2	198.0	196.5	285.0	68.9	3.98	
2013	59.9		59.9	87.0	197.3		197.3	198.0	257.2	285.0	90.3	4.70	
2014	66.4		66.4	88.0	176.2		176.2	202.0	242.6	290.0	83.7	4.74	
2015	33.3		33.3	67.0	128.7		128.7	153.0	161.9	220.0	73.6	4.37	
2016	28.9		28.9	40.0	61.2		61.2	120.0	90.1	160.0	56.3	3.98	
2017	13.8		13.8	18.0	44.4		44.4	54.0	58.2	72.0	80.8	2.80	
2018	15.7		15.7	20.8	53.3		53.3	62.3	69.0	83.0	83.1	3.54	
2019	29.3		29.3	47.3	51.6		51.6	141.8	80.9	189.0	42.8	3.74	

*1 日高西部海域：日高町(旧門別町)～様似町、日高東部海域：えりも町、のそれぞれ沿岸海域

*2 漁獲量データ：1992 年度以降のかにかご漁獲量は日高振興局報告資料、それ以外は漁業生産高報告による。
(集計期間：4 月～翌年 3 月)

*3 日高西部海域では 1993 年度から、日高東部海域では 1990 年度から設定
1995 および 2002 年度の日高東部海域では、それぞれ当初 72.4 トン、157 トンを漁期中に変更
2003 および 2010 年度の日高西部海域ではそれぞれ当初 38 トン、48 トンを、日高東部海域ではそれぞれ当初 148 トン、98 トンを漁期中に変更

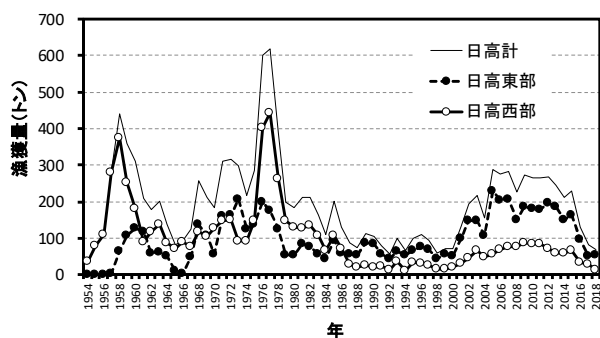


図 12 日高海域におけるケガニ漁獲量の経年推移 (暦年集計)

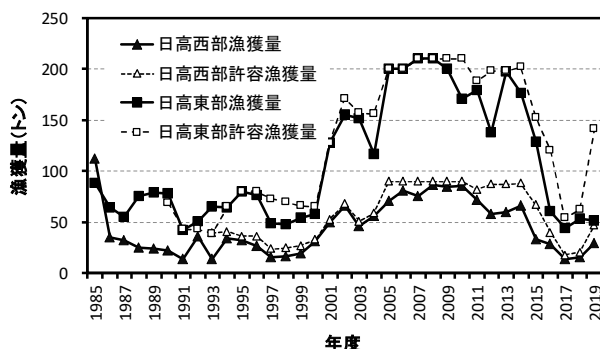


図 13 日高海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

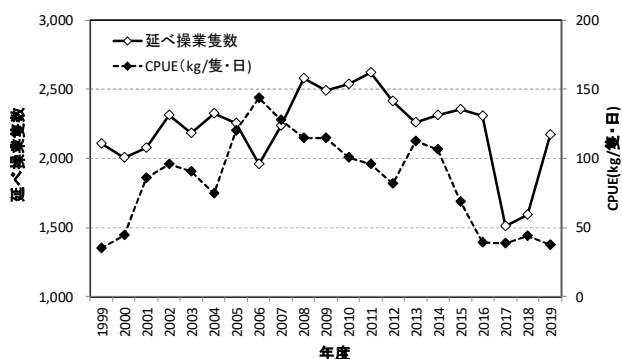


図 14 日高海域における延べ操業隻数と操業 CPUE の推移

ーセンタイル区間(資源量指数 55.5~136.1, 6 位~15 位) を中水準, 75 パーセンタイル以上(資源量指数 136.1 以上, 16 から 20 位まで) を高水準とした。

2019 年度の資源量指数は 137.9 で、資源水準は昨年度 (51.2) の低水準から大きく増加し「高水準(136.1 以上)」となった(図 15)。

(エ) 今後の資源動向

本資源の予測加入量指数は、概ね加入量指数と正の相関があり、加入状況の予測指標として有用な指数であると考

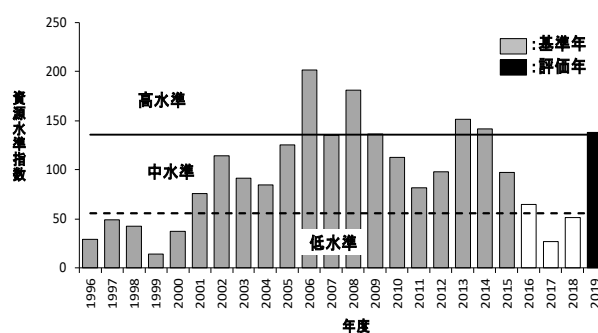


図 15 日高海域におけるケガニの資源水準の推移および水準判定

(資源状態を表す指標：資源調査による資源量指数)

中水準は、順位区分の 25%~75% (資源量指数 55.5~136.1, 6~15 位) に対応する水準指数の範囲とした。

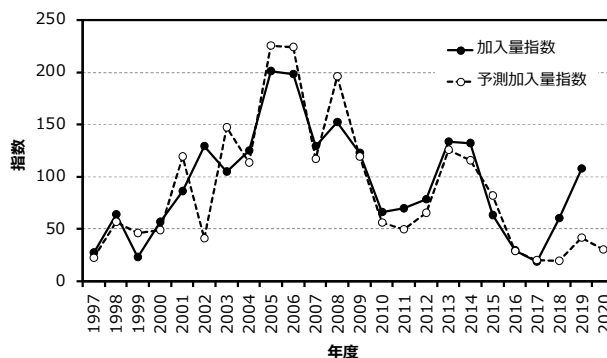


図 16 日高海域における予測加入量指数の推移

えられている。2019 年度の資源調査による 2020 年度の予測加入量指数は 29.9 と予測され前年度 (41.7) を下回り、2020 年度の加入量は 2019 年度に比べ減少すると思われる。しかし、2002 年度や 2019 年度の加入量指数の増加や 1999 年度の加入量指数の減少については、予測加入量からは予測できなかった(図 16)。

2019 年度の資源調査結果では、資源水準は高水準に上向いたものの、漁獲対象前の個体は少なく一時的な資源増大の可能性があること、2019 年度の許容達成率が 42.8% と低かったこと、操業 CPUE は 2016 年度以降低く推移していることから、今後の資源動向は「減少」と判断した。

エ 資源調査時の環境条件

2019 年の資源調査時の漁場水温と水深および雄ケガニの 50 カゴ当たり個体数との関係(図 17)によると、噴火湾の甲長 80mm 以上の雄は、2~3 月の渡島側(落部)の水深 58~62m (3.1℃) で 242~401 個体/50 カゴと多く、5

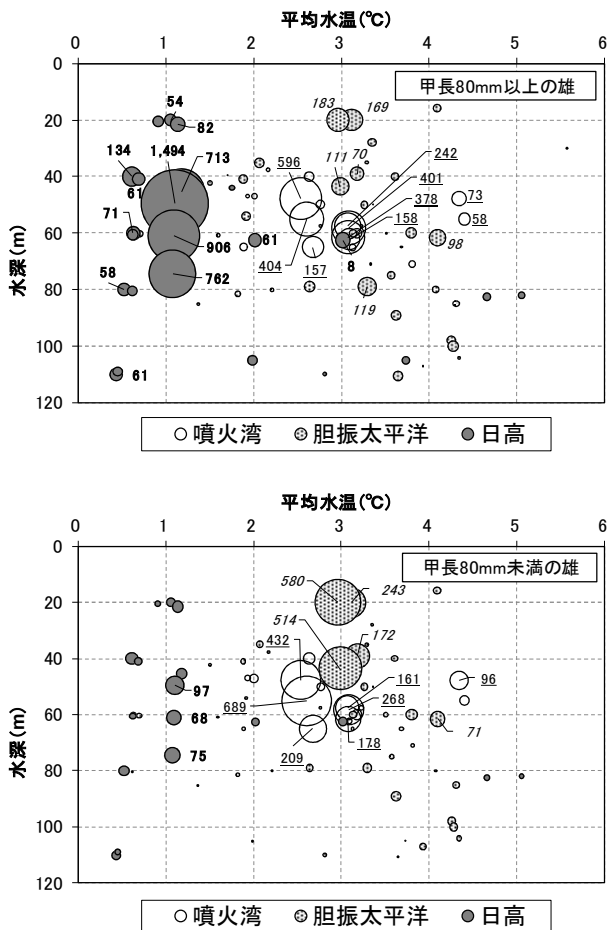


図 17 資源調査時の漁場水温と水深および雄ケガニの 50 カゴ当たり個体数との関係
 上図：甲長 80mm 以上の雄ケガニ
 下図：甲長 80mm 未満の雄ケガニ
 (数字は個体数/50 カゴ, 50 未満は非表示)
 噴火湾(下線)：2019 年 2～3 月, 5 月(2 次調査)
 胆振太平洋(斜体)：2019 年 4 月
 日高(太字)：2019 年 5～6 月

月の胆振側(豊浦)の水深 48～55m (2.5～2.6℃) で 404～596 個体/50 カゴと特に多かった。甲長 80mm 未満の雄は、2～3 月の渡島側(落部)の水深 58～62m (3.1℃) で 161～268 個体/50 カゴと多く、5 月の胆振側(豊浦)の水深 48～55m (2.5～2.6℃) で 432～689 個体/50 カゴと特に多く、甲長 80mm 以上と同様の地点で入カゴ数が多かった。

胆振太平洋の甲長 80mm 以上の雄は、4 月の幌別と登別の水深 20m (3.1℃, 3.0℃) で 169, 183 個体/50 カゴと比較的多く、甲長 80mm 未満の雄は、登別の水深 20m, 44m (3.0℃) で 580, 514 個体/50 カゴと特に多かった。

日高の甲長 80mm 以上の雄は、6 月のえりもの水深 46～

75m (1.1～1.2℃) で水温が例年に比べ 2℃以上低かったものの 713～1,493 個体/50 カゴと特に高かった。一方、甲長 80mm 未満の雄は、全体的に少なかった。

上記の個体数の多い地点の水温や水深の範囲内でも個体数が少なかった地点もあり、水温だけではなく底質や潮流、脱皮時期の遅速等の影響もあることから、資源調査時の漁場水温と雄ケガニの漁獲個体数との関係は明らかではない。

(4)文献

- 1) 平山信夫：3-4 かご漁業の漁業管理. 日本水産学会編, 水産学シリーズ 36 かご漁業, 東京, 恒星社厚生閣, pp. 120-139, (1981)
- 2) 西内修一：ケガニ資源密度調査. 昭和 62 年度事業報告書. 北海道立網走水産試験場, pp. 15-43 (1988)

1. 9. 1 岩礁域の増殖に関する研究（概況）

担当者 調査研究部 吉村圭三・三坂尚行

（１）目的

胆振・日高管内の岩礁域における資源増殖対策等を検討する際の基礎データを得るため、ウニ類、エゾアワビ、マナマコ、コンブ類等を対象に漁業・資源のモニタリングや生態的研究を行う。

（２）経過の概要

ウニ類、エゾアワビ、マナマコ、コンブ類等について漁業と資源の実態に関する情報を収集するとともに、指導所等が実施する調査に協力・助言する。

（３）得られた結果

ア 動物類

2018年における胆振・日高管内におけるウニ類の漁獲量はエゾバフンウニが32トン、キタムラサキウニは18トンで昨年より増加した（図1、北海道水産現勢より、以下同）。

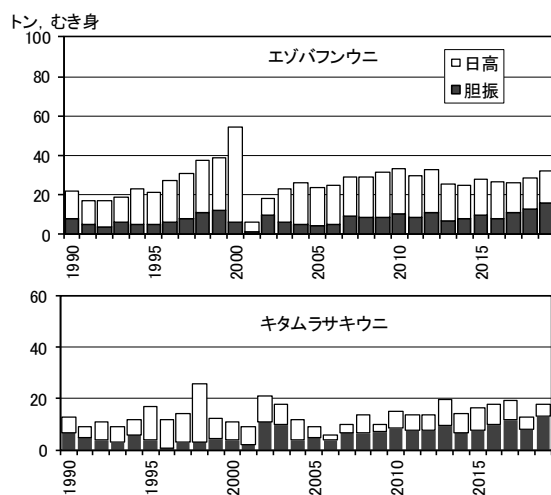


図1 胆振・日高管内におけるウニ類の漁獲量

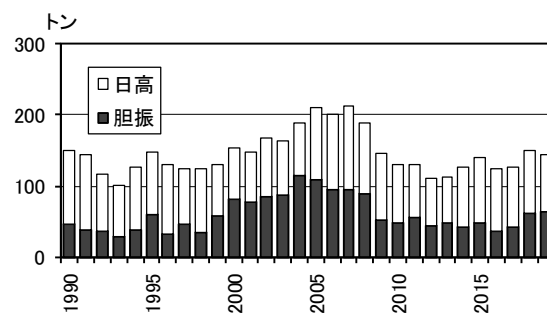


図2 胆振・日高管内におけるマナマコの漁獲量

マナマコは2007年の212トン进行ピークに2012年まで減少したが、近年は横ばいとなっており、2019年度は144トンであった（図2）。

エゾアワビの漁獲はほぼ胆振管内の噴火湾内沿岸に限られているが近年漁獲量は急増しており、2019年は前年並みの約2.3トンとなった（図3）。水揚げ金額については急増し、2018年の約800万円が2019年には約1,500万円となった。

なお、豊浦町では礼文華地先においてウニ類、エゾアワビ、マナマコを対象とした磯根資源量調査が地元主体で継続実施されており、当水試も毎年調査に参加している。

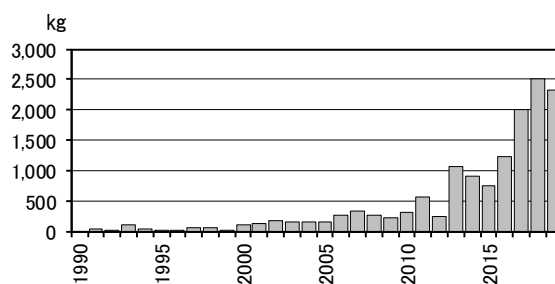


図3 胆振管内におけるエゾアワビの漁獲量

イ コンブ類

胆振管内ではマコンブ、ヤヤンコンブ、ミツイシコンブなどが生産され、かつては100トンを超える年もあったが、徐々に減少し2019年は約2トンの生産であった。

日高管内で生産されるコンブはほぼミツイシコンブ

に限られ、金額では同地域の全漁業生産の25%を超える重要漁業である。1990年以降は4,000～6,000トン程度の漁獲量で推移してきたが、2005年に4,000トンを割り込んで以降、生産量を徐々に減らし、2017年には2,000トンを下回った。2018、2019年は浦河町、様似町、えりも町の生産量が増加して2,000トンを上回り、2019年は約2,400トンの生産となったが、依然として低水準の生産量となっている（図4）。

近年日高管内でみられているミツイシコンブの減産には着業者数の減少の他に、環境の変化などの影響も懸念されている。日高振興局水産課ではコンブの減産原因と対策について検討するため、日高地域コンブ生産安定対策会議を立ち上げている。当水試もこの会議に参加し、対策の検討や指導所等が実施する調査の方法や解析等への助言を行っている。

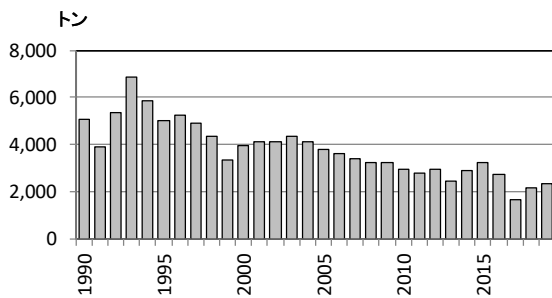


図4 日高管内におけるミツイシコンブの漁獲量

1. 9. 2 ホッキガイ

担当者 調査研究部 吉村圭三・三坂尚行
協力機関 胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

ホッキガイ(標準和名ウバガイ)は本道における重要な沿岸漁業資源であり、なかでも胆振太平洋海域(室蘭市～むかわ町地先:以下本海域)は全道における漁獲量の約3割を占める主要産地である。本海域のホッキガイ資源は、その大部分が数年～十数年に一度発生する卓越発生群によって構成されることが特徴である。

本調査は、本海域におけるホッキガイ資源管理に活用するため、漁獲量、資源量、稚貝発生状況等の基礎資料を収集することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア 漁獲量

漁獲量および金額は、北海道水産現勢の胆振総合振興局管内における1985年以降の値を用いた。2019年については暫定値である。

イ 資源量調査

資源量調査は、例年、いぶり中央漁協および鶴川漁協

では漁期前の4～6月に、苫小牧漁協では夏漁場および冬漁場操業終了後のそれぞれ9～11月および3～4月に実施され、調査結果は胆振地区水産技術普及指導所によりとりまとめられている。ここでは、いぶり中央、苫小牧、鶴川漁協前浜における1985年以降の資源量を、漁獲対象サイズとなる殻長90mm以上と未満に分けて集計した。苫小牧漁協の冬漁場資源量は前年の資源量に含めた。なお、室蘭漁協については、漁獲量が少ないこと、漁獲対象サイズが他と異なり殻長80mm以上であることから、ここには含まれていない。

ウ 苫小牧における稚貝発生状況

苫小牧漁協の2019年度資源量調査(夏漁場9月、冬漁場3月)における稚貝殻長組成(殻長90mm未満)を2年齢群の混合正規分布と仮定し、各年齢群のパラメータ(混合比、平均殻長(mm)、標準偏差)を最尤法により求めた。得られた値から同漁協前浜における稚貝発生状況を推察した。

表1 ホッキガイ漁獲量の推移(胆振総合振興局管内)

単位(kg)

年	いぶり噴火湾漁協			室蘭漁協	いぶり中央漁協			苫小牧漁協	鶴川漁協		合計
	豊浦	有珠	伊達	室蘭	登別	虎杖浜	白老	苫小牧	厚真	むかわ	
1985	-	-	8,424	2,746	9,151	3,179	20,848	185,269	81,030	129,504	440,151
1986	-	-	16,830	3,158	12,595	2,138	28,117	297,376	74,000	128,251	562,465
1987	-	175	17,172	2,502	12,628	1,347	73,072	323,346	76,124	157,464	663,830
1988	-	-	15,840	4,333	16,616	3,552	113,601	519,038	87,281	189,401	949,662
1989	-	-	15,433	2,821	7,564	1,118	113,220	657,254	114,773	284,098	1,196,281
1990	2,966	-	-	6,312	24,684	4,159	173,476	713,307	189,645	491,138	1,605,687
1991	1,915	417	9,389	-	26,380	3,240	108,498	920,971	166,941	706,712	1,944,463
1992	2,681	-	1,909	9,861	19,648	5,098	102,239	929,383	169,199	337,118	1,577,136
1993	6,009	-	4,043	11,076	25,259	10,477	139,747	1,184,215	215,061	349,216	1,945,103
1994	9,337	-	-	13,624	57,706	19,041	133,306	1,250,956	314,608	503,476	2,302,054
1995	4,562	-	-	1,613	188,606	22,702	135,683	1,131,825	221,030	473,885	2,179,906
1996	3,215	-	6,131	16,709	228,334	37,986	159,245	1,170,792	156,783	412,352	2,191,547
1997	1,056	-	3,921	19,233	285,543	41,101	142,113	1,152,482	193,855	475,306	2,314,610
1998	1,093	-	4,623	20,153	395,510	44,108	155,981	998,990	122,225	337,506	2,080,189
1999	373	-	3,647	26,285	272,613	50,694	156,664	955,245	100,260	212,742	1,778,523
2000	818	1,902	-	26,344	424,359	84,213	182,164	888,296	54,845	112,311	1,775,252
2001	1,218	404	3,748	22,053	321,622	68,800	200,014	897,520	37,300	68,750	1,621,429
2002	771	-	4,754	19,657	724,375	68,624	224,500	892,221	74,247	99,940	2,109,089
2003	235	-	10,097	19,693	406,834	66,825	208,784	839,369	86,278	162,068	1,800,182
2004	1,561	-	-	19,214	407,993	64,188	230,352	834,764	100,830	158,544	1,817,446
2005	-	-	-	17,912	326,834	66,582	216,857	829,015	99,649	220,366	1,777,214
2006	116	-	-	13,407	402,698	65,894	169,292	840,635	103,562	182,079	1,777,681
2007	49	-	-	18,692	322,718	61,826	197,612	882,027	129,032	230,657	1,842,612
2008	63	-	12,561	8,998	177,749	61,670	199,304	825,181	192,059	255,826	1,733,411
2009	-	-	12,725	9,123	198,503	61,443	211,694	814,157	250,459	298,081	1,856,185
2010	-	-	18,762	6,195	157,044	56,182	224,324	741,149	288,726	296,227	1,788,608
2011	-	-	5,422	5,238	126,101	64,837	222,550	691,485	200,167	301,702	1,617,501
2012	-	-	2,192	6,932	118,795	49,959	192,510	684,492	202,454	326,120	1,583,454
2013	1	-	-	5,399	95,863	40,126	216,370	679,838	218,534	285,508	1,541,638
2014	-	-	843	7,705	97,595	30,180	206,053	650,665	203,503	219,067	1,415,611
2015	6	-	-	8,425	115,873	25,406	154,066	641,210	231,258	268,448	1,444,692
2016	-	-	-	9,348	95,185	30,633	185,579	715,408	134,025	270,116	1,440,294
2017	-	-	1,591	8,554	83,086	32,296	164,235	751,164	107,570	200,010	1,348,506
2018	-	-	2,299	6,866	81,663	24,503	172,816	816,261	79,630	226,470	1,410,506
2019	-	-	976	5,580	98,014	19,963	143,218	842,168	109,580	241,592	1,461,091

(3) 得られた結果

ア 漁獲量

本海域における漁獲量は噴流式桁網が導入された1980年代後半に急増し、1990年代には1,500トン～2,000トン台に達した。2000年代以降は1,800トン前後から漸減傾向を示し、近年は1,400トン前後で推移している。2019年の漁獲量は前年より約4%増加し1,461トンであった(表1, 図1)。2019年の漁協別漁獲量をみると、いぶり中央漁協登別本所、苫小牧漁協、鶴川漁協厚真支所および本所では3～20%の増加、いぶり中央漁協虎杖浜支所および白老支所ではそれぞれ19%、17%の減少であった。2019年の漁獲金額は前年より10%減となる6.3億円で、平均単価は前年(502円/kg)より大幅減の434円/kgであった(図2)。

いぶり中央漁協登別本所では、1998～2007年に卓越発生群に支えられ300～700トンの漁獲量があったが、近年卓越発生はみられず、100トン前後の低位な状態にある(表1, 図1)。

イ 資源量調査

本海域における殻長90mm以上の資源量は、2001年～2013年度には3.0万～3.5万トンと高位で推移したが、

2014年度以降は2万トン台で漸減傾向にある。2019年度の資源量は2.2万トンで、2001年度以降では最低となった(図3上段)。

一方、殻長90mm未満の資源量は、数年～十数年の周期で大きく増減しながら推移し、2012～2015年は5千トン以下まで減少したが、2017年度に1.8万トン、2019年には3.1万トンと大幅に増加した(図3下段)。漁協別にみるといぶり中央漁協白老支所、苫小牧漁協、鶴川漁協における増加が顕著であった。これは卓越発生したと考えられる2013年級群の成長に伴う増重を反映している。

ホッキガイの寿命は20年以上と長く、卓越発生群は長期間利用されることから、2013年級群が卓越発生し

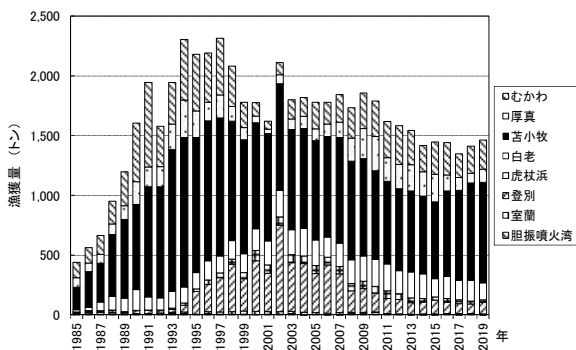


図1 ホッキガイ漁獲量の推移(胆振管内)

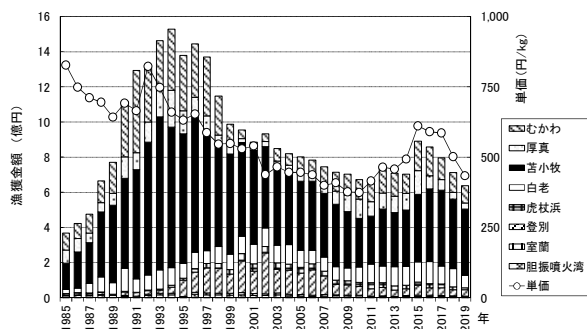


図2 漁獲金額・単価の推移(胆振管内)

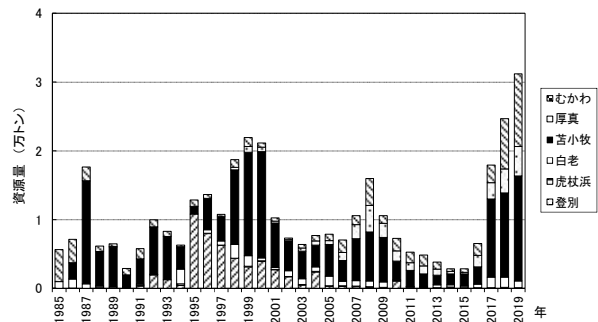
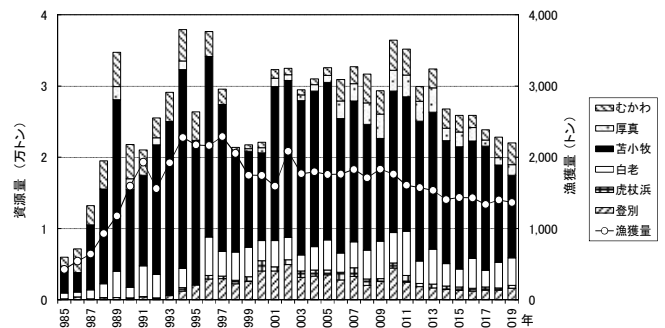


図3 ホッキガイ資源量の推移(胆振太平洋)

上段: 殻長90mm以上の資源量と漁獲量

下段: 殻長90mm未満の資源量

胆振地区水産技術普及指導所資料の資源量調査結果から集計

【苫小牧】

1988年(S63)以前: 夏漁場(前年の11月)と冬漁場(4月に調査)の合計

1989年(H1)～2003年(H15): 全漁場を4月に調査

2004年(H16)以降: 夏漁場(前年の11月)と冬漁場(4月に調査)の合計

【未調査】

厚真 1985～88年(S60～63), 1991年(H3), 1993年(H5), 1995～97年(H7～9)

苫小牧 1985年(S60)西部, 1986年(S61)東部

白老・虎杖浜 1993年(H5), 1995年(H7)

たとえられる上記漁協の前浜では、当面、資源量は高位で推移すると予想される。また、本海域では漁協ごとに資源量（殻長 90mm 以上）の 10%以内を基準とした漁獲許容量が設定されていることから、これらの漁協では今後、漁獲量も安定して推移すると見込まれる。

ウ 苫小牧における稚貝発生状況

図 4 に 2019 年の夏漁場（9 月）および冬漁場（3 月）それぞれの資源量調査における殻長組成と、稚貝（殻長 90mm 未満）について推定された 2 年齢群の殻長確率分布を示した。分離された 2 群のうち大型の群を 6 歳（2013 年級群）とみなした。6 歳の推定パラメータ（混合比，平均殻長（mm），標準偏差）は，夏漁場（0.85，84.6，3.16），冬漁場（0.84，86.1，2.38）であった。これらから，殻長 90mm 未満の稚貝の 80 %以上は卓越発生した 2013 年級群により構成されると推察された。また，同年級群の多くは 2020 年漁期中に漁獲対象となる殻長 90mm 以上に達すると予想される。今後，動向を注視するとともに，引き続き解析を行う必要がある。

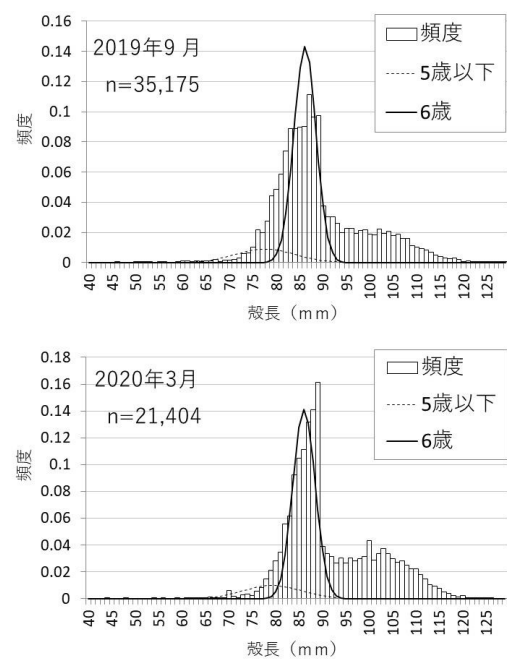


図 4 苫小牧漁協資源量調査におけるホッキガイの殻長組成。上段：夏漁場，下段：冬漁場。図中の線は年齢群の推定確率分布を示す。

（胆振地区水産技術普及指導所資料から作製）

2. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）

2. 1 放流基礎調査事業（マツカワ放流）

担当者 調査研究部 吉村圭三・村上修
協力機関 胆振・日高地区水産技術普及指導所
(公社) 北海道栽培漁業振興公社
えりも以西栽培漁業振興推進協議会
えりも町栽培漁業振興協議会

(1) 目的

マツカワは冷水性の大型カレイで、成長が早く高価であることから栽培漁業対象種として有望視されている。えりも以西海域（函館市～えりも町地先，図1）では2006年度から栽培漁業事業化実証試験が開始された。本試験は年間100万尾規模の人工種苗マツカワ放流により，栽培漁業の事業化を試みるものである。

本調査は，本試験の放流効果把握および本海域における放流技術を確立するための基礎知見収集を目的とする。

(2) 経過の概要

ア 人工種苗放流尾数および漁獲統計

人工種苗放流尾数は，公益社団法人北海道栽培漁業振興公社（以下栽培公社）および水試資料を用いた。漁獲統計は4～3月の年度集計とし，水産技術普及指導所集計資料（1994～2005年度），栽培公社集計資料（2006～2007年度），北海道水産現勢および暫定値（2008～2019年度）を用いた。なお，以下の記述における小海区区分は図1に示したとおり。

イ 標本調査

本海域において漁獲されるマツカワの年齢組成，成長，成熟状況等を把握するために，漁獲物および未成魚標本を採取し，精密測定を行った。年齢査定は耳石により行い，加齢日を4月1日とした。

ウ 放流効果の把握

以下の手順により解析を行った。

(ア) 漁獲物の全長組成

2002～2010年度はえりも以西海域内全37市場

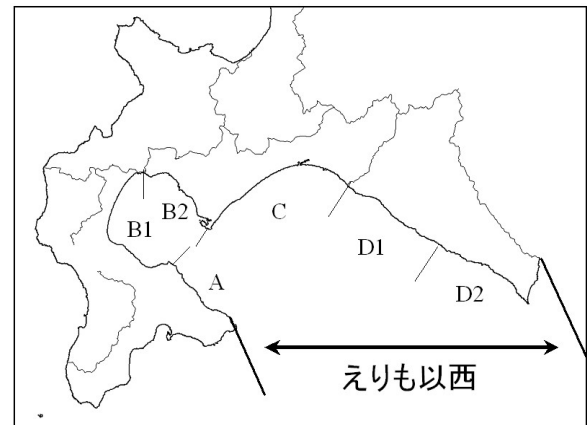


図1 えりも以西海域

アルファベット・数字は小海区を示す

A：渡島（渡島振興局管内太平洋）
B1・B2：噴火湾（渡島・胆振振興局管内噴火湾）
C：胆振太平洋（胆振振興局管内太平洋）
D1・D2：日高（日高振興局管内太平洋西部・東部）

において漁獲物の全長を測定し，月別組成を求めた。2011～2019年度は同市場の荷受け重量を尾数で除した個体重量を全長－体重関係式（月別または半期別）により全長に変換した。

(イ) 年齢と全長，全長別雌確率

2007～2019年度の漁獲物標本を材料とし，年齢－全長関係式を雌雄別に求めた。同標本の雌雄別全長を用いて，応答変数に二項分布を仮定した一般化加法モデルにより，全長別の雌確率を半期別に求めた。

(ウ) 年齢別漁獲尾数と漁獲回収率

年齢別漁獲尾数は小海区を単位とし，月別に算出した。Baba *et al.*¹⁾の方法により，(イ)で求めた年齢－全長関係式および雌確率を用いて，(ア)で求めた漁獲物の全長組成から，雌雄別の年齢確率を算出し，各単位における漁獲尾数（漁獲量/平均体重）を乗じた。得られた年齢

別漁獲尾数を年級別に集計し、これを各年級の放流尾数で除することにより当該年級の漁獲回収率を求めた。

なお、解析手法の詳細は「2019年度資源評価書（マツカワ）」²⁾に記載されている。

（３）得られた結果

ア 人工種苗放流尾数および漁獲統計

えりも以西海域では1991年度から年間10万尾前後の小規模な人工種苗放流が行われてきたが、栽培公社による100万尾規模の種苗生産・放

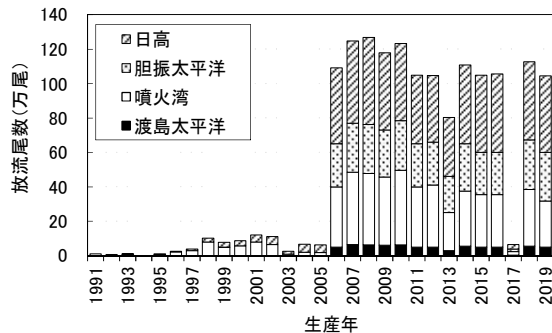


図2 人工種苗放流尾数の推移(えりも以西海域)

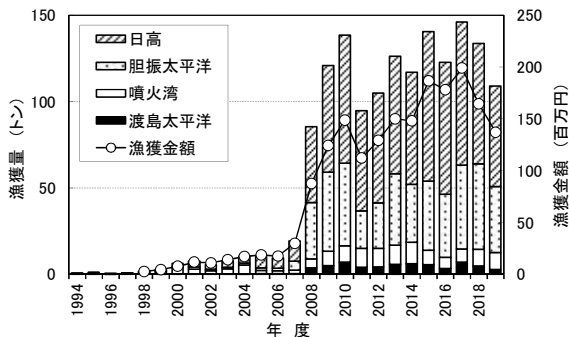


図3 漁獲量および金額の推移(えりも以西海域)

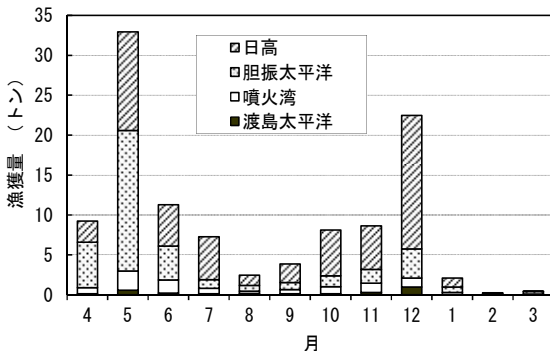


図4 2019年度の小海区域・月別漁獲量

流が2006年度から開始された(図2)。以降、2019年度までに年間80万尾～127万尾の放流が行われたが、2017年度は著しい種苗生産不調のため計6.5万尾の放流に留まった。2019年度は8～10月に延べ45地点で計105万尾の人工種苗が放流された(図2)。人工種苗の平均全長は85～120mmであった。

えりも以西海域における漁獲量は2006年度まで数トン～10トン台であったが、最初の100万尾規模の放流群(2006年級)が2歳となった2008年度に約88トンに急増し、以降は概ね100～150トンで推移している(図3)。

2019年度の漁獲量は約109トン、金額は約1.4億円で、2008年度以降の12年中ではそれぞれ第9位および8位であった(図3)。2019年度の漁獲量が下位であった主因は、放流尾数が非常に少なかった2017年度放流群の影響と考えられるが、これについては後述する。

2019年度の小海区域別、月別、漁法別漁獲量の特徴は次のとおりで、いずれも例年同様であった。

・漁獲量の過半を日高が占め、次いで胆振太平

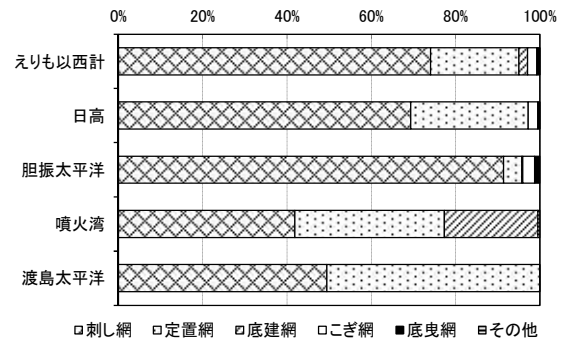


図5 2019年度の漁法別漁獲量比率

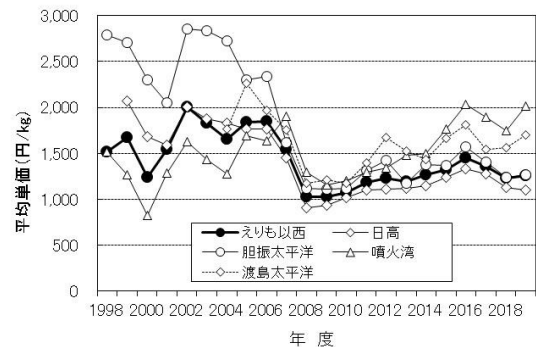


図6 平均単価の推移

表 1 漁獲物・未成魚調査標本概要 (2019 年度)

調査名	小海区	地区	月	漁法	性別	年 齢							計
						0	1	2	3	4	5	6<	
漁獲物調査	噴火湾胆振	豊浦	5	刺網、定置網、底建網	雄			1	19	2	3	1	26
					雌				20	4		1	25
	胆振太平洋	苫小牧	5・6	刺網	雄				14	8	1	1	24
					雌				6		1		7
		鶴川	11	ししゃもこぎ網	雄			1	4				5
					雌				2	1		1	4
	日高西部	厚賀	11・12	刺網、定置網	雄			2	21	12	2		37
					雌				2	2	2	2	8
		門別	11	定置網	雄				2				2
					雌				2	1			3
漁獲物調査計	日高東部	荻伏	12	刺網	雄			1	26	16	3		46
					雌				1	2	1		4
					雄			5	86	38	9	2	140
					雌			0	33	10	4	4	51
未成魚調査	日高東部	様似	7	地曳網			3						3
	日高東部	えりも	7	地曳網			5						5
	日高西部	富浜	10・11	ししゃもこぎ網		19	8						27
未成魚調査計						19	16						35

洋が多い(図3)。

- ・ピークは5月と12月で、1～3月は少ない(図4)。
- ・胆振太平洋および日高では刺し網主体だが、渡島および噴火湾では定置網類の比率も高い(図5)。

平均単価は、漁獲量が急増した2008年度に約1,000円/kgまで低下したが、以降はやや回復した(図6)。2019年度の平均単価は1,258円/kgであった。

イ 標本調査

2019年度の漁獲物標本調査は噴火湾、胆振太平洋および日高から計191尾、未成魚標本は日高から計35尾を採集し、測定した(表1)。これらの測定資料は下記ウにおける年齢別漁獲尾数の算出等に用いられた。

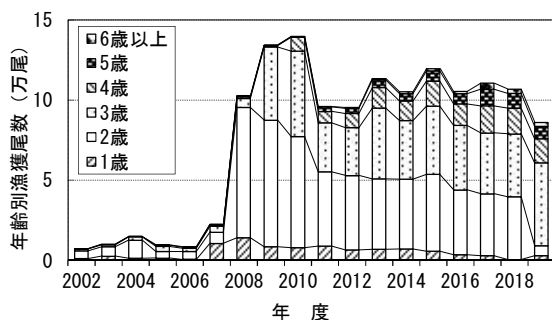


図 7 年齢別漁獲尾数の推移(えりも以西海域)

ウ 放流効果の把握

(ア) 年齢別漁獲尾数

図7にえりも以西海域における年齢別漁獲尾数の推移を示した。2002～2007年度の総漁獲尾数は0.7～2.2万尾で推移したが、大規模放流群が2歳に達した2008年度に10.3万尾まで急増し、2010年度には14.0万尾に達した。2011年度以降はやや減少し、8.6～11.9万尾で推移している。年齢構成をみると2009年度まではほとんどが3歳以下であったが2010年度以降、4歳以上が徐々に増加し、2015年度以降は約2万尾・20%以上に達している(図7)。

2019年度の年齢別漁獲尾数をみると、通常、大きな割合を占める2歳が非常に少なかった(図7)。2019年度の2歳は2017年生まれであることから、上述したように2017年度の放流尾数が非常に少なかったことが原因と考えられる。同様に、2020年度には3歳の漁獲尾数が大幅に減少すると考えられ、漁獲量にも影響が及ぶと予想される。

(イ) 漁獲回収率

えりも以西海域における2006～2016年度放流群の漁獲回収率を図8に示した。漁獲回収率は10%前後の高い水準を維持し、6歳まで回収が終了した2006～2013年放流群では8.8～15.5%であった。2013年度放流群における小海区域別の漁獲回収率(見かけ上の漁獲回収率)を図9に示し

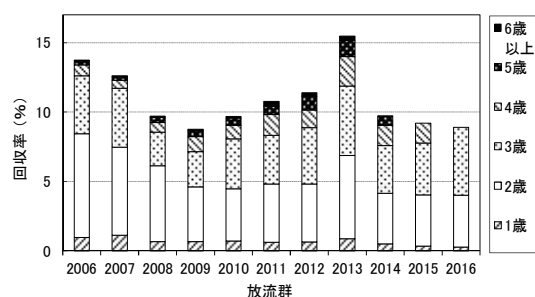


図 8 放流年別の漁獲回収率（えりも以西海域）
2014～2016 年度は順に 5, 4, 3 歳までの暫定値

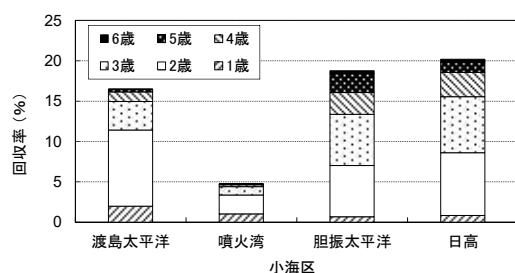


図 9 2013 年度放流群における小海区域別漁獲回収率（見かけ上の回収率）

た。過去の放流群と同様に、見かけ上の漁獲回収率には顕著な地域差が見られ、渡島太平洋、胆振太平洋および日高では約17～20%と高いのに対し、噴火湾では約5%と低かった。これらの地域差は漁獲努力量の差のほか、放流後の生残率の差や成長に伴う移動により生じている可能性があることから、地域の漁業実態や環境特性に応じた放流手法について検討する必要がある。

（４）参考文献

- 1) Baba K, Sasaki M, Mitsutani, N. Estimation of age composition from length data by posterior probabilities based on a previous growth curve, application to *Sebastes schlegelii*. Can J Fish Aquat Sci 2005;62 : 2475-2483.
- 2) 北海道立総合研究機構水産研究本部．マツカワ（北海道～常磐以北太平洋）．（オンライン），入手先
<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>

3. 北海道の海水を用いた魚類養殖の技術開発と効率化に関する研究 (サクラマス) (経常研究)

担当者 調査研究部 三坂尚行
共同研究機関 熊本大学・滋賀県立大学

(1) 目的

世界の養殖生産量は増加が続いており、天然漁獲量を上回るようになった。北海道では近年天然漁獲量が減少を続けていることもあり、商流側や加工業者から、魚介類の安定供給や履歴の明らかな特産製品の生産につなげるため、地元での魚類養殖生産増加に対する要望が挙げられている。なかでもサケ科魚類の海面養殖に対するニーズが多く出されるが、それを進めるにあたっては、高成長等の優良系統選抜育種のため、高成長個体からの次世代生産が必要である。しかし親魚の海水から淡水への適切な移行時期が明らかになっておらず、また移行に伴って海水由来の病原体を淡水域に持ち込む危険性が指摘されている。

本研究では、日本海漁業の振興につながる養殖事業が見込めるサクラマスを研究対象とし、養殖用優良系統の選抜育種のために、海水で飼育した高成長個体を淡水に移行する適切な時期を検討するとともに、病原体遮断のために海水中での最終成熟を試み、それに至る効率およびそこから得られた卵による再生産の可能性について検討する。また、養殖中の魚の行動解析を試み、養殖工程の効率化・省力化システム開発につながる基礎知見を得ることを目的とする。

(2) 経過の概要

ア サクラマス養殖用優良系統の次世代生産手法開発

栽培水産試験場で海水飼育していたサクラマス 2+親魚 12 尾のうち、6 尾を適切な淡水移行時期把握のため 7 月にさけます・内水面水産試験場に移行させ、淡水中で飼育するとともに、6 尾を海水中での成熟の可能性を検討するため栽培水産試験場で継続飼育した。

イ 効率生産に向けた行動解析手法開発基礎研究

飼育魚管理について、摂餌状況把握や異常検出を機械化して効率化・省力化を図るため、適切な撮影手法の開発および養殖魚の空腹・飽食時、異常時の状態を動画から検出する行動解析手法の開発を行う。今年度

は 1+幼魚を対象として、摂餌時および通常遊泳時の画像撮影を実施した。

(3) 得られた結果

ア サクラマス養殖用優良系統の次世代生産手法開発

さけます内水試に移行した親魚は 9 月中旬まで 3 尾が生残したが、すべて雄で採卵はできなかった。しかし栽培水試では 9 月中旬まで 4 尾が生残し、最終成熟した(雌雄各 2 尾)、そのうち雌雄 1 尾を用いて採卵・媒精を行ったが、受精はしなかった(図 1)。



図 1 海水中で成熟したサクラマス親魚(左)と卵(右)

イ 効率生産に向けた行動解析手法開発基礎研究

摂餌時および通常遊泳時の画像撮影を 8 月、11 月の 2 回にわたって実施した。照明・画角・画質等の観点から適切な撮影手法の検討を実施した(図 2)。データ解析は次年度以降進める予定である。

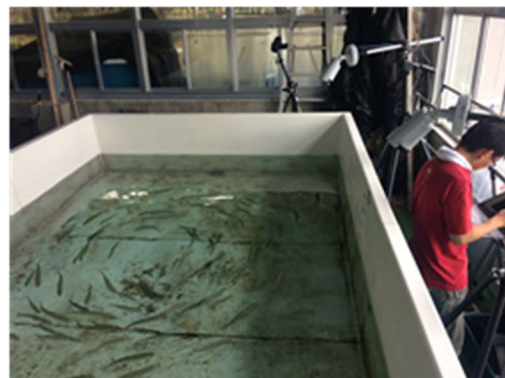


図 2 サクラマス遊泳時の画像撮影

4. 資源評価調査（公募型研究）

担当者 調査研究部 藤岡 崇

（１）目的

我が国周辺 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総合研究センターに委託して実施する我が国周辺水域資源調査等推進対策委託事業の資源評価調査のうち、独立行政法人水産総合研究センター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。

（２）経過の概要

平成 31 年度資源評価調査委託事業実施要領に基づき、以下の調査を実施した。

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ともに、生物測定調査で得られた結果とあわせて年齢組成データ等を取得した。調査魚種はスケトウダラで、室蘭（沖底）1 回、登別（刺し網）1 回について生物情報収集調査を行った。

本項の結果については、「漁業生物の資源生態調査 スケトウダラ」を参照のこと。

イ 生物測定調査

本項の結果については、「漁業生物の資源生態調査 スケトウダラ」を参照のこと。

ウ 刺し網漁業の CPUE 調査

道南太平洋でスケトウダラを主に漁獲する漁業であるすけとうだら刺し網の漁獲成績報告書（以下、漁績）および各地区の代表船から提出を受けた操業日誌（以下、日誌）を基に、月別の CPUE（漁獲量/漁具数）を算出した。漁績に基づく CPUE は 2003 年度から、日誌に基づく

CPUE は 2010 年度から集計が可能である。なお、2～3 月は年によっては操業がされていないこともあるため、CPUE は 10～1 月に限定して算出した。

エ 沖底船業務委託による漁獲調査

スケトウダラの分布状況を把握するため、調査船を用いた計量魚探調査と漁獲試験調査を実施しているが、同時に各種漁業が行われているため調査船では漁獲試験が十分に行えない場合がある。そこで沖合底びき網漁船に調査を委託し、スケトウダラ分布状況把握のための補完データを得た。室蘭漁協所属 5 隻および日高中央漁協所属 2 隻により合計 17 回の曳網調査を行ない、スケトウダラの尾叉長組成を把握した。

（３）得られた結果

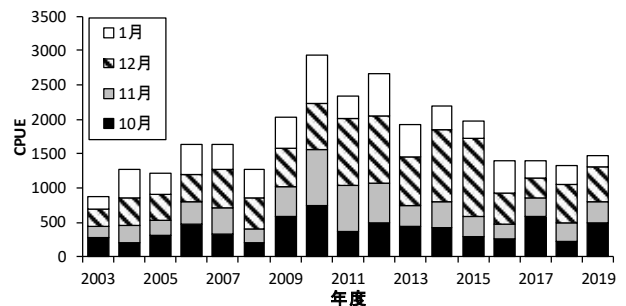


図 1 すけとうだら刺し網の漁績 CPUE（漁獲量／漁具数）



図 2 すけとうだら刺し網の操業日誌に基づく標準化 CPUE

漁獲 CPUE は 2010～2012 年度は 2,300～2,900 台, 2013～2015 年度は 2,000 台の水準で推移していた。2016 年度以降は 1,500 台を下回り, 2019 年度の漁獲 CPUE は 1,475 で, 2018 年度 (1,332) より増加した (図 1)。

操業日誌に基づく標準化 CPUE は 2010 および 2011 年

度は 60 を上回っていたが, その後連続して減少して 2016 年度には 17.3 となった。2017 年度は 28.7, 2018 年度は 29.7 に増加し, 2019 年度は 34.3 とさらに増加した (図 2)。

沖底船業務委託による漁獲調査の漁獲位置および概

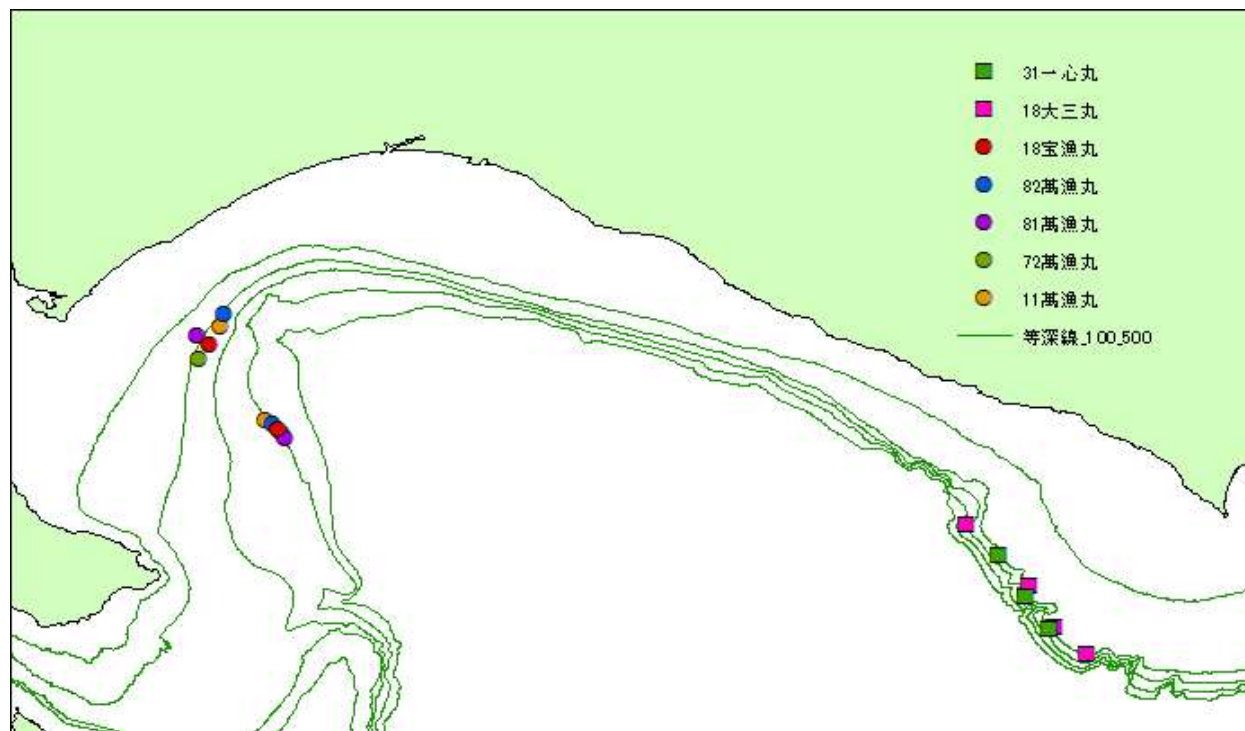


図 3 沖底船業務委託調査の曳網位置

表 1 沖底船業務委託調査の概要

漁船名	採集年月日	水深 (m)	測定尾数
室蘭	第11萬漁丸 11月24日	398	52
	11月29日	226	55
	第72萬漁丸 11月24日	400	88
	11月29日	218	108
	第81萬漁丸 11月24日	405	83
	11月29日	220	91
浦河	第82萬漁丸 11月24日	395	85
	11月29日	213	81
	第18宝漁丸 11月24日	397	75
	11月29日	220	64
	11月22日	240	50
	第18大三丸 11月22日	317	53
第31-心丸	11月23日	188	52
	11月23日	193	53
	11月22日	215	50
	11月26日	217	50

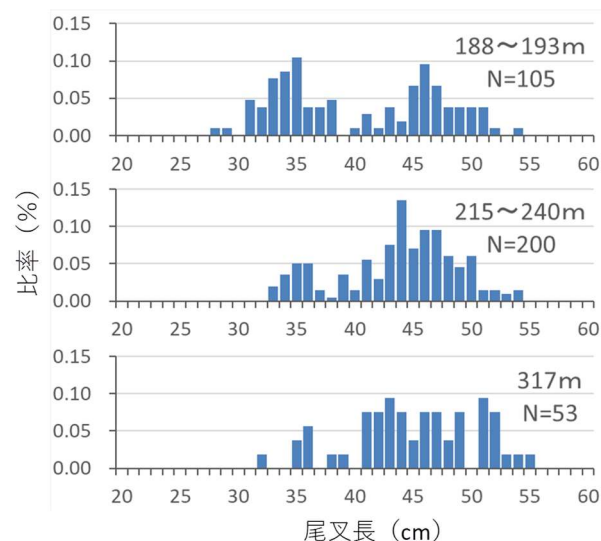


図 4 沖底船委託調査で漁獲されたスケトウダラの尾叉長組成 (日高沖)

要を図 3 および表 1 に示した。11 月 22 日から 29 日にかけて合計 17 回の曳網調査を行った。渡島胆振沖および日高沖の水域について水深帯毎の尾叉長組成を図 4, 5 に示した。日高沖の漁場では、尾叉長 284～550mm のスケトウダラが漁獲され、水深 188～193m では尾叉長 35cm 台と 46cm 台に、水深 215～240m では 35cm 台と 44cm 台に、水深 317m では 36cm 台、43cm 台および 51cm 台にピークがみられた。渡島胆振沖の漁場では、尾叉長 215～596mm のスケトウダラが漁獲され、水深 213～226m では尾叉長 35cm 台と 43cm 台にピークがみられ、水深 395～405m では尾叉長 37cm 台と 42～43cm 台にピークがみられた。

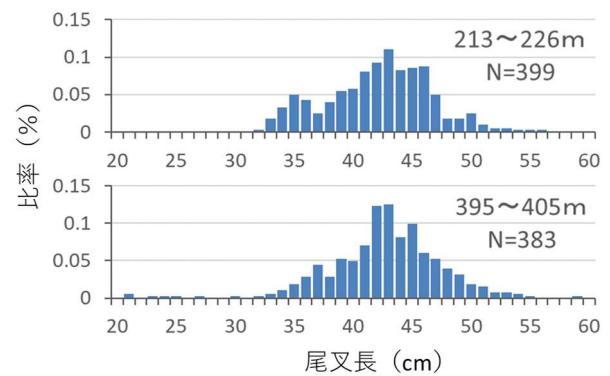


図 5 沖底船委託調査で漁獲されたスケトウダラの尾叉長組成（渡島胆振沖）

5. 資源量推定等高精度化事業 スケトウダラ太平洋系群（公募型研究）

担当者 調査研究部 藤岡 崇
 共同研究機関 函館水産試験場調査研究部、
 釧路水産試験場調査研究部
 北海道区水産研究所、北海道大学

（１）目的

噴火湾およびその周辺海域におけるすけとうだら刺し網漁場の分布状況を明らかにし、これに影響を与える環境要因の探索を試みる。

2019 年度は CPUE が低いエリアが増大するとともに、400 m 等深線付近の深場を利用する傾向が続いていた。

（２）経過の概要

ア すけとうだら刺し網漁場の把握

GIS ソフトウェア ArcGIS 上に操業日誌の記録の協力を得ている各地区の代表船の操業位置と日別の CPUE（単位網長あたりの漁獲量（kg））を投影した。次に、緯度経度 1 分ごとのメッシュをポリゴンフィーチャーとして作成し、解析ツールの空間結合機能を用いて、メッシュ区画ごとの平均 CPUE を算出した。

（３）得られた結果

ア すけとうだら刺し網漁場の把握

2010～2011 年度は、海域全体で漁場が水深 300m よりも浅い海域に形成されていた（図 1-1）。しかし、2012 年度以降は漁場が水深 300m よりも深場に形成されはじめるとともに、特に渡島側の恵山岬周辺では水深 200～300m 帯の利用が減少し、沖へ漁場がシフトしていたといえる。また、各区画における平均 CPUE も、2010～2011 年度は平均で 1 日 1 隻 3 トン以上の区画が多かったのに対し、2012 年度では渡島側で平均 1 日 1 隻 3 トン未満の区画が増加し、それ以降は胆振側でも 1 日 1 隻 3 トン未満の区画がほとんどを占めるようになった。2018 年度は胆振側の浅海域で CPUE が比較的高い海域が認められた（図 1-2）。

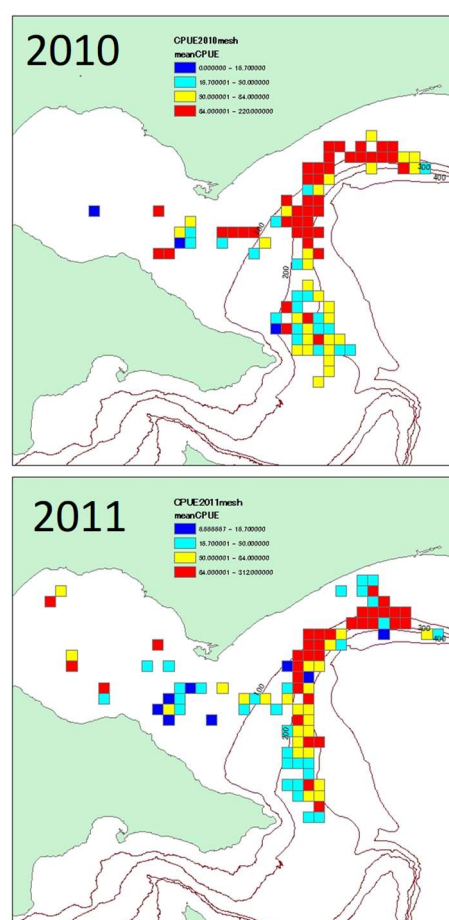


図 1-1 年度ごとの緯度経度 1 分メッシュごとの平均 CPUE（2010～2011 年度）

■ : 1 隻 1 日 5 トン以上
 ■ : 1 隻 1 日 3～5 トン
 ■ : 1 隻 1 日 1～3 トン
 ■ : 1 隻 1 日 1 トン未満

等深線は、海岸線に近い方からそれぞれ 100, 200, 300, 400m である。

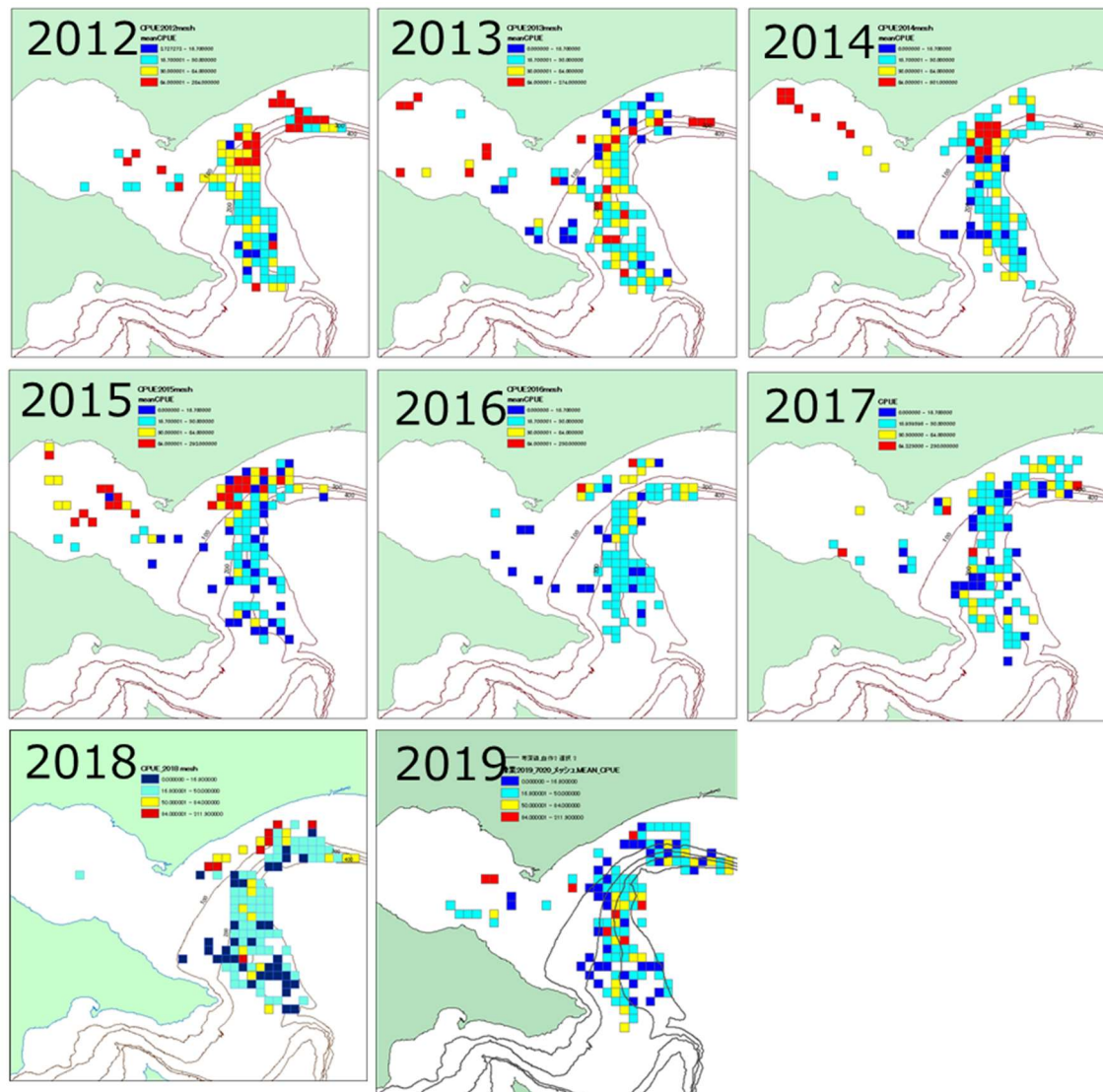


図 1-2 年度ごとの緯度経度 1 分メッシュごとの
平均 CPUE (2012～2018 年度)

- : 1 隻 1 日 5 トン以上
- : 1 隻 1 日 3 ～ 5 トン
- : 1 隻 1 日 1 ～ 3 トン
- : 1 隻 1 日 1 トン未満

等深線は、海岸線に近い方から
それぞれ 100, 200, 300, 400m である。

6. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）

（１）目的

北海道資源管理協議会において、北海道資源管理指針の見直しにあたり、科学的知見に基づく総合的な検討に資するため、漁業生物の資源状況や生態把握及び適切な管理等に関する科学的データの収集を目的とする。

6. 1 資源・生態調査研究

担当者 調査研究部 三原 行雄・村上 修・吉田 秀嗣・
吉村 圭三・岡田 のぞみ・藤岡 崇・
佐藤 一

（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８魚種（スケトウダラ、マガレイ、ソウハチ、マツカワ、シシャモ、ハタハタ、キチジ、ケガニ）の資源状況及び生態等の把握を行う。

（２）経過の概要

実施内容については、本誌 1. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）等に一括して掲載した。

また、前年度の調査及び評価にしたがい魚種毎に資源の評価書を作成し、平成 30 年度資源評価調査部会で内容を検討した。そして、その結果を水産資源管理会議で報告した。

作成された評価書はマリンネット

（<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SignHyoka/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 2019 年度版」として印刷公表した。

6. 2 資源管理手法開発試験調査 シシャモ（えりも以西胆振・日高海域）

担当者 調査研究部 吉田秀嗣・岡田のぞみ

共同研究機関 さけます・内水面水産試験場

協力機関 日高地区水産技術普及指導所静内支所

えりも以西海域ししゃも漁業振興協議会

胆振管内ししゃも漁業振興協議会

（１）目的

道南太平洋海域（えりも以西胆振・日高海域）のシシャモ資源の安定化を図るためには、各地の漁業実態などを総合的に考慮した適切な資源管理措置を実践していく必要がある。本事業では、漁獲統計調査、漁期前分布調査、漁獲物調査、河川遡上日予測調査の結果をもとに、資源状態に見合った操業体制などについて検討し、漁業者自らによる資源管理体制の確立を目指す。

（２）経過の概要

ア 漁獲統計調査

胆振及び日高管内の漁獲量は、漁業生産高報告から集計した。ただし、2019年については、各地区水産技術普及指導所調べに基づいて中央水試が集計した速報値（暫定値）を用いた。CPUE（1日1隻あたりの漁獲量（kg/日・隻））は、ししゃもこぎ網漁業漁獲成績報告書から、漁獲量及び操業日数と隻数を集計して算出した。資源水準は、ししゃもこぎ網漁業のCPUEを用いて判断した。

イ 漁期前分布調査

本調査は、索餌期のシシャモ分布密度から秋期の来遊資源量を予測する手法を開発することを目的に実施している。2019年5月29日～6月3日に安平川、鶴川、日高富浜、日高厚賀の各前浜において、ししゃもこぎ網を用いて索餌期のシシャモを採集し、分布密度と体長・体重を調べた。年齢査定は耳石の表面から観

察される輪紋を計数して行った。

ウ 漁獲物調査

漁期中のししゃもこぎ網当業船漁獲物の生物測定データを用いて、年齢別漁獲尾数を算出した。年齢査定は耳石の表面から観察される輪紋を計数して行った。

エ 河川遡上日予測調査

再生産力を利用して資源を安定させるには、産卵親魚を確保する必要がある。道南太平洋海域で主要な産卵河川である鶴川では、親魚60万尾以上の遡上を目標としている。そのため、ししゃも漁業の終漁日については「栽培水試の発表する遡上予測日をもって終漁とする。ただし、これに依らず、遡上予測日以前に終漁する場合のみ、胆振・日高地区間協議により別途決定する。」ことが2018年度に試行され、2019年度えりも以西海域ししゃも漁業振興協議会総会で設定された。

本調査は、卵巣の成熟度の変化から河川遡上時期を予測する技術開発を目的としている。鶴川及び日高富浜で漁獲されたシシャモ雌の体長、体重及び卵巣重量を測定し、生殖腺重量指数（ $GSI = \text{卵巣重量} \div \text{体重} \times 100$ ）の変化から河川遡上日を予測した。

（３）得られた結果

ア 漁獲統計調査

道南太平洋海域におけるシシャモの漁獲量の推移を図1及び表1に示した。1960年代の漁獲量は一年おき

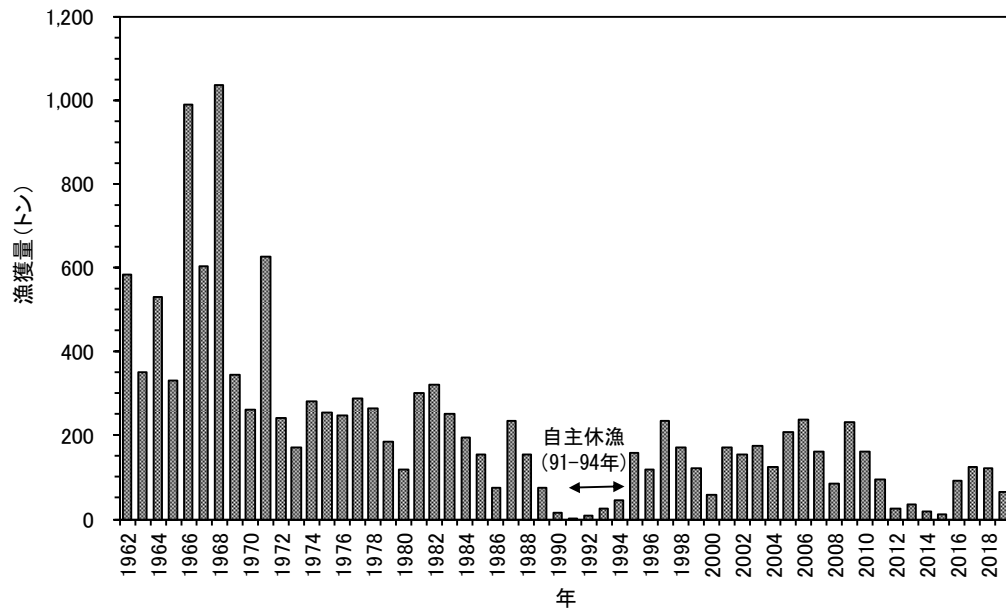


図 1 道南太平洋海域のシシャモ漁獲量

表 1 道南太平洋におけるシシャモの市町村別漁獲量

漁獲量:トン																		
年	胆振管内									胆振小計	日高管内						日高小計	合計
	豊浦	洞爺湖	伊達	室蘭	登別	白老	苫小牧	厚真	むかわ		日高	新冠	新ひだか	浦河	様似	えりも		
1985	0	0	0	0	0	0	22	20	63	105	43	5	1	2	0	7	51	156
1986	0	0	0	0	0	0	17	6	18	41	27	2	1	3	0	15	33	74
1987	0	0	0	0	0	0	33	28	81	142	66	8	7	10	0	30	91	234
1988	0	0	0	0	0	0	30	19	53	102	45	2	3	2	0	2	52	154
1989	0	0	0	0	1	0	17	10	32	60	13	1	0	1	0	37	16	76
1990	0	0	0	0	1	1	5	0	7	14	1	0	0	0	0	34	1	15
1991	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	28	1	2
1992	0	0	0	0	2	0	2	0	1	5	1	0	1	2	0	58	5	9
1993	0	0	0	0	2	0	0	0	4	7	2	0	9	5	2	62	18	25
1994	0	0	0	0	0	0	2	5	12	19	19	2	1	1	2	51	25	44
1995	0	0	2	0	1	1	6	19	49	78	55	9	10	6	0	50	81	159
1996	0	0	0	0	0	0	5	17	55	77	33	3	3	2	0	37	41	118
1997	0	0	0	0	2	0	11	31	114	158	56	10	6	5	0	88	76	234
1998	0	0	0	0	3	0	16	28	80	127	37	2	3	1	0	54	43	170
1999	0	0	0	0	1	0	9	26	62	98	15	2	5	2	0	32	24	122
2000	0	0	0	0	2	0	1	13	19	36	22	0	0	0	0	52	23	58
2001	0	0	1	0	1	1	19	28	61	112	48	4	6	1	0	127	60	171
2002	0	0	1	0	1	1	12	23	73	111	39	2	3	0	0	72	44	155
2003	0	0	0	0	2	1	14	24	79	120	40	5	9	1	0	62	56	175
2004	0	0	0	0	1	0	9	16	42	69	48	3	4	1	0	58	57	126
2005	0	0	1	0	2	2	15	23	73	117	55	6	23	5	0	50	90	206
2006	1	0	0	0	2	1	26	35	86	150	75	5	5	3	0	58	88	238
2007	0	0	0	0	3	1	7	29	48	88	61	4	5	3	0	67	73	161
2008	0	0	0	0	1	0	3	10	17	32	31	2	18	0	0	22	51	84
2009	0	0	0	0	3	1	14	27	87	132	75	7	14	3	0	45	99	230
2010	0	0	0	0	2	1	11	25	50	90	49	5	15	1	0	42	70	160
2011	0	0	0	0	3	1	2	6	23	35	30	7	16	4	0	42	58	93
2012	0	0	0	0	1	1	2	6	13	22	4	0	0	0	0	38	5	27
2013	0	0	0	0	0	0	1	5	14	20	15	0	0	0	0	19	16	36
2014	0	0	0	0	0	0	2	2	13	17	3	0	0	0	0	12	3	20
2015	0	0	0	0	0	0	1	2	6	9	2	0	1	0	0	45	3	12
2016	0	0	0	0	0	0	5	10	40	56	32	1	3	1	0	17	37	93
2017	0	0	0	0	0	0	5	10	62	77	41	1	4	1	0	24	47	124
2018	0	0	0	0	0	0	5	23	45	74	48	0	1	0	0	37	49	123
2019	0	0	0	0	0	0	1	5	33	39	25	0	1	0	0	14	27	66

注) えりも町には、えりも漁協底野支所分(道東太平洋)を含むため、日高小計、合計から除いた。

合計値はkg値の集計したものをトン表示したため、各市町村の漁獲量(トン)の合計値とは異なる。

2019年は水試集計速報値

に増減を繰り返して変動し、1968年には1,034トンで記録した。1972年以降は概ね200～300トンで推移していたが、1987年から減少の一途をたどり、1990年には過去最低の15トンとなった。そのため、1991～1994年の4年間、ししゃもこぎ網漁業の自主休漁措置がとられた。漁業が再開された1995年以降2011年までは概ね100～250トンで推移していた。しかし、2012年に27トンまで減少し、2013～14年も36トン以下の低い水準が続く、2015年には12トンと休漁明け最低の漁獲量となった。その後増加して2016年以後は100トン前後で推移していたが、2019年は66トンに減少した。

ししゃもこぎ網漁業の延べ操業隻数の推移を図2に示した。自主休漁明けの1995年以降、延べ操業隻数は1,000～1,500隻で推移していたが、2012～2015年には550～850隻に減少した。その後増加して2016年以降は1,000隻弱で推移し、2019年は876隻であった。

刺し網漁業の努力量として、日高地区の刺し網漁業の延べ操業隻数の推移を図3に示した。索餌期（5～9月）における延べ操業隻数は、2008年の600隻をピークに減少し、2012～2015年には60隻を下回った。2016年には254隻に増加し、2019年は188隻であった。産卵期（10～11月）における延べ操業隻数は、2006～2011年は300～400隻で推移していたが、2012～2015年には100隻を下回った。2016年には196隻に増加し、2019年は150隻であった。

道南太平洋海域におけるししゃもこぎ網漁業のCPUE（1日1隻当たりの漁獲量）の経年変動は漁獲量の変動とほぼ同様の傾向を示している（図4）。CPUEは休漁明けの1995年から2011年までは3～5年おきに50～190kg/(日・隻)の間で増減を繰り返していた。しかし、2012～2015年は4年連続して40kg/(日・隻)を下回り、2015年には休漁明け最低の17kg/(日・隻)となった。2016～2018年は84～122kg/(日・隻)に増加したが、2019年は70kg/(日・隻)に減少した。

資源状態を表す指標には、ししゃもこぎ網漁業のCPUE（1日1隻当たりの漁獲量）を用いた。1995～2014

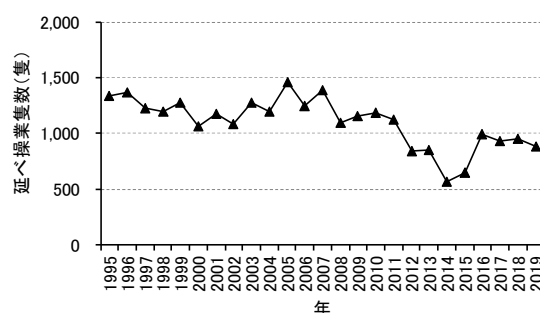


図2 道南太平洋海域のししゃもこぎ網漁業の延べ操業隻数

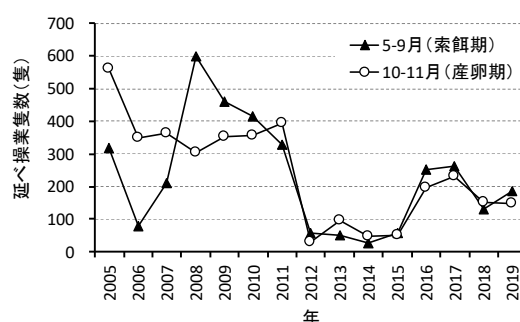


図3 日高地区の刺し網漁業の延べ操業隻数

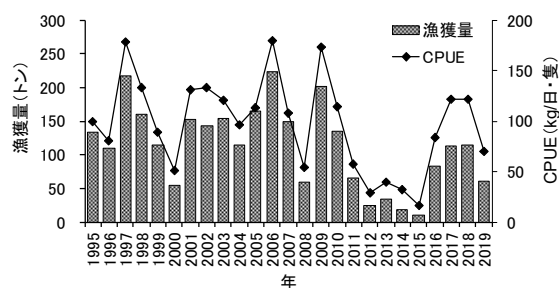


図4 道南太平洋海域のししゃもこぎ網漁業の漁獲量とCPUE

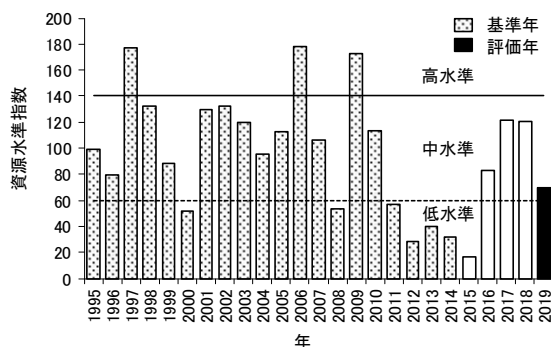


図5 道南太平洋海域のシシャモ資源水準

年の CPUE の平均値を 100 として各年の値を標準化し、 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。2019 年の資源水準指数は 69 であることから、中水準と判断した（図 5）。

イ 漁期前分布調査

採集されたシシャモの体長組成は 75～79mm にモードを持ち、平均体長は 87mm、平均体重は 7.1g で、いずれも 1999 年以後では最も小さかった（図 6, 7）。また、1 歳が 89% を占め、2 歳以上は 11% であった。これらのことから、秋期に漁獲される個体は 1 歳が主体であり、体長は小さいと予想された。「ウ 漁獲物調査」で後述するように、漁獲物中に占める 1 歳は 92% で、体長は小さかった。

調査点別の採集尾数をみると（図 8）、安平川沖の水深 7m 地点で最も多く（約 6,400 尾/網）、次いで富浜沖の水深 10m 地点（約 6,000 尾/網）で多く採集された。

1999 年以降の漁期前分布調査の CPUE とその年のししゃもこぎ網漁業 CPUE との関係を図 9 に示した。2019 年の漁期前分布調査の CPUE は 2,076 尾/網で範囲③^注に含まれ、漁業 CPUE は 3,500 尾/(日・隻)以上と予想された。その年のししゃもこぎ網漁業 CPUE は 4,464 尾/(日・隻)であった。

注：範囲①：調査 CPUE が 330 尾/網以下で、漁業 CPUE は低水準（2,000 尾/(日・隻)以下）。範囲②：前調査 CPUE が 330～1,000 尾/網で、漁業 CPUE は低～高水準（1,000～7,000 尾/(日・隻)）。範囲③：調査 CPUE が 1,500 尾/網以上で、漁業 CPUE は中～高水準（3,000 尾/(日・隻)以上）。

ウ 漁獲物調査

道南太平洋海域におけるシシャモの年齢別漁獲尾数をみると、概ね 8 割前後が 1 歳魚で占められており、1 歳魚の多寡が資源水準に大きく寄与している（図 10）。1 歳魚の漁獲尾数は、2012～2015 年には 31～118 万尾であったが、2016 年以後は 350 万尾以上となって

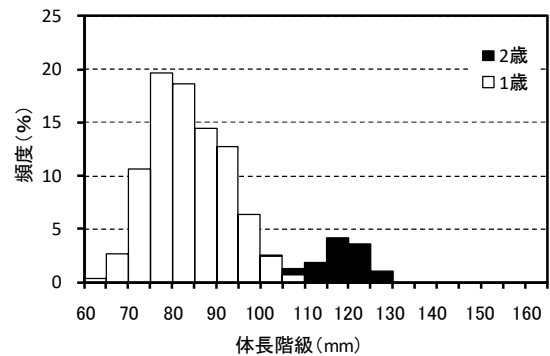


図 6 漁期前分布調査のシシャモ体長組成

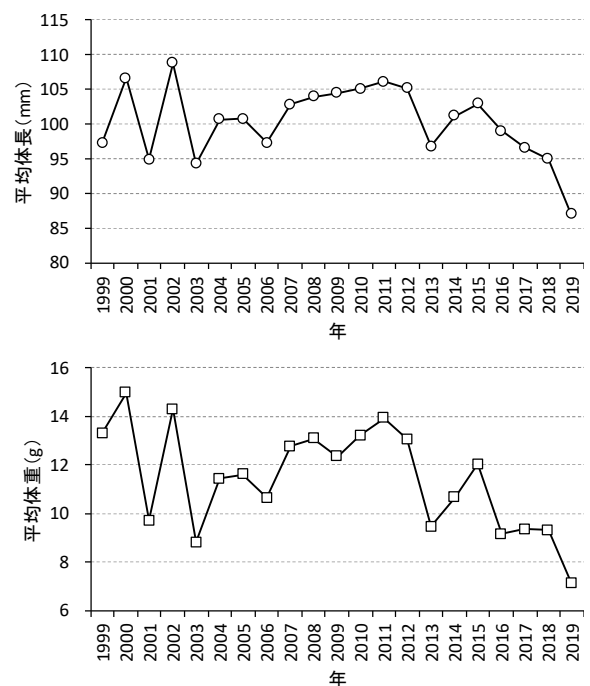


図 7 漁期前分布調査のシシャモ平均体長（上図）と平均体重（下図）

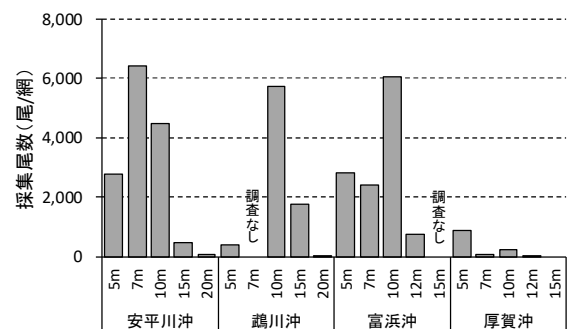


図 8 漁期前調査の地点別シシャモ採集尾数

いる。2019 年の漁獲尾数は、1 歳魚が前年より約 157 万尾少ない 380 万尾（92%）、2 歳魚が前年より約 50 万尾少ない 32 万尾（8%）と推定された。

道南太平洋海域においては、資源状態の悪い年の特徴として魚体が大型化することが多い^{1,2)}。近年では資源状態が悪かった 2012～2015 年の内、CPUE が休漁明け最低だった 2015 年には特に 0 歳魚が大型化していた（図 11）。また、2014 年と 2015 年には、0 歳魚において成熟した個体がみられた。2019 年については、魚体の大型化は観察されておらず、むしろ 0 歳および 1 歳魚ともに小型化しており（小型化の原因については、現在解析中）、1 歳では未成魚の割合が例年より高く、成熟した 0 歳魚もみられておらず、資源状態が悪い年の特徴は示していない。

エ 河川遡上日予測調査

河川に産卵回帰するシシャモは、雌の GSI が 22～25 に達すると遡上を開始することが知られている。2019 年は GSI が 22 に達する日を遡上開始日として予測した。また、遡上盛期の予測はこれまで、胆振管内しし

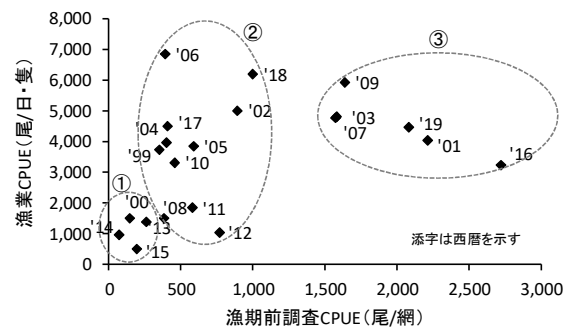


図 9 漁期前調査 CPUE とししゃもこぎ網漁業 CPUE との関係

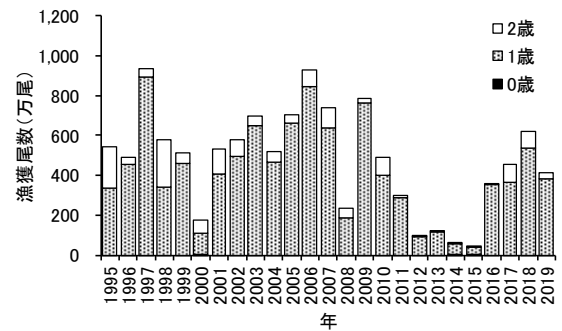


図 10 道南太平洋海域のシシャモ年齢別漁獲尾数

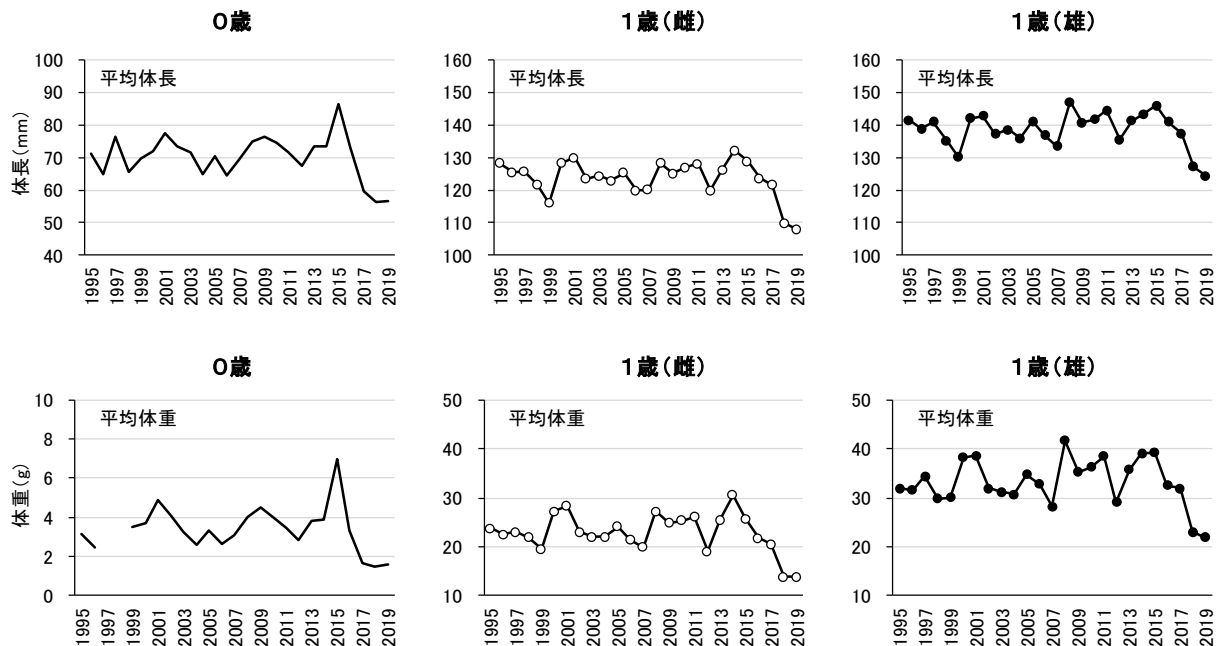


図 11 道南太平洋海域のシシャモ 0 歳および 1 歳魚の平均体長（上図）と平均体重（下図）
（ししゃもこぎ網当業船による 10 月の無選別標本）

やも漁業振興協議会の河川内における遡上親魚捕獲調査の結果から、予測した遡上開始日の 2～8 日後とされていた。しかし、遡上開始日の予測の基準としていた GSI を 2014 年に 25 から 22 に変更したことから、これまでのデータを整理し、GSI22 で予測した場合の遡上開始日と河川内でみられた遡上盛期との関係を調べた。その結果から予測遡上盛期は、予測した遡上開始日の 5～13 日後に変更した。

2019 年に鵠川及び日高富浜で漁獲されたシシャモ雌の GSI の変化を図 12 に示した。GSI が 10 以上となった 10 月 22 日から 11 月 1 日における 7 標本 (GSI 10.4～16.3) を用いて直線回帰式を求め、遡上開始日を 11 月 10 日、遡上盛期を 11 月 15～23 日と予測し、11 月 5 日付けで関係機関に報告した。なお、11 月 2 日から 9 日の 7 標本では GSI の増加は小さく、GSI は 19 を超えることはなかった。

ししゃもこぎ網漁業は、知事許可漁業であり、操業期間は 10 月 1 日から 12 月 10 日までのうち連続 40 日以内となっている。今年は 10 月 1 日から操業が始まったため、栽培水試が予測した遡上開始日 (11 月 10 日) の 1 日前に 40 日となり、11 月 9 日で終漁した。

胆振管内ししゃも漁業振興協議会が鵠川河川内でフクベ網を用いて実施した遡上親魚捕獲調査から遡上開始日*は 11 月 8 日、遡上盛期*は 11 月 18 日と推定された。(※: フクベ網で 100 尾程度 (雌雄込み) が捕獲された初日を遡上開始日、累積捕獲尾数の 50% に達した日を遡上盛期としている。なお、2017 年度まではさけます・内水面水試が調査を実施しており、捕獲

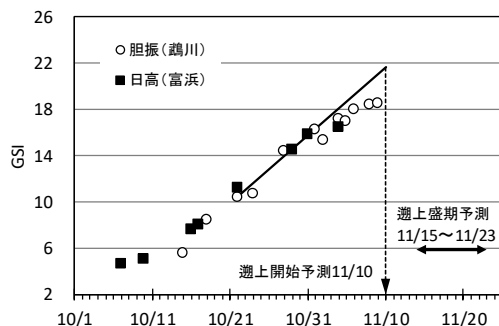


図 12 シシャモ雌の GSI 変化と河川遡上日予測

があった初日を遡上開始日としていた。)

鵠川および日高富浜における漁獲物調査で卵巣の成熟度が「22+」と判別された、排卵後の完熟卵を持つ雌の個体数割合と鵠川での遡上親魚量調査における雌の捕獲尾数を図 13 に示した。海域における完熟卵を持つ個体の割合は、11 月 6 日までは 0% だったが、11 月 8 日には 4%、11 月 9 日には 30% に増加した。一方、鵠川における雌の捕獲尾数は、11 月 7 日までは 10 尾以下だったが、11 月 8 日には 28 尾、11 月 9 日には 521 尾に増加した。このように両者の増加傾向は一致していたことから、海域で産卵の準備が整った個体から、順次河川へ遡上している可能性がある。今後、データを蓄積する。

卵巣の成熟度が「22+」と判別された、排卵後の完熟卵を持つ雌については、排卵後は卵黄の蓄積が無く、これ以上卵巣重量が大きくなることから、この時期の GSI がその個体の最大値であると考えられる。漁

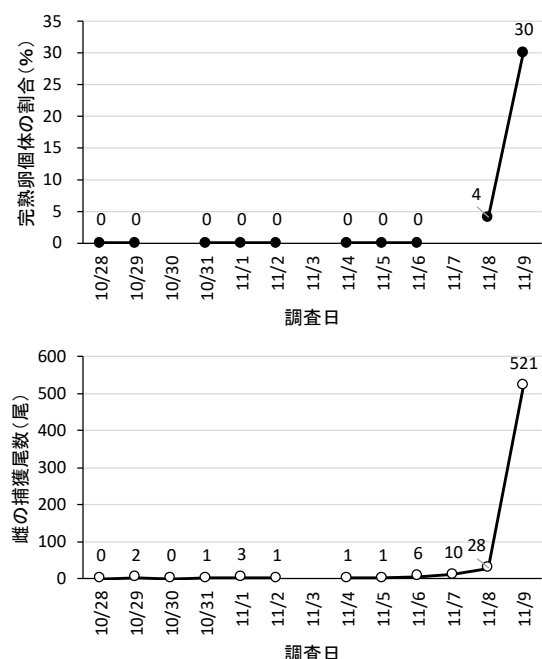


図 13 道南太平洋海域における完熟卵を持つシシャモの割合 (上図) と鵠川における雌の捕獲尾数 (下図)

注) 雌の捕獲尾数は、胆振管内ししゃも漁業振興協議会資料より作成

獲物調査で得られた標本（銘柄「小」を除く）のうち成熟度が「22+」であった個体は 32 個体で、GSI の平均値は 18.4 ± 2.5 であった。また、鵠川河川内へ遡上したシシャモ雌を調べた結果、平均 GSI は 18.0 ± 3.5 であった³⁾。2019 年のデータを用いて、GSI=18 で遡上開始日を予測しなおすと、遡上開始日は 11 月 5 日、遡上盛期は 11 月 10～18 日となる。河川遡上時の GSI が年により変動することは以前より指摘されており⁴⁾、このことは遡上開始日の予測結果を大きく左右することから、年により遡上時の GSI が変動するメカニズムを明らかにする必要がある。

そこで、遡上時の GSI と海域の GSI の最大値※はほぼ同じと考え、長期データがある胆振中・東部沿岸海面水温（気象庁）と GSI 最大値との関係、産卵主体である雌 1 歳の体長と GSI 最大値との関係を調べた。

（※：フクベ網による調査で遡上開始が最も遅かった 11 月 8 日までの海域における GSI の最大値とした。）

その結果、8～10 月の 3 ヶ月平均水温の平年差と GSI 最大値との間には、統計的に有意な負の相関関係が認められた（図 14； $r=-0.703$, $P<0.01$ ）。ほとんどの場合、水温が平年より低いと GSI 最大値は 21.5 を上回り、水温が平年より高いと GSI 最大値は 21.5 以下だった。一方、雌 1 歳の体長と GSI 最大値との間には、統計的に有意な相関関係は認められなかったが（図 15； $r=0.425$, $P>0.05$ ）、水温を考慮した詳細な検討も必要である。このことから、海域での GSI 最大値（＝遡上時の GSI）は、体長より水温の影響を受けて年変動していると推察された。今後、年ごとの GSI 最大値が、よう卵数の違いにより異なるのか、卵の大きさにより異なるのか等を調べる必要がある。

（４）参考文献

- 1) 渡辺安廣，田中伸幸：I-1-(4) シシャモ．昭和 63 年度北海道立函館水産試験場事業報告書，8-11（1989）

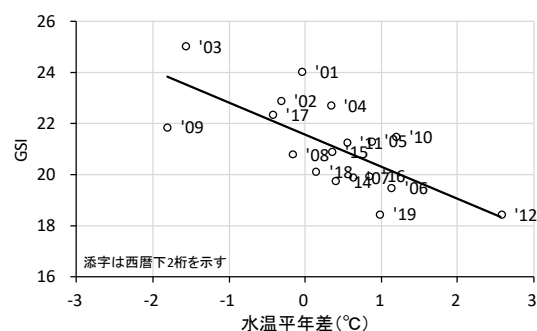


図 14 8～10 月の 3 ヶ月平均水温の平年差※¹ と GSI 最大値※² との関係

※1：胆振中・東部沿岸海面水温（気象庁）における平年（1981～2010 年）との差

※2：2013 年は最大値が捉えられなかったもので除く。

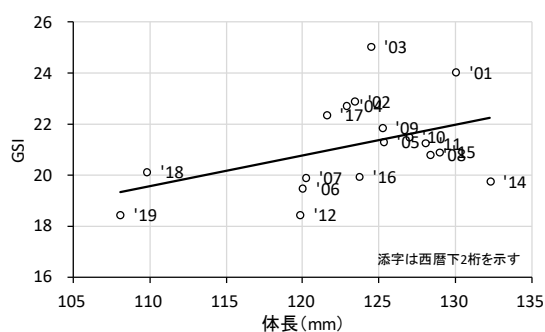


図 15 10 月の無選別標本におけるのシシャモ雌 1 歳の体長と GSI 最大値※との関係

※：2013 年は最大値が捉えられなかったもので除く。

- 2) 渡辺安廣，田中伸幸：I-1-(4) シシャモ．平成年度北海道立函館水産試験場事業報告書，5-7（1989）
- 3) 石田良太郎：鵠川シシャモの産卵遡上生態．試験研究は今，No. 909（2020）
- 4) 岡田のぞみ，高嶋孝寛，石田良太郎，石田宏一，工藤智：鵠川・沙流川河口沿岸におけるシシャモ雌魚の成熟．2018 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集，27（2018）

7. えりも海域におけるエゾボラ資源モニタリング手法の開発（受託研究）

担当者 調査研究部 吉村圭三
協力機関 えりも町栽培漁業振興協議会

（ 1 ） 目 的

大型のつぶ類（巻貝）であるエゾボラ *Neptunea polycostata* は北海道における重要な漁業資源であり、えりも海域はその主産地の一つである。しかし近年、同海域における漁獲量は減少しており、科学的根拠に基づいた有効な対策が求められている。そこでH27～30年度にエゾボラの繁殖生態および年齢成長に関する研究が実施され、多くの知見が得られた。これらを活用した資源管理・増殖対策を検討するに当たり、まず資源状態を正確に把握・評価する資源モニタリング手法を確立する必要がある。資源モニタリングは現地において一定期間継続して行う必要があることから、技術的に簡素で作業量も少ないことが望ましい。

そこで本研究事業は、先行事業の成果を活用し、えりも海域におけるエゾボラ資源について銘柄別漁獲量、市場測定データ、標本データ等に基づき、資源評価に必要な年齢別漁獲尾数、資源量、産卵資源量等の推定を試みるとともに、技術的問題点を整理することによって、現地で実施できる軽負荷な資源モニタリング手法を開発することを目的とした。

（2）経過の概要

ア エゾボラ資源モニタリング手法の検討

以下の資料および解析手法に基づき、資源モニタリング手法の検討を行った。なお、資料の入手に当たり、えりも漁業協同組合の協力を得た。

（ア）用いた資料

a 漁獲統計：えりも漁業協同組合における2007～2019年の日別・銘柄別・漁業種類別の漁獲量および漁獲金額。

b 市場測定データ：2016年4、5、6、7、9、10、12月、2017年3月、2019年6、10月にえりも漁協えりも岬市場に水揚げされた銘柄大、中、小のエゾボラ各50尾について体重を測定した。

c 標本測定データ：2017年5、8、10月、2018年3月にえりも沖で採集された規格外の小型エゾボラ各30～66尾、および2018年5、8、10月、2019年3、

6、10月にえりも沖で漁獲された銘柄大、中、小のエゾボラ各20尾、総計601尾について、雌雄別に体重を測定し、平衡石年輪による年齢査定を行った。

d 銘柄別漁獲尾数：銘柄別漁獲量を月ごとに集計し、標本測定データから得られた銘柄別平均体重で除すことにより月別の銘柄別漁獲尾数とした。全漁業種類を集計対象とした。

（イ）成長曲線および体重と雌確率の回帰モデルの推定

標本測定したエゾボラの年齢と体重の関係から、雌雄それぞれについてバータランフィの成長曲線および成長曲線の標準偏差を最尤法により求めた。体重の誤差分布を正規分布、成長曲線の標準偏差を年齢の線形関数であると仮定した。加齢基準日は1月1日とした。

同標本における体重と性別の関係を用いて、平滑化スプラインにより体重と雌確率の回帰モデルを推定した。

（ウ）市場測定データに基づく年齢確率および年齢別漁獲尾数の算出

（イ）で得られた成長曲線および雌確率を用いて、Baba *et al.*¹⁾の方法により、市場測定による体重組成データから年齢確率を月別、銘柄別、雌雄別に算出した。

2016年4月～2017年3月の市場測定データに基づく各月の年齢確率を月別年齢確率とした。市場測定未実施の8、11、1、2月については、それぞれ7、10、3、3月の年齢確率で補完した。2007年～2019年のすべての月について、dで得られた銘柄別漁獲尾数に当該月の月別年齢確率を乗じ、各銘柄および各月（1～12月）を雌雄別に合計することにより、年間の年齢別漁獲尾数とした。

（エ）VPAによる資源尾数等の計算および資源評価

（ウ）で得られた2007～2019年の年齢別漁獲尾数を用いて、VPA²⁾により年齢別資源尾数および漁獲死亡係数を計算した。またcで得られた年齢別平均体

表 1 VPA の計算式・計算条件およびパラメータ

	計算式・計算条件およびパラメータ	摘 要
年齢別資源尾数 (N)	$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \cdot e^M + C_{a,y} \cdot e^{M/2}$	a : 歳, y : 年, C : 漁獲尾数
最終年および最高齢の N	$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1-e^{-F_{a,y}}} \cdot e^{M/2}$	
漁獲死亡係数 (F)	$F_{a,y} = \ln \left(\frac{N_{a,y}}{N_{a+1,y+1}} \right) - M$	
自然死亡係数 (M)	0.25	2.5/寿命 (10歳) 田中 (1960) ³⁾ による
最高齢の F	同一年級の1歳下に等しいと仮定	
最近年の F	同一年齢における直近3年の平均値	

重を当該年齢の資源尾数に乗じることにより、年齢別資源重量を計算した。VPA の計算式・計算条件およびパラメータを表 1 に示した。

得られた年齢別資源重量を用いて資源水準の判断を行った。

(3) 得られた結果

ア エゾボラ資源モニタリング手法の検討

(ア) エゾボラ漁獲量と金額、漁獲努力量および CPUE の推移

図 1 に、えりも海域におけるエゾボラの漁獲量、金額および平均単価の推移を示した。同海域におけるエゾボラ漁獲量の 97%以上はつぶかご漁業によるものであるが、刺網等でも若干の漁獲がある。漁獲量は 2007～2009 年に 600 トン前後であったが、2010 年以降急減し 2014～2017 年には 200 トン前後、2018 年以降はさらに約 150 トンに減少した (図 1 上)。漁獲金額は 2007～2009 年に 5.7～7.1 億円、2010～2016 年には 4 億円台、2017 年以降 3 億円台に減少した (図 1 中)。2007 年に対する 2019 年の漁獲量を銘柄別にみると、大 (体重 300g 以上) では 13%, 中 (200～300g) では 21%, 小 (150～200g) では 36% に減少しており、大型個体ほど減少が著しい。一方、平均単価は年々上昇し、2019 年の平均単価はいずれの銘柄でも 2007 年の 2.5 倍前後となっている。このため、漁獲金額は漁獲量に比べて減少幅が小さく、2007 年に対する 2019 年の漁獲金額は、大で 32%, 中で 50%, 小で 92%となっている (図 1 下)。

同海域における漁獲努力量および資源状態の簡易指標として、図 2 にえりも漁業協同組合のつぶかご漁

業における延べ水揚げ日数、および水揚げ 1 件当たり平均漁獲量 (CPUE) の年推移を示した。なお、同漁業では約 30 経営体がエゾボラを継続的に水揚げしており、経営体数に大きな年変化はなかった。延べ水揚げ日数は 2007～2011 年には銘柄当たり計 2,500～2,800 件で横ばい、またはやや増加傾向であったが、

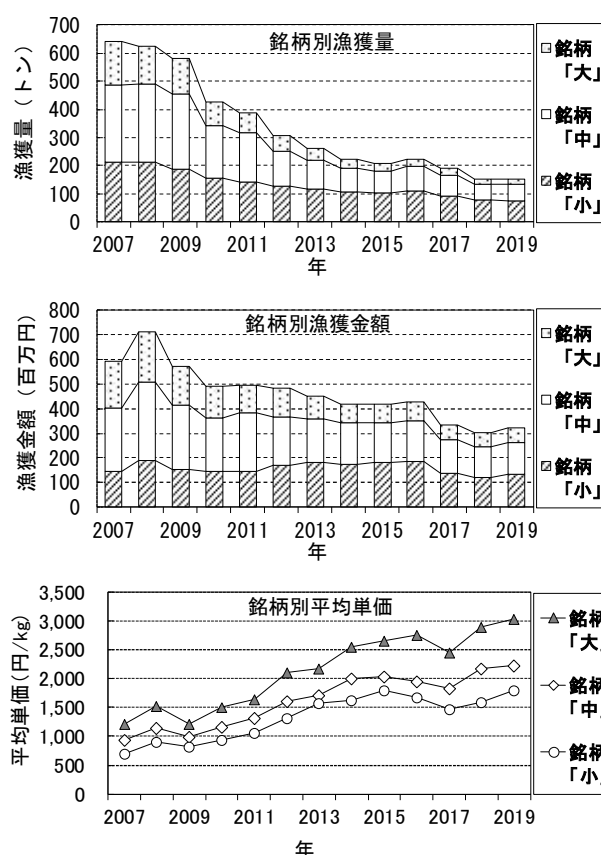


図 1 えりも海域におけるエゾボラの銘柄別漁獲量 (上), 漁獲金額 (中), 平均単価 (下) の推移

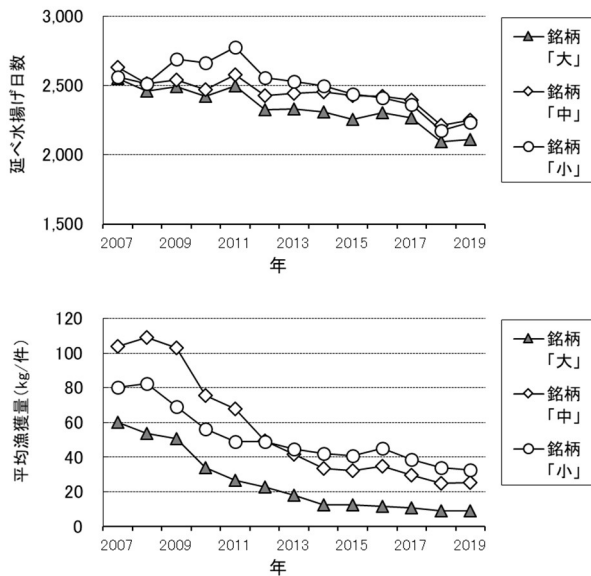


図2 えりも漁協つぶかご漁業における銘柄別延べ水揚げ日数（上）および水揚げ1件当たり平均漁獲量（下）の推移

2012～2017 年には計 2,300～2,500 件で横ばい、または緩やかに減少、2018・2019 年には計 2,100～2,200 件とさらに減少した（図 2 上）。水揚げ 1 件当たり平均漁獲量は 2007～2009 年には銘柄大、中、小それぞれ 50、70、100kg 台であったが、2010 年以降急激に減少し 2019 年にはそれぞれ 9kg、25kg、32kg となった（図 2 下）。漁獲努力量の全体的な漸減傾向にも関わらず 2010 年以降 CPUE が急減したこ

とから、資源状態が急激に悪化したことが示唆された。

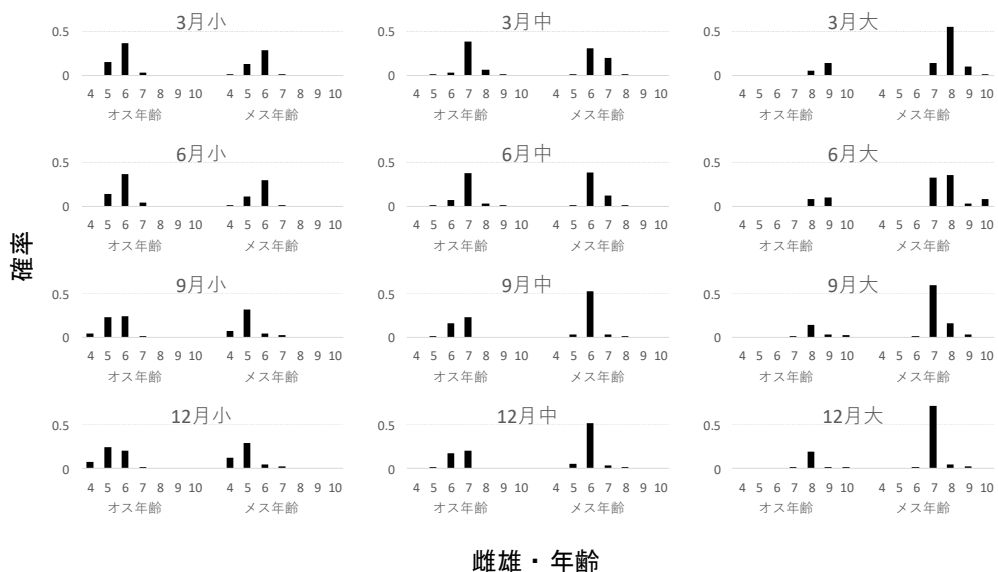
（イ）市場測定データに基づく年齢確率および年齢別漁獲尾数の算出

図 3 に、得られた月別年齢確率の 3、6、9、12 月について銘柄別に示した。銘柄小は雌雄とも 5、6 歳主体、中は雌 6 歳、雄 7 歳中心、大はほとんどが雌 7、8 歳となった。時期別にみると、年前半（3、6 月）と後半（9、12 月）で各銘柄ともに年齢確率が大きく異なった。例えば銘柄小の雌では、年前半には 6 歳、後半には 5 歳中心となっている。

これらの年齢確率と銘柄別漁獲尾数に基づいて算出した 2007～2019 年の年齢別漁獲尾数を図 4 に示した。年間総漁獲尾数は 2007～2009 年には 250～275 万尾であったが、2010 年に 189 万尾、2014 年に 104 万尾、2019 年には 71 万尾まで減少した。年齢別にみると特に 7 歳以上の減少が顕著で、2007 年に対する 2019 年の総漁獲尾数が 26% であったのに比べ、7 歳以上は 18% まで減少していた。

（ウ）VPA による資源尾数等の計算および資源評価

図 5 に 2007～2019 年の年齢別資源尾数および資源重量を雌雄合計で示した。総資源尾数・重量は漁獲尾数と同様に急激に減少し、2007 年にそれぞれ 1,253 万尾・1,777 トンであったものが 2011 年には 637 万尾・896 トンと半減、さらに 2019 年には 299 万尾・398 トンとなり、2007 年のそれぞれ 24%・22% まで減少した。年齢別にみると高齢個体の減少が特に顕著で、7 歳以



雌雄・年齢

図3 市場データに基づく3、6、9、12月における銘柄小（左）、中（中）、大（右）の雌雄別年齢確率

上の資源尾数・重量は2007年に162万尾・428トンであったが、2019年には27万尾・71トンとなり、2007年の17・16%まで減少した。

産卵親貝量の指標として、体重300g以上に達する7歳以上の雌資源重量の推移を図6に示した。7歳以上の雌資源重量は2007年には239トンであったが急激に減少し、2011年に102トン、2014年には52トンとなった。2019年の7歳以上の雌資源重量は36トンで、2007年の15%に減少した。このことから、本海域におけるエゾボラの産卵量は過去10年程度の間に著しく

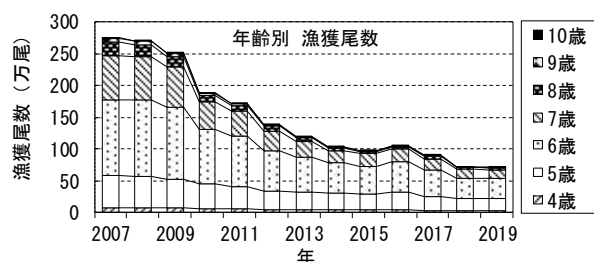


図4 えりも海域におけるエゾボラの年齢別漁獲尾数の推移

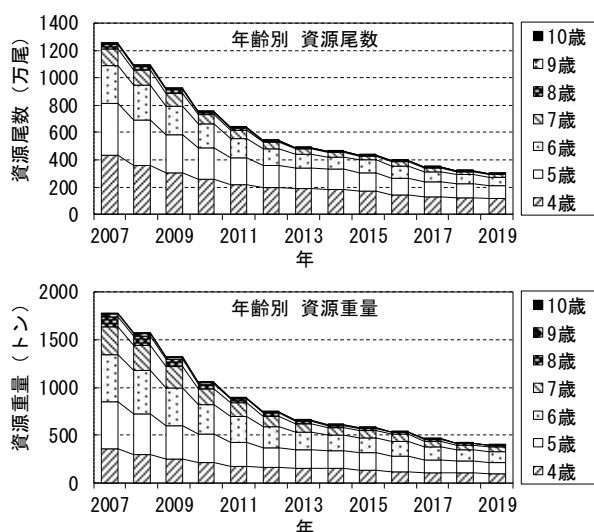


図5 えりも海域におけるエゾボラの年齢別資源尾数(上)および資源重量の推移

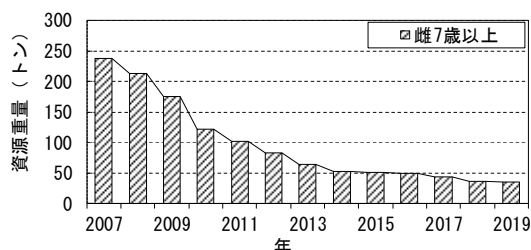


図6 7歳以上の雌資源重量の推移

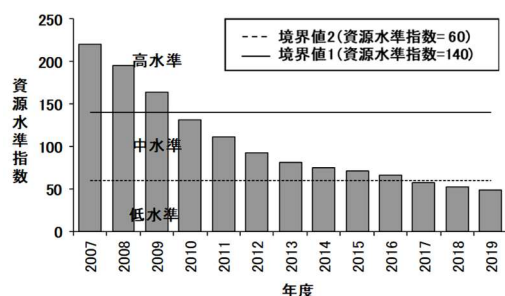


図7 えりも海域におけるエゾボラの資源水準(資源重量に基づく)

減少し、現状は低い水準で推移していると考えられた。

えりも海域におけるエゾボラ資源水準を図7に示した。北海道水産資源評価における資源水準判定を準用し、資源状態を示す指数として資源重量を用いた。2007～2019年の資源重量の平均値を100とした相対値を各年について求め、60未満、60以上140未満、140以上をそれぞれ低、中、高水準とした。水準判定の結果、2007～2009年は高水準、2010～2016年は中水準、2017～2019は低水準となった。漁獲量と比較すると、高水準年は漁獲量500トン以上、中水準年は200～400トン台、低水準年は200トン未満に該当したことから、漁業者の現場感覚からみても妥当な水準判定であると考えられた。

以上の解析により、銘柄別の漁獲統計と比較的簡易に取得できる市場測定データを用いて、年齢別漁獲尾数、資源尾数・重量、産卵親貝量等の計算が可能となった。さらに、資源利用方法の現状と問題点、改善策を具体的な数値に基づいて検討できるようになった。今後、資源モニタリングを継続することにより、解析の信頼度が向上するとともに、再生産関係に基づく高度な解析が可能になると期待される。

(4) 参考文献

- 1) Baba K, Sasaki M, Mitsutani, N. Estimation of age composition from length data by posterior probabilities based on a previous growth curve, application to *Sebastes schlegelii*. Can J Fish Aquat Sci 2005;62 : 2475-2483.
- 2) Pope J.G. An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis.

International Commission for the Northwest
Atlantic Fisheries Research Bulletin
1972;9:65-74.

- 3) 田中昌一．水産生物の population dynamics と漁
業資源管理．東海水研報．1960;28:1-200.

8. 養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）

担当者 調査研究部 三坂尚行・吉田秀嗣

協力機関 函館水産試験場調査研究部
水産林務部水産局水産振興課
胆振地区水産技術普及指導所

（１）目的

1990～2016年度の噴火湾における養殖ホタテガイの生産量（北海道水産現勢）は、年間7～15万トン、金額で約130～250億円と北海道全体の約1/4を占め、渡島・胆振総合振興局（以下、渡島・胆振）管内の基幹産業として確固たる地位を占めていた。2015年は単価上昇のため初めて300億円を超えた。しかし2016、2017年度と続けて生産量は大きく減少し、2017年度は約3万6千トンの生産にとどまったが、2018年度はやや回復し、2016年度とほぼ同じ約7万5千トンの生産となった。しかし2019年は再び減少し、3万トンを割り込んだ。単価は生産量の減少を受けて上昇を続け、17年度は400円/kgを超えたが、2018、19年度は300円/kgをやや下回った（図1、2）。

ホタテガイ養殖漁業には、成長不良や採苗不良といった慢性的な不安定要因があるのに加え、近年外来種ヨーロッパザラボヤ（以下ザラボヤ）の大量付着のみならず、原因が明らかでない稚貝および耳吊り貝の大量へい死といった大きな漁業被害が発生し、漁家の経営体力は著しく低下している。

このため、本研究はホタテガイ生産の安定化のために、不安定要因となっている採苗良否の要因解明ならびにザラボヤの生態とそれのホタテガイへの影響解明を目的として実施する。

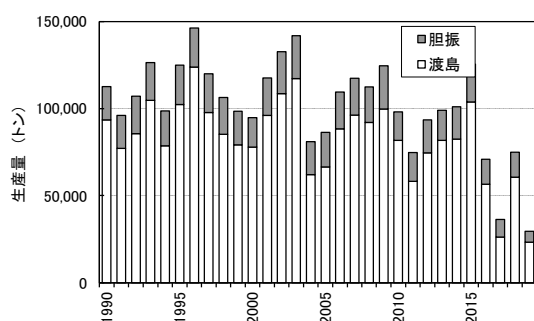


図1 噴火湾ホタテガイ生産量の推移

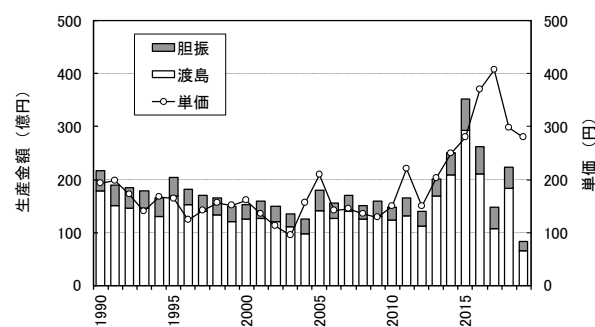


図2 噴火湾ホタテガイ生産金額と単価の推移

（２）経過の概要

ア 採苗良否の要因解明

（ア）沖合浮遊幼生・海洋環境調査

2019年5月および6月に噴火湾内外35点（st.5～39）の観測定点において函館水試金星丸により、CTD(SBE-9 Plus)による海洋観測と北原式プランクトンネットによるホタテガイ浮遊幼生の採取を行った。

なお、浮遊幼生の測定は、函館水試、水産技術普及指導所と共同で行い、「噴火湾ホタテガイ情報」の取りまとめと配信は、函館水試が行った。

イ ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響解明

（ア）ホタテガイ成長調査

豊浦町礼文華沖の水深34mにおいて、2019年3月に耳吊り養殖の試験連（2年貝）を15連作成して、通常通り幹綱深度4.5m層に設置（連の長さ13.5m、ピン間隔12cm、約98段）した。2019年4月～2020年3月に毎月1回、水温、塩分をCTDで測定し、クロロフィルa量は0、5、10、15、20、25m層から採水して分析した。

さらに試験連を引き揚げ、時期別、層別（上段4.5～8m層、中段8～12m層、下段12～16m層）に各20個体の殻高、全重量、軟体部重量、貝柱重量等を測定した。

（イ）付着生物調査

上記試験連から層別にホタテガイを5個体ずつ採集

し、付着生物の湿重量を種類別に測定した。さらにザラボヤについては、個体数と体長も測定した。また成長調査時に層別に採集した各 20 個体のホタテガイの付着物については合計の湿重量のみ記録した。

なお、これまでの調査から付着生物の多寡がホタテガイの成長や生残に及ぼす影響が考えられたため、10月上旬に船上で沖洗い機により洗浄し、付着物のある程度除去した耳吊り連（以下、洗浄連）を作成して、同じ養殖施設で垂下育成し、1 月以降毎月 1 連引き揚げ、通常連と同様に殻長、斃死率を測定した。

(3) 得られた結果

ア 採苗良否の要因説明

(ア) 沖合浮遊幼生・海洋環境調査

2019 年度の結果については、令和元年度函館水産試験場事業報告書（噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験）を参照されたい。

イ ヨーロッパザラボヤの生態とホタテガイへの影響説明

(ア) ホタテガイ成長調査

2019 年度の豊浦定点の深度 10m における水温は、4～6 月及び 11、1～3 月に過去 10 年（2009～2018 年度、以下過去平均）の平均よりやや低めに推移したがそれ以外の月はやや高めに推移した（図 3）。クロロフィル a 量（深度 5～25m の平均値）は、2 月に過去平均より大幅に高くなったが、それ以外の月は平年並みに推移した（図 4）。

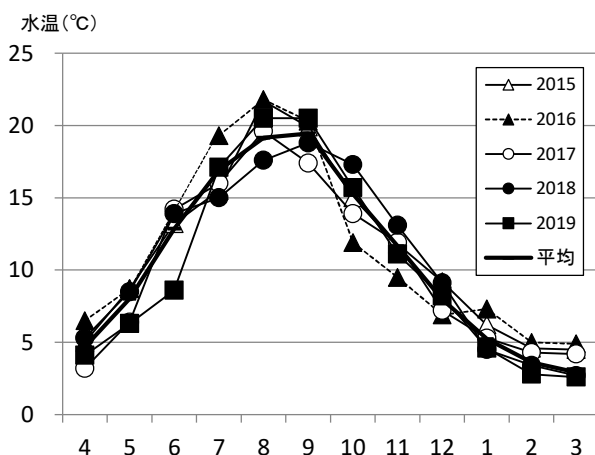


図 3 豊浦定点における深度 10m の水温の推移

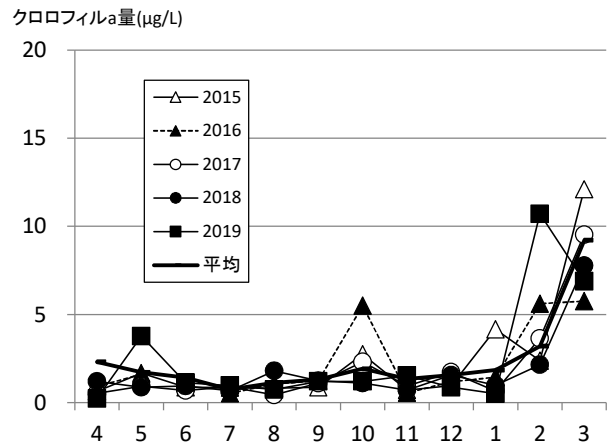


図 4 豊浦定点におけるクロロフィル a 量の推移

試験連における耳吊り 2 年ホタテガイは殻高、重量とも 11 月まではほぼ平年並みであったが、12 月以降は平年を上回るようになった（図 5）。

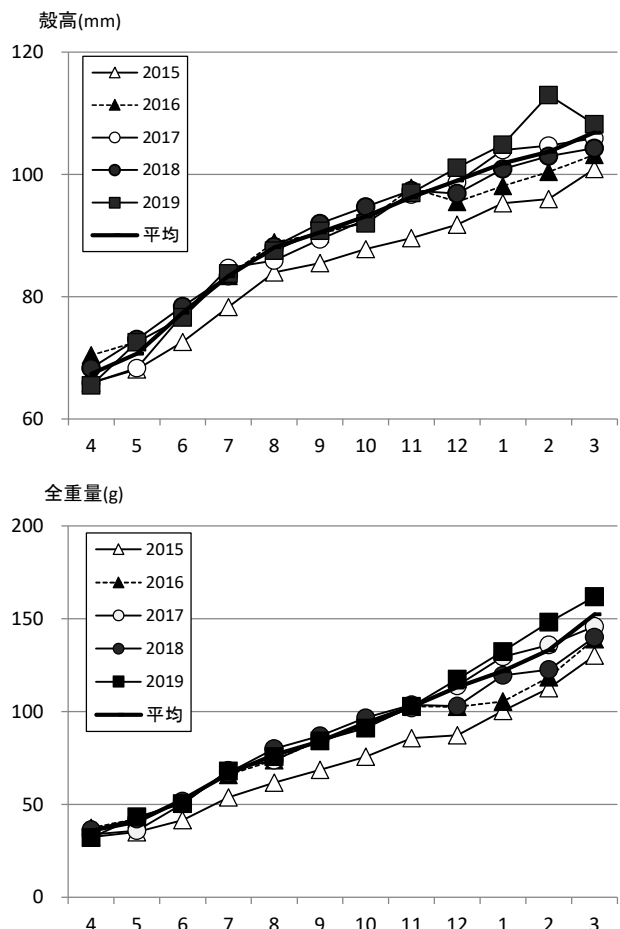


図 5 豊浦定点におけるホタテガイ（2 齢貝）の殻高(上)および全重量(下)の推移

貝柱指数（貝柱重量/全重量×100）については、過去平均に比べて6月は低かったもののそれ以外の月は平年並みか、やや上回った（図6）。

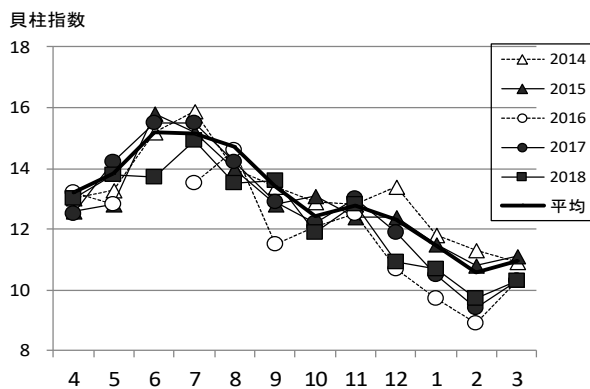


図6 豊浦定点におけるホタテガイ（2齢貝）の貝柱指数の推移

（イ）付着生物調査

ホタテガイ1個体当たりの付着物重量は、4月以降1, 3月を除いて平年よりも高く推移し続けた（図7）。

層別の付着物については、上段は9月以降イガイ類が優占したが、中・下段では11月以降ザラボヤの占める割合が高くなった（図8）。

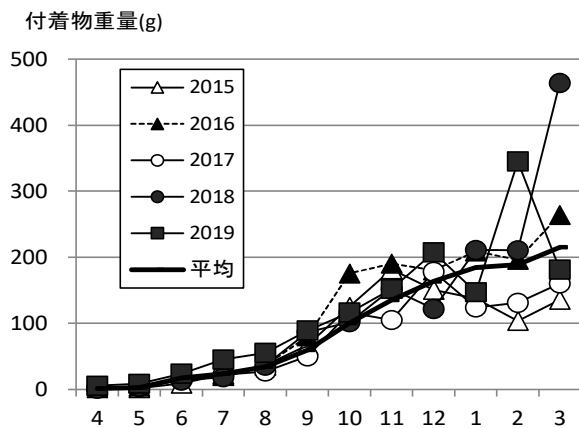


図7 ホタテガイ1個体当たりの付着物重量の推移

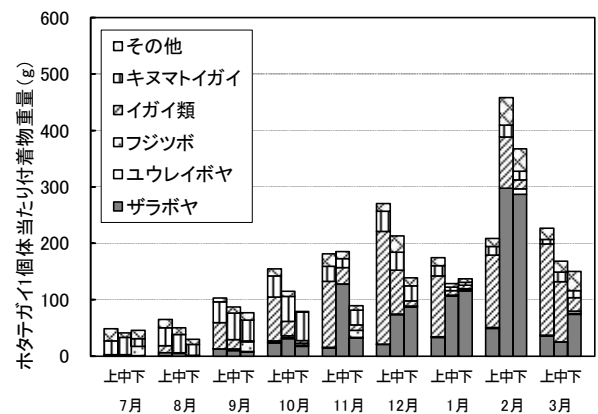


図8 層別のホタテガイ1個体当たり付着物重量の推移

また、ザラボヤのホタテガイ1個体あたりの付着数は、8月以降、常に平年より低く推移した。2月は平年値に近づいたものの、その他の月は平年の半分以下の値であった（図9）。

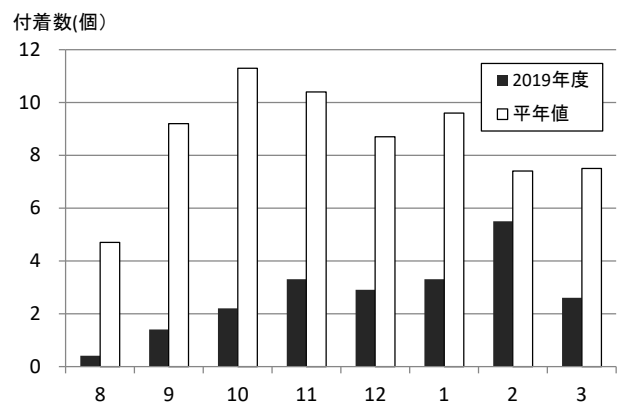


図9 ホタテガイ1個体当たりのザラボヤ付着数の推移

洗浄連のホタテガイ1個体当たりの平均殻長は洗浄連が通常連を常に上回っており、ホタテガイの成長に洗浄処理が有効であることが確認された。貝柱指数は3月はほぼ同じ値であったものの、1, 2月は洗浄連の値の方が高かった。へい死率は洗浄連の方が高く推移した（表1）。

表1 通常連（上段）と洗浄連（下段）におけるホタテガイの殻長、全重量およびへい死率

項目	1月	2月	3月
平均殻長(mm)	105.6	108.9	109.2
	109.4	113.0	109.4
貝柱指数	12.8	11.8	11.7
	13.6	12.5	11.6
へい死率(%)	9.6	11.9	13.6
	15.8	20.7	-

9. ホタテ未利用資源等を用いたサケ科魚類増養殖魚の質的向上に関する研究（循環資源利用促進重点課題研究開発事業）

担当者 調査研究部 三坂尚行・佐藤一

共同研究機関 さけます・内水面水産試験場、釧路水産試験場、
網走水産試験場、工業試験場、環境科学研究センター、
(株)カタクラフーズ

（１） 目的

本道漁業で最大生産額を誇るホタテガイから発生するウロは年間約３万トンに及ぶが、その多くは廃棄されている。しかしこれまでの研究によって、ホタテウロの飼料化技術がほぼ確立され、マダイの成長促進効果などが確認されている。同様に、廃棄されることの多いホタテガイ外套膜からの抽出ペプチドには魚肉の脂質増加の効果が示唆されている。また、タコの内臓(ゴロ)については多額の処理費用が漁家経営を圧迫しているが、有効利用方法は検討されていない。一方日本では海外産サケ類、特に生食用の養殖魚が多く輸入されているが、近年諸外国での需要増大に伴い国際価格が上昇しているため、輸入量の確保が困難になってきている。しかしながら本道でのサケ科魚類養殖においては飼料価格の高騰等による生産コストの増大や製品の特徴付けが不足していたことなどにより、生産量が減少する状況となっている。また、近年沿岸でのサケ漁獲量も減少傾向にある。よって商流側や加工業者から要望されている本道産サケ科魚類の生産拡大を図るため、養殖生産魚の品質向上と生産コストの低減に関する研究を進めるとともに、放流サケ稚魚の回帰率を向上させる方策を検討する必要がある。そのため北海道で大量に発生する水産系廃棄物(ホタテウロ、ホタテ外套膜、タコ内臓(ゴロ))から抽出したエキスを飼料に添加し、サケ科魚類養殖の飼育コスト低減や魚肉の品質向上を図るとともに、サケ放流種苗の成長率や種苗性を高めて回帰率を向上させ、秋サケ漁業生産の安定化に寄与することを目的とする。

（２） 経過の概要

栽培水試とさけます内水試はホタテウロエキス(以下 SMGE)等のサケ科魚類養殖魚及びサケ放流用種苗に対する成長や質的向上に関する効果検討、釧路水試はそれら養殖魚の肉質やエキスの成分分析ならびに養殖魚の食味評価、網走水試はホタテ外套膜ペプチド(以下 SMP)の実用化レベルの作成方法検討および養殖魚への脂質蓄積効果検討、工業試験場およびカタクラフーズは SMGE 製造の効率化・省力化とタコゴロエキスの製造方法検討、環科研はエキス添加飼料による飼育魚の重金属含有量分析を実施する。

ア SMGE 添加飼料によるサケ科魚類養殖魚の成長および質的向上に関する効果検討

（ア）栽培水産試験場におけるサクラマス飼育試験

2019 年 5 月 30 日に尻別系 1+ 幼魚 150 尾、7 月 25 日に森在来系 1+ 幼魚 100 尾をそれぞれさけます・内水面水産試験場より栽培水産試験場に移送した。それぞれの系統は 2 分割して 10 トン容量の水槽 2 つに分割して収容し、無調温の海水で飼育を開始した。

飼料は 11 月 29 日までは(株)フィード・ワンで作成した、(株)カタクラフーズ製造の SMGE をドライベースで飼料重量に対してあらかじめ 2% 添加したギンザケ用飼料を給餌する群と、SMGE 無添加の飼料を給餌する群を設定した。11 月 30 日以降は SMGE 添加飼料給餌群、無添加飼料給餌群それぞれに、2018 年度の試験と同様、日本農産工業(株)のます用飼料に SMGE をドライベースで 2% 添加した飼料と無添加の飼料を給餌した。それぞれの飼料は両水槽の魚体総重量に対して同じ割合となるよう与えた。飼料は日曜を除く週 6 日給餌したが、水温が 5℃を下回る時期には月水金曜日に給餌した。各水槽の魚体測定は毎月末に実施し、給餌量と増重量、へい死魚の重量から以下の式によって飼料効率を計算した。

$$\text{飼料効率(\%)} = ((Wt \times Nt) - (Wo \times No) + Dw) / Ft \times 100$$

Wt:ある飼育期間後の平均体重 Wo:ある飼育期間前の平均体重 Nt:ある飼育期間後の飼育尾数

No:ある飼育期間前の飼育尾数 Dw:ある飼育期間中のへい死魚重量 Ft:ある飼育期間中の給餌量

(イ) 栽培水産試験場におけるギンザケ飼育試験

2019年5月13日に、民間養殖場で養成したギンザケ1+幼魚138尾を栽培水産試験場に移送した。69尾ずつを20トン容量の水槽2つに分割して収容し、無調温の海水で飼育を開始した。使用した飼料は㈱日本農産の市販ます用飼料である。

イ SMGE 添加飼料による放流用サケ種苗の成長および質的向上に関する効果検討

2019年5月30日にさけます・内水面水産試験場からサケ稚魚約1000尾を移送した。これら稚魚は1日かけて海水馴致した後、8℃調温海水で飼育した。これらについて、日本農産工業㈱の配合飼料にSMGEを無添加、ドライベースで重量比1%、2%添加した飼料を与える3つの試験区を2水槽ずつ作成し、6月9日に各水槽に178尾ずつを収容した。水槽の容量は各100Lで8℃調温海水を毎分約1L注水した。各水槽の総魚体重に対して3.2%量を土曜日以外に毎日給餌した。魚体重は週1回測定して給餌量を補正し、3週間飼育を行った。

また6月14日に、さけます・内水面水産試験場からSMGE無添加、ドライベースで1%、2%添加した飼料を与えて飼育したサケ稚魚150尾を持ち帰り、各群について人工海水マリンアートHi(大阪薬研㈱)を用いて塩分濃度32PSU、40PSUに調整した海水50Lを満した60L容量の上面ろ過式循環水槽に50尾ずつ投入し、72時間後まで24時間ごとにへい死数を計数した。水温は8～10℃に調整した。

ウ SMP 添加飼料によるサケ科魚類養殖魚の成長および脂質蓄積効果検討

2019年5月13日に民間養魚場からギンザケ1+幼魚50尾を栽培水産試験場に移送し、2日間かけて海水馴致した。これらについて、魚肉中の脂質含有量解析用のサンプルを5尾採取した後、500L容量の水槽3個に15尾ずつを収容し、3ヶ月間飼育を行った。これらに対し、網走水試で作成した精製SMPを飼料重量あたり2%、6.7%添加した飼料及び無添加飼料を魚体総重量に対して同じ割合になるよう給餌した。1ヶ月後および3ヶ月後に各群から3～6尾ずつを採取して魚肉中脂質含有量及び成分分析に供した。

エ タコゴロエキスのサケ科魚類養殖魚への摂餌性向上効果検討

栽培水産試験場において、サクラマスに対してタコゴロエキスを添加した飼料を給餌することにより、摂餌誘引物質としての効果があるかどうか検証する。

2019年5月にさけます内水試から移送したサクラマス1+幼魚について、9月10日に100L容量の水槽3つに7尾ずつを収容した。これに無調温海水を毎分約1L注水した。試験内容としては、日本農産(株)の配合飼料に、㈱カタクラフーズで作製したタコゴロエキスをドライベースで2%、1%、無添加の飼料3種を用意し、以下のように給餌を行った。

- ・午前中には各水槽の魚体総重量あたり0.6%の無添加飼料を給餌する。
- ・午後は学習効果をさけるため、3種類の餌を3つの水槽にローテーションで、飽食量給餌する。具体的な給餌方法を表1に示した。

表1 タコゴロエキス添加飼料の給餌ローテーションの方法

	水槽①	水槽②	水槽③
9月12日 木	2%	1%	control
9月13日 金	control	2%	1%
9月14日 土	1%	control	2%
9月15日 日		餌休止日	
9月16日 月	2%	1%	control
9月17日 火	control	2%	1%
9月18日 水	1%	control	2%
9月19日 木	2%	1%	control
9月20日 金	control	2%	1%
9月21日 土	1%	control	2%
9月22日 日		餌休止日	
9月23日 月	2%	1%	control
9月24日 火	control	2%	1%
9月25日 水	1%	control	2%

給餌は日曜を除く週6日間として2週間行い、午後の魚体重あたりの摂餌率が高い餌ほど摂餌誘引効果が高いと判定した。

(3) 得られた結果

ア SMGE 添加飼料によるサケ科魚類養殖魚の成長および質的向上に関する効果検討

(ア) 栽培水産試験場におけるサクラマス飼育試験

2019年5月30日、7月25日にさけます・内水面水産試験場から移送したサクラマスの平均体重はそれぞれ41.4g、201.6gであった。なお、5月30日に移送した魚については、栽培水産試験場で約1カ月通常の餌で飼育したのち、6月28日に10トン水槽に2分割して飼育を開始し、7月25日に移送した魚については、2日間海水馴致したのち2分割して10トン水槽に収容

した。成長については、3月で両群はほぼ同様の成長を示し、両群の間に2018年度の飼育試験のような顕著な差が見られなかった(図1)。この原因については明らかでないが、2018年度と異なる点として、2019年度に11月29日までに用いた(株)フィード・ワン製の飼料は、2018年度使用の日本農産工業(株)の餌と比べて脂質含量が多かったことから、ベースとなる飼料の嗜好性が高く、その影響を受けて差が出にくくなった可能性が考えられる。それを裏付けることとして、2018年度に使用した餌と同様の餌を用いた11月30日以降の飼育期間においては、飼料効率がエキス添加群の方がやや高く推移していることが挙げられる(図2)。

また、その他にも、夏季の飼育水温が2018年度よりも2019年度の方がやや高く、8月上旬から10月中旬にかけて、SMGE無添加群で33尾、エキス添加群で19尾のへい死が見られたように、全体的に成長にとって不利な条件になったことが影響して、成長に差が出にくかった可能性などが考えられる。

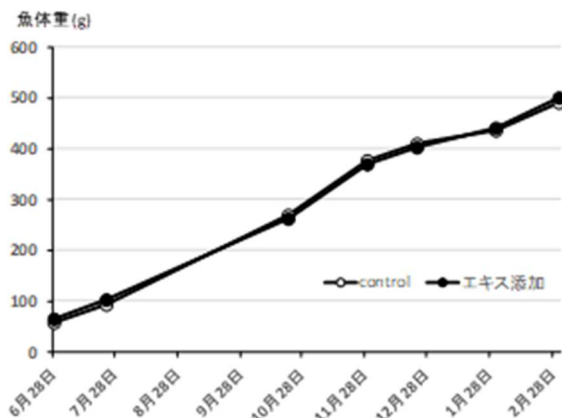


図1 栽培水産試験場におけるサクラマスの成長

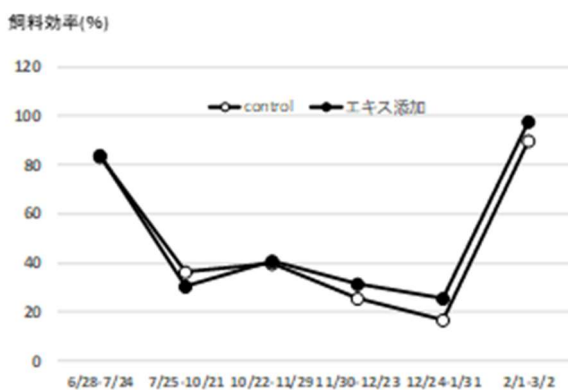


図2 栽培水産試験場におけるサクラマスの飼料効率

(イ) 栽培水産試験場におけるギンザケ飼育試験

栽培水産試験場に移入した時点の平均体重は297.6gであった。その後6月末までは両群の成長に大きな差はなかったが、その後8月2日の最終測定時には、統計的有意差は見られなかったものの、対照群の平均体重が735gであったのに対し、SMGE添加飼料投与群のそれは811gとなった(図3)。また飼料効率についても、SMGE投与群の方が高くなることが示された(図4)。

これらのことから、ギンザケにおいては30年度に得られた同様の結果と合わせ、SMGEを飼料に添加することにより、成長、飼料効率の向上に効果があることが示された。

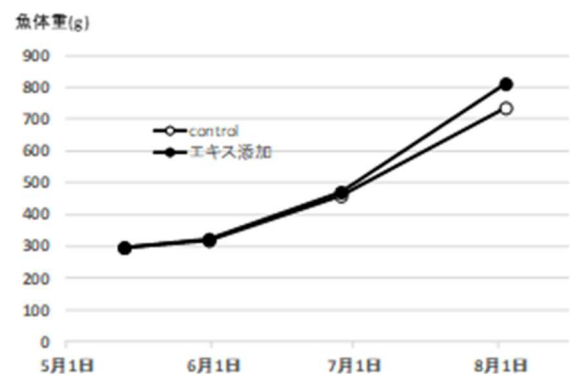


図3 栽培水産試験場におけるギンザケの成長

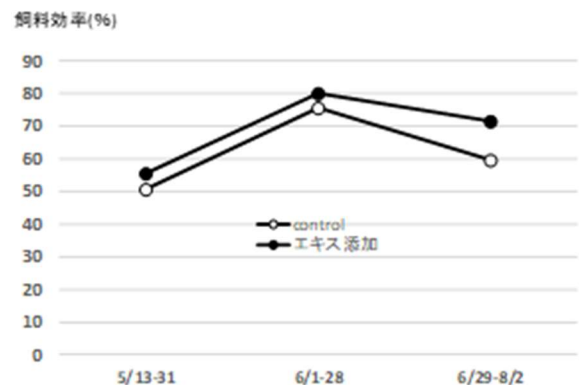


図4 栽培水産試験場におけるギンザケの飼料効率

イ SMGE 添加飼料による放流用サケ種苗の成長および質的向上に関する効果検討

6月9日の試験開始時のサケ稚魚の平均体重は1.43gであった。これらの試験群は試験終了時の6月28日までに、23~59尾のへい死が見られた。これらについて1週間毎に魚体重を測定したが、2ロットとも各群間の成長に有意な差は見られなかった。図5に2ロット合わせた各群の平均体重の推移を示した。

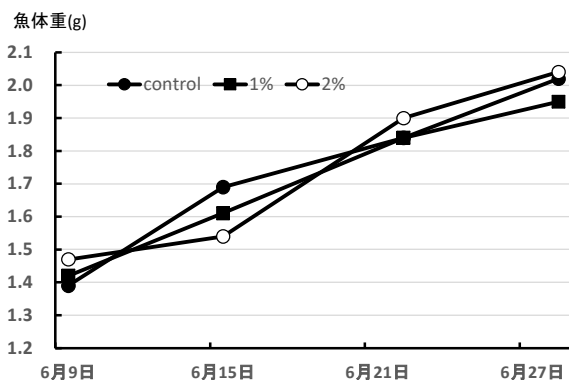


図5 栽培水産試験場におけるサケ稚魚の成長

今回の試験では各群のへい死尾数が多かったため、SMGEの効果を十分に把握できたのかどうかについては疑問が残るが、試験が良好に行えたと思われる2018年度の試験においても、SMGEがサケ稚魚の成長には効果が見られなかったことを考えると、SMGEの海水中でのサケ稚魚の成長に対しては、効果がない可能性が高いと考えられる。

また、32PSU、40PSUの人工海水に投入したSMGE無添加、1%、2%添加飼料給餌サケ稚魚各群の平均魚体重はそれぞれ1.59g、1.71g、1.63gであった。これら各群の24時間ごとのへい死率の推移について図6に示す。

いずれの群においても72時間後までに40%以上の稚魚がへい死し、SMGEの添加がサケ稚魚の海水適応能の向上に効果があるという結果は得られなかったが、2018年度の試験と同様、正常な稚魚なら少なくとも通常の海水の塩分濃度に近い32PSUの濃度であればほとんどへい死はないことから、稚魚に何らかの異常が生じていたか、海水の水質に何らかの異常があった可能性が高いと考えられる。そのため、SMGEの海水適応能の向上に対する効果については今後も検討が必要であると思われる。

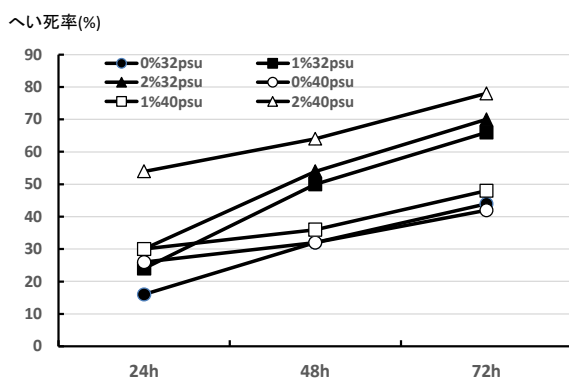


図6 各濃度のSMGE添加飼料を与えたサケ稚魚を2種の濃度の人工海水に投入した際のへい死率の推移

ウ SMP添加飼料によるサケ科魚類養殖魚の成長及び脂質蓄積効果検討

2019年5月15日の試験開始時の各水槽の平均体重はSMP無添加、2%及び6.7%添加の各群で313.4g、298.5g、280.8gであった。これらについては無添加群で1尾、6.7%添加群で2尾のへい死が見られた。各群の瞬間成長率を計算すると、無添加、2%添加、6.7%添加群それぞれについて、0.61%、0.63%、1.02%となり、6.7%添加群において成長率が改善されることが示唆された(図7)。なお、瞬間成長率は以下の式によって計算した。

$$\text{瞬間成長率(\%)} = (\ln BW_t - \ln BW_0) / d \times 100$$

BW_t:ある飼育期間後の平均体重(g)

BW₀:ある飼育期間前の平均体重(g)

d:飼育日数

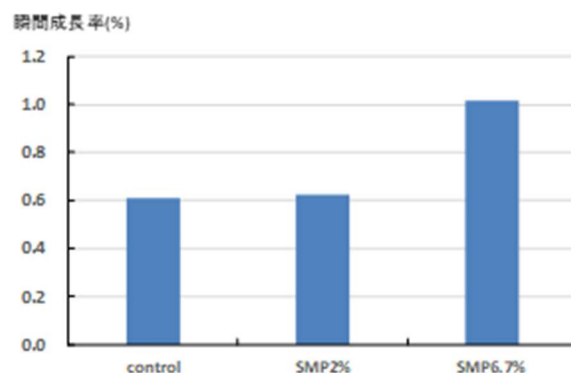


図7 栽培水産試験場において各濃度SMP添加飼料を与えたギンザケの瞬間成長率

エ タコゴロエキスのサケ科魚類養殖魚への摂餌性向上効果検討

3種類の餌について、午後の給餌における魚体重あたりの摂餌率の平均について図8に示す。12回の給餌におけるタコゴロエキス2%、1%、無添加飼料の平均摂餌率は1.59%、1.56%、1.50%となり、タコゴロエキス添加飼料でやや高い値を示したものの、各飼料間で有意な差は見られなかった。このことからタコゴロエキスについては、海水中のサクラマス幼魚に対しては摂餌誘引効果がないと思われた。しかし、タコゴロは季節によって体重あたりの重量が大きく変化することが知られており、季節によって成分が変化することが考えられる。そのため、今回エキスを作成した時期とは別のタコゴロを用いてエキスを作成

し、組成の変化や摂餌誘引効果の違いについても検討するとともに、サクラマス以外の魚種についても検討していく必要があると思われた。

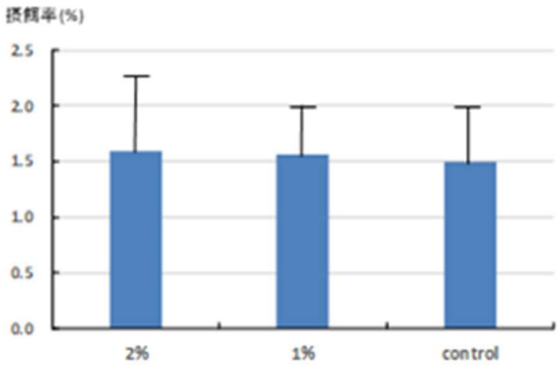


図 8 栽培水産試験場における各濃度の SMP 添加飼料を与えたギンザケの摂餌率

10. 養殖業成長産業化技術開発事業（受託研究）

担当者 調査研究部 三坂尚行 栽培技術部 川崎琢真
共同研究機関 水産研究・教育機構、さけます・内水面水産試験場、北海道大学

（１）目的

近年養殖サーモン類は、寿司、刺身等の生食需要に対応するため海外からの輸入が増えた一方で、国産の生産は伸びていない。その理由として、特に大量生産を行う上で重要な手法である海面養殖において、夏期の水温上昇により、生食用素材として市場に求められる大型個体の生産のための十分な飼育期間が確保できないという点や、海外で行われている、高成長等有利な形質を持つ優良系統の育種が実施されていないことなどがあげられる。

そのため、生食の需要が高いにもかかわらず国産養殖魚の供給が少ないために国内シェアを拡大することができていないニジマスや在来マス類を対象とし、短期間の飼育でも大型となる高成長優良系統を開発するための育種基盤を構築する必要がある。それにはまず国内に生息あるいは各機関に生息・飼育されている集団を網羅的に収集して遺伝的多様性を解析し、現状を把握するとともに、優良系統の作出につなげていく必要がある。

北海道ではサクラマスについて、各養殖系統や天然集団を交配し、養殖用優良系統の始祖となる選抜基礎集団を作出するとともに、成長と遺伝的な特徴から選抜育種を行う上での基礎的な遺伝情報を収集することを目的とする。

（２）経過の概要

令和元年度は選抜基礎集団の作出や育成を行う前の予備試験として、サクラマス幼魚を春季に海水移行して成長履歴の追跡を行い、初期成長とその後の成長の相関を検討するとともに、夏季の高水温や冬季の低水温が試験魚に及ぼす影響について検討することとした。

具体的にはさけます・内水面水産試験場で飼育されていた1+サクラマス幼魚200尾にピットタグを挿入して個体識別し、5月30日に栽培水産試験場に移入した。それらを2日間かけて海水馴致したのち、25トン容量の水槽に収容して無調温海水にて翌年3月末までかけ流し飼育を行った。飼料は市販のペレットを用い、基本的に週6日飽食量の給餌を行った。8.9月の高水温

期を除いて月1回魚体測定を行い、飼料効率と瞬間成長率を算出した。

（３）得られた結果

栽培水試における令和元年度の飼育期間中の水温変化とサクラマス飼育数の推移、また過去5年の平均水温の変化を図1に示す。

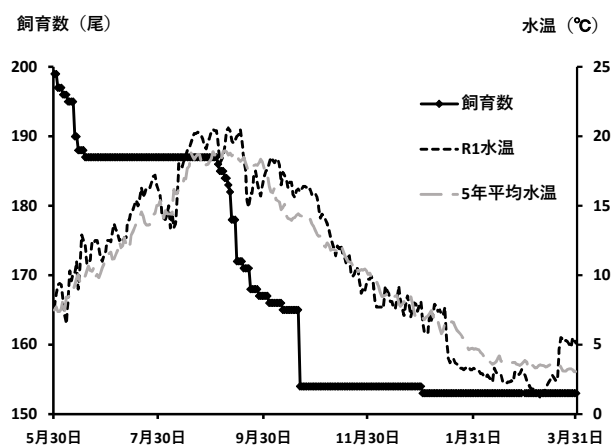


図1 栽培水産試験場におけるサクラマス飼育数と飼育水温の推移

令和元年度は過去5年の平均に比べて夏季の水温がやや高く、8月中旬から9月中旬にかけて20℃前後で推移した。飼育では初期の海水適応の不調によると思われるへい死が13尾見られたのち、8月末までへい死は見られなかったが、9月上旬から下旬にかけて22尾がへい死した。また、10月21日に実施した魚体測定時に、弱った魚11尾を取り上げた。

宮城県などで行われているギンザケの海面養殖は水温18℃を上限としていることなどから、9月に多く見られたへい死魚および10月に取り上げた弱った魚は、夏季の高水温が影響して見られたものと思われ、サクラマスでは20℃以下の水温に保つことが重要と思われた。冬季は逆に過去5年の平均に比べてやや低く推移し、3月上旬中旬は1℃台まで低下したがへい死は見られなかった。サクラマスでは令和元年度に見られた程度の低水温は生死にはかかわらないものと思われた。

飼育期間中の平均魚体重の推移を図2に示した。飼育開始時の値は104gであった。6月末で166g、7月末で292gと順調に成長したものの、その後高水温の影響で摂餌が低下し、10月21日は449gにとどまった。その後摂餌状態も回復し、12月末には692gになったものの、その後低水温の影響で再び摂餌は低下し、2月末は816gにとどまった。3月になると水温は低いものの摂餌はやや活発になり、3月末は953gとなった。

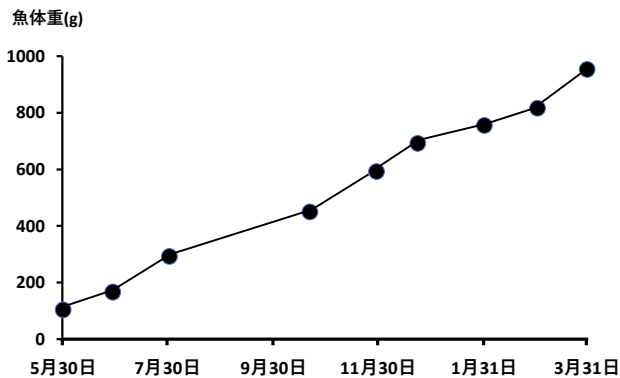


図2 栽培水産試験場におけるサクラマスの体重の推移

飼育中の飼育期間ごとの飼料効率と瞬間成長率（SGR）の推移を図3に示す。飼料効率についてみると、飼育開始から1カ月間は100%をやや超えるなど良好な値を示したが、7月末から10月にかけては高水温の影響を受けて値が著しく低下した。その後12月末に向けてはやや改善した後、水温が低下した1月末にかけてはまた低下したが、その後は水温が低いにもかかわらず、値は上昇した。

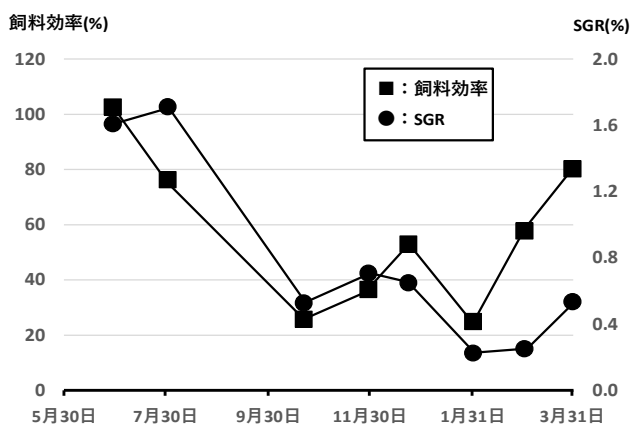


図3 栽培水産試験場におけるサクラマスの飼料効率と瞬間成長率(SGR)の推移

瞬間成長率は飼料効率の変化と同様の傾向を示したが、1～2月の冬季間が最も低い値となった。

ピットタグ標識を生かし、個体ごとの初期成長と飼育期間全体の成長の関係を見てみたところ、5-6月の1か月間の成長率と5-3月の成長率の間にはすでに有意な相関($P < 0.01$)が見られたものの、相関係数は0.40とやや低かった。しかし5-7月の2カ月間の成長率と5-3月の成長率の間には有意な相関が見られるとともに、相関係数も0.60と比較的高かった(図4)。このことから、優良系統作出を目的として高成長な個体を選抜していくためには、飼育開始から2カ月間の間に高成長を示す個体を残していくことが有効であると考えられた。

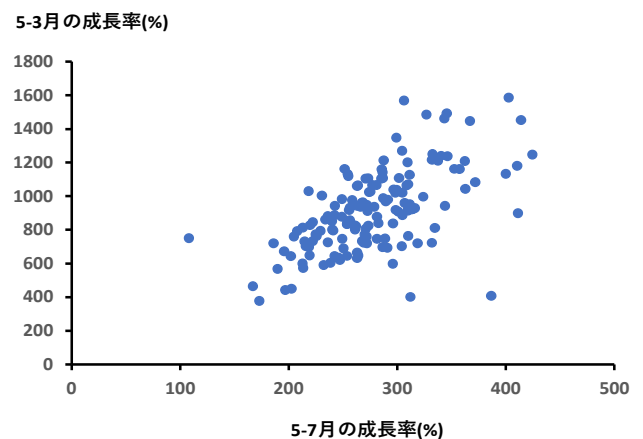
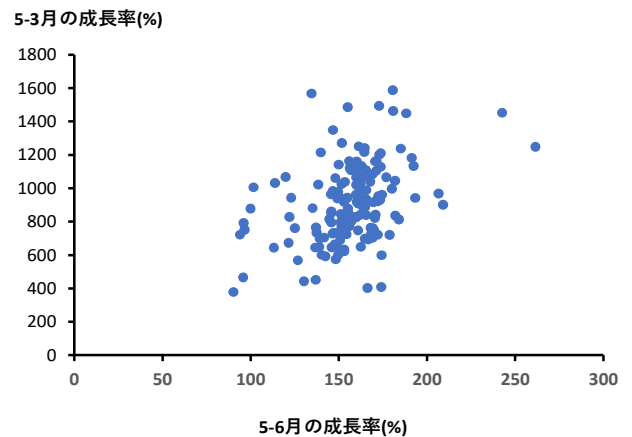


図4 栽培水産試験場におけるサクラマスの初期成長率と飼育期間全体の成長率の関係

11 飼育環境下におけるシシャモ雌の成熟生態に関する研究

(職員奨励事業 (シーズ探索))

担当者 調査研究部 岡田 のぞみ

(1) 目的

シシャモの資源評価や診断、資源管理方策の検討、資源量予測、河川遡上期予測を適正なものにするために、成熟過程や成熟率は必要な情報であるが、これまで十分に明らかにされてこなかった。また、フィールドの漁獲物調査は主に10月の産卵来遊群を対象としたししゃもこぎ網漁業から標本を得ていることから、成熟魚の情報に偏っていると推測される。飼育試験では、成熟魚と未成熟魚の偏りなく、生物学的な情報を取得することができる。そこで、シシャモが成熟するまで飼育し、得られた生殖腺の組織学的観察により、成熟過程を明らかにして成熟の条件(時期、体長、水温など)を検討する。本課題では、再生産関係を考える上で重要になる雌の成熟過程について調べる。

(2) 経過の概要

シシャモを成魚まで飼育した。0歳・1歳の卵巣の時期別の発達過程を組織学的に観察し、体サイズ毎の成熟(発達)割合を調べることにより、0歳と1歳の成熟過程の違いや、その年に産卵に参加するかどうかの成熟の分岐点や条件を検討した。

<材料と方法>

ア シシャモ成魚の飼育

2018年11月に鵜川下流域でふくべ網により採集した雌雄成魚個体から、卵巣及び精巣を摘出し、乾導法による人工授精を行い、受精卵を得た。受精卵を水温管理して2019年1月にふ化させた。ふ化仔魚は、500Lおよび1,000L透明パンライト水槽に収容し、体長13mm頃(餌がワムシからアルテミアに切り替わった頃)と、体長50mm頃(鱗の形成後)にFRP水槽へ移動した。仔魚期には市販の濃縮ナンクロプシスを水槽に添加し、ワムシ、アルテミア、配合餌料を給餌した。飼育水温は、150~160日齢までは10℃~11℃とし、その後は自然海水に切り替えて、20℃を超える時は8℃海水を給水して、水温が上がり過ぎないようにした。飼育の方法については、前年度¹⁾と同様とした。

1歳魚については、前年から飼育していたものを用い、自然海水により飼育した。餌には配合飼料とツノナシオキアミを与えた。

イ 卵巣の時期別の発達過程

0歳魚については2019年7月から、1歳魚については2018年11月から、1~2か月毎に20尾以上ずつランダムに取り上げ、

MS-222で麻酔した後、体長および体重を測定し、魚体全体または摘出した生殖腺をブアン固定した。定法により4~5μmの組織切片を作成し、ヘマトキシリンエオシンの二重染色を施して卵母細胞の発達段階を観察した。

ウ 成熟の分岐点と成熟率

0歳魚、1歳魚それぞれについて、体長や水温と卵母細胞の発達段階との関係について検討した。また、卵母細胞の発育段階別出現時期の結果から、表層胞期より発達が進んでいる個体を成熟と判別して体サイズ別の成熟割合を計算し、ロジスティック回帰により成熟率体長と成熟割合の関係を推定した。

(3) 得られた結果

ア シシャモ成魚の飼育

0歳魚については12月(生後約11か月)に一部の個体(全体の1割程度)で完熟・排卵が見られた。1歳魚については、飼育中に斃死が起きたため生残数が想定より少なかったものの、11月(生後20か月)に完熟個体が見られた。最後まで生き残った雌8個体の内6個体が成熟し、成熟個体の内2個体の卵巣が完熟で排卵されていた。減耗の原因は水温、摂餌不良、壁面への衝突による顎の負傷などが考えられ、今後の課題である。

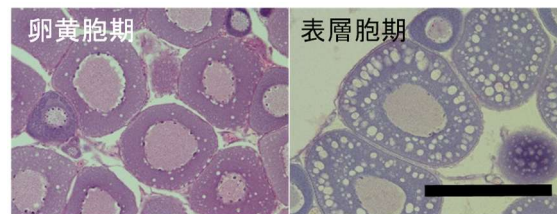


図1 卵母細胞の組織切片像 バーは200μmを示す。

イ 卵巣の時期別の発達過程

0歳魚は8月に、卵黄形成の前段階にあたる卵黄胞期の卵母細胞が見られ、9月に入ると表層胞期の卵母細胞が見られた(図1, 図2上)。卵黄球期に入って卵黄形成が始まったのは10月で、図には示していないが、卵黄蓄積が終了して完熟卵が見られたのは12月であった。一方1歳魚は、3月ですでに卵黄胞期の卵母細胞が見られ、5月の一部の個体で表層胞期まで発達していた。卵黄形成は8月に始まり、11月に完熟卵が見られた(図2下)。

ウ 成熟の分岐点と成熟率

0歳魚の9月の標本を見ると、体長の大きい個体(概ね70mm

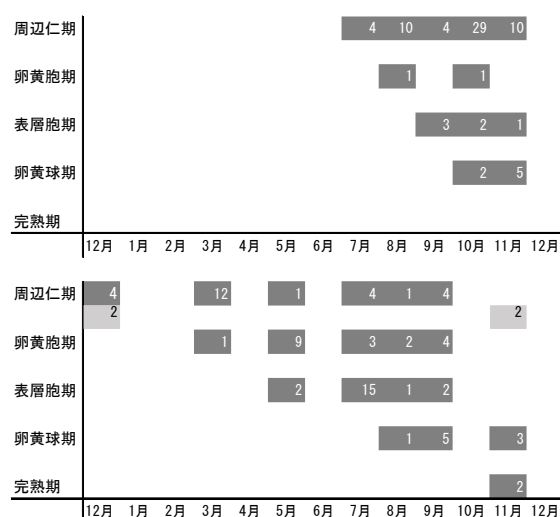


図2 シシヤモ卵母細胞の発育段階別出現時期
数字は観察個体数

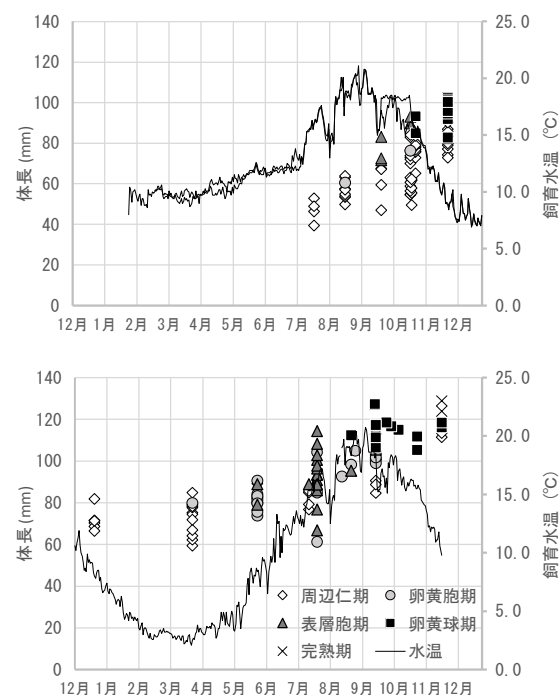


図3 シシヤモの体長と卵母細胞の発達段階

以上)の卵母細胞が表層胞期、小さい個体(概ね70mm以下)の卵母細胞が卵黄胞期であったことから、この時期が最終成熟に向かう分岐点であると考えられた(図3上)。それに対して1歳魚は、前述のとおり0歳より早い段階(5月～8月)で表層胞期の卵母細胞を持つ個体が現れたが、体長の違いによる明確な分岐点は分からなかった(図3下)。

飼育水温を見ると、0歳については水温が下がり始める頃に表層胞期(前卵黄形成期)の個体が見られ、1～2か月後に卵黄形

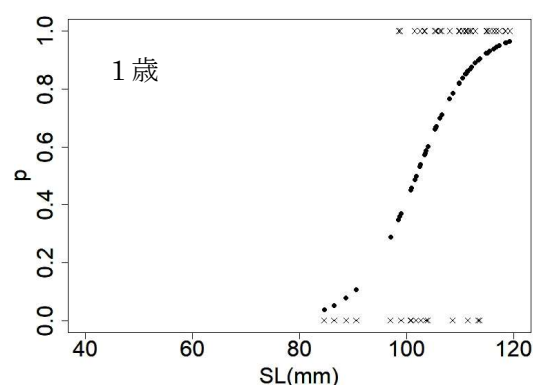
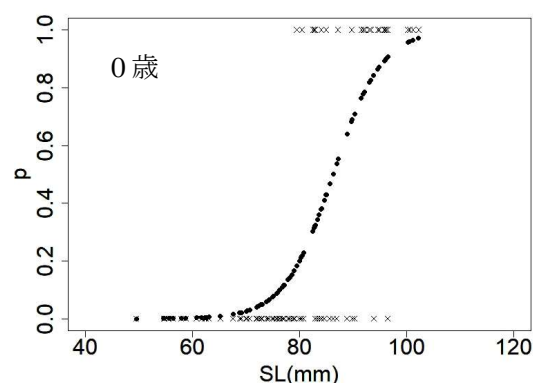


図4 シシヤモ雌の成熟率(×:観測値 ●:予測値)

成が始まるようであるが、1歳については、上昇期から表層胞期の個体が見られ、水温が低下し始めるとすぐに卵黄形成が始まっていた。水温変動がシシヤモの成熟に与える影響については、今後さらに検討が必要である。

体サイズ別の成熟割合を計算し、ロジスティック回帰により成熟率体長と成熟割合の関係を推定した結果、0歳の10月、11月では50%成熟体長が86.2mm、1歳の9月では50%成熟体長が101.3mmと推定された。漁獲物調査においては、0歳については飼育下のように成長の良い個体が少ないことと、1歳については成熟しない個体が見られにくいことから、これまで成熟率を出すことが難しかったが、今回初めて0歳について成熟率を出すことができた(図4)。その結果、成熟体長は1歳に比べて0歳の方が小さかった。しかし今回の飼育では1歳魚に斃死が起こっており、生き残った魚もコンディションが悪かったことにより成熟しなかった可能性があるため、追試が必要である。

(4) 参考文献

- 岡田のぞみ:生態研究を目的としたシシヤモ飼育技術の確立. 平成30年度栽培水産試験場事業報告書. 82-86 (2018)

Ⅲ その他

1. 技術の普及および指導

1.1 栽培技術部

指導事項	指導月	実施場所又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	4月	メール	奥尻町	1	餌料用微細藻類の適正培養水温について	川崎
技術相談	4月	メール	奥尻町	1	イワガキ幼生の成長速度について	川崎
技術相談	4月	電話/メール	漁業関係者	1	登別漁港で水揚げされたチョウザメについて	川崎
技術相談	4月	メール	教育機関	1	餌料添加物効果試験用の配合餌料について	川崎
技術相談	4月	メール	研究機関	1	飼育試験用のウニの入手について	川崎
技術相談	4月	電話	北海道	1	照明のLED化による飼育魚への影響について	川崎
技術指導(企業指導)	4月	森町	指導所	10	ホタテガイ幼生免疫染色技術の漁協担当者向け研修	川崎
技術相談	6月	電話	教育機関	1	マツカワ栽培漁業について	森
技術相談	6月	電話	漁業関係者	1	アサリの人工種苗生産について	川崎
技術相談	7月	来場	民間企業	3	北海道の海水養殖について	森
技術相談	7月	室蘭市	マスコミ関係	3	カニの養殖について	田村・三坂
技術相談	7月	室蘭市	民間企業	1	北海道の増養殖について	森
技術相談	8月	電話	北海道	1	ウニ養殖の状況について	川崎
技術相談	9月	室蘭市	民間企業	1	サーモン養殖について	森
技術相談	9月	電話	マスコミ関係	1	温暖化による漁業への影響について	川崎
技術指導(講師派遣)	9月	瀬棚町	瀬棚町、漁業関係者	2	アサリ養殖の概要説明	川崎
技術指導(講師派遣)	9月	瀬棚町	瀬棚町	2	アサリ人工種苗生産の概要説明	川崎
技術指導(企業指導)	10月	瀬棚町	瀬棚町	4	アサリおよびバカガイ養殖法の現地指導	川崎
技術相談	12月	メール	マスコミ関係	1	北海道のニシンの漁業について	川崎
技術相談	2月	電話	マスコミ関係	1	トラバガニの増殖について	森
技術相談	2月	メール	指導所	1	ラーバ調査研修内容の相談	川崎
技術相談	2月	メール	指導所	6	ホタテラーバ調査用キットの相談	川崎
技術相談	2月	メール	教育機関	2	ウニ生殖腺色調解析における評価基準について	川崎
技術相談	3月	メール	漁業関係者	1	天然イワガキの成熟状態について	川崎
技術相談	3月	電話	漁業関係者	1	餌料用微細藻類の水温適正について	川崎
技術相談	3月	メール	教育機関	3	ソイ類の親子鑑定について	川崎
技術相談	3月	メール	教育機関	1	画像計測システムでのホタテ測定について	川崎
技術相談	3月	メール	教育機関	1	キツネメバル生殖腺の成熟状態について	川崎

1.2 調査研究部

指導事項	指導月	実施場所又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	4月	電話	マスコミ関係	1	サクラマス養殖の成果と今後の予定	三坂
技術相談	6月	電話	公的機関	1	シシヤモの飼育実験結果について	岡田・吉田
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	カレイの漁獲増について	三原
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	サクラマスの養殖試験について	三坂
技術相談	6月	稚内市	マスコミ関係	1	サクラマスの養殖試験について	三坂
技術指導	6月	稚内市	稚内市	100	サクラマスの養殖試験について	三坂・三原
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	サクラマス養殖試験の今後について	三坂
技術指導	7月	日高町	漁業関係者	50	沙流川の環境調査	三原・吉田
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	サクラマス陸上養殖について	三坂
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	マツカワの生態と放流事業の現状について	吉村
技術指導	7月	電話	マスコミ関係	1	室蘭のケガニの資源動向について	佐藤
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	苫小牧の資源動向について	佐藤
技術相談	7月	電話	一般市民	1	根室のベニザケ養殖について	三坂
技術指導	9月	電話	マスコミ関係	1	シシヤモ漁期前調査	吉田
技術指導	9月	電話	マスコミ関係	1	シシヤモ漁期前調査の結果	吉田
技術指導	9月	電話	マスコミ関係	1	シシヤモ漁期前調査の結果	吉田
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	今年のシシヤモ漁模様について	三坂
技術相談	11月	メール	漁業関係者	1	漁獲されたサメの名称について	吉村
技術相談	11月	電話	マスコミ関係	1	シシヤモ漁の切り上げ日について	三原
技術指導	11月	室蘭市	北海道	30	サメ被害対策の検討	三原
技術指導	11月	せたな町	漁業関係者	15	せたな町サーモン養殖の検討	三坂
技術指導	12月	苫小牧市	漁業関係者	50	人工礁の設置に伴う影響評価	三原
技術指導	12月	せたな町	漁業関係者	20	せたな町サーモン養殖の検討	三坂
技術指導	1月	むかわ町	漁業関係者	20	2019年度の漁況と遡上予測の結果	三原・吉田・岡田
技術指導	1月	登別市	漁業関係者	30	胆振管内主要魚種の資源評価	三原
技術指導	2月	浦河町	漁業関係者	30	日高管内主要魚種の資源評価とスケトウダラ資源	三原

視察来場者等の記録

(令和元年度)
2019年4月～2020年3月

2. 1 視察来場者

1. 道内 27 件 521 人 2. 道外 5 件 8 人
3. 海外 4 件 36 人 4. 合計 36 件 565 人

(道内内訳)

振興局管内別	官公庁等		漁協等		学校関係		会社関係		その他		合計	
	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数
胆振	0	0	0	0	8	255	4	10	3	186	15	451
日高	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
十勝	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
釧路	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
根室	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
網走	0	0	2	15	0	0	0	0	1	3	3	18
宗谷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
留萌	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
上川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
空知	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石狩	2	17	0	0	0	0	3	5	0	0	5	22
後志	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
檜山	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
渡島	1	5	1	12	1	11	0	0	0	0	3	28
計	4	24	3	27	9	266	7	15	4	189	27	521
主な視察来場者の所属	1. 官公庁関係 (1) 国・道・議会 (2) 独法、その他 2. 漁協等 (1) 漁協青年部、女性部 3. 学校関係 (1) 先生・生徒 4. 会社関係 (1) 水産関係 (2) 建設関係等 5. その他 (1) 町会・ロータリークラブ等 (2) ボランティア団体、他											

(道外内訳)

都府県名	官 庁		漁 協		学 校		会 社		その他		合 計	
	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数
青森県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
岩手県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
山形県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宮城県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新潟県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
茨城県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
千葉県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
埼玉県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東京都	0	0	0	0	1	3	1	1	0	0	2	4
神奈川県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石川県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
静岡県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
福井県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
愛知県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
京都府	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
広島県	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2
福岡県	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
計	0	0	0	0	2	5	3	3	0	0	5	8

(海外内訳)

国名(地域)	官 庁		漁 協		学 校		会 社		その他		合 計	
	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数
ロシア	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
韓国	0	0	1	26	0	0	0	0	2	8	3	34
中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
マレーシア	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アフリカ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2
計	0	0	1	26	0	0	0	0	3	10	4	36

(海外内訳に随行者も含めた)

R1 年度所属研究員の発表論文等一覧 (2019.4~2020.3)

- イワガキ着底稚貝数に対する着底期幼生飼育密度および付着基質枚数の影響：川崎琢真（栽培水試）・清水洋平（中央水試）・道下一嗣（奥尻町） 水産増殖 67 (2), p175-178, 2019.6
- 人工種苗を用いたバカガイ養殖技術開発：川崎琢真（栽培水試）・牧本浩一・一ノ尾大介（せたな地区水産技術普及指導所） 令和元年度日本水産学会北海道支部大会 講演要旨集 p20, 2019.8
- 寒冷な北海道におけるイワガキ人工種苗生産技術開発：川崎琢真（栽培水試）・清水洋平（中央水試）・道下一嗣（奥尻町） 令和元年度日本水産学会北海道支部大会 講演要旨集 p21, 2019.8
- 養殖イワガキとマガキの時期別成分変化について：菅原玲（中央水試）・川崎琢真（栽培水試） 令和元年度日本水産学会北海道支部大会 講演要旨集 p22, 2019.8
- 道南日本海における垂下養殖アサリの成長・生残と形態的特徴：金森誠（函館水試）・川崎琢真（栽培水試）・井上智（栽培水試）・清水洋平（中央水試）・木村直和（上ノ国町） 令和元年度日本水産学会北海道支部大会 講演要旨集 p23, 2019.8
- バカガイの垂下養殖条件および養殖バカガイの品質評価について：川崎琢真（栽培水試） 北水試だより 第99号, 2019.9
- アサリ種苗生産技術の向上にむけて：井上智（栽培水試） 試験研究は今 No.891, 2019.10
- メバル属魚類のインシュリン様成長因子I：摂餌及び成長指標としての利用に向けた基盤研究：竹内真論（北海道大学）・川崎琢真（栽培水試）・清水宗敬・永田淳・東藤孝・平松尚志 令和元年度日本動物学会北海道支部第64回大会要旨集 p6, 2020.3
- メバル属魚類における雄尿関連蛋白質の検出と部分精製：山口耀（北海道大学）・川崎琢真（栽培水試）・原彰彦・東藤孝・平松尚志 令和元年度日本動物学会北海道支部第64回大会要旨集 p7, 2020.3
- メバル属魚類の親子鑑定用マイクロサテライトマーカーの選抜及び初期育種効果検証への適用：沼山杏菜（北海道大学）・川崎琢真（栽培水試）・東藤孝・平松尚志 令和元年度日本動物学会北海道支部第64回大会要旨集 p7, 2020.3
- 水産試験場における海水養殖研究について：森 立成（栽培水試） 育てる漁業 No.489, 2020.3
- 魚類養殖研究会シンポジウムを開催：三坂尚行（栽培水試） 試験研究は今 No.884, 2019.6
- ホッキガイの寿命は35年を超える！！：吉村圭三（栽培水試） 試験研究は今 No.899, 2020.2

令和元年度
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
水産研究本部 栽培水産試験場
事業報告書

令和3年2月発行

編集 栽培水産試験場
発行

〒051-0013

北海道室蘭市舟見町1丁目156番3号

TEL 0143-22-2320

FAX 0143-22-7605

印刷 株式会社 日光印刷