



道総研

令和 2 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 4 年 2 月

(2022 年)

令和2年度 道総研 栽培水産試験場 事業報告書

目 次

栽培水產試驗場概要

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 栽培漁業基盤調査研究（経常研究）		4
1. 1 粗放培養用微細藻類群の探索と保存	.....
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（マツカワ種苗生産）	.....	6
2. 2 放流基礎調査事業（キツネメバル）	.....	11
2. 3 キタムラサキウニ養殖に関する技術開発	.....	13
2. 4 シシャモ栽培漁業基礎研究	.....	15
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（経常研究）		
3. 1 アイナメ	.....	20
3. 2 サクラマス	.....	22
4 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）	.....	24
5 養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）		
5. 1 浮遊幼生発生量調査の技術支援	.....	28
6 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）	.....	29
7 養殖業成長産業化技術開発事業（公募型研究）	.....	31
8 食品製造残渣及び水産系廃棄物を活用した養殖サーモン成魚用の低コスト餌料開発		
(公募型研究)	.....	33
9 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）	.....	35
10 ホタテガイのフランシセラ感染症の総合的対策に向けた基盤的研究（公募型研究）	.....	36
11 閉鎖循環型養殖システムにおける天然物質を利用した真菌症防除技術の開発		
(職員研究奨励事業)	.....	37

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	39
1. 2 マガレイ	42
1. 3 ソウハチ	46
1. 4 ハタハタ	48
1. 5 キチジ	51
1. 6 マツカワ	55
1. 7 シシャモ	59
1. 8 ケガニ	62
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）	71
1. 9. 2 ホッキガイ	73
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）	76
3 資源評価調査（公募型研究）	80
4 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）	82
5 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）	
5. 1 資源・生態調査研究	85
5. 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）	86

III その他

1 技術の普及および指導	
1. 1 栽培技術部	97
1. 2 調査研究部	98
2 視察来場者等の記録	99
3 所属研究員の発表論文等一覧	100

栽培水産試験場 概要

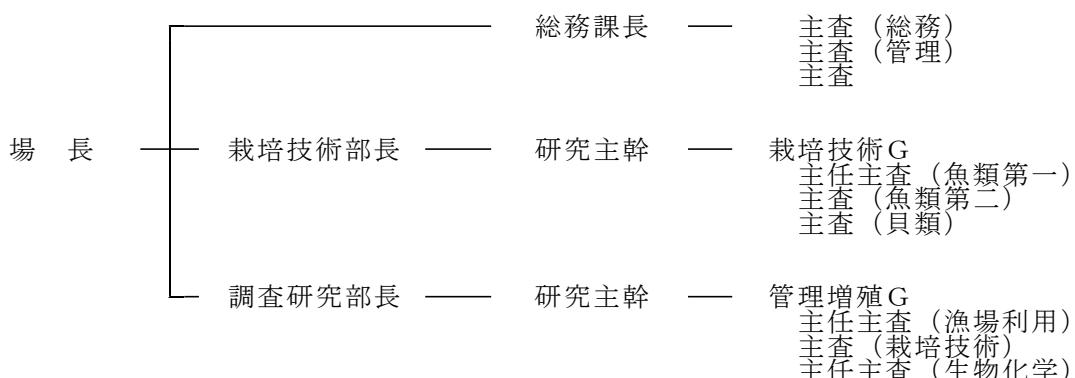
1 所在地

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 17,100 m ²	管理研究棟 2,841 m ² 親魚棟 879 m ² 量産棟 1,275 m ² 貝類甲殻類棟 1,100 m ² 隔離飼育棟 146 m ² 取水ろ過棟 660 m ² 調査機器保管庫 98 m ²	取水管の延長 L = 780 m 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	5			5	
研究職		7	8	15	
合計	5	7	8	20	

(令和2年4月1日現在)

5 経費（予算）

区分	予算額	備考
支出	186,305千円	総支出額（人件費を除く）

6 職員名簿 (令和2年4月1日現在)

場 長 佐藤伸治

総務課

課長	山田	眞
主査(総務)	佐藤	浩修
主査(管理)	稻山	文一
主査	佐藤	裕

栽培技術部

部長	清水	洋平
研究主任	三坂	尚行
主任主査(魚類第一)	松田	泰平
研究主任	田園	樹大
主査(魚類第二)	岡田	のぞみ
主査(貝類)	川井	琢真
研究職員	崎上	智

調査研究部

部長	森	立成
研究主任	福田	裕毅
主任主査(漁場利用)	藤岡	崇一
専門研究員	佐藤	修
専門研究員	村上	
主査(栽培技術)	吉村	圭三
主任主査(生物化学)	吉田	秀樹
研究職員	安宅	淳嗣

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			
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									
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								
サクラマス			採卵	仔稚魚飼育	幼魚・親魚飼育							
ウニ	採卵・幼生飼育							稚仔・親飼育				
シシャモ	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											
パブロバ	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 栽培漁業基盤調査研究（経常研究）

1. 1 粗放培養用微細藻類群の探索と保存

担当者 栽培技術部 川崎 琢真

共同研究機関 函館水産試験場調査研究部

協力機関 檜山地区水産技術普及指導所せたな支所
檜山地区水産技術普及指導所奥尻支所
奥尻町

(1) 目的

ウニ類、ナマコ、二枚貝類などの種苗生産では、浮遊幼生期または着底後稚仔の育成のために微細藻類であるキートセラスを濃縮した市販品（濃縮キートセラス）を餌として利用しているが、季節的な需要の集中による供給の不安定性や、濃縮餌料自体の購入費用によるコスト増大が課題になっている。そのため、現在使用されている濃縮キートセラスに代わる、「安価」で「安定」して「大量」に入手できる微細藻類餌料が求められている。西日本海域では、主として種苗生産のコスト低減を目的とし、粗放培養による大量の天然微細藻類餌料生産や、クルマエビの養殖池に自然に大量発生する微細藻類をアサリの種苗生産に用いる方法などが開発されており、これらの活用は北海道でも実践できる可能性が高い。

そこで本研究では、無脊椎動物の種苗生産用餌料として利用上の課題が生じている市販品に代わる餌料として容易に培養可能な天然微細藻類群を探索、保存することを目的とする。得られた微細藻類は、培養水温別に保存を行うとともに、粗放的な大量培養による増殖確認を行う。さらに、大量増殖を行った培養液中の構成種およびサイズ等の特徴を把握する。

(2) 経過の概要

2019年-2020年に道内各地で12回の海水採取を行い、採取水温に近い水温で初期培養を行った後、構成種を確認した。また、初期培養した微細藻類を保存用培地に植え継ぎ、15、20または25°Cで保存した。15°C保存6種類、20°C保存6種類、25°C保存5種類を確保し、月1回の植え継ぎを行いながら保存している。

＜材料と方法＞

ア 採水および初期培養

表1に示した日時、場所にて、表層水を1-5L採水した。得ら

れた海水を栽培水産試験場に持ち込み、1Lを滅菌海水で5Lにメスアップし、人工気象器（LPH-100S 日本医科器械製作所）内で15°C、20°Cまたは25°Cのいずれか採取水温に近い水温で初期培養を行った。初期培養時は、海水1Lに対し、1mLの藻類培養液（KW-21 第一製網）および1mLの珪酸ソーダ溶液（3号 北海道槽達）を加えて培養液とした。培養期間中は通気を行い、LED照明により光を継続的に照射した。1週間の初期培養後、微細藻類の構成種を確認するため函館水産試験場に送付した。

イ 微細藻類群の保存

前述の培養液に0.1%寒天（和光純薬）を加えた滅菌培養液を入れた50mLの樹脂製フラスコ（90025 BM機器）中に初期培養により増殖した各微細藻類群1mLを添加し、保存株とした。静置培養は、多段式高温器（MTI-201 東京理科器械）内でLED照明1灯による継続的な照射をした状態で行った。保存温度は初期培養水温と同様に設定した。保存培養では、1か月に1度の植え継ぎを行った。

ウ 保存した微細藻類の再培養による増殖水温調査

6か月以上保存した微細藻類群を保存水温と同様の温度で1週間通気培養し、再拡大を行った。さらに再拡大した各微細藻類群を保存水温±5°Cの範囲で通気培養し、増殖確認を行った。培養液および恒温器は初期培養時と同様とした。保存溶液1mLを1Lの培養液中に加えて2週間通気培養し、開始時、1週間後、2週間後に、川崎ら（2017）の方法に準じて吸光度値により細胞密度の変化を確認した。また、培養状態から浮遊性・沈降性のタイプについて判別を行った。

エ 再培養時の微細藻類群の特性確認

ウにて2週間再拡大した微細藻類群を、函館水産試験場が行う構成種、連鎖の有無、細胞サイズ等の計測に供した。

(3) 得られた結果

ア 採水および初期培養

2019-2020年にかけて、天然水温が15°C、20°Cおよび25°C付近の時期に、表1に示した12回の採水を行った。

表1 微細藻類群の採集日時、場所、初期培養および保存水温

採集日時	採集場所	初期培養・保存水温
2019/7/26	豊浦沖	15°C
2019/6/13	能取湖	15°C
2019/6/27	瀬棚沿岸	15°C
2019/9/17	豊浦沖	20°C
2020/7/7	瀬棚（長磯）	20°C
2020/7/7	室蘭沿岸	20°C
2020/9/1	室蘭（場内）	20°C
2020/9/17	厚岸湖口	20°C
2020/9/17	厚岸湾口	20°C
2019/8/6	能取湖	25°C
2019/8/26	函館湾	25°C
2019/9/13	瀬棚沖	25°C

イ 微細藻類群の保存

アにて採水した海水を用いた初期培養および保存では、採取したすべての微細藻類群で順調な増殖が見られた（図1）。



図1 微細藻類群の保存培養の様子

ウ 保存した微細藻類の再培養による増殖水温調査

表1に示した天然微細藻類群のうち、15°C保存3種、25°C保存3種について再培養を行った結果、保存水温±5°Cの範囲で概ねすべての群で増殖が確認された（表2）。増殖に伴う吸光値は、培養性状が浮遊の種では、明瞭な増加が認められた（図2,3）。

(4) 参考文献

川崎琢真・清水洋平・多田匡秀（2017）

吸光度計を利用した餌料用微細藻培養密度の簡易推定法（短報） 水産技術, 第9卷1号, 27-31

表2 保存微細藻類群の再培養時の増殖水温および増殖性状

保存名	増殖確認水温	培養性状
瀬棚15°C	10-20°C	浮遊
能取15°C	10-20°C	浮遊
豊浦15°C	10-20°C	沈降
瀬棚25°C	20-30°C	浮遊
能取25°C	20-25°C	沈降
函館25°C	20-30°C	浮遊

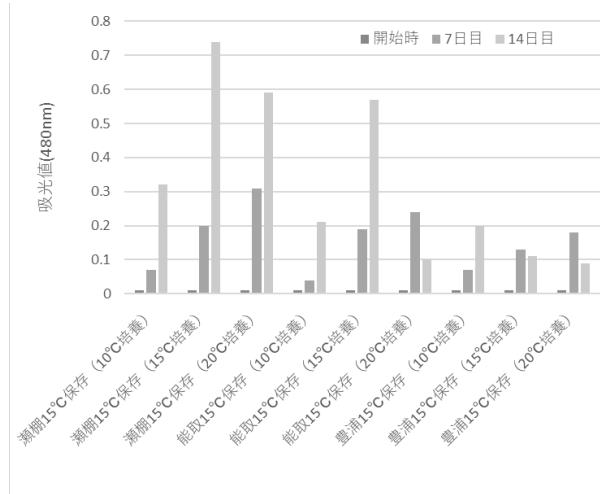


図2 再培養時の吸光値の変化 (15°C保存3種, 3水温)

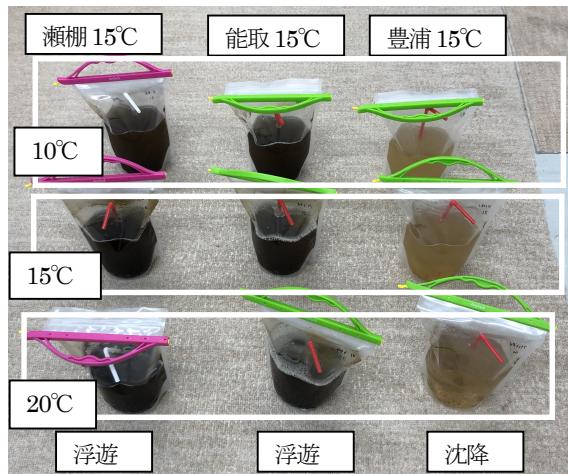


図3 再培養試験時の様子 (15°C保存3種)

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養成由来が異な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。形態異常および雌雄比の偏り対策に関しては、伊達センター産種苗での出現状況を調査するとともに、浮遊期の飼育密度、14°Cより低い水温の影響および栄養未強化アルテミア給餌の影響を飼育実験により調べた。また、昨年の予備試験に引き続き、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調べた。

＜材料と方法＞

ア 産卵盛期調査

伊達センターにおける2020年の採卵に用いられた親魚は、人工3~8歳魚と2017年および2019年にえりも町周辺海域で漁獲された再捕魚（以下、「17年再捕魚」と「19年再捕魚」）から構成されている。このう

ち、「17年再捕魚」は2018年の採卵に使用された後、伊達センターでそのまま養成され、「19年再捕魚」は漁獲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）で2019年12月まで蓄養された後、伊達に移送されたものである。2020年3月2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。この値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）、閉鎖循環飼育魚および「19年再捕魚」にわけて、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（2020年）

親魚群	由来・年齢	尾数	
		♀	♂
伊達越夏群	人工 3歳	33	47
えりも移送群	人工 4~8歳 '17年再捕(年齢不明)	74 58	89 23
'19年再捕魚	(年齢不明)	49	1
閉鎖循環飼育魚	人工 4歳	70	2

イ 精子短期保存に関する実験

雌雄における成熟時期のミスマッチ対策として、昨年に引き続き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検討した。2020年3月2日、3月10日、3月18日および3月26日に年齢や養成方法が異なる雄親魚から精子を採取した後、HBSSで10倍に希釈し、1°Cで保存した。得られた保存精子を翌日から運動能が失活するまで顕微鏡下で2~3日毎に観察し、保存の有効性を確認した。運動能の判断基準については、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。

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30~40mm）

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）とともに坦鱗骨異常および無眼側黒化（非着色型）の出現率を求めた。

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80mm種苗を生産ロット毎に50～100尾サンプリングし、5～10%ホルマリン海水で固定した。また、本年度から放流試験が開始された小型種苗（全長50mm）についても放流直前に約100尾をサンプリングし、冷凍保存した。得られたサンプルについては、開腹後に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、昨年度に引き続き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

2020年3月30日に伊達センターの親魚（雌雄25ペア）から得られた卵と精子を用いて受精させ、受精卵を栽培水試で卵管理した。4月10日に孵化完了した仔魚を飼育試験に用いた。餌料系列については例年どおり、ワムシ（10～24日齢）－アルテミア（25～55日齢）－配合飼料（50日齢～）とした。生物餌料の栄養強化として、ワムシには生クロレラ-w3（クロレラ工業）、アルテミアにはスーパーカプセル（クロレラ工業）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

昨年度に引き続き、栄養未強化アルテミアの給餌飼育について、生残および形態異常への影響を調べた。本年度は飼育密度を伊達センターに合わせて9,000尾/tで実施した。500Lポリカーボネート水槽3基を用いて、ワムシ給餌期は通常の飼育を行い、25日齢から55日齢まで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と栄養強化したアルテミアのみを給餌する対照区を設定した。実験区の飼育水温を13℃と14℃の2種類とし、対照区の飼育水温は14℃のみとした。80日齢まで飼育した後に形態異常のタイプ分けを行い、一部を120日齢まで延長飼育して雌雄比を観察した。

（イ）飼育密度変更試験

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。1,000Lポリカーボネート水槽2基に3日齢の孵化仔魚を2段階の密度（高密度：9,000尾/t、低密度1,000尾/t）で収容し、70日齢まで密度を調整せず飼育した。71日齢には全数を取上げ、目視による形態異常選別とトリカルネットかご（網目ピッチ10mm×10mm）による大きさ選別を行った後、低密度区では大型魚のみを、高密度区では大型魚と小型魚に分けて、水槽底面積1m²当たりの密度別（高密度：1,367尾、低密度：228尾）に再収容し、152日齢まで延長飼育した（表2）。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から画像解析により黒化面積率や平均輝度を求めた。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が実施した。

表2 飼育密度変更試験における試験区設定

水槽番号	試験区	飼育密度		
		浮遊期 (尾/t)	着底期 (尾/m ²)	備考
A	低→低	1,000	228	大型魚
B	低→高	1,000	1,357	大型魚
C	高→低	9,000	228	大型魚
D	高→高	9,000	1,357	大型魚
E	高→低	9,000	228	小型魚
F	高→高	9,000	1,357	小型魚

（ウ）網生簀短期飼育試験

網生簀飼育による無眼側黒化発現抑制効果を調べるために、80日齢の稚魚を用いて30日間の飼育試験を実施した。大きさL92cm×W92cm×H52cm、目合7mm×7mmの網生簀を4t楕円FRP水槽内に生簀上縁が水面から15cm出るよう高さを調節して、2基垂下した。一方の生簀には浮遊期・低密度の稚魚を、もう一方の生簀と生簀外（水槽内）には浮遊期・高密度の稚魚を各100尾収容した。飼育期間終了後、全数について麻酔処理をして無眼側の写真撮影を行い、写真の画像解析から黒化面積率や平均輝度を算出した。この画像解析についても京都大学が担当した。

（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と閉鎖循環飼育群とも3月上旬（3月2日）から始まり、成熟が遅れていた伊達

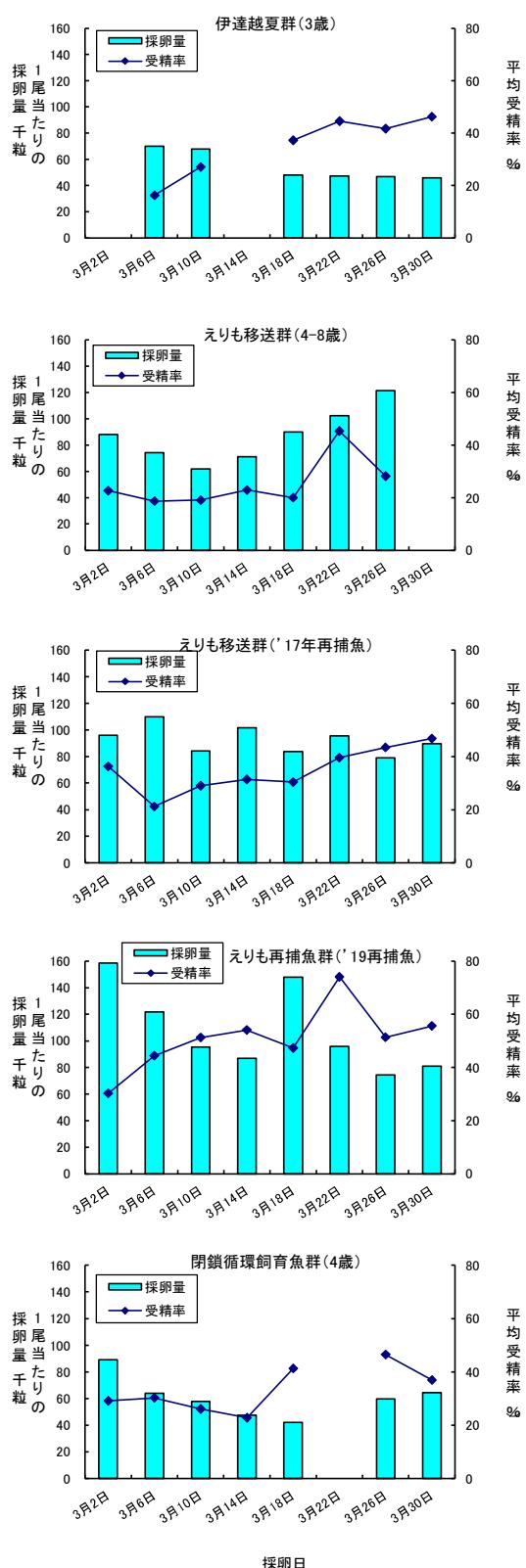


図 1 養成履歴が異なる雌親魚群における日別採卵量および受精率の推移

越夏群でも 4 日後には採卵が可能となっていた。各親魚群とも初回の採卵量は比較的多かったが、3 月中旬以降でも採卵量が増加または安定的であったことから、産卵の早期化は起きなかったと考えられた（図 1）。例年ほぼ一致していた採卵量が最大となる時期が、本期は各親魚で異なっていたものの、受精率が 3 月下旬に最高となるという傾向は一致していた。各親魚群で採卵量を比較すると、「19 年えりも再捕魚」で最も多く、伊達越夏群と閉鎖循環飼育群で少なかった。これは、伊達越夏群は初回成熟である 3 歳魚から構成されており、閉鎖循環群は昨年より年齢が若かったため（昨年：'17 えりも再捕魚）と考えられた。

表 3 に親魚群別に成熟率（産卵個体率）と受精率を示した。成熟率は例年と比較して全般的に高く、最も低かったえりも移送群の人工 4~8 歳魚でも、昨年のように成熟率が 50% 未満になることはなかった。平均受精率は、昨年と同程度であったえりも移送群の人工 4~8 歳魚を除き、昨年に比べて全般的に高く、「19 年えりも再捕魚」では 51.6% と過去最高レベルであった。親魚群別にみると、伊達越夏魚と閉鎖循環飼育魚が成熟率、受精率とも昨年の数値を大幅に超えていたのが特徴的であった。

2019 年度の伊達センターの取水温度は、昨年と同様に 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 年間の平均値で推移し、冬季の水温も同様に過去 10 年間の平均値で推移していた。このような水温環境により産卵は早まることがなく、伊達センター越夏群の成熟低下も生じなかつたと考えられた。

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	成熟率 (産卵個体率)		平均受精率
		伊達越夏群	えりも移送群	
伊達越夏群	人工 3 歳	78.8	59.5	34.6
えりも移送群	人工 4~8 歳	94.8	'17年再捕魚	21.7
	'19年再捕魚	65.3	33.8	51.6
閉鎖循環飼育魚	人工 4 歳	77.1		31.2

イ 精子短期保存に関する実験

2020 年 3 月に採取し HBSS で希釈後冷蔵した精子の運動能は、いずれの年齢・養成方法においても、採卵初回である 3 月 2 日採取分だけ 3 日後まで運動能

が「B」であったが、他の採取日の精子は3日後には失活状態となり、今回の試験では最長でも3日間しか保存できなかった。そのため、保存精子を用いた受精実験を中止した。このような短期間しか保存できない精子は、過去の試験で産卵期後半（3月下旬～4月上旬）に見られていたことから、今期の採卵に使用した雄親魚は例年より成熟時期が早くなり、採卵初回時には成熟のピークを過ぎていたと推察された。来期には、2月中旬から精子採取を検討する。

ウ 形態異常出現状況・雌雄比調査

伊達センター生産ロット毎の形態異常の出現率を表4に示した。本年度の形態正常率は43.4～61.1%（平均48.9%）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87.2%となり、過去10年間の中で最高値であった昨年より低くなったものの、高いレベルであった。形態異常の種類では、白化の出現が4.9～8.9%（正逆合計）となり、昨年度と同程度で10%未満の低いレベルであった。両面有色の出現は0.3～1.8%（正逆合計）で、極めて少なかった。昨年度には僅かに出現した無眼側黒化（非着色型）は出現しなかった。坦鰭骨異常の出現率は27.4～45.7%（平均38.3%）となり、過去最高値であった昨年より低かったものの、高いレベル出現を維持していた。また、ここ数年続いている有眼側方向への脊椎彎曲個体についても、出現率を算定できていないが、引き続き出現していた。

表4 2020年伊達センターにおける形態異常出現状況調査結果

生産群	飼育水温 (°C)	単位:%									
		正常		白化		両面有色		無眼側		坦鰭骨異常	
		正位	逆位	正位	逆位	正位	逆位	正位	逆位	黒化	異常
R1	13.0	53.2	5.7	6.0	1.5	1.5	0.3	0.0	0.0	31.8	
R2	13.0	47.5	5.9	1.9	3.4	0.9	0.0	0.0	0.0	40.3	
R3	13.0	61.1	4.9	3.9	1.1	0.4	1.4	0.0	0.0	27.4	
R3	13.5	43.4	4.4	5.6	3.2	0.3	0.0	0.0	0.0	43.1	
R4	13.0	44.0	4.0	3.5	1.7	0.7	0.5	0.0	0.0	45.7	
R5+R6	13/13.5	44.1	4.1	5.3	3.6	1.2	0.0	0.0	0.0	41.7	

放流種苗における生産ロット別の雌雄比を雌出現率（以下、雌率）として表5に示した。今年度の80mm放流種苗の雌率は17.6～58.0%（ロット間平均39.1%）で、雌率の値が低下していた昨年度に比べて全般的に改善された。生産ロット別ではR1群とR4群で雌出率が低かった。仔魚期に大量へい死が生じた場合、雌率が低下することを経験的に知られており、R4群はこの事例に合致するが、R1群については飼育履歴との関連

が不明となっている。

今年度から開始された小型放流試験で用いられた種苗（50mm）の雌率は、80mm種苗に比べて24.0および31.0%と低かった。今回用いられた種苗は全長30mm時の大小選別で小型魚とされた稚魚を再飼育したもの（通称、二番仔）であったためと推察された。

表5 2020年伊達センター産放流種苗における雌出現率（80mm種苗）

中間育成機関	生産群	飼育水温(°C)	雌出現率(%)
えりもセンター	R1	13.0	17.6
	R1+2	13.0	22.4
	R2	13.0	40.0
伊達センター	R2	13.0	48.1
	R3	13.0	42.9
	R3	13.5	58.0
	R4	13.0+13.5	28.0

表6 2020年伊達センター産放流種苗における雌出現率（50mm種苗）

放流日	生産群	飼育水温(°C)	雌出現率(%)
7月21日	R1-R3+R5-6	13.0+13.5	24.0
7月30日	R1-R3	13.0+13.5	31.0

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。生残率はいずれの日齢においても試験区、対照区とも総じて昨年度の試験（飼育密度が本年度試験の1/3設定）に比べて低かったが、対照区－試験区間ではほぼ差がなく、生残に与える影響はないと推察された。

表7 未強化アルテミア給餌試験における生残率

試験区	単位:%		
	25日齢	55日齢	90日齢
対照区	58.1	55.5	48.6
13°C区	59.2	53.7	52.0
14°C区	54.8	50.9	49.6

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49.4%に対して、13°Cおよび14°Cとも高かった。形態異常の種類別では、13°C区および14°C区とも白化の出現が対照区とほぼ同程度で少なく、昨年度の試験で白化が試験区で多かった傾向とは異なっていた。両面有色と無眼側黒化は対照区と14°C区で比較的多く出現した。今回の試験からは、高密度飼育下では、栄養未強化アルテミアを給餌しても白

化の出現を増加させないことが示された。

雌雄比（雌の出現率）を図2に示した。13°C区は雌雄比が1:1となったが、対照区および14°C区では雌の出現率が16%および17%となり、雌雄比が雄に偏る結果となった。雌雄比には給餌されたアルテミアの栄養強化に関係なく、飼育水温が大きく影響したものと推察された。

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

試験区	正常		白化		両面有色		無眼側 黒化	坦鱗骨 異常	単位: %
	正位	逆位	正位	逆位	正位	逆位			
対照区	49.4	1.8	0.4	0.1	3.4	2.7	0.3	41.9	
13°C区	68.1	0.9	0.6	0.1	1.0	0.1	0.0	29.2	
14°C区	56.4	0.5	1.0	0.7	4.5	0.0	0.5	36.5	

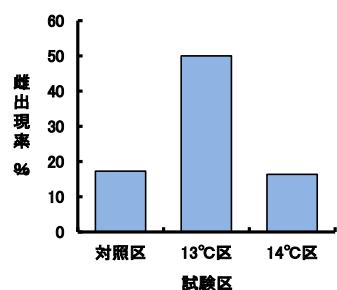


図2 未強化アルテミア給餌試験における雌雄比

(イ) 飼育密度変更試験

浮遊期に2段階の飼育密度で71日齢時に取上げた際の生残率は低密度区(1,000尾/t)が82.6%,高密度区(9,000尾/t)が49.7%であった。また、高密度飼育の仔魚を大小選別で分けた際の割合は大型:小型=14:5であった。この仔魚を底面積当たりの密度別に収容後、152日齢まで飼育し、雌雄比を観察した結果を図3~4に示した。浮遊期低密度の仔魚を着底期に低密度および高密度で分槽して飼育した試験区では、雌率が着底期・低密度区で44%となり、ほぼ雌雄が1:1だったのに対し、着底期・高密度区では雌率が30%まで低下していた。同様に浮遊期・高密度から密度別に分けて飼育した試験区では、大型魚の場合は雌率が着底期・低密度で30%だったが、着底期・高密度では10%まで大きく低下した。小型魚の場合は雌率が着底期・低密度が24%で、着底期・高密度では6%まで低下した。大型魚と小型魚の比較では、低密度、高密度とも大型魚のほうが雌率が高くなる傾向にあったものの、有意な差は得られなかった。以上のことから、浮遊期および着底期とも飼育密度は雌雄比に影響するが、着底期のほうがより

強く影響すると考えられた。

無眼側黒化について、得られた画像の平均輝度を基に各試験区間で解析した結果、浮遊期の密度の違いでは輝度に差が見られず、着底期の密度の高・低で差が見られ、低密度区で有意に輝度が高かった(明るかった)ことから、無眼側黒化には浮遊期の密度は影響せず、着底期の飼育密度が影響すると考えられた。

(ウ) 網生簀飼育試験

本試験の解析結果については京都大学でとりまと

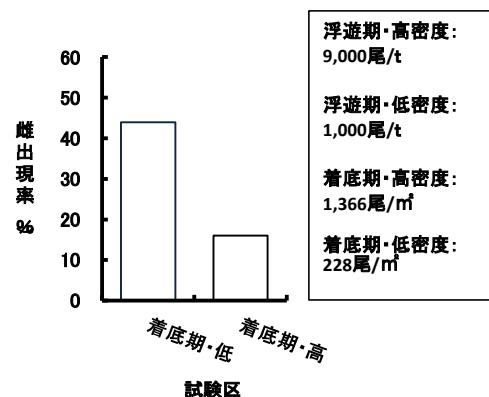


図3 飼育密度変更試験における雌雄比
(浮遊期低密度)

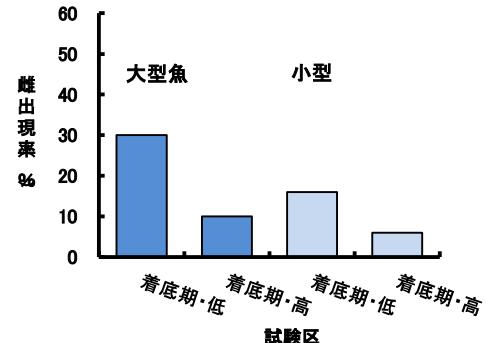


図4 飼育密度変更試験における雌雄比
(浮遊期高密度) 飼育密度は図3を参照

め、報告される予定であるため、ここでは詳細を割愛する。

網生簀内で飼育された個体は、浮遊期・低密度、浮遊期・高密度とも、対照区(生簀外)の個体に比べて、有意に無眼側黒化が抑制されていた。また、浮遊期・高密度と浮遊期・低密度の間では差は見られなかった。これらの結果から、80日齢程度から網生簀飼育をすることで発現を低減できることが明らかになり、その効果は浮遊期の飼育密度には影響されないことが示唆された。

2. 2 放流基礎調査事業（キツネメバル）

担当者 栽培技術部 田園 大樹・松田 泰平

（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する。本種は高価なことと漁獲量が少ないとことなどから、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

＜材料と方法＞

ア 親魚養成

せたな町大成区より搬入した天然親魚、および2015年以降に採集し、継続して産仔に用いている雌の親魚を用いて親魚養成試験を行った。飼育には20 m³円形水槽を用いた。飼育水温は、自然海水温が4°C未満の時は4°C台に調温し、それ以外では自然海水温とした。数日に1度、冷凍した生魚や配合飼料を給餌して飼育した。11月にホルモン処理を行い、12月に雄の親魚から生殖腺を解剖して取り出し、雌の親魚に人工授精処理を行った。

イ 産仔

人工授精親魚を4 m³橢円形水槽に収容し、産仔まで遮光幕で覆いをし、自然水温で飼育した。

ウ 仔稚魚飼育

2020年5月22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3基（水量5 m³）を用い、それぞれ15,000尾（低密度）、25,000尾（中密度）、35,000尾（高密度）を収容し、3密度で飼育した。仔魚を収容してから10日齢までは止水飼育とし、それ以降は自然水温の海水の流水飼育とした。流量は仔魚の成長に伴って徐々に増やした。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49日目まではアルテミアを、41日目から飼育試験終了までは配合飼料を給餌した。収容日から20

日ごとに、各水槽から30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。

エ 種苗放流

2020年10月16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に放流した。

オ 放流効果調査

2020年5月～9月にせたな町大成区沖で釣獲したキツネメバル61尾について、鰓または胸鰭を採取し、DNA解析を行って過去の親魚との親子判別を行った。

（3）得られた結果

ア 親魚養成

人工授精を行った個体のうちのほとんどで腹部が膨満し、産仔し得る状態となった。これらの腹部が膨満した個体を2020年4月に、産仔を行わせて仔魚を回収する4 m³橢円形水槽に移動した。

イ 産仔

人工授精を行った親魚のうち2020年5月1日から5月22日の間に3尾が正常に産仔した。このうち、活力が良好と判断された5月22日に産仔された134,800尾の仔魚を飼育試験に用いた。一方、腹部が膨満した個体のうち5月中に産仔しなかった個体は、著しい早産や死産、あるいは産仔できずに親魚が死亡するなど正常な産仔が見られなかった。

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、水質の悪化や疾病等による大量死は起こらなかつたが、配合飼料への切り替え時期などに減耗し、飼育終了時の生残率は24%～28%と過年度に比べると低かった。このため、飼育密度も当初の設定よりも低く推移したとみられ、飼育密度による成長、生残にも大きな差は見られなかつた。

エ 種苗放流

2020年10月17日に平均全長±SDが49.7±3.8 mm（低密度）、49.9±4.8 mm（中密度）、および47.1±5.9 mm（高密度）の種苗、合計約18,900尾をせたな町大成区の上浦漁港内に放流した。

オ 放流効果調査

2020年に採集した61尾に加え2018年から2019年に採集された未解析の119尾分のサンプルについて、DNA解析に供した。結果については、次年度まとめて報告する。

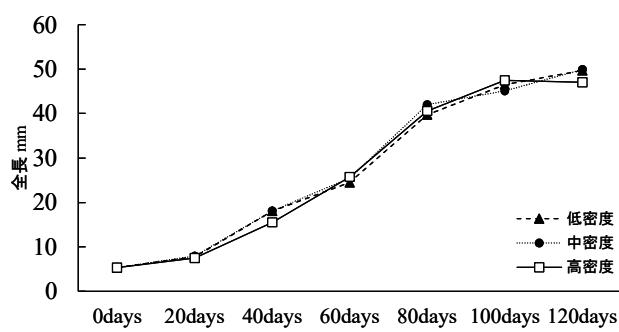


図1 各試験区の仔魚の全長の推移

表1 各試験区の仔魚の収容、生産尾数と生残率

	収容尾数	生産尾数	生残率
高密度	35,000	9,806	28%
中密度	25,000	5,446	22%
低密度	15,000	3,649	24%

2. 3 キタムラサキウニ養殖に関する技術開発（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

(公財) 函館市域産業振興財団

協力機関 檜山地区水産技術普及指導所せたな支所

ひやま漁協大成支所、(株)北清

(1) 目的

キタムラサキウニは日本海沿岸の重要な漁業対象種であるが、同海域では海藻類の繁茂が芳しくないことから身入が悪く、漁獲量や単価の低迷が生じている。このような状況を開拓するため、カゴ養殖による身入改善が試みられているが、餌料として有効なものを見出されていない。ウニ養殖用の飼料として、本申請の共同研究グループではキタムラサキウニの可食部の肥大機構に着目した配合飼料を開発して室内試験での有効性が示されているが、海面養殖での有効性は検証されていない。

そこで本研究では、本配合飼料の有効性を示すことを目的とし、平均歩留まり（生殖巣指数）15%以上を達成できる養殖条件（飼育密度、給餌条件、養殖時期）を明らかにする。また、養殖したウニの可食部について、味および身色の評価を行い、養殖開始時のキタムラサキウニの状態（成熟度、年齢等）との関連性を明らかにする。

経過の概要

2020年の春と秋に海中でのキタムラサキウニ養殖試験を行ない、飼育条件および身の味や色等の可食部品質の調査を行った。

<材料と方法>

ア 養殖試験

せたな町長磯漁港にて、2020年5-7月に春の養殖試験を、11-1月に秋の養殖試験を実施した。春の試験では配合飼料の給餌量およびコンブとの混合給餌の効果を、秋の試験では、配合飼料給餌による秋から冬の時期の歩留まり改善効果を検証した。

※養殖技術のノウハウ化（知的財産保護）の観点から、ここでは詳細な試験条件を記載しない。

イ 味、身の色の評価

アにて実施した養殖試験で得られたウニについて、漁業者、行政担当者および試験担当者により、生食での味や食感についての食味試験を行った。また、春の試験の各試験区間での身の色の比較を行った。

(2) 得られた結果

ア 養殖試験

2020年春の養殖試験の結果、コンブの単独給餌に比べ、配合飼料を給餌することで有意に生殖巣指数を高められることが明らかになった。ただし、配合飼料を過剰給餌（配合2倍区）したものや、コンブ給餌に配合飼料を追加した区（コンブと配合区）で明瞭な追加効果は見られなかったことから、配合（1倍）の試験区が最も事業上有効な給餌条件と判断された（図1）。

秋の養殖試験では、配合飼料を給餌することで生殖腺指数が平均12%まで増加し、秋から冬にかけてキタムラサキウニの身入りを改善できることが明らかになった（図2）。

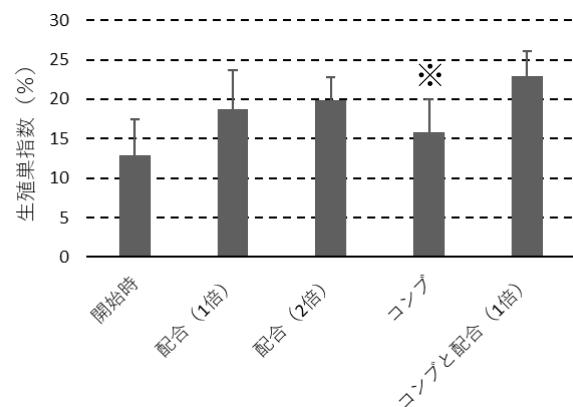


図1 春の養殖試験における各試験区の生殖巣指数

※は他の試験区と有意な差があることを示す

(Tukey-Kramer 法 P<0.05)

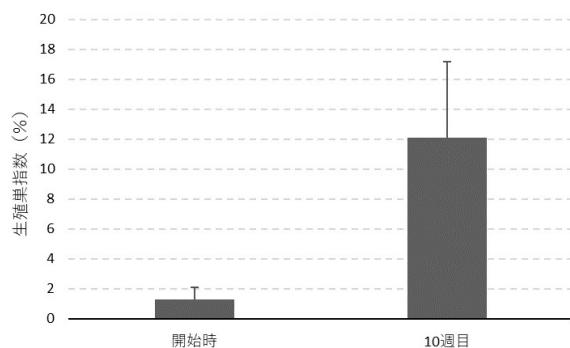


図2 秋の養殖試験における平均生殖巣指数

イ 味、身の色の評価

春の養殖試験により生産された配合飼料給餌区およびコンブ給餌区の食味の比較を行った結果、双方とも製品として十分な味であるものの、配合飼料給餌区よりもコンブ給餌区で甘味と旨味が強いという結果が得られた（図3）。

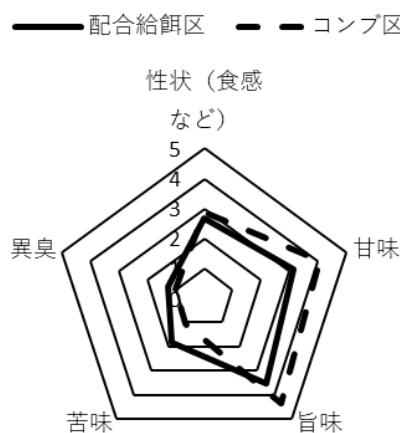


図3 春の養殖試験における配合飼料区とコンブ区の味の違い

春の試験で実施した4種の給餌区のいずれにおいても、生殖巣指数が大きいほど、身の色が明るくなる傾向が見られた（図4）。配合飼料を給餌した区では、コンブの給餌と比べ生殖巣指数は高くなったものの、明るさが劣る傾向が見られた。さらに、配合飼料にコンブを組み合わせて給餌した際には、最も生殖巣指数の増加および身色が良い結果であった。

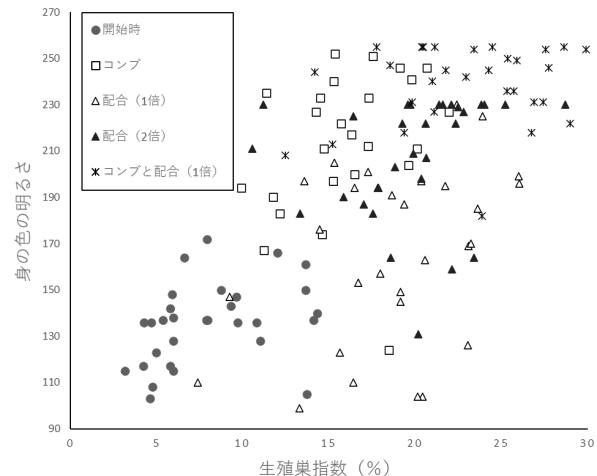


図4 春の養殖試験における各給餌区での生殖巣指数と身の色の関係

2. 4 シシャモ栽培漁業基礎研究

担当者 栽培技術部 岡田 のぞみ・松田 泰平
協力機関 さけます・内水面水産試験場
鶴川漁業協同組合
ひだか漁業協同組合

(1) 目的

シシャモは北海道太平洋沿岸にしか分布しない希少な魚類であり、地域特産の重要な漁獲対象資源でもある。産地では、資源の維持増大のために、各海域にあった高度な資源管理を実践するとともに、孵化直前卵あるいは孵化仔魚を河川に放流する事業を行っている。しかしながら、近年、これらの取組を実施しても漁獲加入量に結びつかないという現象が繰り返し観察されており、シシャモ資源の増殖に向けて、一定期間飼育した稚魚を海中へ放流するための技術開発に関する研究要望が挙げられている。

大きな減耗は仔稚魚期に生じ、このことが資源の加入量に大きな影響を与えるものの、0歳6月下旬における大型個体（体長23mm以上）の密度と1歳のCPUEの年変動が一致すること、また0歳の9月頃には年級群豊度が決定するという既往の研究から¹⁾、0歳の6月下旬から漁獲までの生き残りはその時点の体サイズ（もしくはそれまでの成長速度）に影響を受けることが示唆されている。これらのことから、6月下旬に天然の大型サイズ以上の種苗を生産・放流できれば、放流種苗の資源加入が期待される。そこで本事業では、フィールドでの減耗期においてその後の生残に有利となる体サイズ（6月下旬に体長23mm以上）の種苗を生産する技術を開発する。

(2) 経過の概要

＜材料と方法＞

ア 種苗生産工程の再検討

体サイズの大きい種苗の飼育期間の短縮を図ることを目的とし、既往研究で未着手または検討が不十分と考えられる「収容（飼育）密度」や「餌料の系列」等について検討することで飼育技術を改良し、適切な飼育条件と飼育特性を明らかにする。

（ア）収容（飼育）密度試験

本試験では、生産数、生産コスト（餌料量、生産期間）、健苗性（ばらつき、肥満度、形態異常）を指標として、効率の良い種苗生産（目標体長23mm）を目指した最適な飼育密度を調べる。1年目は見当をつけるため、6試験区を設定した。

受精卵および孵化仔魚を得るための親魚には、2019年11月19日に鶴川下流域でふくべ網により採集した59尾の雄成魚（平均体長132.3±7.4mm）および116尾の雌成魚（平均体長113.6±9.0mm）を用いた。これら親魚から精巣の摘出と卵の絞り出しを

行い、乾導法による人工受精を行って受精卵を得た。受精後、カオリンを使って受精卵の粘質除去を行った。これら受精卵を、栽培水産試験場飼育環境実験室内に設置した30L透明パンライト水槽（受精卵水槽）に収容し、通気量を3.1L/min、水温を0.8~8.1°Cに調整して孵化までの期間を管理した。飼育水には、水道水を市販の水質調整剤（コントラコロライン、スペクトラムブランズジャパン（株））を用いて残留塩素を中和したのち、受精卵水槽と同じ水温に調温したものを用いた。水替えは2~3日に1度の頻度で行い、飼育水のおよそ70%を入れ替えた。水カビ防除を目的に、受精24時間後以降発眼するまで、水換え前に30分間プロノポール製剤（ハイセス、エランコジャパン（株））による薬浴を行った。これら受精卵から2020年4月15日に孵化した0日齢の仔魚（平均体長8.5±0.3mm）を、試験に用いた。孵化までの積算水温は374°Cであった。飼育試験には100L透明パンライト水槽を用い、1水槽あたり100尾（従来の1/5量）、250尾（1/2）、500尾（従来密度）、1,000尾（2倍）、2,500尾（5倍）、5,000尾（10倍）の仔魚を収容した。

飼育水温は11°Cに設定し、光条件は明期を6:00~18:00、暗期を18:00~6:00とした（明暗周期:12L:12D）。通気量は30mL/min、注水量は200mL/min（約3換水/日）とした。飼育水中に冷蔵ナンノクロロプシス（ヤンマリンK-1、クロレラ工業（株））を1日2回添加した。飼育水中のナンノクロロプシスの濃度が孵化後32日までは240万cell/mL、それ以後は120万cell/mLとなるように添加した。給餌は試験開始後3日目から行い、給餌回数は9:30および13:30の2回とした。孵化後3日目~22日目はワムシを、13日目以降はアルテミアを給餌した。1回当たりの給餌個体数は、シシャモの飼育密度に応じて変え、翌朝の飼育水中に残らないように調整した。ワムシ及びアルテミアはDHA藻類を主体としたマリングロスEX（マリンテック（株））で栄養強化を行った。

休日を除く毎日底掃除を行い、死亡数をカウントした。試験開始後30日目に各水槽10尾を抽出し、万能投影機に投射して体長をノギスで測定した。孵化後51日以降、平均体長が目標の23mmに近いと推測されてからは、1日おきに5尾ずつ体長を測定し、その平均が23mmを超えた時点で全数を取り上げて計数した。各区50尾ずつ体長を測定した後、105°Cのドライオーブンで24時間乾燥させ、個別に乾燥重量を測定した。肥満度は乾燥重量(g)/体長(cm)³×1000により求めた。体長と体重の関係は指數関

数にあてはまると見受けられたが、体長に対して体重大きく外れ値を示す個体が観察された。詳細は不明であるが短軸症である可能性があり、このような個体を奇形個体として計数し、体長の平均値を求める際には除外した。また、成長差の指標として体長の平均値の変動係数を求めた。

(イ) 飼料の系列

現行のシシャモ飼育における初期餌料としては、孵化後3日目からシオミズツボワムシを与える、2週目頃からアルテミア幼生（アメリカ、ソルトレイク産）に切り替えている。アルテミアは産地によりサイズが異なることが知られており、ベトナム産はソルトレイク産に比べて1～2割小型であると言われている。アルテミアの乾燥耐久卵は冷蔵で長期保存が可能であり、ワムシに比べ生産が簡単であることから、ワムシの代替とすることでコスト削減につながる可能性がある。そこで本試験では、初期餌料としてワムシに代えてベトナム産アルテミアを給餌し、その後の成長や生残を比較した。

受精卵は（ア）と同じものを用いた。卵管理の水温を3.3～8.1℃に調整し、2020年2月19日に孵化した0日齢の仔魚（平均体長8.0±0.4mm）を、試験に用いた。積算水温は438℃であった。初期餌料としてベトナム産アルテミアを与える試験区（アルテミア区）と、対照群として従来通りワムシを与える試験区（ワムシ区）をそれぞれ3槽ずつ設定した。100L透明パンライト水槽を用い、2つの水槽には500尾ずつ、残りの1つの水槽には体長測定用として750尾の孵化仔魚を収容した。

給餌は孵化後1日目から行い、アルテミア区は、孵化後21日目までベトナム産アルテミアを、ワムシ区は孵化後21日までワムシを給餌し、両区とも15日目以降にソルトレイク産アルテミアを加えて給餌した。給餌回数は9:30および13:30の2回とし、1回当たりの給餌個体数は従来の給餌量を参考に飽和給餌とし、翌朝の飼育水中に残らないように調整した。ワムシ及びアルテミアはDHA藻類を主体としたマリングロスEX（マリンテック（株））で栄養強化を行った。飼育水温、明暗周期、通気量、注水量、ナンノクロロプシスの添加は（ア）と同様とした。

給餌後毎日10尾ずつ取り上げて実体顕微鏡により腸管を観察し、被摂餌個体数を計数した。全ての仔魚の摂餌が観察されるまで腸管の観察を実施し、摂餌開始の確認を行った。休日を除く毎日底掃除を行い、死亡数をカウントした。定期的に各区10尾を抽出し、万能投影機に投射して体長をノギスで測定した。平均体長が23mmを超えたたら全数を取り上げ、生残尾数を計数し、各水槽50尾の体長を測定した。

イ 早期稚魚生産技術の検討

シシャモ孵化における積算水温は300～400℃とされており²⁾受精卵管理の水温を調整することで孵化時期を早めることができる。早期に孵化させる群（2月孵化群）と対照区として天然と同時期（4月）に孵化させる群（4月孵化群）の仔魚の成長・生

残過程を比較検討し、早期稚魚生産技術を確立させる。

受精卵は（ア）と同じものを用いた。2月孵化群として卵管理の水温を3.3～8.1℃に調整し、2020年2月19日に孵化させた仔魚を試験に用いた。4月孵化群（対照群）として水温を0.8～8.7℃に調整し、2020年4月26日に孵化させた仔魚を試験に用いた。試験には500Lパンライト水槽を用い、孵化仔魚2,500尾ずつを収容した。

飼育水温は10～11℃に設定し、光条件は日中の蛍光灯による電照と窓からの採光により自然日長とした。通気量は150mL/min、注水量は一日に約3回転するよう1L/minに調整した。飼育水中に冷蔵ナンノクロロプシス（ヤンマリンK-1、クロレラ工業（株））を1日2回添加した。飼育水中のナンノクロロプシスの濃度は孵化後44日まで240万cell/mL、それ以降は120万cell/mLとなるように、孵化後44日までは朝24mL昼12mL、それ以降は朝12mL昼6mLを水槽に添加した。給餌は試験開始後3日目から行い、給餌回数は9:30および13:30の2回とした。孵化後3日目～22日目にワムシを、13日目以降にアルテミアを給餌した。1回当たりの給餌個体数は、シシャモの飼育密度に応じて変え、翌朝の飼育水中に残らないように調整した。ワムシ及びアルテミアはDHA藻類を主体としたマリングロスEX（マリンテック（株））で栄養強化を行った。

休日を除く毎日底掃除を行い、死亡数をカウントした。定期的（5～10日間隔）で10尾を抽出し、万能投影機に投射して体長をノギスで測定した。平均体長が23mmを超えた時点で全数を取り上げて計数し、50尾の体長を測定した。

（3）得られた結果

ア 種苗生産工程の再検討

（ア）収容（飼育）密度試験

図1に生残尾数の変化を、表1に生産結果を示した。いずれの区でも孵化後40日前後で減耗が見られた。試験終了時の生残率は従来の1/2倍密度区が一番高くて38%，次いで2倍密度区の25%が高かった。従来密度の試験区は原因不明の減耗が起きたため、期待より生残率が低かった。試験終了時の生残尾数は5倍密

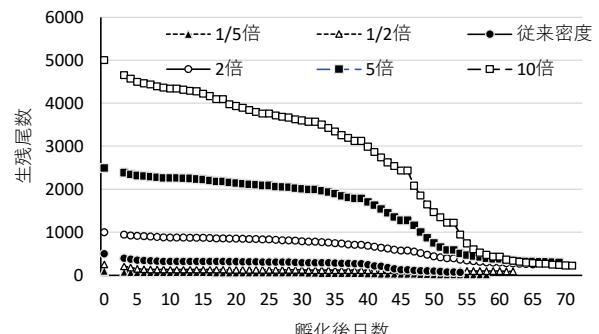


図1 シシャモ仔魚の生残尾数の変化

表1 シシャモ仔魚の密度別飼育結果
太字は上位2試験区

試験区	1/5倍	1/2倍	従来密度	2倍	5倍	10倍
収容尾数	100	250	500	1,000	2,500	5,000
生残尾数	18	95	71	252	298	221
生残率	18%	38%	14%	25%	12%	4%
31日目の体長 (mm)						
平均±SD	16.7±0.66	16.8±0.67	17.3±0.73	16.1±0.75	15.2±0.74	14.3±0.74
23mmに達した日数	58	62	54	65	69	71
肥満度	0.50±0.07	0.52±0.07	0.52±0.05	0.50±0.08	0.54±0.08	0.51±0.08
体長の変動係数	0.05	0.07	0.06	0.08	0.09	0.09
奇形率	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	1.5%	9.4%
総給餌量						
ワムシ(百万尾)	11.4	11.6	15.2	15.2	25.0	25.0
アルテミア(万尾)	76.5	175.5	236.0	603.0	1027.0	1446.0
生産1,000尾あたり						
必要水槽数	56	11	14	4	3	5
ワムシ(百万尾)	633	122	214	60	84	113
アルテミア(万尾)	4,250	1,847	3,324	2,393	3,446	6,543

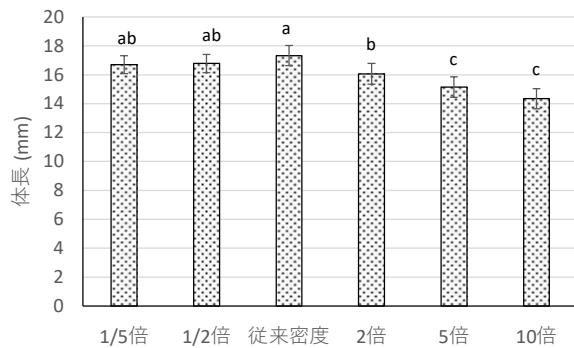


図2 孵化後31日目のシシャモ仔魚の体長
バーは標準偏差を表す
異なるアルファベット間で有意差あり
(多重比較検定 Steel-Dwass 法, p < 0.05)

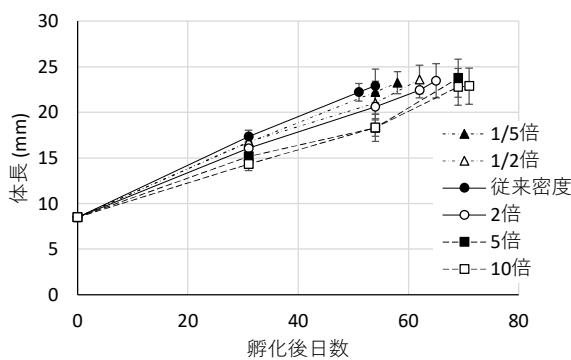


図3 シシャモ仔魚の体長の変化
バーは標準偏差を表す

度区が最も多く、次いで2倍密度区が多かった。

図2に孵化後31日目の平均体長を、図3に試験終了時までの体長の変化を示した。孵化後31日目時点では、従来密度区とそれより低い区で体長に差は無く、それより密度が高くなるにつれて体長が小さくなつた。また、体長の変化を見ると、従来密度区の成長が一番早く、23mmに達するまでの日数が最も短かつた

(表1)。それ以外の区は密度が高くなるにつれて成長が遅くなつた。これは、生残尾数が少なく餌あたりが良かったことに起因したと推測された。

試験終了時の肥満度は各区に差は見られなかつた(表1)。また、体長の変動係数は低密度区で小さく、成長差が小さかつた。総給餌量は低密度区で少なかつたが、生産1,000尾あたりに換算するとワムシ量では2倍密度区と5倍密度区が、アルテミアについては1/2倍密度区と2倍密度区が、それぞれ少ない餌量であった。また、生産1,000尾あたりで見ると、必要水槽数は2倍密度より高い密度区の方が少なく、効率が良いと考えられた。また、収容尾数と生残尾数・生残率との関係や、成長速度との関係からも(図4)、従来密度の2倍量である1,000尾/100L区が生残尾数と生残率両方の成績が良く、成長の鈍化も小さいことから効率が良いように見受けられた。しかし、対照群である従来密度区の生残率が悪かったことから、明確な結論は出せなかつた。

(イ) 餌料の系列

図5に摂餌率の変化を示した。両区とも孵化後3日目から摂餌個体が見られた。6日目については顕微鏡観察をしていないが、水槽外からの肉眼観察でほぼ全個体で摂餌が見られた。このことから摂餌を開始した日齢は、初期餌料としてワムシとベトナ

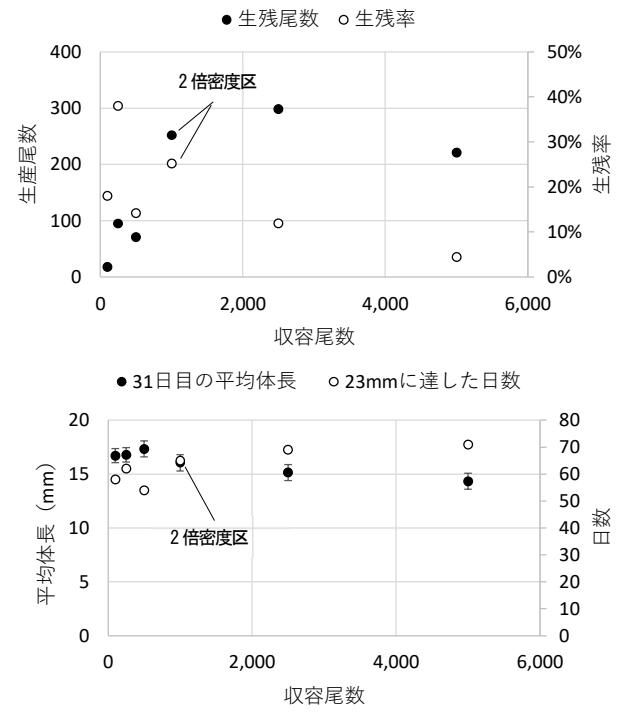


図4 収容尾数と生産結果の関係

上：収容尾数と生残尾数・生残率の関係

下：収容尾数と成長の関係

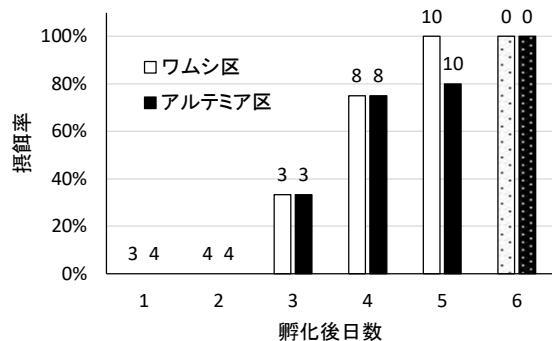


図5 シシャモ孵化仔魚の摂餌率の変化
数値は顕微鏡観察尾数を示す

ム産アルテミア間で大きな差はなかった。図6に各水槽の生残率を示した。各処理群で生残率にばらつきがみられ、特にアルテミア給餌区のサンプリング用水槽の生残率が15%と最も悪かった。平均するとワムシ給餌区は36%，アルテミア給餌区は31%で有意な差は見られなかった（スクエーデントのt検定、 $p > 0.05$ ）。

シシャモ仔魚の成長過程を見ると、ワムシ給餌区のサンプリング用水槽に比べてアルテミア給餌区で成長が速く、体長が23mmに達したのはワムシ給餌区が孵化後73日目だったのに対し、アルテミア給餌区は9日早い64日目だった（図7）。しかしながら、アルテミア給餌区のサンプリング用水槽は生残率が低く、このことが成長を早めた可能性がある。各水槽のシシャモが体長23mmに達した日数を比較すると（図8）、サンプリング用水槽のワムシ区が一番長いのに対しアルテミア区が一番短く、平均するとワムシ区71日、アルテミア区68日で大きな差はなかった。

今回はアルテミア区のサンプル用水槽の生残率が何らかの原因により悪く、密度の低下が成長に影響したため、生残率や成長に両区ではっきりとした差が見いだせなかった。初期飼料としてどちらが優れているかは、仮に生残や成長に差が無いとする、飼育の労力が少ない点ではアルテミアが良いが、ベトナム産はソルトレイク産に比べて高価であることから、コスト面での比較をする必要がある。

イ 早期稚魚生産技術の検討

図9に受精卵管理水槽と仔魚飼育水槽の水温の変化を示した。2月孵化群の積算水温は443°C、4月孵化群の積算水温は455°Cであった。孵化仔魚の平均飼育水温は2月孵化群で $11.0 \pm 0.6^\circ\text{C}$ 、4月孵化群で $11.6 \pm 0.6^\circ\text{C}$ であった。

試験開始時の平均体長は2月孵化群で $8.0 \pm 0.4\text{mm}$ 、4月孵化群で $8.6 \pm 0.3\text{mm}$ で2月孵化群の方が小さかった（マン・ホイットニの順位検定、 $p < 0.05$ ）（図10）。平均体長が23mmに達した日数は、2月孵化群は68日（達成日：4月27日）、4月孵化群は64日（同6月29日）で、両群とも6月下旬には目標体長まで成

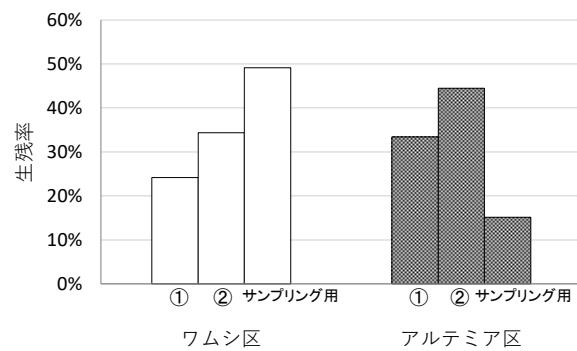


図6 試験終了時の生残率

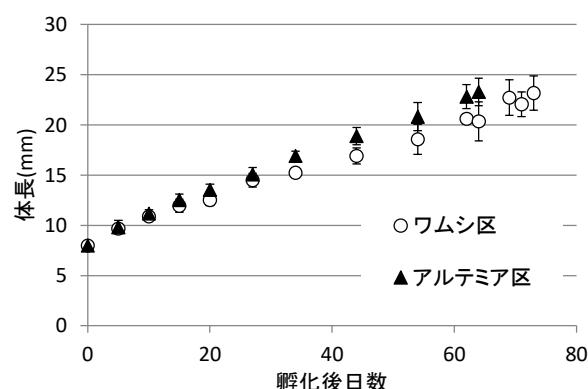


図7 サンプリング用水槽におけるシシャモ仔魚の体長変化

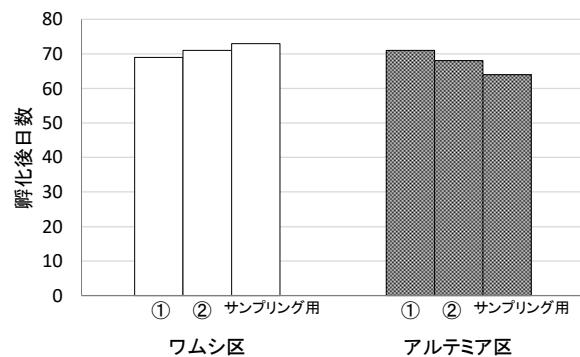


図8 シシャモ仔魚の平均体長が23mmに達するまでに要した日数

長していた。試験終了時の体長と試験開始時の体長の差を飼育日数で除した見かけの成長速度は両群とも $0.25\text{mm}/\text{日}$ で同じだった。

生残率は2月孵化群が43%、4月孵化群が36%と2月孵化群の方が良かった（図11）。生残率の変化を見ると、4月孵化群は孵化直後に減耗が見られ、生後一週間で10%が死亡した。内部栄養から外部栄養に切り替わる前の死亡であることから、その原因として卵黄が小さいなどの卵の問題が考えられた。4月孵化

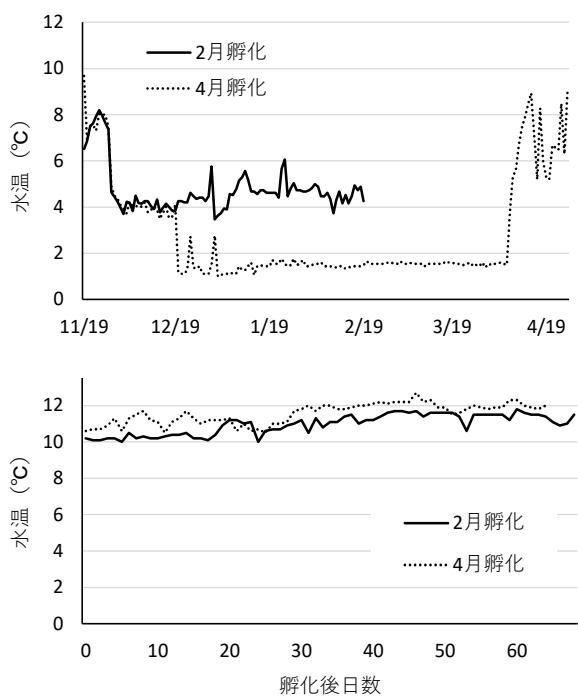


図9 飼育水温の変化

上：受精卵管理水槽、下：仔魚飼育水槽

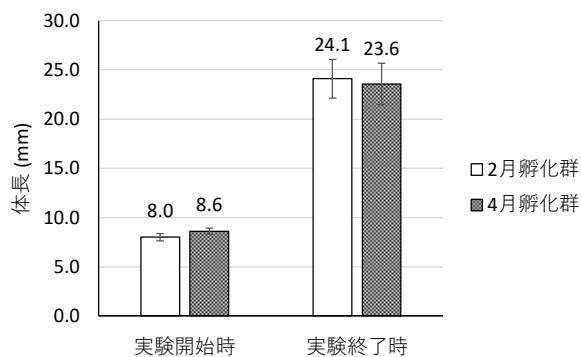


図10 シシャモ仔魚の平均体長

数値は平均体長を示す

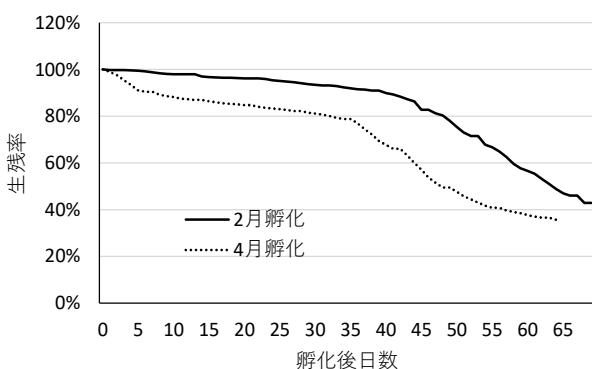


図11 シシャモ仔魚の生残率の変化

群の方が、積算水温が高かったことが卵黄サイズに影響した可能性があり、再試験を行う際には積算水温や卵黄サイズを揃えて比較する必要があると考えられた。

今回の試験では、どちらの群も成長速度は同じであり、目標体長に達したことから、卵管理水温をコントロールすることで、6月下旬に23mmより大きな稚苗を作ることが可能であることを明らかにした。今後、シシャモ稚苗放流の可能性を考える上では、放流する適サイズをフィールド調査の結果も合わせて検討していく。

(4) 参考文献

- 1) 石田良太郎 (2019) 鶴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年度栽培水産試験場事業報告書, 79-82.
- 2) 尾見東美 (1977) シシャモの卵発生速度に及ぼす水温の影響. 北水試月報, 34, 10-18.

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（経常研究）

3. 1 アイナメ

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86万トンとなり, 統計開始以来、初めて100万トンを割り込んだ。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8,952万であった。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いるが、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た。一方、海面生産量における魚類養殖の占める割合は大きくなっているが、安定供給やトレーサビリティおよ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。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。本研究では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

室蘭産アイナメの孵化仔魚に与える初期飼料についての検討を行った。また、稚魚を異なる温度で飼育し、成長や飼料効率に対する温度の影響について調査した。

<材料と方法>

ア アイナメの種苗生産の安定化およ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(9.0mm) 1500尾を500Lパンライト水槽に収容した。孵化仔魚に対して、初期にワムシを与える途中からアルテミアに切り替える給餌(ワムシ区)、初期か

らアルテミアとワムシの両方を与え途中からアルテミアのみに切り替える給餌(同時区)、および初期からアルテミアのみを与える給餌(アルテミア区)の3通りの給餌条件試験を行った。ワムシ区は孵化後9日目から14日目にワムシとアルテミアの混合給餌を行い、15日目からワムシ区および同時区でアルテミア単独給餌に切り替えた。餌料切り替えによる影響を調べるために21日目まで追跡調査した。ワムシの給餌を終えた15日目に全長と生残率の測定を行った。また、アルテミアの給餌30分後に消化管内容物を調べ、摂餌の有無を確認した。

アイナメの稚魚(0.58g) 30尾を200Lパンライト水槽に収容し、12°C、16°Cおよび20°Cの異なる水温で飼育した。はじめの1カ月間は飽食給餌を行い、摂餌率を求めた。その後4カ月間は計算により得られた給餌量を基に食べられる量の給餌を行った。1カ月毎に魚体重を測定し、生残、成長および飼料効率(給餌量に対する増重量の割合)に対する水温の影響を調査した。

(3) 得られた結果

ア アイナメの種苗生産の安定化および養殖適性の把握に関する研究

アイナメ孵化仔魚に異なる餌を与えたときの成長と生残の結果を図1に示した。試験終了時の生残率は86.8%~96.6%と高かった。成長はアルテミアを給餌した区で有意に良く($p < 0.01$)、他の2区間に有意差はみられなかった($p > 0.05$)。このことから、アイナメ孵化仔魚飼育においてはワムシ給餌の必要はなく、アルテミアのみの給餌で飼育できることが判明した。

孵化後15日目に消化管内のアルテミア数を計数した結果、仔魚1個体あたりワムシ区で平均22.6個体、同時区で30.9個体およびアルテミア区で28.5個体であった(図2)。ワムシ区でもすでにアルテミアを摂餌していることから、ワムシからアルテミアへ切り替える際の混合給餌期間は今回混合給餌を行った6日間より短くてよいと考えられた。

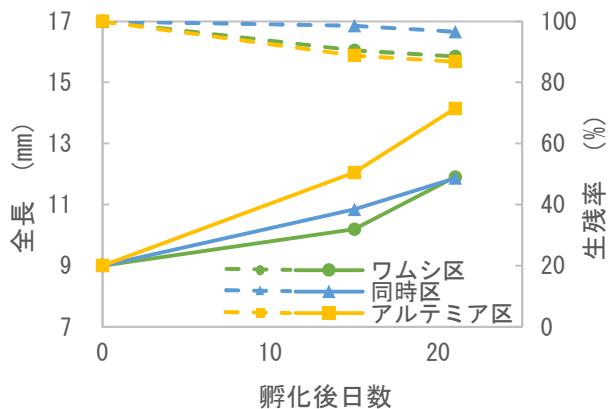


図1 アイナメ孵化仔魚に対し給餌条件を変更したときの全長（実線）と生残率（破線）

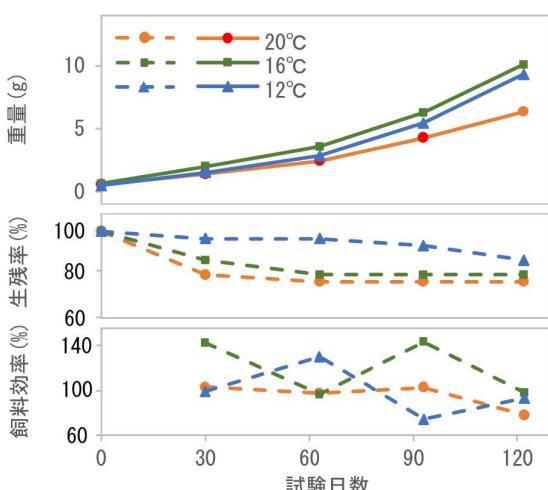


図3 アイナメ稚魚を異なる水温で飼育した場合の成長、生残および飼料効率

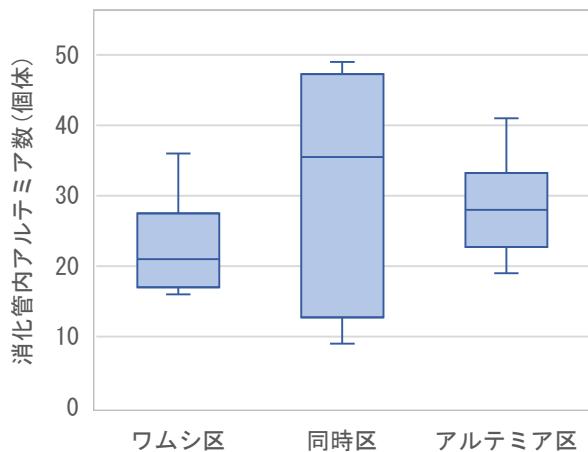


図2 孵化後 15 日目のアイナメ仔魚にアルテミアを給餌したときの摂餌量（バーは最大最小値、箱は四分位数、中心線は中央値）

アイナメ稚魚を異なる水温下で飼育した結果、16°Cで最も成長が良くなり、20°Cでは成長が遅かった。60日以降では16°Cと12°Cの間に成長の差はみられなかった（図3、 $p>0.05$ ）。生残率は12°Cで最もよくなり、16°Cと12°Cでは差は見られなかった（ $p>0.05$ ）。12°C、16°Cおよび20°Cで飼育した時の飼料効率を求めた。飼料効率は79%～150%で推移し、全期間を通した飼料効率は12°Cで110%、16°Cで108%、20°Cで94%となった。20°Cでは多少低くなつたが、全体として100%近い飼料効率となっており、試験を行つた水温帶における稚魚期の飼料効率は養殖に問題ない値であると考えられた。この結果、アイナメ稚魚に適した水温は成長が良かった12°Cから16°Cであると考えられた。

3. 2 サクラマス

担当者 栽培技術部 三坂 尚行

共同研究機関 熊本大学・滋賀県立大学

(1) 目的

世界の養殖生産量の増加が続いていること、天然漁獲量を上回るようになった。北海道では天然漁獲量が減少し続けていることもあり、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がる地元で行う魚類養殖による生産量増加が、商流側や加工業者から要望として挙げられている。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ているが、それを効果的に進めるにあたっては、商流側のニーズに即した大型個体を短期間で育成できる、海水中で高成長を示す品種の作製が必要である。高成長の優良系統選抜育種のためには、高成長を示した個体からの次世代生産による選抜育種が必要である。しかし海水飼育環境下で成熟が進んだ親魚を淡水へ移行させる適切な時期が明らかになっていないこと、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ことから、海水中で優良形質を示す個体の選抜育種が進められていない。

本研究ではサクラマスを対象とし、海水中で高成長を示した個体を淡水に移行させる適切な時期を検討するとともに、海水中における継続飼育下での最終成熟を確認する。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。

(2) 経過の概要

<材料と方法>

ア サクラマス養殖用優良系統の次世代生産手法開発

親魚の適切な淡水移行時期を把握するため、栽培水産試験場で海水飼育した森在来系のサクラマス2+雌親魚について、6月および7月に15尾ずつを水産試験場内に設置した淡水の閉鎖循環型水槽へ収容し、無給餌で蓄養した。7月末に成熟の進行度合いを鑑別した後に採卵し、淡水中で成熟させた雄の精子を用いて受精を試みた。また、海水中での最終成熟・採卵の可能性を検討するため、30個体の雌親魚をそのまま海水中での飼育を継続し、同様に採卵および受精を試みた。海水継続飼育の親魚についても7月以降は無給餌とした。また、雄についても海水中での最終成熟および再生産への利用の可能性を検討するため、淡水・海水で成熟した雄から得られた精子の運動率と精漿成分を解析した。

イ 効率生産に向けた行動解析手法開発基礎研究

感染症の拡大を受け、共同研究機関の大学が画像取得のため

に水産試験場に来場することができなかつたため、昨年度取得した画像を用いて解析手法の検討を行つた。

(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

6月および7月に淡水移行した雌親魚について、7月末に触診により成熟進行度合いを鑑別したところ、自然日長とは異なる照明条件下で飼育したためか、成熟が想定より早く進み、すでに受精のできない過熟状態の卵を持つ雌個体が多く出現したため、適切な淡水移行時期については明らかにできなかつた。採卵および受精できた個体(6月淡水移行1個体、7月淡水移行3個体)についても、平均発眼率が64.3~78.7%、平均浮上率も45.0~76.8%となり、通常の事業で得られる値よりも低い値しか得られなかつた(表1、2)。

表1 6月もしくは7月に淡水移行したサクラマス雌の採卵成績

淡水移行時期	移行個体数	採卵個体数	過熟個体数	採卵個体の平均(%)	
				発眼率	浮上率
6月	15	1	14	78.7	76.8
7月	15	3	12	64.3	45.0

海水で継続飼育した雌親魚についても、同様に7月末に成熟状態を確認したところ、過熟状態の卵を持つ個体が多く出現したが、採卵および受精できた5個体のうち2個体で、60%以上の発眼率、50%以上の浮上率を示した(表2)。そのため、雌については海水中で最終成熟させて再生産に利用できる可能性が示された。

海水中で成熟させた雄から採取した精子を用いて媒精を行つた結果、運動率が低かったためか受精しなかつた。そのため、淡水・海水で成熟させた雄精子の運動率と精漿成分を分析したところ、淡水で運動率70%以上を示した個体の精子については、淡水・海水で運動率30%以下の個体の精子と比較して、カリウム濃度が約2,000mg/L以上と相対的に高く、かつpHが約7.8以下と相対的に低い個体が多かつた(図1)。

イ 効率生産に向けた行動解析手法開発基礎研究

サクラマスの摂餌時の遊泳状況にかかる画像の解析を行い、撮影画角についてはできるだけ上方から行うこと、また解析には水槽全体を撮影することが必要なこと等を明らかにした。

表2 淡水移行および海水継続飼育サクラマス雌の発眼率・浮上率

	発眼率 (%)	浮上率 (%)
6月淡水移行雌-1	78.7	76.8
7月淡水移行雌-1	93.9	84.4
7月淡水移行雌-2	90.6	50.5
7月淡水移行雌-3	8.4	-
海水継続飼育雌-1	60.7	53.1
海水継続飼育雌-2	91.7	84.8
海水継続飼育雌-3	22.7	-
海水継続飼育雌-4	7.5	-
海水継続飼育雌-5	6.7	-

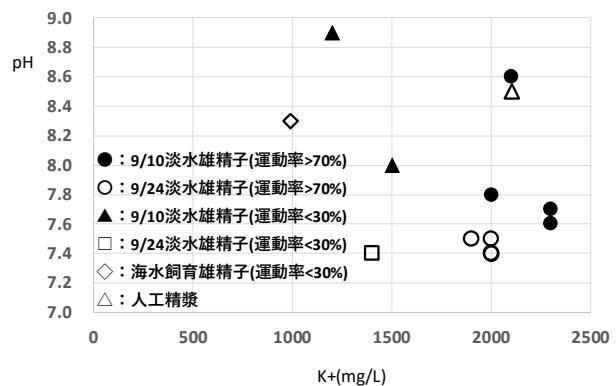


図1 淡水および海水飼育サクラマス雄の精子運動率と精漿成分

4 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 川崎 琢真

共同研究機関 さけます・内水面水産試験場内水面資源部

協力機関 北るもい漁業協同組合

(1) 目的

天塩川において、ヤマトシジミ（以下、シジミ）は重要な漁獲対象種であるが、かつての主漁場だったパンケ沼で特に資源の減少が著しい。資源の減少は、平成11年前後の粘土・シルト質流入による沼内底質の悪化や、新規加入が不安定であることが原因と考えられている。この間、底質の改善策として覆砂試験事業およびその追跡調査が行われ、また、人工種苗生産方法も検討されてきた。今後も新規加入量を増やす対策と減耗抑制につながる調査研究が必要である。具体的には、覆砂による好適環境の持続性やシジミの産卵環境、減耗を考察するために、水質や底質等の環境調査の継続が必要であり、種苗生産研究においては、コストのさらなる削減を検討する必要がある。

(2) 経過の概要

栽培水産試験場では、2020年にシジミ人工種苗生産における代替餌料の開発および種苗生産施設の検討に用いるための基礎データの収集を行った。

<材料と方法>

ア シジミ人工種苗生産における代替餌料の開発

産卵誘発は、現地より提供された親貝のうち約半数を用いて2020年7月10日に行つた。あらかじめ25°Cに加温した1/4濃度の海水（以下、1/4海水）を、紫外線殺菌装置を通して親貝の入った水槽に流することで、産卵を誘起した。およそ2時間程度経過したところで産卵・放精を確認し、約1,200万個の受精卵を得た。得られた受精卵を別途用意した1/4海水を満たした1トンパンライト水槽に収容してふ化させ、継続して浮遊幼生飼育を行つた。浮遊幼生の平均殻長が、着底期である0.16mm程度に達した7月22日に、幼生を回収して各試験区に分配した。

シジミ着底稚貝の育成に要する餌料コストを削減することを目的とし、表1に示した12種類の餌料の給餌試験を行つた。飼育水槽は、図1のような500L角型水槽とし、水槽内に設置した50cm径のダウンウェーリング容器内にシジミ着底稚貝を2万個収容した。飼育水は1/4海水とし、水温は25°Cに設定した。表1に示した餌料を、毎週月～金曜日までの5日間毎日給餌を行い、給餌量は開始時に10mL/日から始め、1週間毎に10mL/日増量した。餌料のうち、表1①の培養キートセラスについては、10/日から開始し、毎週10/日追加を行つた。

飼育期間は2020年7月22日から9月28日までの約2か月間とし、1か月ごとに殻長を測定するとともに2か月後に生残数を重量法により求めた。また、試験期間中の総給餌量から各餌料のコストの試算を行つた。市販の濃縮キートセラスについては、

表1 代替餌料の調合条件

試験区	餌料種	調合 (1/4海水1Lに溶かす)	開始時給餌1回単価 (円/10mL)
①	培養キートセラス	培養キートセラス：1L（濃縮キート10mL同等）	0.5/1L
②	冷凍ナンノ+生ヨーグルト	冷凍ナンノ：6.25mL + 生ヨーグルト：10g	0.26
③	冷凍ナンノ+全粉乳	冷凍ナンノ：6.25mL + 全粉乳：1.3g	0.2
④	冷凍ナンノ+発酵粉乳	冷凍ナンノ：6.25mL + 発酵粉乳：1.3g	0.37
⑤	乾燥ナンノ+生ヨーグルト	乾燥ナンノ：0.3g + 生ヨーグルト：10g	0.19
⑥	全粉乳	全粉乳：1.3g	0.04
⑦	乾燥ナンノ+全粉乳	乾燥ナンノ：0.3g + 全粉乳：1.3g	0.14
⑧	乾燥ナンノ+発酵粉乳	乾燥ナンノ：0.3g + 発酵粉乳：1.3g	0.31
⑨	発酵粉乳	発酵粉乳：1.3g	0.21
⑩	乾燥クロレラ	乾燥クロレラ：0.88g	0.07
⑪	乾燥ナンノ	乾燥ナンノ：0.3g	0.1
⑫	珪藻粉末	珪藻粉末：1g	0.3

培養キートセラスの100倍濃縮液として、同一量使用した場合の価格として試算した。

イ 種苗生産施設の検討

種苗生産を行う際の飼育密度について検討するため、冷凍ナンノクロロプシス（冷凍ナンノ）+生ヨーグルト（表1②）の餌を用い、平均殻長0.17mmの稚貝を用いて密度別飼育試験（10個、50個、100個/cm²）を行った。水量500ℓの1/4海水を満した水槽にダウンウェリング容器を3個入れ（図1）、各ダウンウェリング容器内の飼育密度を調整した。飼育水温は25℃とした。給餌は毎週月～金曜日の5日間毎日行い、飼育密度10個/cm²の試験区で開始時に10mℓ/日とし、毎週10mℓ/日増量した。他の群は、それぞれ密度に合わせて前述の5倍および10倍量を1日の給餌量とした。2020年7月22日に試験を開始し、1か月ごとに殻長を測定するとともに2か月後に生残数を重量法により求めた。



図1 密度別試験に用いた飼育水槽

次に実用的な種苗生産水槽の検討のため、培養キートセラスを餌として用いて、水槽内にダウンウェリング容器を設置してその中で稚貝を飼育する方法（図2）と平型水槽の底面で稚貝を飼育する方法（図3）で飼育を行った。飼育水量は500ℓ（1/4海水）で自然水温とした。シジミの着底稚貝は、ダウンウェリング容器1個または平型水槽1段あたり10万個を収容した。給餌は最初の1か月は1日1回100の培養キートセラスを給餌し、2か月目からは1日1回200を給餌した。2020年7月22日に試験を開始し、1か月ごとに殻長を測定するとともに2か月後に生残数を重量法により求めた。



図2 水槽内にダウンウェリング装置を設置した飼育槽

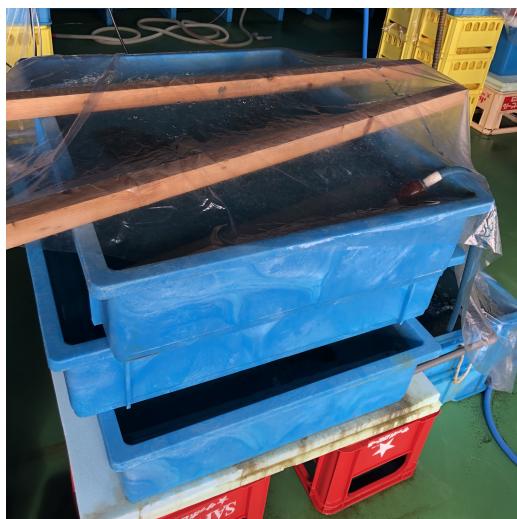


図3 平型水槽を重ねて水を循環させながら水槽底面で稚貝を育成する水槽

(3) 得られた結果

ア シジミ人工種苗生産における代替餌料の開発

飼育1か月目と2か月目のシジミの殻長の中央値と平均値を比較したところ、成長が促進した試験区（図4①②④の飼育2か月）では、殻長の平均値が中央値より大きくなる傾向が見られたが、両値はほぼ一致しており、以降は平均値を用いて解析を行っても問題ないと判断した。12種類の餌料を用いてシジミ着底稚貝を育成した結果、育成に最も有効と考えられたのは、培養キートセラスの給餌であった（図5①）。また、単独で濃縮キートセラスの代替として利用できる可能性がある餌料としては、全粉乳が有用と考えられた（図5⑥）。複合給餌では、冷凍ナンノに生ヨーグルトまたは発酵粉乳を加えたもので成長および生残が良好であった（図5②④および図6）。今回の試験期間における餌料費は、市販の濃縮キートセラス使用時の試算額（2か月で約¥6,300）に対し、①培養キートセラスでおよそ1/40（約¥157）、②冷凍ナンノとヨーグルト類の複合給餌でおよそ1/80（約¥89）、⑥全粉乳単独では1/500（約¥12）程度に抑えられると試算された。キートセラスに比べ他の餌料では、成長や生残に関しては劣る結果であった。

これらの結果から、市販の濃縮キートセラスの代替餌料として最も有効なのは、培養キートセラスであり、成長や生残が最善でなくとも良い場合には、全粉乳の利用が有望と考えられた。

□1か月 □2か月

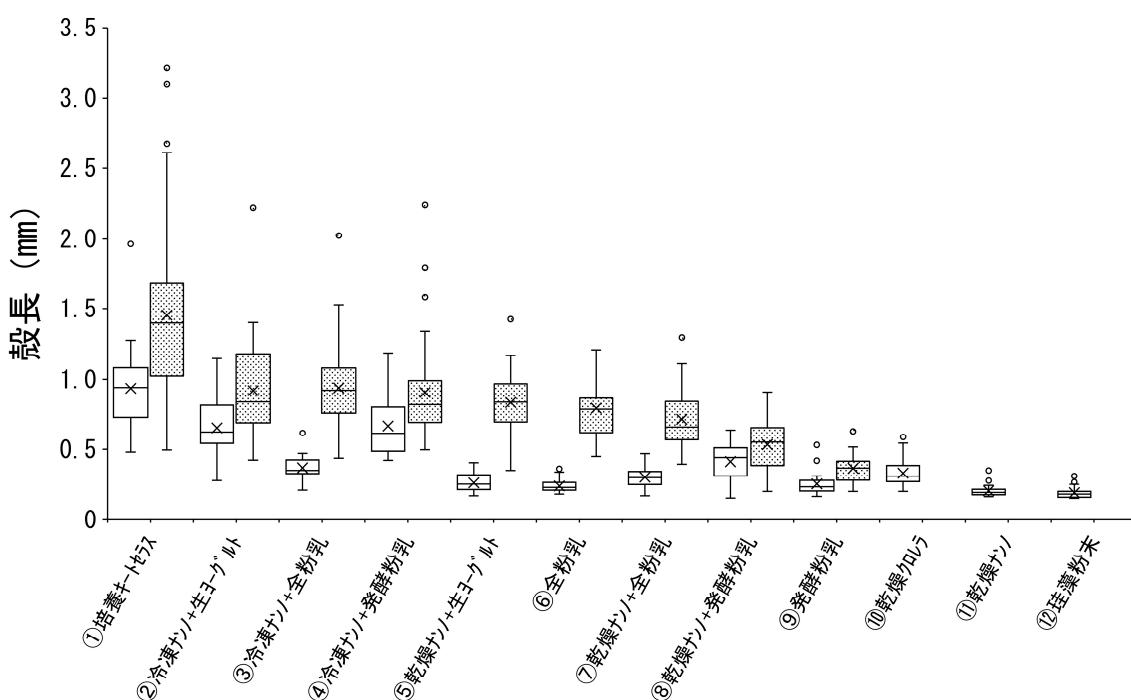


図4 飼育1か月目と2か月目における平均値（×）と中央値（箱内の中央線）の比較。箱の下端は第一四分位、上端は第三四分位を示し、○印は外れ値を示す。バーは外れ値を除いた最小値と最大値。

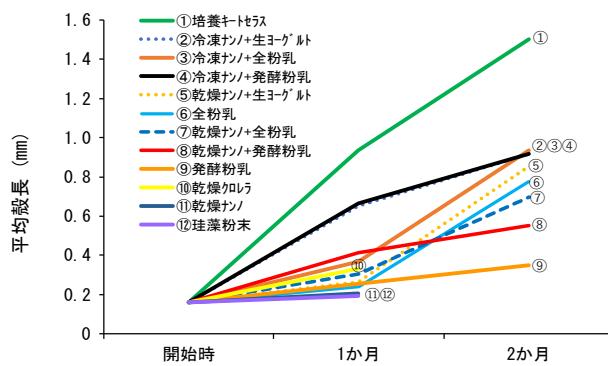


図5 代替餌料検討試験におけるシジミ稚貝の平均殻長の変化

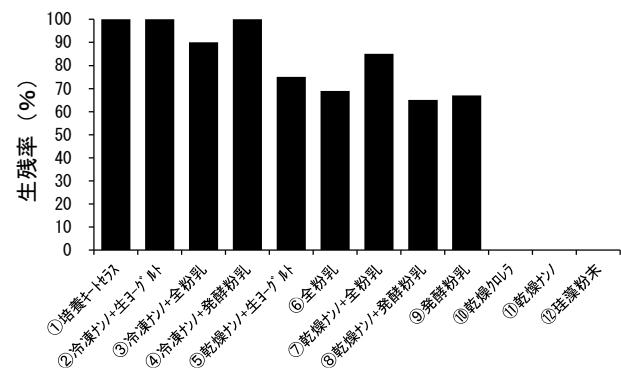


図6 代替餌料検討試験における2か月飼育後のシジミ稚貝の生残率 ※⑩-⑫は全滅

イ 種苗生産施設の検討

シジミ着底稚貝の飼育密度の検討を行った結果、2か月後の平均殻長および生残率は10個/cm²区がそれぞれ0.4mmおよび16%，50個/cm²区が0.7mmおよび58%，100個/cm²が0.9mmおよび38%であった（図7，8）。

密度と成長および生残は正比例の関係となったことから、今回の試験では高密度による成長と生残への影響は見られなかつた。飼育密度の低い10個/cm²区で成長・生残ともに最も悪かつたことから、この試験区では餌の総量が不足していたと考えられた。100個/cm²区は生残数が減少するにつれ、1個体あたりの餌当たりが多くなったことで成長が改善した可能性が考えられた。本試験では、50個/cm²区でも50%以上の生残で成長も見られた。この密度は他の二枚貝類と比較しても格段に高密度な条件であり、シジミの稚貝は比較的高密度での飼育が可能であることが推察された。

種苗生産用の飼育水槽の違いについて検討を行った結果、いずれの水槽でも目標とした1mmの稚貝の育成が達成できた（図9）。生残率は平型水槽で88%，ダウンウェーリング容器で78%といずれも良好であった。このことから、ダウンウェーリング容器のような特殊な装置は必須ではなく、水槽の底面を利用した簡易な種苗生産が可能と考えられた。

以上の結果から、シジミの人工種苗生産は比較的容易であると考えられた。電気、水道、海水が使える屋内であれば生産が可能であることから、新設の専用施設を建設するよりも前に、海面の漁協施設など既存の施設を利用して、実際に生産を試み、その上で不足がある場合のみ専用施設の検討を行うべきである。

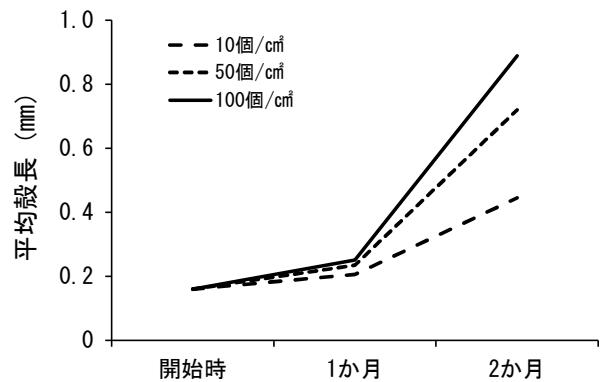


図7 密度別飼育試験における平均殻長の変化

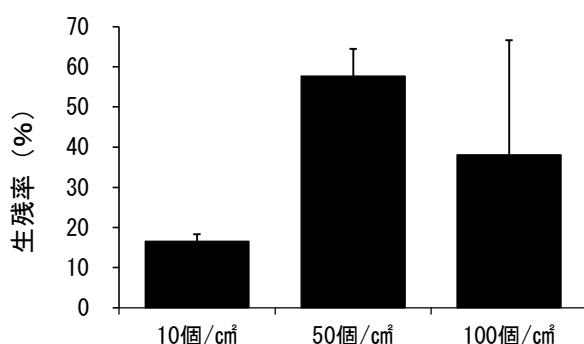


図8 密度別飼育試験における2か月後の生残率
(バーは標準偏差)

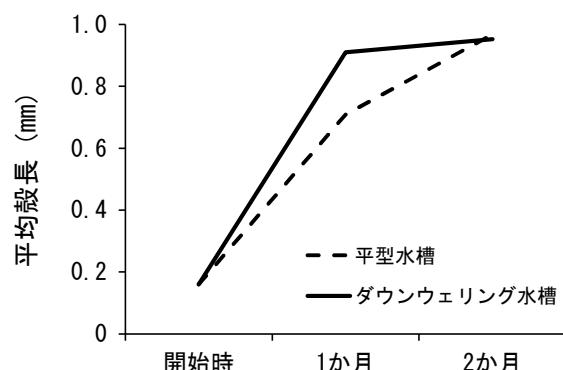


図9 飼育水槽の違いによる平均殻長の変化

5 養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）

5. 1 浮遊幼生発生量調査の技術支援

担当者 栽培技術部 川崎 琢真

共同研究機関 函館水産試験場調査研究部

協力機関 胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

ホタテガイ養殖は天然採苗、無給餌管理など生産システムの環境依存性が強く、採苗不良、へい死、汚損生物の大量付着など、環境の変化あるいは年変動に起因する生産不安定化要素を抱えている。そのため、噴火湾のホタテガイ養殖漁家の経営を安定化させるために、これらの要素に対応する試験研究の推進、拡充が強く求められている。

本研究では、ホタテガイ養殖の生産不安定化要素に対して、科学的な根拠をもった適切な対策の推進あるいは現場での対応を支援することを目的として、採苗良否の要因解明、浮遊幼生発生量調査の技術向上、へい死要因の解明、へい死軽減技術の検討およびヨーロッパザラボヤの生態と被害実態の解明に取り組む。

(2) 経過の概要

栽培水産試験場では、2020年春のホタテガイ浮遊幼生発生量調査のために必要なホタテガイ幼生染色キットの製作と配布による現場への技術支援を行った。

<材料と方法>

ア 2020年の幼生染色キット要望と配布状況

2020年春の天然ホタテガイ幼生の発生量調査に用いる染色キットの要望を集約するため、水産技術普及指導所を通じて各浜からのキットの要望数をとりまとめた。染色キットは、清水ら(2014, 2015, 2016)にて開発されたホタテガイ幼生免疫染色技術を、川崎(2018, 2021)にて現場向けに改良し、汎用的なキットとして製作・配布した。

(3) 得られた結果

ア 2020年の幼生染色キット要望と配布状況

ホタテガイ幼生染色キットの聞き取りの結果、全道で合計1,400回分の要望を受け、各要望元に配布した（表1）。

表1 ホタテガイ幼生染色キットの配布状況

送付先	配布数	備考
渡島北部地区水産技術普及指導所 (キットは漁協に配布)	15セット(450回分)	赤色×13セット
胆振地区水産技術普及指導所 (キットは漁協に配布)	8セット(400回分)	赤色×8セット
渡島地区水産技術普及指導所	1セット(30回分)	赤色×1セット
後志地区水産技術普及指導所	2セット(60回分)	赤・黒×各1セット
後志地区水産技術普及指導所 (岩内支所)	1セット(30回分)	黒色×1セット
石狩地区水産技術普及指導所	2セット(60回分)	赤・黒×各1セット
留萌地区水産技術普及指導所	2セット(60回分)	赤色×2セット
留萌地区水産技術普及指導所 (留萌南部支所)	1セット(30回分)	赤色×1セット
宗谷地区水産技術普及指導所	2セット(60回分)	赤・黒×各1セット
宗谷地区水産技術普及指導所 (枝幸支所)	2セット(60回分)	赤・黒×各1セット
網走西部地区水産技術普及指導所	2セット(60回分)	赤色×1セット
網走東部地区水産技術普及指導所	1セット(30回分)	黒色×1セット
根室地区水産技術普及指導所 (標津支所)	2セット(60回分)	赤・黒×各1セット

(4) 参考文献

清水洋平・川崎琢真・高畠信一 (2014)

免疫染色法を応用したホタテガイ幼生判別技術の開発

海洋と生物 vol. 36-No. 3:341-347

清水洋平・川崎琢真・高畠信一・岩井俊治・山下正兼 (2015)

ホタテガイ幼生分布調査現場への普及に向けた免疫染色技術の簡易化

北水試研報 87, 93-96

清水洋平、狩野俊明、成田伝彦、板倉祥一、榎本洸一、戸田真志、川崎琢真、高畠信一、岩井俊治、山下正兼(2016)

ホタテガイ幼生分布調査に有用な免疫染色技術の実用的改善

北水試研報 89, 1-8

川崎琢真 (2018)

ホタテガイ浮遊幼生発生量調査の軽労力化への取り組み

試験研究は今 No. 860

川崎琢真 (2021)

ホタテガイ幼生発生量調査の労力軽減に向けた技術開発

北水試だより No. 103

6 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 井上 智

共同研究機関 網走水産試験場調査研究部

網走市

網走東部地区水産技術普及指導所

協力機関 網走漁業協同組合

(1) 目的

網走海域におけるホッキガイ推定資源量は2004年の2,583トンから減少の一途をたどり、2016年には969トンまで減少し、2004年の半分以下となった。このような状況の中、人工種苗を利用した資源増殖への要望が高まっている。2015～2017年度に栽培水産試験場が網走漁業協同組合からの受託研究に取り組み、網走海域に適した人工種苗生産技術および中間育成技術を開発した。本研究では先の受託研究で開発された技術を活用し、網走市内にある簡易な飼育施設でも種苗生産が可能となるよう種苗生産・中間育成技術の改良を行う。

(2) 経過の概要

2020年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成熟試験を行った。産卵誘発により得られた浮遊幼生を1個体/mLの低密度かつ18°Cの高温で飼育し、成長促進を図った。また、着底稚貝も低密度飼育を行うことで成長促進を図った。

<材料と方法>

ア 早期採卵技術の開発

2020年2月1日に網走産ホッキガイ親貝を深さ15cmの珪砂に入ったコンテナに収容し水槽へ入れた。10°Cと13°Cに調温した海水をかけ流しながら調温飼育を行った。4月8日から6月16日までに4～5回の産卵誘発を行い、早期採卵が可能か検証した。産卵誘発は飼育水温ごとに等数となるようにした。プラケースに親貝を個別に収容し、18°Cに調温した紫外線照射精密ろ過海水をかけ流することで誘発し、反応が見られない場合は誘発開始から6～8時間後に中止した。さらに、2020年4月28日および6月11日に再度網走産ホッキガイ親貝を搬入し同様に産卵誘発を行った。

イ 大型種苗を生産するための適正飼育技術の開発

2020年6月18日に1,000Lパンライト水槽2基にホッキガイD型幼生を各100万個体収容し、18°Cに調温を行いながら6月30日まで飼育を行った。その後1cm以上の厚さとなるように珪砂

を敷いた2,500L角型FRP水槽2基にそれぞれ1個体/cm²と低密度になるように収容し、粗放的に大量培養したキートセラスを過剰量給餌しながら飼育し成長促進を図った。

(3) 得られた結果

ア 早期採卵技術の開発

2020年2月1日から調温飼育している個体は4月8日、4月20日、5月11日および6月4日に産卵誘発を行ったがいずれも反応個体はいなかった（表1）。5月11日に親貝の中身を確認してみると4月28日に搬入した個体では切り込みを入れると白濁した生殖細胞が染み出してくるが、早期成熟個体ではそれが見られなかつた。6月4日の誘発後に開殻して切開してみたが、いずれの個体からも生殖細胞の染み出しがみられなかつた。

2020年4月28日に搬入した親貝も10°Cおよび13°Cで飼育した。成熟の早く進むと考えられる13°C飼育個体を5月11日、6月4日および6月16日に産卵誘発を行ったがいずれも反応個体はいなかった（表1）。6月4日の産卵誘発後に開腹してみたが、10°Cおよび13°Cのどちらも染み出す生殖細胞は少なく成熟が進んでいないことが判明した。

2020年6月11日に搬入した個体は13°Cで飼育を行い、6月16日に産卵誘発を行った結果、メス1個体が920万粒を産卵した（表1、図1）。オスの放精は無かったが、産卵誘発に用いた個体を開腹すると精液が出てきたため、2個体分の精液を混ぜ授精に用いた。1,000Lパンライト水槽2基に収容し、翌日に確認を行うとトロコフォア幼生900万個体が発生していた（孵化率97.8%）。

表1 ホッキガイ親貝産卵誘発結果

収容日	飼育水温	産卵誘発日	個体数	応答個体数		応答率 (%)	平均算出卵数 (万粒)
				♀	♂		
2020/2/1	10°C	2020/4/8	10	0	0	0	
		2020/4/20	10	0	0	0	
		2020/5/11	5	0	0	0	
2020/2/1	13°C	2020/4/8	10	0	0	0	
		2020/4/20	10	0	0	0	
		2020/5/11	5	0	0	0	
		2020/6/4	5	0	0	0	
2020/4/28	13°C	2020/5/11	10	0	0	0	
		2020/6/4	10	0	0	0	
		2020/6/16	10	0	0	0	
2020/6/11	13°C	2020/6/16	7	1	0	14	920



図1 産卵誘発により産卵したホッキガイ

7月1日に125 μmのメッシュで回収したところ約200 μmのD型幼生を81.3万個体得ることができたため、2,500L角型FRP水槽2基にそれぞれ1個体/cm²となるように収容した。7月22日に確認すると15cm²に1個体の生残を確認できたがその後は稚貝を確認することができず、9月1日に全数測定をした結果生残個体は確認できなかった。これは着底用水槽への収容サイズが小さかったことや、水温変動が原因になった可能性が考えられた。

イ 大型種苗を生産するための適正飼育技術の開発

2020年6月16日に産卵誘発により得られた受精卵から発生したD型幼生を飼育した結果、殻長および生残率は図2のようになつた。生残率が100%を超えているのは飼育初期ではエアレーションが弱いため、攪拌が十分に行われずにサンプリングバイアスが生じたと考えられた。

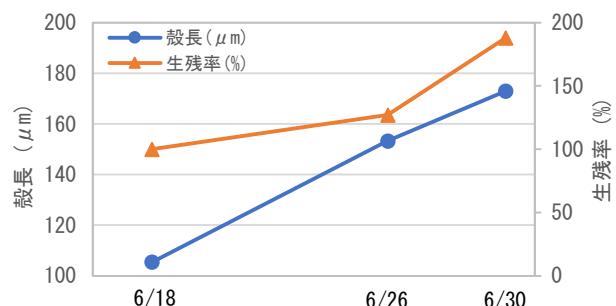


図2 ホッキガイD型幼生飼育時の殻長と生残率

7 養殖業成長産業化技術開発事業（公募型研究）

担当者 栽培技術部 三坂 尚行・川崎 琢真・井上 智

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、寿司や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、国内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、生食用素材として市場に求められる大型個体を生産するための飼育期間が夏季の水温上昇のため、十分に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点などがあげられる。

ニジマスや在来マス類は、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。これらの種の養殖生産量増大に向けて、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にはまず、育種を行うための基盤を構築する必要がある。そのため、国内に生息あるいは各機関で飼育されている集団を網羅的に収集して遺伝的多様性の現状を把握する必要がある。

道総研は水産研究・教育機構、北海道大学とともに、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、選抜育種を行うまでの基礎的な遺伝情報として成長と遺伝的な特徴を把握する。

（2）経過の概要

＜材料と方法＞

ア 海水移行時期が異なる2群の成長把握

北海道でサクラマスの養殖を行う際には、太平洋側などで想定される春期に海水移行するパターンと、日本海側などで想定される秋期に海水移行するパターンがある。それを踏まえて、さけます・内水面水産試験場から5月に輸送した森在来系種苗を海水移行し、太平洋側の環境に即して夏季の水温を概ね20°C以下に調整して飼育する群（春期海水移行群）と、同様に11月に輸送した同系種苗を海水移行し、日本海側の環境に即して冬期の水温を概ね5°C以上に調整して飼育する群（秋期海水移行群）を設定した。なお、春期海水移行群については、7月末に大型群と小型群の2群に分け、小型群については11月から秋期海水移行群と混合して飼育した。また、これらの群については水温の高い8月と9月を除いて毎月全個体の体重測定を実施した。

イ 個体別の淡水・海水飼育時の成長相関解析

淡水中での初期成長が、その後の海水中での成長に影響するかどうかを把握するため、アの春期海水移行群について、各個体に挿入したピットタグにより個体識別し、さけます・内水面水産試験場での淡水飼育期間中の成長と、栽培水産試験場での海水飼育期間中の成長の相関を検討した。

ウ フィールドでの飼育試験

サクラマス養殖の事業化を見据え、現場での飼育データを収集するために、道東太平洋側の大樹町旭浜漁港に設置した網いけす（縦横各5m、深さ3m）に、さけます・内水面水産試験場で飼育していた森在来系の種苗を5月に収容した。収容後は現地の大樹サクラマス養殖事業化研究会が主体となり、給餌等の管理業務を実施した。

（3）得られた結果

ア 海水移行時期が異なる2群の成長把握

春期海水移行群は5月19日に栽培水産試験場に輸送し、1日かけて海水馴致した。輸送時の平均体重は87gであった。これらには市販の配合飼料を与えて飼育した。7月末に大型群（平均体重356g）と小型群（同220g）の2群に分けて飼育したところ、3月末の平均体重は大型群で1,723gに、小型群は1,031gになった（図1）。7月末以降の瞬間成長率（SGR）はそれぞれの群で0.65%、0.64%でほぼ同じ値を示した。

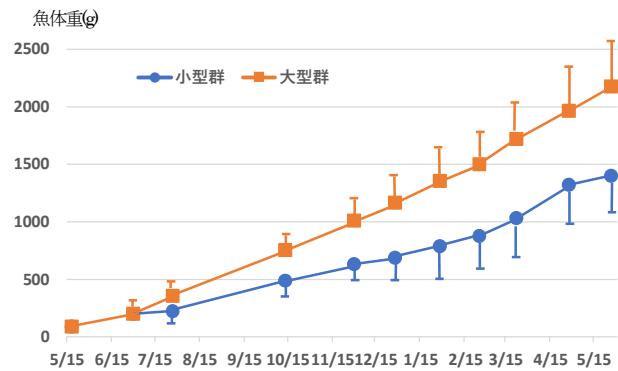


図1 春期に海水移行したサクラマスの魚体重の推移

なお、2019年は8月21日から9月20日の間の平均水温が19.5°Cで、一日の平均水温が20°Cを超えた日が14日あり、その後10月中旬までのへい死率が17.5%に達した。それに対し、2020年は調温海水を使用したため、同期間の平均水温は18.9°Cで、一日の平均水温が20°Cを超えた日は2日のみであり、10月中旬までのへい死率は6.8%にとどまった。(図2)。このことから、夏季の高水温が生残に影響を及ぼす可能性が示され、春期海水移行で養殖を行う際には、夏季の水温が20°C以上になる期間ができるだけ短い海域を選定することが重要であると示唆された。

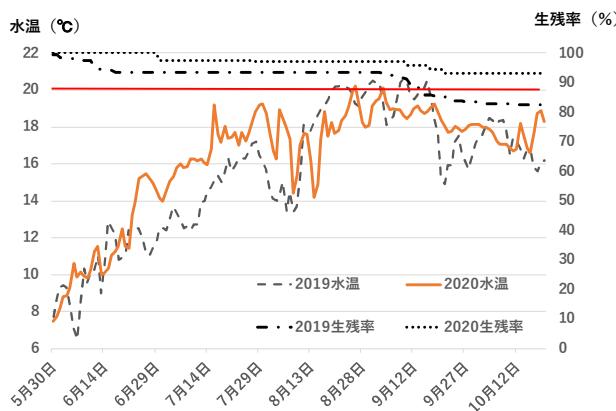


図2 2019年と2020年のサクラマス飼育水温とへい死率の推移

秋期海水移行群は11月4日にさけます・内水面水産試験場から栽培水産試験場に輸送し、2日間かけて海水馴致した。その後、上記の春期海水移行群の小型群と混養した。11月末の平均体重は秋期海水移行群が387g、春期海水移行小型群が628gであった。これらを飼育したところ、3月末には平均体重がそれぞれ697g、1,031gとなった(図3)。飼育期間中のSGRについてはそれぞれ0.44、0.51であり、秋期に移行した種苗は、春期に移行した種苗よりも成長速度が速いことがわかった。

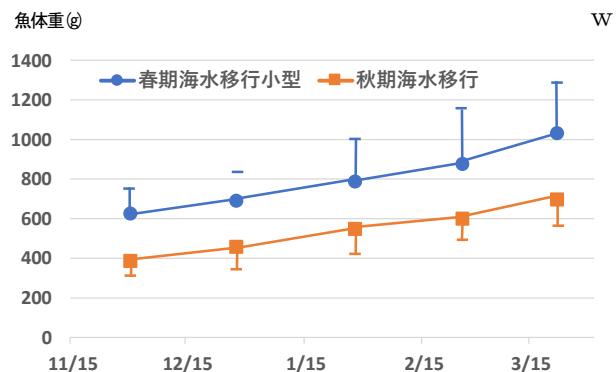


図3 春期海水移行小型群と秋期海水移行群の魚体重の推移

イ 個体別の淡水・海水飼育時の成長相関解析

さけます・内水面水産試験場で淡水飼育された期間(3-5月)と、栽培水産試験場で海水飼育された期間(5-12月)の各個体の成長倍率の相関を見たところ、両者に間に相関は見られなかった(図4)。このことから、淡水中での高成長個体を選んでも、必ずしも海水中での高成長が得られるわけではないことがわかった。

海水飼育時(5-12月)の成長倍率

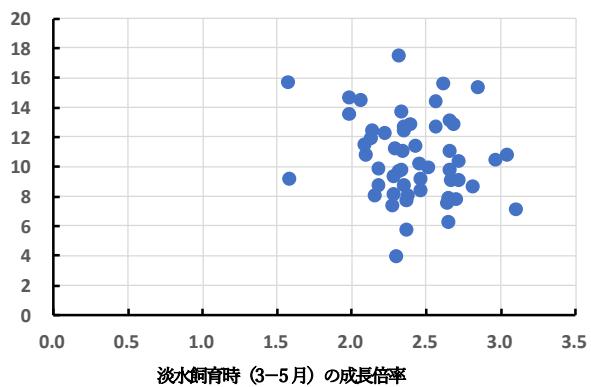


図4 個体別の淡水・海水飼育時の成長倍率の関係

ウ フィールドでの飼育試験

5月20日にさけます・内水面水産試験場から平均体重73g、50gの幼魚それぞれ179尾、183尾を大樹漁業協同組合荷捌き所に設置した水槽に輸送して1日半海水馴致した後、馴致中にへい死した4尾を除いて網いけずに収容して飼育した。7月20日に全個体の体重測定を行ったところ、前者および後者の平均体重はそれぞれ250g、149gに達していた。この時点での生残尾数は350尾で生残率97.8%、また飼料効率も98.5%と高い値を示した。

その後9月下旬に起きた大時化に伴う波浪が港内にもおよび、いけすの網が激しく揺られたことに起因すると思われる大量へい死が発生し、飼育魚はほぼ全滅した。しかし8~9月の高水温時に確認されたへい死魚は2尾にとどまったため、本海域では水温環境的に、春に種苗を海水移行して越夏するスタイルの養殖が実施できる可能性が示された。

8 食品製造残渣及び水産系廃棄物を活用した養殖サーモン成魚用の低コスト飼料開発（公募型研究）

担当者 栽培技術部 井上 智・三坂 尚行
 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
 中央水産試験場
 エネルギー・環境・地質研究所

(1) 目的

近年、天然魚介類の漁獲量が頭打ちとなっている中、世界的な魚介類への需要増に対応するため、計画生産可能な養殖への期待が高まり、国内でもご当地サーモンの養殖生産が活発化している。飼料コスト削減のためには、魚粉タンパクや魚油に代わる安価な原料といった飼料組成の改善に関する検討を行う必要がある。そこで本研究では道内のジャガイモから製造されるデンプンの廃液から造られる飼料タンパク、燻製工場から定期的に排出されるサーモン残渣オイル、ホタテ未利用資源等の水産系廃棄物の3つに注目し、これらを北海道特有の養魚用飼料原料として活用し、養殖サーモン用の低コスト飼料を開発する。

(2) 経過の概要

サクラマス1歳魚に対し、ホタテウロエキスを添加した飼料および魚油をサーモンオイル残渣オイルで置換した飼料を給餌し、成長および飼料効率を調査した。また、サクラマス2歳魚に対し6トン円形FRP水槽でホタテウロエキスを添加した飼料による成長追跡試験を行った。

＜材料と方法＞

ア 道内産業廃棄物を活用した環境配慮型の低コスト飼料開発

サクラマス1歳魚(87 g)を500 Lパンライト水槽に20尾ずつ収容し、市販飼料にホタテウロエキス(AE)をウェットベースで0, 2, 4および6%添加した飼料並びに魚油をサーモンオイル(SO)で0, 25, 50および100%置き換えた自作飼料の2系統8種の餌の給餌試験をそれぞれ2群で行った。試験は8週間を行い、最初の2週間は毎日摂餌量を測定し、摂餌率(摂餌重量/魚体重)および飼料効率(増重量/給餌重量)を計算した。後の6週間は2週間おきに魚体重を測定した。

サクラマス2歳魚(260 g)を6トン円形FRP水槽に34尾ずつ収容し、AEを無添加(control)およびウェットベースで6%添加した市販飼料の2種の餌で2群の飼育試験を行った。3カ月間飼

育を行い、1カ月おきに魚体重を測定した。

(3) 得られた結果

ア 道内産業廃棄物を活用した環境配慮型の低コスト飼料開発

飼料効率はAE添加飼料では添加量が6%のときに最もよくなった(表1、順列検定, $p < 0.05$)。SO置換飼料では有意差は得られなかつた(順列検定, $p > 0.05$)。摂餌率はAE添加量による差はみられず(順列検定, $p > 0.05$)、SO置換飼料では50%置換で高い値となった(順列検定, $p < 0.05$)。

表1 AE 添加飼料およびSO置換飼料を与えたときの飼料効率および摂餌率

試験区	飼料効率(%)	摂餌率(%)
AE 0 % - A	102	2.01
AE 0 % - B	95	1.89
AE 2 % - A	103	2.23
AE 2 % - B	86	1.83
AE 4 % - A	105	1.98
AE 4 % - B	104	1.99
AE 6 % - A	117	1.64
AE 6 % - B	110	1.97
SO 0 % - A	132	1.57
SO 0 % - B	113	1.77
SO 25 % - A	126	1.91
SO 25 % - B	134	1.76
SO 50 % - A	125	2.03
SO 50 % - B	110	2.09
SO 100 % - A	117	1.87
SO 100 % - B	108	1.87

魚体重の推移を図1、2に示した。試験区間における成長に有意な差はなかった($p > 0.05$)。従って、AEは今回試験した上限の6%までの添加およびSOは100%までの置換が可能であるが、飼料効率および摂餌率の結果を踏まえて、AE 6%添加飼料およびSO 50%置換飼料が適した配合割合であると考えられた。

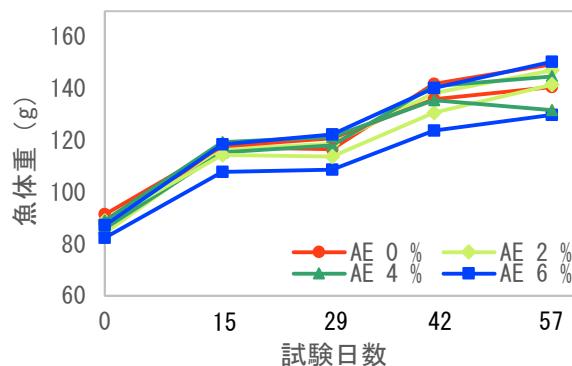


図1 サクラマス1歳魚にAE添加飼料を与えたときの成長

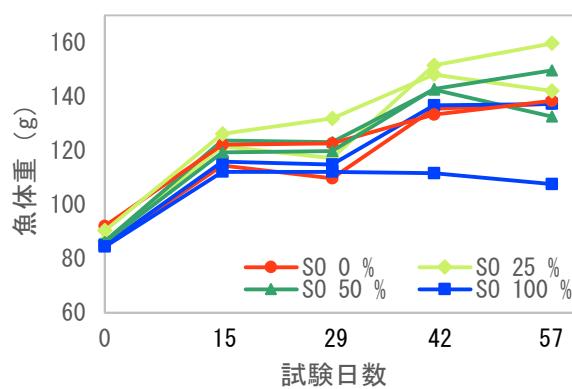


図2 サクラマス1歳魚にSO置換飼料を与えたときの成長

2歳魚による飼育試験では、飼育当初は順調に成長したが、28日目から53日目にかけて成長が鈍った。これは冬季の低水温が原因と考えられ、わずかに昇温させたことで53日目以降は再び成長した。しかし、最終的な成長にAE添加の効果は有意差がみられなかった(t検定, p > 0.05)

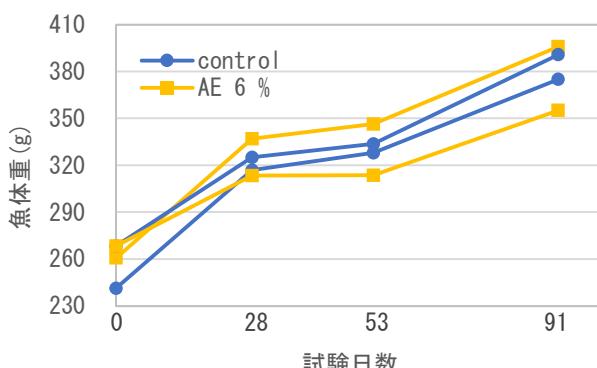


図3 サクラマス2歳魚にAE 6%添加飼料を給餌したときの成長

9 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、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。

新型コロナウイルスクラスターが発生したことにより延期となった。

（2）経過の概要

2020年度は、2019年度に製作した試験運を奥尻町にて沖出しだとともに新たに資材の開発を行い、得られた採苗資材にイワガキ人工種苗の付着を行った。尚、調査地における新型コロナウイルスクラスターの発生のため、2020年度に予定していた2019年度に採苗したカキの現地調査を2021年度に延期した。

＜材料と方法＞

2019年度に採苗した試験用カキは、2020年春の沖出しまで試験場内で給餌飼育を行った。2020年度の新たな採苗試験を行うため、全12パターン、計36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

2020年3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1,000個の幼生の割合で着底させた。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、2020年5月に2019年度採苗の稚貝と一緒にして、奥尻町で沖出した。これらの試験サンプルは、2020年9月から12月にかけて成長を確認次第、現地調査を予定していたが、2020年12月に調査地で

10 ホタテガイのフランシセラ感染症の総合的対策に向けた基盤的研究 (公募型研究)

担当者 栽培技術部 三坂 尚行

共同研究機関 東京大学、函館水産試験場

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖は道南地域の基幹産業である。しかし2015年以降、稚貝の生育不良と耳吊り後の生残率低下が頻発している。これまでの調査で閉殻筋に膿瘍を発症しているホタテガイが見られること、耳吊り1連あたりの生残率と膿瘍の発症率には負の相関があること、膿瘍部に細菌 *Francisella halioticida*(以下 Fh 菌)が大量に感染していることなどが判明した。また東京大学等が行った感染試験により、Fh 菌はホタテガイに致死性の病原性を示すことが明らかとなった。これらのことから養殖ホタテガイの生育不良や生残率低下にはFh 菌の関与が疑われる。一方これまでの調査で、Fh 菌の保菌率が高いにもかかわらず膿瘍発症率が低い事例や、保菌率が低いにもかかわらず生残率が低下する事例もあり、対策を検討する上で必要な、Fh 菌の感染実態に関する疫学的な情報、疾病発生機序に関する病理学的な情報、防疫に関する情報が不足している。そのため、本研究ではフィールドでの調査および実験学的手法により、本感染症に関する知見を集積し、防疫や養殖技術の改良に資することを目的とする。

(2) 経過の概要

<材料と方法>

ア 種苗の移動による Fh 菌拡散可能性の検討

噴火湾胆振地区の1漁家において、8月の仮分散、9月本分散の稚貝を採集するとともに、その後ザブトンかごに収容した稚貝を耳吊り前の3月まで12月を除いて毎月30個体採取し、閉殻筋を用いてFh 菌対象のPCR検査を行い、かごの段毎のへい死率・欠刻変形・内着発生率を調査した。またFh 菌保有の稚貝と保有していない稚貝を、それぞれ成貝と同一水槽で飼育し、Fh 菌を保有した稚貝を移動することによる菌の拡散の可能性について検討した。

イ 北海道南部海域における養殖場の疫学調査

噴火湾胆振地区の1漁家において、4月の耳吊り開始時から3月の取り上げ時まで、12月を除いて毎月1連を買い上げて、全体の生残率、内着発生率、膿瘍発症率を調査するとともに、上・中・下段から10個体ずつを採取し、閉殻筋を用いてFh 菌対象のPCR検査を行った。また、1~2月に胆振の4地区から耳吊り1連ずつを買い上げて同様の調査を行い、Fh 菌保有率の季節的

変動や、地理的なFh 菌の浸潤状況等について調査した。

ウ 飼育試験による再現・検証と改良養殖法の開発

11月に噴火湾胆振地区の1漁家で採取した稚貝を用いて、Fh 菌の人為感染試験を実施した。飼育試験に先立ち、採取した稚貝のうち30個体をFh 菌対象のPCRに使用し、感染試験に用いた稚貝に保菌がないことを確認した。稚貝を $4.3 \sim 7.5 \times 10^5$ CFU のFh 菌液に浸漬し、自然海水温下($4.1 \sim 10.7^\circ\text{C}$)で43日間飼育を行った後に $13.8 \sim 16.7^\circ\text{C}$ に昇温して23日間飼育した。自然水温下、昇温飼育下での死亡率を算出するとともに、死亡個体および生残個体についてFh 菌対象のPCR検査を行い、飼育水温ならびに水温変化が死亡率や菌の検出率に及ぼす影響を調査した。

(3) 得られた結果

魚病に関する研究成果は適切な方法で情報公開を行う必要があるため、本事業報告書では結果に関する具体的なデータおよび記述は見合わせることとした。

1.1 閉鎖循環型養殖システムにおける天然物質を利用した真菌症防除技術の開発（職員研究奨励事業）

担当者 栽培技術部 田園 大樹

（1）目的

魚介類の飼育において、微生物による疾病は重要な問題の一つである。特に飼育水を循環処理して生物を飼育する閉鎖循環型養殖システムでは、換水が行われないため飼育システム外に病原体が排出されず、疾病が発生すると飼育生物が全滅するリスクが高い。すでに循環システム内に設置する紫外線照射殺菌装置やオゾン殺菌装置などが開発されているが、効果やコストの面から万能とは言えない。このため、閉鎖循環型養殖システムにおいて疾病のリスクを簡易的に低減する技術の開発が必要である。

クルマエビをはじめとしたエビ類やアワビ類など一部の軟体動物は魚類に比べると運動性が低く、限られた空間内で生物を飼育する閉鎖循環型養殖に適した生物と言える。一方、これらの無脊椎動物では、フザリウム属やハリフトロス属などの真菌が重大な疾病を引き起こす。無脊椎動物に利用可能な水産用医薬品は、現在の法律上、甲殻類の麻酔剤のみである。そのため、真菌、いわゆるカビなどに近い仲間にに対して、医薬品を用いて治療や防除を行うことはできない。

棘皮動物であるニセクロナマコ *Holothuria leucospilota* 等のナマコ類が有するサポニンの一種には抗真菌作用があることが知られており、本作用を利用したヒト用の白癖治療薬が市販されている。また、ハーブ等の植物精油成分が、*Candida* 属等の真菌に対し、生育阻止効果示すことが実験的に明らかにされている。換水を行わない閉鎖循環型養殖システムにおいて、これらの物質を一定量飼育水に添加することで、真菌による疾病的発生を防除できる可能性がある。

本研究では、真菌症を防除するために利用できる天然物質を探索し、それらを閉鎖循環型養殖システムに利用するための見を得ることを目的とした。

（2）経過の概要

＜材料と方法＞

ア 天然物質の真菌への感受性試験

観賞用に市販されている亜熱帯性のクロナマコ *Holothuria atra* の体壁を切り出し、エタノールにより抽出してサポニンが含まれるとみられる液状画分を得た。この液状画分がエビ類から分離した真菌に対し、生育阻止効果示すか、ペーパーディスク

法により感受性試験を行った。

また、植物性の天然物質として、市販の食用ハーブ、スパイス等 12 種類について海水抽出液や草体、精油について、同様に感受性試験を行った。

イ 天然物質の水生生物への曝露による急性毒性試験

真菌に対し有効な生育阻止効果が見られた天然物質について、クルマエビ養殖等への応用を念頭に、エビ類を試験動物に使用して短期における生残への影響を確認した。有効阻止濃度の天然物質を添加した海水にエアレーションのみを行い、活エビ（イシテングコテナガエビ等）をいれ、行動異常や死亡が発生しないかを確認した。

ウ 天然物質の生物ろ過への影響試験

閉鎖循環型養殖システムではろ過槽に生育するバクテリアによって飼育水質を維持する。このため天然物質が真菌のみならずこれらのバクテリアにも影響しないか確認する必要がある。そこで、ひも状接触ろ材、および多孔質セルロース脱窒材をピペット洗浄機内に設置した間歇ろ過式硝化脱窒槽を設けた閉鎖循環型養殖システムを構築した。ろ材への硝化、脱窒細菌の定着を促すためシステム内で体長 15cm 程度のキツネメバル *Sebastes vulpes* 1 尾を給餌飼育し、アンモニア態窒素および無機態全窒素が数日内に除去されることを確認した。魚を取り除いた後、天然物質が入っていない状態と入れた状態において、塩化アンモニウム水溶液を、飼育水中のアンモニア態窒素濃度が約 10ppm となるように添加し、以降の水中のアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、および無機態全窒素イオンの濃度変化を指標にそれぞれの除去に要する時間を比較した。

（3）得られた結果

ア 天然物質の真菌への感受性試験

感受性試験の結果、サポニンが含まれる画分は、明瞭な生育阻止効果を示した（図 1）。また、同様に供試したハーブ、スパイス類 12 種類のうちチョウジ、シナモンの精油、およびコエンドロ、マスタードシード、クミンシードの 3 種の草体成分について真菌に対する有効な生育阻止効果を確認した。サポニン、コエンドロ、マスタードシード、クミンシードの 3 種は水溶性成分に有效成分が存在するとみられ、閉鎖循環型養殖に利用できる可能性が示された。

イ 天然物質の水生生物への曝露による急性毒性試験

真菌に対する生育阻止効果があった天然物質のうち水溶性であるサポニン、コエンドロ、マスタードシード、クミンシードの4種について、有効阻止濃度でのエビ類生体への急性毒性の評価を行った。いずれの天然物質も1日程度の曝露であれば、死亡や異常行動などの変化は見られなかった。ナマコ類の有するサポニンについては、既往知見では魚類や甲殻類に強い急性毒性を示すことが報告されているが、本試験では毒性による死亡等は確認されなかつた。

ウ 天然物質の生物ろ過への影響試験

真菌に対する生育阻止効果があった天然物質のうち水溶性のコエンドロ、マスタードシード、クミンシードの3種について、若干の効率低下が確認される場合があったものの、有効阻止濃度における間歇ろ過式硝化脱窒槽の活性は概ね維持された。



図1 サポニンによりペーパーディスク周辺の培地上での生育が阻止された真菌

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。2020年度は前年度を上回り、4.3万トンとなった（表1）。

漁法別にみると、2020年度の漁獲量は刺し網漁業では2.1万トンで前年度（2.7万トン）と比べて20%減となり、定置網漁業では7,384トンで前年度（376トン）と比べて大幅に増加した。沖底漁業は13,795トンと前年度（12,358トン）に比べて増加した（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）。

イ 漁獲物の生物測定調査

2020年度は、刺し網漁獲物については登別と様似に水揚げされたものの中から標本を採集した。標本

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			沖底	合計	年度	沿岸			沖底	合計
	刺し網	定置網	その他				刺し網	定置網	その他		
1985	89,928	9,991	249	12,540	112,708	2005	49,539	10,960	219	19,838	80,556
1986	82,644	1,972	250	14,108	98,973	2006	45,933	3,177	285	19,743	69,139
1987	92,222	4,950	222	13,164	110,559	2007	47,873	6,136	535	26,699	81,243
1988	65,242	12,093	260	66,364	143,959	2008	46,613	4,928	411	21,652	73,604
1989	66,388	15,039	408	136,321	218,155	2009	55,673	9,962	410	18,968	85,012
1990	36,276	12,351	393	10,048	59,069	2010	55,362	21,241	616	19,027	96,246
1991	47,042	5,989	440	13,259	66,729	2011	40,769	18,750	449	19,769	79,738
1992	66,473	15,009	374	16,734	98,590	2012	45,325	4,581	131	20,086	70,123
1993	54,338	7,268	781	13,349	75,735	2013	47,335	4,997	148	20,229	72,709
1994	32,409	13,711	496	21,931	68,546	2014	41,778	759	105	21,529	64,171
1995	45,644	9,069	334	24,222	79,268	2015	32,455	1,416	118	15,464	49,453
1996	30,940	15,565	245	9,506	56,255	2016	24,776	924	117	14,702	40,520
1997	28,771	22,807	252	13,079	64,909	2017	26,551	4,900	58	9,211	40,720
1998	52,388	28,675	206	16,508	97,778	2018	23,552	1,084	83	10,541	35,260
1999	84,911	39,255	254	28,320	152,740	2019	26,809	376	32	12,358	39,576
2000	73,289	17,525	183	21,606	112,603	2020	21,298	7,384	46	13,795	42,524
2001	46,015	7,552	354	19,843	73,762						
2002	19,685	922	169	15,237	36,013						
2003	28,665	16,037	265	19,726	64,692						
2004	45,779	24,043	284	19,935	90,042						

年度計（4～3月），2019および2020年度は暫定値

集計範囲：函館市恵山地区（旧恵山村）からえりも町

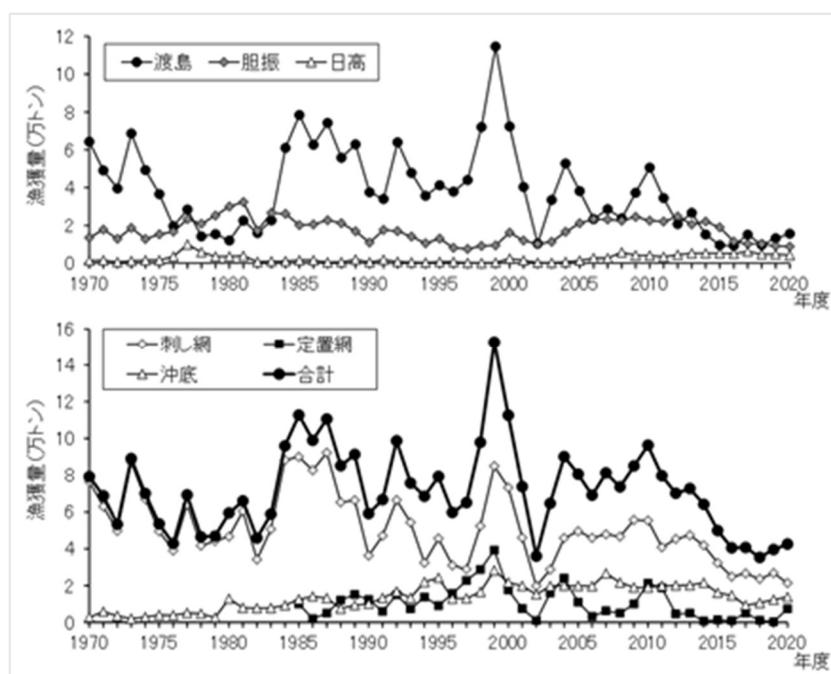


図1 道南太平洋海域におけるスケトウダラの振興局別（上），漁業種別漁獲量（下）

の採集状況は、登別は10月21日～2月6日に計5回、515個体であった。様似は、11月26日から1月

26日に計5回、500個体を測定した。様似における漁獲物の性比はほぼ1:1で推移した（図2）。成熟

度は、雄では期間を通して成熟個体（成熟度 30）が多く、1月になると放精終了個体がみられた。雌では12月になると透明卵を持つ個体（成熟度 31～33）が増加し、1月には排卵個体（成熟度 40）や産卵終了個体（成熟度 50）がみられた（図 3）。GSI は、雄では時期が進むに従い次第に減少した。雌は、12月下旬にかけてやや増加した後、1月にはばらつきが大きくなつた（図 4）。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、2021 年 1 月 26 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。

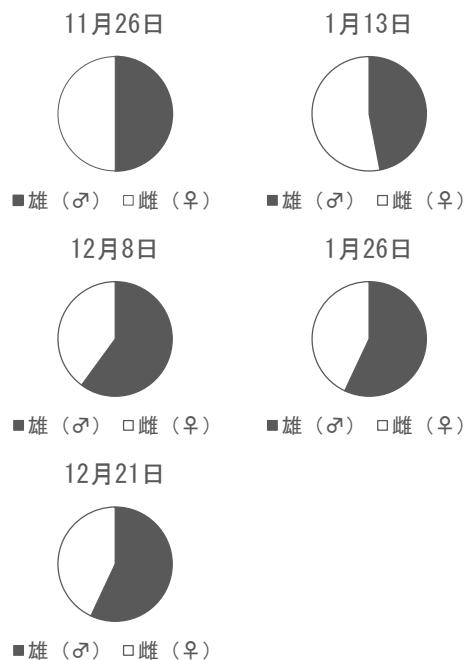


図 2 様似における性比の推移

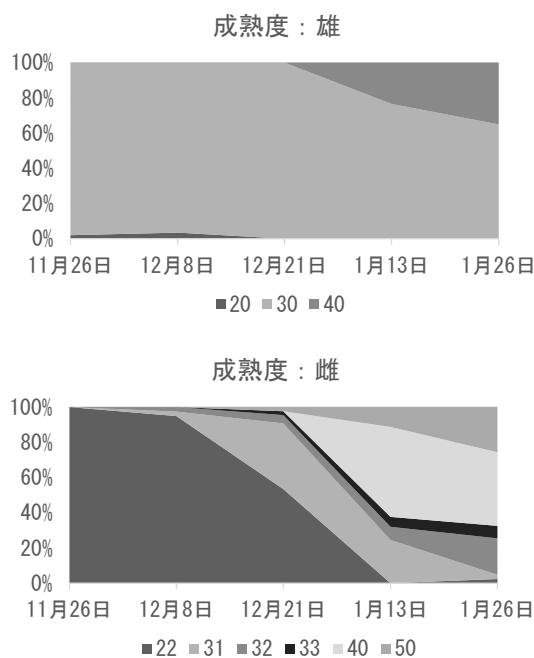


図 3 様似における成熟度の推移

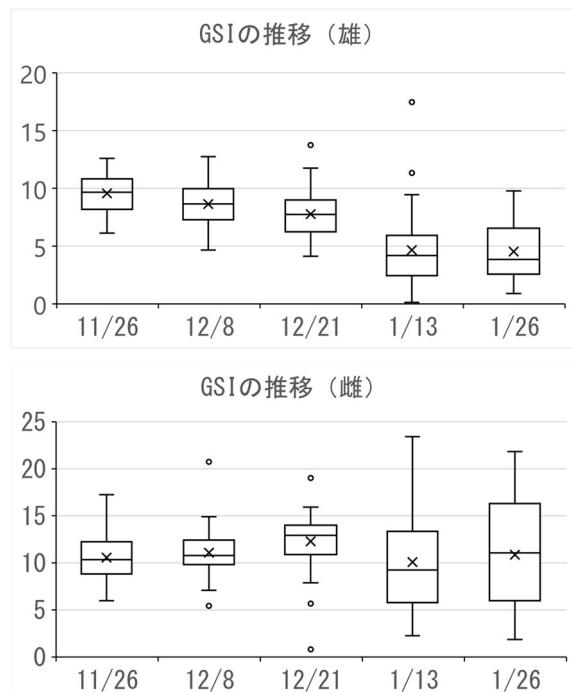


図 4 様似における GSI の推移

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2019年8月1日～2020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、2019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～2019年12月）、および水試集計速報値（2020年1～7月）を用いて漁獲量を集計した。集計範囲を渡島総合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）、胆振総合振興局管内および日高振興局管内とした。

これら年度年集計のほかに、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2020年の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年以降はやや増加し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トンと高くなったが、2014年度には352トンへ減少した。その後、再び増加し2019年度は457トンとなった。そのうち苫小牧漁協の漁獲量が最も多く96トンで全体の約21%であった（図1下、表1）。

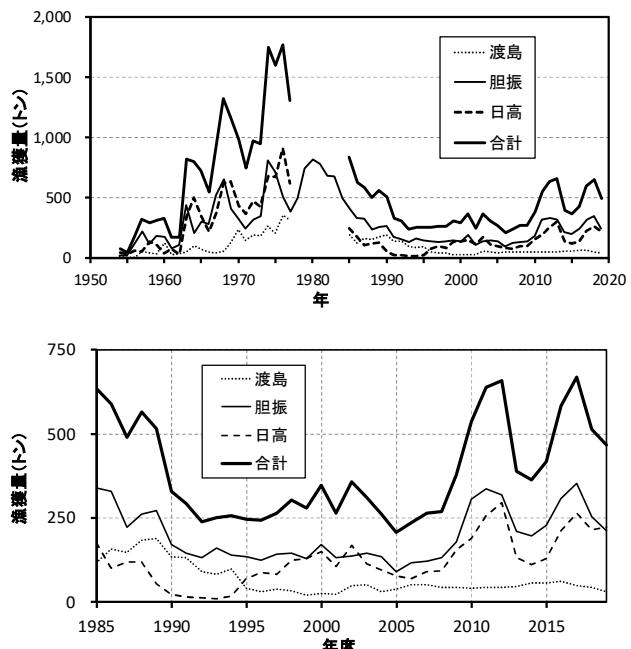


図1 道南太平洋におけるマガレイ漁獲量の推移
上図：暦年集計（1月～12月），1978～1984年の渡島総合・日高振興局管内については未集計
下図：年度集計（8月～翌年7月）

マガレイは、主に産卵期である5~6月に漁獲（全体の約7%）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2）。

1985年度以降の漁獲金額については、1985~1989年度は5億円を超えていたが、その後減少し2005年に1.1億円へ低下した。2012年度には2億円以上へ増加したが、その後再び減少し、2019年度は1985年度以降では最低の約0.9億円となった。単価については、

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 (円/kg)	年度	漁獲量(トン)			漁獲金額			単価 (円/kg)
	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	534	51,690	815		2003	51	146	115	312	16,999	545	
1986	156	330	102	590	52,890	897		2004	31	135	97	263	14,409	548	
1987	147	224	120	491	52,170	1,063		2005	39	90	77	207	11,131	538	
1988	183	262	120	565	56,424	1,034		2006	51	117	69	237	11,537	486	
1989	188	272	55	511	56,308	1,091		2007	52	123	66	261	13,356	503	
1990	136	172	23	331	40,143	1,214		2008	45	133	93	271	12,655	467	
1991	133	145	16	294	35,838	1,219		2009	43	180	154	378	14,857	393	
1992	91	133	14	239	28,453	1,195		2010	42	307	188	538	19,873	369	
1993	83	160	9	252	27,217	1,081		2011	44	336	257	638	19,521	306	
1994	99	141	18	258	27,445	1,065		2012	43	320	297	660	20,376	309	
1995	41	134	70	245	23,314	951		2013	46	211	133	390	14,129	362	
1996	32	123	89	244	19,807	810		2014	56	196	112	364	14,108	388	
1997	40	142	83	284	21,460	812		2015	57	229	131	417	14,171	340	
1998	34	145	125	304	21,630	711		2016	63	308	213	584	15,839	271	
1999	21	130	125	280	17,357	619		2017	49	354	266	669	15,974	239	
2000	25	172	151	348	23,271	668		2018	43	255	216	514	11,212	218	
2001	24	133	104	264	18,383	697		2019	32	212	224	468	8,821	188	
2002	49	138	169	357	21,830	612									

資料：漁業生産高報告（速報値含む）集計期間：8月～翌年7月、2019年1～7月は水試集計速報値
渡島総合振興局の集計範囲：函館市恵山地区～長万部町、ただし八雲町熊石地区を除く

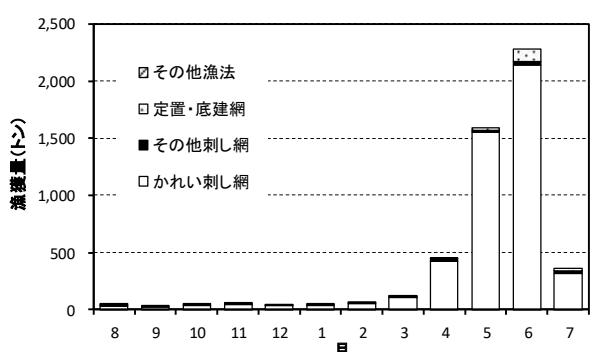


図2 道南太平洋海域におけるマガレイの漁業種類別月別漁獲量（2010～2019年度平均）
資料：漁業生産高報告

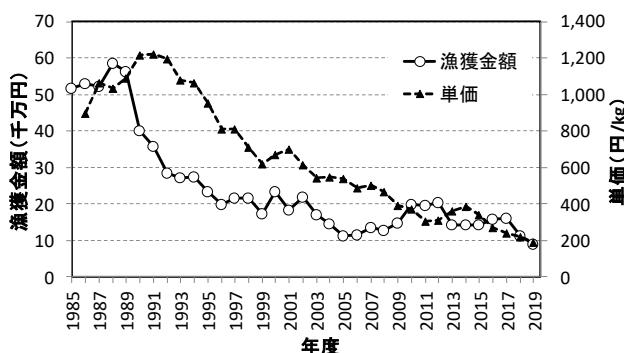


図3 道南太平洋海域におけるマガレイの漁獲金額と単価の推移

1987～1994年度は1,000円/kg以上だったが、その後、減少傾向が続いているため、2019年度は1985年度以降では最低の188円/kgとなった（図3）。

イ 漁獲努力量、CPUEの推移

かれい刺し網漁業は、漁獲対象のカレイの種類によって漁具（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、道南太平洋海域では漁獲量が最も多い苦小牧漁協（2014～2019年度の平均で道南太平洋の約24%）のかれい刺し網による漁獲量は道南太平洋全体の漁獲量を反映していると考えられる（図4）。

そこで、苦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。苦小牧漁協の延べ操業隻数は、2012年度に1,895隻と高くなかったが、その後、2014年度には1,061隻と減少した。2016年度では1,461隻と再び増加したが、2019年度は961隻と減少した（図5）。

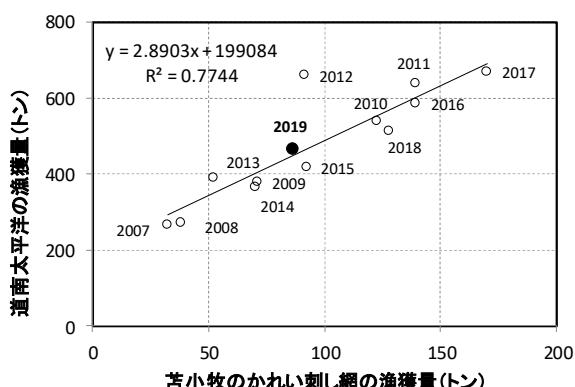


図4 苦小牧のかれい刺し網の漁獲量と道南太平洋の漁獲量との関係

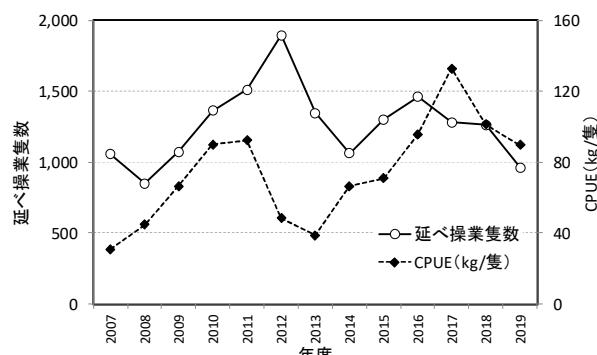


図5 苦小牧におけるかれい刺し網漁業の操業隻数とCPUEの推移

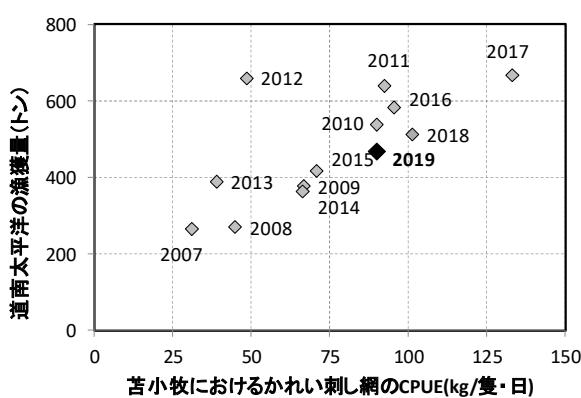


図6 苫小牧におけるかれい刺し網漁業のCPUEと道南太平洋海域漁獲量との関係

苫小牧漁協におけるかれい刺し網漁業のCPUE (kg/隻・日)は2013年度に38.8と減少したが、その後増加し2017年度には170.2と高くなった。2019年度では前年度(101.2)を下回り89.8となった(図5)。

苫小牧漁協におけるかれい刺し網漁業のCPUEと道

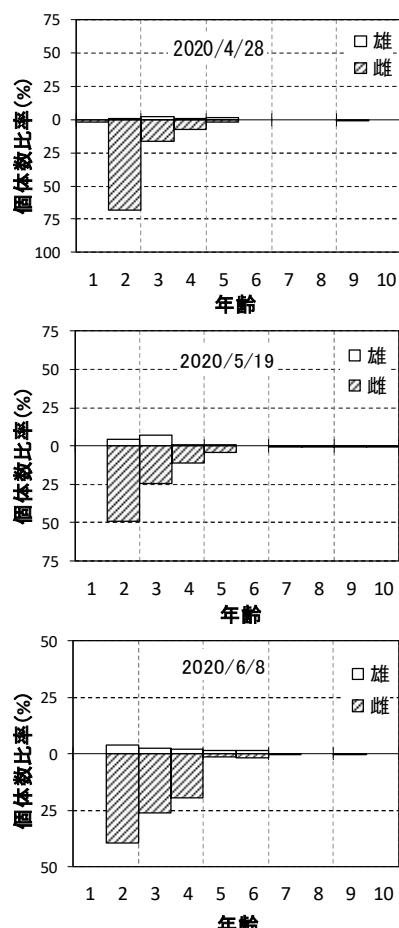


図7 漁獲物の年齢組成(苫小牧)
上図：4月，中図：5月，下図：6月

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年度は同漁協におけるソウハチの漁獲量が1985年度以降最高(1,273トン)となり、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が低くなつたと考えられる(図6)。

ウ 現在までの資源状態

2019年度(2020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、2~4歳の雌が大部分を占めていた(図7)。

2004年以降の年齢別漁獲尾数では、例年、雌雄ともに2~4歳が主体で雌の比率が高いが、2005, 2008, 2018年度のように雄の比率が高い年度も見られている。漁獲量が急増した2010~2012年度に、2007・2008年級がそれぞれ2~3歳にかけて継続して漁獲され漁獲物の主体を構成していたことから、これら年級は豊度が高かったと考えられる(図8)。

これらの特徴から、2014・2015年級も同様に豊度が高かったと考えられ、それらの年級の漁獲加入によって、2016~2018年度に再び漁獲量が増加した。2019年度は2016年級と2017年級が漁獲物の主体を占めてい

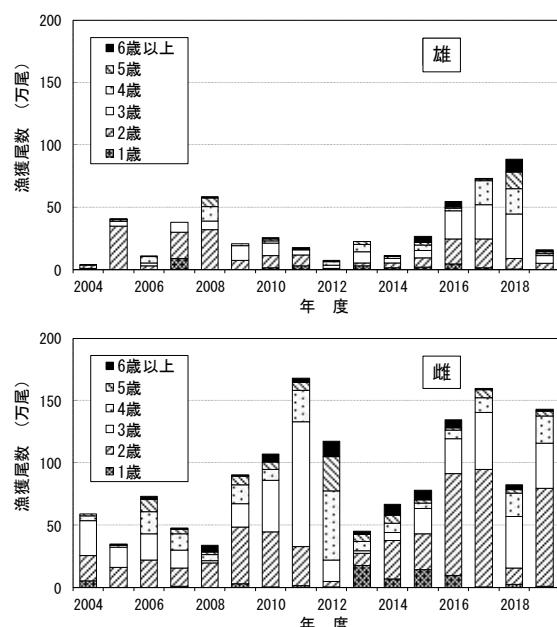


図8 道南太平洋海域におけるマガレイの年齢別漁獲尾数
上：雄，下：雌

た。2016年級については、前年に2歳時点での漁獲尾数は多くなかったことから、近年の中では豊度は高くないと考えられる。一方、2017年級は2歳時点の漁獲尾数が2014・2015年級並みであったことから現時点では豊度の高い年級群である特徴を示している（図8）。

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。2019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9）。

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年級と2014年級の豊度が高く高水準を維持した。2020年度では2019年度に比べ2017年級（3歳）は多くなり、2016年級群（4歳）は少なくなると思われるが、2018年級（2歳）の加入量は不明であることから予測は困難である。しかし近年の漁獲量は500トン前後で推移していること、CPUEは80(kg/隻)以上を維持していることから、今後の資源動向は「横ばい」とした。

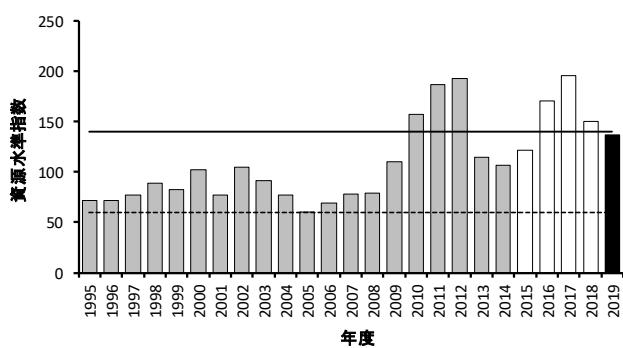


図9 道南太平洋海域におけるマガレイの資源水準

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

渡島総合（太平洋側），胆振総合，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2019度漁期（2019年8月～2020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。2020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

2019年度には，胆振管内の刺し網漁獲物標本は苦小牧で，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。その後3千～4千トン台で増減を繰り返し，2019年度は3,328トンの漁獲があった。

2019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808トンで，前年度（880トン）と比べて減少した（表1）。胆振管内では740トンで，前年度（904トン）と比べて減少した。日高管内では1,280トンと大幅に減少した（前年度2,020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

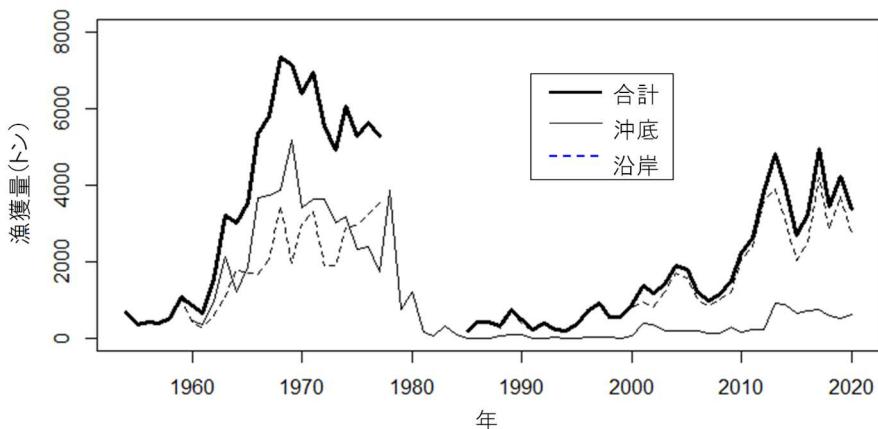


図1 道南太平洋における漁業種別のソウハチ漁獲量（暦年集計）

表1 道南太平洋におけるソウハチ漁獲量（漁期年度集計）

年度	沿岸漁業				沖底	合計
	渡島	胆振	日高	小計		
1985	227	98	19	344	8	351
1986	328	157	6	491	2	493
1987	141	69	17	227	5	232
1988	344	317	12	674	108	782
1989	195	242	13	449	131	580
1990	79	84	4	166	31	197
1991	241	136	3	380	16	396
1992	127	94	6	227	32	259
1993	100	64	7	171	16	187
1994	88	119	59	267	12	279
1995	178	280	248	706	27	733
1996	218	315	293	826	40	867
1997	174	214	157	545	47	592
1998	216	176	65	457	16	473
1999	285	330	108	723	54	777
2000	450	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	936	489	204	1,628	195	1,823
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	610	318	242	1,169	189	1,358
2009	997	565	372	1,935	231	2,166
2010	984	683	647	2,314	215	2,529
2011	1,540	1,010	896	3,447	198	3,645
2012	1,968	1,269	424	3,662	478	4,139
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	4,650
2017	1,084	912	1,205	3,201	556	3,756
2018	880	904	2,020	3,804	527	4,331
2019	808	740	1,280	2,828	501	3,328

2019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

2019年度の沖底漁獲物の生物測定は、2020年2月20日に行った。銘柄ごと（大、中、小、バラ）に標本を購入し、合計148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、2020年5月14日、6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159、166であった。渡島管内の刺し網漁獲物については、2020年5月28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、163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12.7千トンで、前年度（16.1千トン）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 吉村 圭三・安宅 淳樹
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 2020 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、北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計から、小海区「登別沖」～小海区「恵山沖」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 2020 年 12 月に鹿部漁協（渡島管内）のはたはた小型定置網およびいぶり中央漁協（胆振管内）の刺し網によってそれぞれ漁獲された漁獲物から標本を採取して行った。このデータといぶり中央漁協（胆振管内）から入手した銘柄別の年間漁獲量のデータを基に、渡島・胆振地区の 2020 年におけるハタハタの年齢別漁獲尾数を求めた。

(ウ) はたはた刺し網漁業の CPUE

努力量（延べ出漁隻数：日・隻）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・日別漁獲量を入手し、これを集計することにより求めた。CPUE (kg/(日・隻)) は、漁獲量 (kg) を努力量 (日・隻) 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（1985～2019 年）および水試集計速報値（2020 年）を用いた。集計範囲は日高振興局管内の市町村とした。沖合底びき網漁業の漁獲量には、北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計から、小海区「静内三石沖」～小海

区「浦河沖」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

日高管内栽培漁業推進協議会が中心となり 2020 年 12 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あてた。

(ウ) はたはた刺し網漁業の CPUE

2006～2020 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。

(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、2020 年の漁獲量は 4 トンで前年（7 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くが、それ以後は再度減少ていき、2020 年には 41 トンとなった。

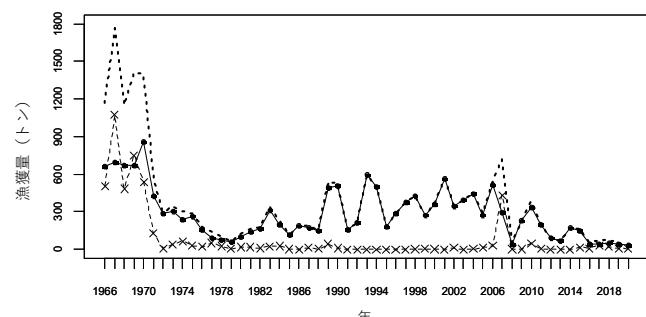


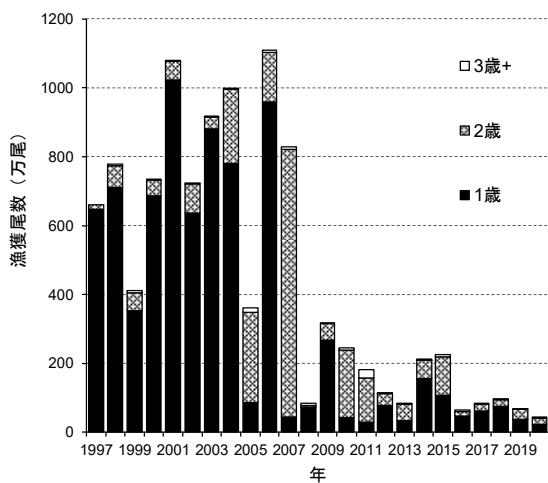
図 1 渡島・胆振海域におけるハタハタ漁獲量の経年変化

表1 胆振・渡島海域におけるハタハタ漁獲量（トン）

年	沿岸漁業（渡島）		沿岸漁業（胆振）		沿岸 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		
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		
1997	7	250	13	107	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
2020	4	1	1	35	41	4	45

(イ) 生物測定調査

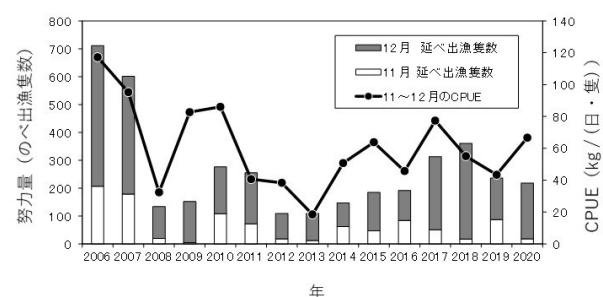
2020年の渡島・胆振海域において、オスでは1歳魚が10.7万尾、2歳魚が4.1万尾、3歳魚以上が1.2万尾漁獲されていた。一方、メスでは1歳魚が11.1万尾、2歳魚が14.0万尾、3歳魚以上が2.6万尾と、2歳魚の方が1歳魚より多く漁獲



されていた。合計の漁獲尾数は43.7万尾で、前年(65.8万尾)と比べ減少した(図2)。

(ウ) はたはた刺し網漁業のCPUE

11~12月におけるいぶり中央漁協のはたはた刺し網のCPUE(kg/(日・隻))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。2020年のCPUEは66.7で、前年(43.4)と比べて増加した(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で公開されているため、ここでは資源評価等の詳細についてはここでは省略する。
[\(http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/\)](http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/)

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50トン未満の年が頻発し、2017年は15トン、2020年はわずか9トンと1953年以降で最低となった。

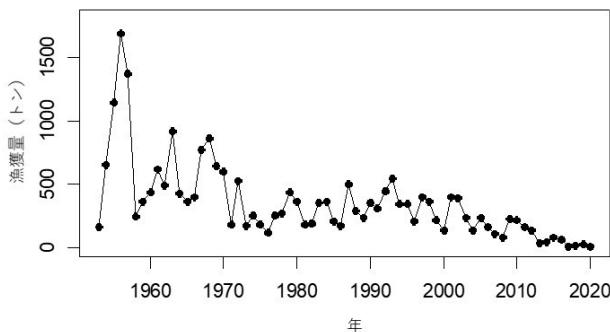


図4 日高海域におけるハタハタ漁獲量の経年変化

(イ) 生物測定調査

2020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。2020年は雌雄ともに3歳魚以上が多く漁獲された。オスの年齢別漁獲尾数は、1歳が0.2万尾、2歳が0.6万尾、3歳以上が3.6万尾であった。メスの年齢別漁獲尾数は、1歳が0.01万尾、2歳が1.0万尾、3歳以上が2.0万尾であった。合計の漁獲尾数は約7.4万尾で、前年（約31.4万尾）の25%以下まで減少した（図5）。

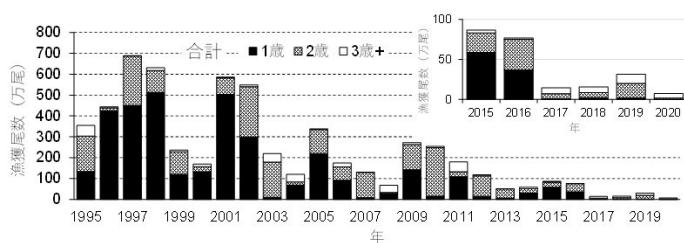


図5 日高海域におけるハタハタの年齢別漁獲尾数

(ウ) はたはた刺し網漁業のCPUE

CPUE (kg/(日・隻)) の推移を経年的にみると、2006年のCPUEは155.3で、その後は概ね上昇傾向を示し、2012年には329.1となった（図6）。しかし、2013年に125.0まで減少し、2015～2016年にかけてやや回復、以降は117.6～250.6の範囲で推移した。2020年は92.4と低かった。

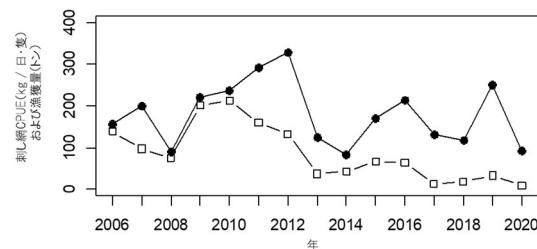


図6 はたはた刺し網船（えりも漁協）のCPUE (kg/(日・隻)) および漁獲量 (kg)

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で公開されているため、ここでは資源評価等の詳細についてはここでは省略する。

（<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>）

1. 5 キチジ

担当者 調査研究部 安宅 淳樹

(1) 目的

道南太平洋海域におけるキチジの来遊動向を把握し、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、沖合底びき網漁業（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

1985～2019年は漁業生産高報告、2020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。

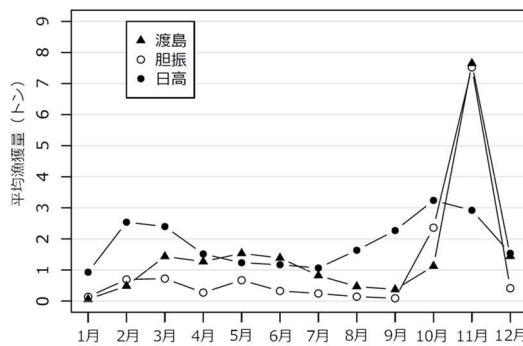


図 1 道南太平洋海域の沿岸漁業におけるキチジ月別平均漁獲量（2016～2020年の平均）

(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6隻で、その内訳は室蘭漁協5隻、日高中央漁協1隻（様似）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）。きちじ刺し網の操業時期は周年（盛期9～11月、2～3月）で、2020年の操業隻数はひだか漁協で12隻、

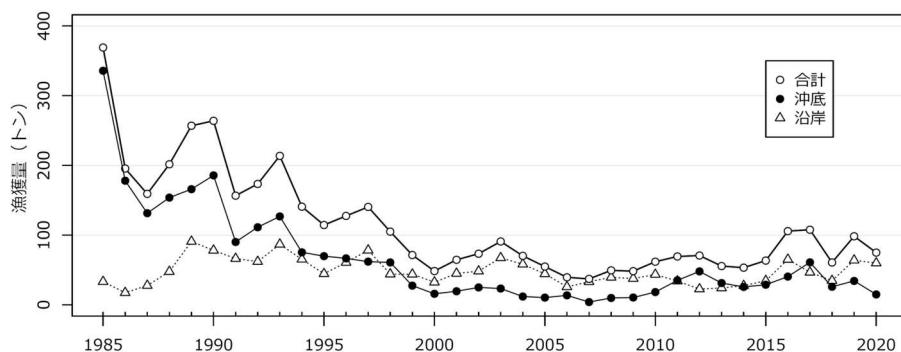


図 2 道南太平洋海域におけるキチジ漁獲量の推移

（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1985～2019年漁業生産高報告、2020年水試集計速報値）

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264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も減少傾向を示し、1999～2015年までは100トン以下の範囲で概ね横ばいに推移した。2016年以降は100トン前後の年が増加し、2020年は75.0トン（前年比0.76）の漁獲量だった。

沖底の漁獲量を1960年以降で見ると、1968年に最大の2,574トンを記録したが、その翌年から1974年まで単調に減少した。翌1975年に1,398トンまで再び増加したものの（図3）、その後は減少傾向が続いた。過去最低の4.1トンを記録した2007年以降、緩やかな増加傾向が見られ、2017年には18年ぶりに50トン以下で推移し、2020年の漁獲量は15.0トン（前年比0.56）と直近10年間で最低だった。

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50トン以下の範囲で概ね横ばいに推移した（図2）。近年は60トン以上の年も見られ、2020年の漁獲量は60.0トン（前年比0.94）だった。

表1 道南太平洋海域のキチジ漁獲量（単位：トン）

年	沖底	沿岸			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	22.7	78.2	263.9
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	10.5	1.6	6.5	36.4	44.5	55.0
2006	13.7	1.4	3.5	20.9	25.8	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	61.9
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	55.7
2014	25.8	5.1	5.5	17.0	27.6	53.4
2015	28.9	15.1	4.4	15.1	34.6	63.5
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
2020	15.0	5.4	15.6	39.0	60.0	75.0

沖底：北海道冲合底曳網漁業漁場別漁獲統計の中海区

「襟裳以西」の合計値

沿岸：漁業生産高報告（ただし2020年は水試集計速

報値）。そのうち冲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

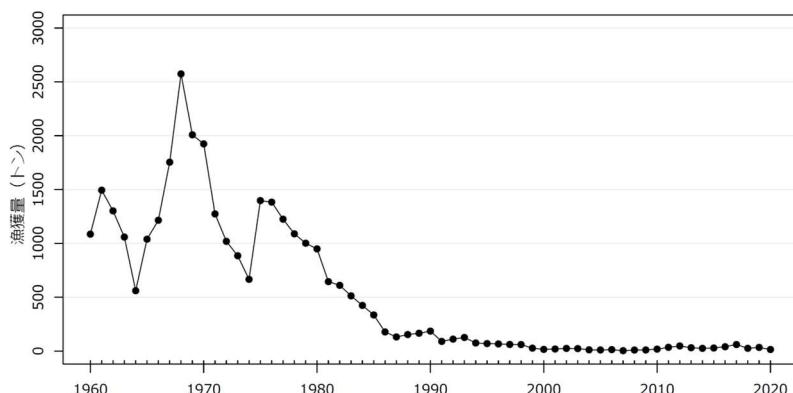


図3 道南太平洋海域における冲合底びき網のキチジ漁獲量

（資料：北海道冲合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報の襟裳以西の合計値）

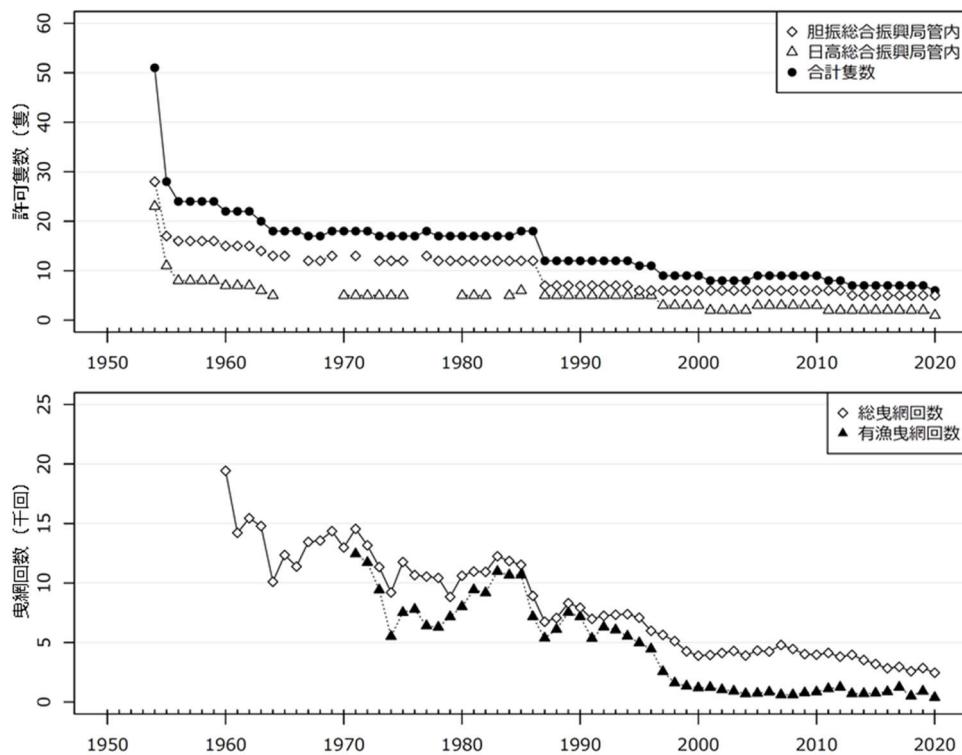


図4 上：道南太平洋海域における沖合底曳網漁業の許可隻数

(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曳網の曳網回数

沖底と沿岸の漁獲量を比較すると、沖底の漁獲量の減少により、1999年以降の沖底による漁獲量は合計漁獲量の10～40%程度だった。その後、2011年以降は沖底の漁獲量の増加に伴い、2018年まで両者の漁獲量は同程度だった。しかし、直近2年間の合計漁獲量に対する沖底の割合は、それぞれ34.9%（2019年）および20.0%（2020年）と2年続けて40%を下回った。

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隻で推移したが、1997年からは8～9隻で推移し、2013年には7隻となった。その後、2019年まで7隻で推移し、2020年には1隻減少して6隻となった。沖底の総曳網回数は、1964年の減船とともに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回で隻数同様に横ばい傾向であったが、減船と同時に1987年に6,748回まで減少した。しばらくは7,000回前後で推移していたものの、1996年以降漸減し、2016年からは3,000回以下で推移している。2020年の曳網回数は、過去最低の2,465回だった。

総曳網回数に対する有漁曳網回数の割合は、1974～1978年において60%程度まで下がった。その後、1996年まで70～90%程度の割合で推移したもの、1997年以降、再び低下し、10～45%程度で推移している。2020年の有漁曳網回数の割合は約16%だった。また、月別集計から日別集計に変更した1997年以降で有漁曳網回数を見ると、1999年に1,500回を下回って以降、2019年まで512～1,342回の間で推移した。2020年は過去最低の384回だった。

エ CPUEの推移

総曳網回数を用いたCPUE（漁獲量（kg）／総曳網回数（網））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。その後、2018 年は 10.0kg／網と減少し、2019 年はわずかに増加したものの、2020 年は 6.1kg／網と直近 10 年間で最低だった。

有漁網数を用いた CPUE（漁獲量（kg）／有漁曳網回数（網））は、1977 年の 191.3kg／網をピークに総曳網回数を用いた CPUE と同様に減少傾向を示し、1981～1996 年では総曳網回数を用いた CPUE と近い値だった。月別集計から日別集計に変更した 1997 年以降は総曳網回数を用いた CPUE の 2～8 倍の範囲で推移し、近年は増加傾向が見られた。2020 年の値は 39.1kg／網と前年（37.6kg／網）から微増した。

これらの CPUE の差は、沖底船が狙い操業した魚種が年によって変化したことや、中心的な漁場の水深が変化したことを反映した可能性が考えられる。しかし、沖底船の操業実態についての調査が不足しており、今後の検討が必要である。

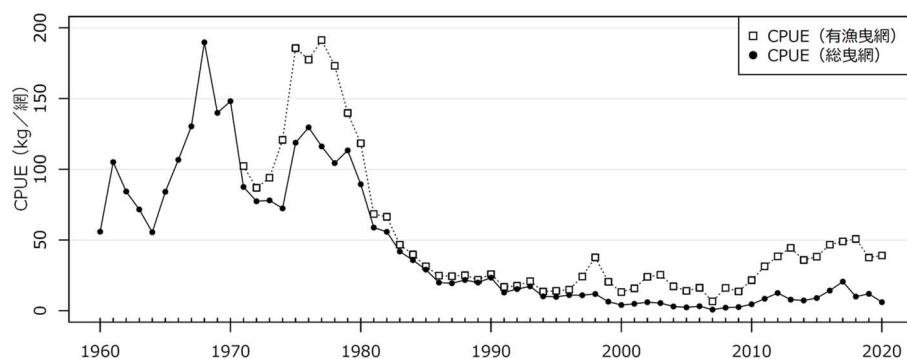


図 5 道南太平洋海域における沖合底びき網のキチジ CPUE

(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)

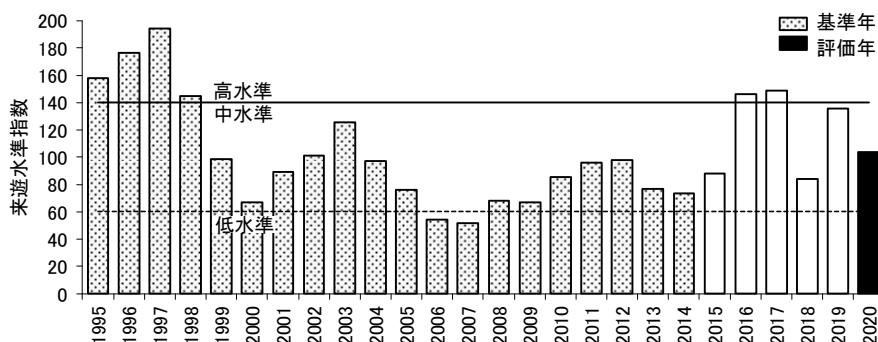


図 6 道南太平洋海域におけるキチジの来遊水準（来遊状況を示す指標：漁獲量）

才 来遊水準

沖底 CPUE については、総曳網回数と有漁網数をそれぞれ用いた CPUE に差が生じており、来遊水準の指標としてどちらが適切か現状では判断が困難である。また、近年沿岸漁業による漁獲割合が比較的高く、来遊水準の指標として沖合底びき網漁業の情報だけでは優れないと考え、当海域の指標には沿岸と沖底を合わせた総漁獲量を用いることとした。

1995～2014 年の 20 年間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、その上下をそれぞれ高水準、低水準とした。2020 年の来遊水準指数は 104 であり、中水準と判断した（図 6）。

力 今後の資源動向

本海域の漁獲量は、1999 年以降の長期にわたり、概ね中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見られた。前述のとおり、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、本資源の資源およ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。

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（えりも以東および以西海域）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（2008～2020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。

イ 年齢別漁獲尾数

以下の手順により、2002～2020年度の年齢別漁獲尾数を海域ごとに求めた。

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

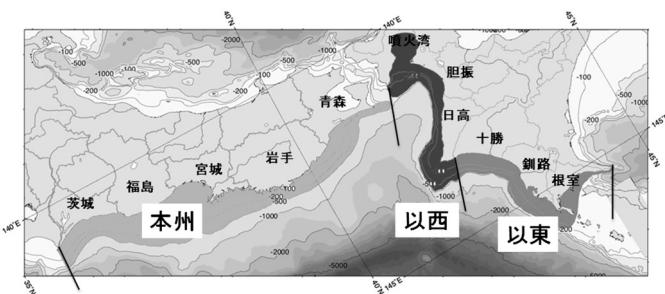


図1 北海道～本州におけるマツカワの主漁場図

えりも以西：渡島総合振興局のうち南かやべ以北、胆振総合、
 日高振興局
 えりも以東：十勝総合、釧路総合、根室振興局
 本州：青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県

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2002～2020年度の年齢別資源尾数及び資源重量を求めた。

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「2020年度資源評価書（マツカワ）」¹⁾に記載されている。

エ 2020年度の資源水準と今後の資源動向

ア～ウで得られた年齢別漁獲尾数等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（2006年度放流群）が2歳となった2008年度に134トンまで急増し、2009～2018年度は150～196トンで推移した。しかし、2019年度に146トン、2020年度は121トンに減少し、2年連続で2009年度以降の最も低い水準となった（図3）。これは、後述するように2017年度の放流数が少なかったことが主因と考えられる。

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）。

2020年度の漁獲金額は全道1.30億円、本州を合わせて1.33億円で、漁獲量と同様に2009年度以降で最も低かった（図3）。

イ 年齢別漁獲尾数

2002～2007年度の総漁獲尾数は1.5万～7.2万尾で推移したが、大規模放流群が2歳になった2008年度に19万尾まで急増、2009年度には22万尾に達した（図4）。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）。

2019年度および2020年度にみられた漁獲量減少の要因について、漁獲物標本（えりも以西および以東から採取）の年齢組成の推移から検討した（図5）。例年、漁獲物の大部分は2歳および3歳で占められる。2018年度の漁獲物標本では例

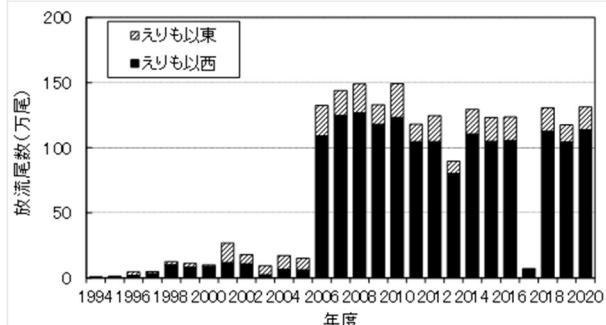


図2 マツカワ人工種苗放流尾数の推移（北海道）

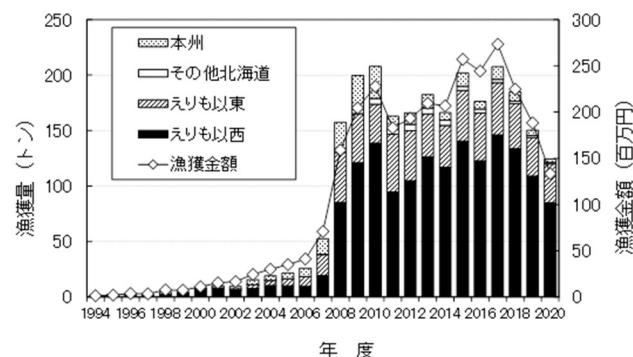


図3 マツカワの漁獲量と漁獲金額の推移
(北海道～本州)

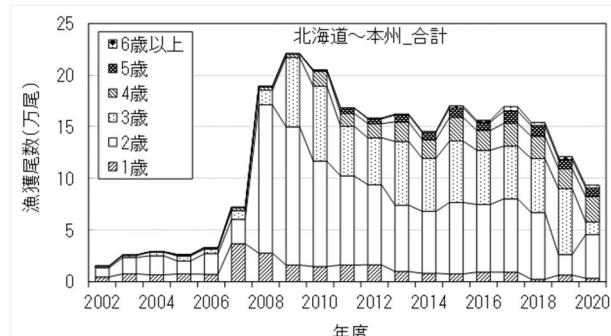


図4 マツカワの年齢別漁獲尾数の推移
(北海道～本州)

年どおり2歳と3歳が合わせて約80%を占める年齢組成であったのに対し（図5上），2019年度は2歳，2020年度は3歳が著しく少なく，それぞれ全標本の7%および9%となる特異な組成であった（図5中，下）。少なかったのはいずれも2017年級群であり，2017年は上述のように種苗生産不調により放流数が計画の1/10以下となった年である。従って，2017年度の放流数の大幅減が，2019年度および2020年度の漁獲量減少の主因と考えられた。

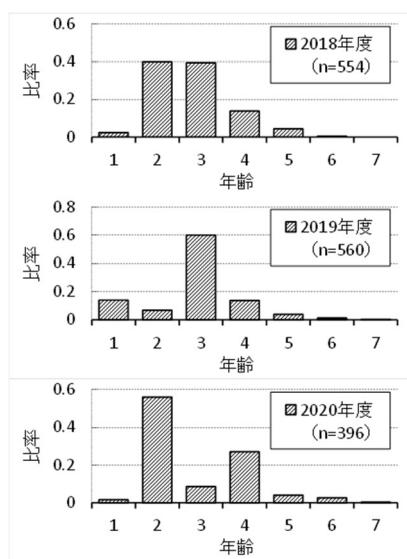


図 5 えりも以西および以東で採集したマツカワ漁獲物標本の年齢組成(上：2018年度、中：2019年度、下：2020年度)

ウ 年齢別資源尾数および資源重量

総資源尾数（1歳以上）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（図6）。2009～2017年度の総資源尾数は80万尾前後で推移したが、2018年度以降は放流数が激減した2017年級群の加入が極めて少ないとにより、51～62万尾に急減した（図6）。

年齢構成の推移をみると、雌雄ともに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年度は雄で計3.0万尾（5.6%）、雌では計4.4万尾（14.2%）に達している（図6）。

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。総資源重量は2012年度以降さらに増加し、2015～2018年度に400トン以上に達した（図7）。しかし、上述のように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2019年度に298トン、2020年度は267トンに減少した。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100～140トンに達している（図7）。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。

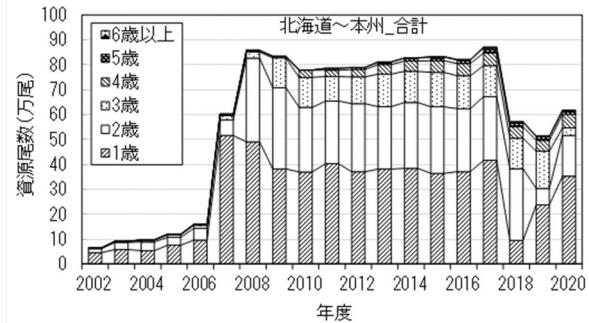


図 6 マツカワの年齢別資源尾数の推移
(北海道～本州)

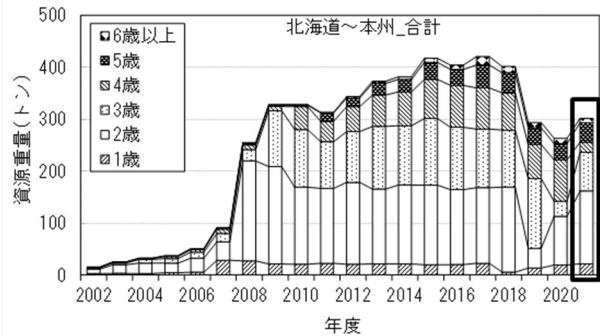


図 7 マツカワの年齢別資源重量の推移
太枠内は予測値

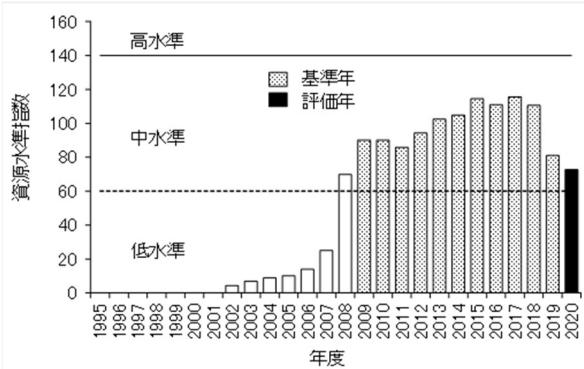


図 8 マツカワ資源水準（資源状態を表す指標は漁獲量）

エ 2020年度の資源水準と資源動向

1歳以上の資源重量により資源水準を判断した。2009～2019年度における平均漁獲量を100とする指標を用い、 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。2020年度の資源水準指標は73で中水準と判断された（図8）。

2021年度の推定資源重量は302トンで、2020年

度（263トン）から約15%の増加となったことから（図7），今後の資源動向を増加とした。2018年度以降の放流が順調に行われていることから，2021年度の2歳および3歳の資源重量はともに例年の水準まで回復すると見込まれるが，4歳（放流数が激減した2017年度放流群に相当）は大幅に減少すると予想される。このため，各年級群の生残率や漁獲割合の変動次第では，資源重量の増加量が非常に小さくなる可能性がある。

（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 安宅 淳樹・吉田 秀嗣
協力機関 鶴川漁業協同組合

(1) 目的

10~11月にししゃもこぎ網によって漁獲されるシシャモの体長やGSI、漁況を9月に行う漁期直前の調査結果から予測することを目的とした。

(2) 経過の概要

ア 体長予測

2013~2018年の9月に図1左に示す鶴川沖の調査点でししゃもこぎ網(コットエンド目合い18節=17.8mm)を用いてシシャモの稚魚および成魚を採集した。2020年の9月には図1右に示す地点で操業用のししゃもこぎ網(コットエンド目合い14節=23.3mm)を用いてシシャモの成魚を採集した。これらの9月調査で得た成魚の平均体長から、漁期中である10月のシシャモ成魚の平均体長(10月中にひだか漁協富浜事業所および鶴川漁協で実施した無選別標本調査から求めた成魚の平均体長)を推定できるかを検討した。

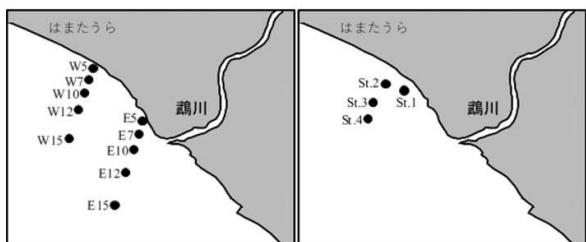


図1 鶴川沖において2014~2018年(左図)と2020年9月(右図)にシシャモ調査を実施した地点

イ 10月末のGSI予測

2013~2015, 2018年の9月に図1左に示す鶴川沖の調査点でししゃもこぎ網(コットエンド目合い18節=17.8mm)を用いてシシャモの稚魚および成魚を採集した。2020年の9月には図1右に示す地点で操業用のししゃもこぎ網(コットエンド目合い14節=23.3mm)を

用いてシシャモの成魚を採集した。これらの9月調査で得た雌成魚の平均GSIと10月漁期中の最初に行った生物測定(ひだか漁協富浜事業所および鶴川漁協で実施したGSI調査および無選別標本調査)で得た雌成魚の平均GSIに回帰直線をあてはめて、回帰式から各年の9月30日のGSI推定値を計算した。また、遡上予測日を算出する回帰式を利用して、各年の10月31日のGSI推定値も計算した。これらの推定値を利用して、9月調査における雌のGSIから10月末の雌のGSIを予測できるかを検討した。

ウ 漁況予測

(ア) 9月調査の採集尾数を用いた漁況予測の検討

2014~2018年の9月に鶴川沖の調査点で(図1左),ししゃもこぎ網(コットエンド目合い18節=17.8mm)を用いてシシャモの稚魚および成魚を採集した。その成魚のデータを使用して、一曳網あたりの成魚の採集尾数から、10~11月の鶴川漁業協同組合のシシャモ漁獲量が予測できるかを検討した。

(イ) 成長を用いた漁況予測方法の検討

道南太平洋海域では、シシャモの0歳の10月から1歳の10月までの成長は、ししゃもこぎ網漁業による1歳魚のCPUEと関係することが知られている(吉田ら, 2022)。そこで、鶴川沖で5月と9月に採集された1歳魚の体長差を成長とみなして、この間の成長と胆振総合振興局管内のししゃもこぎ網漁業による1歳魚のCPUEとの関係を検討した。5月調査は漁期前分布調査の結果を用いた(毎年の栽培水産試験場事業報告書の「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)」参照)。なお、5月調査では年齢査定が行われていない場合が多かったので、体長5mm幅

で個体数組成を作成し、モードの中央値を1歳の体長とした（例えば、体長95mm以上100mm未満がモードの場合は97.5mmとした）。なお、年齢査定が実施された年の1歳の割合は概ね8割だったので、モードは1歳にあるとした。9月調査は2013～2018年には図1左に示す地点でししゃもこぎ網（コットエンド目合18節=17.8mm）を用いてシシャモを採集した。2020年には図1右に示す地点で操業用のししゃもこぎ網を用いてシシャモを採集した。9月調査では年齢査定が実施された2013, 2014, 2017, 2018, 2020年の1歳の雌雄別の平均体長を用いた。

（3）得られた結果

ア 体長予測

漁期直前の9月調査の平均体長と漁期中の10月の平均体長の関係をみると（図2），雌雄ともに9月調査の体長と10月漁期中の体長に有意な関係がみられた（雌の単回帰分析： $P = 0.01$, $R^2 = 0.757$ ；雄の単回帰分析： $P = 0.01$, $R^2 = 0.793$ ）。今後もデータを蓄積し続けると、漁期中の10月の平均体長を高精度に予測することができるようになると考えられた。

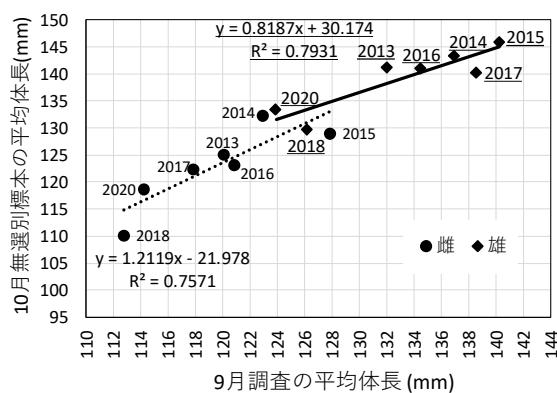


図2 鶴川沖の9月調査で採集された成魚の雌雄別平均体長と10月中にひだか漁協富浜事業所および鶴川漁協で実施した無選別標本調査から求めた成魚の雌雄別平均体長の関係

イ 10月末のGSI予測

9月30日のGSI推定値と10月31日のGSI推定値（図3）には、有意な関係がみられた（単回帰分析： $P = 0.02$, $R^2 = 0.864$ ）。現状では5年分のデータしか利用できなかったが、今後もデータを蓄積し続けることで、9月調査の結果から10月31日時点のGSIを高精度に予測できる可能性がある。そのような予測が実現すれば、不漁や時化によって、遡上予測業務を行うのに十分なサンプルが得られなかつたとしても、安定的に遡上予測日を算出することができるかもしれない。

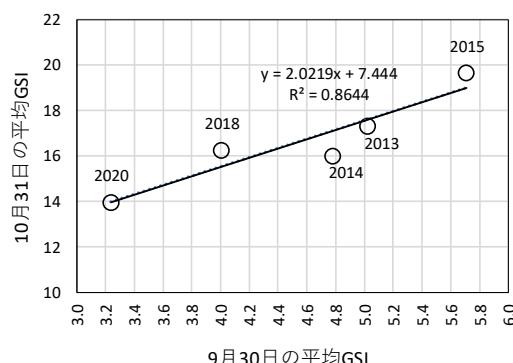


図3 9月30日の雌GSI推定値と10月31日の雌GSI推定値の関係

ウ 漁況予測

（ア）9月調査の採集尾数を用いた漁況予測の検討

2014～2018年9月下旬に鶴川沖で採集された一曳網あたりのシシャモ成魚の採集尾数と10～11月の鶴川

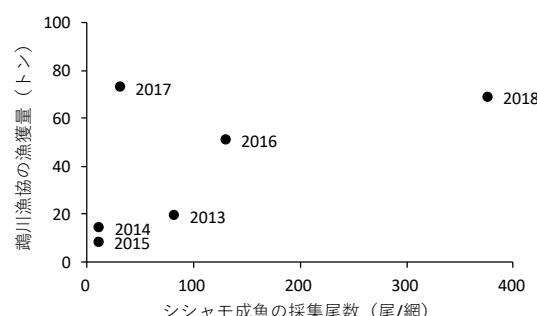


図4 鶴川沖の9月調査で採集された成魚の採集尾数と鶴川漁業協同組合の漁獲量との関係

漁業協同組合のシシャモ漁獲量との間には関係はみられなかった（図4、単回帰分析： $P = 0.23$ ）。次に、道南太平洋海域の各地区におけるししゃもこぎ網漁業によるシシャモの漁業CPUEについて2017年を例にみると（図5）、10月上旬から下旬にかけてのCPUEは、各地区ともに150kg/日・隻以下だった。しかし、11月上旬には鶴川地区のみCPUEは、609kg/日・隻と高くなつた。これは鶴川河川内で産卵するために集まってきたシシャモを漁獲したことによる。これらのことから、9月にはシシャモ成魚は、道南太平洋海域に広く分散しているため、9月の鶴川沖でのシシャモ成魚の採集尾数と10～11月の鶴川漁業協同組合の漁獲量との間に関係がみられなかつたと考えられ、9月調査の採集尾数を用いた漁況予測は困難である。

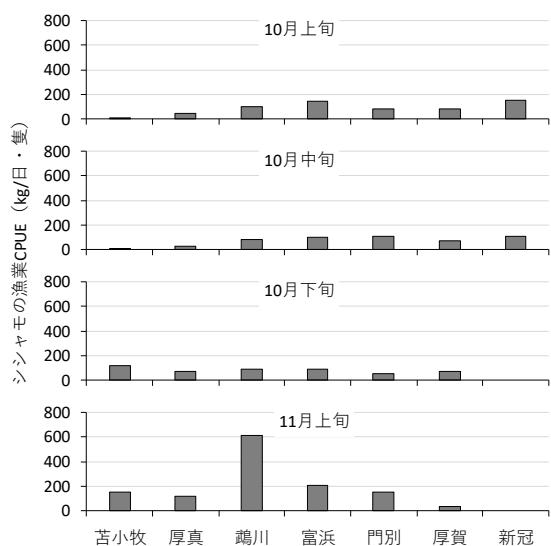


図5 道南太平洋海域の各地区におけるししゃもこぎ網漁業によるシシャモの漁業CPUE（2017年）

（イ）成長を用いた漁況予測方法の検討

胆振総合振興局管内におけるししゃもこぎ網漁業による1歳魚のCPUEと5月から9月にかけての1歳魚の成長との関係をみると（図6），雌ではCPUEが高いと成長が悪くなる関係がみられたものの（単回帰分析： $P = 0.04$, $R^2 = 0.789$ ），雄では有意な関係はみられなかつた（単回帰分析： $P = 0.12$, $R^2 = 0.595$ ）。

5年間分のデータしか無いので、データの蓄積を図り、関係がみられるようであれば、成長を用いた漁況予測を検討する。なお、5月の漁期前調査では、年齢査定が行われていない場合が多くたため体長のモードを用いたが、年齢査定を行うことにより1歳の平均体長が求まると成長の精度が高くなり、CPUEと成長との関係は良くなる可能性がある。

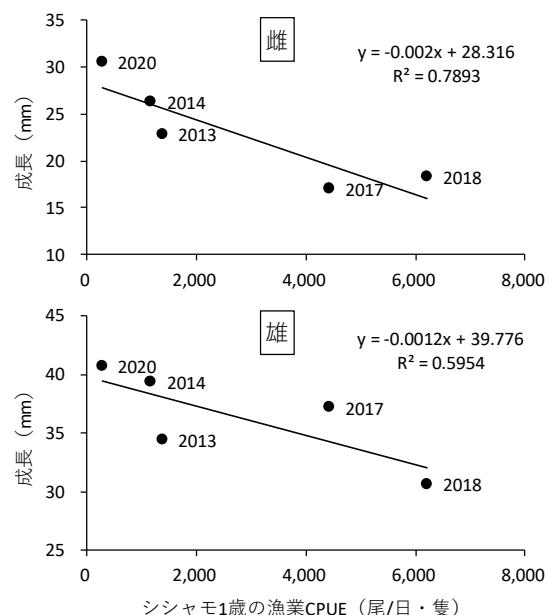


図6 胆振総合振興局管内におけるししゃもこぎ網漁業によるシシャモ1歳魚の漁業CPUEと5月から9月までのシシャモ1歳魚の成長との関係（上図：雌、下図：雄）

（4）参考文献

- 吉田秀嗣, 安宅淳樹, 藤井 真, 今野義文, 新居久也：道南太平洋海域におけるシシャモの小型化について（資料）. 北海道水産試験場報告, 101, 投稿中 (2022)

1. 8 ケガニ

担当者 調査研究部 村上 修（噴火湾・日高）・福田 裕毅（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2020年度（2020年4月～2021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年以降は渡島総合、胆振総合、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）。各年の調査期間を2～4月とし、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年から八雲の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（胆振総合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）。調査は、1997～2010年が3月、2011～2019年が4月、2020年は5月に実施した。対象海域内に、1997～2010年では

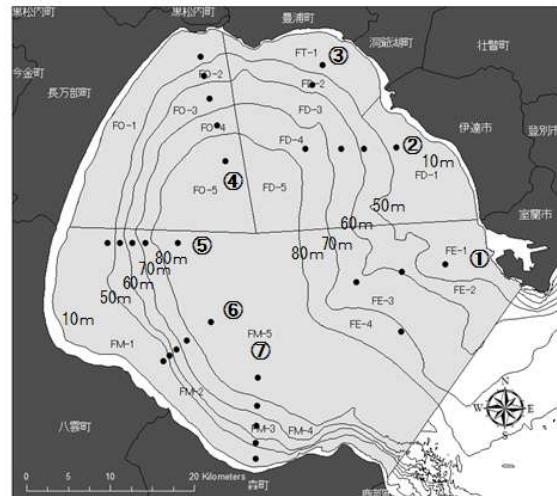


図1 噴火湾海域資源調査計画調査点（●）と資源密度推定範囲（薄いグレー）
 丸数字は調査線番号、記号は領域番号

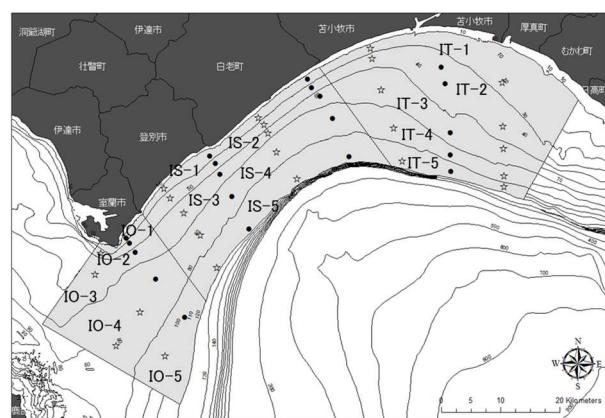


図2 胆振太平洋海域資源調査計画調査点
 (●従来点、☆2018年度増設点)と資源密度推定範囲（薄いグレー）
 記号は領域番号

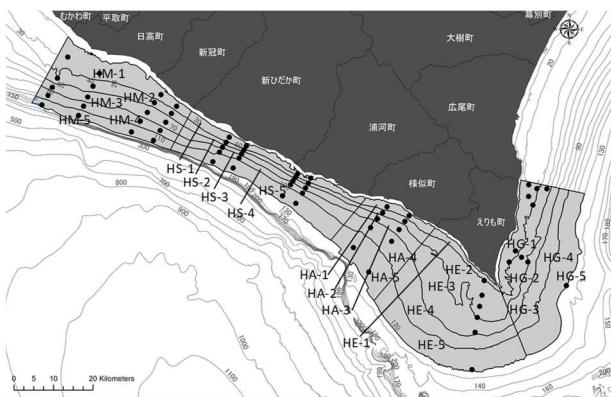


図 3 日高海域資源調査計画調査点（●）と資源密度推定範囲（薄いグレー）
記号は領域番号

15点, 2011~2017年は20点(図2の●印:従来点), 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10~120mの範囲を調査対象海域(資源密度推定範囲)に設定した(図3)。

各年の調査期間を5~6月とし, 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年からは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1m²当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。

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

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

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

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, $D = 12\text{ m}$, $r = 40\text{ m}$ 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 $42,325.67\text{ m}^2$, $n = 50$ の場合は $51,889.55\text{ m}^2$ 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領域に對象海域を区分し(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80mm

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－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。

e 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

に変換して次年度の予測加入量とした。

f 資源量指標および予測加入量指標：資源重量は、噴火湾海域では 1997～2016 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標とした。

予測加入量指標は、噴火湾海域では 1998～2017 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標とした。

(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ると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、60～114 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 15～100%）で推移していた。2020 年度（漁期 6/19～7/11）では許容漁獲量 76 トンに対し、実漁獲量は 73.5 トンで許容量達成率は 96.7% となった（表 1, 図 4）。

漁獲金額は 2000 年度から 2014 年度まで 1～2 億円だったが、近年、単価が上昇したことにより 2019 年度は過去最高の 3.15 億円となり、単価は 4,145 円/kg となった。2020 年度は 2.82 億円に減少し、単価は 3,840 円/kg に若干下落した（表 1）。

(イ) 現在までの資源動向

a 試験操業の CPUE

操業 CPUE は 2006 年度までは 80kg/隻・日以下で推移していたものの、2007 年度に増加して以降、80kg/隻・日以上で推移している。2009～2011 年度、および 2016 年度は 150kg/隻・日を超える高い値だったが、翌 2017 年度には 89 kg/隻・日と半減した。2019 年度にかけて再び増加した

ものの、2020年度は2019年度(122.3kg/隻・日)より減少し98.2kg/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、本海域の漁獲対象群の資源量指数は、2007~2009年度では251~363と極めて高かった。2012~2015年度には46~79で推移していたが、2016年度には前年度比で約2倍の116へ一時に増加した。2017年度には再び半減し、2020年度は前年度(62.9)と同程度の59.9となった(図6)。

(ウ) 資源水準

資源量指数を用いて資源水準を判断した。資源水準指数は、1997~2016年度の20年間における資源量指数の中央値(64.5)を100として、25~75パーセンタイル区間(資源水準指数71.6~169.3)を中水準とし、その上下を各々高水準、低水準とした。2020年度の資源水準指数は92.8

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	噴火湾合計					
	漁獲量(トン) ^{*1}		許容漁獲量 ^{*2} (トン)	許容量達成率 (%)	漁獲金額 (億円)	単価 (円/kg)
	かにかご	刺し網				
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						
1991						
1992	33.0	33.0	228	14.5		
1993	60.0	60.0	114	52.6		
1994	60.0	60.0	76	78.9		
1995	49.0	49.0	74	66.2		
1996	46.2	46.2	63	73.3		
1997	65.2	65.2	76	85.7		
1998	72.4	72.4	74	97.8		
1999	80.5	80.5	84	96.2		
2000	67.3	67.3	84	80.5	1,08	1,601
2001	75.7	75.7	91	83.0	1.21	1,593
2002	79.9	79.9	111	72.0	1.39	1,736
2003	37.6	37.6	68	55.6	0.94	2,506
2004	36.0	36.0	60	60.0	0.78	2,160
2005	41.7	41.7	60	69.6	0.85	2,043
2006	63.4	63.4	80	79.3	0.93	1,459
2007	91.6	91.6	96	95.4	1.03	1,124
2008	93.2	93.2	100	93.2	1.21	1,298
2009	91.8	91.8	100	91.8	1.26	1,376
2010	95.8	95.8	100	95.8	1.62	1,692
2011	97.4	97.4	100	97.4	1.68	1,728
2012	73.6	73.6	76	96.9	1.92	2,807
2013	69.2	69.2	76	91.0	1.76	2,543
2014	67.6	67.6	76	88.9	1.90	2,820
2015	73.2	73.2	76	96.4	2.21	3,011
2016	107.8	107.8	114	94.6	3.12	2,898
2017	66.9	66.9	76	88.0	2.66	3,980
2018	69.0	69.0	76	90.8	3.05	4,425
2019	76.0	76.0	76	100.0	3.15	4,145
2020	73.5	73.5	76	96.7	2.82	3,840

*1 資料:渡島・胆振総合振興局報告資料(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

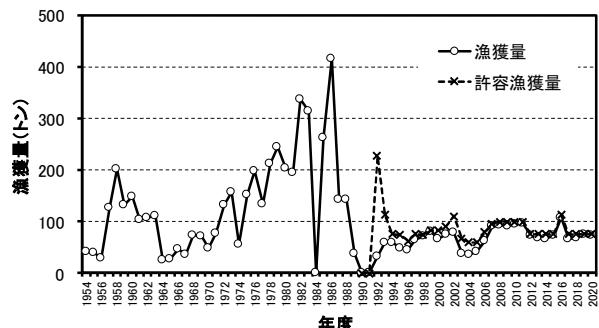


図4 噴火湾海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

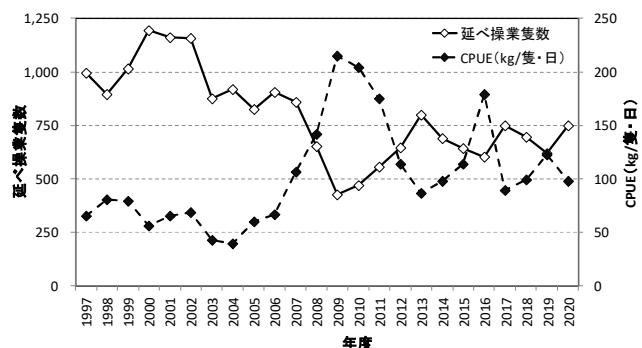


図5 噴火湾海域における操業 CPUE の推移

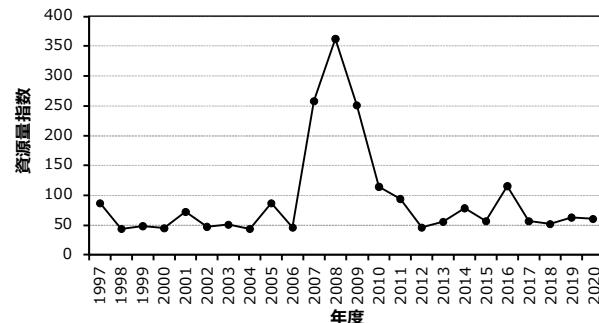


図6 噴火湾海域における甲長 80mm 以上雄の資源量指数(1997~2016 年度の平均値を 100) の推移

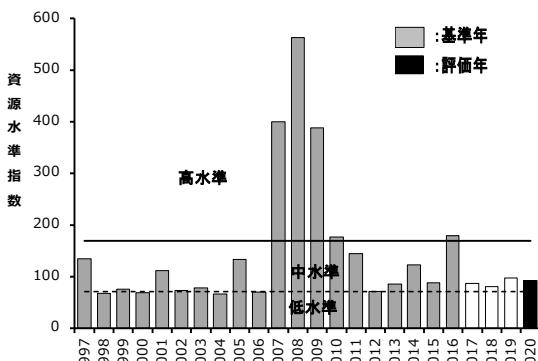


図7 噴火湾海域におけるケガニの資源水準
(資源状態を表す指標: 資源調査による資源量指数)

1997~2016年度の資源量指数の中央値を100として、25~75パーセンタイル区間(資源水準指数71.6~169.3)に対応する範囲を中水準とし、その上下を各々高水準、低水準とした。

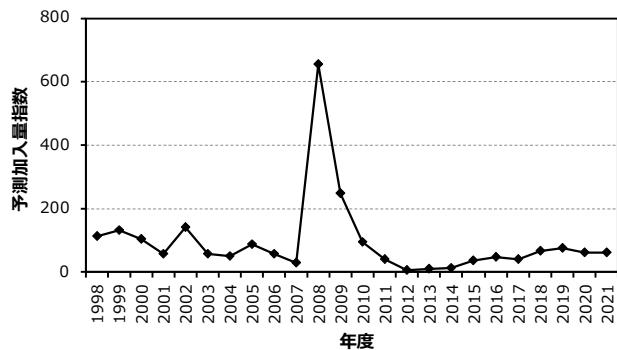


図8 噴火湾海域における予測加入量指数の推移

で、昨年度（97.5）をわずかに下回り、資源水準は「中水準」となった（図7）。

（エ）今後の資源動向

2021年度の予測加入量指数は、前年度（61.1）に比べ横ばいの61.6となり、2021年度の加入量は少ない（図8）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つたことから、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年度に漁獲対象資源が減少したため、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、その差が開いていった。2017年度には許容漁獲量が176トンと大幅に引き下げられたにもかかわらず、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。

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			
	漁獲量 かにかご	刺し網 合計	許容漁獲量 (トン)	許容量 達成率
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%
2020	78.0	78.0	78.0	100.0%

*1 胆振総合振興局報告資料（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

2018年度以降は許容漁獲量がさらに低く設定された結果、実漁獲量は許容漁獲量と同等となり、自主休漁地区を除く実質の許容漁獲量達成率は100%となった（表2の達成率は自主休漁地区を含む）。2020年度の実漁獲量は許容漁獲量と同じ78トン（前年度比2.71）であった。

（イ）現在までの資源動向

a 操業 CPUE

かにかご漁業の操業 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増加傾向を示

し、2009年度には299kg/隻・日に達した（図9）。

しかし、2010年度以降は減少に転じ、2017年度には64.2kg/隻・日と1997年度以降の最低、続く2018年度も

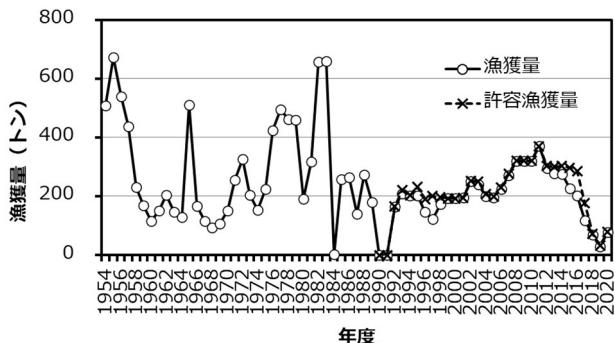


図9 胆振太平洋海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

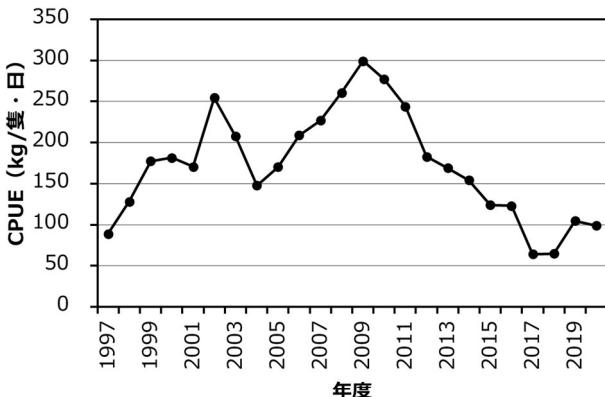


図10 胆振太平洋海域における操業CPUEの推移

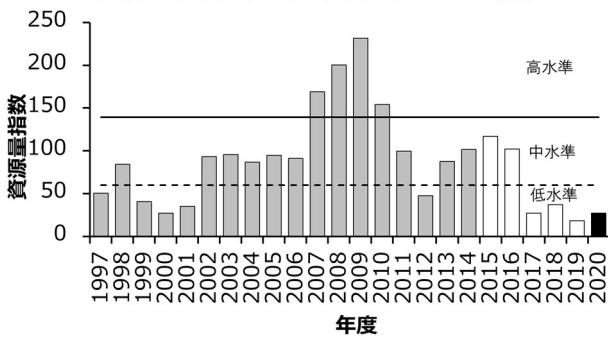


図11 胆振太平洋海域における資源量指数の推移および水準判定

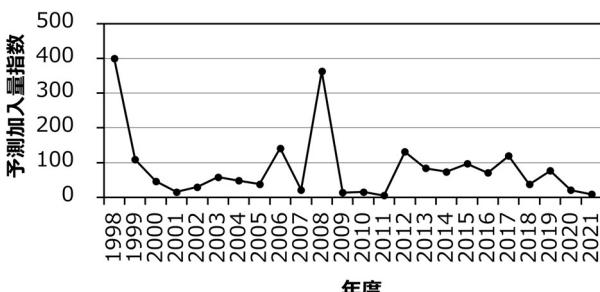


図12 胆振太平洋海域における予測加入量指数の推移

同等の64.7kg/隻・日となった。2019年度は105kg/隻・日と前年度を上回り（前年度比1.62）、2020年度の操業CPUEは2019年度並の98.7kg/隻・日（前年度比0.94）であった。

b 資源量指標の推移

漁獲対象群の調査CPUEを重量変換して算出した資源量指標は、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27.1（前年度比0.26）と大きく減少して、その後も40以下と低位横ばいで推移し、2020年度の資源量指標は27.2（前年度比1.48）であった。

(ウ) 資源水準

1997～2014年の18年間の資源量指標の平均（99.5）を100としたものを資源水準指標として資源水準を判断した。資源水準指標が 100 ± 40 （資源量指標で 99.5 ± 39.8 ）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。2020年度の資源水準は、資源水準指標が27.3（資源量指標27.2）であることから「低水準」と判断された（図10、図中の実線：資源量指標139.3、破線：資源量指標59.7）。

(エ) 今後の資源動向

資源量指標は2017年度以降、4年連続して低水準域にあった（図10）。また、2020年度のけがにかご漁業の操業CPUEは前年度に続き、過去最低の2017、2018年度を上回ったものの、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、回復の兆しへ認められない。

ウ 日高海域

(ア) 漁獲量の推移

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。両海域を合わせた漁獲量は 1997~1998、2012、2016、2019 年度を除き、概ね許容漁獲量と同様に推移し、1986~2000 年度の漁獲量は低い水準（57~112 トン）で続いた。漁獲量は 2001 年度から増加し 2014 年度までは 162~292 トンの範囲で推移したもの、2015 年度以降では減少傾向になった。2019 年度では許容漁獲量 189 トンに対し漁獲量は 80.9 トンと、許容量達成率は 42.8% と特に低くなかった。2020 年度では許容漁獲量 70 トンに対し漁獲量は前年度に比べ大きく減少し 41.1 トン（前年比 0.51）となり、許容量達成率は 58.7% と低かった（表 3、図 13）。

海域別では 2020 年度の西部海域の漁獲量は、許容漁獲量 17.5 トンに対し 13.3 トン、東部海域では同 52.5 トンに対し 27.8 トンと、両海域とも許容漁獲量に達しなかった。（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、2020 年度は 2.4 億円となった。単価については 2006 年度以降、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などのため上昇した。2020 年度は過去最高の 5,726 円/kg となった（表 3）。

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)	許容量達成率 (%)	漁獲金額 (億円)	単価 (円/kg)
	かにかご	その他	合計		かにかご	その他	合計						
1985	49.0	63.5	112.5		22.7	66.1	88.8		201.3			3.46	1,721
1986	20.0	15.1	35.1		29.7	34.8	64.5		99.6			2.45	2,463
1987	22.7	9.6	32.3		36.2	18.7	54.9		87.2			2.91	3,341
1988	21.7	3.8	25.5		70.7	4.4	75.1		100.6			3.71	3,685
1989	20.4	3.9	24.3		69.1	9.9	79.0		103.3			3.49	3,377
1990	20.9	1.4	22.3		52.7	25.6	78.3	69.0	100.6			5.83	5,792
1991	11.1	2.9	14.0		20.6	22.0	42.6	43.0	56.6			2.54	4,488
1992	34.8	1.5	36.3		28.8	21.7	50.5	43.0	86.8			3.29	3,788
1993	11.9	2.2	14.1	39.6	39.0	26.8	65.8	39.0	79.9	78.6	101.6	2.44	3,053
1994	33.9		33.9	40.8	64.8		64.8	65.0	98.8	105.8	93.4	2.42	2,447
1995	32.1		32.1	36.3	80.0		80.0	80.0	112.1	116.3	96.4	3.33	2,972
1996	27.0		27.0	36.3	76.1		76.1	80.0	103.1	116.3	88.6	3.17	3,075
1997	16.4		16.4	23.8	48.6		48.6	73.0	65.0	96.8	67.1	1.95	3,003
1998	17.0		17.0	25.0	47.8		47.8	70.0	64.9	95.0	68.3	2.33	3,592
1999	19.6		19.6	27.0	54.4		54.4	66.0	74.0	93.0	79.6	2.22	2,995
2000	31.1		31.1	33.0	58.1		58.1	65.0	89.2	98.0	91.1	2.39	2,681
2001	49.6		49.6	53.0	127.7		127.7	128.0	177.3	181.0	98.0	3.81	2,151
2002	66.4		66.4	68.0	155.3		155.3	171.0	221.7	239.0	92.8	6.53	2,943
2003	45.8		45.8	51.0	152.1		152.1	157.0	197.8	208.0	95.1	5.10	2,579
2004	56.5		56.5	59.0	116.4		116.4	156.2	172.9	215.2	80.4	4.63	2,675
2005	70.8		70.8	90.0	200.0		200.0	200.0	270.8	290.0	93.4	6.42	2,371
2006	80.7		80.7	90.0	200.0		200.0	200.0	280.7	290.0	96.8	4.62	1,645
2007	75.9		75.9	90.0	210.0		210.0	210.0	285.9	300.0	95.3	5.88	2,058
2008	86.3		86.3	90.0	210.0		210.0	210.0	296.3	300.0	98.8	5.74	1,939
2009	84.7		84.7	90.0	200.5		200.5	210.0	285.2	300.0	95.1	5.95	2,086
2010	85.7		85.7	90.0	170.7		170.7	210.0	256.4	300.0	85.5	4.52	1,762
2011	71.9		71.9	82.0	179.5		179.5	188.0	251.4	270.0	93.1	5.04	2,005
2012	58.2		58.2	87.0	138.2		138.2	198.0	196.5	285.0	68.9	3.98	2,027
2013	59.9		59.9	87.0	197.3		197.3	198.0	257.2	285.0	90.3	4.70	1,828
2014	66.4		66.4	88.0	176.2		176.2	202.0	242.6	290.0	83.7	4.74	1,952
2015	33.3		33.3	67.0	128.7		128.7	153.0	161.9	220.0	73.6	4.37	2,701
2016	28.9		28.9	40.0	61.2		61.2	120.0	90.1	160.0	56.3	3.98	4,421
2017	13.8		13.8	18.0	44.4		44.4	54.0	58.2	72.0	80.8	2.80	4,817
2018	15.7		15.7	20.8	53.3		53.3	62.3	69.0	83.0	83.1	3.54	5,130
2019	29.3		29.3	47.3	51.6		51.6	141.8	80.9	189.0	42.8	3.74	4,628
2020	13.3		13.3	17.5	27.8		27.8	52.5	41.1	70.0	58.7	2.35	5,726

*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

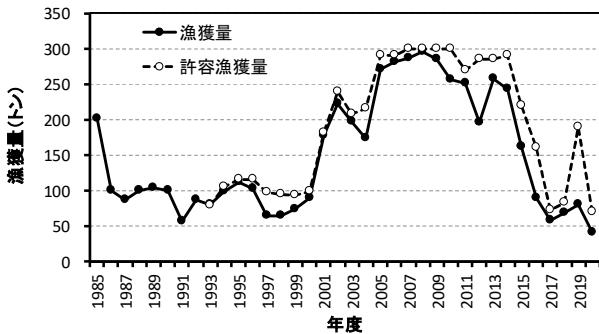


図 13 日高海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

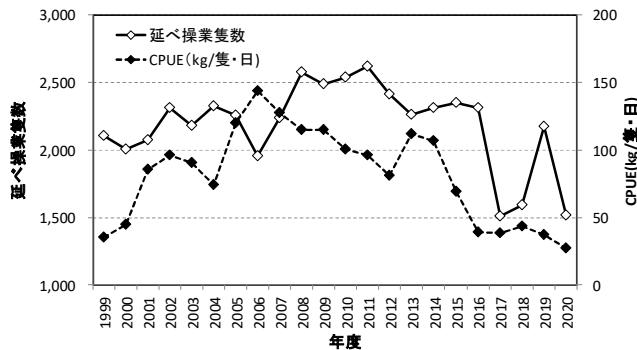


図 14 日高海域における延べ操業隻数と操業 CPUE の推移

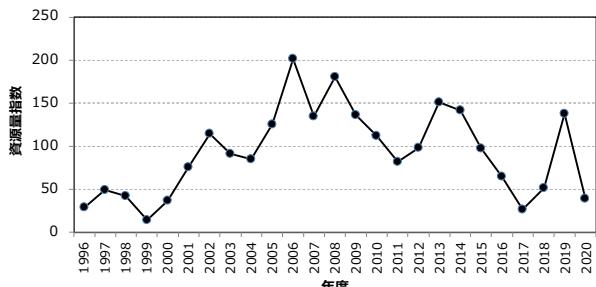


図 15 日高海域における甲長 80mm 以上雄の資源量指標 (1996~2015 年度の平均を 100) の推移

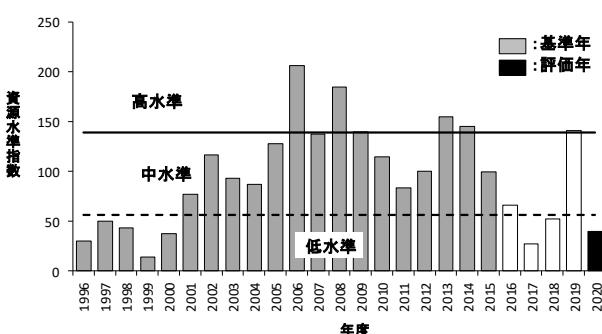


図 16 日高海域におけるケガニの資源水準 (資源状態を表す指標：資源調査による資源量指標) 1996~2015 年度の資源量指標の中央値を 100 として、25~75 パーセンタイル区間 (資源水準指標 56.8~139.2) に対応する範囲を中水準とし、その上下を各々高水準、低水準とした。

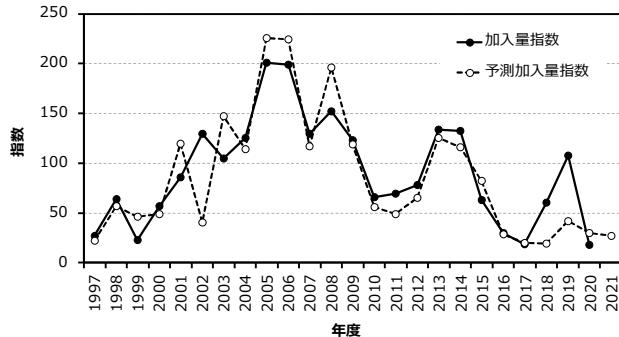


図 17 日高海域における予測加入量指数と加入量指數の推移

(イ) 現在までの資源動向

a 操業 CPUE

操業 CPUE は 2013 年度には 112 (kg/隻・日) と高かったが、その後、減少傾向になり 2017 年度には 38.5 (kg/隻・日)、2020 年度ではさらに低下し 27.1 (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

西部海域と東部海域を併せた日高海域の資源量指数は、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。2019 年度は 137.9 と大きく増加し高水準となったものの、2020 年度は 38.9 へ減少した (図 15)。

(ウ) 資源水準

資源水準指数は、1996~2015 年度の 20 年間における資源量指標の中央値を 100 として、25~75 パーセンタイル区間 (資源水準指標 56.8~139.2) を中水準とし、その上下を各々高水準、低水準とした。

2020 年度の資源水準指数は 39.8 で、資源水準は昨年度 (141.1) の高水準から大きく減少し「低水準」となった (図 16)。

(エ) 今後の資源動向

本資源の予測加入量指数は、概ね加入量指標と正の相関があり、加入状況の予測指標として有用な指標であると考えられていた。2020 年度の資源調査による 2021 年度の予

測加入量指数は 27.0 と予測され前年度（29.9）をやや下回り、2021 年度の加入量は 2020 年度に比べ若干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 17）。

2020 年度の資源調査結果では、資源水準は低水準になり、許容量達成率が 2019 年度 42.8%，2020 年度 58.7% と低かったこと、操業 CPUE (kg/隻・日) は 2016 年度以降 50 以下で低く推移しており、減少傾向になっていることから、今後の資源動向を「減少」と判断した。

(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. 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）

担当者 調査研究部 吉村 圭三・村上 修

(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に、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

2020年の胆振・日高管内におけるウニ類の漁獲量はエゾバフンウニが26トンで昨年から減少、キタムラサキウニは20トンで昨年よりも増加した（図1、北海道水産現勢より、以下同）。

マナマコは2007年の212トンをピークに2012年まで減少したが、近年は漸増しており、2020年度は149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沿岸に限られているが漁獲量は近年急増しており、2020年は

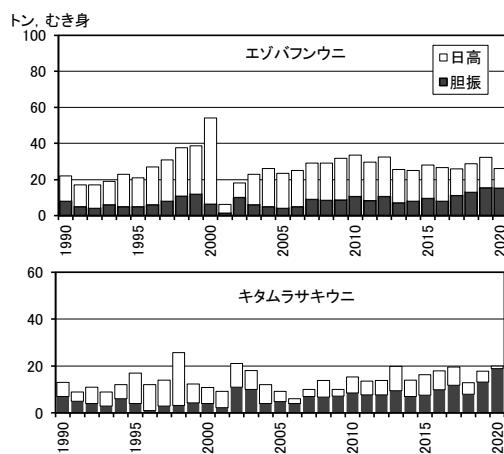


図1 胆振・日高管内におけるウニ類の漁獲量

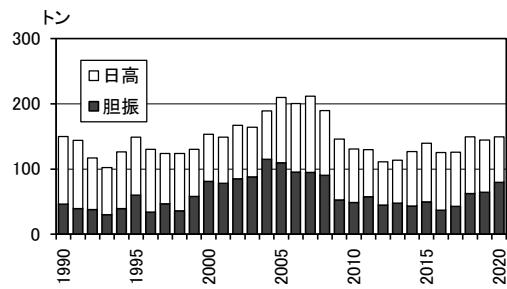


図2 胆振・日高管内におけるマナマコの漁獲量

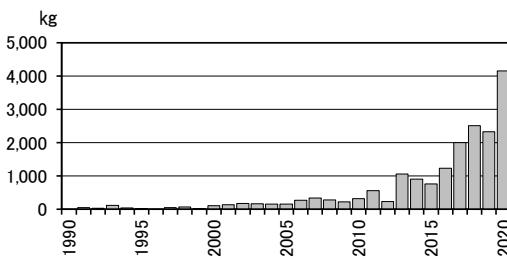


図3 胆振管内におけるエゾアワビの漁獲量

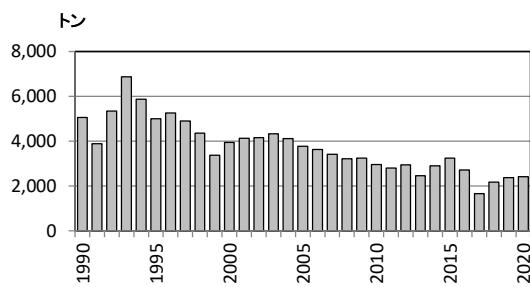


図4 日高管内におけるミツイシコンブの漁獲量

約4.2トンで1985年以降の最大値を更新した（図3）。同様に水揚金額も急増し、2020年は約2,342万円となった。

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、当水試も例年調査に参加している。

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2020年は約3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年以降は様似町およびえりも町の生産量が回復し、2020年は約2,400トンの生産となったが、日高管内全体としては低水準に留まっている（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。

1. 9. 2 ホッキガイ

担当者 調査研究部 吉村 圭三・村上 修
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。2020年については暫定値である。

イ 資源量調査

表1 ホッキガイ漁獲量の推移（胆振総合振興局管内）

年	いぶり噴火湾漁協			室蘭漁協		いぶり中央漁協			苦小牧漁協		鶴川漁協		合計
	豊浦	有珠	伊達	室蘭	登別	虎杖浜	白老	苦小牧	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		
2020	-	-	-	8,071	6,783	158,304	796,686	98,484	224,805	1,293,133			

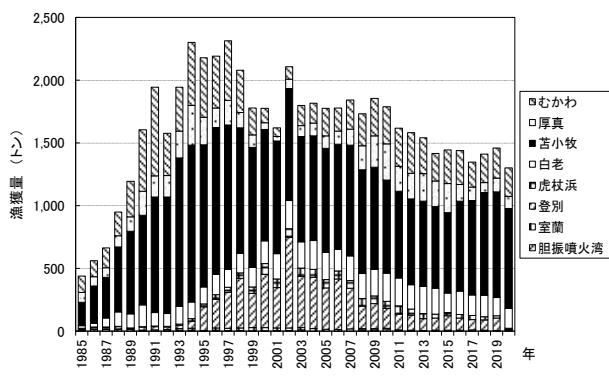


図1 ホッキガイ漁獲量の推移（胆振管内）

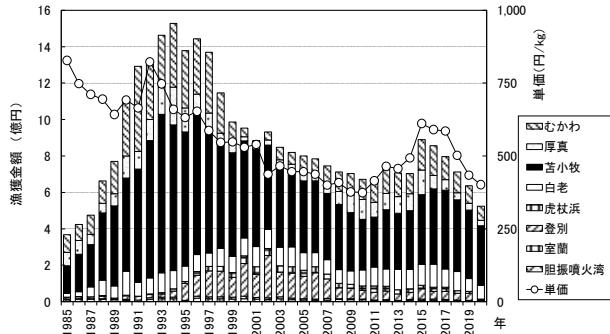


図2 漁獲金額・単価の推移（胆振管内）

(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たが、2020年度は前年より約11%減少し1,293トンとなった（表1、図1）。2020年度は新型ウィルス感染症の流行に伴う魚価の下落が著しく、いぶり中央漁協登別本所では操業を取り止めた。他の漁協についても、2020年度の漁獲量が前年より増加したのはいぶり中央漁協白老支所（11%増）のみで、他は5～66%の減少であった。2020年度の漁獲金額（海域全体）は前年より18%減の5.2億円、平均単価は401円/kgで前年（434円/kg）よりさらに下落した（図2）。

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3.0万～3.5万トンと高位で推移した。2014年度以降は2万トン台に減少し、2019年度までさらに漸減傾向にあったが、2020年度は前年（2.2万トン）より増加し2.5万トンとなった（図3上段）。

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增加了。2020年度は2.5万トンで前年からやや減少したが、依然高い水準にある（図3下段）。漁協別にみるといぶり中央漁協白老支所、苦小牧漁協、鶴川漁協における增加が顕著であった。これは卓越発生した2013年級群の成長に伴う増重を反映していると考えられる。

図4に2020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を示した。昨年度までの結果から、殻長80～95mmにみられる顕著な峰の大半は卓越発生した2013年級群により構成されると推察される。本海域では漁協ごとに資源量（殻長90mm

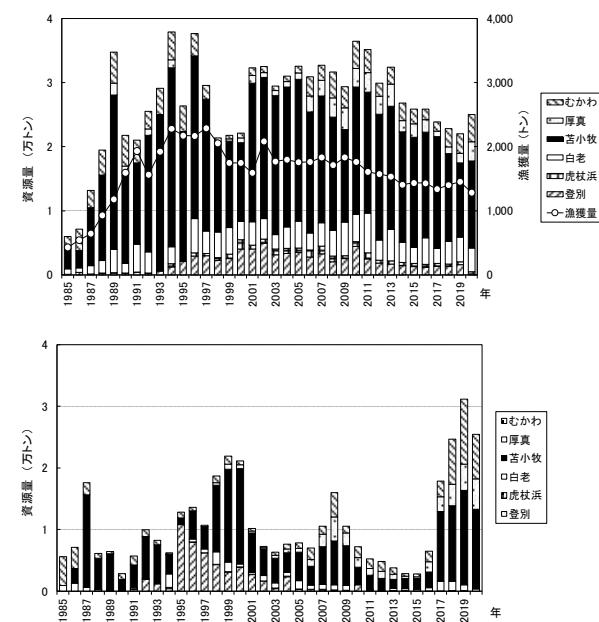


図3 ホッキガイ資源量の推移（胆振太平洋）

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

【苦小牧】

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)

苦小牧 1985年(S60)西部, 1986年(S61)東部

白老・虎杖浜 1993年(H5), 1995年(H)

登別 2020年(R3)

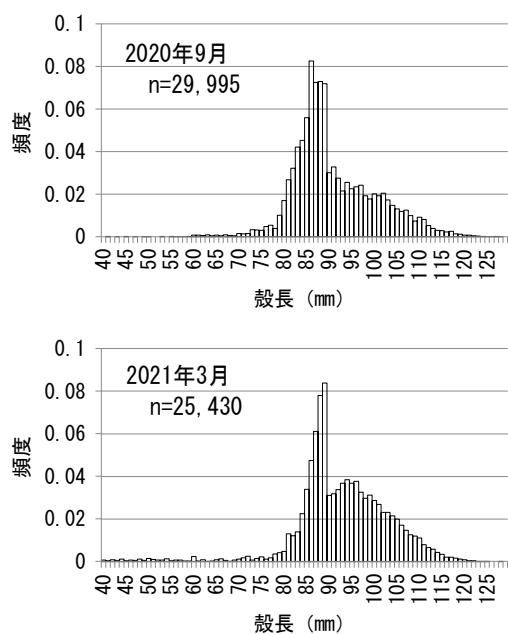


図4 苦小牧漁協資源量調査におけるホッキガイの殻長組成。上段：夏漁場、下段：冬漁場。図中の線は年齢群の推定確率分布を示す。
(胆振地区水産技術普及指導所資料から作製)

以上) の 10%以内を基準とした漁獲許容量が設定され、資源の有効利用が図られている。また、ホッキガイの寿命は 20 年以上と長く、これまでに確認された卓越発生群は長期にわたり利用されてきた。従って、2013 年級群が卓越発生した上記漁協の前浜では当面、資源量および漁獲量ともに高位で推移すると見込まれる。

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(2008～2020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

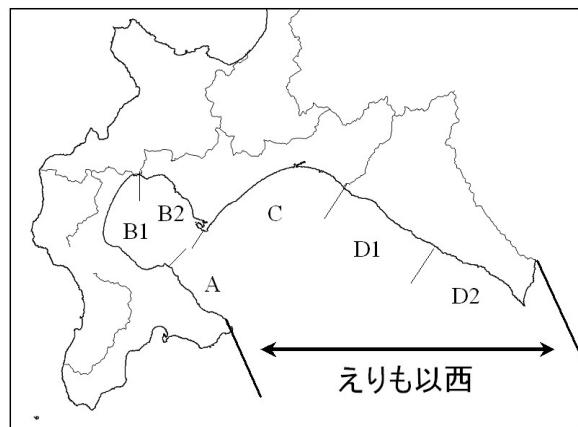


図1 えりも以西海域

アルファベット・数字は小海区を示す

A : 渡島 (渡島総合振興局管内太平洋)
B1・B2 : 噴火湾 (渡島・胆振総合振興局管内噴火湾)
C : 胆振太平洋 (胆振総合振興局管内太平洋)
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。2011～2020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

2007～2020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「2020年度資源評価書（マツカワ）」²⁾に記載されている。

(工) 小型種苗の放流試験

人工種苗放流にかかる経費削減を目的に、現状で全長80mmの放流サイズを50mm程度まで小型化することが検討され、2020年度から小型種苗の20万尾規模の試験放流が開始された。そこで、小型種苗および通常サイズ種苗の放流時点にお

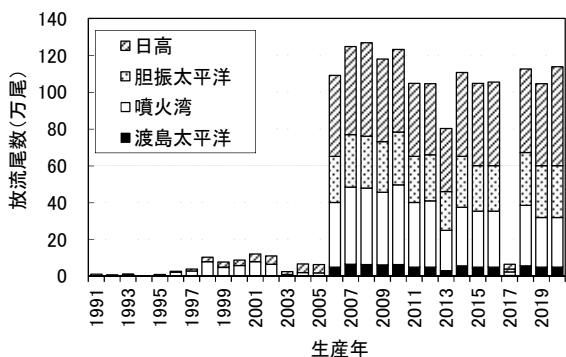


図2 人工種苗放流尾数の推移(えりも以西海域)

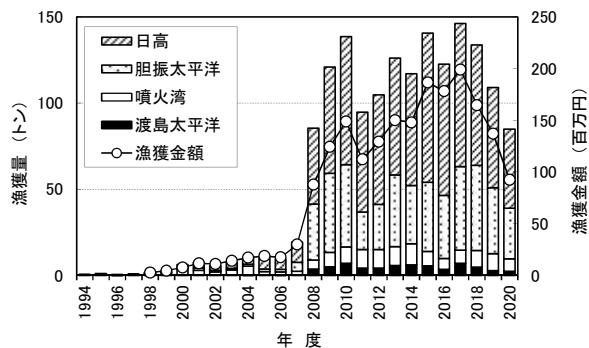


図3 漁獲量および金額の推移(えりも以西海域)

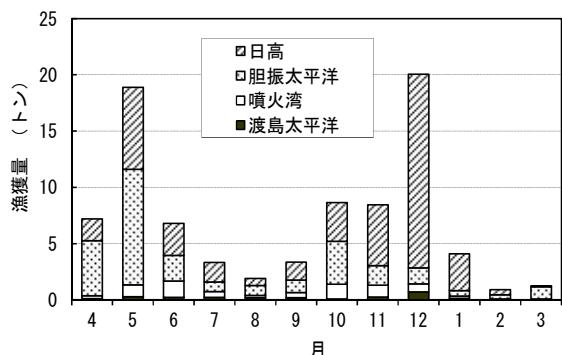


図4 2020年度の小海区別・月別漁獲量

ける全長組成を把握するため、両者について標本を採取し全長測定を行った。

(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。2020年度は8～10月に延べ52地点で計114万尾の人工種苗が放流された(図2)。人工種苗の平均全長は58～112mm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88トンに急増、2009～2019年度は95～146トンで推移したが、2020年度は85トンと2008年度以降では最低となった(図3)。漁獲金額も2009～2019年度は1億円台で推移したが、2020年度は

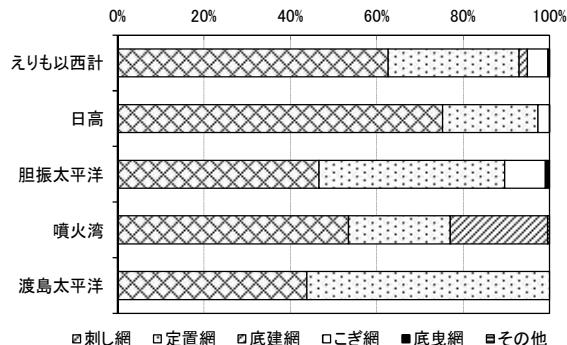


図5 2020年度の漁法別漁獲量比率

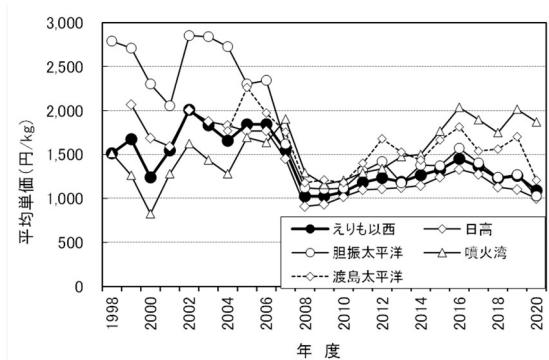


図6 平均単価の推移

表1 漁獲物・未成魚調査標本概要（2020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	4・5	刺網、定置網、底建網	雄		1	2	11	4			18	
					雌		18	4	8	1	1		32	
	胆振太平洋	苫小牧	5・6・10	刺網	雄		6	1	20	5			32	
					雌		4		3				7	
	日高西部	鶴川	10	ししゃもこぎ網	雄		9						9	
					雌		11						11	
漁獲物調査計	日高東部	荻伏	12	刺網	雄		16	2	16	2	1		37	
					雌		8		3	1	1		13	
	未成魚調査	胆振太平洋	鶴川	10	ししゃもこぎ網	雄		18	4	16		8		46
					雌				4	1			5	
	未成魚調査計	日高西部	富浜	10	ししゃもこぎ網	雄		50	9	63	11	9		142
					雌		41	4	18	3	2		68	
							86	0					86	

9.2千万円に減少した（図3）。2020年度の漁獲量減少の主因は、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、これについて後述する。

2020年度の小海区別、月別、漁法別漁獲量の特徴は次のとおりで、いずれも例年と大きな違いは見られなかった。

- ・漁獲量の大部分は日高および胆振太平洋が占める（図3）。
- ・ピークは5月と12月で、1～3月は少ない（図4）。
- ・日高では刺し網主体だが、他では定置網類の比率が高い（図5）。

平均単価は、漁獲量が急増した2008年度に約1,000円/kgまで低下した後、やや回復し、近年は1,200～1,400円/kg台で推移したが（図6）、2020年度は1,092円/kgと大きく低下した。単価低下の一因として、新型ウィルス感染症の流行による消費の落ち込みが考えられる。

イ 標本調査

2020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210尾、未成魚標本は胆振太平洋および日高から計86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。

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0.7万～2.3万尾で推移したが、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。2011～2018年度の総漁獲尾数は9.5万～11.9万尾で安定して推移したが、2019年度に8.6万尾に減少し、2020年度は6.3万尾まで急減した（図7）。

総漁獲尾数が急減した2019および2020年度の年齢構成をみると、通常大きな割合を占める2歳および3歳のうち、2019年度は2歳、2020年度は3歳が極めて少なかった（図7）。少なかったのはいずれも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漁獲尾数急減の主因と考えられる。同様に、2021年度には4歳の漁獲尾数が大幅に減少すると予想される。

（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

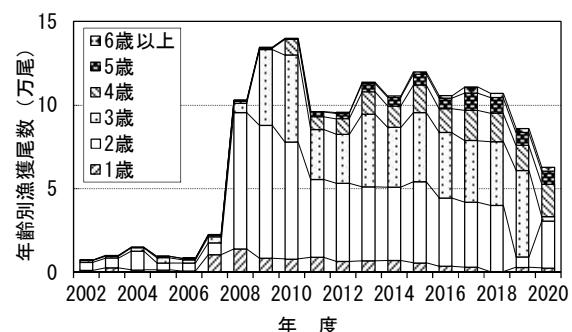


図7 年齢別漁獲尾数の推移（えりも以西海域）

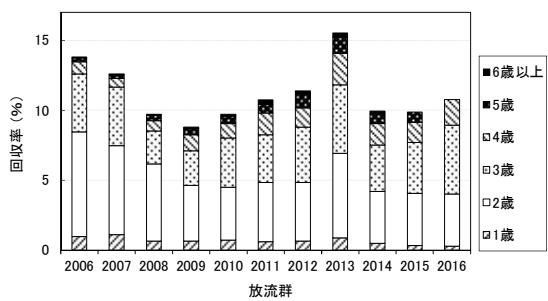


図8 放流年別の漁獲回収率（えりも以西海域）
2015年度は5歳、2016年度は4歳までの暫定

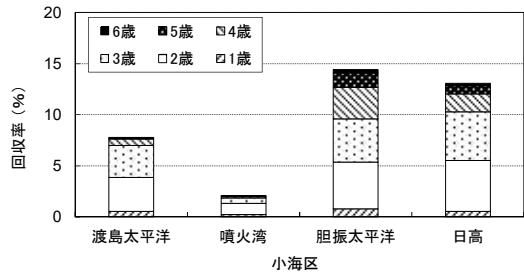


図9 2014年度放流群における小海区別漁獲回収率（見かけ上の回収率）

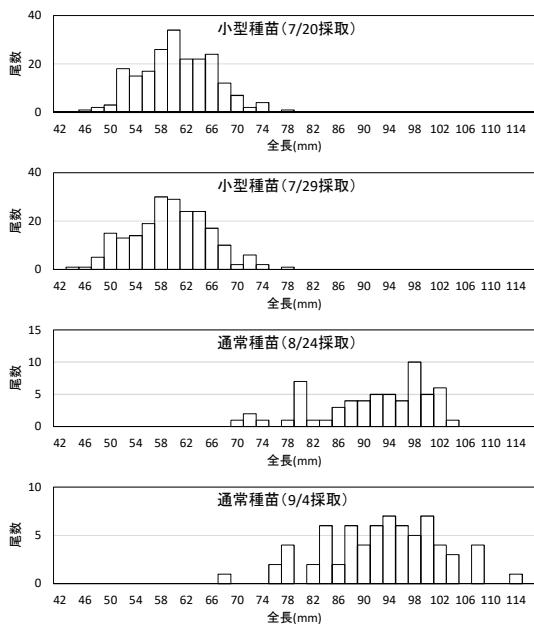


図10 2020年度の小型種苗および通常種苗の全長組成

10%前後の高い水準を維持し、6歳まで回収が終了した2006～2014年放流群では8.8～15.5%であった。2014年度放流群における小海区別の漁獲回収率（見かけ上の漁獲回収率）を図9に示し

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13～14%と高いのに対し、噴火湾では約2%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。

(ウ) 小型種苗と通常種苗の全長組成

図10に、2020年度に放流された小型種苗を用いた試験放流魚および通常サイズの放流魚の全長組成を示した。小型種苗の全長は44～78mm（平均61mm）であったのに対し、通常種苗は68～114mm（平均92mm）であり、両者の重複は少なかった（図10）。今後、漁業等により再捕される小型放流魚と通常サイズの放流魚は放流時の全長に比例する耳石の放流障害輪径により識別する計画である。

(4) 参考文献

- 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.
- 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. 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

令和2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）および各地区的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1隻により合計16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

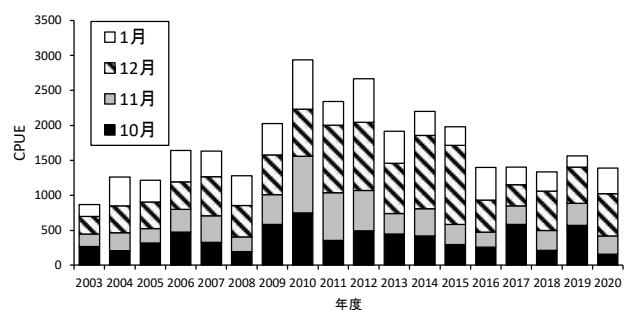


図1 すけとうだら刺し網の漁績 CPUE（漁獲量／漁具数）

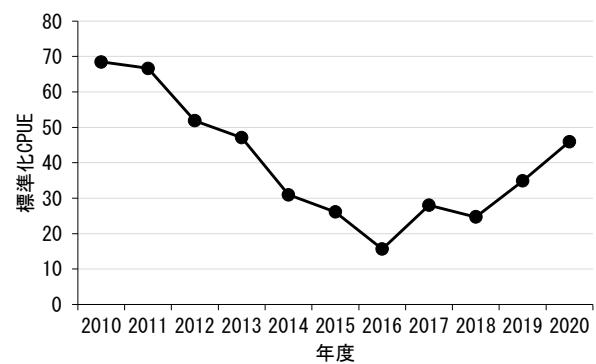


図2 すけとうだら刺し網の操業日誌に基づく標準化

漁積 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 1,600 を下回り, 2020 年度の漁績 CPUE は 1,387 で, 2019 年度 (1,563) より減少した (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 15.6 となった。2017 年度以降はやや増加し, 2020 年度は 46.0 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要を図 3 および表 1 に示した。11 月 25 日から 12 月 21

日にかけて合計 16 回の曳網調査を行った。渡島胆振沖および日高沖の尾叉長組成を図 4 に示した。日高沖の漁場では, 尾叉長 282～572mm のスケトウダラが漁獲され, 34cm～40cm の個体が多く, 40～50cm の個体も比較的多く漁獲された。渡島胆振沖の漁場では, 尾叉長 237～555mm のスケトウダラが漁獲され, 36～41cm の個体が多く漁獲された。

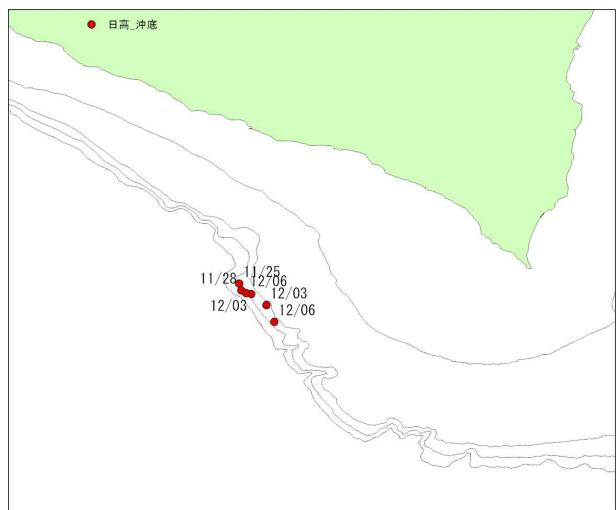
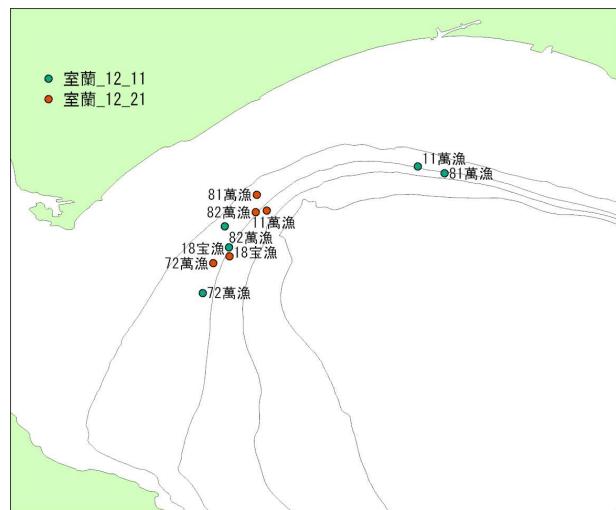


図 3 沖底船業務委託調査の曳網位置

表 1 沖底船業務委託調査の概要

漁船名	採集年月日	漁獲水深	測定尾数
第11萬漁丸	12月11日	166	66
	12月21日	185	68
第72萬漁丸	12月11日	153	112
	12月21日	156	100
室蘭	第81萬漁丸	12月11日	220
	第81萬漁丸	12月21日	40
第82萬漁丸	12月11日	119	85
	12月21日	187	100
第18寶漁丸	12月11日	178	65
	12月21日	202	53
浦河	11月25日	293	59
	11月28日	313	83
	第31一心丸	12月3日	228
	第31一心丸	12月3日	60
	12月6日	261	61
	12月6日	296	60

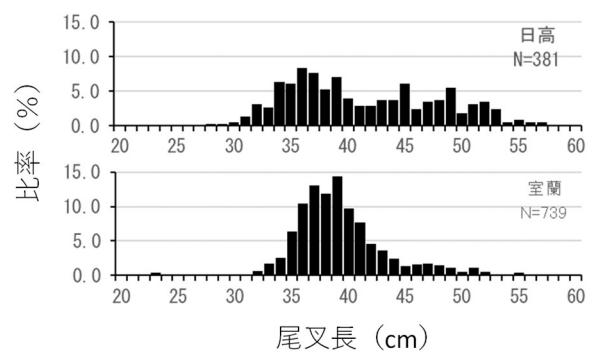


図 4 沖底船委託調査で漁獲されたスケトウダラの尾叉長組成

4. 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。

（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）。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た。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。2016 年度以降は、1 日 1 隻 5 トン以上の区画がほとんどみられなくなり、300～400m 帯の利用が増

加した。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が、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。2020 年度は 1 日 1 隻 3 トン以上の区画が増加した。2020 年度の月ごとの漁場位置は（図 2），10～11 月は 200～400m 帯の利用が多く、1 日 1 隻 3 トン未満の区画が多い。12 月になると 100m 以浅の利用が増加し、1 日 1 隻 3 トン以上の区画が増加した。1 月は噴火湾内や胆振沖で 1 日 1 隻 5 トン以上の区画がみられたが、2 月になると漁場利用が減少した。

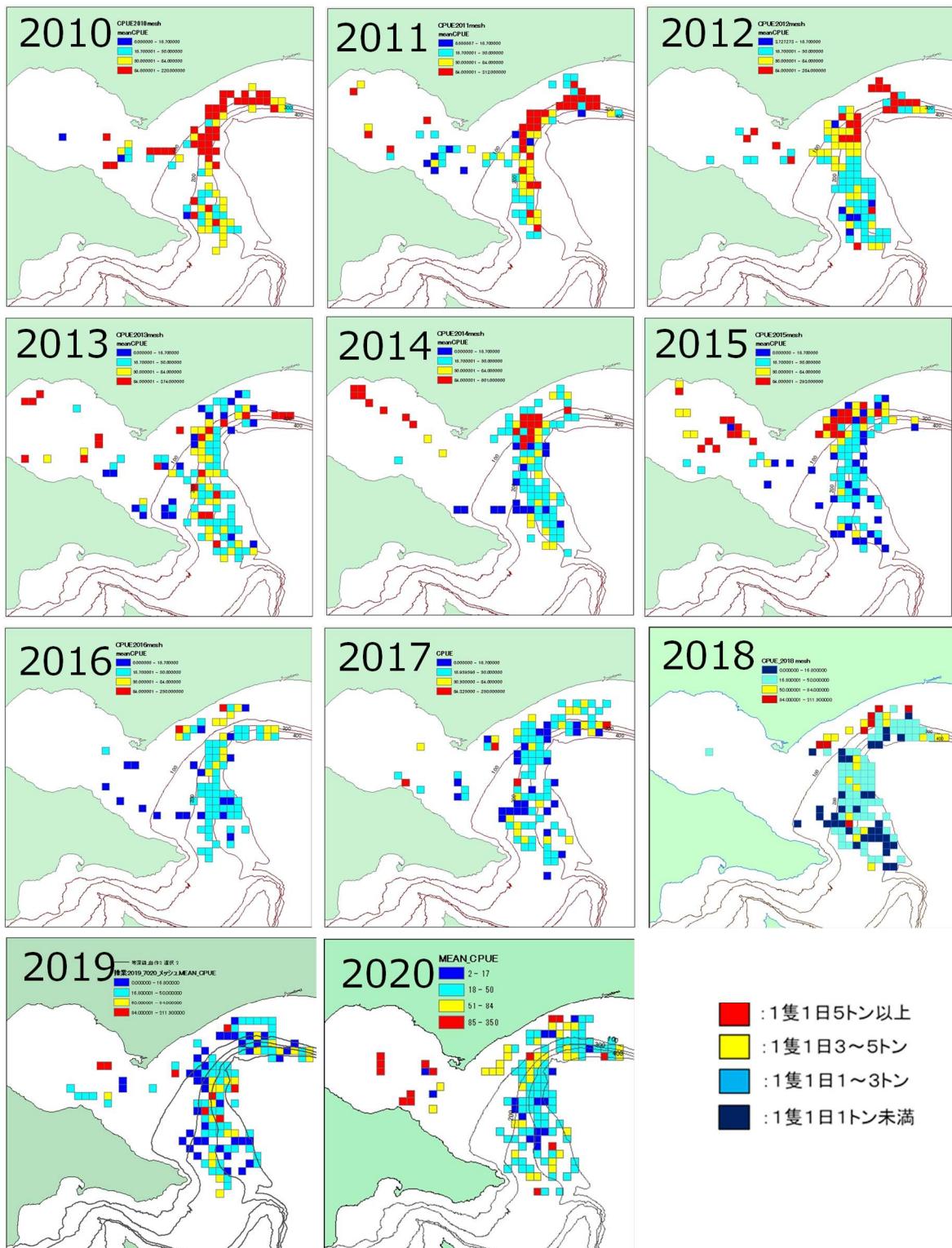


図1 年度ごとの緯度経度1分メッシュごとの平均CPUE (2010~2020年度)

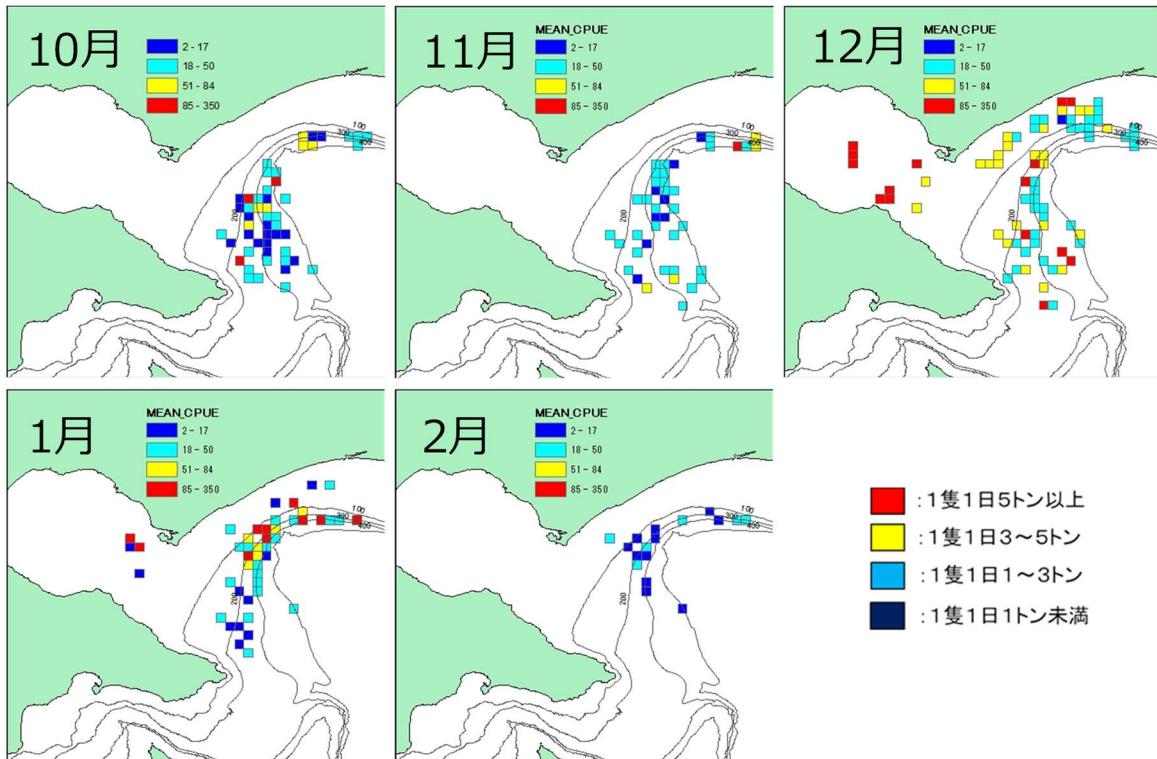


図2 月ごとの緯度経度1分メッシュごとの平均CPUE(2020年度)

5. 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。

5. 1 資源・生態調査研究

担当者 調査研究部 森 立成・福田 裕毅・村上 修・
吉田 秀嗣・藤岡 崇・吉村 圭三・
安宅 淳樹

（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、令和2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/SigenHyoka/index.asp>) で公表するとともに、ダイジェスト版を「北海道水産資源管理マニュアル2020年度版」として印刷公表した。

5. 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・安宅 淳樹
共同研究機関 さけます・内水面水産試験場
協力機関 えりも以西海域ししゃも漁業振興協議会
日高地区水産技術普及指導所
栽培水産試験場栽培技術部

（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、産卵親魚量の確保を具体的目標とした、資源量に見合った操業体制の確立を進め、高度資源管理指針の検討および更新を行う。

（2）経過の概要

本事業は 2018～2022 年度が実施期間であり、2021 年 2 月に中間報告書を北海道資源管理協議会に提出した。本年度は中間報告書を改変して掲載した。なお、さけます・内水面水産試験場が担当した「シシャモ親魚遡上量調査」については掲載していない。

ア 漁獲統計調査

シシャモの漁獲量、漁獲努力量、CPUE や資源水準を把握する。胆振及び日高管内の漁獲量は、北海道水産現勢（1962～1984 年）、漁業生産高報告（1985～2019 年）、水試集計速報値（2020 年）を用いた。ししゃもこぎ網の漁獲努力量と 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の漁獲量及び操業日数と隻数を用いた。ただし、2020 年の日高管内については、日高振興局とりまとめの速報値を用いた。刺網の漁獲努力量は、日高地区の荷主別日別水揚げ日報を用いた。資源水準はししゃもこぎ網漁業の CPUE（kg/日・隻）を用いて判断した。

イ 漁獲物調査

体長・年齢組成や成熟の進行度など漁獲物の特徴を

把握するため、生物測定を行い、年齢別漁獲尾数を算出する。生物測定は、8～10 月に日高富浜沖で漁獲された刺し網標本と、10～11 月に鵠川と日高富浜沖で漁獲されたししゃもこぎ網標本（選別前）で行った。年齢別漁獲尾数は、生物測定で得られた年齢組成と体重を漁獲量で引き延ばして算出した。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。

ウ 資源量予測調査

5～6 月の漁期前分布調査 CPUE、9 月までの刺し網 CPUE や漁期前半のししゃもこぎ網 CPUE の漁獲情報から、資源量水準の推定を行い、産卵親魚確保のための資源管理方策に活用する。

漁期前分布調査は、安平川、鵠川、日高富浜、日高厚賀沖の 4 地区で、ししゃもこぎ網を用いて実施し、CPUE（尾/曳網）を算出した。刺し網 CPUE（kg/日・隻）は、日高地区の日別漁獲量と有漁隻数から算出した。漁期前半のししゃもこぎ網 CPUE（kg/日・隻）は、胆振総合および日高振興局が日別に集計した漁獲量と操業隻数から算出した。

エ 河川遡上日予測

再生産力を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鵠川では、親魚 60 万尾以上の遡上を目指としている^{1,2)}。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。また、ししゃも漁

業の終漁日については「栽培水産試験場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³⁾。従って、ししゃも漁の終漁日は、ししゃもこぎ網漁業の操業開始から 40 日以内または遡上予測日のうち早い方となる。栽培水産試験場では、ししゃも漁の終漁日を決める情報として、産卵親魚の河川への遡上開始日を予測し関係機関へ提供する。また、予測精度の向上を目指す。予測方法は以下に示す。

(ア) GSI22 法による遡上開始日の予測

予測遡上開始日は、10~11 月に鵡川および日高富浜沖で漁獲されたししゃもこぎ網標本から得た生物測定データを用いて、雌の GSI (生殖腺重量指數 = 生殖腺重量 × 100 / 体重) を計算し、直線単回帰式から GSI が 22 に達する日とした。

(イ) GSI 推定法による遡上開始日の予測

遡上開始期の GSI は年毎に異なり、22 未満のことが多く、GSI22 法の予測精度は高くない。そこで、予測精度の向上を図るため、各年で到達する GSI 値を推定し、その GSI 値に達する日を予測遡上開始日とする新手法を検討した。2002~2020 年の遡上開始期の GSI を応答変数、4~10 月の水温や 10~11 月に鵡川および日高富浜沖で漁獲されたししゃもこぎ網の無選別標本の雌平均体長を説明変数として、一般化線形モデル（応答変数の分布にガンマ分布を仮定し link 関数は log）で解析した。水温は気象庁の胆振中・東部沿岸水温データを用いた。

(ウ) 遡上盛期の予測

遡上盛期の予測は、さけます・内水面水産試験場や胆振管内ししゃも漁業振興協議会が鵡川で実施した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 日後としていたが、2019 年に見直し、予測した遡上開始日の 5~13 日後に変更した。

才 資源生態学的特性調査

資源状態を表す指標への利用や再生産関係の推定などを行うため、資源生物学的な基礎データを得る。また、5 月の漁期前分布調査で得られた標本の年齢組成や成熟割合などの生物学的情報から、秋季のこぎ網漁獲物の生物学的特徴の予測を試みる。

資源生物学的な基礎データについては、2019~2020 年 10~11 月に鵡川および日高富浜沖で漁獲されたししゃもこぎ網の未成魚を用いた。未成魚の生殖腺について、組織切片標本とスライドグラスで生殖腺を挟んだ圧片標本とを比較し、圧片標本による未成魚の性判別が可能か検討した。

漁業の質的な予測については、2018~2020 年 5~6 月に安平川、鵡川、日高富浜、日高厚賀沖の 4 地区でししゃもこぎ網を用いた漁期前分布調査で得られた標本を用いて、生物測定および耳石による年齢査定を行った。その結果から、ししゃもこぎ網の漁期である 10~11 月の体長の大小を推察した。

力 資源管理方策の実践と高度資源管理指針の改訂

2013~2017 年度に実施された「北海道資源生態調査総合事業 資源管理手法開発試験調査」²⁾ で策定された資源管理方策を実践するとともに、産卵遡上量推定方法の見直しに基づく、高度資源管理指針の改訂を行う。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

図1に道南太平洋海域のシシャモ漁獲量を示した。1968年には1,034トンを記録したが、その後減少して1991～1994年にはししゃもこぎ網漁業の自主休漁措置がとられた。1995年以降は概ね100～250トンで推移していたが、2012～2015年には12～36トンに減少した。2016～2018年には93～124トンまで回復したが、2019年は66トンに減少し、2020年は8トンと過去最低の漁獲量となった。ここでは自主休漁後である1995年以降の漁獲量が36トン以下だった2012～2015、2020年を不漁年と言う。

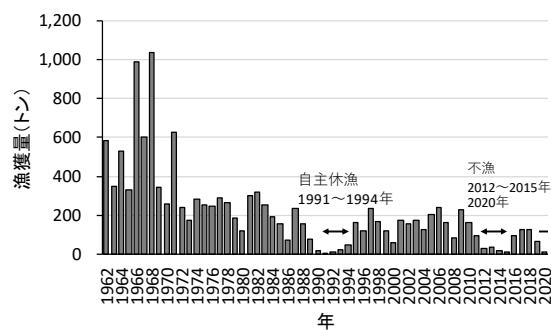


図1 道南太平洋海域におけるシシャモの漁獲量

えりも町には、えりも漁協庶野支所分（道東太平洋）を含むため、えりも町は除いた。

図2に漁業種別の漁獲量の推移を示した。ししゃもこぎ網による漁獲が54～94%，刺し網が4～46%，そ

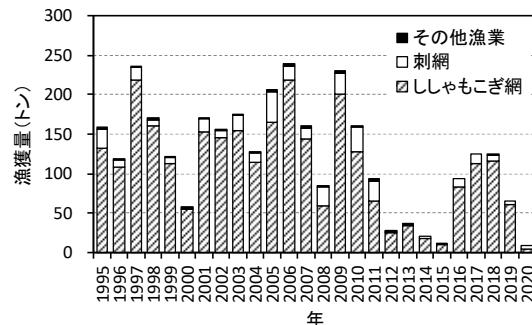


図2 道南太平洋海域におけるシシャモの漁業種別漁獲量

の他漁業が0～3%を占めていた。2020年の漁獲量は、ししゃもこぎ網が4.4トン(54%)、刺し網が3.7トン(46%)、その他漁業が0トン(0%)だった。

図3にししゃもこぎ網漁業の延べ操業隻数の推移を示した。1995年以降の延べ操業隻数は約1,000～1,500隻で推移していたが、2012～2015年には約550～850隻に減少した。その後増加して2016年以降は1,000隻弱で推移していたが、2020年は659隻に減少した。

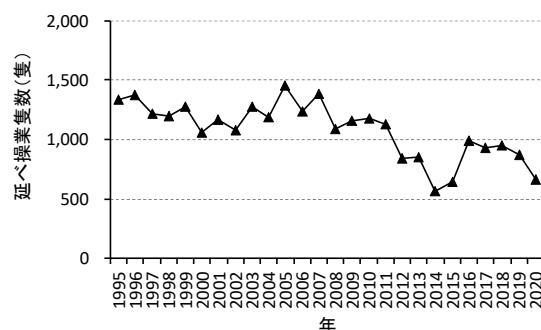


図3 道南太平洋海域におけるししゃもこぎ網漁業の延べ操業隻数

図4に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253隻に増加したが、2020年は164隻だった。産卵期(10～11月)における延べ操業隻数は、2006～2011年は約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隻に増加したが、2020年は54隻に減少した。

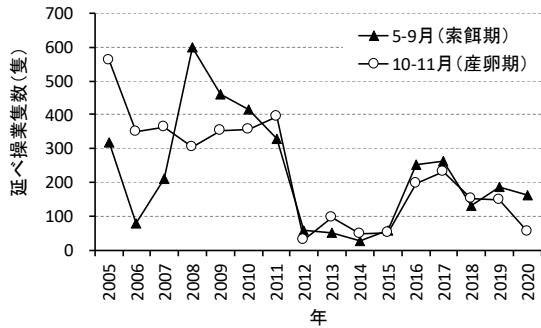


図4 日高地区における刺し網漁業の延べ操業隻数

図5にししゃもこぎ網漁業のCPUEを示した。CPUE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。CPUEは自主休漁後の1995年から2011年までは約50~180kg/(日・隻)の間で増減を繰り返していたが、2012~2015年には4年連続して40kg/(日・隻)を下回った。その後、2016~2018年には84~122kg/(日・隻)に増加したが、2019年には70kg/(日・隻)に減少し、2020年は自主休漁後では最低の7kg/(日・隻)となつた。

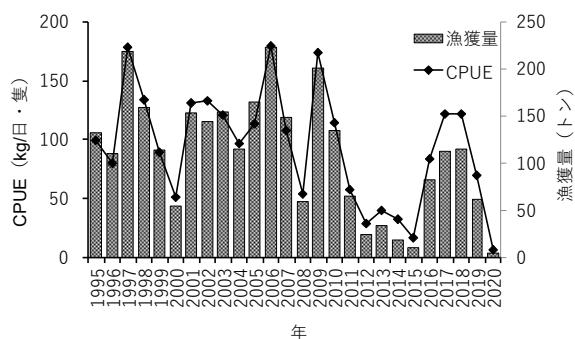


図5 道南太平洋海域におけるししゃもこぎ網漁業のCPUEと漁獲量

図6に資源水準を示した。1995~2014年のししゃもこぎ網漁業のCPUE（1日1隻当たりの漁獲量）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、その上下をそれぞれ高水準、低水準とした。2020年の資源水準指数は7であり、1995年以降では過去最低の水準となった。

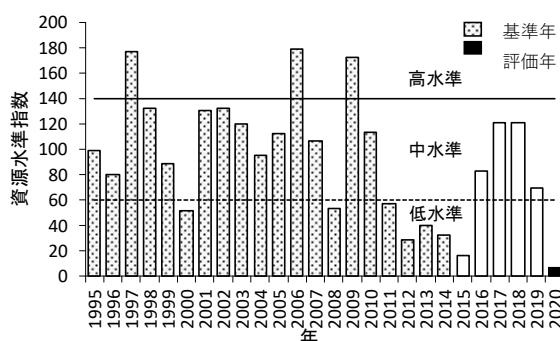


図6 道南太平洋海域におけるシシャモの資源水準
(資源状態を示す指標：ししゃもこぎ網漁業 CPUE)

イ 漁獲物調査

図7に年齢別漁獲尾数を示した。漁獲主体は1歳魚であり、多くの年で1歳魚が80%以上を占めていた。このことは、2012~2015、2020年の不漁は、1歳魚の漁獲尾数が少なかったことが原因であることを示す。

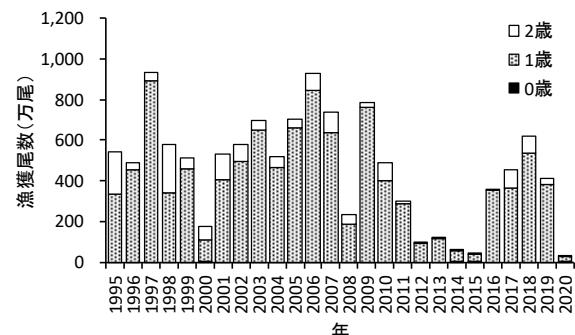


図7 道南太平洋海域における自主休漁後のシシャモの年齢別漁獲尾数

図8に10月にししゃもこぎ網で混獲された0歳魚の平均体長を示した。1995~2017年は60mm以上で変動していたが、2018年には55mmに小型化し、2019年は52mmと過去最小になった。2020年には66mmと大きくなり、成熟個体も出現した。0歳での成熟個体は、資源水準が低かった2000、2014、2015、2020年に確認されている。

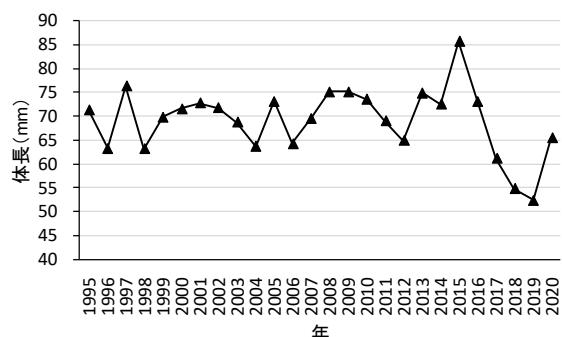


図8 道南太平洋海域におけるシシャモ0歳魚の10月の体長

図9に10~11月にししゃもこぎ網で漁獲された1歳魚の平均体長を示した。雌は1995~2017年には116mm以上で変動していたが、2018年には112mmに小さくなっている。

型化し、2019年には108mmと過去最小になった。2020年は118mmと大きくなった。雄は雌より大きく、雄の年変動は雌と同じ傾向だった。

1歳魚の体長は、年々小型化し、資源水準が低い年に急激に大型化することを繰り返している。例えば1歳雌では1995～1999年に小型化し、2000年に大型化した。また、2001～2007年に小型化し、2008年に大型化した。さらに、2015～2019年に小型化し、2020年に大型化した。ただし、低水準だった2011～2015年のうち、2011、2012年には大型化はみられなかった。

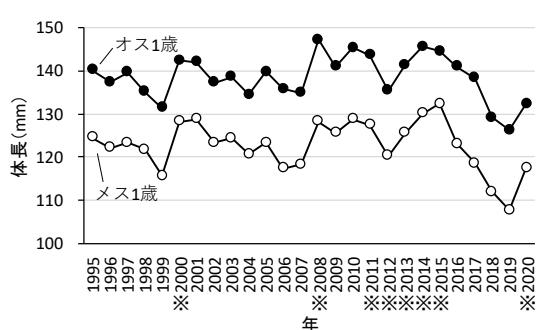


図 9 道南太平洋海域におけるシシャモ 1 歳魚の
10~11 月の平均体長

※：資源水準が低水準だった年を示す（図 6 参照）。

ウ 資源量予測調査

図 10 に 2020 年 5 月 22 日～6 月 9 日に実施した漁期前分布調査の調査点別の採集尾数を示した。安平川沖

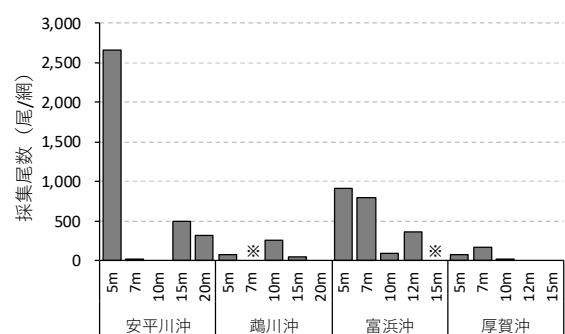


図 10 道南太平洋海域における漁期前分布調査におけるシシャモ採集尾数（2020 年）

※：漁具の設置等で調査できなかつたことを示す。

の水深 5m 地点で最も多く（約 2,700 尾/網），次いで富浜沖の水深 5m 地点（約 900 尾/網）で多く採集された。

図 11 に 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 との関係を示した。2020 年の漁期前分布調査の CPUE は 347 尾/網で中水準に含まれ、漁業 CPUE は低水準～高水準の範囲と予想され、資源動向は判断できなかった。その年の 10～11 月のししゃもこぎ網漁業 CPUE は 279 尾/(日・隻) で低水準だった。

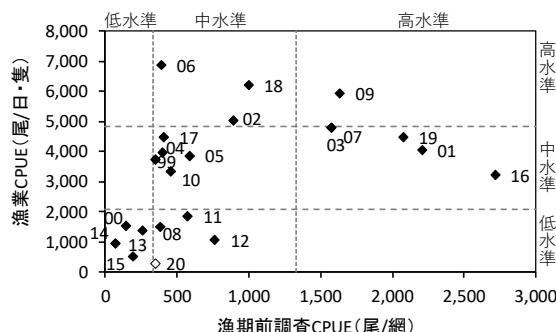


図 11 道南太平洋海域におけるシシャモ漁期前調査 CPUE とししゃもこぎ網漁業 CPUE との関係（1999～2020年）

図中の添字は、西暦下 2 桁を示す。漁期前調査 CPUE の水準は、1999～2018 年の平均値の $100 \pm 60\%$ を中水準（331～1,326 尾/日・隻），その上下をそれぞれ高水準，低水準とした。漁業 CPUE の水準は、1999～2018 年の平均値の $100 \pm 40\%$ を中水準（2,070～4,831 尾/日・隻），その上下をそれぞれ高水準，低水準とした。

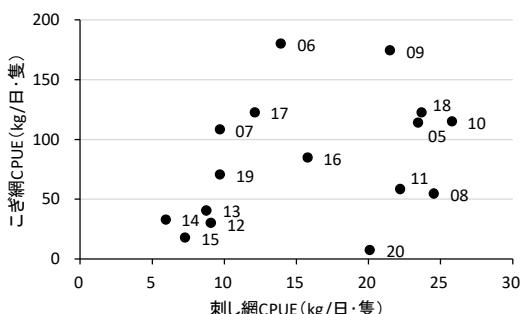


図 12 日高地区の5~9月までの刺し網 CPUE と道南太平洋の10~11月のししゃもこぎ網 CPUE との関係
(2005~2020年)

図12に日高地区の9月までの刺し網CPUEと10~11月のししゃもこぎ網CPUE（資源量の指標）との関係を示した。両者間に統計的に有意な関係は認められなかった（単回帰分析： $P = 0.19$, $R^2 = 0.121$ ）。現時点では刺し網CPUEから資源量水準は予測できない。

図13に10月1日～20日までのししゃもこぎ網CPUEとその年の刺し網等を含む漁獲量との関係を示した。胆振、日高の両管内ともにCPUEが高いと漁獲量は多くなる関係がみられた（単回帰分析、胆振管内： $P < 0.001$, $R^2 = 0.930$; 日高管内： $P < 0.001$, $R^2 = 0.987$ ）。これらのことから、漁期前半のししゃもこぎ網CPUEからその年の漁獲量を予測できる可能性は高い。不漁だった2012～2015、2020年についてみると、10月20日までのCPUEは胆振管内では30kg/(日・隻)以下、日高管内では10kg/(日・隻)以下であり、これらの値は「資源量水準が低い」と判断される目安となる。ただし、日高管内については、不漁年だった2012、2013年のデータは無い。

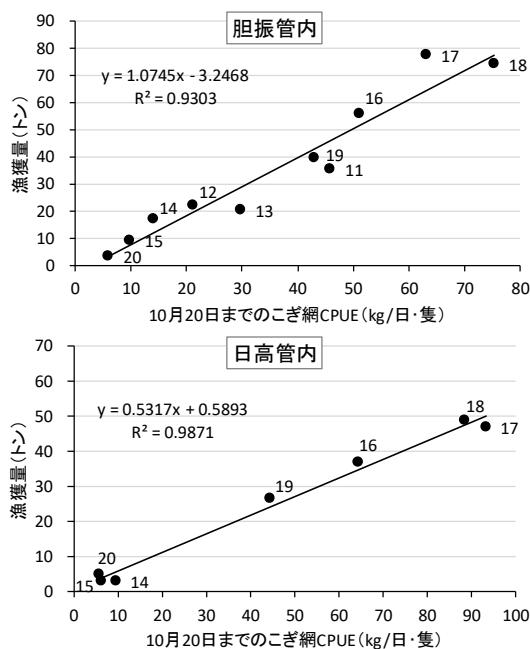


図13 胆振および日高管内の10月20日までのししゃもこぎ網CPUEとシシャモ漁獲量との関係（上：胆振管内2011～2020年、下：日高管内2014～2020年）

図中の添字は、西暦下2桁を示す。

II 河川遡上日予測

(ア) GSI22法による遡上開始日の予測

図14に2018～2020年に鶴川および日高富浜の沿岸域で漁獲された雌平均GSIの経日変化と予測遡上開始日を示した。GSIが22に到達すると計算された予測遡上開始日は、鶴川河川内におけるフクベ網の遡上開始日と比較して、2018および2019年で2日、2020年では4日遅かった。

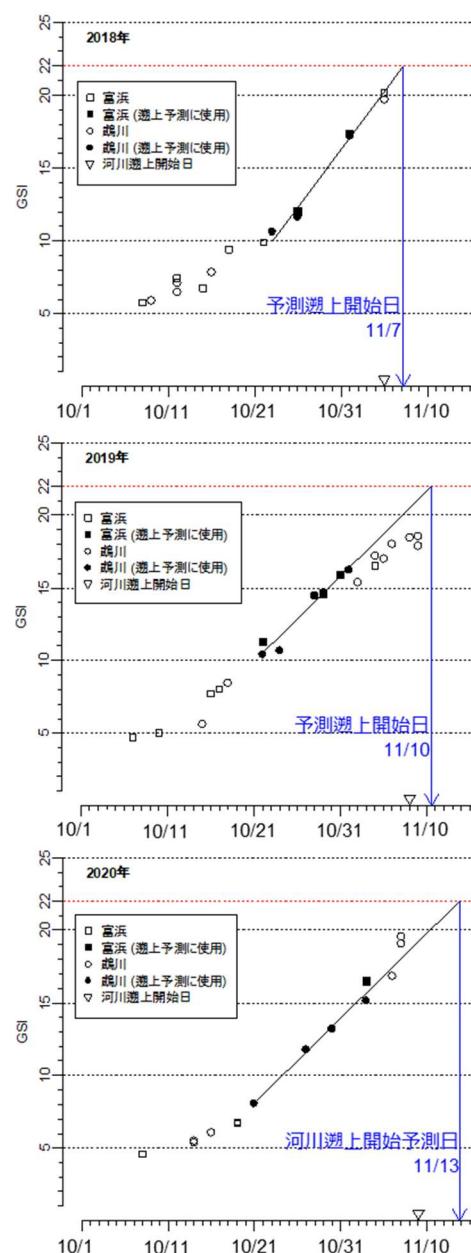


図14 2018～2020年に実施されたシシャモの予測遡上開始日と鶴川におけるフクベ網による遡上開始日（▽）

前述のように、ししゃも漁の終漁日は、ししゃもこぎ網漁業で許可されている操業 40 日以内または栽培水産試験場の遡上予測日のうち早い方となる。2018 年は遡上予測日の方が早かったため、操業 40 日目より 2 日早い 11 月 7 日をもって終漁となった。2019, 2020 年は操業 40 日目の方が早く来たため、遡上予測日より 2019 年は 1 日早い 11 月 9 日、2020 年は 4 日早い 11 月 9 日に終漁した。

(イ) GSI 推定法による遡上開始日の予測

図 15 に 2002~2020 年の遡上開始期の GSI を示した。遡上開始期の GSI は年ごとに異なり、近年は 22 まで達していない。また、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らないことから、この GSI がその個体の最大値であると考えられる。漁獲物調査で得られた標本のうち成熟度が「22+」だった個体は、2019 年は 11 月 8, 9 日の 32 個体で、GSI の平均値と標準偏差は 18.4 ± 2.5 、2020 年は 11 月 7 日の 13 個体で、 19.9 ± 2.0 であり、両年とともに GSI は 22 に達していなかった。

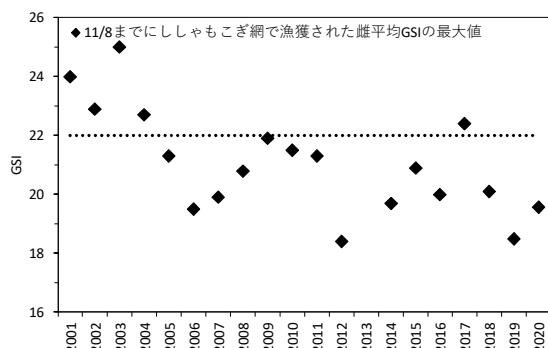


図 15 道南太平洋海域で遡上開始期に漁獲されたシシャモ雌の GSI

そこで、GSI を 22 に固定するのではなく、遡上開始期の GSI（推定 GSI 値）を求めて、推定 GSI 値に達する日を予測遡上開始日とする手法（GSI 推定法）を検討した。

解析の結果、AIC が最小となる以下の一般化線形モデル式が選択された。

推定 GSI 値 ~ (8~10 月平均水温) × x1 + Intercept

ただし、x1 および Intercept は、それぞれ推定 GSI 値を求める予測式の回帰係数および切片である（表 1）。

表 1 各年の推定 GSI 値を求めるパラメータ値とその予測結果

河川内 GSI 値は鶴川河川内の雌 GSI 平均値

年	x1	Intercept	8~10月 平均水温	推定 GSI値	河川内 GSI値	GSI22法 予測日	GSI推定法 予測日	フクベ網 遡上開始日
2018	-0.078	4.545	18.4	21.2	21.1	11/7	11/6	11/5
2019	-0.077	4.524	19.0	20.1	18.0	11/10	11/7	11/8
2020	-0.062	4.228	20.6	19.2	-	11/13	11/9	11/9

表 1 に示すモデル式の回帰係数から、胆振日高沿岸域の水温下降期にあたる 8~10 月平均水温が高止まりすると、GSI は低くなると考えられた。2018 年および 2019 年の水温から算出された推定 GSI 値は、従来の固定値である 22 よりも、鶴川河川内で観察された平均 GSI 値に近かった。また、GSI 推定法による遡上開始予測日は、フクベ網で観察された遡上開始日より、2018 年は 1 日遅く、2019 年は 1 日早く、2020 年は同じ日となった。いずれも、GSI 推定法の方が GSI22 法よりもフクベ網の遡上開始日に近くなった。なお、2018~2020 年についてのみ比較したのは、2018 年以降フクベ網の遡上開始日の定義が、1 尾でも確認された日から、100 尾以上が確認された日へと変更されたためである。

GSI 推定法は GSI22 法よりも予測精度が高かった。2021 年度からは GSI22 法を用いた遡上予測日、GSI 推定法を用いた遡上予測日の両方を関係機関へ提供する予定である。

(ウ) 遡上盛期の予測

フクベ網による遡上親魚捕獲調査で累積捕獲尾数の 50% に達した遡上盛期は、2018 年は 11 月 15 日、2019 年は 11 月 18 日、2020 年は 11 月 13 日だった。一方、予測した遡上盛期は、2018 年は 11 月 9~15 日、2019 年は 11 月 15~23 日、2020 年は 11 月 18~26 日だった。2018, 2019 年のフクベ網による遡上盛期は予測範囲内であったが、2020 年の遡上盛期は予測範囲より 5 日以上早かった。遡上盛期の予測方法の改善は、今後の課題である。

才 資源生態学的特性調査

図 16 に 10~11 月の未成魚の生殖腺について、生物顕微鏡による組織切片および压片の画像を示した。両者を比較した結果、未成魚の性判別は、压片標本の観察でも可能なことが明らかとなった。

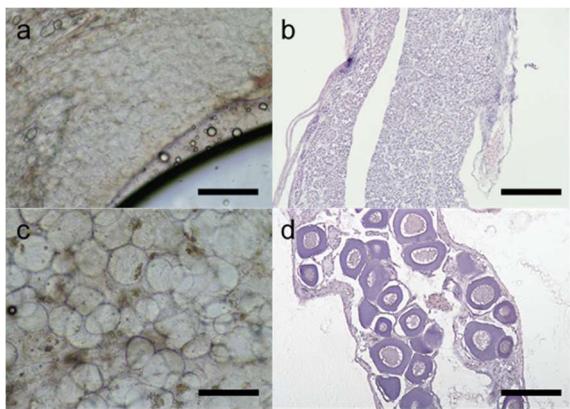


図 16 10~11 月のシシャモ未成魚標本の生殖腺の压片および組織切片を生物顕微鏡で観察した像
(栽培水産試験場栽培技術部 岡田氏提供)

a : 精巣 (压片) , b : 精巣 (組織切片) , c : 卵巣 (压片) , d : 卵巣 (組織切片) . 図中のスケールバーは 200 μm を表す。

表 2 に 10~11 月の無選別標本から得た未成魚の性判別結果を示した。生殖腺を観察した 2019 年の 12 個体では、雄が 58.3%、雌が 41.7% であった。また、生殖腺を観察した 2020 年の 13 個体では、雄が 84.6%、雌が 15.4% であった。このように、年により無選別標本中の未成魚の性比は異なっていた。また、2019 年の卵細胞の組織切片による観察では 1 個体が周辺仁期、4 個体が卵黄胞期だった。未成魚の年齢は、全て 1 歳であった。

表 2 道南太平洋海域における 10~11 月にししゃもこぎ網の無選別標本で得られたシシャモ未成魚の性判別結果

年	雄の未成魚			雌の未成魚		
	測定 個体数	優占度 (%)	平均体長 (mm)	測定 個体数	優占度 (%)	平均体長 (mm)
2019	7	58.3	103.6	5	41.7	97.2
2020	11	84.6	107.0	2	15.4	105.0

未成魚の簡易な性判別方法を確立したことにより、性判別に掛かる時間と労力が大幅に削減される。今後、雌雄別の未成魚のデータを蓄積することにより、成長曲線や成熟率が求められると思われる。

図 17 に体長から年齢を推定するため、2018~2020 年 5~6 月の漁期前分布調査の標本を用いて、応答変数を年齢 (1 歳、2 歳以上)、説明変数を体長としたロジスティック回帰分析を行った結果を示した。また、年齢査定を行っていない個体について、体長からロジスティック回帰式で各年齢になる期待値をそれぞれ計算し、それらも集計して年齢別の体長組成を求めた。

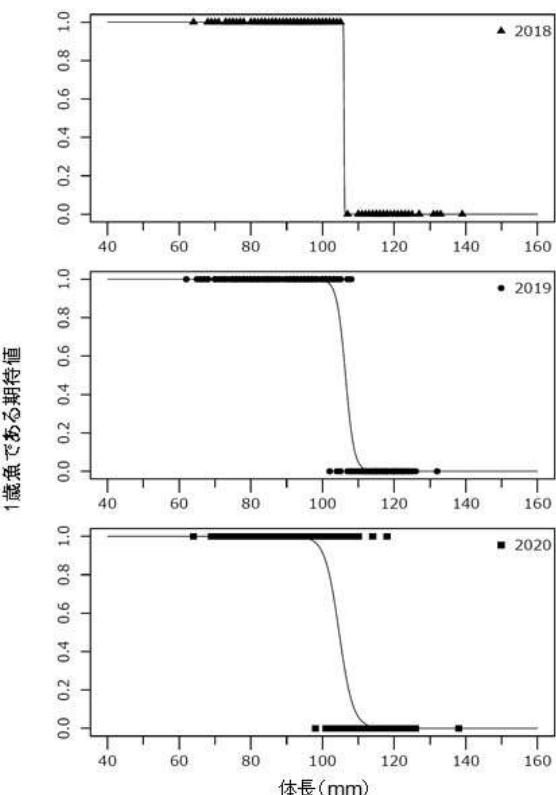


図 17 道南太平洋海域での 5~6 月の漁期前分布調査におけるシシャモの体長と年齢との関係

図 18 の体長組成をみると、2019 年 5~6 月の 1 歳魚は、体長 75~79mm に最頻値がみられ、2018 年と比べて小さかった。このことから、約半年後の 10~11 月に漁獲される 1 歳魚は、2018 年より小型化すると推察された。また、2020 年 5~6 月の 1 歳魚は、体長 90~94mm に最頻値がみられ、2019 年と比べて大きかった。このことから、10~11 月の 1 歳魚は、2019 年より大型化すると推察された。10~11 月に漁獲された 1 歳魚は、雌

雄ともに前年より 2019 年は小型化、2020 年は大型化し（図 9），推察どおりだった。

10～11 月の 1 歳の未成魚の割合は、例年数%だが、2019 年は 22% と高かった。前述のように 2019 年の未成魚の性比に大きな偏りはなかった（表 2）。これらのことから、2019 年のように 5～6 月の体長が小さい年には、雌雄ともに 10～11 月の体長は小さく、成熟率も低下することが示唆された。以上のように、漁期前分布調査から漁期中の体長の大小や成熟率の低下などの予測は、よほど例年と異なる水温等の環境変動がなければ可能と考えられた。

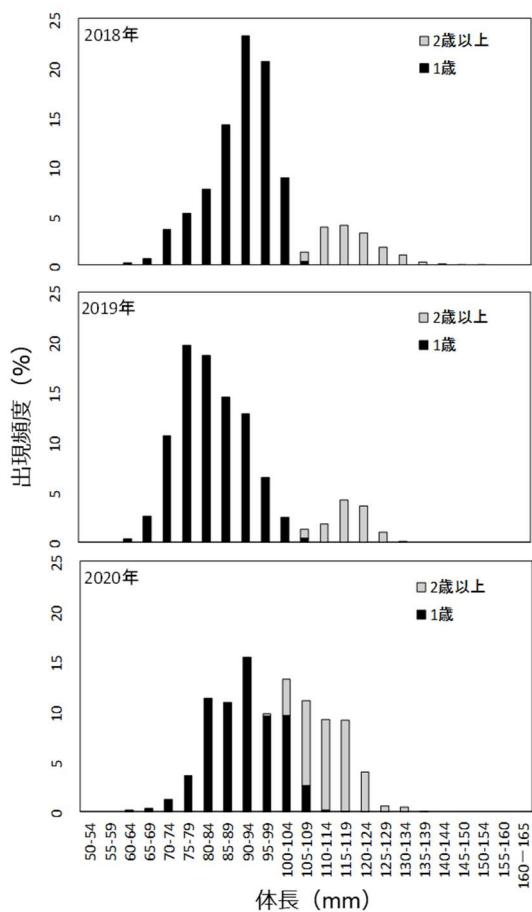


図 18 道南太平洋海域における 5～6 月の漁期前分布調査で得られたシシャモ標本の年齢別体長組成

年齢査定した個体の年齢および体長と、年齢査定していない個体の体長から推定した年齢の期待値および体長を集計した。

力 高度管理指針および資源管理方策の実践と改訂

前述のように、ししゃも漁の終漁日は、ししゃもこぎ網漁業で許可されている操業 40 日以内または栽培水産試験場の遡上予測日のうち早い方となる。しかし、資源水準が低い時は、それらで終漁しても遡上親魚尾数を確保できないリスクが高まる。2017 年度に策定された資源管理方策案の一つとして「資源状態が 2012～2015 年並みに低いと判断された場合には、遡上開始日を待たずに漁を切り上げることを提言する。この提言に基づき協議会は終漁日の決定を速やかに行う。」がある。栽培水試では、この資源管理方策案をえりも以西海域ししゃも漁業振興協議会に提案した（2019 年 8 月）。資源状態が低いと判断された場合は、ししゃも協議会が中心となって自主的に漁を早期に切り上げることが望ましいため、この方策の導入について合意を図っていく必要がある。

前述したとおり、資源状態が低いと判断される目安は、10 月 20 日までのししゃもこぎ網 CPUE が胆振管内では 30kg/(日・隻) 以下、日高管内では 10kg/(日・隻) 以下である（図 13）。漁期前半のししゃもこぎ網漁業の情報は各漁協に配信するとともに、栽培水産試験場のホームページに掲載する (<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/saibai/section/zoushoku/2020news1.pdf>)。ここまででは、目標である 60 万尾以上の親魚を確保するための資源管理方策について記載してきたが、近年は 60 万尾以上の親魚を確保しても問題が生じてきている。

図 19 に鵡川での遡上親魚尾数を示した。近年では、2016～2018 年に 60 万尾を超えて、83～89 万尾の親魚が遡上したと推定された。これら親魚から産まれた卵は、それぞれ 2017～2019 年の春に孵化し（2017

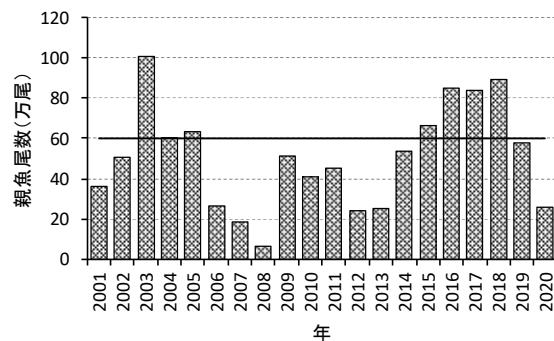


図 19 鵡川の遡上親魚尾数（2001～2019 年）

2018, 2019 年の遡上親魚尾数は、胆振管内ししゃも漁業振興協議会の資料を引用した。

～2019年級群），2018～2020年の4月に1歳となり，漁獲主体となる（加齢の基準日は4月1日とする）。

図20に鵠川での遡上親魚尾数と，その子世代のししゃもこぎ網による1歳CPUEとの関係を示した。遡上親魚尾数が83万尾以上では，4年間のうち3年間で小型化や不漁の問題が生じた。すなわち，2017，2018年級群の1歳CPUEは4,000尾/(日・隻)以上と高かつたが（図20），両年級群とともに0歳および漁獲加入した1歳の体長は，その当時では過去最小だった（図21）。2019年級群の0歳での体長は過去最小であり（図21），1歳CPUEは247尾/(日・隻)と過去最低を記録した（図20）。

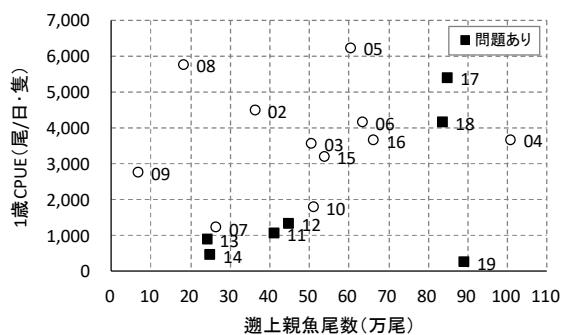


図20 鶴川の遡上親魚尾数と，その子世代の道南太平洋海域における10～11月のししゃもこぎ網1歳CPUEとの関係（2003～2020年）

図中の添字は，子の年級群を西暦下2桁を示す。

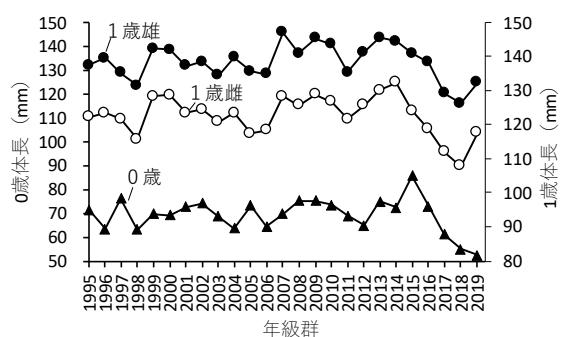


図21 道南太平洋海域におけるシシャモ0歳魚の10月の体長と1歳魚の10～11月の平均体長

これらのことから，遡上親魚尾数が多いと，産まれてきた子も多く，0～1歳に小型化する可能性は高いと

考えられた。小型化の原因については，飼育試験等から明らかにしていく必要はあるが，前述のように小型化は，1歳で成熟しない個体の割合を増加させる。また，2020年の不漁は，2019年級群の0歳での体長が過去最小だったことが要因の一つとして考えられる。一方，遡上親魚尾数が45万尾以下では，2011～2014年級群の1歳CPUEは低く，不漁となった（図20）。現時点では遡上親魚尾数が50～70万尾程度で問題は生じていない。

図22に室蘭市から白老町のシシャモ漁獲量を示した。シシャモは室蘭市では主に小定置で漁獲されるが，2011年以後はほとんど漁獲されていない。登別市では主に底建網で漁獲されるが，2013年以後は漁獲されていない。白老町では主に刺し網で漁獲されるが，2019年に減少し，2020年は漁獲されていない。シシャモは，胆振管内の西側では漁獲されなくなっていると考えられる。

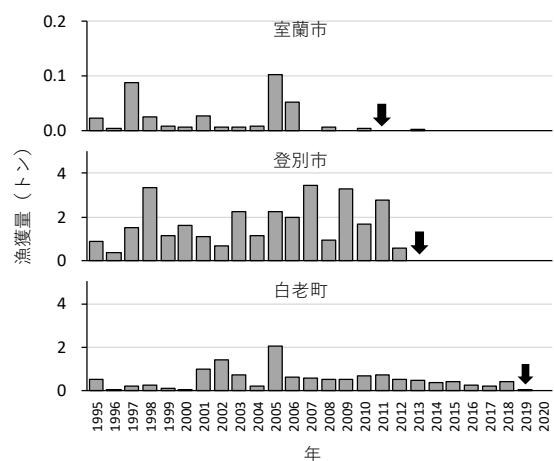


図22 室蘭市，登別市および白老町のシシャモ漁獲量（1995～2020年）

矢印は各市町の1995～2020年の平均値の10%未満が継続している最初の年を示す。

図23に胆振中・東部沿岸と日高沿岸における8～9月の平均海面水温を示した。年により胆振中・東部沿岸では18.0～22.5℃の範囲で変動し，日高沿岸では16.7～22.4℃の範囲で変動していた。両海域ともに長期的に見ると水温は高くなる傾向がみられた。水温とシシャモの成長・生残との関係については，飼育試験等により明らかにする必要はあるが，夏季の高水温は，北海道太平洋沿岸のみに分布する冷水性魚類のシシャモにとって好ましくない環境と考えられる。

さらに、中央水産試験場によると、「太平洋ではここ数年、沿岸親潮の張り出しが極端に弱い（2021年1月1日発行、週刊水産新聞）」とのことであり、海流も変化している。水温や海流などの環境変化と、近年頻発する不漁、体サイズの小型化や分布域の縮小との関係を明らかにすることも重要である。

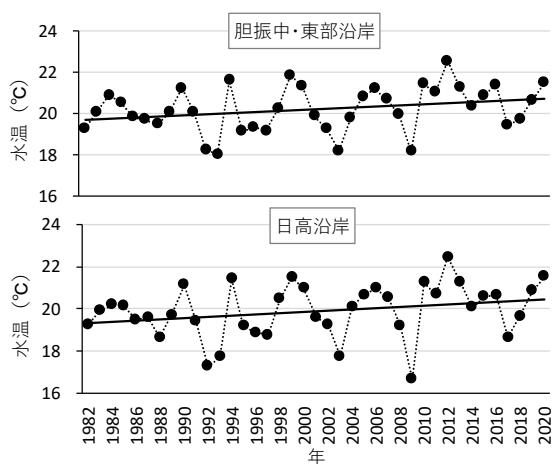


図23 胆振中・東部沿岸および日高沿岸の8~9月の平均海面水温（1982~2020年）

水温は気象庁札幌管区気象台のホームページよりダウンロードした。

これまでには産卵親魚を確保するため、鵡川での遡上親魚60万尾以上を目標としてきた。しかし、遡上親魚が83万尾を超えると、体サイズの小型化や不漁となる事例がみられた。さらに、夏季の高水温傾向などシシャモを取り巻く環境は、ますます厳しくなると思われる。今後は環境に見合う適正な遡上親魚尾数を明らかにするとともに、遡上親魚尾数が過多と予測される場合には、午前操業や統一休漁日の自主規制を一時的に緩めることや、終漁日を遅らせるなどして、遡上親魚尾数を減らすことも検討する必要がある。83万尾以上の親魚が遡上したと推定された2016~2018年の10月20日までのししゃもこぎ網CPUEをみると(図13)、胆振管内では51kg/(日・隻)以上、日高管内では64kg/(日・隻)以上であった。今のところ、これらの値が「遡上親魚尾数が過多」と予測される目安となる。

このように、10月20日までのししゃもこぎ網CPUEの情報から、資源水準が低いと判断される場合は、漁を早期に切り上げ(ブレーキ)，遡上親魚尾数が過多と予測される場合は、自主規制を緩めて漁獲を増やす

(アクセル)ことにより、遡上親魚尾数をコントロールできるかを検証することが今後の課題である。

現在、鵡川での遡上親魚尾数は、雌雄込みで推定されているが、今後、総産卵量を求めるためには、雌の遡上尾数の推定が必要である。さらに、孕卵数は体長により異なり、雌の体長は年により異なるので(図9)、体サイズを考慮した総産卵量の推定も課題である。

なお、本文中に記載した「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。」については、2020年11月9日に終漁した後の12月1日に北海道水産林務部により施行された「小型機船底びき網漁業（ししゃもこぎ網漁業）の許可等に関する制限措置等の取扱い（えりも以西海域）」では、連続40日以内の制限が無くなった。

(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, 79-89 (2013)
- 2) 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)
- 3) 吉田秀嗣, 岡田のぞみ: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）, 令和元年度 道総研栽培水産試験場事業報告書, 90-96 (2021)

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
技術指導(講師派遣)	4月	森町	漁業関係者	15	免疫染色法について概要説明と実践	川崎
技術指導(企業指導)	4月	伊達市	民間企業	1	マツカワ仔魚斃死に対する助言・指導	松田
技術指導(講師派遣)	6月	せたな町	せたな町および指導所	5	アサリおよびバカガイの現地採卵指導	川崎
技術指導(企業指導)	6月	伊達市	民間企業	1	マツカワ形態異常選別指導	松田
技術指導(企業指導)	6月	来場	教育機関	2	マツカワの形態異常仕分け方法について	松田
技術指導(企業指導)	6月	来場	教育機関	1	マツカワ(60-80mm)の雌雄判別方法	松田
技術指導(企業指導)	6月	来場	えりも町	2	ワムシの分与・ワムシ培養指導	松田
技術指導(企業指導)	8月	来場	民間企業	2	ワムシの分与・ワムシ培養指導	松田
技術指導(企業指導)	9月	来場	民間企業	1	マツカワ雌雄比判別指導	松田
技術相談	10月	電話	マスコモ関係	1	シシャモの生態や資源管理について	岡田
技術指導(企業指導)	10月	来場	愛媛県水産研究所	1	イワガキの成熟制御と調温飼育技術に関する研修	川崎
技術指導(企業指導)	10月	岩内町	指導所	3	キタムラサキウニ養殖に関する情報提供依頼	川崎
技術指導(企業指導)	10月	せたな町	せたな町	1	アサリ稚貝の育成および餌料に関する技術指導	川崎
技術指導(企業指導)	10月	来場	民間企業	1	マツカワ雌雄比判別指導	松田
技術指導(企業指導)	10月	来場	民間企業	2	ワムシの分与・ワムシ培養指導	松田
技術指導(企業指導)	11月	伊達市	民間企業	2	マツカワ魚病対策(採血)指導,親魚選別指導	松田
技術相談	1月	電話	民間企業	1	アイナメ孵化仔魚の飼育方法について	川崎
技術指導(企業指導)	1月	来場	民間企業	1	ワムシの分与	松田
技術指導(講師派遣)	2月	Web会議	漁業関係者	30	北海道におけるウニ養殖について	川崎
技術指導(企業指導)	2月	伊達市	民間企業	2	マツカワ採卵指導	松田
技術指導(企業指導)	2月	伊達市	民間企業	2	マツカワ採卵指導	松田
技術相談	3月	Web会議	漁業関係者	2	ウバガイ種苗生産研究について	井上・川崎
技術指導(企業指導)	3月	伊達市	民間企業	2	マツカワ採卵指導	松田

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・場内	マスコミ関係	1	マツカワ栽培漁業の歴史について	森
技術指導	4月	電話	マスコミ関係	1	ケガニの資源動向について	村上
技術相談	4月	場内	企業関係者	1	ゴカイの種類について	吉村
技術相談	6月	メール	市町村関係者	1	エゾボラについて	吉村
技術相談	6月	苫小牧市	漁業関係者	1	不明淡水二枚貝について	吉村
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	マツカワ小型放流について	吉村
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	豊浦町のヒラメについて	村上
技術相談	8月	場内	マスコミ関係	3	豊浦町の右向きヒラメについて	森
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	マツカワ小型放流について	吉村
技術指導	8月	鶴川町	漁業関係者	30	シシャモ漁期前調査の結果	吉田
技術相談	8月	メール	市町村関係者	1	左向きソウハチについて	森
技術指導	8月	電話	マスコミ関係	1	マツカワの小型種苗放流試験について	吉村
技術指導	9月	日高門別	漁業関係者	30	沙流川協議会	吉田・森
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	今年のシシャモ漁模様について	福田
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラニュース・漁況について	藤岡
技術相談	11月	電話	マスコミ関係	1	鶴川シシャモ資源について	森
技術指導	12月	電話	マスコミ関係	1	鶴川シシャモ不漁について	森
技術指導	2月	むかわ町	漁業関係者	20	2020年度の漁況と遡上予測の結果	森・吉田・安宅
技術指導	3月	日高門別	漁業関係者	25	沙流川協議会	森

2. 観察来場者等の記録

(令和2年度)
2020年4月～2021年3月

観察来場者

1. 道 内 28 件 147 人

3. 海 外 0 件 0 人

2. 道 外 1 件 1 人

4. 合 計 29 件 148 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	1	7	0	0	2	83	3	5	4	9	10	104
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
網 走	0	0	2	9	0	0	0	0	0	0	2	9
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	3	14	0	0	1	1	10	15	0	0	14	30
後 志	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2	4
檜 山	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
渡 島	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	4	21	2	9	3	84	15	24	4	9	28	147
主な観察来場者の所属	1.	官公庁関係 (1) 国・道・議会 (2) 独法、その他	3.	学校関係 (1) 先生・生徒	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						
	2.	漁協等 (1) 漁協青年部、女性部	4.	会社関係 (1) 水産関係 (2) 建設関係等								

(道外内訳)

都府県名	官 庁		漁 协		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	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0
広 島 県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
福 岛 県	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
計	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1

(海外内訳)

国名(地域)	官 庁		漁 协		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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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
その他の	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(海外内訳に随行者も含めた)

R2年度所属研究員の発表論文等一覧 (2020.4~2021.3)

ホールマウント免疫染色法によるシシャモ仔魚判別技術の開発：蓮平裕次・川崎琢真（栽培水試）・中田訓彰・竹中映美・永田 淳・石田良太郎・山口浩志・佐藤 充・東藤 孝・平松尚志 水産増殖 68 (1), 1-8, 2020. 4

徹底解説！カキ産地ベスト9（後編）生産量第6位：北海道：川崎琢真（栽培水試） 養殖ビジネス 57 (6), P4-7, 2020. 5

吸光分析によるリシリコンブ抽出液中マンニトールの新規定量法：田園大樹（栽培水試） 水産技術 13 (1), p 13-19, 2020. 12

画像計測と教師付きデータ生成のための作業支援システムの提案：榎本洸一郎・石井彩室・戸田真志・川崎琢真（栽培水試）・清水洋平（栽培水試） 情報処理学会インタラクション 2020, pp. 635-638, 2020. 5

キツネメバルの繁殖制御技術開発について：川崎琢真（栽培水試） 試験研究は今 No. 923, 2021. 2

オミクス解析並びに免疫生化学的手法を用いたクロソイ *Sebastes schlegelii* 交尾期雄尿タンパク質の同定：山口 耀・芝竜太郎・川崎琢真（栽培水試）・原 彰彦・東藤 孝・平松尚志 令和3年度日本水産学会春季大会講演要旨集, P376, オンライン開催 2021. 3

人工種苗放流により再構築されたマツカワ資源の現在：吉村圭三（栽培水試） 水試だより No. 101, 2020. 9

“未詳資源”アヤボラ（毛つぶ）について：吉村圭三（栽培水試） 試験研究は今 No. 915, 2020. 10

海底湧水が沿岸環境に及ぼす影響：福田裕毅（栽培水試） 水試だより No. 102, 2021. 3

弾帶受けおよび主歯の透過光観察によるウバガイの簡易年齢査定手法（短報）：吉村圭三（栽培水試）・道林宜敬 北水試研報 99号, pp13-17, 2021. 3

道南太平洋海域におけるシシャモの不漁要因について（資料）：吉田秀嗣（栽培水試）・新居久也・藤井 真・今野義文・工藤 智 北水試研報 99号, pp25-30, 2021. 3

令和 2 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 4 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