

令和 5 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 7 年 3 月

(2025 年)

令和5年度 道総研 栽培水産試験場 事業報告書

目 次

栽培水産試験場概要

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

調査及び試験研究の概要

I 栽培技術部所管事業

1 秋から冬に行うキタムラサキウニの養殖技術開発（重点研究）	4
2 栽培漁業基盤調査研究（経常研究）	
2. 1 アカガイ属二枚貝の増養殖に向けた基礎調査	6
3 栽培漁業技術開発調査（経常研究）	
3. 1 放流基礎調査事業（マツカワ種苗生産）	8
3. 2 マナマコ大型種苗の効率的生産技術の開発	12
3. 3 シシャモ増養殖用種苗生産および親魚養成に向けた飼育技術の開発	16
3. 4 エゾバフンウニ養殖用大型種苗の育成	22
3. 5 現場対応型二枚貝種苗生産簡易キットの開発	27
4 資源生態解明に向けたシシャモの環境応答に対する研究—成長・生残と成熟—（経常研究）	32
5 養殖用種苗生産技術の開発に向けた道産エゾイシカゲガイの生物特性解明（経常研究）	35
6 マツカワの種苗生産施設にみられた新興感染症の診断および治療・予防技術の開発（経常研究）	37
7 道産マナマコの摂餌に注目した管理型養殖技術に関する基礎研究（経常研究）	39
8 全雌サクラマスにおける成熟制御および道南・道東海域でのリレー養殖に関する研究（経常研究）	41
9 サクラマス海面養殖にむけた高水温耐性品種開発の基礎研究と馴致方法の開発（経常研究）	44
10 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化モニタリング試験（受託研究）	
10. 1 浮遊幼生発生量調査の技術支援	45
11 養殖業成長産業化技術開発事業（公募型研究）	46
12 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）	50
13 ウニの成熟制御機構を応用した革新的養殖生産技術の開発（公募型研究）	52

II 調査研究部所管事業

1 深刻化する養殖ホタテガイ大量死発生機序の総合理解（重点研究）	58
2 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）	
2. 1 スケトウダラ	59
2. 2 マガレイ	61
2. 3 ソウハチ	64
2. 4 ハタハタ	68
2. 5 ケガニ	69
2. 6 シシャモ	78
2. 7 マツカワ	81
2. 8 タコ類	85
2. 9 漁業データベースと資源解析アルゴリズムを連携した情報システムの開発	87
2. 10 岩礁域・砂泥域の増殖に関する試験研究	
2. 11. 1 コンブ類	89
2. 11. 2 ウバガイ	90
3 栽培漁業技術開発調査（経常研究）	
3. 1 放流基礎調査事業（マツカワ放流）	92
4 赤潮によるウニの大量死の実態と資源回復過程の把握（経常研究）	96
5 水産資源調査・評価推進委託事業（公募型研究）	
5. 1 我が国周辺水産資源	
5. 1. 1 スケトウダラ	98
5. 2 北海道水産資源管理協議会	100
5. 3 資源管理手法開発調査	
5. 3. 1 シシャモ	101
5. 3. 2 ツブ類	103
6 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）	105
7 漁場環境改善緊急対策事業（公募型研究）	
プランクトンの影響調査及び発生予察手法等の開発（公募型研究）	108
8 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）	
8. 1 夏季沿岸海洋検鏡調査	110
9 温暖化が進む北海道周辺海域におけるマアジの来遊過程の解明に向けた研究（職員研究奨励事業）	
	… 112

III その他

1 技術の普及および指導	
1. 1 栽培技術部	116
1. 2 調査研究部	116
2 視察来場者等の記録	118
3 所属研究員の発表論文等一覧	119

栽培水産試験場 概要

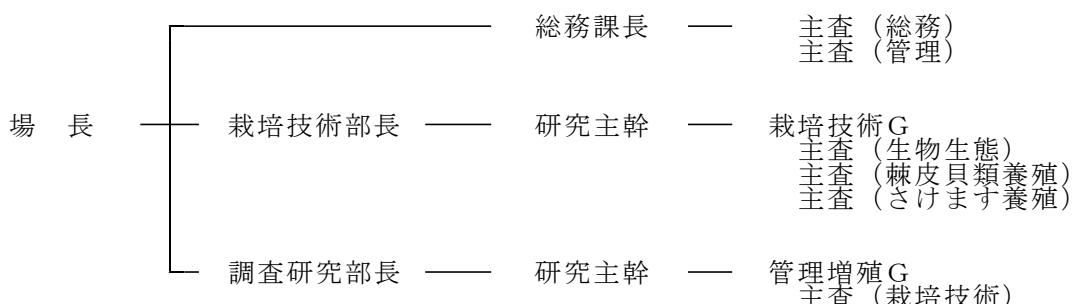
1 所在地

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

2 主要施設

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

3 機構



4 職員配置

部別 職種別	総務課	栽培技術部	調査研究部	合計	摘要
行政職	4			4	
研究職	1	9	8	18	
合計	5	9	8	22	

(令和5年6月1日現在)

5 経費（予算）

区分	予算額	備考
支出	210,681千円	総支出額（人件費を除く）

6 職員名簿 (令和5年6月1日現在)

場 長 志 田 修

総務課

課長	松尾	仁
主査（総務）	佐藤	浩
主査（管理）	久末	哲
主事	中村	鮎
		文也
		茄

栽培技術部

部長	清水	洋平
研究主任	佐藤	敦一
主査（生物生態）	岡田	のぞみ
主査（棘皮貝類養殖）	川崎	真也
主査（さけます養殖）	山崎	哲也
研究職員	井上	智也
研究職員	長谷川	竜也
研究職員	後藤	佳也
専門研究員	松田	平

調査研究部

部長	佐野	稔
研究主任	渡邊	道
主査（栽培技術）	瀧谷	明
研究職員	高原	英
研究職員	坂上	生嶺
研究職員	安宅	樹
研究職員	橋安	淳
専門研究員	高橋	昂
	原	康

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		
シシャモ	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					
アカガイ属							親貝飼育					
エゾイシカゲガイ							親貝飼育					
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										
ウニ類	採卵・幼生飼育						稚仔・親飼育					
マナマコ	採卵・幼生・稚仔飼育											
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											
粗放培養藻類	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 秋から冬に行うキタムラサキウニの養殖技術開発（重点研究）

担当者 栽培技術部 川崎 琢真

共同研究機関 栽培水産試験場・調査研究部,

工業試験場・材料技術部,

北海道大学,

北海道立工業技術センター,

株北三陸ファクトリー札幌（営）

協力機関 ひやま漁業協同組合大成支所

檜山地区水産技術普及指導所せたな支所,

せたな町, 株愛南リベラシオ

（1）目的

日本海側で盛んなウニ漁業は、水揚げが夏場に集中しており秋-冬は品不足により取引価格が高い。北海道日本海沿岸部には身が入らず未利用なキタムラサキウニが高密度に存在しているが、製品化には給餌が必要なため有効な利用法が確立されていない。近年、北海道大学等が開発した配合飼料の身入り改善への有効性が確認されており、実用性の検証により将来重要な養殖産業につながる可能性が大きい。

そこで本研究では、秋から冬に行う道産ウニ養殖漁業の確立に不可欠な飼料コスト低減法と養殖ウニの特徴に合わせた保存・加工方法を開発し、事業採算性を評価する。

（2）経過の概要

栽培技術部の担当業務として、2023年度9月から12月にせたな町にてキタムラサキウニの海中養殖試験を行い、給餌スケジュールを調整することで、可食部である生殖巣の水分量の低下が可能かを調べた。また、養殖されたウニを試験加工・流通することで、事業性評価を実施した。

＜材料と方法＞

ア 配合飼料を用いたキタムラサキウニの海中養殖試験

2023年9月25日に、せたな町長磯漁港内に設けた延縄式の養殖施設にて浜中式円筒カゴを用いたキタムラ

サキウニの海中養殖試験を実施した。各カゴには、平均殻径 $56.8 \pm 4.6\text{mm}$ 、平均重量 $68.8 \pm 15.3\text{ g}$ 、平均歩留まり $8.2 \pm 3.0\%$ の天然キタムラサキウニを24kg収容した。試験区として、毎週一定量をまとめて給餌する区（以下一定区）、前半1.5倍後半0.5倍量給餌（以下変量区）、毎週一定量を2か所から給餌する区（以下分散区）を設けてそれぞれ4カゴ設置した。養殖試験は2023年12月15日の水揚げまでの12週間実施し、10週間給餌して2週間絶食の後水揚げとした。1週当たりの給餌量は各カゴ4kgを基本とし、変量区では前後半各5週ずつで設定倍率に合わせて給餌量を調整した。試験開始時および終了時に測定を行い、生残率、殻径、重量、生殖巣指数および可食部水分量を調べた。可食部水分量の測定は、以下のように行った。各カゴ20個体から生殖巣1房を採取し、キムタオルで上下を挟んで30分間吸水した後、5mLチューブ（BMA-T2076S-CA：BM機器）に封入して重量を測定した。チューブに封入した生殖巣は-80°Cの冷凍庫（MDF-U32V：三洋電機バイオメディカ（株））で1晩以上凍結を行い、凍結乾燥器（FDU-1100：東京理科器械（株））で72時間乾燥後に再度重量を測定して、差分を水分量として算出した。

イ 配合飼料を用いたキタムラサキウニ養殖の事業性評価

2023年12月15日に水揚げした養殖キタムラサキウニを、（株）北三陸ファクトリーに運搬・加工した後、試験販売を委託し、生産から販売までの事業性を調べ

た。

(3) 得られた結果

ア 配合飼料を用いたキタムラサキウニの海中養殖試験

3つの試験区を設けた海中養殖の結果、終了時の平均生残率は $81.8 \pm 10.3\%$ で群間に有意な差は見られなかった。養殖終了時の平均殻径は $54.8 \pm 1.1\text{mm}$ 、平均重量は $67.3 \pm 4.8\text{ g}$ 、平均歩留まりは $12.3 \pm 1.4\%$ でいずれも群間に有意な差は見られなかった。給餌条件の違いによる生殖巣水分量の低減はいずれの試験区でも効果が得られず、天然ウニの水分率約 64% に対しておよそ 5% 程度有意に高い平均 $69.3 \pm 1.6\%$ であった（図 1）。

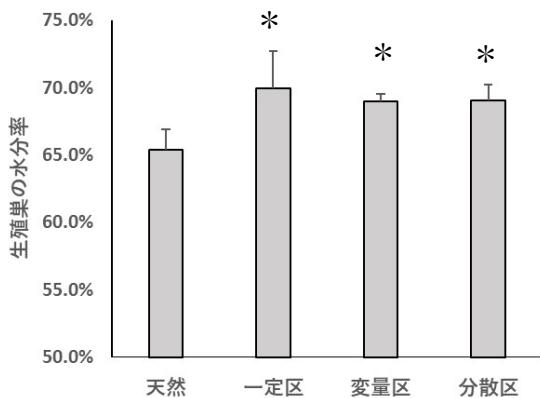


図 1 各試験区の平均水分率

*は天然群に対して有意な差があることを示す。

(Steel-Dwass 法 $P < 0.01$)

イ 配合飼料を用いたキタムラサキウニ養殖の事業性評価

2023 年にせたな町で実施したキタムラサキウニ養殖試験から、施設減価償却、人件費、飼料費の試算を行った。水揚げした養殖ウニを（株）北三陸ファクトリーにトラック輸送した運搬費、加工・販売経費を調べた。試験加工品は年末市場向けの塩水パック製品として国内および海外試験販売調査を実施した。得られた生産および加工・販売データからトラック 1 台単位での事業採算性を調べた結果、2023 年の国内市況向けの販売単価（¥34,375/kg）では事業は赤字であり、海外向け単価（¥50,000/kg）であれば黒字が見込め、損益分岐点となる販売単価は ¥42,057/kg と試算された（図 2）。生産にコストを要する養殖ウニでは、国内の市場だけではなく、およそ半分は海外向けの出荷を想定す

ることが、事業を成立させるために必須であると考えられた。

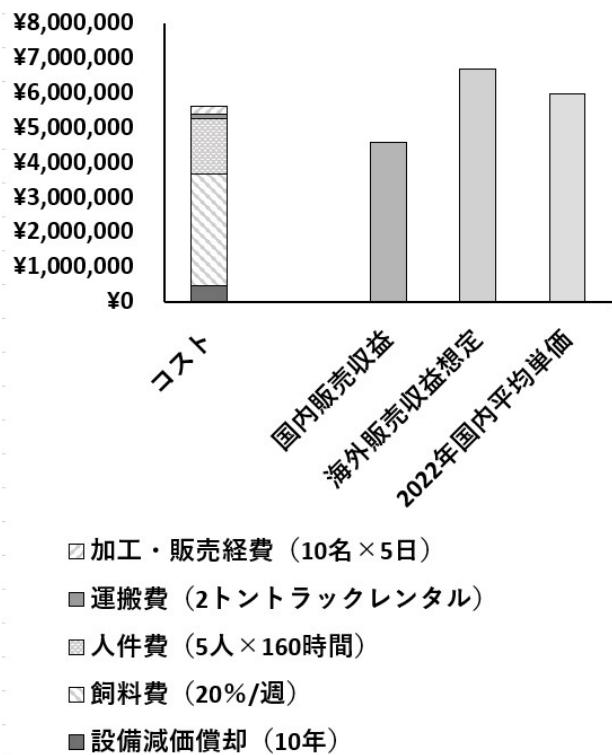


図 2 配合飼料を用いたキタムラサキウニ養殖試験における 2023 年のトラック 1 台分の生産コストと販売単価から見た事業性試算

2 栽培漁業基盤調査研究（経常研究）

2.1 アカガイ属二枚貝の増養殖に向けた基礎調査

担当者 栽培技術部 井上 智
協力機関 鶴川漁業協同組合,
上磯郡漁業協同組合,
北斗市

（1）目的

近年の気候変動・海水温の上昇に伴い、これに対応した新たな増養殖対象種の探索や技術開発が求められている。アカガイの主な産地は西日本や東北であり、天然漁獲のほか養殖もおこなわれている。近年は道内でも混獲されることがあり、高水温にも順応できる種として今後の道内増養殖に活用できる可能性が高い。アカガイはすしネタなど高級食材として取り扱われており、殻付輸入アカガイでも平均単価は 550 円/kg から 1,600 円/kg あり、国産物の活貝は 3,000 円/kg 前後の高値で取引されている。これはホッキガイ (700 円/kg) やエゾバカガイ (800 円/kg) と比較しても単価が高く、事業採算性の重要な養殖においてメリットとなる。山口県栽培漁業公社ではアカガイ人工種苗を生産し、養殖用に販売しているなど種苗生産の実績があるが、本道で採取される個体および海洋条件における飼育は未知数となっている。

アカガイと同属にサルボウガイやクイチガイサルボウがあり、サルボウガイはアカガイの代替品として有明海等で養殖がおこなわれている。クイチガイサルボウもアカガイ同様に美味であるといわれている。本研究では商品価値の高いアカガイを軸に調査を進めると同時にこれら同属の貝についても調査を実施する。

（2）経過の概要

太平洋沿岸にてアカガイが 1 年間で合計 25 個体混獲された。昨年度からの継続飼育個体および採取個体にて産卵誘発を行うが受精卵を得ることはできなかつた。稚貝を導入して給餌試験を行うとキートセラスを給餌したときに有意に個体重量が増加した。

＜材料と方法＞

ア 親貝探索

道内各地の漁協や指導所などへアカガイ属二枚貝の混獲状況などの聞き取り調査を行った。混獲時に生残している個体については試験場の水槽へ収容し、親貝として種苗生産試験に用いた。

イ 種苗生産方法の検討

混獲により得られたクイチガイサルボウおよびアカガイについて産卵誘発を行った。産卵誘発の条件については飼育水温より 5℃ 昇温した紫外線照射海水を基準としてセロトニンの添加や干出といった誘発刺激を与えて反応の有無を調べた。

本州産のアカガイ稚貝（平均殻長 12.1 mm, 平均重量 0.31 g）を用い、北海道の環境における飼育可能環境を調査するための試験を行った。飼育条件は 100L パンライト水槽に丸籠（1 分目直径 30cm）を垂下し、その中にアカガイ稚貝を 100 個体収容して外部へ流出しないようにした。餌料として培養キートセラス、二枚貝用配合飼料および付着珪藻粉末を給餌し、約 9 週間の飼育を行った。

（3）得られた結果

ア 親貝探索

道内各地の漁協や指導所などへアカガイ属二枚貝の混獲状況などの聞き取り調査を昨年度に引き続き行った結果、新たに渡島地方においてアカガイが混獲された。

5 月から 3 月にかけて 1 年を通じてアカガイが混獲された。2023 年度にはクイチガイサルボウは混獲されなかつた。個体の平均殻長は 77.56 mm, 平均重量は 122.6 g であった（表 1）。ホタテガイやホッキガイなどの漁業で混獲されるためサイズが大きく、実際の資源状況とは乖離している可能性に留意が必要である。

表 1 混獲された道産アカガイ属の測定結果

種名	採取日	採取数	平均殻長 (mm)	平均重量 (g)
アカガイ	2023/5/1	3	81.1	157
アカガイ	2023/5/17	3	75.7	129
アカガイ	2023/8/5	1	82.3	139
アカガイ	2023/9/13	2	78.0	115
アカガイ	2023/9/25	6	72.1	101
アカガイ	2023/10/3	1	90.7	183
アカガイ	2024/1/18	2	74.6	120
アカガイ	2024/2/2	1	90.5	152
アカガイ	2024/3/21	6	78.0	110

イ 種苗生産方法の検討

クイチガイサルボウおよびアカガイの産卵誘発を行ったが採卵することができなかった（表 2）。過去には 5°C 升温した紫外線照射海水にて産卵誘発できているため、親貝の成熟状態など外部要因により誘発できなかったものと考えられる。

北海道産親貝による幼生は得られなかつたが、北海道の環境でアカガイ稚貝が育てられるか調査するため、本州産稚貝の飼育試験を行った結果、培養キートセラスで成長が見られた（図 1）。二枚貝用配合飼料および付着珪藻粉末では成長はしなかつたものの、66 日後の生残率はいずれも 99.5 % と高く、培養キートセラスの培養不調時などに一時的な給餌を行う分には問題なく利用できると考えられる。重量についてはキートセラスにおいて全期間で増加しているが、殻長については 36 日目以降に変化が見られなかつた（図 2）。

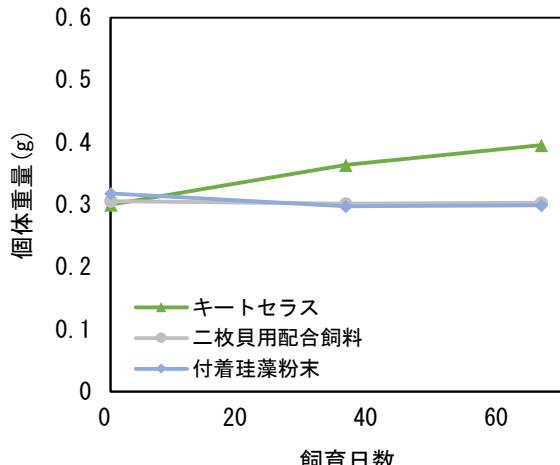


図 1 アカガイ稚貝に異なる飼料を与えた時の重量の変化

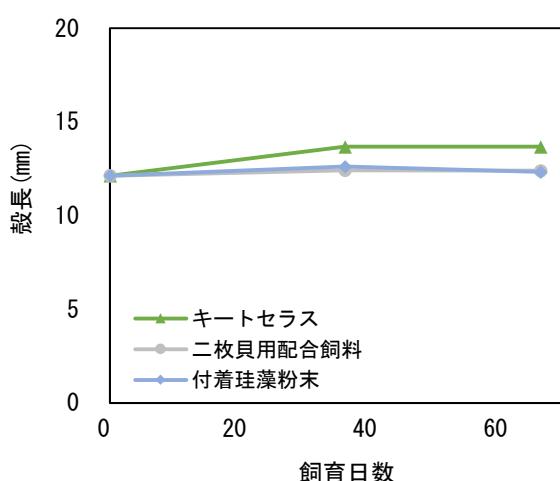


図 2 アカガイ稚貝に異なる飼料を与えた時の殻長の変化

表 2 道産アカガイ属産卵誘発の結果

日付	種類	誘発個体数	飼育温度 (°C)	誘発温度 (°C)	誘発刺激			反応雌個体 (個)
		(個)			紫外線	セロトニン	干出	
2023/6/6	アカガイ	4	19	23	○	○		0
2023/6/6	クイチガイサルボウ	11	19	23	○	○		0
2023/6/28	アカガイ	4	22	7	○			0
2023/6/28	クイチガイサルボウ	6	22	10	○		○	0
2023/6/28	クイチガイサルボウ	2	22	5	○	○		0
2023/7/11	クイチガイサルボウ	3	22	4	○		○	0
2023/7/11	アカガイ	5	22	17	○	○	○	0
2023/7/11	クイチガイサルボウ	4	22	17	○	○	○	0
2023/8/8	アカガイ	6	21	6	○		○	0
2023/8/8	クイチガイサルボウ	3	21	6	○		○	0
2023/8/8	クイチガイサルボウ	4	21	6	○	○	○	0
2023/8/29	アカガイ	6	21	6	○	○	○	0
2023/8/29	クイチガイサルボウ	3	21	6	○	○	○	0
2023/9/28	アカガイ	6	20	5	○	○	○	0
2023/9/28	クイチガイサルボウ	3	20	5	○	○	○	0

3 栽培漁業技術開発調査（経常研究）

3. 1 放流基礎調査事業（マツカワ種苗生産）

担当者 栽培技術部 松田泰平・後藤千佳
共同研究機関 京都大学農学研究科
協力機関 北海道栽培漁業振興公社伊達事業所

（1）目的

2006 年から北海道栽培漁業振興公社伊達事業所（以下、伊達事業所）で 100 万尾のマツカワ種苗がほぼ安定的に生産され、えりも以西海域の各地先から放流されている。これによりマツカワの漁獲量は全道で 150 t 以上となっている。一方、伊達事業所における種苗生産の結果、これまで適正とされていた飼育水温でも性比が雄に偏る事例が頻発し、さらには新たな形態異常が見られ、これらを早急に解決するための技術的な課題が顕在化している。また、マツカワ栽培漁業を持続可能とするためには、放流サイズを小型化することで種苗生産にかかる経費を削減し、費用対効果を上げることも求められている。しかしながら、放流サイズを小型化するためには、形態異常選別もこれまでより小さいサイズで行うことが必要となるが、目視による選別のために困難が伴うことが予想されている。

そこで、適正な性比を有した種苗を生産でき、かつ形態異常選別の効率化が可能となるように生産工程について技術改良をはかる。新たな形態異常の出現に対しては、実態を把握し、要因の解明と防除対策を検討する。さらには成長や生残、形態異常の出現等に影響を与えることなく、経費削減となる生産方法を検討する。

（2）経過の概要

健苗生産方法の改良に向けて、伊達事業所における生産種苗の形態異常の出現と性比について現状把握するとともに、昨年度に引き続き形態異常と性比に及ぼす飼育水温と飼育密度の複合的な影響を調べた。今年度は昨年度の結果で一定な傾向が得られなかつた 13°C 飼育について、より事例数を増やして詳細に調べた。新たな形態異常（脊椎彎曲）の要因解明と防除対策の検討については、全長 30 mm、形態異常魚の仕分け作業時および放流直前の個体で脊椎彎

曲の有無について詳細に調べた。彎曲個体が出現した生産ロットの飼育履歴を調べるとともに、発症個体を透明標本化して、脊椎の形状を詳細に観察した。省エネによるコスト削減飼育の検討として、昨年と同様の飼育試験を実施し、アルテミア給餌期における換水率の削減が生残・成長、形態異常および雌雄比に与える影響について再現性を確認した。

＜材料と方法＞

ア 改良型健苗生産方法の検討

（ア）伊達事業所産種苗の形態異常・性比調査

伊達事業所において稚魚（平均全長約 30 mm）を大きさで選別する前に、生産ロット毎に 200～300 尾をサンプリングして観察し、通常の形態異常（白化、両面有色、逆位）とともに担鰭骨異常および無眼側黒化（非着色型）の出現率を求めた。

種苗の性比については、伊達事業所および北海道栽培漁業振興公社えりも事業所（以下、えりも事業所）で中間育成されていた放流直前の 80 mm 種苗について調査した。ロット（生産回次・飼育水温）毎に 50～100 尾サンプリングし、冷凍保存または 5～10 % ホルマリン海水で固定した。また、2021 年度から放流試験が開始された小型種苗（全長 50 mm）についても放流直前に約 100 尾をサンプリングして冷凍保存した。雌雄の判別は、開腹して生殖腺の外部形状から判断し、雌の出現率（以下、雌率）を算出した。なお、伊達事業所では性比の正常化を目的として、2018 年から試験的に 14 °C より低い水温（13.0 および 13.5 °C）で種苗生産が実施されている。

（イ）温度-密度複合影響試験

2023 年 3 月 27 日に伊達事業所の親魚（雌 38 尾 × 雄 15 尾）を用いて受精卵を得た。受精卵を栽培水試で管理し、4 月 6 日に孵化した仔魚を試験に用いた。4 日齢の仔魚を 500 L ポリカーボネート製水

槽 9 基へ収容し、1 条件の飼育水温(13 °C)と 3 条件の収容密度(高密度:13,500 尾/t, 中密度:9,000 尾/t, 低密度 4,500 尾/t)を組み合わせた試験区をそれぞれ 3 水槽設定した。

餌料系列については、ワムシ(10~24 日齢), アルテミア(25~60 日齢), 配合飼料(完全移行 68 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-ω3(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。131 日齢まで密度を調整せずに飼育し、132 日齢の稚魚約 200 尾を取上げて形態異常の仕分けを行った。その後、209 日齢まで延長飼育した後、試験区毎に約 100 尾を取上げて雌雄を判別し、雌率を求めた。

イ 新たな形態異常(脊椎彎曲)の要因解明と防除対策の検討

脊椎彎曲の実態調査として、全長約 30 mm(形態異常調査と兼用)および放流直前の種苗(全長約 80 mm)で、脊椎彎曲個体の出現率を生産ロット毎に調べた。また、伊達事業所で実施されている形態異常魚の選別作業時(全長約 40~60 mm)の聞き取り調査で脊椎彎曲が複数発見されたロットについて緊急調査により約 100 尾をサンプリングし、出現率を求めた。得られた発症個体と過去のサンプルを吉岡(1895)の方法に従って透明標本を作製し、脊椎彎曲の部位や脊椎癒合の有無を観察した。

ウ 省エネによるコスト削減飼育の検討(換水率削減試験)

水温-密度複合影響試験と同じ受精卵から得た 3 日齢の孵化仔魚を 1,000 L ポリカーボネート製水槽 4 基に収容した。収容密度を 9,000 尾/t、飼育水温を 13 °C に設定した。4 水槽とも 10 日齢から 24 日齢まではワムシを同一条件で給餌した後、25 日齢から 60 日齢までアルテミアを給餌した。ワムシとアルテミアについては水温-密度複合影響試験と同様に栄養強化したものを用いた。アルテミアを給餌している期間に水槽毎に換水率を変えた。換水率を 1 回転/日とした対照区に対し、残りの 3 水槽の換水率をそれぞれ 2/3 回転/日、1/2 回転/日および 1/3 回転/日とした。給餌量については対照区と同一とした。併せて、排水口にネットを設置して水槽から流出したアルテミアをネットにより回収し、その個体数を計数した。53 日齢からは、対照区、試験区とも配合飼料を併用して給餌した。61 日齢以降は全ての区で換

水率を 1.5~2.0 回転/日にして配合飼料のみを給餌した。その後、96 日齢まで飼育し、形態異常の仕分けを行った。一部の個体については 110 日齢まで延長飼育した後、サンプリングして冷凍保存した。雌雄の判別は、解凍したサンプルを開腹して生殖腺の外部形状から判断し、雌率を求めた。

(3) 得られた結果

ア 改良型健苗生産方法の検討

(ア) 伊達事業所産種苗の形態異常・雌雄比調査

2023 年の形態異常出現状況を表 1 に示した。2023 年の形態正常率は 46.7~67.4%(ロット間平均 55.1%)で、過去 10 年間の平均値と同等であった。担鱗骨異常の出現は平均 34.8% で、2015 年以降で最も低い出現率(22.9%)を示した昨年に比べ 1.5 倍の増加となった。担鱗骨異常を含め形態異常の歩留りはロット間平均で 89.9% となり、過去 10 年間で 2 番目に高い数値となった。形態異常の種類別では、白化が正逆合計で 1.2~6.1% (平均 3.1%) となり、過去 10 年間で最も低くなったが、両面有色が正逆合計 1.2~4.8% (平均 2.4%) の出現で平年並みの結果となった。無眼側黒化(非着色型)は一部のロットで極僅かな出現に留まった。

表 1 2023 年伊達事業所における形態異常出現状況調査結果

生産回次 (水温)	単位: %							
	正常		白化		両面有色		無眼側 黒化	坦鱗骨 異常
	正位	逆位	正位	逆位	正位	逆位		
1 (13.0°C)	63.6	6.0	3.8	1.8	0.6	0.6	0.0	23.5
2 (13.0°C)	67.4	5.4	0.8	0.6	0.6	0.8	0.0	24.3
3 (13.0°C)	46.7	4.7	0.6	0.8	1.1	0.8	0.0	45.4
4 (13.0°C)	51.0	4.5	0.6	0.6	2.2	0.5	0.2	40.5
5 (13.5°C)	46.9	2.0	2.7	3.4	3.9	0.9	0.0	40.1

2023 年の性比調査結果を表 2 に示した。今年度の 80 mm 種苗の雌率は 26.4~51.9% (ロット間平均

表 2 2023 年伊達事業所産放流種苗における雌雄比(雌出現率)

中間育成機関	生産ロット*	雌出現率(%)
えりも事業所	R2+R3	51.9
	R3	27.1
	R2+R3(s)‡	26.4
伊達事業所	R4	45.0
	(小型放流-1) R1+R3(s)‡	16.0
	(小型放流-2) R3(s)	20.0

*: R1~4 は伊達事業所での生産回次を示す。

#: (s) は 30 mm 大小選別時の小型群を示す。

37.6%) であった。雌率が 20% を下回るロットは出現せず、過去の結果と比較しても良好な雌雄比であった。小型放流試験に用いた種苗は、16.0% より 20.0% となり、80 mm 放流に比べて雌率が低下していたが、大量斃死が起きたロット (R1) や 30 mm 選別時の小型群（通称 2 番子）を用いたことが影響したと考えられた。

(イ) 水温-密度複合影響試験

異常魚を除いた最終的な歩留まりは 13°C・低密度区において最も高かった。高密度区において低下したが、中密度区と低密度区との間では歩留まりに有意な差がみられなかった（図 1）。従って 13°C 設定下では低密度区および中密度区の歩留まりが高く、この点において 2022 年度の結果が再現された。

一方、性比は密度設定によらず全て雌率が 10 % 前

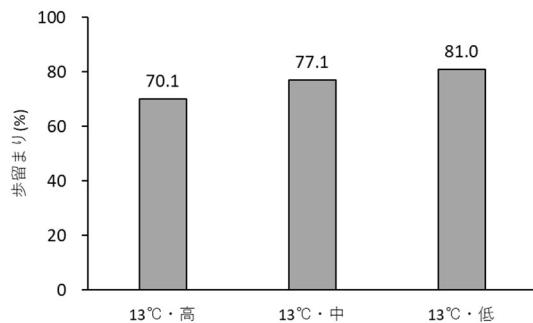


図 1 2023 年度の密度試験の結果より、歩留まり バー上部の数値は頻度(%)を示す。13°C・高密度、中密度、低密度について集計に用いた個体数は各 471、463、536。区間で有意な差あり(カイニ乗検定, $p < 0.05$)。

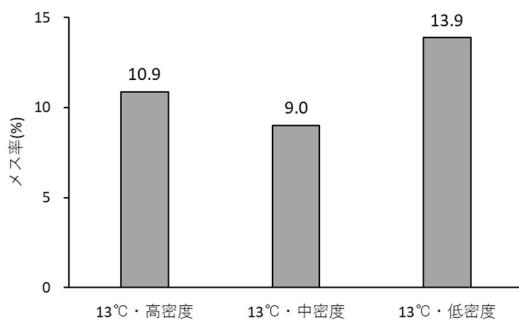


図 2 2023 年度の密度試験の結果より、メス個体の頻度(性比) バー上部の数値は頻度(%)を示す。13°C・高密度、中密度、低密度について集計に用いた個体数は各 184、111、173

後ときわめて低かった（図 2）。

イ 新たな形態異常（脊椎彎曲）の要因解明と防除対策の検討

伊達事業所において通常の形態異常魚調査に併せて合計 2,613 尾の 30 mm 種苗を観察したが、脊椎彎曲個体を見出すことはできなかった。その後の聞き取り調査で、一部の生産ロットに出現していることが判明したため、緊急調査を実施したところ、伊達生産 R5 ロットで 16.3% の高率で出現していることを確認した。また、これまでには形態正常魚での出現のみが知られていたが、今回の調査で白化や両面有色個体にも出現することがわかった。えりも事業所での放流直前の 80 mm 種苗を 300 尾調査した結果では、脊椎彎曲個体の発生は全く確認されなかった。2016 年に初めて出現が確認されて以降、初めての事例となつた。

当試験場にて 2023 年度中に発生した脊椎彎曲個体について、透明標本を作製して観察を行った。外観上の彎曲を呈する部分は脊椎骨 8 から 10 番の間に存在し、椎体同士の癒合または椎体欠損が確認された個体はなかった。外観から彎曲が顕著な全長 23.0 mm から 45.9 mm の計 25 個体を対象として脊椎骨数を確認したところ、いずれの個体も正常個体の知見と同じく腹椎数は 14 であった（図 3）。なお尾椎数はすべての個体において 26 または 27 であったが、尾椎数が 26 であった個体について、いずれも



図 3 脊椎彎曲部位の典型例 写真的個体は吉岡 (1895) の方法に従って透明標本としたもので、全長 42.2 mm、体高 18.4 mm。腹椎が正常個体と同じく 14 個あることが確認でき、癒合または椎体の欠損いずれもみられなかった。

39 番椎体周辺の軽微な癒合に由来するものであった。

ウ 省エネによるコスト削減飼育の検討（換水率削減試験）

ワムシ給餌期に全ての試験区で大量つい死が起き、試験開始前の推定生残率は昨年度（49～54%）と比較して、0～20%と極めて低かった。予定していた2/3回転/日区は試験開始直前に全滅したため、アルテミア給餌期に3段階の換水率（1日当たり1回転、1/2回転、1/3回転）で試験した。その結果、形態異常の歩留り率（正常+担鱗骨異常）には昨年度に比べてやや低くなったものの、試験区間では大きな差は認められず、昨年度の結果がほぼ再現された（表3）。一方、性比については昨年度に比べて、雌率が総じて低い結果となったが、換水率を下げるほど雌率が低くなる傾向は昨年度と同じであった。昨年度に比べて雌率が低下したのは大量斃死の影響が一因と考えられた。

給餌したアルテミアの水槽外流出量を調べた試験結果を、昨年度分を含めて表4に示した。対照区（1回転/日）を100%とした場合、1/2回転区で26.7%，1/3回転区で11.3%と回転率が小さいほど給餌したアルテミアの流出量が少なくなり、昨年度と同様の結果となった。特に、1/3回転区では、流出量が極端に低くなり、アルテミアの給餌量を大きく節約できる可能性が示された。

表3 換水率削減試験における形態異常の歩留りと性比（雌率）

換水率	単位: %	
	形態異常 歩留り	性比(♀率)
1回転/日	69.5	17.2
2/3回転/日	no data	no data
1/2回転/日	73.8	11.9
1/3回転/日	74.0	8.0

表4 換水率削減試験における給餌したアルテミアの流出率（2022-2023年）

	単位: %	
	2022年	2023年
2/3回転/日	65.5	nodata
1/2回転/日	41.3	26.7
1/3回転/日	7.9	11.3

*対照区(1回転/日)の流出量を100として計算

3. 2 マナマコ大型種苗の効率的生産技術の開発

担当者 栽培技術部 長谷川 竜也・川崎 琢真
協力機関 北海道栽培漁業振興公社瀬棚事業所

(1) 目的

マナマコは 2022 年には¥5199/kg (北海道水産現勢) で取引され、漁獲金額は 90 億円に達する重要種であり、資源維持管理のため、全国的に年々種苗放流数が増加している。先行研究により 30mm 種苗は放流後の残留率が 15mm 種苗よりも 6 倍以上高いとの知見があり (中島ら, 2004), 漁業者からは種苗大型化への要望がある。北海道栽培漁業振興公社瀬棚事業所では体長 20mm の種苗、約 120 万個体を生産している。このうち約半数が 30mm を超えるが、2022 年度から 30mm 種苗の生産数増加が実施されており、今後はさらに増産も計画されている。そのため 30mm 以上の大型種苗の生産効率の向上が求められている。しかし、30mm 種苗の生産は先行研究に乏しく、知見がほとんど存在しない。そこで本事業では大型種苗の効率的生産のための技術開発を行う。

(2) 経過の概要

<材料と方法>

ア 大型種苗の効率的生産手法の検討

大型種苗の生産増加を目的とし、温度や密度等の飼育好適環境の解明を行う。今年度は水温試験と密度試験を行った。

(ア) 水温試験

本試験では生残率および体長を指標に、夏季 (5 から 8 月) に 15 から 30°C の範囲で効率的な大型種苗生産を目指した最適な飼育水温を調べた。

種苗は 2022 年 6 月 20 日採苗の人工種苗のうち、小型のものを選抜して用いた。選抜した種苗をタマネギ袋に 10 個体/袋の密度で収容した。タマネギ袋は 30L 透明パンライト水槽に入れ、トリカルネットで台を作り、直接水槽底面に触れない様に設置した。また、タマネギ袋内に筒状にしたトリカルネットを入れることで、ナマコ種苗の生息空間を確保した (図 1)。試験区は無調温、15°C、20°C、25°C、30°C の 5 試験区で各試験区 3 水槽ずつ用意した。水温は 30L パンライト水槽をヒーター及びクーラーを設置したウォーターバス内に入れることで調温を行った。無調温区はウォーターバスに無調温海水をかけ流すことで調温した。止水飼育で飼育水は水質悪化を避けるため、毎週 1 回水

替えを行った。餌料はナマコグロース (日本配合飼料) を珪藻土と 3:2 の比率で混合し、海水に溶かしてから給餌した。給餌は 2 日に 1 回の頻度で、タマネギ袋表面に堆積している飼料が稚ナマコの摂餌でなくならない様に量を調節しながら行った。

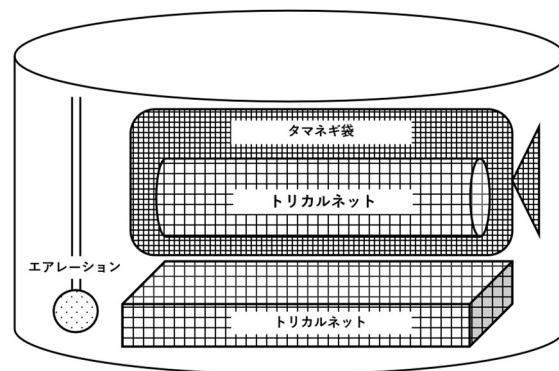


図 1 水温試験水槽模式図

体長測定のための麻酔は畠中ら (1994) の手法に従って、80%メントール溶液を用いて行った。稚ナマコを 80%メントール溶液に 6 から 10 分間浸漬し、稚ナマコが動かなくなってから写真を撮影した。画像から画像計測システム TouchDeMeasure (榎本ら, 2015) を用いて体長を計測した。体長の計測は、試験開始から 1 か月ごとに行った。

(イ) 密度試験

本試験では、1, 3, 5, 10, 20 個体/L の密度で飼育試験を実施し、大型種苗生産に最適な飼育密度を調べた。

種苗は 2022 年 6 月 20 日採苗の人工種苗のうち、小型のものを選抜して用いた。選抜した種苗をトリカルネットの籠に上記の密度になるよう収容した。種苗を収容したトリカルネット籠は 2t 水槽に並べて設置し、体積 4L、表面積 1200 cm² (底面積 400 cm²、高さ 10cm) となるように水位を調整した。無調温海水をかけ流しで飼育し、餌料はナマコグロースを前述の水温試験と同様に給餌した。

イ 早期採卵技術の開発

先行研究において、マナマコは加温飼育により産卵

期を早められることが明らかになっている(伊藤、1994, 酒井 2000)。産卵期を早めることで、種苗出荷までの飼育期間を延長することができ、より大きな種苗の生産が期待できる。そこで本研究では自然条件よりも 1 カ月程度早期に採卵するための親ナマコの飼育条件を産卵期の異なる地域別に明らかにすることを目的に加温飼育実験を行った。試験区は 2023 年 4 月 4 日から加温飼育(15°C から 18°C)を行った加温群と、2023 年 6 月 5 日に室蘭漁協より購入した対照群を用意した。産卵期の確認のため、5 月から 7 月まで毎月クビフリンによる産卵誘発を行った。

今年度は室蘭産を親ナマコとして用いた。加温群はヒーターで 18°C に調温した海水、対照群は無調温海水をかけ流しで飼育した。加温群は 2t 水槽に 37 個体、対照群は 200L 水槽 2 槽にそれぞれ 9 個体ずつ収容した。

ウ 人工種苗の飼育試験による長期成長追跡

マナマコ人工種苗の飼育下における成長や成熟に要するサイズ、期間を明らかにし、養殖及び育種の可能性を示すための基礎知見を得るために、長期成長追跡試験を行った。

初めに 2020 年採苗の人工種苗の全数測定を実施した。2022 年 4 月にその中から 10g 以上の大型個体を選抜し、成長追跡を行うことで、高成長個体の通年の成長データを収集した。体長測定は(ア)と同様に行い、重量は袋ごとに合計重量を測定した。

飼育条件はタマネギ袋にトリカルネットを入れ、飼育密度を揃えるため、1 袋あたり合計重量が 65g 程度になるよう 4 から 6 個体収容した。2t 水槽の底面にプラスチックパレットを敷いて、その上にナマコを収容したタマネギ袋を 7 袋設置した。毎月の測定の際、体重が 40g を超えたものは新たにタマネギ袋を用意して個別飼育を行った。無調温海水をかけ流しで飼育し、餌料はナマコグロースを前述の水温試験と同様に給餌した。

(3) 得られた結果

ア 大型種苗の効率的生産手法の検討

(ア) 水温試験

飼育終了時点での平均体長と生残率を、前年度に実施した低水温試験(5, 10, 15°C, 無調温)の結果と共に図 2, 3 に示した。無調温区の平均水温は 15.8°C で、7.7°C から 22.7°C まで変動した。3か月の飼育試験の結果、15°C が 25, 30°C より有意に体長が大きかった

(Steel-Dwass 法)。生残率に関しては、30°C が 15, 20°C より有意に低かった(Tukey-Kramer 法)。以上の結果と低水温試験の結果から、飼育下における好適水温帯は 10 から 20°C であると考えられた。

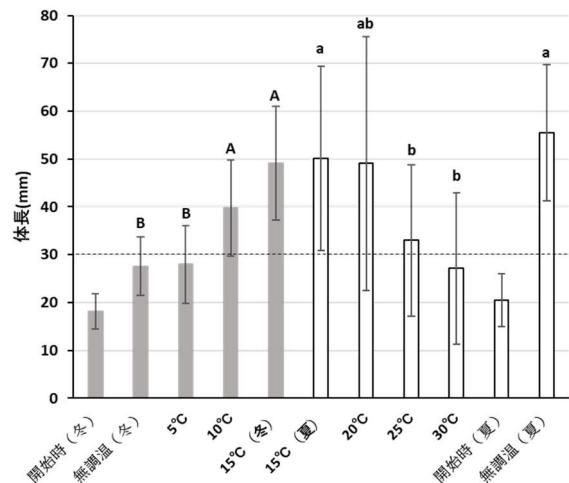


図 2 水温試験終了時(3か月後)の平均体長

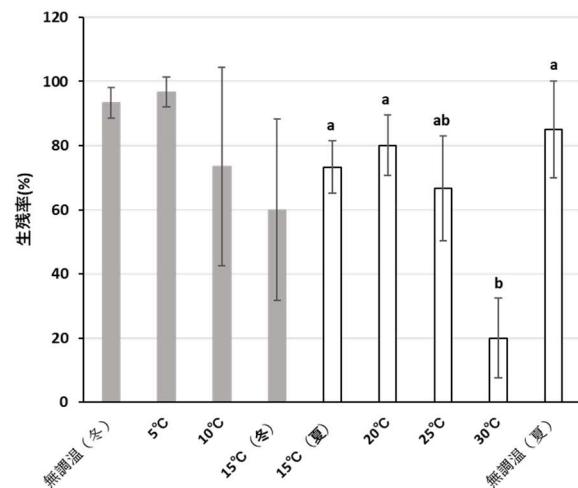


図 3 水温試験終了時(3か月)の平均体長

(イ) 密度試験

飼育終了時点での平均体長と生残率を図 4 に示した。水温は 12.8 から 24.3°C まで変動した。密度試験の結果、試験終了時の体長は低密度であるほど大きかった(Steel-Dwass 法)。生残率に関しては有意な差は見られなかった(Steel-Dwass 法)。また、飼育開始から 1 か月間の瞬間成長率と飼育密度の間には極めて強い負の相関がみられた。試験終了後、継続して 4 か月間飼育した結果、全試験区で合計重量が 1.3g/L 前後に収束した(図 6)。このことから 30mm 種苗(1 個体 0.84g と

仮定)なら 1.5 個体/L 以下が成長可能な飼育密度であると考えられた。

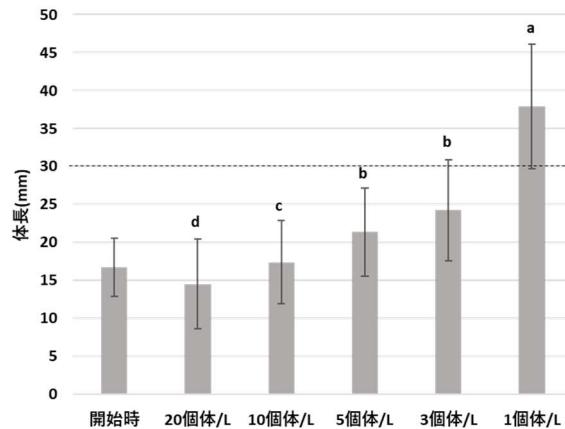


図 4 密度試験終了時（3か月後）の平均体長

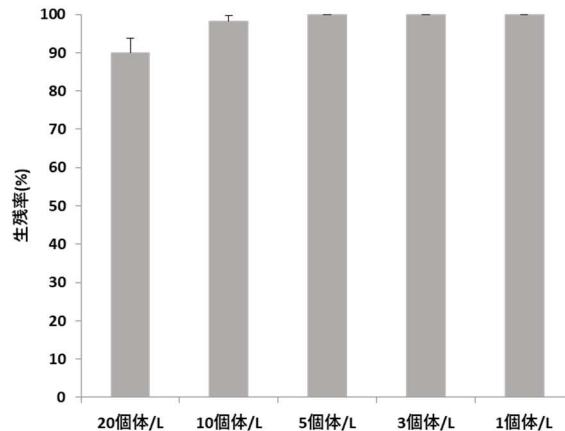


図 5 密度試験終了時（3か月）の生残率

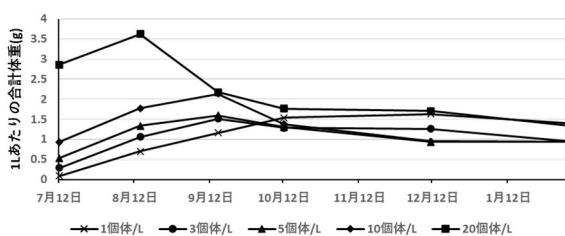


図 6 1Lあたりの合計重量の推移

イ 早期採卵技術の開発

表 1 に実験結果を、図 7 に飼育水温の推移を示した。天然水温には栽培水産試験場の取水の水温を用いた。対照群が 6 月 30 日から 7 月 20 日に産卵誘発に応答したのに対して、加温群は 6 月 5 日に応答した。この結果から、加温飼育により採卵時期を早めることに成功

したと考えられた。

表 1. 早期採卵試験の結果

	5月8日	6月5日	6月30日	7月10日	7月20日	未採卵
加温群	0%	54.1%	0%	—	—	45.9%
天然個体	—	0%	33.3%	38.9%	11.1%	16.7%

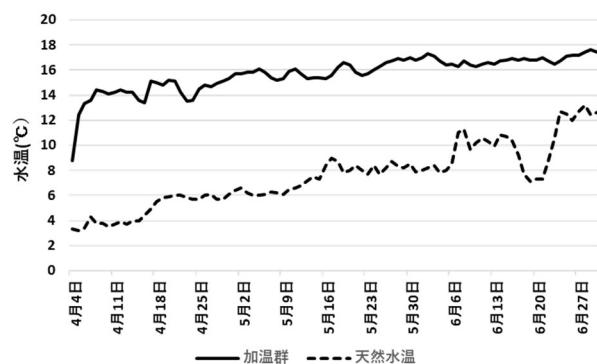


図 7 早期採卵試験の飼育水温

ウ 人工種苗の飼育試験による長期成長追跡

平均体重を図 8、飼育水温を図 9 に示した。平均体重は 28.5g から 40.9g に増加した。2022 年と同様に夏季の高水温時期 (15°C 以上) に成長が停滞し、冬季から春季の低水温時期 (15°C 以下) に高成長を示した。2023 年 7 月 20 日に 1 個体産卵誘発に応答し、放精を確認した。この結果から、少なくとも雄は 3 歳齢で成熟することが分かった。

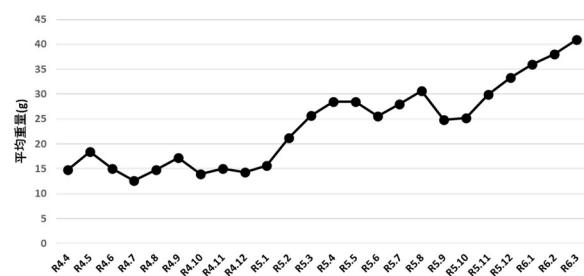


図 8 平均体重の推移



図9 飼育水温の推移

(4) 参考文献

- 1) 中島幹二, 坂東忠男, 吉村圭三, 瀧谷 明朗. 宗谷海域におけるマナマコ人工種苗放流サイズの検討 北海道水産試験場研究報告 2004; 67: 97-104.
- 2) 畑中宏之, 谷村健一 (1994) 稚ナマコの体長測定用麻酔剤としての menthol の利用について 水産増殖 1994; 42 (2): 221-225.
- 3) 榎本洸一郎, 戸田真志, 清水洋平, 宮崎義弘・吉田真也. 水産資源管理のためのユーザー支援型画像計測システムの提案 動的賀状処理実利用化ワークショッピング (DIA2015) 2015; 4pages in CD-ROM.
- 4) 伊藤史郎, 川原逸郎. マナマコの水温制御による成熟・産卵促進 (予報). 佐賀県栽培漁業センター研究報告 1994; 3: 27-33.
- 5) 酒井勇一, 下野学, 全先清通. 鹿部産マナマコの産卵期とその調節について 北水試だより 2000; 49: 1-4.

3. 3 シシャモ増養殖用種苗生産および親魚養成に向けた飼育技術の開発

担当者 栽培技術部 岡田のぞみ・松田泰平・長谷川竜也
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

シシャモ資源の維持増大のため、産地では各海域で行える資源管理を実践し、遡上親魚量の確保に努めている。しかしながら、近年は、えりも以西海域において資源加入の失敗による不漁が頻発している。シシャモ資源の持続可能な利用を進めるため、資源管理を継続して取り組むことに加えて、人為的に資源を増加させる増殖技術を開発することが求められていることから、放流用種苗生産、孵化放流事業のための親魚養成、および養殖に向けたシシャモ飼育の技術を確立する。

(2) 経過の概要

＜材料と方法＞

ア 放流を見据えたサイズの検討

(ア) サイズ毎のハンドリングおよび水温耐性試験 実際の放流時にはハンドリング等に対する強靭性が必要であることから、サイズ毎の強靭性を確認し、放流できる最低サイズを明らかにする。また、夏季放流の可能性を検討するため、高水温に対する耐性を確認する。これらにより放流に適した体サイズと放流時期選定の基礎データを得る。

鶴川下流域でふくべ網により採集した親魚から卵と精子を得て、乾導法による人工受精を行い受精卵を得た。受精後、カオリンを使って粘質を除去した受精卵を30L透明パンライト水槽（受精卵水槽）に収容した。孵化まで水温を1~10℃に調整して管理した。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、スペクトラムプランズジャパン（株））を用いて残留塩素を中和したものを用いた。水替えは2~3日に1度の頻度で行い、受精卵水槽と同じ水温に調温した水で飼育水のおよそ70%と入れ替えた。水カビ防除のために、受精24時間後から発眼するまで、水換え前にプロノポール製剤（ペイセス、エランコジャパン（株））を用いて30分間薬浴した。孵化した仔魚を1000L透明パンライト水槽に収容し、定法に従って飼育した。飼育水温は、仔魚期は10~13℃に、稚魚期は14℃に設定した。

試験は2023年5~7月にかけて、孵化後83~163日の稚魚を用いて実施した。飼育水槽より稚魚を手網で集めて300mLのハンドカップを用いて水ごとすくい、5Lのハンドカップに15尾を集めて、水量を2Lにメス

アップした。その後、稚魚を手網に移して水を切り、90秒干出させた後に30Lパンライト水槽（海水量20L, 14℃）に移した。これを3回繰り返した。24時間経過後、死亡数を計数し、全ての稚魚について体長を測定した。また同様に、飼育水槽より稚魚を手網で集めて300mLのハンドカップで水ごとすくい、5Lのハンドカップ3個に15尾ずつ集めて、水量を1Lにメスアップした。そのまま22℃に調整した30Lパンライト水槽3基（海水量20L）に稚魚を水ごと収容した。この時水温の低下は0.4℃以下であった。24時間経過後、死亡数の計数と体長測定を行った。また、14℃に馴致した仔稚魚を14℃に調整した30L水槽に収容後、1時間に2℃ずつ上昇させ、供試魚が10秒間平衡感覚を失った時の水温と体長を記録することで、仔稚魚が耐えうる最高温度（CT_{max}）を調べた。

イ 種苗生産工程の検討

放流用種苗の生産技術を向上させるため、仔稚魚の適切な飼育条件を明らかにする。シシャモの初期餌料と稚魚期の飼育水温について検討する。

実験に使用した受精卵は、アと同様に鶴川下流域で採取した親魚を用いて人工授精を行うことで得た。

(ア) 初期餌料の検討

a 初期餌料の種類

1回目の実験では、孵化仔魚を100L透明パンライト水槽9基に800尾ずつ収容した。飼育水温は10~11℃に設定し、通気量は30mL/min、注水量は420mL/min（約6換水/日）とした。飼育水中に冷蔵ナンノクロロブシス（ヤンマリンK-1、クロレラ工業（株））を1日2回、水槽あたり16mlを添加した。給餌は試験開始後2日目から行った。給餌条件はワムシ、配合飼料（若魚1号、日本農産工業）とDHA藻類を主体としたマリングロスEX（マリンテック（株））（以下MG）で栄養強化したワムシ、ベトナム産アルテミアノーブリウス幼生（栄養強化無し）の3種類とした。ワムシとベトナム産アルテミアの給餌は7:00および9:00の2回とし、配合飼料給餌区は配合飼料を自動給餌器で7:00, 11:00, 15:00に給餌し、9:00にワムシを給餌した。1回の給餌量は、ワムシは50万個体、ベトナム産アルテミアは2万個体とした。

2回目の実験では、孵化仔魚を100L透明パンライト水槽9基に200尾ずつ収容した。飼育水温、通気量、注水量および冷蔵ナンノクロロプロシス添加量は1回目の実験と同様とした。給餌条件は、MGで栄養強化したワムシ、ベトナム産アルテミアノープリウス幼生および米国ソルトレイク産アルテミアノーブリウス幼生（いずれも栄養強化無し）とし、1日2回（10:00, 13:00）給餌した。両実験とも、朝の給餌1時間後に仔魚を各試験区10尾ずつハンドカップで採集し、MS-222で麻酔後、実体顕微鏡で腸管内を観察し、摂餌個体数を計数した。実験開始時と7日目に各試験区30尾ずつ、MS-222で麻酔後、万能投影機を用いて体長を測定した。実験に用いた餌料について、ワムシおよびアルテミアはうがい薬で動きを止めた後実体顕微鏡下で写真を撮り、画像解析により背甲長、体長を測定した。また、各餌料について一般成分分析および脂肪酸分析を実施した。

b 配合飼料の給餌開始時期の検討

1回目の実験では、孵化した仔魚を500L透明パンライト水槽9基に3,000尾ずつ収容した。飼育水温は10～11°Cに設定し、通気量は150mL/min、注水量は1,000mL/min（約3換水/日）とした。飼育水中に冷蔵ナンノクロロプロシスを1日2回、水槽あたり40～80mlを添加した。給餌は試験開始後2日目から行った。試験区は、配合飼料を孵化直後から給餌、配合飼料をflexion期（孵化後30日目）から給餌、配合飼料を与えない、の3種類とした。配合飼料は自動給餌器を用いて10:00, 11:00, 15:00に与えた。アルテミアは、配合飼料を与える水槽では13:30に、配合飼料を与えない水槽では9:30と13:30に与えた。アルテミアは、孵化後9日目までは栄養強化をしないベトナム産アルテミアノーブリウス幼生を、孵化後10日目以降はMGで栄養強化した米国産アルテミア幼生1期を用い、翌日の残餌が出ないように量を調節した。10日おきに各水槽10尾ずつシシャモ仔魚を取り上げて体長を測定した。孵化後80日目で実験を終了し、各水槽30尾ずつ体長を測定して、残りの個体数を計数し、生残率と体長の比較を行った。

2回目の実験では、孵化仔魚を1000L透明パンライ

表1 シシャモ仔稚魚の飼育水温試験設定

体長 (mm)	発育段階	飼育水温(°C)	実験水温(°C)	水槽サイズ	収容尾数 (尾/水槽)
7	孵化仔魚	6	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16		50
14	屈曲期仔魚	10	12, 14, 16, 18	30L	30
18		10			
20	後屈曲期仔魚	12	10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24	200L	100
50		16	10, 14, 18, 22		40

ト水槽2基に5,000尾ずつ収容した。飼育水温は10～11°Cに設定し、注水量は2,000mL/min（約3換水/日）とした。飼育水中に冷蔵ナンノクロロプロシスを1日2回、水槽あたり80～160mlを添加した。給餌は試験開始後3日目から行った。試験区は、配合飼料を3日目から給餌する区と、10日目から給餌する区の2種類とした。配合飼料は自動給餌器を用いて9:30, 11:30, 15:30に与えた。アルテミアの給餌は1回目と同様に行った。実験開始後10日目および19日目に各水槽30尾以上ずつシシャモ仔魚を取り上げて体長を測定した。

(イ) 飼育水温の検討

孵化仔魚～稚魚を定法に従って飼育し供試魚を得た。実験の設定を表1に示す。各試験区3水槽ずつ設置し、飼育時の水温に設定した水槽に収容後、1日2°Cずつ実験水温まで上昇または下降させた。ただし、孵化仔魚については予め水温調整した水槽にそれぞれ収容した。飼育期間は収容後約4週間とした。餌は発育段階に合わせてアルテミア、配合飼料、冷凍アルテミアを飽和給餌となるように与えた。休日を除く毎日底掃除を行い、死亡数をカウントした。実験最終日に各水槽30尾を上限に体長と、稚魚については湿重量を測定し、生残数を計数した。

ウ 養殖も視野に入れた成魚飼育技術の開発

孵化放流事業に使用する親魚や、養殖を視野に入れて刺身用商材としてニーズの高い30g（体長約14cm）の大型魚を2年間で生産することを目指し、成魚までの適切な飼育条件を明らかにする。ここでは、幼魚期の飼育水温について検討した。

(ア) 飼育水温の検討

ア、イと同様に得られた受精卵を定法に従って管理し、稚魚まで飼育した。実施した試験を表2に示した。飼育水温と同じ水温に設定した実験水槽（各試験区3

表2 シシャモ幼魚の飼育水温試験設定

体長 (mm)	実施月	平均取水温(°C) (2017)	飼育水温(°C)	実験水温(°C)	水槽サイズ	収容尾数(尾/水槽)
60～	10-12月	11.2	12	10, 12, 14, 16, 18, 20	200L	50
70～	1-3月	5.7	10	生海, 6, 10, 14, 16, 18, 20, 22	500L	30
90～	4-6月	6.3	14	10, 14, 18, 20	500L	30
100～	7-9月	15.4	12	14, 16, 18	1000L	50
100～	7-9月		14	10, 14, 18, 20	500L	30

水槽ずつ)にシシャモ幼魚を収容し、1日2°Cずつ設定水温まで上昇または下降させた。餌は配合飼料を飽和給餌となるように与えた。休日を除く毎日底掃除を行い、死亡数をカウントした。実験最終日に各水槽30尾までの体長と湿重量を測定し、生残数を計数した。

(3) 得られた結果

ア 放流を見据えたサイズの検討

(ア) サイズ毎のハンドリングおよび水温耐性試験

90秒干出24時間後の、体長と生残の関係をロジスティック曲線に当てはめた結果、50%生残体長は26.6mm、95%生残体長は29.9mmであった(図1左)。また、22°C移送24時間後の50%生残体長は26.0mm、95%生残体長は45.2mmであった(図1右)。平均CTmaxは20mm台で25.2°C、30mm台で24.9°C、40mm台で26.0°Cであった。これらの結果から、放流時のハンドリングと夏季の海面水温である22°Cに耐え得る、放流に適したサイズは30mm以上であり、夏季の高水温時に放流する場合は45mm以上に育てる必要があると考えられた。

イ 種苗生産工程の検討

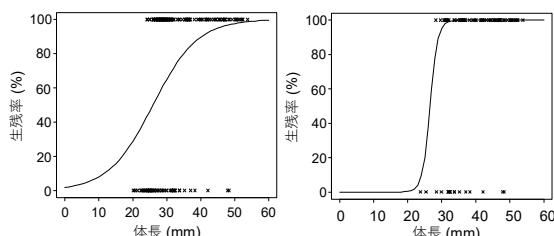


図1 シシャモ仔稚魚の90秒干出後の体長と生残の関係(左)および高水温(22°C)暴露後の体長と生残の関係(右)

(ア) 初期餌料の検討

a 初期餌料の種類

図2に、シシャモ仔魚が各餌を摂餌している割合の変化を示した。1回目の実験では、ワムシとベトナム産アルテミアについては孵化後2日目から60%以上の個体が摂餌を開始したが、配合飼料の摂餌率はワムシやアルテミアに比べて低かった。2回目の実験では、孵化後1日目からワムシやベトナム産アルテミアの摂餌が見られ、3日目から米国産アルテミアの摂餌が開始され、それ以降はワムシよりもアルテミアの摂餌率が高かった。図3に餌生物の平均体サイズを示した。ワムシの平均背甲長は247.4umであるのに対し、アルテミアノーブリウス幼生の体長は、ベトナム産が457.7um、米国産が505.8umと米国産の方が大きかった。しかし、

幼生1期になると、ベトナム産と米国産で大きさに有意差は見られなかった。実験の1回目と2回目で同じ孵化後日数でも摂餌している仔魚の割合が異なるのは、シシャモ仔魚の孵化時の発達段階に起因するものと考えられる。2回目の実験で、ベトナム産の方が米国産よりも摂餌している仔魚の割合が高い傾向にあるのは、ベトナム産の方が小さいため食べやすいためである可能性がある。一方で、サイズの小さいワムシよりも大きいアルテミアの方が摂餌している仔魚の割合が高い傾向にあり、アルテミアへの選好性が見られた。図4に、孵化後7日目の仔魚の体長を示した。ワムシよりもアルテミアを給餌した方が仔魚の体長は大きく、ベトナム産と北米産との違いは見られなかった。各餌料の成分組成を見ると(図5)、ワムシの水分含量はアルテミアよりも高く、また、ワムシとアルテミアのサイズ差を考慮しても、餌1個を捕食するために費やすエネルギーが同じだと仮定すると、アルテミアの方がエネルギー

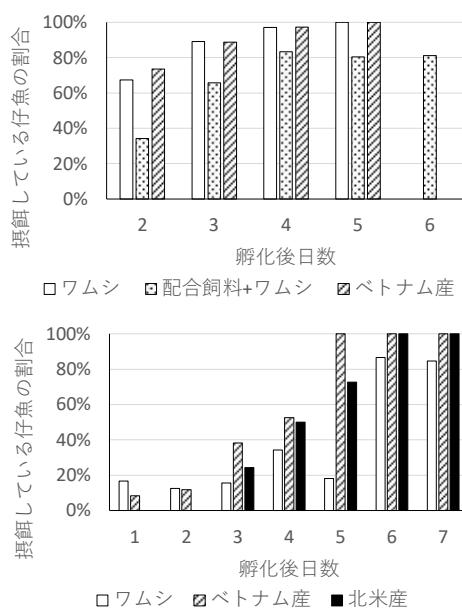


図2 摂餌しているシシャモ仔魚の割合の変化(上: 1回目, 下: 2回目)

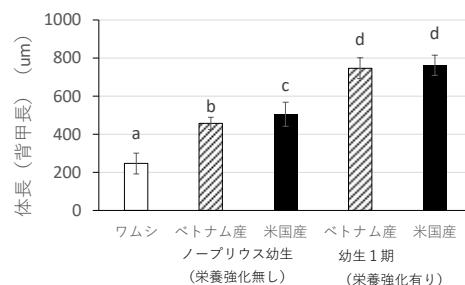


図3 餌料生物の体サイズ
(多重比較検定 Steel-Dwass 法 P<0.01)

ギーや栄養を取り込む効率が良いと考えられる。脂肪酸については、ベトナム産アルテミアは EPA 含量が最も多く、北米産アルテミアは α リノレン酸が多いことが特徴的であった。さらにワムシは単位体重当たり DHA を多く含有しているのに対し、栄養強化を施していないアルテミアノーブリウス幼生に DHA はまったく含まれていなかった。しかし、シシャモ仔魚の DHA や EPA の栄養要求は低いと考えられており¹⁾、シシャモは孵化後 1 週間で DHA を強化したアルテミア 1 期幼生を摂餌できるようになることから、初期餌料として与えるノーブリウス幼生に DHA が含まれないことは、シシャモのその後の発達に大きな影響を与えないと考えられる。以上のことから、初期餌料としては、アルテミアノーブリウス幼生が優れており、産地による成長の違いがなかったことから、価格の安い米国産が適していると考えられた。

b 配合飼料の給餌開始時期の検討

図 6 に、1 回目各実験区 ($n=3$) の平均生残率を示した。統計的有意差は見られないものの、孵化後すぐに配合飼料を給餌した実験区の生残率が一番高く、いずれの水槽も 80% を超えていた。Flexion 期から配合飼料を与えた実験区の平均生残率は 68%，配合飼料を全く与えなかった実験区は 55% と、配合飼料の給餌開始が遅くなるほど生残率が低かった。一方で、実験終了時の体長は、配合飼料を給餌しない実験区が、他の 2 実験区に比べて有意に大きかった。このことは、生残率が低

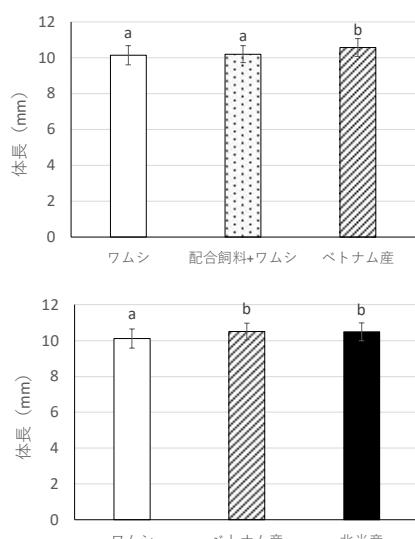


図 4 孵化後 7 日目のシシャモ仔魚の体長

上:1 回目 (Tukey-Kramer 法 $P<0.01$)
下:2 回目 (Steel-Dwass 法 $P<0.01$)

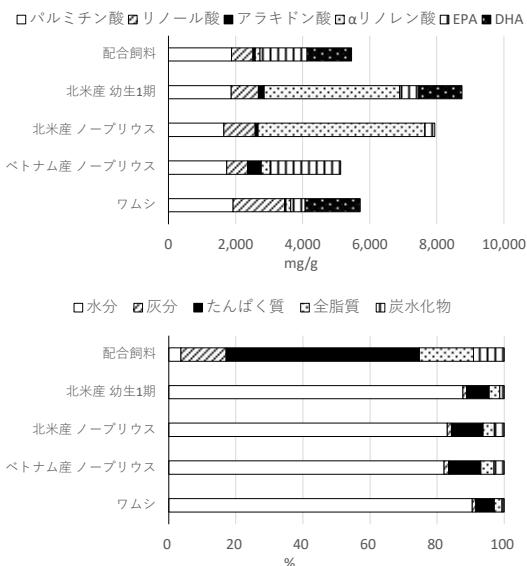


図 5 飼料の一般成分（上）と
脂肪酸含有量（下）

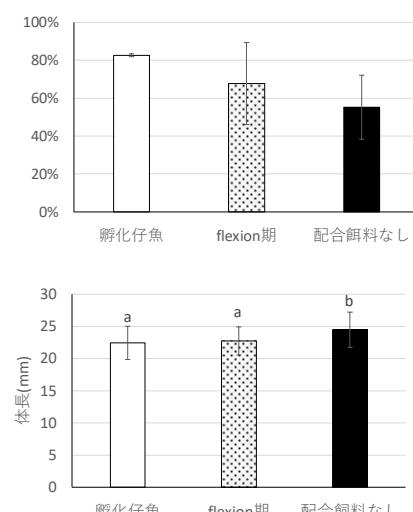


図 6 孵化後 80 日日の生残率（上）と体長（下）
(多重比較検定 Tukey-Kramer 法 $P<0.01$)

く密度が下がったため、餌当たりが良くなつたためと考えられる。これらの結果から、配合飼料の給餌開始は、flexion 期よりも前が良いと考えられた。また、ふ化直後と pre-flexion 期（ふ化後 10 日目）とで比較すると、8 日目および 19 日日の体長に差はなかった。これらの結果から、仔魚期の餌料系列として、ふ化後 2～3 日目から 1 週間目まではアルテミアノーブリウス幼生（ベトナム産もしくは北米産）を、8 日目からはアルテミア幼生 1 期を栄養強化して与え、配合飼料は pre-flexion 期までに与え始めるのが良いと考えられた。

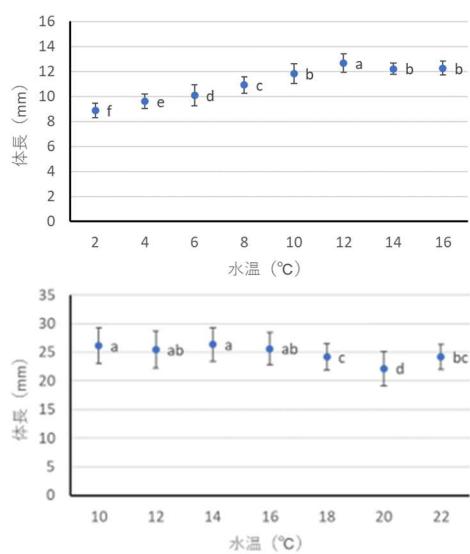


図 7 4週間飼育後の平均体長（上：孵化仔魚（多重比較検定 Steel-Dwass 法 $P<0.01$ ），下：20mm 仔魚（多重比較検定 Tukey-Kramer 法 $P<0.05$ ）

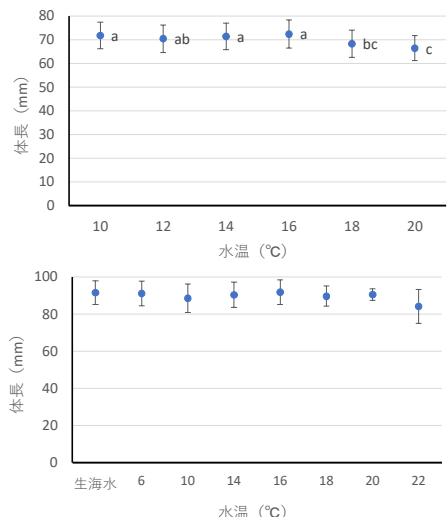


図 8 約2か月間飼育後の平均体長（上：60mm 幼魚（多重比較検定 Tukey-Kramer 法 $P<0.01$ ），下：70mm 幼魚）

（イ）飼育水温の検討

孵化仔魚を 2~16°C の水温で 4 週間飼育した結果、平均体長は 12°C で有意に大きかった（図 7 上）。同様の試験を、尾鰭の上届が開始した flexion 期から上届が完了する post-flexion 期（体長 20mm 台）の仔魚で実施した結果、12~16°C まで体長に有意な差が見られなかった（図 7 下）。生残率は、20mm 台においては 18°C 以上で低下した。2023 年度に試験した体長 30~40mm の稚魚では生残率が 20°C 以上で低下し、4 週間後の平均

体長も 12~18°C で有意差が見られなかつたことから、成長に伴い適水温帯が高い側に広くなると考察された。平均体重でも同様な傾向が見られたが、瞬間成長率は 20~40mm のいずれの体長においても 16°C が最も高かった。体長 50mm 台の実験では、10°C と 14°C とで 4 週間後の平均体長体重ともに有意差が無く、18°C, 20°C と飼育水温が上昇するにつれ生残率が低下した。これらの結果から、仔稚魚期に適した飼育水温を生残率と体成長速度から判断すると、ふ化仔魚は 12°C、変態後は 16°C 以下と考えられた。

ウ 養殖も視野に入れた成魚飼育技術の開発

（ア）飼育水温の検討

幼魚～成魚期における飼育水温を、3か月の飼育試験で検討した。体長 60mm 台の幼魚を 10°C~20°C の 2°C 刻みで飼育した結果、体長は 10~16°C で有意差がなく（図 8）、体重の瞬間成長率は稚魚の試験同様 16°C が最も高かった（図 9）。しかし、12 月～3 月に実施した体長 70mm 台の試験では試験区間で体長に差が見られなかった。体重が減少していたことから、餌が十分ではなかった可能性がある。18°C 以上で生残率が低下することから、それより低い温度で飼育することが望ましいと考えられる。この時期は取水温度が年間で最も低い時期であることから、昇温にはコストが生じるため、適正飼育水温の下限について明らかにする必要がある。80mm 台（3 月～6 月）の試験では、水温が高いほど生残率が下がる傾向にあり、10°C と 14°C では体長と体重に有意差が見られなかった。100mm 台（6 月～9 月）の試験についてどの試験区でも生残率が低く、水温と体成長に関するデータが得られなかった。飼育試験に用いた 500~1000L の水槽ではシシャモ幼魚の馴致が難しいことが、生残率が低い原因と考えられたため、最適飼育水温を調べるためにには、長期の飼育を必要としない他の成長指標を用いるなど、実験方法の再検討が必要と考えられる。

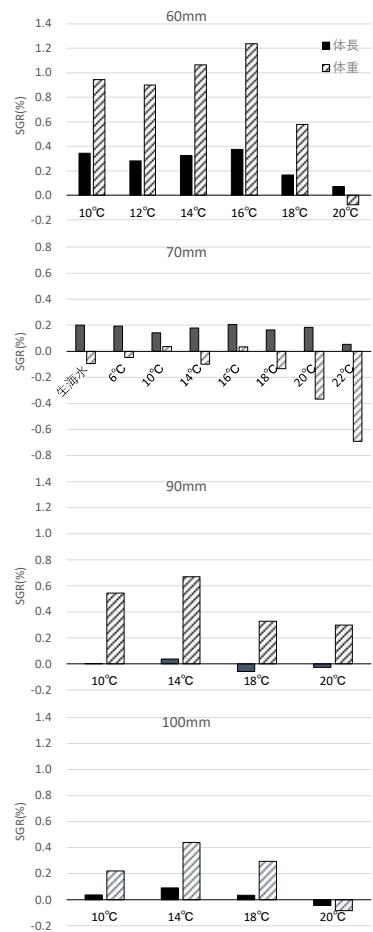


図9 約2か月の飼育期間における瞬間成長率 (SGR)

(4) 参考文献

- 1) 石田良太郎. 生態研究を目的としたシシャモ飼育技術の確立. 平成29年度栽培水産試験場事業報告書, 2019; 90-97.

3.4 エゾバフンウニ養殖用大型種苗の育成

担当者 栽培技術部 後藤 千佳

協力機関 工業試験場、北海道大学、(株) 北三陸ファクトリー、
北海道立工業技術センター、北海道電力総合研究所、
浜中・散布漁協、泊村栽培技術センター

(1) 目的

国内で生産されるウニ類の中でエゾバフンウニが最も多く、その大半は北海道で生産されている。漁獲物の大半を占める天然資源は養殖に比べ身入りや身色のばらつきが大きく、単価が安い。一方、養殖エゾバフンウニは、身入り、サイズ、色が揃っていることから高品質とされ、取引価格も高価である。しかし、特に餌料コストが養殖にあたっては大きな課題であり、事業化に成功しているのは釧路管内の浜中・散布地区のみである。

この課題に対し、放流用（殻径 5-10 mm 程度）より大型の種苗（殻径 20 mm 以上）を養殖に用いることができれば、養殖期間の短縮とそれに伴う餌料コスト削減などが見込まれる。しかし効率的に殻径成長を促進できる環境要因は明らかになっていない。そこで本研究では、稚ウニの効率的な育成条件を明らかにし、既存の人工種苗生産事業の省力化につなげることを試みる。

またエゾバフンウニの種苗は殻径 20 mm 程度から成熟するものが現れるが、成熟を開始した個体は成長が鈍くなるという報告がある。このことから、成熟開始を抑制することによる成長促進も試み、そのための育成条件を明らかにする。

(2) 経過の概要

2023 年度、以下の項目を明らかにするための飼育試験を行った。

殻径 5 mm 前後の種苗に対して

ア 体重当たり給餌量による殻径伸長の上限
(50-250%BW/週)

イ 体重当たり給餌量による殻径伸長の上限
(200-400%BW/週)

ウ 餌料藻類の種類による殻径伸長の変化

エ 水温による殻径伸長の変化

また殻径 20 mm 前後の種苗に対して

オ 水温による殻径伸長の変化、および成熟度

<材料と方法>

試験にはいずれも、浜中町ウニ種苗生産センター産の種苗を使用した。

ア 体重当たり給餌量による殻径伸長の上限
(50-250 %BW/週)

無調温海水をかけ流した 2 ton 水槽を用い、渡し木に垂下したカゴ(トリカルネット製、底 14 cm x14 cm x 水深 18 cm)に稚ウニ 30 個体ずつを 1 区につき 3 群、計 90 個体収容した。給餌条件は週 1 回とし、1 回の給餌につき各区 50%, 100%, 150%, 200%, 250%BW のボイル冷凍コンブを与えた。給餌量設定に用いる体重は、測定の都度更新した。なおこのボイル冷凍コンブは室蘭漁協管内で収穫されたミツイシコンブを、栽培水試にて茹でたのち冷凍保存したものであり、給餌の際は解凍してあたえた。

殻径および体重を月 1 回の頻度で測定しながら、2 か月後まで飼育を継続した。

イ 体重当たり給餌量による殻径伸長の上限
(200-400%BW/週)

上記項目アにて上限が 250%BW 以下にはないことが明らかとなつたため(後述)、給餌量設定を変更して同様の試験を新たに行つた。このとき給餌条件は週 1 回とし、1 回の給餌につき各区 200%, 300%, 400%/BW のボイル冷凍コンブを与えた。

殻径および体重を月 1 回の頻度で測定しながら、3 か月後まで飼育を継続した。

ウ 餌料藻類の種類による殻径伸長の変化

上記項目イとかけ流し水槽を共有して実施した。無調温海水をかけ流した 2 ton 水槽を用い、渡し木に垂下したカゴ(トリカルネット製、底 14 cm x14 cm x 水深 18 cm)に稚ウニ 30 個体ずつを 1 区につき 3 群、計 90 個体収容した。給餌条件は週 1 回とし、1 回の給餌

につき各区 200%BW の各種餌料を与えた。餌料種類は道内複数のウニ種苗生産施設における聞き取りにより、生コンブの入手困難な時期に与えている餌料として回答があったものとし、先述のボイル冷凍コンブのほか刻みコンブ、塩蔵ワカメ、乾燥コンブ、生アオサとした。また比較のため、これらに加えて無給餌区も設けた。なお刻みコンブおよび塩蔵ワカメはいずれも加工食品残渣であり、それぞれ生のコンブ（種は不明）を裁断し冷凍したもの、茹でたワカメを塩蔵したものであった。乾燥コンブとしてマコンブを塩抜き・乾燥したもの用いた。生アオサとして自家培養した不稔性アナアオサを生のまま用いた。給餌量設定に用いる体重は、測定の都度更新した。

殻径および体重を月 1 回の頻度で測定しながら、3 か月後まで飼育を継続した。

エ 水温による殻径伸長の変化

30L パンライト水槽を用い、各水槽に垂下したカゴ（30 cm x 20 cm x 深さ 10 cm）に稚ウニ 20 個体ずつを 1 区につき 3 群、計 60 個体収容した。水温設定は 15, 20, 25°C に加え無調温の計 4 つとした。水槽中は止水とし、パンライト水槽の外側に設けたウォーターバスにより水温を調節した。また給餌条件は週 1 回、食べきらないことを確認しつつ十分量（150%BW、摂餌量の多い時期は適宜追加）の生アオサを給餌した。

殻径および体重を月 1 回の頻度で測定しながら、3 か月後まで飼育を継続した。

オ 水温による殻径伸長の変化、および成熟度

15 L 角型水槽を用い、各水槽に追加したカゴ（トリカルネット製、底 15 cm x 25 cm x 水深 10 cm）に稚ウニ 16 個体ずつを 1 区につき 3 群、計 48 個体収容した。水槽中は止水とし、パンライト水槽の外側に設けたウォーターバスにより水温を調節した。ウォーターバスは上記エと共有とした。また給餌条件は週 1 回、食べきらないことを確認しつつ十分量（150%BW、摂餌量の多い時期は適宜追加）の生アオサを給餌した。

殻径および体重を月 1 回の頻度で測定しながら、3 か月後まで飼育を継続した。成熟の盛期とみられる 9 月まで飼育したのち全個体を取り上げて生殖巣を摘出・測定し、GSI を以下の式に従い算出した。

$$GSI (\%) = \{ \text{生殖巣重量(g)} / \text{体重(g)} \} \times 100$$

摘出した生殖巣をブアン液で固定し、常法に従いパラフィン切片を作成して生物顕微鏡で観察することにより成熟度判別を実施した。組織学的な成熟度は

Fuji(1960) の基準に従い I (成長期または回復期), II (成長期), III (成熟前期), IV (成熟後期), V (放出期) の 5 段階とした。

(3) 得られた結果

ア 体重当たり給餌量による殻径伸長の上限 (50-250%BW/週)

試験期間中における水槽内の水温は図 1 のとおり推移した。50-250%BW/週の範囲においては給餌量が少ない区で終了時の生残率が下がる傾向がみられた（表 1）。終了時殻径は給餌量が増えるに伴い大きくなつたことから（図 2），エゾバフンウニ 5 mm 種苗の殻径成長へ寄与する給餌量の上限はこの範囲内には無く、250%BW より上にあることが示唆された。

表 1 生残率(%)の推移

	50%区	100%区	150%区	200%区	250%区
2023/6/23	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2023/7/28	91.1	78.9	88.9	85.6	95.6
2023/8/30	74.4	75.6	88.9	81.1	95.6

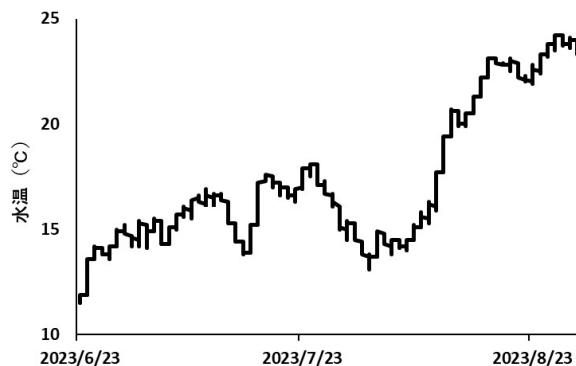


図 1 試験期間中における無調温海水温の推移

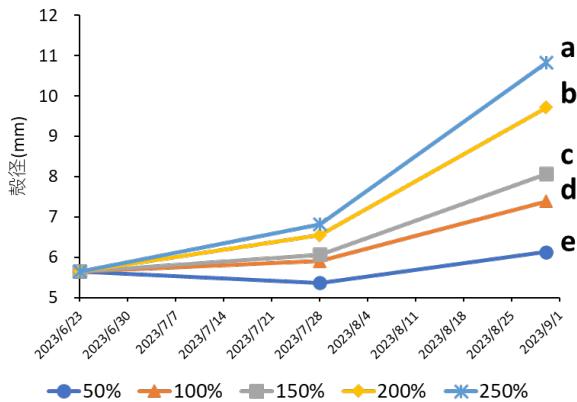


図 2 納餌量別試験における殻径の推移
各区開始時 n=90. プロットは平均値. 異なるアルファベット間で有意差あり (Kruskal-Wallis test, Steel-Dwass test. いずれも $p < 0.05$)

イ 体重当たり納餌量による殻径伸長の上限 (200~400%BW/週)

試験期間中における水槽内の水温は図 3 のとおり推移し、生残率の推移は表 2 に示すとおりであった。200 から 400 %BW/週において終了時殻径には統計的に有意な差がみられなかったことから（図 4），エゾバフンウニ 5 mm 種苗の殻径成長へ寄与する納餌量の上限は、200 から 300%BW/週にあることが示唆された。これに項目アで得られた結果を考えあわせると、250 から 300 %BW/週の範囲に納餌量の上限があると推測できる。

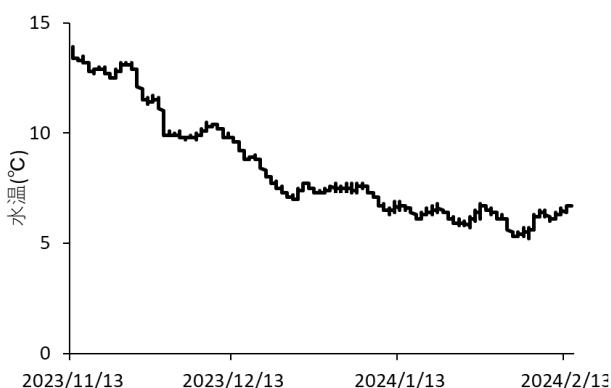


図 3 試験期間中における無調温海水温の推移

表 2 生残率 (%) の推移

	200%区	300%区	400%区	無給餌
2023/11/13	100.0	100.0	100.0	100.0
2023/12/20	86.7	86.7	87.8	86.7
2024/1/15	76.7	86.7	83.3	74.4
2024/2/13	76.7	81.1	77.8	73.3

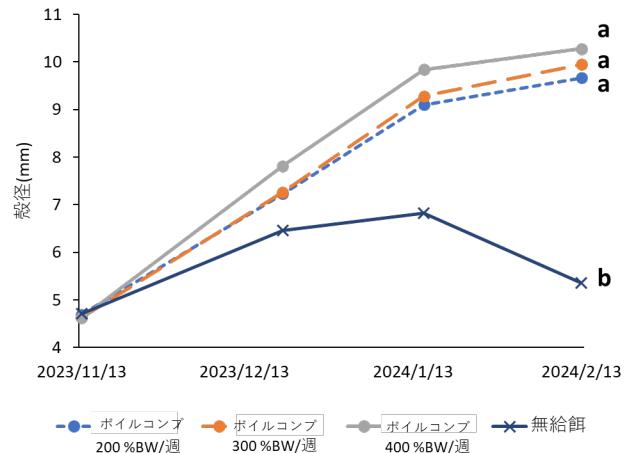


図 4 納餌量別の飼育試験における殻径の推移 各区開始時 n=90. プロットは平均値. 異なるアルファベット間で有意差あり (Kruskal-Wallis test, Steel-Dwass test. いずれも $p < 0.05$)

ウ 飼料藻類の種類による殻径伸長の変化

水槽は項目イと共に通であり、試験期間中の水温は図 3 に示すとおりであった。また生残率を表 3 に示す。ただしボイル冷凍コンブ区 (200%BW/週) および無給餌区は項目イと共に通である。終了時殻径の比較より、供試した中では特にボイルコンブ、塩蔵ワカメおよび生アオサが殻径伸長に有効であることが明らかとなった（図 5）。

表 3 生残率 (%) の推移

	ボイルコンブ	刻みコンブ	塩蔵ワカメ	乾燥コンブ	生アオサ	無給餌
2023/11/13	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2023/12/20	86.7	95.6	94.4	93.3	82.2	86.7
2024/1/15	76.7	78.9	95.6	91.1	82.2	74.4
2024/2/13	76.7	77.8	94.4	91.1	82.2	73.3

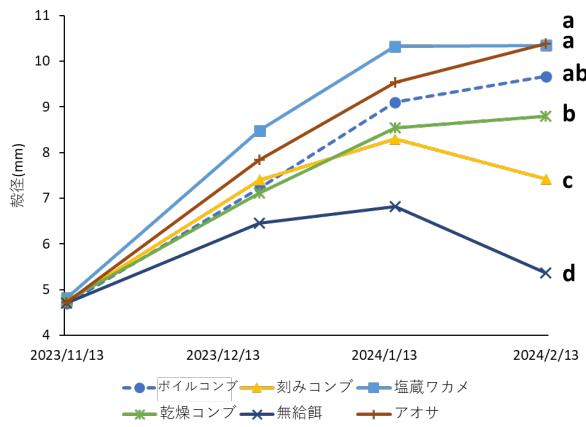


図 5 飼料藻類の種類別試験における殻径の推移。各区開始時 n=90。プロットは平均値。異なるアルファベット間で有意差あり (Kruskal-Wallis test, Steel-Dwass test.)

エ 水温による殻径伸長の変化

試験期間中における 15, 20, 25 °C 区水槽内の水温は概ね設定どおりであった。無調温区の水温を図 6 に示す。生残率の推移は表 4 に示すとおりであった。終了時殻径は 25 °C 区が他と比べて有意に小さく（図 7），この点において昨年度の結果が再現されたといえる。

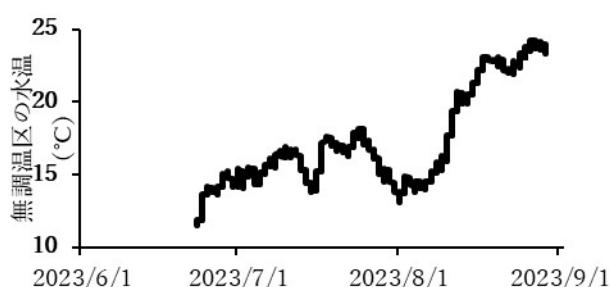


図 6 試験期間中における無調温海水温の推移

表 4 生残率(%)の推移

	無調温	25 °C	20 °C	15 °C
2023/6/5	100.0	100.0	100.0	100.0
2023/7/3	100.0	100.0	100.0	100.0
2023/7/31	100.0	98.3	100.0	100.0
2023/9/1	100.0	91.7	100.0	98.3

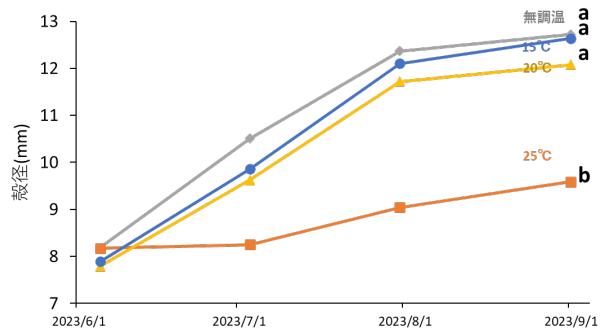


図 7 5-10 mm 種苗を対象とした水温試験における殻径の推移

各区開始時 n=90。プロットは平均値。異なるアルファベット間で有意差あり (Kruskal-Wallis test, Steel-Dwass test.)

オ 水温による殻径伸長の変化
水槽は項目エと共通であり、試験期間中の無調温区の水温は図 6 に示すとおりであった。生残率の推移は表 4 に示すとおりであった。終了時殻径は 25 °C 区が最も小さく、20 °C 区がそれに続いた（図 8）。

表 5 生残率(%)の推移

	無調温	25 °C	20 °C	15 °C
2023/6/5	100.0	100.0	100.0	100.0
2023/7/3	100.0	81.3	100.0	100.0
2023/7/28	100.0	81.3	100.0	100.0
2023/8/30	100.0	79.2	97.9	100.0

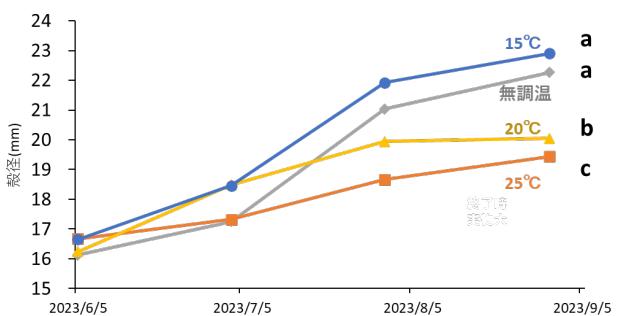


図 8 20 mm 未満種苗を対象とした水温試験

における殻径の推移
各区開始時 n=90。プロットは平均値。異なるアルファベット間で有意差あり (Kruskal-Wallis test, Steel-Dwass test.)
いずれも p<0.05

また Fuji (1960)¹⁾による 5 段階の成熟度判別を行った。本稿の出版までに完了した個体のみ結果を示す。stage III (成熟前期：生殖小囊中央に成熟卵もしくは精子があらわれはじめるステージ) 以降へ進行した、すなわち成熟が進んだ個体の頻度は無調温区 66.7 %, 15 °C 区 53.8 %, 20 °C 区 79.2 %, 25 °C 区 73.7 %であり、25 °C 区と比べ 15 °C 区において低い傾向がみられた。ただし統計的に有意な差ではなかった (Fisher's Exact Test. $p>0.05$)。

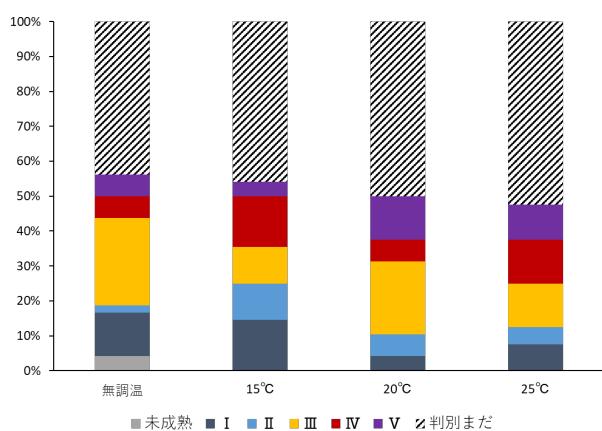


図 9 温度試験各区における成熟度判別結果

(4) 参考文献

- 1) Fuji A. STUDIES ON THE BIOLOGY OF THE SEA URCHIN:
I. Superficial and Histological Gonadal Changes
in Gametogenic Process of Two Sea Urchins,
Strongylocentrotus nudus and *S. intermedius*. 北
海道大學水產學部研究彙報 1960; 11(1): 1-14.

3. 5 現場対応型二枚貝種苗生産簡易キットの開発

担当者 栽培技術部 川崎 琢真

協力機関 胆振・網走東部・檜山・

釧路地区各水産技術普及指導所,

いぶり噴火湾漁協,

網走水産試験場, 網走漁協,

網走市, 奥尻町, ひやま漁協奥尻支所

(1) 目的

北海道における二枚貝の生産は主にホタテガイであり、莫大に採取できる天然種苗から生産されている。しかし、近年道内でも水温の上昇、海況の変化などにより、ホタテガイの育成に適さない海域が出始めており、このような海域ではホタテガイ以外の二枚貝の養殖に関して要望がある。現在道内で天然採苗が技術的に可能で、十分量を確保できる種は、ホタテガイ以外ではムラサキイガイ類のみであり、その他の種について生産を検討する場合は、人工種苗生産が必要である。人工種苗を用いた二枚貝類の養殖として、国内ではカキ類（マガキ、イワガキ、シカメガキなど）および潜砂性/足糸付着性二枚貝類（アサリ、アカガイ、トリガイ等）、道内では厚岸町のマガキと奥尻町のイワガキの事例がある。道内には、多くの沿岸市町村に水産種苗の育成センターが整備されているが、いずれもウニ類、エゾアワビ、マナマコが生産対象であり、二枚貝類の生産技術には不慣れで、資材も不足している。水産試験場では、これまで多くの二枚貝類の種苗生産の知識・技術が蓄積されてきており、種間で一般化できる部分（主に餌料培養-採卵-浮遊幼生飼育）と種毎に特性がある部分（主に着底以降）が明らかになってきている。これらの技術の多くは、増養殖に向けて現場に普及できるレベルに簡易化できる可能性がある。

そこで本研究では、増養殖のニーズがある多様な二枚貝類について、各種の特徴を押さえつつ、一般化した飼育キットを提案する。

(2) 経過の概要

2023年度は、漁業現場で荷捌きに使用されているジャンボックスをベースとした飼育キットを用いて、餌料用微細藻類（キートセラス）の培養試験、アサリおよびホッキガイを対象とした浮遊幼生飼試験および着

底飼育試験を行った。

<材料と方法>

ア ジャンボックスを利用した飼育キットの試作

漁業現場にある資材を用いた二枚貝類の飼育キットを試作するため、500L ジャンボックス（三甲（株））、チタンヒーター（1KW（株）マツイ）、ヒーター用ヒューズ（アース（株））、サーモスタット（TC-101（株）イワキ）、保温用ビニール（サニーコート、宇部エクシモ（株））を温度調整可能な基本飼育セットとして設定した。本飼育セット内に、各飼育試験に特有の資材をセットして飼育試験を実施した。

イ 飼育キットによるキートセラスの培養試験

アで示した飼育キットをベースとして、キートセラスの培養が可能かを明らかにするため、飼育キットのジャンボックスの底にPP製パレット（エスコ EA985P-21）を設置し、その上に100Lパンライト水槽（マツイ）を2台設置した。パンライト水槽の上にLED照明器具（LED レンカライト S LSX-5N ハタヤリミテッド）を1本又は2本設置する2つの試験区を設けた。パンライト水槽には100Lのろ過海水を溜め、ジャンボックスには水道水を500L程度溜めて、ヒーターで水道水を20°Cに温めてウォーターバス形式で調温培養を行った。パンライト水槽内には、エアーストンを設置し、通気した。培養海水には、12%次亜塩素酸ナトリウム水溶液（ボロナック 道都化学）を20mL添加して1時間以上殺菌を行った。ハイポール（大東化学株）を5g加えて1時間以上塩素を中和した。培養液 KW-21（日本製鋼（株））を20mLおよび珪酸ソーダ溶液（3号 北海道曹達（株））20mLを水道水で1Lに希釀したものを作成した後、培養種としてキートセラスM0株（水産研究・教育機構）を300万細胞/mLの濃度で2L添加した。照明は24時間点灯とし、1週間に1度吸光度法（川崎ら

2017) により細胞密度を調べた。100L 水槽 No. 1 で培養を開始し、1 週間目に No. 2 水槽に植え継ぎを行い、No. 1 は 2 週間の連続培養を行った後、水替えを行って再度 No. 2 から No. 1 に植え継ぎを行うリズムで、合計 4 週間の培養試験を行った。

ウ 飼育キットによる浮遊幼生飼育試験

飼育キットによる二枚貝類浮遊幼生飼育の検討を行うため、まずアサリの D 型幼生を用いた飼育試験を実施した。対照区として 1 トンパンライト水槽を設け、試験区として飼育キットによる 100L パンライト水槽を設けた。各水槽に約 1 個/mL の密度でアサリ D 型幼生（受精後 48 時間）を収容した。飼育水温は 24°C とした。飼育試験期間中、毎日培養キートセラス 1000–20000 細胞/mL を徐々に給餌量を増やしながら与えた。開始時および週に 1 度浮遊幼生数と殻長を調べた。飼育 2 週間目と 4 週目に換水を兼ねて水槽替えを行った。

次に、ホッキガイの D 型幼生を用いた飼育試験を実施した。飼育および測定条件はアサリ浮遊幼生と同様に実施した。飼育水温は 20°C、飼育期間は 3 週間とした。

エ 飼育キットによる着底期飼育試験

飼育キットによる二枚貝類着底期飼育の検討を行うため、まずアサリ（足糸型）の着底期幼生を用いた飼育試験を実施した。ジャンボックス内に PP 製パレットを設置し、その上にアップウェーリング装置（アース（株））を 3 個設置した。ジャンボックス内に 500L のろ過海水を溜め各飼育水槽（アップウェーリング装置）にはエアリフトで上部から水を給水するダウンウェーリング方式に設定した。2023 年 8 月 7 日に各飼育水槽に約 1 万個のアサリ着底期幼生を収容し、10 月 16 日に稚貝を回収して測定・計数を行った。飼育期間中、毎日培養キートセラス 5000–80000 細胞/mL を徐々に給餌量を増やしながら与えた。

次に、ホッキガイ（潜砂型）の着底期幼生を用いた飼育試験を実施するため、ジャンボックスの底に 15L の珪砂（粒径 1mm 以下）を敷き、500L のろ過海水を貯めた水槽を 2 基用意した。飼育水槽はエアーストン 2 個で通気した。ホッキガイ着底期幼生をそれぞれの水槽に 1 万個又は 2 万個収容し、10 月 16 日に稚貝を回収して測定・計数を行った。飼育期間中、毎日培養キートセラス 2000–80000 細胞/mL を徐々に給餌量を増やしながら与えた。

（3）得られた結果

ア ジャンボックスを利用した飼育キットの試作

本研究で実施した微細藻類培養、幼生飼育および着底試験はジャンボックスをベースにした飼育キット形式を基本として実施し、作業上大きな問題は見られなかった（図 1）。

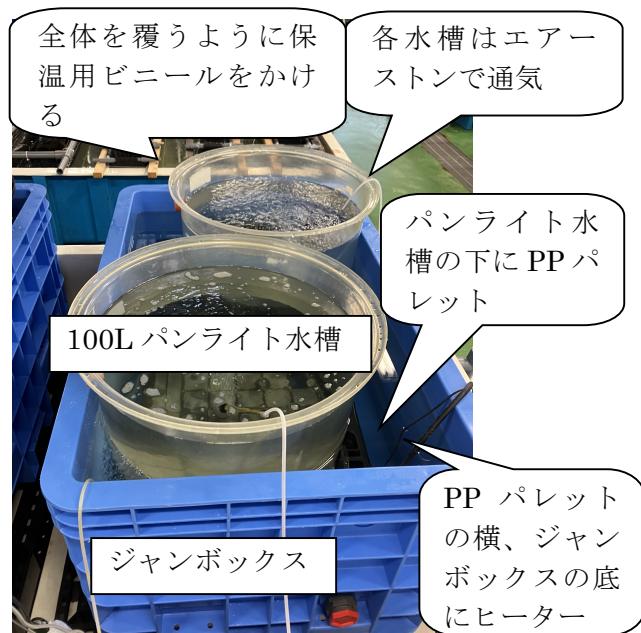


図 1 ジャンボックスを基本とした飼育キットの試作

イ 飼育キットによるキートセラスの培養試験

飼育キットによる微細藻類（キートセラス）の培養試験を実施するため、アの飼育キットのパンライト水槽の上に、LED ライトを設置した試験水槽を設定した（図 2）。培養試験の結果、LED1 灯および 2 灯のいずれの試験区においても、培養開始後 1 週間で給餌に必要な 100 万細胞/mL 以上の培養濃度（図 3 の吸光値 0.2 以上）に達し、その後 1 週間は給餌に必要な濃度を維持できた。2 つの水槽を 1 週間ずらして培養することで、毎週約 100L のキートセラスを給餌に利用できることが明らかになった。また、連続した植え継ぎで少なくとも 4 週間は継続培養が可能であった。給餌量が少ない浮遊幼生期は LED1 灯で、給餌量が多くなる着底後は LED2 灯で培養を行うことが適していると考えられた。



図2 飼育キットでの微細藻類培養試験の様子
左：LED1 灯、右：LED2 灯

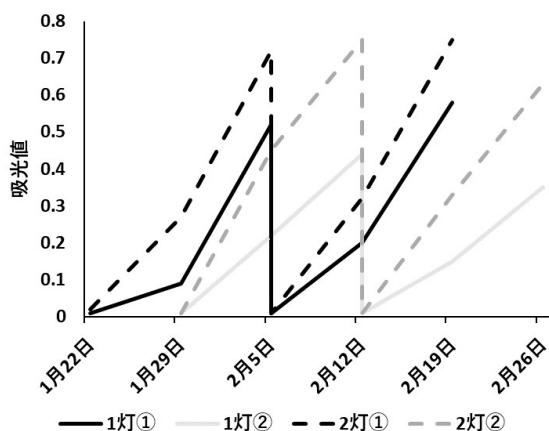


図3 飼育キットを用いてキートセラスを培養した際の培養水槽の吸光値の変化
吸光値と細胞密度の関係 : $0.2 = 100$ 万細胞/mL
 $0.4 = 230$ 万細胞/mL $0.6 = 330$ 万細胞/mL

ウ 飼育キットによる浮遊幼生飼育試験

飼育キットによるアサリ浮遊幼生の飼育試験を実施した結果、浮遊幼生の平均生残率は、対照区（1トン水槽）および試験区（100L キット）とともに試験期間を通じて 100% 前後であった（図 4）。飼育期間中の成長（殻長変化）も両試験区で差は見られなかった（図 5）。これらのことから、飼育キットを用いたアサリ浮遊幼生の飼育は十分に可能で、従来法と遜色なく実施できると考えられた。

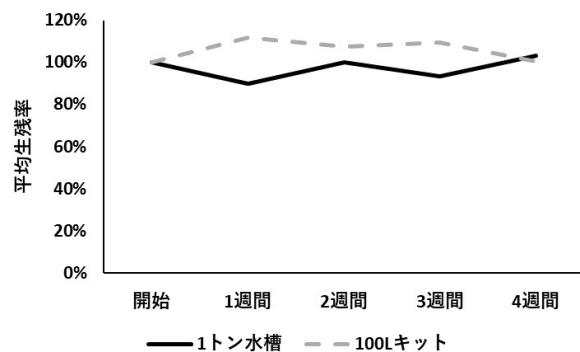


図4 アサリ浮遊幼生飼育試験での平均生残率の推移

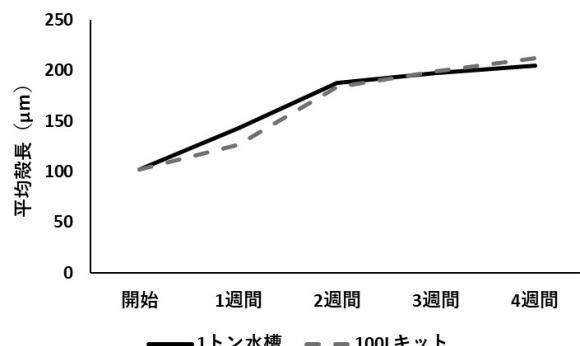


図5 アサリ浮遊幼生飼育試験での平均殻長の変化

飼育キットによるホッキガイ浮遊幼生の飼育試験を実施した結果、浮遊幼生の平均生残率は、対照区（1トン水槽）および試験区（100L キット）でともに試験期間を通じて徐々に下がり、3週間後には 50%程度であった（図 6）。飼育期間中の成長（殻長変化）も両試験区で差は見られなかった（図 7）。これらのことから、飼育キットを用いたホッキガイ浮遊幼生の飼育は十分に可能で、従来法と遜色なく実施できると考えられた。

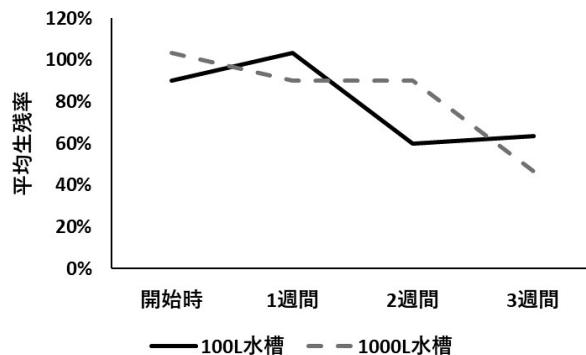


図 6 ホッキガイ浮遊幼生飼育試験での平均生残率の推移

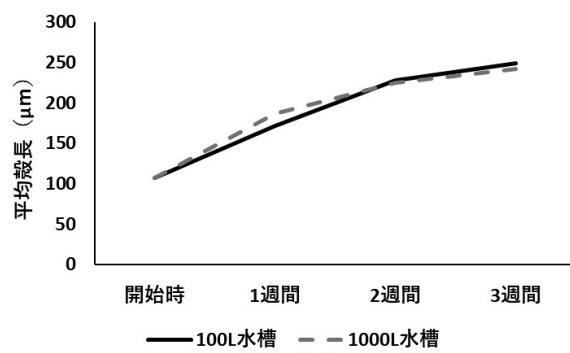


図 7 ホッキガイ浮遊幼生飼育試験での平均殻長の変化

工 飼育キットによる着底期飼育試験

飼育キットによるアサリ着底期幼生の飼育試験を行なうため、飼育水槽を100Lパンライト水槽からアップウェーリング装置に置き換えた(図8)。飼育試験の結果、平均着底稚貝数は 215 ± 87 個(SD)、平均着底生残率は $2.2 \pm 0.9\%$ 、平均殻径は $8.6 \pm 2.6\text{mm}$ であった(図9)。成長は良好であったものの、着底生残率が低かったことから、次年度以降生残率の改善に関して再度検証を行う。



図 8 飼育キットによるアサリ着底期幼生飼育の様子



図 9 飼育キットにより育成したアサリ着底稚貝の様子

飼育キットによるホッキガイ着底期幼生の飼育試験を行なうため、ジャンボックス内の100Lパンライト水槽とパレット、ヒーターを除去し、ジャンボックスの底面に砂を敷いた(図10)。飼育試験の結果、幼生収容数が1万又は2万の水槽で着底生残率はそれぞれ 81.3% 、 74.5% 、着底稚貝数がそれぞれ推定8183個、14914個といずれも良好であった。平均殻径は前者で $4.3 \pm 1.6\text{mm}$ 、後者で $4.1 \pm 1.1\text{mm}$ で試験区間に大きな差は見られなかった(図11)。本試験の結果からは、ジャンボックス底に直接着底させて4mm程度まで育成する場合におよそ1万5千個程度の着底稚貝を育てることが可能と考えられた。



図 10 飼育キットによるホッキガイ着底期幼生飼育の様子

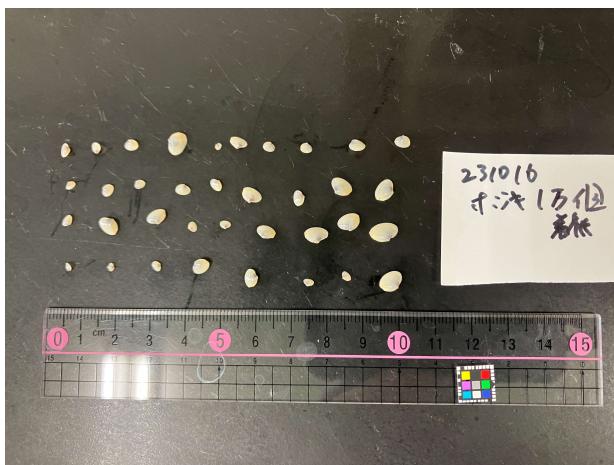


図 11 飼育キットにより育成したホッキガイ着底稚貝の様子

(4) 参考文献

川崎琢真, 清水洋平, 多田匡秀. 吸光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 2017;第 9 卷 1 号:27-31

4 資源生態解明に向けたシシャモの環境応答に対する研究－成長・生残と成熟－（経常研究）

担当者 栽培技術部 岡田のぞみ・長谷川竜也・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

道南太平洋海域のシシャモの漁獲量は、かつては1,000トンを超えたがその後減少し、近年では2012～2015年に36トン以下、2020～2022年には8トン以下と低い漁獲量水準となる不漁であり、2023年には資源を保護するためししゃもこぎ網漁業の操業を見合わせた。資源状態の悪化を受け、資源変動要因の解明とそのデータに基づく対策の検討が必要とされている。

一般的に仔魚期における減耗は成長速度が関与し¹⁾、仔魚期の成長速度は水温や餌などの環境変化により影響を受けると考えられる。また、当海域では2018年から2年連続で漁獲物の体サイズの小型化が問題となつておらず、水温や餌などが小型化の原因として考えられる。また、産卵量は遡上親魚量と親魚の体長組成や年齢組成によって年変動し、それに加えて、成熟過程の進行が環境の影響を受けることで体長と成熟する卵数の関係に変化が生じ、こういった事象が総合的に河川における産卵量に影響すると考えられる。

本研究では新しい資源管理対策の策定に向け、フィールドでは把握が難しい環境に応答したシシャモの生態に関するデータを飼育試験により取得する。

(2) 経過の概要

鶴川におけるシシャモのふ化時期は4月～5月であるが、これは年によって変動する。2012～2015年の不漁をもたらした2011～2014年級群は、ふ化仔魚の出現盛期が遅い傾向がみられたことが報告されている²⁾。本実験は、卵管理水温の変化による孵化時期の違いが、仔魚の成長にどのような影響を及ぼすかを調べることを目的に実施した。また、2018年～2019年にかけて、漁獲物の小型化が問題になったが、シシャモでは成長と水温や餌料量との関係は明らかでない。そこでこれらの知見を得ることを目的に飼育試験を行った。さらに、夏季の水温がシシャモ雌の成熟特性に与える影響を調べるため、成魚の飼育試験を行った。

＜材料と方法＞

ア 卵および仔魚期の環境要因がふ化仔魚の成長・生

残に与える影響

(ア) 卵管理水温別仔魚飼育試験

鶴川に遡上したシシャモ親魚から採卵・採精し、乾導法により人工授精を行った。受精卵の粘質をカオリソにより除去し、これを30L透明パンライト水槽に収容した。飼育水には、市販の水質調整剤により残留塩素を中和した水道水を用いた。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（パイセス、エランコジャパン（株））による薬浴を行った。初期水温は8～9°Cに設定した。胚体が形成された受精後11日目に水温を5°Cに下げ、その後眼胞、耳胞の形成が確認された受精後40日目に1°Cに下げた。受精後133日目に受精卵の半分を透明パンライトに収容して徐々に水温を上昇させることで受精後139日目（4月7日）に孵化した仔魚を4月上旬ハッチ群として試験に用いた。積算水温は393°C日、水温上昇開始から孵化までの日数は7日間だった。残りの受精卵の水温を受精後165日目（5月3日）から上昇させ、受精後171日目となる5月9日に孵化した仔魚を5月上旬ハッチ群として試験に用いた。積算水温は453°C日、水温上昇開始から孵化までの日数は7日間だった。

孵化仔魚はMS-222により麻酔を行った後、実体顕微鏡下で写真撮影を行い、開口の有無を確認した。画像解析により体長（脊索長）と側面から見た卵黄の面積を測定した。卵質を評価するため、無給餌生残指數（Survival Activity Index, 以下 SAI）を調べる実験を行った。実験方法は令和3年度の事業報告書を参照のこと。また、孵化後21日目までの成長を比較するため、飼育試験を行った。孵化仔魚2,500尾を500L透明パンライト水槽に収容した。飼育水温は10～11°Cに設定し、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ロピシス（ヤンマリンK-1、クロレラ工業（株））を1日2回添加した。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～10日目はワムシを、8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。ワムシおよびアルテミアは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21日目に各水槽100尾を抽出し、万能投影機に投射して体長をデジタルノギスで測定した。

イ 環境要因が稚魚の成長に与える影響

(ア) 水温や餌料量と稚魚の成長

試験にはア（ア）と同じ親魚由来の稚魚（30mm実験：124日齢、平均体長32.0±3.1mm、40mm実験：168日齢、平均体長42.1±3.8mm）を用いた。200Lパンライト水槽を用い、1水槽あたり30mm実験では60尾、40mm実験では50尾の稚魚を収容した。設定水温は3パターン（13, 17, 21°C）、給餌回数は2パターン（毎日給餌、週2回給餌）とし、各試験区3水槽を用意して計18水槽を用いた。水温15°Cで収容後、1日2°Cずつ上昇または下降させ、4週間飼育した。餌は配合飼料若魚3号および4号（日本農産工業株式会社）を推定体重の2%を目安に与え、これに加えて冷凍アルテミアを給餌することで、飽和給餌となるように調整した。休日を除く毎日底掃除を行い、死亡数をカウントした。実験最終日は餌止めを行い、各水槽30尾ずつ体長と湿重量を測定し、生残数を計数した。

（3）得られた結果

ア 卵および仔魚期の環境要因がふ化仔魚の成長・生残に与える影響

(ア) 卵管理水温別仔魚飼育試験

2021年度の実験では、積算水温が等しくなるように卵管理水温を調整したため、早くふ化させた4月上旬の方が、昇温後からふ化までの期間が長く、ふ化時の卵黄サイズが小さく体長が大きい結果となった³⁾。そこで、昇温からふ化までの期間を揃えて再度実験を行った（表1）。その結果、前回の結果とは異なり、遅くふ化した方がふ化時の平均体長が大きく、無給餌生残指数は小さかった。フィールドにおいても、卵期の水温とふ化のタイミングにより、仔魚の生残に関わる体サイズや飢餓耐性が異なると考えられた。

イ 環境要因が稚魚の成長に与える影響

(ア) 水温や餌料量と稚魚の成長

図1に、各試験区における平均生残率を示した。逆正弦変換を行って二元配置分散分析を行った結果、30mm稚魚では飼育水温と給餌回数に交互作用は認めら

表1 肥化時期の異なるシシャモ仔魚の試験

	4月上旬ふ化	5月上旬ふ化
ふ化日	2023/4/7	2023/5/9
積算水温	393°C・日	453°C・日
卵黄面積	0.43mm ²	0.38mm ²
ふ化時平均体長	8.0mm	8.2mm *
無給餌生残指数(SAI) ^{注1}	166.0	129.8 *

Student's t-test, *: p<0.05

注1: 無給餌での生残を数値化したもの。卵質評価基準。

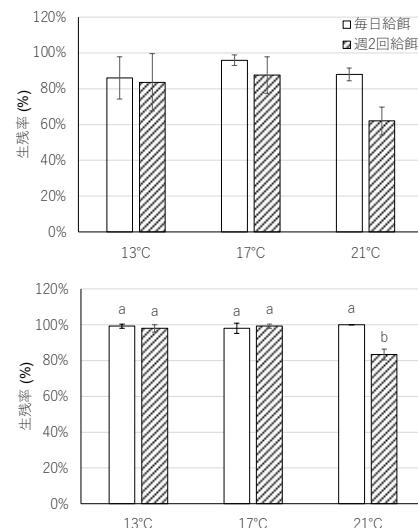


図1 異なる水温と給餌回数で飼育したシシャモ稚魚の生残率 ((上: 体長 30mm, 下: 体長 40mm) Scheffe's F test, p<0.05)

れど、飼育水温および給餌回数の生残率に対する影響が有意であった。一方40mm稚魚では交互作用が有意であったため全群の多重比較を行ったところ、高水温では給餌回数により生残率への影響が見られた。

試験終了時の体長について二元配置分散分析を行った結果、体長30mm稚魚および40mm稚魚について水温と餌料量の交互作用が有意であったため、全群の多重比較を行った（図2）。その結果、30mm、40mmいずれの体長でも、低い水温（13°C区）で毎日給餌した区の平均体長がどの区と比較しても有意に大きく、低い水温では餌料量により実験後の体長に有意差が見られた。シシャモの適水温が低水温区であり温暖化等により生息域が狭まっている場合は、密度効果（餌当たりの悪化）により小型化する可能性がある。

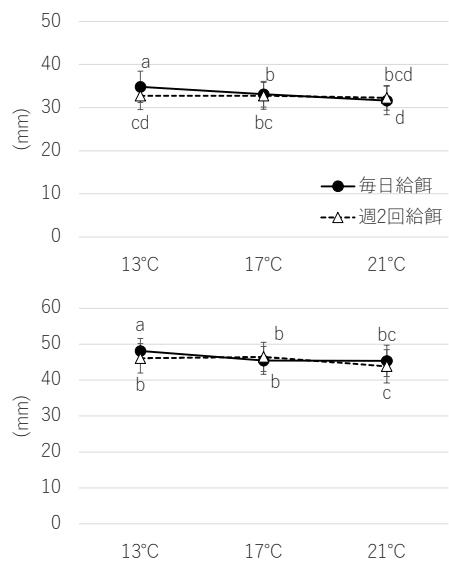


図 2 異なる水温と給餌回数で飼育したシシヤモ稚魚の平均体長 ((上 : 体長 30mm, 下 : 体長 40mm) Scheffe's F test, p<0.05)

(4) 参考文献

- 1) John T. Anderson. A Review of Size Dependent Survival During Pre-recruit Stages of Fishes in Relation to Recruitment, Journal of Northwest Atlantic Fishery Science 1988; 8: 55-66
- 2) 吉田秀嗣, 新居久也, 藤井 真, 今野義文, 工藤 智. 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) 北海道水産試験場研究報告 2021; 9: 25-30
- 3) 岡田のぞみ. 5 資源生態解明に向けたシシャモの環境応答に対する研究－成長・生残と成熟－(経常研究) 令和 3 年度栽培水産試験場事業報告書 2023; 28-31

5 養殖用種苗生産技術の開発に向けた道産エゾイシカゲガイの生物特性解明（経常研究）

担当者 栽培技術部 井上 智

共同研究機関 釧路水産試験場

協力機関 根室地区水産技術普及指導所、根室漁業

協同組合、胆振地区水産技術普及指導所、鵡川漁業協同組合、いぶり噴火湾漁業協同組合

（1）目的

全道的に漁獲が減る中、漁業生産の安定化と向上のため新たな養殖対象種の開発が求められている。近年はニジマスやサクラマスなどの魚類養殖が活発に試みられているが、低労力で行える無給餌養殖の対象として二枚貝養殖など魚類以外の種についても要望が出ている。エゾイシカゲガイは北方域に生息する雌雄同体の潜砂性二枚貝であり、近縁種には本州から九州に存在するイシカゲガイやエゾイシカゲガイより大型なオオイシカゲガイが存在する。道内ではホタテガイ漁やホッキガイ漁で混獲されることがあるが、漁獲量が少ないため有効活用されていない。また、道北ではホタテガイ採苗の際にエゾイシカゲガイの稚貝が混入しているという報告がある。エゾイシカゲガイは高級な寿司ネタとして扱われており、2021年度の岩手県産エゾイシカゲガイの東京卸売市場での販売単価は1kgあたり3,400円を超える、養殖対象種として有望である。宮城県では採卵や浮遊幼生飼育に関する試験が行われたものの、稚貝の着底や中間育成に関する情報はなく、また産卵期や幼生飼育の好適環境など地域差も考えられるため、道産エゾイシカゲガイに適した種苗生産技術を開発する必要がある。そのため本研究では道産エゾイシカゲガイの種苗生産技術開発に向け、親貝の成熟や幼生飼育における好適水温・密度、稚貝の着底様式などの生物特性を明らかとすることを目的とする。

（2）経過の概要

道産エゾイシカゲガイを種々の条件で産卵誘発するがD型幼生を得ることはできなかった。親貝に問題があると考えられるため、親貝飼育環境を改善するべく給餌条件について検討を行った。およそ1歳差であると考えられる3サイズに分類し、3種の餌料を給餌試験したところ、中小型個体ではキートセラスを給餌し、大型個体ではキートセラスもしくは二枚貝用配合飼料を

給餌すると重量を増加させられることが確認できた。

＜材料と方法＞

ア 産卵誘発の検討

道産エゾイシカゲガイの産卵条件を検討するため、誘発刺激として紫外線照射海水、4°Cにおける16h-18hの干出およびセロトニン添加（最終濃度 10^{-5} M）を行った。また、採取から採卵までの飼育条件により誘発への応答が異なる可能性があるため、秋季に採取し室温にて越冬飼育した試験区、秋季に採取し加温して越冬飼育した試験区および春季に採取した試験区を設定し産卵誘発を行った。産卵誘発は朝から行い、7時間経過後に産卵や放精の無いものは反応無しとした。

イ 親貝維持管理方法の検討

採卵に用いるための親貝を効率的に維持管理するため餌条件の検討を行った。親貝は猿払村産のエゾイシカゲガイを用いた。以前の調査結果から50%成熟殻長は17.5mmであったため、それ以上の殻長で3つの大きさに分けて給餌試験を行った。小型群は障害輪が1本で平均殻長は22mm、中型個体は障害輪が2本で平均殻長は35mm、大型個体は障害輪が3本で平均殻長は55mmであった。二枚貝用配合飼料、付着珪藻粉末および培養植物プランクトンを給餌して9週間の飼育試験を行った。

（3）得られた結果

ア 産卵誘発の検討

エゾイシカゲガイに対し様々な条件で産卵誘発を行ったところ5月18日に冬の間加温飼育していた個体から放精が確認され、6月6日には春に採取された個体から放卵放精が確認された（表1）。エゾイシカゲガイは雌雄同体であるため、5月18日の個体は卵が成熟していない状態で誘発刺激を受けたために放精のみを行った

と考えられる。6月6日の個体は産卵したものの数が少なく、その後のD型幼生移行率も0%であるため卵質が悪かったと考えられる。その他の産卵誘発では反応せず、全体的に成熟状態が悪いことが判明した。6月6日に誘発をした春採取個体は搬入時点で生殖腺切開時の浸出液が少なく、すでに自然放卵していた可能性および輸送や環境変化のストレスにより成熟が停止した可能性がある。室内飼育個体は自然産卵が見られなかつたため、成熟自体が進行していないと考えられる。これは室内飼育環境がエゾイシカゲガイ親貝に適している状況ではなかつたと考えられ、飼育環境の改善をする必要がある。

イ 親貝維持管理方法の検討

エゾイシカゲガイ親貝に対して餌料の検討を行ったところ、殻55mmの大型個体に対してはキートセラスまたは二枚貝用配合飼料を給餌することで重量増加させることができ、22mm～35mm程度の中型個体ではキートセラスで効率的に重量増加させられることが確認された。付着珪藻粉末では中型個体のみ重量増加させることができたが、大型個体や小型個体では重量の

可能性や、要求栄養素が変化した可能性などが要因として考えられる。中型個体まではキートセラスの単独給餌でも問題ないが、大型個体に対してはキートセラス単独での給餌は効率が悪く、60mm以上のさらに大型の個体に対しては充分な飼料とならないと予測される。今後、培養植物プランクトン種の変更や複合給餌などを検討しさらなる効率化を目指す。

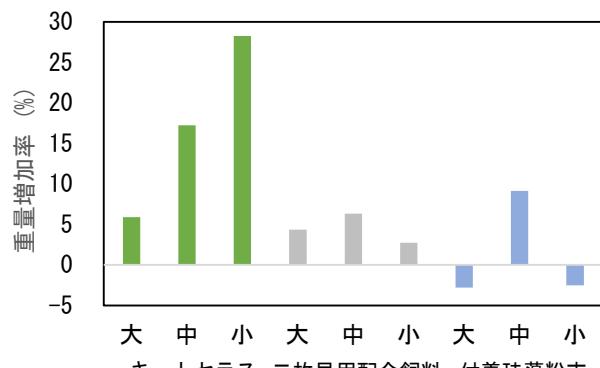


図1 3サイズに分けた道産エゾイシカゲガイにキートセラス、二枚貝用配合飼料および付着珪藻粉末を給餌したときの重量増加率(%)

表1 道産エゾイシカゲガイ産卵誘発の結果とD型幼生移行率

日付	飼育温度(℃)	誘発の昇温(℃)	誘発個体数(個)	紫外線	干出	セロトニン	反応個体	卵数(粒)	D型移行率(%)
4月10日	11	+5	20	○			-		
4月24日	12	+5	20	○			-		
5月8日	11	+5	30	○			-		
5月18日	13	+5	30	○					
			10	○	○				冬季加温1個体 -*
6月6日	14	+5	23	○		○	春季採取3個体	96万	○
			5	○					-
6月20日	14	+5	17	○					-
			5	○	○				-
			10	○	○				-
6月28日	17	+5	7	○					-
			10	○	○				-
			5	○	○				-
7月4日	15	+5	17	○	○				-
			5	○	○	○			-
7月11日	17	+5	4	○	○				-
			17	○	○	○			-
8月8日	16	+5	6	○	○				-
			6	○	○	○			-
8月29日	16		5	○	○	○	○		-
9月28日	15		6	○	○	○	○		-

*放精のみで産卵無し

減少が見られて安定しないことから、単独給餌で利用することは難しいことが判明した。

二枚貝用配合飼料では個体サイズによる傾向が見られないが、キートセラスでは大型になるにつれ重量増加が少なくなっている。これは、個体サイズが大きくなつたことで小型なキートセラスを摩碎しにくくなつた

6 マツカワの種苗生産施設にみられた新興感染症の診断および治療・予防技術の開発（経常研究）

担当者 栽培技術部 松田泰平・後藤千佳

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 北海道栽培漁業振興公社伊達事業所,

中央水産試験場加工利用部

(1) 目的

2017年にマツカワ種苗生産施設、2019年に中間飼育施設において種苗の大量死が発生した。2017年の症例では未同定のウイルス様微生物が、2019年の症例では *Pseudomonas anguilliseptica* (以下, *Pa*) が分離された。感染試験によりそれぞれに病原性があり、マツカワが感染した場合に死亡要因となることが確認されている。両症例ともマツカワでは初の事例であり、両微生物の感染源の把握、診断技術と予防法の開発は行われていない。そこで、未同定のウイルス様微生物や *Pa* 感染症によるマツカワ種苗の死亡被害を防ぐため、両微生物について診断技術の検討・開発、疫学調査、予防・治療法の予備試験を行う。

(2) 経過の概要

本研究の課題として、診断技術開発、疫学予備調査、治療・予防法の開発が設定されている。このうち、栽培水試では治療・予防法の開発課題として、ハーブ毒性試験と OTC (オキシテトラサイクリン) 吸収試験を担当した。今年度は OTC 吸収試験として、7日間 OTC を魚体重 1kg 当たり 150mg (規定量の 3 倍) 投与した場合における体内残留量を調べたほか、体内における OTC の半減期を求めるための予備試験として、OTC を 1 回投与した場合の経時的な残留量変化を調べた。

<材料と方法>

ア マツカワ新興感染症の治療・予防法の開発

(ア) OTC 吸収試験

供試魚には2023年3月27日に人工受精し、4月6日に孵化した後、11月21日まで飼育した魚を用いた。供試魚の平均全長は $142.1 \pm 4.9\text{mm}$ 、平均体重は $25.6 \pm 3.7\text{g}$ であった。

OTCを魚体重1kg当たり150mg投与する試験では、5尾ずつ100Lパンライト水槽3基に収容し、2基を試験

区、1基を対照区と設定した。給餌する配合飼料にはおとひめEP3 (日清丸紅飼料) を用い、試験区用の飼料にOTCを魚体重1kgあたり150mgとなるように混合した。対照区の飼料には少量の蒸留水のみを混合した。両飼料とも7日間給餌し、最後の給餌から4時間後に全数個体をサンプリングした。

OTCの半減期を求めるための予備試験では、供試魚40尾ずつ500Lのパンライト水槽2基に収容し、それぞれ試験区と対照区に設定した。試験区には体重1kg当たり200mgとなるようOTCを混合した配合飼料を1回給餌し、2時間後、4時間後、6時間後、8時間後、24時間後および7日後に各5尾ずつサンプリングした。対照区については、少量の蒸留水のみを混合した配合飼料を1回給餌し、24時間後に全数サンプリングした。

両試験とも、サンプリングした個体の鰓、頭部、腹部(内臓)、尾部を除去して筋肉を採取し、試験区毎に5gをプールにして、OTCの測定まで-30°Cで冷凍保存した。

残留OTC量の測定は食品に残留する農薬等の試験法のオキシテトラサイクリン、クロルテトラサイクリンおよびテトラサイクリン試験法(食品に残留する農薬、飼料添加物又は動物用医薬品の成分である物質の試験法(平成17年1月24日付け食安発第124001号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知、第三章個別試験法))に準じて実施した。

(3) 得られた結果

ア マツカワ新興感染症の治療・予防法の開発

(ア) OTC 吸収試験

7日間 OTC 飼料を投与する試験では、対照区の OTC 残留濃度が検出限界以下であったが、150mg/kg 投与区では $0.10 \sim 0.19\text{ug/g}$ 、平均で 0.14ug/g の残留が認められた(表 1)。

表 2 に 2021～2023 年度に実施した OTC 投与量 50～200mg/kg の平均残留値を整理した。試験した年度と試験に用いた魚体の大きさが異なるため、同列に

並べて比較はできないが、100mg/kgの投与までは残留量が0.03~0.04ug/gとなり、治療が可能となる最少レベルの値に留まった（*Pa*感染症の治療には0.04 ug/g以上の残留量が必要と考えられている）。一方、150mg/kg以上で投与すると残留量が大幅に上昇し、十分な治療効果を期待できる可能性が示された。

表1 OTCを150mg/kgの濃度で7日間投与した試験におけるマツカワ体内の残留量

試験区	平均残留量(ug/g)
対照区-1	<0.02
対照区-2	<0.02
対照区-3	<0.02
OTC-1	0.14
OTC-2	0.15
OTC-3	0.16

表2 OTCを7日間投与した試験における投与濃度と平均体内残留量

試験区	平均残留量(ug/g)	試験年度
OTC 50mg/kg投与	0.05	2021年
OTC 100mg/kg投与	0.03	2022年
OTC 150mg/kg投与	0.14	2023年
OTC 200mg/kg投与	0.50	2022年

半減期を求めるための予備試験では、対照区の残留量は検出限界以下であったが、200mg/kgを1回投与した試験区では、2時間後に0.66 μg/g、4時間後に0.04もしくは0.11ug/g、6時間後に0.03ug/g、8時間後に0.13ug/g、24時間後に0.09ug/g、7日（168時間）後に0.11ug/gであった（表3）。今回は1回の経口投与であったため、7日間給餌したOTC投与試験試験のように体内残留量の値が上がらなかつたと考えられる。また、今回は残留OTCの測定には1尾しか用いておらず、残留量の個体差についてもほぼ検討できなかつた。今後、測定個体数を増やすとともに、腹腔内へOTCを接種し、経時的にサンプリングする試験も必要と考えられる。また、4時間後以降は魚類での食品の残留基準である0.2ppm(0.2ug/g)は下回るもの、1週間後でも検出限界以下にならなかつた。検出限界以下となる期間を把握するため

には、より長期間の飼育が必要である。

表3 OTCを200mg/kgの濃度で1回投与した試験におけるマツカワ体内残留量の経時変化

投与後の経過時間	残留量(ug/g)
対照区	<0.02
2時間後	0.66
4時間後-1	0.11
4時間後-2	0.04
6時間後	0.03
8時間後	0.13
24時間後	0.09
168時間後（7日後）	0.11

7 道産マナマコの摂餌に注目した管理型養殖技術に関する基礎研究 (経常研究)

担当者 栽培技術部 佐藤敦一・長谷川竜也

共同研究機関 中央水産試験場・稚内水産試験場

協力機関 北海道栽培漁業振興公社、紋別市、林産試験場、(株)北海道曹達

(1) 目的

マナマコ (*Apostichopus japonicus*) は、中国における需要拡大に伴い価格が高騰し（2021年北海道水産現勢：4,871円/kg），国内外で増養殖が盛んに行われ，日本の輸出戦略品目の一つとしても検討が進んでいる。本種の養殖は中国を中心に海外で主に実施され，国内では種苗生産から放流についてマニュアル化されているものの，養殖技術開発については遅々として進んでいない。

ナマコ類は，現状の飼育技術では，飼育下における成長の個体差が著しい。これは，成長特性や摂餌生態が十分に解明されておらず，飼育技術が確立されていないことが要因と推察される。加えて，本道では幼ナマコから出荷サイズ（成体）まで陸上で育成した例がなく，集約管理された養殖生産を実施する上で必要な飼育環境や，成長段階に応じた餌料や給餌方法などの基礎的知見が乏しい。

そこで本研究は，飼育下における本種の摂餌生態や成長特性を解明し，成長のばらつき低減を図るとともに，摂餌，餌料への混合資材，飼育密度，飼育水温および給餌方法の影響を明らかにする。さらに，本種の摂餌特性を考慮した他の水産生物との混合飼育管理や，かご養殖試験データを取得し，本種の養殖管理に関する基盤技術を構築する。

(2) 経過の概要

2023年度は，稚ナマコの摂餌の及ぼす影響把握を中心にして2つの飼育実験を行った。

ア 稚ナマコの飼育個体密度が摂餌に及ぼす影響

稚ナマコ（開始時の平均重量約1g）を対象に，飼育個体密度に関する実験を行った。1L白色ビーカーに1～6個体収容し（各区3回復），37日間飼育した。給餌および水替えは週5回行い，止水で飼育した。給餌時には，給餌量が飽食量に近似するよう調整した。終了時には個体別に体重を測定し，既報（Yu-H et al. 2015）に準じ日間摂餌率を求めた。

イ 稚ナマコの飼育用基質としての木材バイオマスの

有効性評価

稚ナマコ（開始時の平均重量6g前後）を対象に，飼育用基質に関する実験を行った。サクラマス飼育水槽内にホタテ養殖用のザブトンかごを吊り下げ，その中に4個体ずつ稚ナマコを収容し，15日間飼育した。3種類の木材バイオマスをそれぞれかご内に設置した区をA区，B区，C区とし，設置しない区を無設置区とした。給餌はサクラマスに対する給餌のみとし，ナマコ用配合飼料は給餌しなかった。飼育終了時には体重を個体別に測定し，日間成長率（SGR）を調べた。この1回目の実験にて，C区のみ成長促進が確認されたことから，2回目の実験では，稚ナマコ（開始時の平均重量約7g）を対象に，木材バイオマス無設置区（無設置区）と木材バイオマスCを設置した区（設置区）の2群比較を行った（2回復）。飼育期間は25日間とし，飼育管理方法は1回目に準じた。

(3) 得られた結果

ア 稚ナマコの飼育個体密度が摂餌に及ぼす影響

図1に各区の飼育成績を示す。1～4個体/Lまでは日間摂餌率に差は認められなかったものの，4個体/Lの時に，実験区あたり3水槽間のばらつきが最小だった。4個体/L区は，6個体/Lより有意に日間摂餌率が多くなった（有意水準5%）。これらのことから，個体密度を4個体/Lに設定することで，摂餌のばらつきを抑制できること，個体密度が摂餌に影響を与えると推察された。

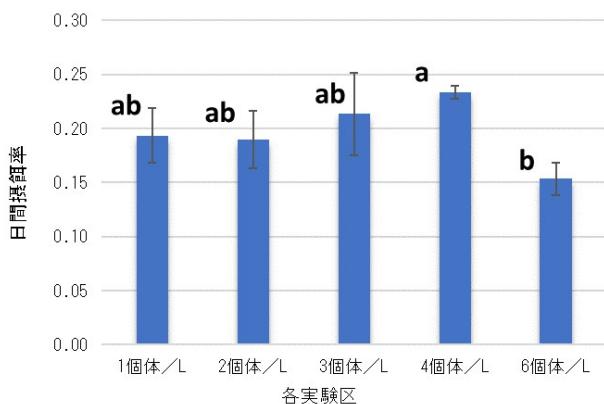


図 1 個体密度別のビーカー試験による各区の日間摂餌率

※1 異なるアルファベットを有する値同士は統計的有意差があることを示す（有意水準 5%，チューキー多重比較検定）

※2 日間摂餌率＝総給餌量 / [(開始時体重 + 終了時体重) ÷ 2] / 飼育日数

イ 稚ナマコの飼育用基質としての木材バイオマスの有効性評価

1回目の実験では、無設置区、A区、B区においてマイナス成長となった。しかし、C区のみSGRが0.67となり、プラス成長することを確認した（表1）。また、今回の実験では、ナマコ用飼料を給餌していないにもかかわらず、成長することを確認でき、サクラマスの粪や残餌は稚ナマコの飼料源になると判断された。

表1 実験1回目の飼育成績

	無設置区	A区	B区	C区
開始時平均体重 (g)	6.6 ± 1.7	6.1 ± 2.0	4.3 ± 1.1	6.1 ± 1.9
SGR (体重%/日)	-0.05	-1.33	-1.27	0.67

表2 実験2回目の飼育成績

	無設置区	C区（木材バイオマス設置）
開始時平均体重 (g)	7.2 ± 0.4	7.3 ± 0.3
SGR (体重%/日)	-0.03 ± 0.79	0.37 ± 0.04

2回目の実験では、SGRは両区の間で有意差は認められなかったものの、無設置区が -0.03 ± 0.79 （平均±標準偏差）と2水槽間のばらつきが大きかった。一方、設置区が 0.37 ± 0.04 とばらつきが小さく、なおかつ2水槽のいずれもプラス成長となった（表2）。これらの実験結果から、木材バイオマスCがナマコ養殖の基質として有効であることが分かった。本知見は投稿準備中のため、Cの詳細については、非公開とさせて頂く。

（4）参考文献

Yu H, Gao Q-F, Dong S-L, Wen B. Changes in fatty acid profiles of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) induced by terrestrial plants in diets. Aquaculture 2015; 442:119–124.

8 全雌サクラマスにおける成熟制御および道南・道東海域でのリレー養殖に関する研究（経常研究）

担当者 栽培技術部 山崎 哲也

共同研究機関 さけます・内水面水産試験場
中央水産試験場

(1) 目的

近年、道南地域では秋から春までの期間で、道東地域では国内で唯一春から冬までの期間でサクラマスの海面における試験養殖が行われている。これらの事業化に向けては、大型サクラマス生産および収益性の向上が大きな課題となっている。そこで、2海域にまたがるリレー養殖により大型サクラマスの生産の可能性を、また、海水飼育期間を調整することによる成熟制御技術の開発を行い、筋子生産の可能性を探査した。

(2) 経過の概要

ア 2海域にまたがるリレー養殖に関する技術開発

2023年6月29日にさけます・内水面水産試験場（以下、さけます内水試）で生産した2022年級の全雌2倍体サクラマス（以下、2N）および全雌3倍体サクラマス（以下、3N）を栽培水産試験場（以下、栽培水試）に移送し、淡水の水槽に2Nおよび3Nそれぞれ50尾および55尾を収容した。翌朝には全海水になるように、少量ずつの海水を注水した。全海水に移行後、6トン水槽（水量4トン）に収容した。

2023年10月13日および11月22日に体重を測定した。11月22日の測定後、リレー養殖区、模擬移送区および対象区の3群に、以下の尾数になるように無作為に分け、3基の6トン水槽（水量4トン）にそれぞれ収容した。リレー養殖区は20尾（2N:10尾, 3N:10尾）、模擬移送区は29尾（2N:15尾, 3N:14尾）および対象区は29尾（2N:17尾, 3N:12尾）とした。11月24日にリレー養殖区を250Lの活魚タンク（水量230L）に収容し、中央水産試験場に移送した。移送時の収容密度は4%であり、移送距離は約200kmであった。

栽培水試と中央水試間の移送ストレスによる成長への影響を調べるために模擬移送試験を行った。試験は、12月26日に模擬移送区29尾を250Lの活魚タンク（水量230L）に収容し、活魚タンクを積んだ車で栽培水試からさけます内水試を往復した。移送距離は約200kmであった。移送時の収容密度は5%であった。帰庁後、模擬移送区および対象区について体重を測定した。測定

後、2群を混養した。その後、2024年2月5日に3区すべてについて体重を測定した。

海水飼育開始時から10月13日までを第1期、10月13日から11月22日を第2期、2023年11月23日から12月26日を第3期、12月27日から翌年2月5日を第4期として、生残率および瞬間成長率（SGR）を以下の式で算出した。

$$\text{生残率} (\%) = \text{生残尾数} / \text{開始時尾数} \times 100$$

$$\text{SGR} = (\ln \text{Wt2} - \ln \text{Wt1}) / t \times 100$$

Wt1：前回の測定時の体重（g）

Wt2：測定時の体重（g）

t：測定間の日数

リレー養殖区の結果は令和5年度中央水産試験場業務報告において報告する。

イ 成熟制御技術の開発

さけます内水試が生産した全雌サクラマス（2022年級）を試験に用いた。さけます内水試における淡水飼育期間中に個体識別を目的にピットタグを背に挿入した。2023年10月から2024年3月にかけて月に1回、さけます内水試から栽培水試に試験魚を50尾ずつ移送し、淡水の水槽に投入後、翌朝には全海水になるように、少量ずつ海水を注水した。全海水に移行後、25トン水槽（水量15トン）に投入した。体重を月に1回、測定した。

ア、イともに、給餌は飽食とし、毎日行った。水槽には照明を設置し、半月ごとに照明のON/OFFスケジュールを変更し、日長を自然日長に近づけた。

(3) 得られた結果

ア 2海域にまたがるリレー養殖に関する技術開発

海水飼育開始時の平均体重（土標準偏差）は、全雌2Nが29g（±5）、全雌3Nが32g（±4）であり（図1）、全雌3Nが有意に大きかった（マン・ホイットニーのU検定、 $p < 0.05$ ）。10月および11月時の全雌2倍体はそれぞれ255g（±77）および381g（±106）であった。全雌3倍体は270g（±45）および381g（±81）であった。

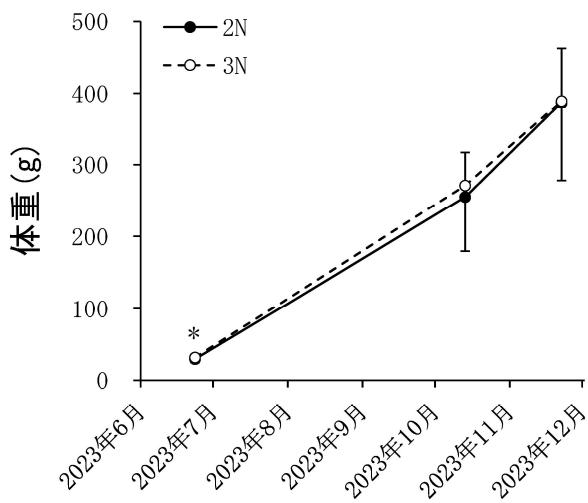


図1 第1期および第2期の2倍体（2N）と3倍体（3N）の体重推移

*：有意差を示す（マン・ホイットニーのU検定， $p<0.05$ ）。

10月時および11月時に両群で有意差はなかった（マン・ホイットニーのU検定， $p>0.05$ ）。第1期のSGRは2倍体と3倍体ともに1.7%，第2期はそれぞれ1.1%および0.9%であった。2倍体および3倍体における成長の差は認められなかった。

12月26日および2月5日における対象区（2N, 3N）の平均体重は、2Nが445gおよび531g, 3Nが473gおよび514gであった。模擬移送区（2N, 3N）は、2Nが439gおよび514g, 3Nが456および512gであった。両日ともに対象区（2N, 3N）および模擬移送区（2N, 3N）の4群間で有意差はなかった（一元配置分散分析， $p>0.05$ ，図2）。そのため、移送による成長への影響は確認されなかった。

第1期の生残率は2倍体および3倍体それぞれ84%および66%であった。その後、第4期終了時まで各試験区で斃死はなかった。試験期間中における水温の推移を図3に示した。第1期の8月12日に初めて20°Cを超えた後も高水温を維持し、8月31日に最高水温の23°Cを記録した。9月7日（18°C）に20°Cを下回り、徐々に水温が低下した。第4期が最も水温が低く、5~7°Cであった。試験期間中に2倍体が9尾、3倍体が18尾斃死した。そのうち、2倍体5尾および3倍体12尾が8月15日から9月7日の高水温時（18~23°C）に斃死した。

今後、初夏まで飼育を継続し、飼育成績を調べる予定である。

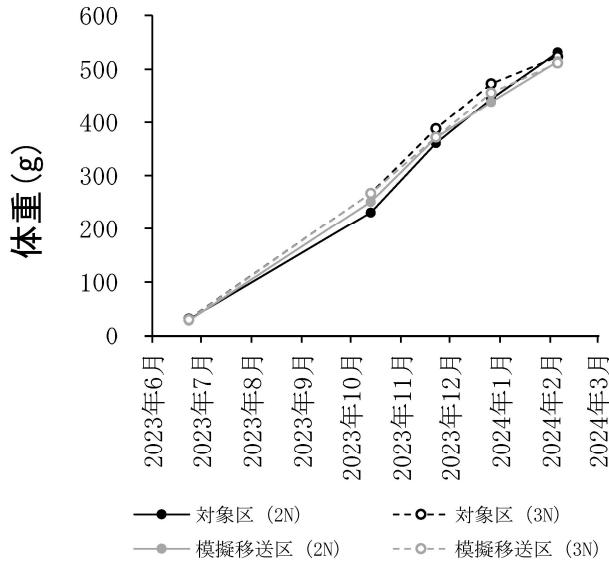


図2 各試験区における第1期から第4期までの体重推移

イ 成熟制御技術の開発

各群の体重の推移は図4のとおりである。各群の海水飼育開始時の体重は119~365gであった。1月投入群および2月投入群それぞれについて、海水飼育開始1か月間の成長は、同期間の他群に対し鈍化する傾向があった。試験期間中における水温の推移を図5に示した。試験を開始した10月下旬から11月上旬においては16°C前後を推移し、徐々に水温は低下して、3月中旬は3°Cを下回った。3月投入群は最低水温付近での海水投入となった。さけます内水試における飼育水温は8~10°Cであった。一方で、成長の鈍化が確認された1月投入群および2月投入群において、栽培水試移送日の水温は両日ともに4°Cであった。淡水から海水へのストレスに加え、水温差によるストレスが成長の鈍化を引き起こした要因と考えられる。

今後、海水飼育期間を変えるため4月および5月にさけます内水試から試験魚を移送し、海水飼育を開始する。また各群の夏季における成熟状況を調査する予定である。

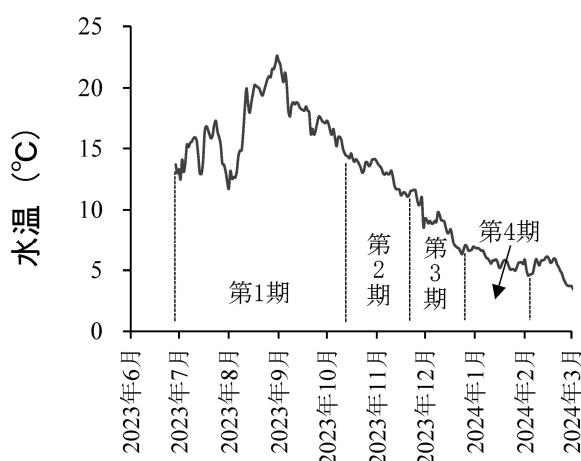


図3 リレー養殖試験における飼育水温
第1期は6月23日から10月13日、第2期は10月14日から11月22日、第3期は11月23日から12月26日、第4期は12月27日から2月5日

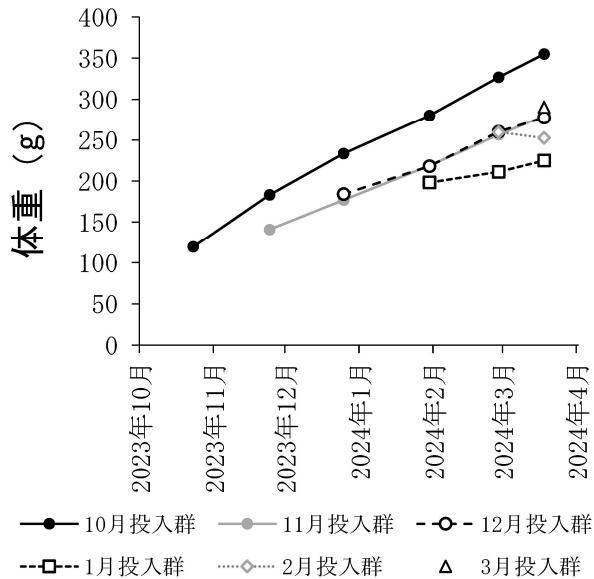


図4 成熟制御試験における各試験区の体重推移

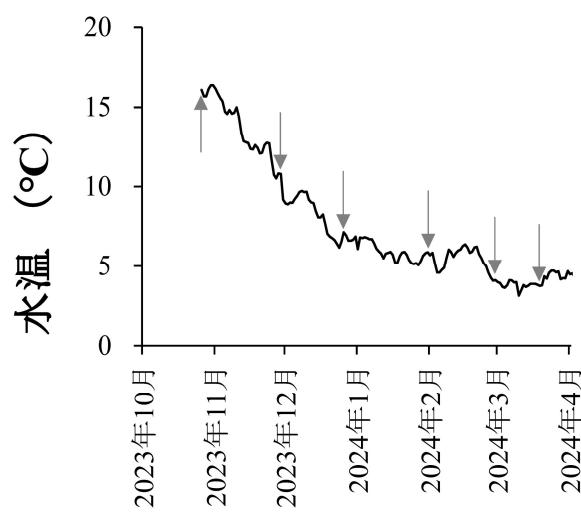


図5 成熟制御試験における飼育水温
矢印は測定時および海水飼育開始時の水温を示す。

9 サクラマス海面養殖にむけた高水温耐性品種開発の基盤研究と馴致方法の開発（経常研究）

担当者 栽培技術部 山崎 哲也

共同研究機関 さけます・内水面水産試験場

（1）目的

近年の生食人気により、全国的にサーモン養殖への要望が増加している。北海道内でもサーモン海面養殖の要望が増えており、中でもサクラマスは北海道で漁獲量が多く、養殖対象種としても注目されている。

近年では、地球温暖化などの影響もあり、北海道周辺海域でも海水温上昇が進んでいる。高水温は成長停滞や斃死を引き起こすため、大型のサクラマスを安定的に生産するためには高水温に適応した品種の開発が必須である。現在の北海道におけるサクラマスの海面養殖は、道東地域では冬季の低水温を避けるため春から秋に、道南地域では夏季の高水温を避けるため秋から春に行われている。高水温に耐性を持つ品種が開発されることにより、道東地域では夏季の高成長、高生残が期待でき、道南地域では種苗投入時期を早めるなどにより高成長が見込めるなどの海面養殖の適地や適期拡大につながる。

本研究では、高水温を経験したサクラマス（以下、F0）から次世代（以下、F1）を作出する、F0およびF1における高水温環境下における成長率を比較し、高水温耐性集団の作出に向けた選抜効果を明らかにすることを目的とした。

（2）経過の概要

ア 高水温耐性評価による高温耐性集団の作出

2022年6月から9月に栽培水産試験場（以下、栽培水試）において、ピットタグを装着したサクラマス0+（F0、8~35g）を用いて海水飼育における高水温曝露

試験（最大24°C）を行い、生残し、その後も飼育を続けた1+魚から次世代（F1）を作出した。高水温曝露試験における各個体の成長率を基準に雌雄別に3分し、3グループ（成長率の上位、中位、下位）を設け、グループ内で1対1交配を行った。親魚養成中は水槽に照明を設置し、タイマーを用いて電源のON/OFFについて時刻を設定し自然日長としたが、設定に誤りがあり、2023年11月に排卵および排精した。

（3）得られた結果

ア 高水温耐性評価による高温耐性集団の作出

2023年11月1日、7日、8日、9日および15日に交配を行った。グループ1（成長率の上位）を用いて22交配区、グループ2（成長率の中位）を用いて22交配区、グループ3（成長率の下位）を用いて19交配区の計63交配区を作出した。各交配区は約9°Cの淡水で発眼卵まで管理した。これらのうち、生卵数が少ないあるいは交配時の測定ミスがみられた交配区を除外した。グループ1から16交配区、グループ2から8交配区、グループ3からは11交配区について、それぞれ100粒を2023年12月14日にさけます・内水面水産試験場（以下、さけます内水試）に移送した。

高水温環境下で成長率が異なった3グループから作出了したF1について、子孫も高水温環境下で高成長を示すのか検証するため、各交配区はさけます内水試で2024年の秋季まで飼育を続け、栽培水試において高水温曝露試験を行う予定である。

10 噴火湾ホタテガイ生産安定化モニタリング試験（受託研究）

10.1 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、無給餌飼育など生産システムの環境依存性が強い。そのため、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。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。

そこで本研究では、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、2023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 ホタテガイ幼生発生量調査用染色キットの要望聞き取りとキットの制作・配布

2023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、赤色染色キットとして製作・配布した。また、技術習得の要望があった浜に對しては、実技を含む研修対応を予定した。

(3) 得られた結果

ア ホタテガイ幼生発生量調査用染色キットの要望聞き取りとキットの制作・配布

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1420回分の要望を受け、各要望元に配布した（表1）。研修については、2023年4月14日に渡島北部地区で開催した。

表1 ホタテガイ幼生染色キットの配布状況

海域	地区	配布数(回分)
噴火湾～津軽海峡	胆振	400
	渡島	570
日本海	留萌	90
	石狩	30
	北後志	60
	南後志	60
	宗谷	120
オホーツク～根室海峡	網走西部	90
	網走東部	0
	根室標津	0
計		1420

(4) 参考文献

清水 洋平, 川崎琢真, 高畠信一. 免疫染色法を応用了したホタテガイ幼生判別技術の開発 海洋と生物 2014; 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. 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 2015; 87: 93-96

清水洋平, 犬野俊明, 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. 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 2016; 1-8

川崎琢真. 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 2018; No. 860

川崎琢真. 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 2021; No. 103

1.1 養殖業成長産業化技術開発事業（受託研究）

担当者 栽培技術部 山崎 哲也・佐藤 敦一

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

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

北海道ではサクラマスについて、これまでに作出了した基礎集団から次世代を作出するとともに、成長と遺伝的な特徴から選抜育種を行う上での基礎的な遺伝情報を収集することを目的とする。また、効率的な育成

や選抜のため、秋期に海水移行する際に、目標サイズに到達するための適正サイズを把握する飼育試験を行う。

（2）経過の概要

ア 基礎集団の海水混養飼育試験および次世代の作出

2022年6月にさけます・内水面水産試験場（以下、内水試）から基礎集団の23家系それぞれ16尾を栽培水産試験場（以下、栽培水試）に移送して（表1），海水飼育を開始した（山崎ら，2023）。2023年4月および6月に体重を測定した。2022年度の結果は山崎ら（2023）に記載した。

6月の測定結果から体重の上位96個体について、Kinami and Matsuyama (2022) を用いて遺伝子分析による性判別を行った。またゲノム(SNP)情報を取得し、育種価を算出した。なお、性判別、ゲノム(SNP)情報取得および育種価の算出は水研機構が担当したため、ここでは結果を省略する。生残率が高かった15家系（#1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 20）を交配に用いた。育種価が高かった各家系雌雄2~3尾をグループ1、次に高かった2~3尾をグループ2とした。各グループは雌雄15個体ずつとし、計30個体とした。2023年7月24日にグループ1の雌、雄の15尾ずつおよび

表1 雌雄一対一交配により得た各家系

			雌親								
			47.5cm,1381g	49.7cm,1458g	49.8cm,1274g	48.4cm,1301g	53.3cm,2002g	35.5cm,575g	34.0cm,457g	33.0cm,467g	45.0cm,1169g
雄親	44.8cm 905g	森在来系 #14	家系 #3					家系 #15		家系 #19	
	38.8cm 680g	尻別川繼代 #2			家系 #7		家系 #11	家系 #12			家系 #20
	65.8cm 4680g	見市川 #5	家系 #1	家系 #4				家系 #13			家系 #21
	67.0cm 4342g	洞爺湖 #6	家系 #2		家系 #8				家系 #16	家系 #17	家系 #22
	62.5cm 2624g	尻別川 #15		家系 #5	家系 #9			家系 #14			家系 #23
	65.5cm ---g	徳志別川 #3		家系 #6		家系 #10				家系 #18	家系 #24

家系#16は水産研究・教育機構にサンプルとして供出したので欠番となる

グループ2の30尾をそれぞれ別の淡水循環水槽に移し、交配まで飼育した。交配は令和5年8月29日、9月5日、8日、15日および19日に同一グループ内の組み合わせで行い、交配日に排卵したメスと排精可能なオスを用いて総当たり交配とした。

イ 大型魚生産のための秋期種苗適正サイズの把握

2022年4月8日に内水試から栽培水試に移送し、海水飼育を開始した栽培水試中間育成群(平均体重328g, 65尾), 2022年10月5日に内水試から栽培水試に移送し、木古内に搬出するまで海水飼育を開始した内水試生産群(平均体重157g, 147尾), 栽培水試で飼育した親魚から2021年8月から9月に作出し、栽培水試で飼育した栽培水試生産群(平均体重330g, 36尾)の計3群を用いた。3群はすべて森在来系を由来とする。内水試生産群は一般的な2年サイクルの養殖形態(淡水で1年飼育後、出荷まで海面飼育)を、栽培水試中間育成群は淡水で飼育したサクラマスを海水で中間育成後、海面飼育を開始することを、栽培水試生産群は海水飼育を経験した親魚から生産したサクラマスを種苗に用いることをそれぞれ想定し、各群を設定した。なお、栽培水試生産群は2021年8月から9月に作出し、2022年3月に海水飼育を開始した。試験魚は2022年10月19日に上磯郡漁業協同組合ウニ種苗センター(知内町)に移送し、水槽(4トン)に収容した。その後、2022年10月25日に木古内町釜谷漁港に設置した生簀に試験魚を収容し、試験を開始した。2023年3月および6月に体重を測定した。

ウ 森在来系を用いた海水高成長系統の作出

栽培水試で飼育していた2021年級の森在来系を親魚候補とし、2023年7月31日、8月15日および9月25日にメス8個体、オス7個体を用いて交配した。受精卵は8°Cの淡水で管理した。発眼後、危険分散のため一部を内水試に移送し、残りを栽培水試で飼育した。栽培水試飼育群は1月から徐々に塩分を上げていき、3月に全海水とした。6月5日および9日に体重を測定した。内水試で稚魚まで飼育した内水試飼育群は2023年6月29日に栽培水試に移送し、栽培水試飼育群と混養飼育を開始した。移送後、同年10月、12月および2024年3月に体重測定を行った。3月の測定時に600g未満の個体を成長不良個体として試験から除いた。

(3) 得られた結果

ア 選抜基礎集団の海水混養飼育試験

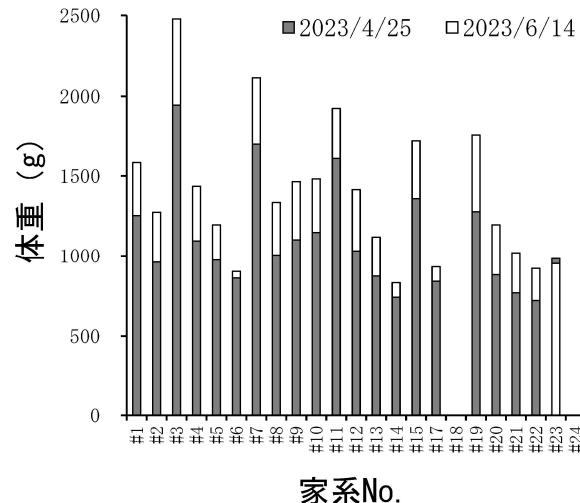


図1 基礎集団における海水飼育期間中の体重の推移

#18および#24は斃死および成長不要により試験から除外したため、2023年2月時までに全滅した。
#23は4月測定時より6月測定時は小さくなかった。

栽培水試で飼育した基礎集団における各家系の体重の推移を図1に示した。最終測定時における上位3家系は家系#3, #7(森在来系♀#15×尻別川継代系♂#2), #11でそれぞれの平均体重は2,478g, 2,116g, 1,925gであった。この3家系はすべて森在来系を母系とし、父系は森在来系あるいは尻別川継代系のいずれかであった。栽培水試において、グループ1ではメス13個体、オス11個体を用いて56の交配区を、グループ2ではメス6個体、オス6個体を用いて12の交配区を作出した。交配に使用した親魚の体重は750~2,875gであった。各交配区の交配に用いた親魚の家系ごとの作出了した交配区数を表2に示した。交配時にグループ1の雌8尾から計9,500粒の未受精卵を水産研究・教育機構

表2 栽培水試で交配に用いた親魚の家系ごとの作出了した交配区数

家系No	オス												計
	#1	#2	#4	#7	#8	#9	#11	#12	#15	#19	#20		
#1	1					1			1				3
#2				1	1		1	1		1	1		6
#3	1	1				1			1				4
#4		1				1			1				3
#5	2					2			1	1			6
#7	1	1				1				1			4
メス		1				1			1				3
#8			1				1			1			9
#9				1	1	2		1	2		1	1	6
#10		1			1	1	1	1	1		2	1	9
#11				1	1		1	1		1	1		6
#13					1	1		1	1		1	1	6
#15					1	1		1	1		1	1	6
#19		1					1			1			3
計	2	9	1	6	7	9	6	7	6	9	6	68	

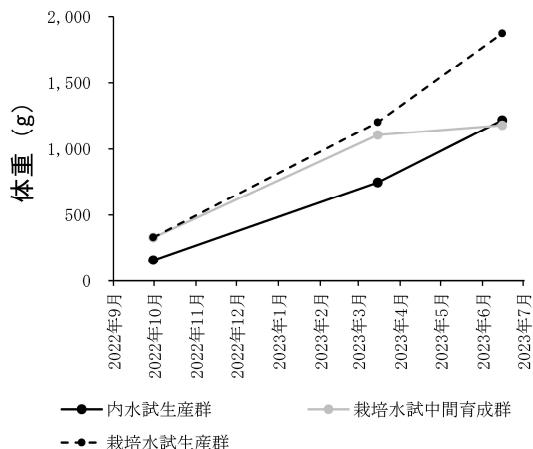


図 2 木古内におけるサクラマスの試験開始時と3月、水揚げ時（6月）における各群

水産技術研究所へ送付した。栽培水試で作出した交配区の受精卵は8°Cの淡水循環水槽で管理し、発眼後、内水試に移送した。

イ 大型魚生産のための秋期種苗適正サイズの把握

各群の平均体重は、投入時に157~330g、3月測定時で746~1,202g、水揚げ時（6月）で1,179~1,875gであった（図2）。栽培水試中間育成群のうち一部の雌個体で成熟がみられ、成長の鈍化につながった可能性がある。また、3月および水揚げ時の生残率はそれぞれ23~29%，13~29%であった（図3）。試験開始時と水揚げ時の体重の関係を図4に示した。試験開始時と水揚げ時の体重の関係について、栽培水試中間育成群にのみ有意な相関があった（回帰分析、 $p < 0.05$ ）。各群における投入時の体重幅（最大・最小）は107~276gであったが、水揚げ時の体重幅は940~1,600gであった。今回用いた森在来家はこれまで淡水で選抜を繰り返してきた。一方で、海水飼育下における選抜海水が少ないと考えられるため、水揚げ時の体重幅が大きく投入時と水揚げ時の体重に有意な相関がみられなかつたと考えられる。

ウ 森在来系を用いた海水高成長系統の作出

2021年級の親魚からの次世代作出では、計14交配区を作出したが、11交配区は発眼までに全滅した。発眼した3交配区の作出時には、まず3個体の雌（体重940g~1,022g）から採集した卵をそれぞれ3等分し、3個体分を混ぜ合わせたものを3群用意した。これら3群の卵に、3個体の雄（体重640g~1,020g）から採集した精子を1個体分ずつ媒精して、受精を行った。内水試に移送したこれら3群に加え、内水試で作出した森在来系を2024度に栽培水試に移送し、2025年度以降

に次世代を作出する予定である。

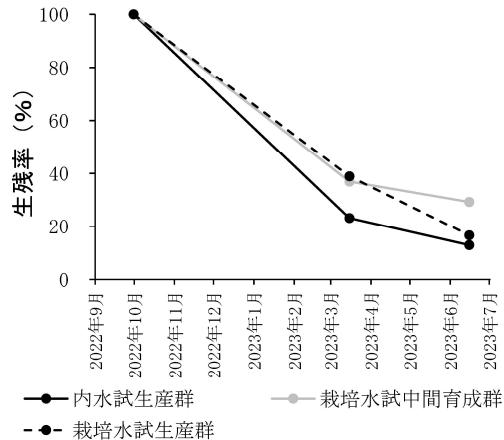


図 3 木古内における各群の生残率

2023年6月の投入時における平均体重は栽培水試飼育群が60g、内水試飼育群が40gであった（図5）。10月、12月および3月には栽培水試飼育群がそれぞれ333g、532gおよび763g（間引き後）であった。内水試飼育群はそれぞれ270g、443gおよび701g（間引き後）であり、栽培水試飼育群が大きかった。栽培飼育群は海水飼育開始時期が約3か月早く、混養開始時の体重が大きいことから、内水試飼育群よりも大きくなつたと考えられる。2024年度の夏季にこれら2群から次世代を作出する予定である。

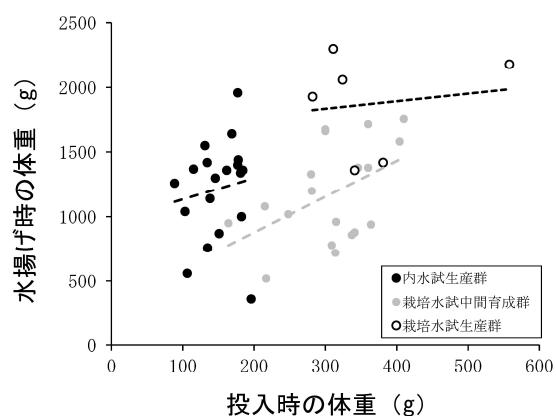


図 4 木古内におけるサクラマスの試験開始時と水揚げ時の体重の関係

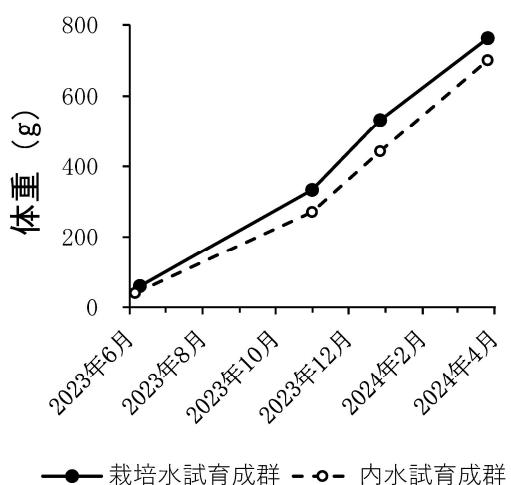


図 5 海水高成長系統作出のためのサクラマスの試験開始時と水揚げ時の体重

(4) 参考文献

- Kinami R, Matsuyama H, A new PCR-based genetic sex identify-cation method for farmed salmonids. Aquaculture science 2022; 70: 251–260.
- 山崎哲也, 佐藤敦一, 川崎琢磨, 井上 智. 養殖業成長産業化技術開発. 「令和4年度道総研栽培水産試験場事業報告書」, 室蘭. 2024; 38-40.

12 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・佐藤敦一
共同研究機関 さけます・内水面水産試験場,
釧路水産試験場, 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を使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ポテトプロテイン、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を製造するための原料として活用し、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、魚粉の一部をポテトグリコアルカリオイド(PGA)低減ポテトプロテインで割合を変えて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、本試験で有用であった餌を使い、6トン円形FRP水槽を用いてサクラマス2歳魚の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

海水飼育におけるサクラマスを対象魚として、ホタテウロエキス、サーモンオイルおよびポテトプロテインを複合した配合飼料をエクストルーダーにて製作した。試験飼料は市販飼料(日本農産工業株式会社：ますEP)の栄養成分を基に各種素材の基礎配合量を算出し、そのうち魚粉タンパク質の一部をポテトプロテインへ置換し、魚油の一部をサーモンオイルへ置換した。魚粉の置換により減少した遊離アミノ酸を補うためホタテウロエキスを添加し試験飼料(HR0-EP)とした。

6トンFRP水槽に海水飼育サクラマス2歳魚(平均重量360g)を収容し、市販飼料を対照区として給餌試験を行った。試験は49日間行い、給餌量は総魚体重の1.2%を基準とし、飽食給餌に近づけつつ残餌でのないよう適宜調整しながら給餌し、飼料効率および増重量を求めた。その後成熟魚を取り除き55日間飼育を継続した。採血を行って血液成分のT-Chol(総コレステロール)およびTG(トリグリセライド)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

魚体重の測定の結果HR0-EPと市販飼料は同様に成長していることが確認できた(図1)。日間増重量率はHR0-EPが0.59%に対し市販飼料が0.58%と有意差は見られなかった(並べ替え検定)。飼料効率はHR0-EPが65.2%に対して市販飼料は61.4%と上回ったがこちらも有意差はみられなかった(並べ替え検定、図2)。

試験魚の血液性状検査では、HR0-EP給餌区は平均重量686gとなり、総コレステロールおよびトリグリセライドはそれぞれ192mg/dLおよび132mg/dLであった(図3)。市販飼料給餌区ではそれぞれ180mg/dLおよび112mg/dLであり、HR0-EPよりも低かったが有意差は見られなかった(t検定、p > 0.05、図3)。

また、釧路水産試験場実施の一般成分分析および官能試験においても有意差はみられず、市販飼料との置き換えが可能な道内産業廃棄物を活用した環境配慮型の飼料が完成した。

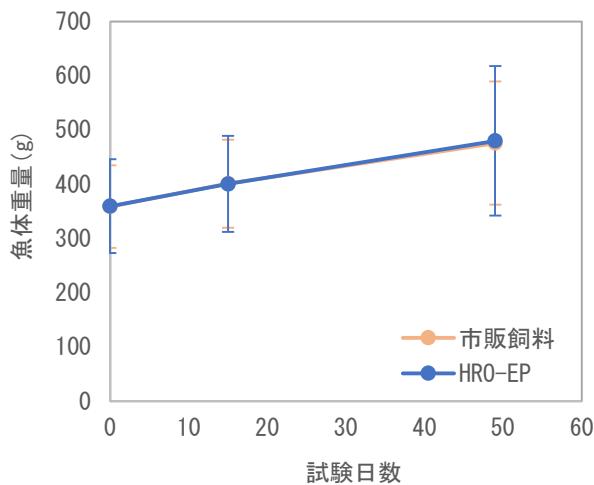


図1 海水飼育サクラマスに HRO-EP および市販飼料を給餌したときの成長

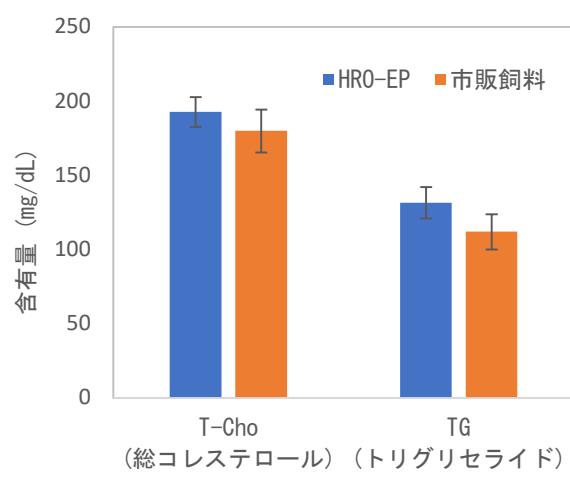


図3 海水飼育サクラマスに HRO-EP および市販飼料を給餌したときの血液成分

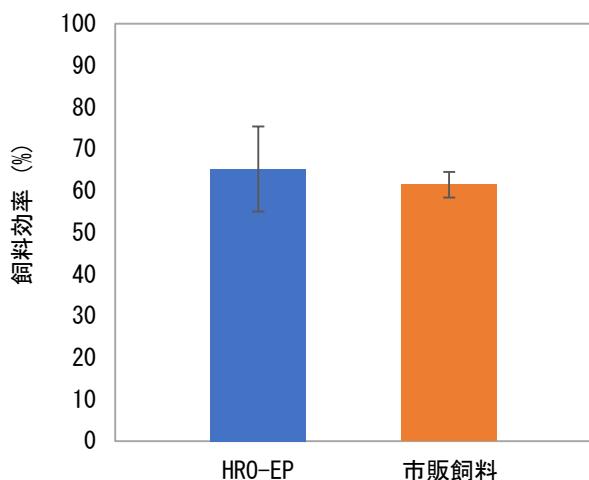


図2 海水飼育サクラマスに HRO-EP および市販飼料を給餌したときの飼料効率

13 ウニの成熟制御機構を応用した革新的養殖生産技術の開発（公募型研究）

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（代表）

国研）産業技術総合研究所

株式会社愛南リベラシオ

（1）目的

磯焼けの原因となるウニ類の駆除事業を持続させるためには、駆除ウニの継続的な商品化が必要である。近年、北海道大学らがウニの生殖巣の肥大に有効な配合飼料を開発したが、配合飼料の給餌によるウニ類の生殖巣の成熟への効果は不明である。ウニは成熟すると可食部である生殖巣が溶けてしまい、商品価値が低下する。このような成熟を抑制することができれば、身溶けを防ぎ、製品化できる期間の長期化、製品品質の向上が期待できる。

そこで本研究では、まずウニ類の成熟を制御する生理的機構を明らかにする。次に、成熟を制御する生理活性物質を特定する。さらに、それらを養殖用飼料に応用することで、ウニ類の成熟を制御可能な配合飼料を開発し、養殖及び種苗生産技術を革新する。

※共同研究機関の秘匿情報を含む配合飼料の試験条件については、本事業報告では詳細な内容は記述しない。

（2）経過の概要

栽培水産試験場は、エゾバフンウニへの試験用配合飼料の給餌効果の検証の役割を担っており、2023年度は、エゾバフンウニ稚ウニを対象とし、様々な餌料の給餌による成長、生残への効果を調べた。

＜材料と方法＞

給餌試験に用いるエゾバフンウニ稚ウニは、上磯郡漁協栽培漁業センター、古宇郡漁協栽培漁業センター又は浜中町栽培漁業センターで人工種苗生産されたものを購入し、栽培水産試験場で試験に使用するまで自然海水かけ流して飼育した。試験に用いるまでの飼育期間中は、週に1度飽和量のアオサを給餌し、試験前1週間は絶食してから使用した。

ア 海藻類と市販配合飼料の給餌効果検証

試験に用いたエゾバフンウニの稚ウニは、平均殻径

5.14 ± 1.38 ($S D$) mm、平均重量 0.06 ± 0.02 g で、目合い 2mm のトリカルネットで作製した付着面積 2000 cm^2 の試験飼育カゴに各カゴ 30 個体を収容し、各給餌群は 3 カゴとした。給餌試験餌料としてボイル冷凍コンブ、培養アオサ又は市販配合飼料（はぐくむたね®2021 製）を用いた。給餌は週 1 回とし、給餌量は餌料種間の水分量の違いを考慮して、海藻類（水分 9 割）はウニ総重量 × 150% / 週、配合飼料（水分 1 割）はウニ総重量 × 15% / 週の割合で給餌を行った。飼育水はろ過海水かけ流しとし、すべての飼育試験カゴは、1 つの 2 トン平水槽中に設置した。飼育試験中の海水温は、水温データロガー（おんどとり TR-42i：（株）T&D）で記録した。飼育試験は 2022 年 9 月 28 日に開始し、2023 年 9 月 28 日までの 1 年間実施した。試験期間中、開始時および月 1 回の測定を行い、生残数、殻径および重量を測定し、測定結果に基づいて給餌量を補正した。また、試験終了時には成熟への影響を調べるため、各群から 10 個体（平均殻径 27.8 ± 1.74 mm）の生殖巣成熟段階を調べた。

イ コンブおよび市販配合飼料の給餌量がエゾバフンウニの成長に与える影響

配合飼料の給餌量がエゾバフンウニの成長にどのような影響を及ぼすかを調べるために、2023 年 6 月 23 日に、平均殻径 4.70 ± 0.68 mm のエゾバフンウニ稚ウニを試験 1 と同様の条件で飼育カゴに収容した。給餌試験区として、コンブ（ボイル冷凍）を 50/100/150/200/250% 与える 5 試験区、市販配合飼料（はぐくむたね®）を 10/20/30/40/50/60% 与える 6 試験区および無給餌区を設け、各群 3 カゴで 3 ヶ月の給餌試験を行った。飼育方法、測定および給餌量補正はアと同様に実施した。

ウ 大きさの異なるエゾバフンウニへの市販配合飼料の給餌効果検証

大きさの異なるエゾバフンウニの育成への市販型配

合飼料の給餌効果を調べるため、2023年11月2日に殻径2/5/10/20/30/40mmの6つの試験区で試験区ごとに3カゴを設け、エゾバフンウニを5/10mm区は30個/カゴ、10/20mm区は20個/カゴ、30/40mm区は10個/カゴで収容した。飼料には市販配合飼料（はぐくむたね®）を用い、ウニの殻付き総湿重量で計算して50%を週1回給餌した。給餌試験は3か月間実施し、飼育方法、測定および給餌量補正是アと同様に実施した。

エ 市販配合飼料と試験用配合飼料（3種）の給餌効果検証

配合飼料成分の改変がエゾバフンウニ稚ウニの成長にどのような影響を与えるかを調べるために、3種（K_noV, K_vx1, K_vx10）の成分の異なる試験用配合飼料の給餌効果を検証した（成分の詳細はここでは記載しない）。2023年1月30日に平均殻径 $5.39 \pm 0.74\text{mm}$ のエゾバフンウニ稚ウニを用い、アと同様の条件で飼育カゴに収容した。市販配合飼料区および試験配合飼料区3区の計4試験区を設け、給餌量はウニの殻付き総湿重量の30%/週として、各群3カゴで4ヶ月の給餌試験を行った。測定および給餌量補正是アと同様に実施した。

（3）得られた結果

ア 海藻類と市販配合飼料の給餌効果検証

飼育期間中の水温は2.4-24.6°Cの範囲で推移した（図1）。2023年1月末から4月中旬にかけて、飼育水温が5°C以下であったが、各群の摂餌量等への低水温による影響は見られなかった。一方、2023年8月中旬から試験終了（9月末）までの期間は、水温がエゾバフンウニの飼育的水温である22°Cを上回りコンブ給餌区およびアオサ給餌区では摂餌停滞が見られた。これらの2試験区では、摂餌の停滞による残餌やその腐敗が観察されたため、残餌が見られた際には飼育カゴ毎に餌止め又は半量給餌で対応した。飼育試験期間中の毎月の平均生残率を図2に示した。試験開始後2か月目までにすべての群で生残率が低下した後、2023年6月（9か月目）まではいずれの群でも生残率に大きな変化は見られなかった。2023年7月末に荒天による水温低下とその後の急上昇が起きた際、アオサ給餌区の1カゴで大量死が発生したほか、高水温期間であった2023年8月から9月にかけて、全ての試験区で僅かに斃死個体が見られた。試験終了時の平均生残率は全ての試験区で70%以上であり、試験区間に有意な差は見られなかった。異なる飼料の給餌によるエゾバフンウニの稚ウニの成長（殻径および重量変化）は、試験期間を通じて

てコンブ給餌区>アオサ給餌区>配合飼料給餌区の順に成長が早く、終了時（2023年9月、1年間飼育）では、すべての試験区間に有意な差が見られた（図3,4）。配合飼料給餌区の終了時の殻径は、コンブ給餌区の平均 $39.1 \pm 0.71\text{mm}$ に比べて有意に小さい、平均 $25.4 \pm 0.56\text{mm}$ であったことから、開始時の約5mmから成長は見られたものの、海藻に比べて成長速度は遅かった。コンブ給餌区は、1年間の飼育で漁獲物の出荷基準である40mmに近い大きさまで成長したことから、極めて良好な育成効果であったと推察された。このことから、エゾバフンウニの稚ウニの成長に関して、コンブ給餌区の結果を1つの基準とした場合、配合飼料による育成効果の伸びしろとして殻径の成長速度で少なくとも150%の効果向上の可能性が秘められていると考えられた。既存の配合飼料を用いた成長効果の改善に向け、次のステップとして給餌量の影響を明らかにすることを目的として、イヘ展開した。1年間異なる飼料で飼育したエゾバフンウニの生殖巣組織を調べた結果、コンブ給餌区およびアオサ給餌区では全体の7割以上がSt3の成熟段階に達しており、配合飼料給餌区ではSt3が4割、St2以下が6割と他の試験区に比べて成熟段階が未熟なものが多かった。一方で、St3に達している個体も4割程度見られることから、既存の配合飼料は、海藻と比較して成熟の促進・抑制のどちらかへの明瞭な影響は無いものと考えられた（図5,6）。

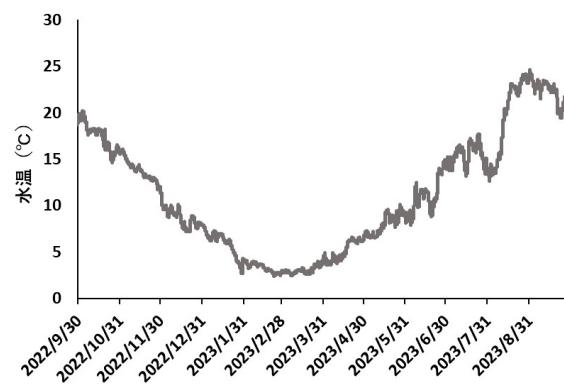


図1 飼育試験中の水温の推移

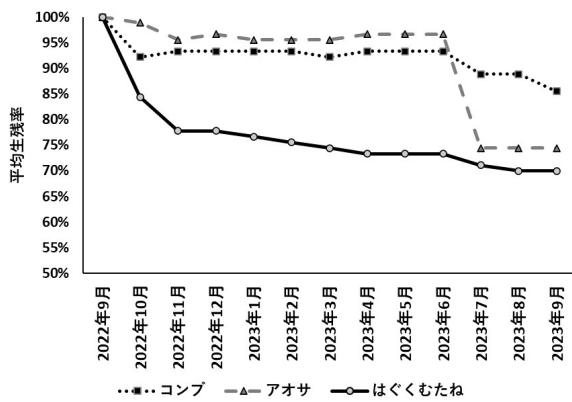


図 2 海藻類および市販配合飼料給餌試験の生残率の推移

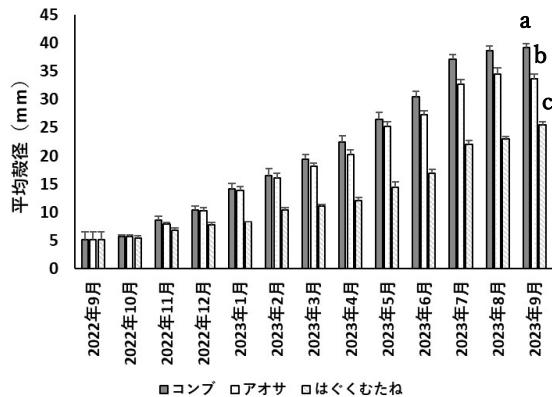


図 3 海藻類および市販配合飼料給餌試験の平均殻径の推移

※異なるアルファベットは試験区間に有意な差があることを示す (Turkey-Kramer 法, P<0.01)

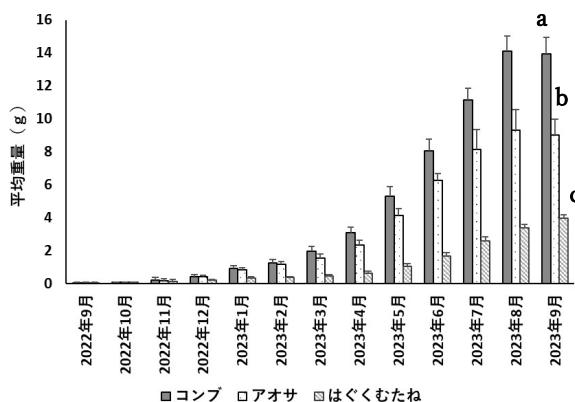


図 4 海藻類および市販配合飼料給餌試験の平均重量の推移

※異なるアルファベットは試験区間に有意な差があることを示す (Turkey-Kramer 法, P<0.01)

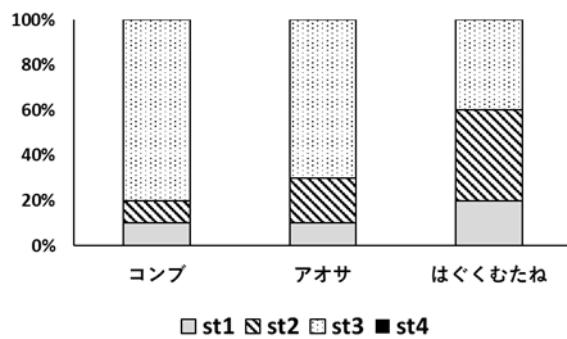


図 5 飼育試験終了時の生殖巣の成熟段階の比率 (各群 N=10)

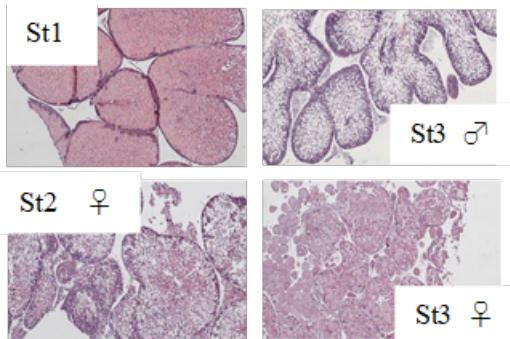


図 6 飼育試験終了時の生殖巣の各成熟段階の組織像

イ コンブおよび市販配合飼料の給餌量がエゾバフンウニの成長に与える影響

飼育期間中の水温は 11.5–24.5°C の範囲で推移した (図 7)。試験開始から 7 月末までは概ね 15°C 前後までゆっくりと上昇し、8 月初旬に 22°C 以上まで急上昇した後終了まで高水温が継続した。3か月間の飼育試験による生残率は、無給餌区は 3 か月目には全滅、コンブ給餌区では平均 64.4–95.6%、配合飼料給餌区では平均 50.0–76.7% であり、コンブ・配合飼料ともに、給餌量が多いほど平均生残率が高い傾向が見られた (図 8)。また、コンブ給餌区のうち 150% より 250% の試験区に比べ、はぐくむたね 10% 給餌区では有意に低い生残率を示したことから、生残に影響を与えないためには、配合飼料 20% 以上の給餌量が望ましいと考えられた。本試験では無給餌区で 3 か月目 (2023 年 9 月) にはすべての個体が死亡したことから、高水温時期の餌料の不足はエゾバフンウニの稚ウニの生残に致死的な要因となる可能性が高いと考えられた。コンブおよび配合飼料の給餌量がエゾバフンウニの稚ウニの成長に与える

影響を調べた結果、コンブ給餌区では、給餌量が多い程有意に殻径および重量が大きくなつた。一方、配合飼料の給餌区では、給餌量が10-40%までは給餌量が多い程殻径および重量は大きくなつたが、40-60%では給餌量による差が見られなかつたことから、既存の配合飼料による育成効果の上限に達したと考えられた(図9, 10)。既存の配合飼料での稚ウニの成長の上限はコンブ150%給餌区と同等であり、コンブ給餌区では給餌量に応じてさらに成長が促進されていたことから、既存の配合飼料には給餌量の増加だけでは補えない何等かの成長停滞要因が存在しており、その要因がコンブ給餌では解われている可能性が高い。ただし、給餌量だけで見るとウニの重量に対しコンブでは150%の給餌量で成長するのと等しい成長効果をおよそ1/3程度の配合飼料の給餌で達成できており、餌料の量的確保の容易さという点では、配合飼料が優位であると考えられた。

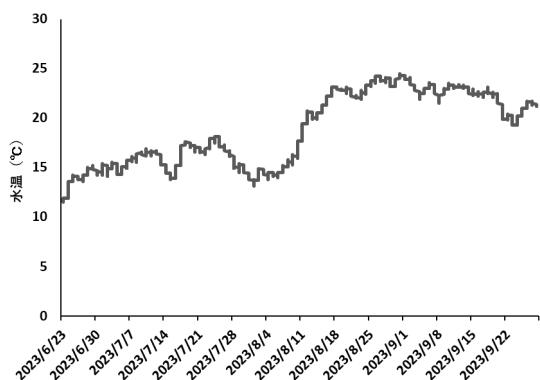


図7 飼育試験中の水温変化

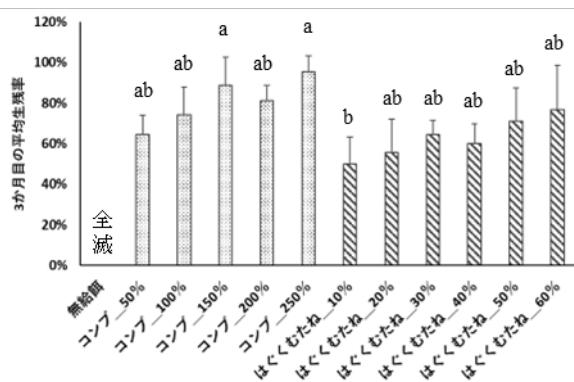


図8 試験終了時(3ヶ月目)の各群の平均生残率

※異なるアルファベットは試験区間に有意な差があることを示す(Turkey-Klamer法, P<0.01)。

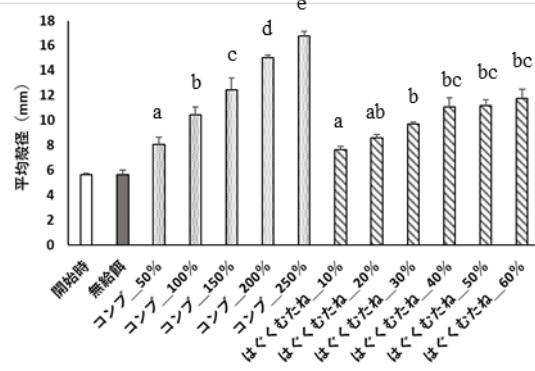


図9 各試験区の平均殻径 無給餌区は2ヶ月目の参考値を、各試験区は3ヶ月目の値を示す。※異なるアルファベットは試験区間に有意な差があることを示す(Turkey-Klamer法, P<0.05)

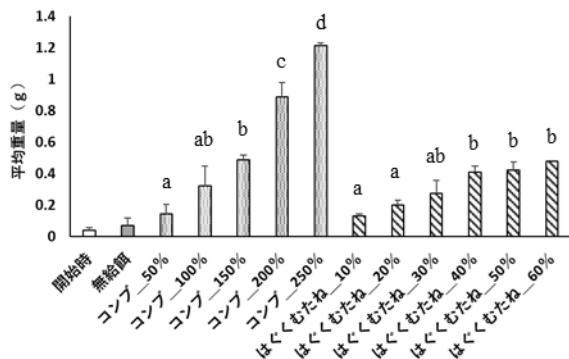


図10 各試験区の平均重量 無給餌区は2ヶ月目の参考値を、各試験区は3ヶ月目の値を示す。※異なるアルファベットは試験区間に有意な差があることを示す(Turkey-Klamer法, P<0.05)

ウ 大きさの異なるエゾバフンウニへの市販配合飼料の給餌効果検証

飼育水温は16.6-5.7°Cの間で推移し、試験実施期間中は徐々に低下した(図11)。3ヶ月間の飼育試験による生残率は、2mm区でのみ飼育試験期間を通じて生残率が低下し、終了時の平均生残率は63.3±12.0%であった。その他の試験区では、終了時までの平均生残率がいずれも97%以上と良好であった(図12)。エゾバフンウニの平均重量は、すべての試験区で飼育期間を通じて増加した(図13, 14)(※各群の殻径の変化は画像計測により現在計測途中である)。各試験区の開始時の重量に対する増重比率は、3ヶ月目には2mm区で23.4

倍, 5mm 区で 6.4 倍, 10mm 区で 4.4 倍, 20-40mm 区では 2.3 倍以下と, 開始時の殻径が大きいほど増重比率は低下した(図 15)。これらのことから, 市販型配合飼料を用いてエゾバフンウニを育成する場合, 殻径 10mm 以下では小型であるほど育成の効率が高く, 成熟を開始すると考えられる殻径 20mm 以上では育成効率は成長とともに低下すると考えられた。これらの知見は, 今後の成熟制御技術を活用した試験用配合飼料の効果検証に活用する予定である。

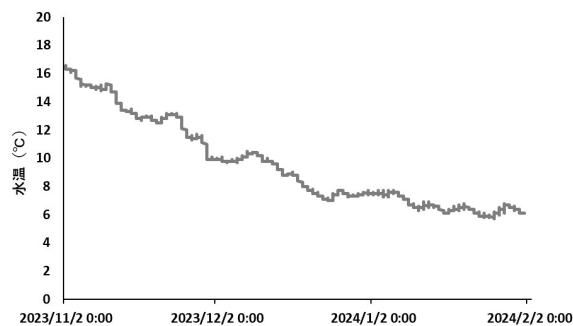


図 11 飼育試験中の水温変化

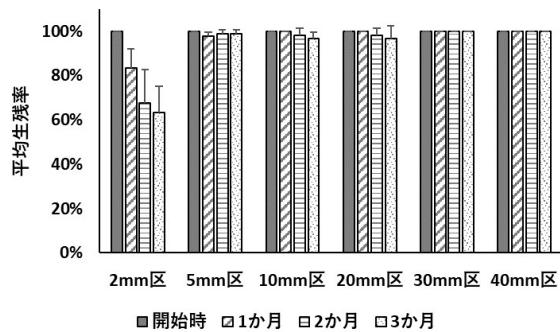


図 12 飼育試験中の各群の平均生残率の推移

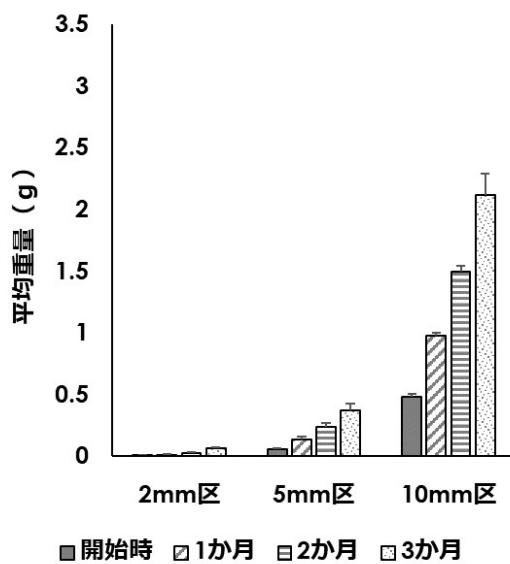


図 13 飼育試験中の 2/5/10mm 区の平均重量の推移

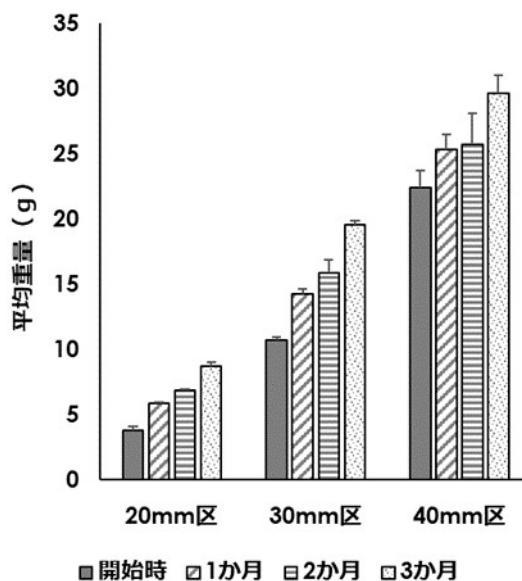


図 14 飼育試験中の 20/30/40mm 区の平均重量の推移

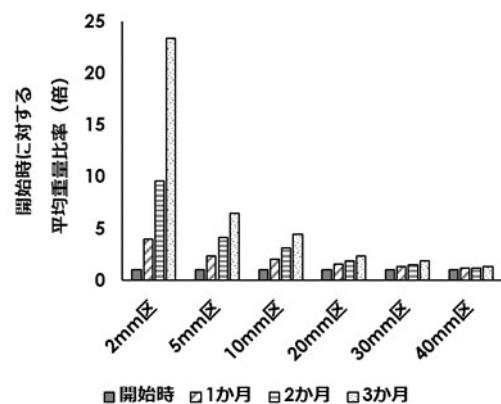


図 15 飼育期間中の開始時に対する各群の増重比率の推移

工 市販配合飼料と試験用配合飼料(3種)の給餌効果検証

飼育期間中の水温はアと同様であった。市販配合飼料および3種の試験用配合飼料の給餌試験を行った結果、生残率については試験区間に差は見られなかった(図16)。4か月の給餌試験の結果、すべての試験区で、市販飼料給餌区に比べて平均殻径および重量が小さい傾向が見られた(図17, 18)。前述の油脂成分調整試験と比べ、ミネラル及びビタミン追加区では生残率の低下は見られなかつたが、成分以外の要因として飼育水温が低かったこと、給餌量を増やしたこと、試験飼料性状(形状および硬さ)を変更したことが影響している可能性があり、ミネラル及びビタミンの追加による効果であるかは、改めて検証が必要と考えられた。成長に関しては、ミネラル及びビタミン類の追加による成長改善効果は見られなかつた。

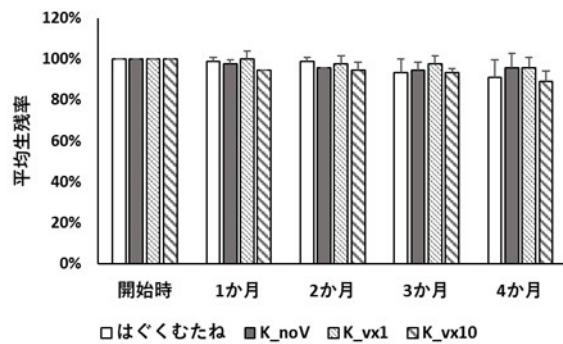


図 16 飼育試験中の各群の平均生残率の推移

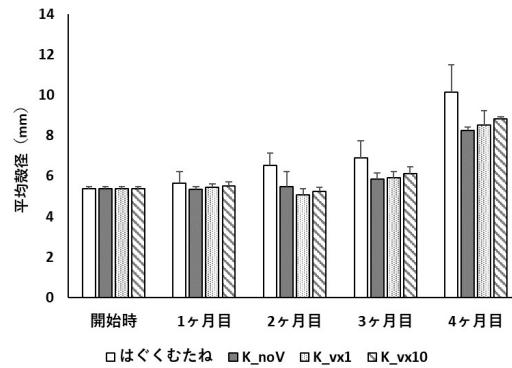


図 17 飼育試験中の各試験区の平均殻径

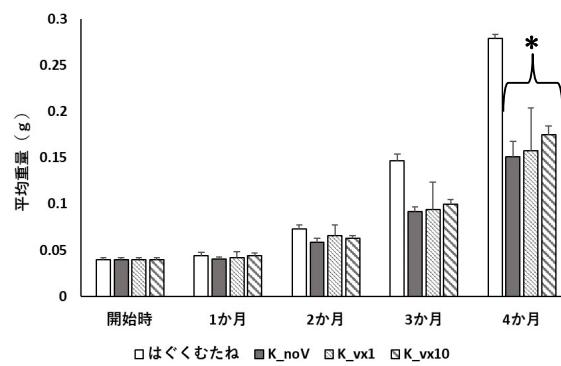


図 18 飼育試験中の各試験区の平均重量

*は対照区に対し有意な差があることを示す。
(Turkey-Kramer 法, P<0.05)

II 調査研究部所管事業

1. 深刻化する養殖ホタテガイ大量死発生機序の総合理解（重点研究）

担当者 調査研究部 潤谷明朗

共同研究機関 東京大学, 北海道大学,

函館水産試験場, 中央水産試験場

（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、噴火湾ではホタテガイの大量死が近年頻発かつ深刻化している。これまでの調査でホタテガイの大量死は稚貝育成時に生じる成育不良に起因することを明らかとなっている。さらに、稚貝育成期の夏～秋にかけての環境・管理・感染症ストレスが秋以降に生じる成育不良を惹起することが示唆されている。また、閉殻筋に膿瘍を発症しているホタテガイが見られるが、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低下には Fh 菌の関与が疑われる。そのため、本研究では管理条件別に飼育した稚貝について Fh 菌の感染率を調べ、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

ア フランシセラ感染症が稚貝の成育不良に及ぼす影響の検証

函館水産試験場が2023年8月から2024年3月まで八雲町で管理条件別稚貝養殖試験を実施した。この試験を実施した稚貝について、閉殻筋を用いて Fh 菌対象の PCR 検査を行った。管理条件別稚貝養殖試験は、本分散時期(9月, 10月), 仮分散密度(150, 300, 600 個体/カゴ), および本分散密度(30, 50, 70 個体/カゴ)の18パターン($2 \times 3 \times 3$ パターン)を設定して行われた。1 パターンにつき 30 個体を基本(2 パターンで 25 個体, 1 パターンで 35 個体)とし、合計 535 個体について Fh 菌対象の PCR 検査を行った。

（3）得られた結果

魚病に関する研究成果を含み、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及び記述は見合わせる。

2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）

2. 1 スケトウダラ

担当者 調査研究部 高橋昂大

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、2022年度および2023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

2023年10月～2024年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、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。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。その後やや増加し、2022年度は3.8万トン、2023年度は2.8万トンとなった（表1）。

漁法別にみると、2023年度の漁獲量は刺し網漁業では1.8万トンで前年度（2.4万トン）と比べて減少し、定置網漁業では933トンと前年度（1,613トン）に比べて減少した。沖底漁業は9,451トンと前年度（12,041トン）に比べて減少した（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

2023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。標本の採集状況は、登別は10月30日～2月15日に計5回、500個体であった。様似は、12月25日から1月18日に計2回、197個体を測定した。沖底漁獲物に

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、2023年1月31日に100個体であった。これらについては、生物測定を行つ

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。

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	4,982	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	21,428	7,392	46	17,813	46,679
2001	46,015	7,552	354	19,843	73,762	2021	27,132	6,786	45	14,548	48,511
2002	19,685	922	169	15,237	36,013	2022	23,977	1,613	31	12,041	37,662
2003	28,665	16,037	265	19,726	64,692	2023	17,821	933	24	9,451	28,229
2004	45,779	24,043	284	19,935	90,042						

年度計（4～3月），2022年度および2023年度は暫定値

集計範囲：函館市恵山地区（旧恵山町）からえりも町

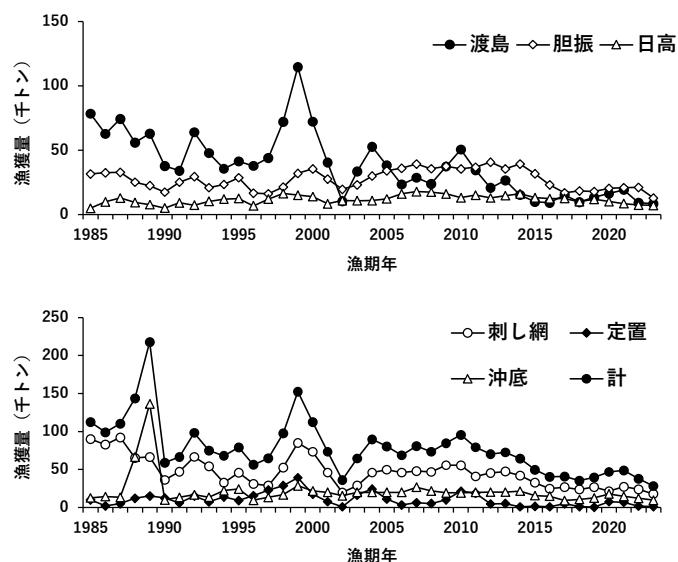


図1 道南太平洋海域におけるスケトウダラの振興局別（上），漁業種別漁獲量（下）

2. 2 マガレイ

担当者 調査研究部 坂上 嶺

(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2022年8月1日～2023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基づいて、2022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～2021年12月）、および水試集計速報値（2022年1～7月）を用いて漁獲量を集計した。集計範囲を渡島振興局管内のうち函館市恵山地区（旧恵山村）～長万部町（ただし八雲町熊石地区を除く）、胆振振興局管内および日高振興局管内とした。

これら年度年集計のほかに、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 漁獲努力量、CPUE

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。道南太平洋海域では漁獲量が最も多い苫小牧漁協（2017～2021年度の平均で道南太平洋の約22%）のかれい刺し網漁業（2007年度以降）の延べ操業隻数を集計した。また、得られた苫小牧漁協の漁獲量およびかれい刺し網操業隻数からCPUE（kg/

隻）を算出した。

(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660トンに増

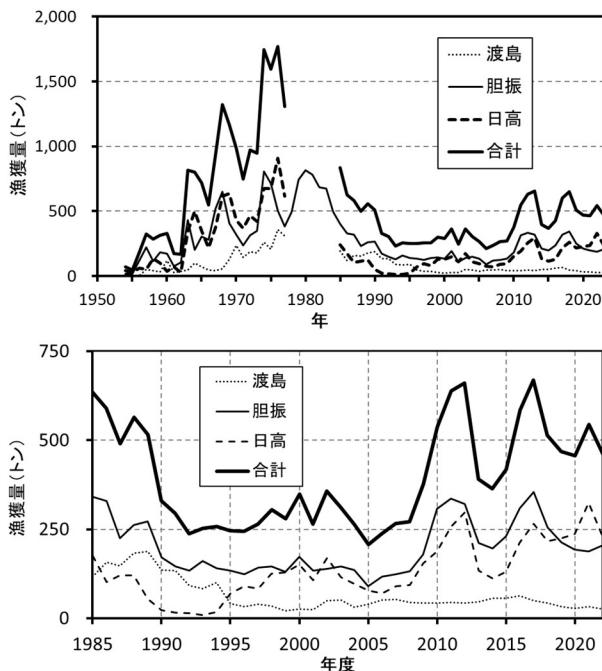


図1 道南太平洋におけるマガレイ漁獲量の推移

上図：暦年集計（1月～12月），1978～1984年の渡島・日高漁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）

加した。2014 年度には 364 トンへ減少し、2017 年度には 1985 年度以降では最高の 669 トンとなった。2022 年度は 461 トンとなり、2018~2020 年度から上昇した 2021 年度から再び下降している。（図 1 下、表 1）。

マガレイは、主に産卵期である 5~6 月に漁獲（全体

表 1 道南太平洋におけるマガレイの地域別漁獲量

年度	漁獲量(トン)	漁獲金額	単価	年度	漁獲量(トン)	漁獲金額	単価
渡島 胆振 日高 合計	(万円) (円/kg)			渡島 胆振 日高 合計	(万円) (円/kg)		
1985 117 341 177 634	51,690	815		2004 31 135 97 263	14,409	548	
1986 158 330 102 590	52,890	897		2005 39 90 77 207	11,131	538	
1987 147 224 120 491	52,170	1,063		2006 51 117 69 237	11,537	486	
1988 183 262 120 565	58,424	1,034		2007 52 123 91 266	13,356	503	
1989 189 272 55 516	56,308	1,091		2008 45 133 93 271	12,656	467	
1990 136 172 23 331	40,143	1,214		2009 43 180 154 378	14,857	393	
1991 133 145 16 294	35,838	1,219		2010 42 307 188 538	19,873	369	
1992 91 133 14 238	28,453	1,195		2011 44 336 257 638	19,521	306	
1993 83 160 9 252	27,217	1,081		2012 43 320 297 660	20,376	309	
1994 99 141 18 258	27,445	1,065		2013 46 211 133 390	14,129	362	
1995 41 134 70 245	23,314	951		2014 56 196 112 384	14,108	388	
1996 32 123 89 244	19,807	810		2015 57 229 131 417	14,171	340	
1997 40 142 83 264	21,460	812		2016 63 308 213 584	15,839	271	
1998 34 145 125 304	21,630	711		2017 49 354 266 669	15,974	239	
1999 21 130 129 280	17,357	619		2018 43 255 216 514	11,212	218	
2000 25 172 151 348	23,271	668		2019 32 212 224 468	6,821	188	
2001 24 133 106 264	18,383	697		2020 28 192 237 457	11,040	242	
2002 49 138 169 357	21,830	612		2021 33 188 324 545	12,446	229	
2003 51 146 115 312	16,999	545		2022 26 204 230 461	12,395	269	

資料：漁業生産高報告（速報値含む）集計期間：8 月～翌年 7 月、2022 年 1～7 月は水試集計速報値。渡島振興局の集計範囲：函館市恵山地区～長万部町、ただし八雲町熊石地区を除く。

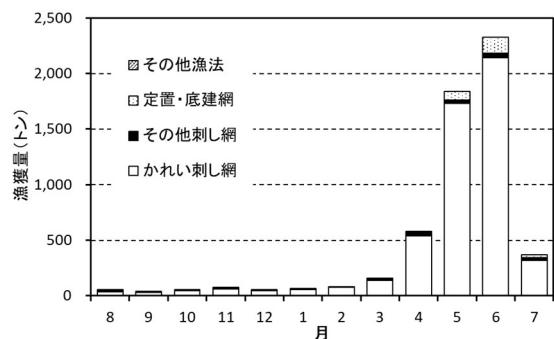


図 2 道南太平洋海域におけるマガレイの漁業種類別月別漁獲量 (2013~2022 年度平均)
資料：漁業生産高報告

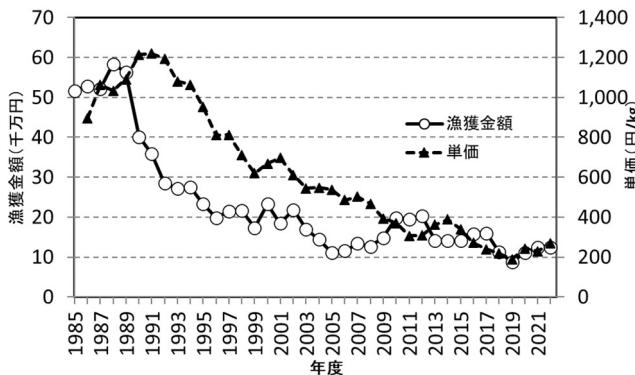


図 3 道南太平洋海域におけるマガレイの漁獲金額と単価の推移

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 年には 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、2022 年度は約 1.2 億円となった。単価については、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おり、2022 年度は 269 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（2014~2021 年度の平均で道南太平洋の約 22%）のかれい刺し網による漁獲量は道南太平洋全体の漁

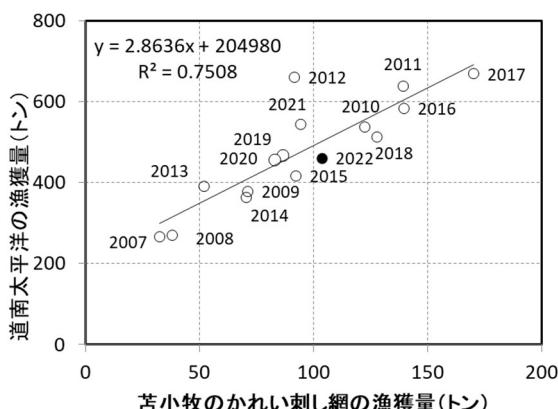


図 4 苦小牧のかれい刺し網の漁獲量と道南太平洋の漁獲量との関係

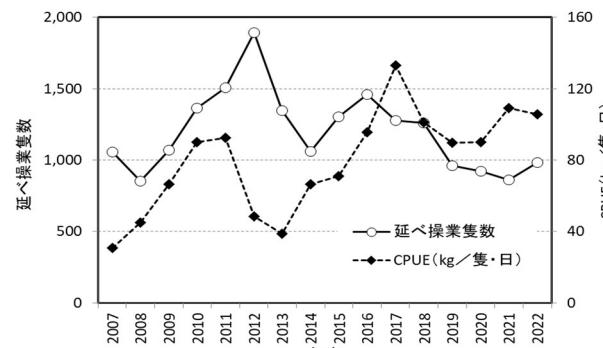


図 5 苦小牧におけるかれい刺し網漁業の操業隻数と CPUE の推移

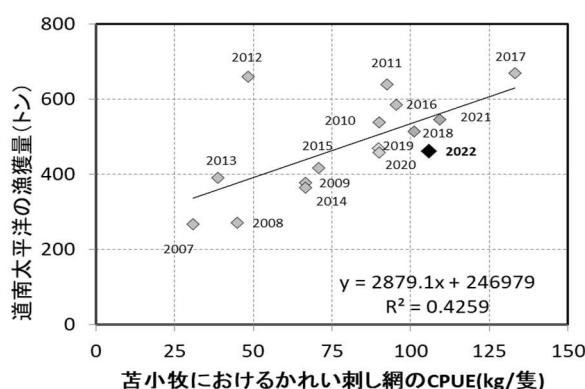


図 6 苦小牧におけるかれい刺し網漁業の CPUE と道南太平洋海域漁獲量との関係

獲量を反映していると考えられる（図 4）。

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、増減を繰り返しており 2016 年度では 1,461 隻と再び増加したが、以降減少が見られ、2022 年度は 981 隻であり前年度（863 隻）より増加した（図 5）。

苦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。2022 年度では前年度（109.3）をわずかに下回り 105.7 となった（図 5）。

苦小牧漁協におけるかれい刺し網漁業の CPUE と道南太平洋海域における漁獲量との関係によると、2012 年度を除き正の相関がみられる（図 6）。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 5）。

ウ 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。2000～2019 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。2022 年度の資源水準指数は 113 だったことから、「中水準」と判断された（図 7）。

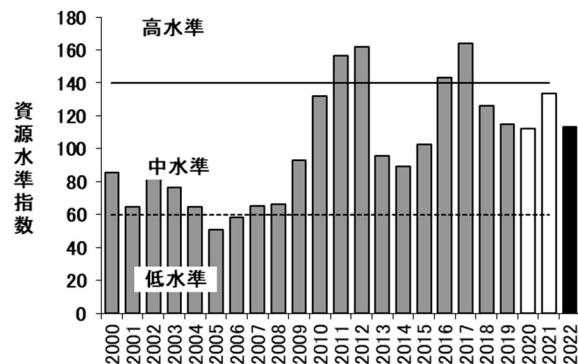


図 7 道南太平洋海域におけるマガレイの資源水準

エ 今後の資源動向

2022 年度は 2018～2020 年度と減少傾向にあった資源水準が 3 年ぶりに上昇傾向を示した 2021 年度からわずかに減少した。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) 前後で推移していることから、今後の資源動向は「横ばい」とした。

2. 3 ソウハチ

担当者 調査研究部 高原英生

協力機関 函館水産試験場調査研究部

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

ソウハチ漁期年度（8月～翌年7月）を基準に，2022年度漁期（2022年8月～2023年7月）の資源評価を行った。

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。2023年の沿岸漁業の漁獲量は，各地区水産技術普及指導所調べ資料に基づき，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年以前は曆年，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

生物測定に用いる標本は，砂原漁協（渡島管内）と苫小牧漁協（胆振管内）の刺し網漁獲物から採集した。

近年，渡島および胆振管内の主要漁業である刺し網漁業では，網目の大きさを変えることなどによって，高単価な大型魚を選択的に漁獲している可能性がある。

そのため，漁獲物年齢組成は高齢に偏っていると考えられる。一方，日高管内では2010年度以降，定置網漁業での漁獲割合が増加しており，定置網は漁獲サイズ選択性の低い漁法であることから，若齢の小型魚も多く漁獲されている可能性がある。これまで，日高管内の雌雄別，年齢別漁獲尾数は，胆振管内の刺し網漁獲物測定データを代用して算出してきたが，2010年度以降の定置網漁業の漁獲割合の増加に伴い，漁獲サイズ選択性が年齢別漁獲尾数の推定結果に影響している可能性がある。

本資源では，2021年度まで資源重量の推定値を資源量の指標値として資源水準の判断に利用してきた。しかし上述の通り，若齢の小型魚に対する漁獲サイズ選択性が年齢別漁獲尾数の推定結果に影響している可能性があり，資源重量の推定結果もその影響を受けているとされる。そこで，昨年度から資源量の指標値に漁獲量を用いることとした。

(3) 得られた結果

ア 漁獲量

本海域の漁獲量は，1961年までは1千トン以下で推移していたが，その後急激に増加し，1968年には7千トンを超えた（図1）。その後は徐々に減少したが，1977年まではおよそ5千～7千トンの範囲で推移した。1978～1984年の沿岸漁業の漁獲量に関する情報は無いが，1985～1995年の漁獲量が500トン以下であったことから，70年代末から80年代半ばに漁獲量は急減したと考えられる。1985年以降は月別漁獲量が集計可能となり，漁期年度単位で漁獲量の集計を行った（表1，図2）。1999年度までの漁獲量は1千トン以下であったが，2000年度以降増加し，2009年度以降は2千トン

以上で推移している。2021 年度には 1985 年度以降で最大の 4,959 トンまで増加したが、2022 年度は漁獲量が減少し、2,852 トン（前年比 0.58）となった。

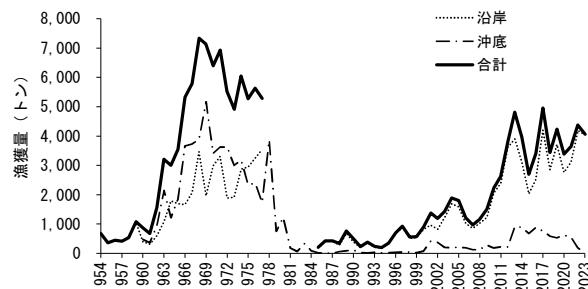


図1 道南太平洋海域における長期的なソウハチ漁獲量の推移（年集計）※1978年～1984年の沿岸漁獲量はデータなし

表1 道南太平洋海域におけるソウハチの漁獲量（単位：トン）

年度	沿岸漁業					沿岸漁業							
	渡島	胆振	日高	小計	合計	年度	渡島	胆振	日高	小計	合計		
1985	227	98	19	344	8	351	2004	939	439	1,631	195	1,826	
1986	328	157	6	491	2	493	2005	625	266	224	1,113	273	1,386
1987	141	69	17	237	5	232	2006	423	239	154	806	117	1,023
1988	344	317	12	674	108	782	2007	466	265	168	896	108	1,007
1989	195	242	13	449	131	580	2008	610	318	242	1,169	189	1,358
1990	79	84	4	166	31	197	2009	967	565	372	1,935	231	2,166
1991	241	136	3	380	16	396	2010	963	883	647	2,223	215	2,538
1992	127	94	6	227	32	259	2011	1,540	1,010	896	3,447	198	3,645
1993	100	64	7	171	16	187	2012	1,968	1,273	424	3,666	478	4,143
1994	88	119	59	267	12	279	2013	1,817	364	3,296	1,280	4,577	
1995	178	289	248	706	27	733	2014	1,234	696	898	2,889	449	3,249
1996	218	315	293	826	40	867	2015	964	655	869	2,479	837	3,416
1997	174	214	157	545	47	592	2016	977	887	1,883	3,146	669	4,716
1998	216	176	65	457	16	473	2017	1,084	912	1,205	3,201	556	3,756
1999	285	330	108	723	54	777	2018	880	904	2,020	3,894	527	4,331
2000	450	410	186	1,046	328	1,372	2019	808	740	1,280	2,828	501	3,328
2001	343	304	156	893	356	1,158	2020	569	766	1,611	2,945	598	3,543
2002	601	314	176	1,091	283	1,374	2021	635	993	3,015	4,533	426	4,959
2003	981	404	184	1,659	153	1,812	2022	471	720	1,578	2,770	83	2,852

*2022年度のうち2023年1～7月は水試集計運営値、年度累計であります

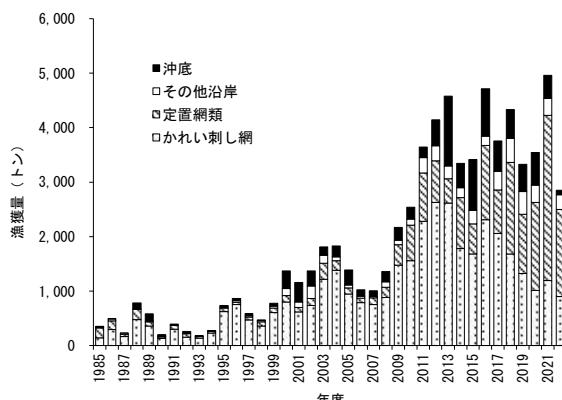


図2 道南太平洋海域における漁業種別ソウハチ漁獲量

2022 年度の沿岸漁業の漁獲量は、2,770 トンで前年度と比べ減少し（前年比 0.61），特に定置網類の漁獲量は前年から大きく減少した（前年比 0.53）（図2）。

振興局別の漁獲量も、全ての管内で前年度に比べ減少した（表1, 図3）。沿岸漁業の漁獲傾向を漁業種別にみると、1986 年度以降は渡島および胆振振興局のかれい刺し網漁業による漁獲が主体であった。2010 年度以降になると日高振興局の定置網類での漁獲量が増加し、2020～2022 年度は沿岸漁業の漁獲量の 50%以上を占めた。

沖合底びき網漁業（以下沖底漁業）の漁獲量は、1985～2012 年度は 500 トン以下で推移していたが、2013 年度はおよそ 1.3 千トンに急増した。その後、2015 年度以降は 500 トン以上を維持していたが、2022 年度は 83 トンに急減した（表1, 図2）。

イ 年齢別漁獲尾数の推移

本資源は、雌雄ともに 2 歳から漁獲されている。漁獲尾数は、1992～2010 年度までは 1 千万尾以下であった（図4）。2011 年度以降は 1.5 千万尾程度で推移していたが、2016 年度には 2.3 千万尾まで増加した。2022 年度は減少し、880 万尾となった。2008 年度以前は 2,3 歳魚が中心に漁獲されていたが、2009 年度以降は高齢魚の漁獲が多くなり、漁獲尾数に占める 4 歳魚以上の割合が高くなっている。

漁獲尾数を雌雄別にみると、雄は 2011～2016 年度に一時的に増加した。雌は 2009 年度以降に増加し、2017 年度以降の本海域の漁獲の中心は、雌の 4～6 歳魚であった。

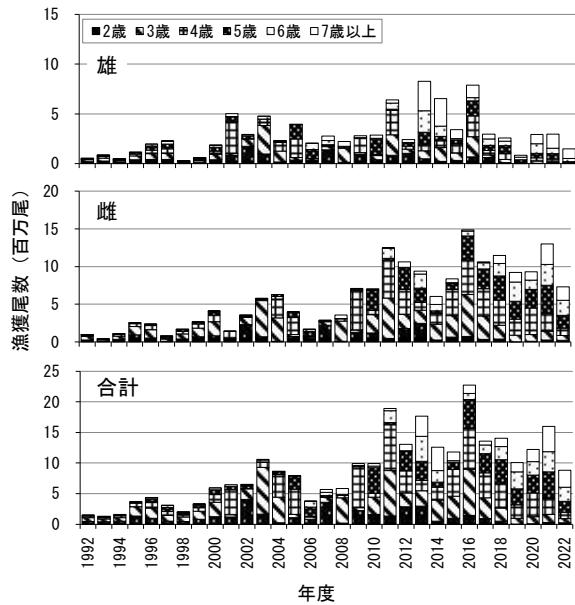


図4 道南太平洋海域におけるソウハチの年齢別漁獲尾数(上:雄、中:雌、下:合計)

ウ 資源尾数および資源重量の推移

2歳魚以上の資源尾数は、1999年にはじめて2千万尾を上回った(図5)。これは2歳魚(1997年級群)の資源への加入が、それ以前の年級群と比較すると多かったことによる。その後、資源尾数はこの年級群の加齢による減少に伴い低下したが、2003年度にはおよそ6.5千万尾まで急増した。これは2000年級群が3歳魚として非常に高い豊度で資源に加入したことによるもので、さらに2001年級群もほぼ同等の高い豊度で加入し、これら2年級群が漁獲を支えたことで2005年度まで資源尾数はおおむね3千万尾を上回った。その後、これら年級群の加齢による減少によって、資源尾数は2006年度には2.5千万尾まで減少したが、2007年度に2005年級群が1992年度以降最大の豊度で加入したことにより、資源尾数はおよそ7.5千万尾に急増した。その後も2007、2008、2011～2016年級群と、豊度の高い年級群の加入が連続したことで、2007年度以降は5千万尾以上の資源尾数を維持しており、2012年級群が3歳となった2015年度には10千万尾に達した。近年は減少傾向にあり、2022年度は前年に比べて減少し5.3千万尾となった。

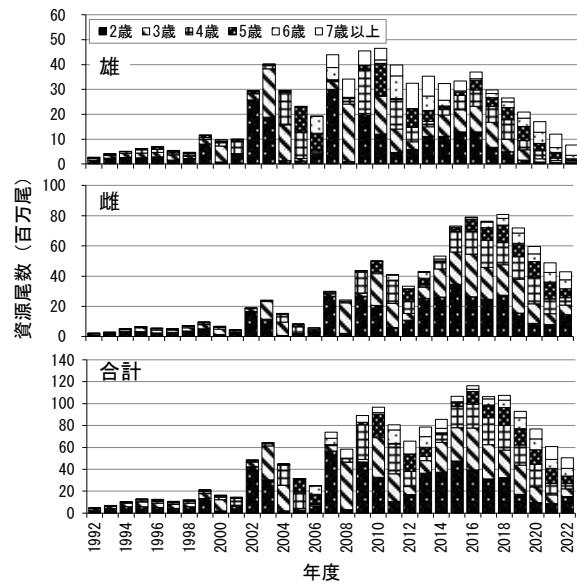


図5 道南太平洋海域におけるソウハチの年齢別資源尾数(上:雄、中:雌、下:合計)

2歳魚は現行の資源管理の取り組みにより漁獲対象になっていないことから、3歳魚以上の資源重量の推移を図6に示した。3歳魚以上の資源重量は基本的に資源尾数と同様の経年変化をみせており、2022年度は前年に比べて減少し12.6千トンとなった。

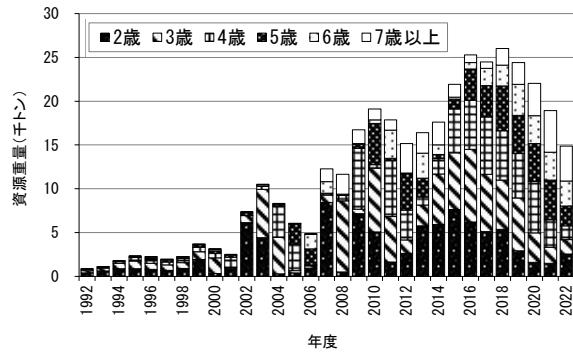


図6 道南太平洋海域におけるソウハチの年齢別資源重量(雌雄合計)

エ 2022年度の資源水準

資源水準の判断には漁獲量を用い、2000～2019年度の20年間を基準年とした。基準年における漁獲量の平均値を100として 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。2022年度の資源水準指数は109.1となり、中水準と判断された。

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web
サイトで公開した。

2. 4 ハタハタ

担当者 調査研究部 高原英生

協力機関 釧路水産試験場調査研究部

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

北海道太平洋海域におけるハタハタの資源評価に必要な漁獲統計調査、漁獲物の生物測定調査などを行う。

域は 20 トン、根室管内海域は 12 トンで、全ての海域で前年より減少した（図 1）。得られた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ップサイトで公開した。

(2) 経過の概要

釧路水産試験場および函館水産試験場の担当者と協力し、北海道太平洋海域のハタハタの資源評価を行った。

(3) 得られた結果

2023 年度の主産地のハタハタ漁獲量は渡島・胆振管内海域は 21 トン、日高・十勝管内海域は 82 トン、釧路管内海

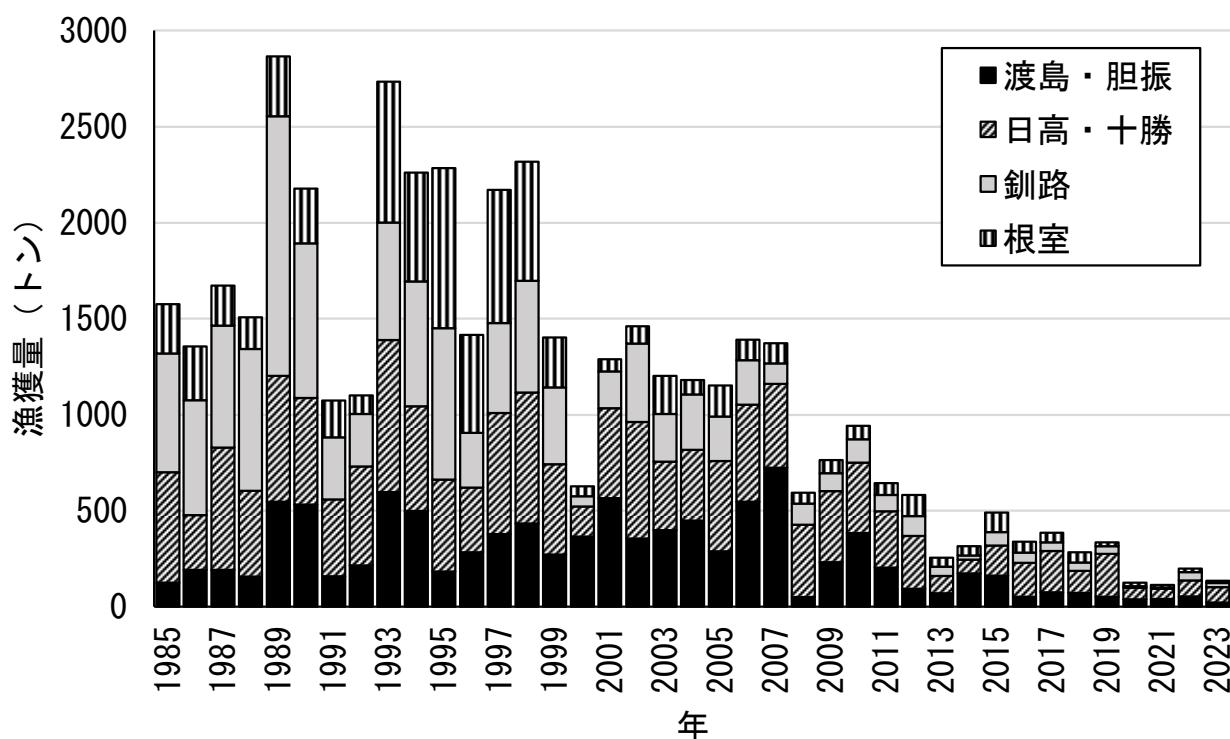


図 1 北海道太平洋海域のハタハタ漁獲量

2. 5 ケガニ

担当者 調査研究部 渡野邊雅道（噴火湾・日高）

・瀧谷明郎（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2023年度（2023年4月～2024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年は19点、1998～1999年は20点、2000～2006年は16点、2007～2011年は17点、2012～2017年は24点、2018年は25点、2019年以降は八雲の1ラインを追加して30点の調査点を設定し、40～50個ずつの試験用かご（2～2.5寸目）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、雄は200個体、雌は50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

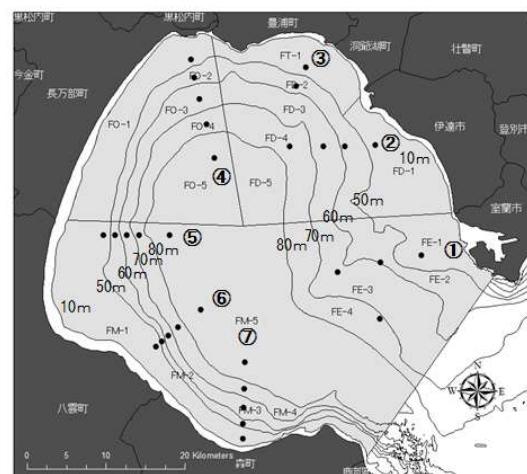


図1 噴火湾海域資源調査計画調査点（●）
と資源密度推定範囲（薄いグレー）
丸数字は調査線番号、記号は領域番号

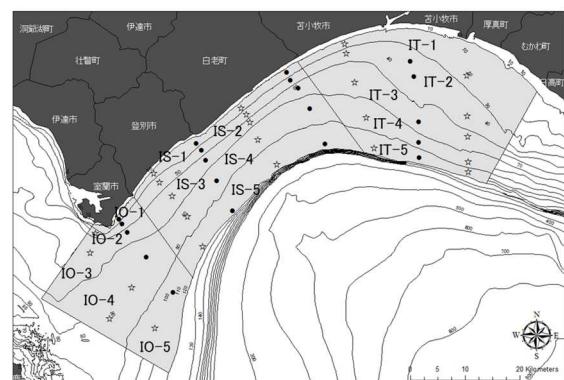


図2 胆振太平洋海域資源調査計画調査点
（●従来点、★2018年度増設点）と資源密度推定範囲（薄いグレー）
記号は領域番号

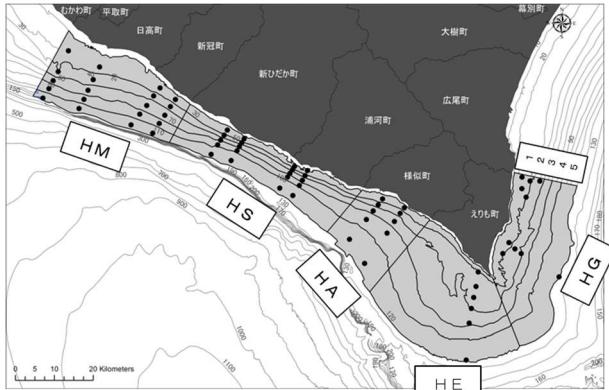


図3 日高海域資源調査計画調査点（●）と資源密度推定範囲（薄いグレー）
四角枠内のアルファベットと数字は領域番号

「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年以降は5月に実施した。対象海域内に、1997～2010年では15点、2011～2017年は20点（図2の●印：従来点）、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年は20点、1997～1998年は22点、1999～2003年は27点、2004～2006年は

39点、2007～2015年は56点、2016年以降は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=12m、r=40m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42,325.67m²、n=50の場合は51,889.55m²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 80 mm 以上のものを資源個体数とした。ただし, 噴火湾海域においては, 調査時期が脱皮期にあたることから, 甲長 68 mm 以上 80 mm 未満の堅甲個体については漁期開始までに脱皮するものと仮定して, 次の(5)式により甲長を脱皮後に変換した上で, 資源個体に含めた。

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

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

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

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

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

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

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

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

なお, 甲長組成は, 2017 年度までは各調査点の 1 mm 每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。

胆振太平洋海域および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 資源量指數および予測加入量指數

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數とした。

予測加入量指數は, 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數とした。

(3) 得られた結果

ア 噴火湾海域

(ア) 漁獲量および漁獲金額の推移

本海域の漁獲量は 1986 年度に 444 トンに達したが, 1987 年度以降急激に減少した。そのため, 1990~1991 年度は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 年度は 228 ト

表 1 噴火湾海域におけるケガニ漁獲量、許容漁獲量および漁獲金額

年度	噴火湾合計				
	漁獲量(トン) ^{*1}		許容漁獲量 ^{*2} (トン)	許容容量(%)	漁獲金額(億円)
	かにかご	刺し網	合計	達成率(%)	単価(円/kg)
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 1.1	1,601
2001	75.7	75.7	91	83.0 1.2	1,593
2002	79.9	79.9	111	72.0 1.4	1,736
2003	37.6	37.6	68	55.6 0.9	2,506
2004	36.0	36.0	60	60.0 0.8	2,160
2005	41.7	41.7	60	69.6 0.9	2,043
2006	63.4	63.4	80	79.3 0.9	1,459
2007	91.6	91.6	96	95.4 1.0	1,124
2008	93.2	93.2	100	93.2 1.2	1,298
2009	91.8	91.8	100	91.8 1.3	1,376
2010	95.8	95.8	100	95.8 1.6	1,692
2011	97.4	97.4	100	97.4 1.7	1,728
2012	73.6	73.6	76	96.9 1.9	2,607
2013	69.2	69.2	76	91.0 1.8	2,543
2014	67.6	67.6	76	88.9 1.9	2,820
2015	73.2	73.2	76	96.4 2.2	3,011
2016	107.8	107.8	114	94.6 3.1	2,898
2017	66.9	66.9	76	88.0 2.7	3,980
2018	69.0	69.0	76	90.8 3.1	4,425
2019	76.0	76.0	100.0	3.1	4,145
2020	73.5	73.5	76	96.7 2.8	3,840
2021	87.6	87.6	88	99.6 3.7	4,241
2022	61.2	61.2	76	80.5 2.7	4,459
2023	50.3	50.3	84	60.2 2.9	5,827

*1 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

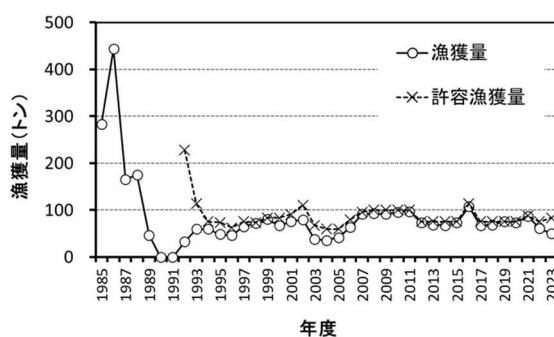


図4 噴火湾海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

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%）で推移した。2023年度は許容漁獲量83.6トンに対し実漁獲量は50.3トンで、前年度（61.2トン）を約2割下回り、許容量達成率は60.2%であった。

漁獲金額は2000年度以降増加傾向で推移している（表1）。2000～2015年度は概ね1～2億円だったが、2016年度以降は3億円前後で推移している。2023年度の単価は5,827円/kgで、2000年度以降では最も高かったが、漁獲量が減少したため漁獲金額は2.9億円と前年度並（2.7億円）であった（表1）。

(イ) 現在までの資源動向

a 試験操業のCPUE

操業CPUE（1隻・1日当たり漁獲量）は、1997～2006年度は60kg/隻・日前後で推移した後増加傾向となり、2009年度には214.9kg/隻・日まで上昇した（図5）。2010年度以降は減少に転じ、2012年度からは、年変動は大きいものの110kg/隻・日前後で横ばいで推移している。2023年度は61.6kg/隻・日で、前年度109.9kg/隻・日よりも大幅に減少した。

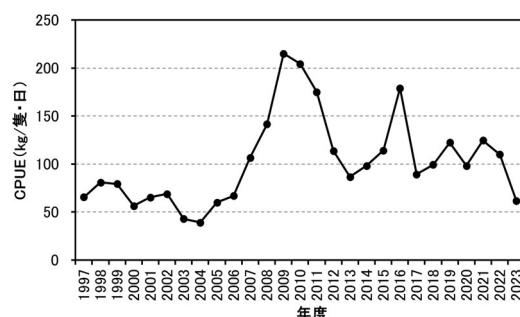


図5 噴火湾海域における操業CPUEの推移

b 資源量指数の推移

資源調査によって得られた1997～2006年度の噴火湾海域の漁獲対象群（雄、甲長80mm以上）の資源量指数は、概ね50～100の間で推移していたが、2007～2009年度には250.9～362.9と極めて高くなった（図6）。2010年度

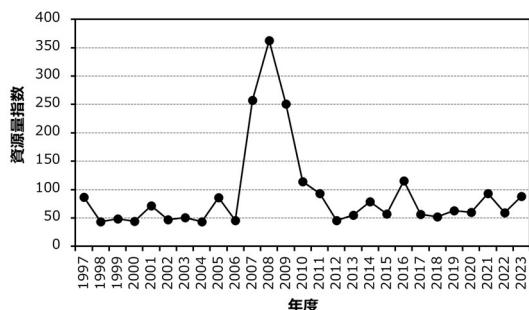


図 6 噴火湾海域における甲長 80 mm 以上雄の資源量指数の推移

以降は、2016 年度のように一時的に増加することもあるが、概ね 50~100 の範囲で推移している。2023 年度の資源量指数は 88.6 で、前年度（59.8）よりも増加した。

(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）を中心とした上下を各々高水準、低水準とした。2023 年度の資源水準指数は 137.3 で前年度（92.7）を上回り、資源水準は引き続き「中水準」となった（図 7）。

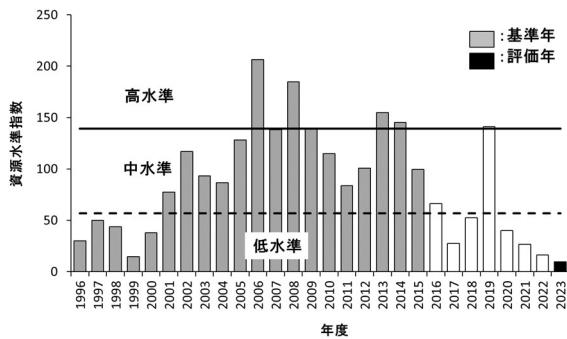


図 7 噴火湾海域におけるケガニの資源水準

(エ) 今後の資源動向

2023 年度の資源調査では、漁獲加入前（甲長 80 mm 未満）の個体が大量出現し、2024 年度の予想加入量指数は大幅に増加した（図 8）。これらが順調に成長して漁獲に加入すれば、資源状況は好転すると考えられる。

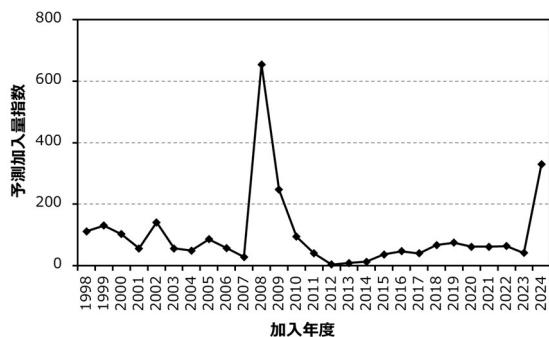


図 8 噴火湾海域における予測加入量指数の推移

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（トン） ^{*1}	許容漁獲量 ^{*2} （トン）	許容量達成率
かにかご	刺し網	合計	
1985	229.0	29.0	258.0
1986	230.0	34.0	264.0
1987	111.0	28.0	139.0
1988	219.0	54.0	273.0
1989	136.0	43.0	179.0
1990			禁漁
1991			禁漁
1992	165.0	165.0	165.0 100.0%
1993	208.0	208.0	220.0 94.5%
1994	202.8	202.8	202.8 100.0%
1995	203.0	203.0	231.0 87.9%
1996	145.6	145.6	190.0 76.6%
1997	121.7	121.7	201.0 60.5%
1998	172.6	172.6	197.0 87.6%
1999	192.5	192.5	192.5 100.0%
2000	192.5	192.5	192.5 100.0%
2001	195.2	195.2	195.2 100.0%
2002	250.3	250.3	251.0 99.7%
2003	240.6	240.6	250.0 96.2%
2004	199.4	199.4	207.0 96.3%
2005	194.4	194.4	198.0 98.2%
2006	224.1	224.1	230.0 97.4%
2007	271.0	271.0	276.0 98.2%
2008	320.0	320.0	320.0 100.0%
2009	320.0	320.0	320.0 100.0%
2010	320.0	320.0	320.0 100.0%
2011	370.0	370.0	370.0 100.0%
2012	295.7	295.7	302.0 97.9%
2013	276.5	276.5	300.0 92.2%
2014	274.6	274.6	302.0 90.9%
2015	225.8	225.8	297.0 76.0%
2016	202.3	202.3	286.0 70.7%
2017	117.2	117.2	176.0 66.6%
2018	68.1	68.1	72.0 94.5%
2019	28.8	28.8	33.0 87.3%
2020	78.0	78.0	78.0 100.0%
2021	94.0	94.0	94.0 100.0%
2022	103.0	103.0	103.0 100.0%
2023	82.5	82.5	82.5 100.0%

*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

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 9）。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。

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）。2023 年度の実漁獲量は許容漁獲量と同じ 82.5 トン（前年度比 0.80）であった。

(イ) 現在までの資源動向

a 操業 CPUE

けがにかご漁業の操業 CPUE（1 隻・1 日当たり漁獲量）は 1997～2009 年度では増減があったものの増加傾向を示し、2009 年度には 299 kg/隻・日に達した（図 10）。

しかし、2010 年度以降は減少に転じ、2017 年度には 64.2 kg/隻・日と 1997 年度以降の最低、続く 2018 年度も同等の 64.7 kg/隻・日となった。2019 年度は 105 kg/隻・日と前年度を上回り（前年度比 1.62）、2020 年度から 2023 年度は、それぞれ 98.7 kg/隻・日、113.5 kg/隻・日、118.2 kg/隻・日、96.8 kg/隻・日と、ほぼ横ばいであった。

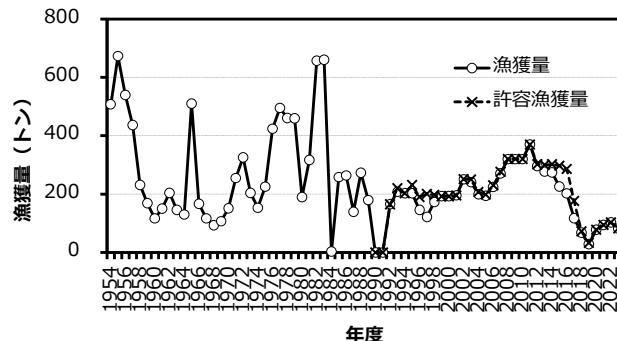


図 9 胆振太平洋海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

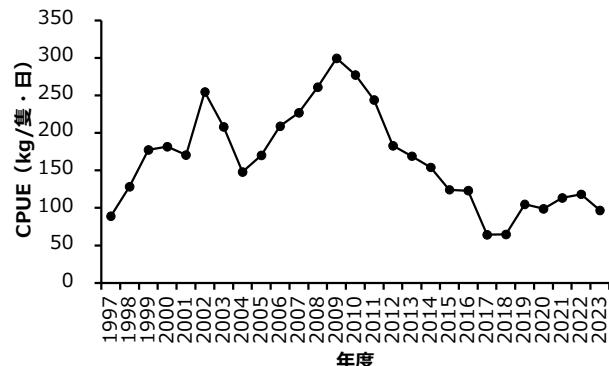


図 10 胆振太平洋海域における操業 CPUE の推移

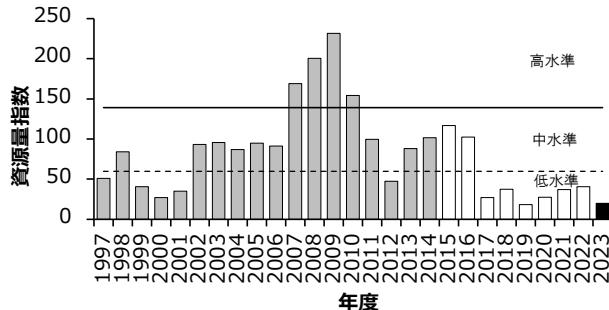


図 11 胆振太平洋海域における資源量指数の推移および水準判定

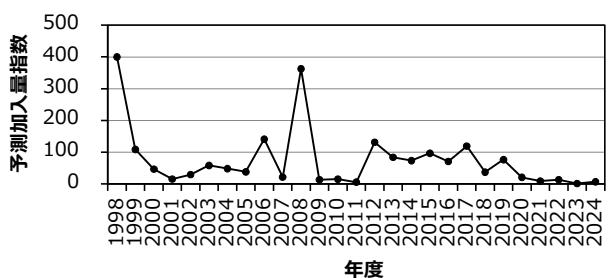


図 12 胆振太平洋海域における予測加入量指数の推移

b 資源量指数の推移

漁獲対象群の調査 CPUE を重量変換して算出した資源量

表3 日高海域におけるケガニ漁獲量、許容漁獲量および漁獲金額

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	漁獲量(トン)*2		許容漁獲量*3	漁獲量	許容漁獲量	許容量達成率	漁獲金額	単価
	かにかご	その他	合計	(トン)	かにかご	その他	合計	(トン)	(%)	(億円)	(円/kg)
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			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
1994	33.9		33.9	40.8	64.8		64.8	65.0	98.8	105.8	93.4
1995	32.1		32.1	36.3	80.0		80.0	80.0	112.1	116.3	96.4
1996	27.0		27.0	36.3	76.1		76.1	80.0	103.1	116.3	88.6
1997	16.4		16.4	23.8	48.6		48.6	73.0	65.0	96.8	67.1
1998	17.0		17.0	25.0	47.8		47.8	70.0	64.9	95.0	68.3
1999	19.6		19.6	27.0	54.4		54.4	66.0	74.0	93.0	79.6
2000	31.1		31.1	33.0	58.1		58.1	65.0	89.2	98.0	91.1
2001	49.6		49.6	53.0	127.7		127.7	128.0	177.3	181.0	98.0
2002	66.4		66.4	68.0	155.3		155.3	171.0	221.7	239.0	92.8
2003	45.8		45.8	51.0	152.1		152.1	157.0	197.8	208.0	95.1
2004	56.5		56.5	59.0	116.4		116.4	156.2	172.9	215.2	80.4
2005	70.8		70.8	90.0	200.0		200.0	200.0	270.8	290.0	93.4
2006	80.7		80.7	90.0	200.0		200.0	200.0	280.7	290.0	96.8
2007	75.9		75.9	90.0	210.0		210.0	210.0	285.9	300.0	95.3
2008	86.3		86.3	90.0	210.0		210.0	210.0	296.3	300.0	98.8
2009	84.7		84.7	90.0	200.5		200.5	210.0	285.2	300.0	95.1
2010	85.7		85.7	90.0	170.7		170.7	210.0	256.4	300.0	85.5
2011	71.9		71.9	82.0	179.5		179.5	188.0	251.4	270.0	93.1
2012	58.2		58.2	87.0	138.2		138.2	198.0	196.5	285.0	68.9
2013	59.9		59.9	87.0	197.3		197.3	198.0	257.2	285.0	90.3
2014	66.4		66.4	88.0	176.2		176.2	202.0	242.6	290.0	83.7
2015	33.3		33.3	67.0	128.7		128.7	153.0	161.9	220.0	73.6
2016	28.9		28.9	40.0	61.2		61.2	120.0	90.1	160.0	56.3
2017	13.8		13.8	18.0	44.4		44.4	54.0	58.2	72.0	80.8
2018	15.7		15.7	20.8	53.3		53.3	62.3	69.0	83.0	83.1
2019	29.3		29.3	47.3	51.6		51.6	141.8	80.9	189.0	42.8
2020	13.3		13.3	17.5	27.8		27.8	52.5	41.1	70.0	58.7
2021	9.9		9.9	18.3	22.0		22.0	22.8	31.9	41.0	77.8
2022	6.5		6.5	9.5	12.5		12.5	22.5	19.0	32.0	59.5
2023	6.0		6.0	12.2	5.1		5.1	6.9	11.1	19.0	58.6

*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
漁期中に両海域で配分を調整した後の許容漁獲量

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 11）。

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、2023 年度の資源量指数は 20.0（前年度比 0.49）であった。

(ウ) 資源水準

1997～2014 年の 18 年間の資源量指数の平均（99.5）を 100 としたものを資源水準指数として資源水準を判断した。資源水準指数が 100 ± 40 （資源量指数で 99.5 ± 39.8 ）の範

囲を中心とした、その上下をそれぞれ高水準、低水準とした。2023 年度の資源水準は、資源水準指数が 20.1（資源量指数 20.0）であることから「低水準」と判断された（図 11、図中の実線: 資源量指数 139.3、破線: 資源量指数 59.7）。

(エ) 今後の資源動向

資源量指数は 2017 年度以降、4 年連続して低水準域にあつた（図 11）。また、2023 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 年以前の操業 CPUE と比較すると、高い水準とは言えない（図 10）。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12）。

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

ウ 日高海域

（ア）漁獲量および漁獲金額の推移

海域全体の漁獲量は、1986～2000 年度には 57～112 トンと横ばいで推移したのち、2001 年度から増加し 2014 年度までは 162～292 トンで推移した（表 3、図 13）。2015 年度からは減少傾向となり、2020～2022 年度は 50 トン未満で推移している。許容量達成率は、2011 年度までは概ね 8 割以上で推移していたが、その後は減少傾向となり、2015 年度以降は概ね 4～8 割の間で推移している。2023 年度は許容漁獲量 19 トンに対し漁獲量は 11.1 トンと前年度（19.0 トン）よりも減少し、許容量達成率は 58.6% と低かった。海域別では 2023 年度の西部海域の漁獲量は、許容漁獲量 12.15 トンに対し 6.9 トン、東部海域では同 6.85 トンに対し 5.1 トンと、両海域とも許容漁獲量に達していない（表 3）。

漁獲金額は 2002 年度の約 6.5 億円をピークに、その後は約 4～6 億円で推移していたが、2017 年度には約 2.8 億円に減少した（表 3）。2018、2019 年度は一時的に増加したが、その後は減少傾向となっており、2023 年度は約 1.0 億円であった。単価は 2006 年度以降 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（表 3）。2023 年度は前年度の約 1.5 倍の 8,681 円/kg であった。

（イ）現在までの資源動向

a 操業 CPUE

操業 CPUE（1 隻・1 日当たり漁獲量）は、近年では 2013 年度に 112 kg/隻・日と比較的高かったが、その後は減少傾向となり、2016 年度以降は 50 kg/隻・日未満の低い状態が続いている（図 14）。2023 年度は 1999 年度以降では最低の 10.1 kg/隻・日となった。

b 資源量指数の推移

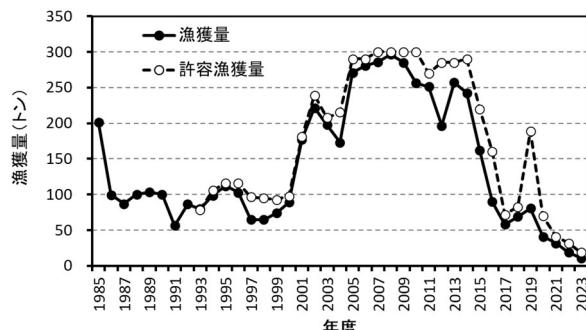


図 13 日高海域におけるケガニ漁獲量および許容漁獲量の経年推移

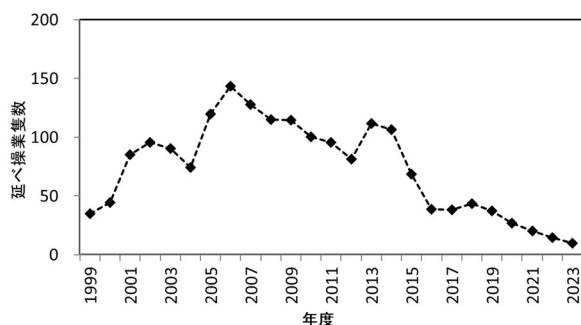


図 14 日高海域における操業 CPUE の推移

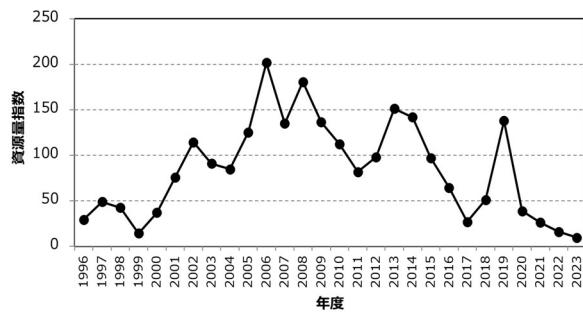


図 15 日高海域における甲長 80mm 以上雄の資源量指数の推移

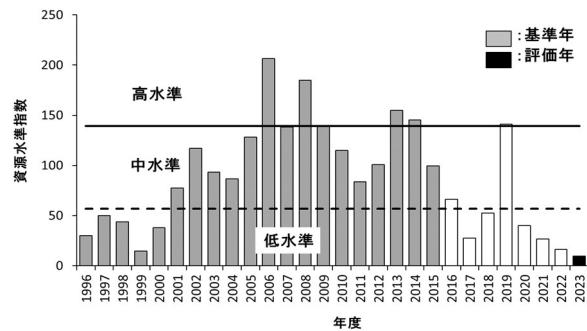


図 16 日高海域におけるケガニの資源

日高海域の資源量指数は、1996～2000 年度は 14.2～48.8 で推移していたが、2001 年度から増加傾向となり、2006 年度は 201.8 と高くなった（図 15）。その後、2011 年度に 81.8 まで低下したが、2013 年度は再び増加して 151.3 となった。2015 年度以降は減少傾向となり、2017 年度には 27.0 まで低下した。2019 年度は 137.9 と一時的に急増したが、2020 年度以降は再び減少傾向となり、2023 年度は 1996 年度以降では最も低い 9.5 まで低下した。

（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 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。

2023 年度の資源水準指数は 9.7 であることから「低水準」と判断した（図 16）。

（エ）今後の資源動向

当海域の資源水準は一時的に高水準となった 2019 年度を除き 2017 年度以降は低水準で推移しており（図 16），資源量指数は減少し続けている（図 15）。また、2024 年度の予想加入量指数は引き続き低く（図 17），卓越年級の発生も見られないことから、当海域の資源状態は低水準で推移すると考えられる。

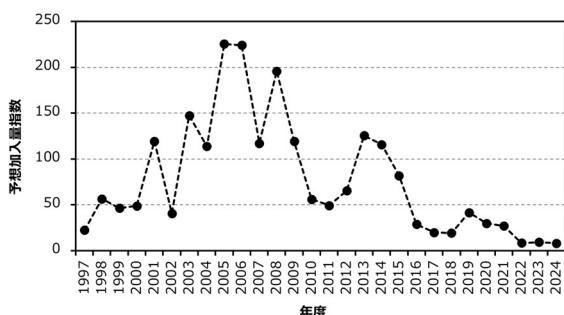


図 17 日高海域における予測加入量指数の推移

（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)

2. 6 シシャモ（えりも以西胆振・日高海域）

担当者 調査研究部 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 日高地区水産技術普及指導所静内支所

えりも以西海域ししゃも漁業振興協議会

胆振管内ししゃも漁業振興協議会

(1) 目的

道南太平洋海域（えりも以西胆振・日高海域）のシシャモ資源の回復を図るために、各地の漁業実態などを総合的に考慮した適切な資源管理措置を実践していく必要がある。本事業は資源管理型漁業を推進する基礎資料として、漁獲統計調査、漁獲物調査、試験操業の経年データを蓄積することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

胆振および日高管内の漁獲量は、漁業生産高報告から集計した。ただし、2023年については、各地区水産技術普及指導所調べに基づいて中央水産試験場が集計した速報値（暫定値）を用いた。資源水準は、さけます・内水面水産試験場が推定した鶴川の遡上親魚尾数を用いて判断した。

イ 漁獲物調査

漁獲物の生物測定データと年齢査定結果を用いて、年齢別漁獲尾数を算出した。年齢査定は耳石の表面から観察される輪紋を計数して行った。

ウ 試験操業

2023年はえりも以西海域ししゃも漁業振興協議会（以下、以西ししゃも協議会）の決定により、ししゃもこぎ網漁業の操業が見合わせられた。一方、北海道庁の管理のもと、資源状況を推定するために苦小牧漁業協同組合、鶴川漁業協同組合、ひだか漁業協同組合を実施主体とした

試験操業が行われた。この試験操業には栽培水産試験場も連携機関として協力した。試験操業の実施期間は10月30日～12月3日で、厚真川沖、鶴川沖、沙流川沖の3海域で、各海域の6定点を週1回の頻度でししゃもこぎ網を用いて曳網した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

道南太平洋海域におけるシシャモの漁獲量の推移を図1に示した。2023年の漁獲量は1.1トンだった。

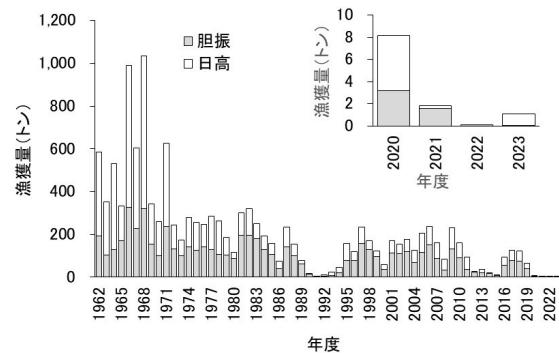


図1 道南太平洋海域におけるシシャモの漁獲量

ししゃもこぎ網漁業の延べ操業隻数の推移を図2に示した。2023年はししゃもこぎ網漁業の操業を見合わせたため、操業隻数は0隻だった。

ししゃも刺し網漁業の努力量として、日高地区の延べ操業隻数の推移を図3に示した。2023年の索餌期（5～9月）における延べ操業隻数は98隻、産卵期（10～11月）は2隻だった。

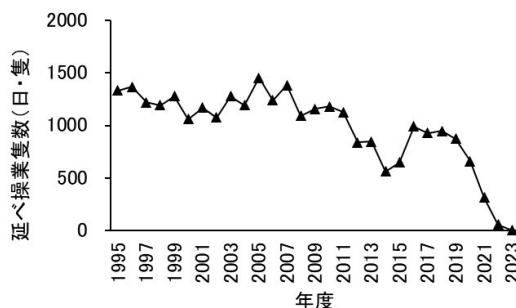


図2 道南太平洋海域におけるししゃもこぎ網漁業の延べ操業隻数の推移

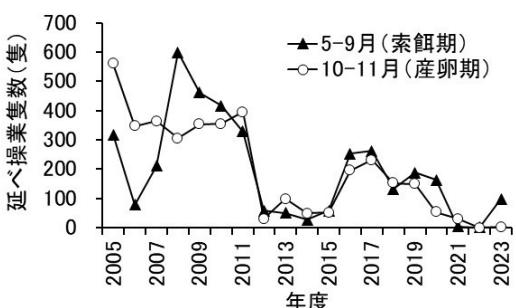


図3 日高地区におけるししゃも刺し網漁業の延べ操業隻数の推移

資源状態を表す指標値は、漁業とは独立した調査による推定値で、今後も継続して入手可能と見込まれる鵡川の遡上親魚尾数を利用した。2005～2019年の15年間の平均値を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、低水準としたところ、2023年は39.9とな

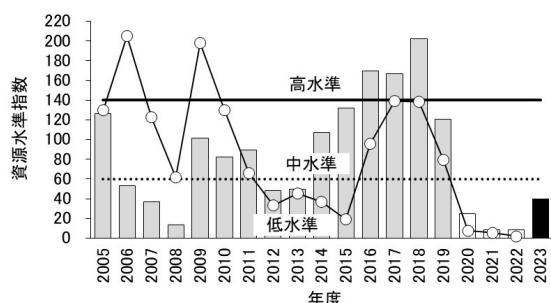


図4 道南太平洋海域におけるシシャモの資源水準

棒グラフは鵡川の遡上親魚尾数、線グラフはししゃもこぎ網 CPUE (kg/(日・隻)) を資源水準指数とした場合を表す

り、低水準と判断された（図4）。

資源評価結果の詳細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webサイト (<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/j12s2200000004ss.html> <http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>) で公開されるため、ここでは省略する。

イ 漁獲物調査

2023年7月にししゃも刺し網漁業から得たサンプルの生物測定データと年齢査定結果から分析したこと、2023年の1歳魚の漁獲尾数は4.3万尾と推定された。

ウ 試験操業

11月9日以前のCPUE (1日1隻当たりの採集量) は21.8 kg/(日・隻)と低く（表1）、雌雄の重量割合は同程度だった（表2）。一方、11月13日以降のCPUEは80.5 kg/(日・隻)と高く（表1）、重量割合では73.9%と雌が優占し（表2），このうち83.1%が産卵後に河川から降海した個体であった。遡上盛期前に終漁した2022年以前のCPUE（1日1隻当たりの漁獲量）と2023年の11月9日以前の試験操業CPUE（1日1隻当たりの採集量）について、2001～2020年の平均値を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、低水準とすると、2023年の水準指数は42.9と計算され、2020～2022年までと同様に低水準に区分された。操業隻数と曳網回数が大きく異なるため単純な比較はできないが、このことからも2023年の試験操業のCPUEは遡上親魚尾数と同様に低い値だったと考えられた。

表1 試験操業による採集結果

2023年	雄		雌		雌の割合(%)		雌雄合計		曳網回数	延べ隻数 日・隻	雌雄合計CPUE	
	尾数	重量(kg)	尾数	重量(kg)	尾数	重量(kg)	尾数	重量(kg)			kg/網	kg/日・隻
10月30日～ 11月9日	1,202	42.5	1,692	44.5	58.5	51.1	2,894	87.0	16	4	5.4	21.8
11月13日～ 12月2日	7,439	210.3	37,449	594.9	83.4	73.9	44,888	805.2	51	10	15.8	80.5

表2 生殖腺の観察から推定した採集尾数に
占める雌の産卵前と産卵後の個体数の割合

2023年	産卵前	産卵後	産卵後の 尾数割合(%)
	尾数	尾数	
10月30日～ 11月9日	1,690	2	0.1
11月13日～ 12月2日	6,343	31,142	83.1

2.7 マツカワ

担当者 調査研究部 坂上 嶺
 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（2008～2023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、2002～2023年度の年齢別漁獲尾数を海域ごとに求めた。

（ア）えりも以西海域

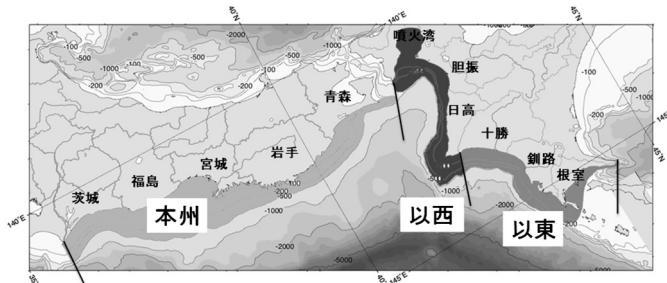


図1 北海道～本州におけるマツカワの主漁場図
 えりも以西：渡島振興局のうち南かやべ以北、胆振、日高振興局
 えりも以東：十勝、釧路、根室総合振興局
 本州：青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県

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

（イ）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2002～2023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「2023年度資源評価書（マツカワ）」¹⁾に記載されている。

エ 2023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2008年度以降の最も低い水準となった（図3）。これは2017年度の放流数が少なかったことが主因と考えられる。一方で、2021年度以降の漁獲量は回復傾向を示しており、2023年度は194トンと大幅に増加した。

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）。

2023年度の漁獲金額は全道2.07億円、本州を合わせて2.19億円で、こちらについても回復傾向が見られる（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）。

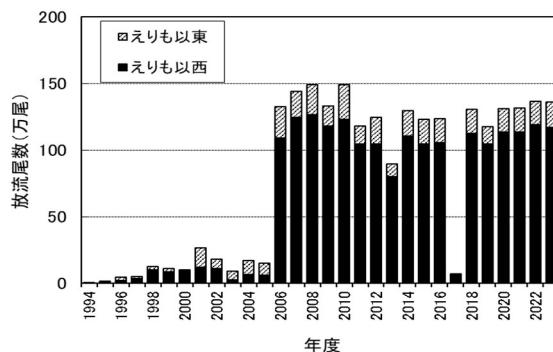


図2 マツカワ人工種苗放流尾数の推移（北海道）

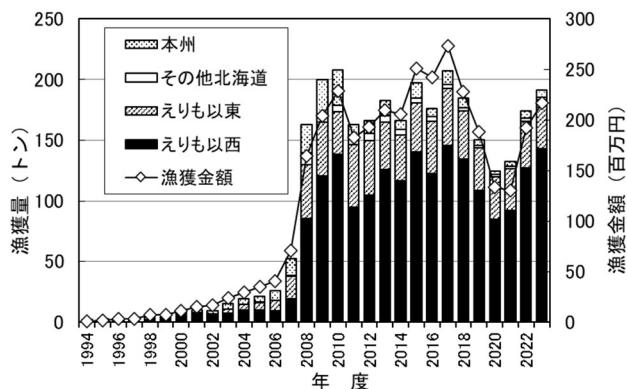


図3 マツカワの漁獲量と漁獲金額の推移 (北海道～本州)

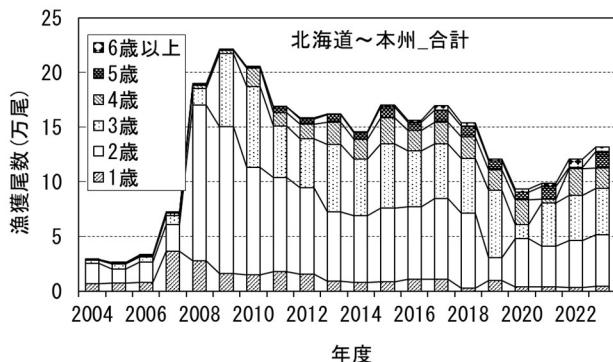


図4 マツカワの年齢別漁獲尾数の推移 (北海道～本州)

2019年度および2020年度は漁獲量減少が見られた。2019年度は2歳、2020年度は3歳が著しく少なく、いずれも種苗生産不調の2017年級群に該当した。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。2021年度以降の年齢別漁獲尾数については、再び2歳・3歳魚が主体となっているが、2017年度以前の水準にはまだ戻っていない。

ウ 年齢別資源尾数および資源重量

総資源尾 VPA で推定された資源尾数と資源重量を図 5 と図 6 に示した。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。2009～2017 年度の総資源尾数は 80 万尾前後で推移したが、2018 年度は前述の 2017 年級群の放流数大幅減に伴い、60 万尾近くまで急減した。その後資源尾数は徐々に上昇しており、2023 年度は 73 万尾まで回復した。年齢構成の推移をみると、2009 年度まではほとんどが 1～2 歳であったが、2010 年度以降 3 歳以上が徐々に増加している。その後、前述の 2017 年級群の放流数大幅減に伴い、2020 年度まで 2017 年級群に該当する 1～3 歳魚が減少した。（図 5）。

総資源重量は 2007 年度まで 100 トン未満であったが、2008 年度に 253 トン、2009 年度には 327 トンまで急増した。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。しかし、2017 年級群の加入が著しく少なかったため、漁獲対象となる 2 歳魚が加入する 2019 年度の総資源重量は 314 トンまで減少した。その後は増加傾向が見られ、2023 年度は 410 トンであった。年齢構成を見ると漁獲の主体となる 2～3 歳魚の割合は、2017 年度以前（2012～2016 年度）では全体の 69% 前後で推移していたのに対し、2017 年度以降（2019～2023 年度）では全体の 58% 前後で推移しており若干の減少が見られる。また、2022 年度、2023 年度の 4 歳魚以上の割合は 42%，44% であり、相対的に高齢魚の割合が高い傾向で推移している（図 6）。

エ 2023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。後述の種苗放流個体が 6 歳魚として漁獲されるようになった 2012～2021 年度における平均資源重量を 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。2023 年度の資源水準指数は 107 で中水準と判断された（図 7）。

VPA の前進計算に基づいて推定された 2024 年度の資源重量は 391 トンで、2023 年度（410 トン）から約 4.4% 減少すると予測された（図 6）。こ

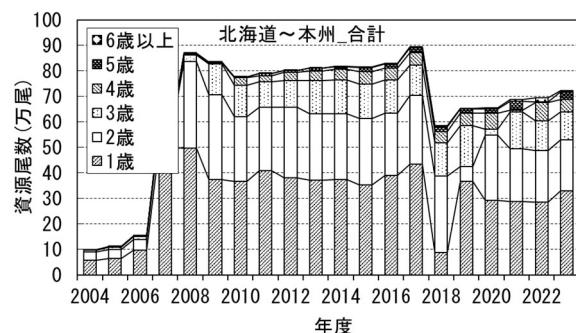


図 5 マツカワの年齢別資源尾数の推移

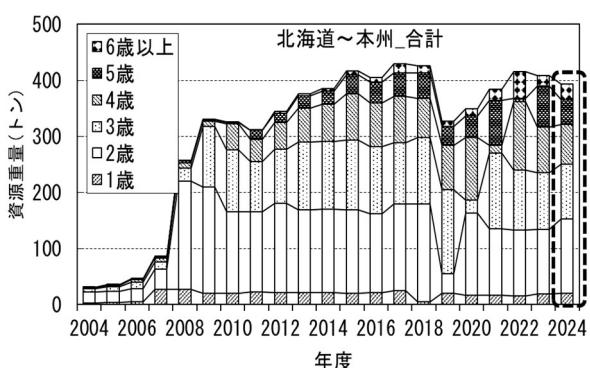


図 6 マツカワの年齢別資源重量の推移

枠線内（2023 年度）は予測値

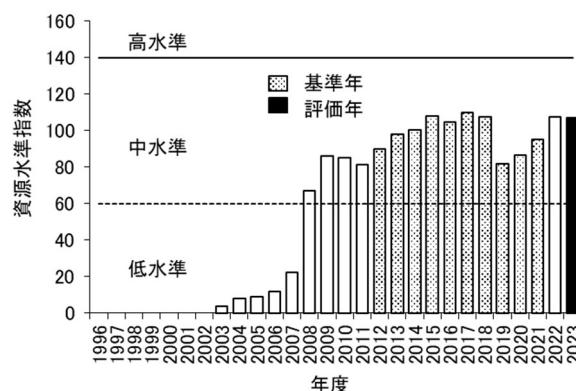


図 7 マツカワ資源水準（指標：資源重量）

の結果と併せて、2018 年度以降の種苗放流が順調に行われていることから、今後の資源動向を横ばいと判断した。

（4）参考文献

- 1) 北海道立総合研究機構水産研究本部. マツカ

ワ（北海道～常磐以北太平洋）。（オンライン），入手先

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

2. 8 タコ類

担当者 調査研究部 高原英生

(1) 目的

タコ類（ミズダコ・ヤナギダコ）は本道における重要な漁業資源である。本調査は胆振、日高地域において、たこ漁業の実態を把握し、資源評価の可能性を検討することを目的とする。

(2) 経過の概要

ミズダコ（1～12月）とヤナギダコ（9～8月）について、胆振、日高地域における漁獲量および金額を取りまとめた。漁獲量および金額は、漁業生産高報告の胆振、日高振興局管内における1985年以降の値を用いた。1985年以降の値を用いた。2023年については暫定値である。

(3) 得られた結果

ア ミズダコ

本海域の漁獲量は、2010年頃までは比較的大きな変動幅で推移しており、1989～1995年は1千トン以下であった。2009年には2,312トンに達したが、2011年以降は1,200トン前後で安定していた。2022年に漁獲量は急減し、505トンとなり1985年以降最低となった。2023年は大幅に増加し1,009トンであった（前年比2.00）（図1）。

漁獲金額は、2003年までは2.6億～7.7億円の範囲で推移していたが、2004年度以降はおよそ6億円以上で推移している。2022年は漁獲量が大幅に減少したものの、単価が高かったことから、およそ5億円となった。2023年は大幅に増加し、およそ11億円であった。単価（円/kg）は、300～660円の間で推移していたが、2022年は989円、2023年は1,124円と大幅に上昇した（図2）。

イ ヤナギダコ

本海域の漁獲量は、2011年頃までは比較的大きな変動幅で推移しており、1997年には4,700トンに達したが、2011年以降は減少傾向が続き、2023年には532トンとなり1985

年以降最低となった（前年比0.71）（図3）。特に2021年以降は、えりも、日高中央での漁獲量が急減している。

漁獲金額は、2017年まではおよそ10億円以上で推移していた。2018年度以降は、およそ6.5億～8億円で推移していたが、2023年はおよそ4.8億円となった。単価（円/kg）は、1993年以降上昇傾向にあり、1993年に220円であったが、2022年には931円に上昇した（図4）。

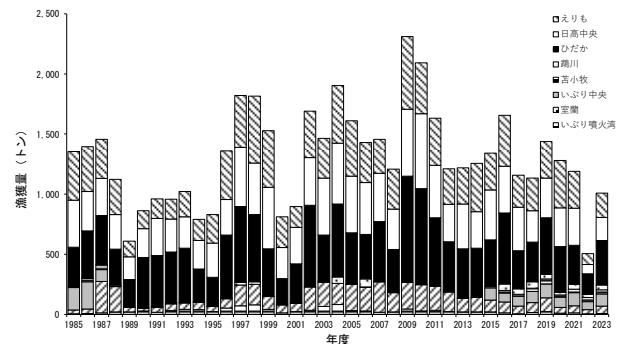


図1 ミズダコ漁獲量（年度：1～12月）

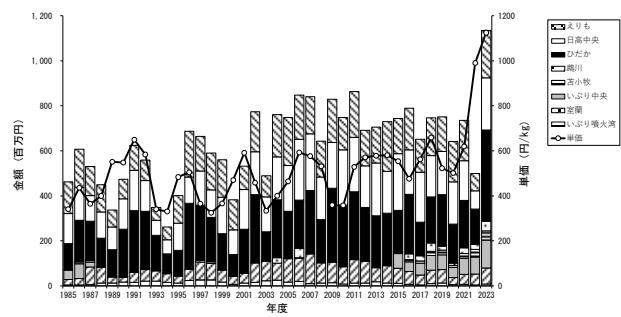


図2 ミズダコ漁獲金額と単価（年度：1～12月）

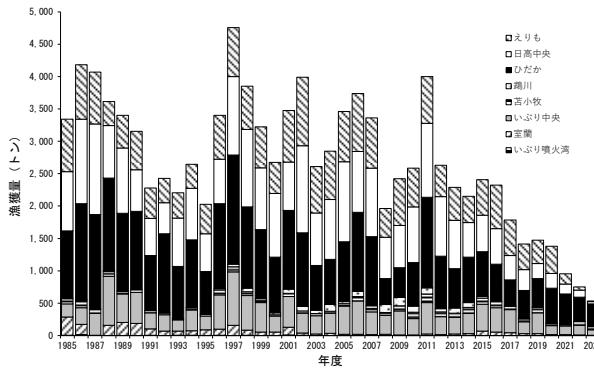


図3 ヤナギダコ漁獲量（年度：9～8月）

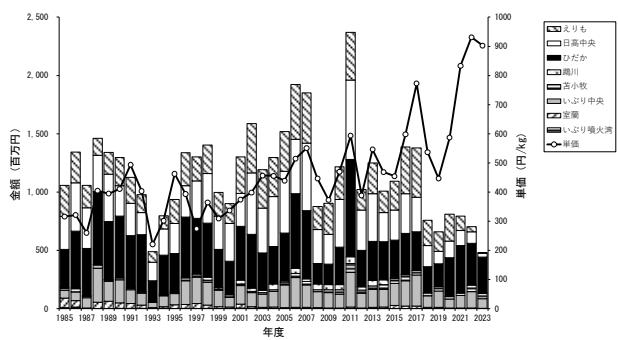


図4 ヤナギダコ漁獲金額と単価（年度：9～8月）

2. 9 漁業データベースと資源解析アルゴリズムを連携した情報システムの開発

担当者 調査研究部 安宅淳樹

(1) 目的

水産資源評価業務について、データベースソフトや統計ソフトを用いて、資源解析フローの脱属人化（標準化）と効率化を推進する情報システムを開発することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計資料データベースの構築

利用に適したデータベースソフトを選定し、水産現勢のデータベースのプロトタイプを構築した。さらに、データベースから任意のデータセットを抽出するプログラムとその簡易マニュアルを作成した。

イ 生物測定資料データベースの構築

魚介類測定マニュアルをベースに生物測定資料データベースの入力様式案を作成し、2022 年の道南シシャモの生物測定資料についてデータベースを構築した。さらに、データベースから任意のデータセットを抽出するプログラムとその簡易マニュアルを作成した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計資料データベースの構築

漁業データベースの利用に適するデータベースソフトを 6 種類（①SQLite, ②PostgreSQL, ③MySQL, ④Oracle Database, ⑤Microsoft SQL Server, ⑥IBM DB2）から比較検討した（表 1）。②～⑥はクライアントサーバー型のソフトであり、サーバーOS をインストールした専用 PC 内にデータベースを構築して管理する必要があるため、導入および維持管理のコストが高い。一方、①はスタンドアローン型のソフトであり、サーバーの構築が不要なのでコストが低い。さらに、①は 1 つのデータベースを单一のファイルに保

存する仕様となっており、共有フォルダにデータベースファイルをアップロードするだけで、データベースの共有が簡便に行える。また、①はパブリックドメインかつオープンソースのソフトであるため、利用にあたって知的財産権を侵害するリスクがない。これらの理由から本事業で漁業データベースを構築するデータベースソフトとして SQLite を選定した。

SQLite を用いて、1985～2022 年の過去 38 年分の漁業生産高報告について漁獲統計資料データベースのプロトタイプを構築した。また、R 言語を用いて作成したデータベースファイルから任意のデータセットを抽出するプログラムとその簡易マニュアルを作成した。これらを用いれば、今まで複数の excel ファイルを検索して必要なデータセットを抽出していた作業を数行のプログラムで 5 分以内に実行できる。

イ 生物測定資料データベースの構築

魚介類測定マニュアルをベースに 3 つのデータテーブルから構成される生物測定資料データベースの入力様式案を作成した（表 2～4）。この案では、データテーブル 1 に入手した銘柄別サンプルのうち測定した標本の各種データ、データテーブル 2 では入手した銘柄別サンプルのうち未測定のサンプルの尾数および重量、データテーブル 3 では入手した銘柄別サンプルの母集団（全水揚げ）の銘柄別の箱数を入力する。これらを用いて、2022 年の道南シシャモの生物測定資料について、SQLite を用いてデータベースのプロトタイプを構築した。また、R 言語を用いて作成したデータベースファイルから任意のデータセットを抽出するプログラムとその簡易マニュアルを作成した。

表1 データベースソフトの比較

データベースソフト名	価格	機能制限	サーバーOS	同時アクセス	1データベースのファイル保存形式	共有フォルダでの運用	著作権
① SQLite	完全無料	無	不要	脆弱	単一ファイル	容易	フリー
② PostgreSQL	完全無料	無	必要	頑強	10以上の複数ファイル	困難	フリー
③ MySQL	無料版有	有	必要	頑強	10以上の複数ファイル	困難	Oracle社
④ Oracle Database	無料版有	有	必要	頑強	10以上の複数ファイル	困難	Oracle社
⑤ Microsoft SQL Server	無料版有	有	必要	頑強	10以上の複数ファイル	困難	Microsoft社
⑥ IBM DB2	無料版有	有	必要	頑強	10以上の複数ファイル	困難	IBM社

表2 入力様式案_データテーブル1

列名	入力項目	データ型
species_code	漁業生産高報告の魚種コード	数値
region_code	漁業生産高報告の地区コード	数値
method_code	漁業生産高報告の漁法コード	数値
year	年	数値
month	月	数値
date	日付	数値
sex	性別	数値
SL	標準体長 (mm)	数値
FL	尾叉長 (mm)	数値
TL	全長 (mm)	数値
L	その他の体長 (mm)	数値
BW	体重 (g)	数値
GW	生殖腺重量 (g)	数値
GI	成熟度指數	数値
EW	内臓除去重量 (g)	数値
otolith_1	耳石の輪紋数	数値
otolith_2	耳石の縁辺部のカテゴリ (透明:T、不透明:O)	文字列
s_method_1	標本の入手方法 (市場購入:1、野外調査:2)	数値
size_class	銘柄 ('特大、大、中、小、小々'など)	文字列
num_box_buy	「size_class」の購入もしくは測定した箱数	数値
ship_name	船名 ('標本購入船、調査船の名前')	文字列
s_method_2	「s_method_1」の具体的な調査方法名	文字列
st	調査地点名 ('stA') など	文字列
latitude	10進法の緯度	数値
longitude	10進法の経度	数値

表3 入力様式案_データテーブル3

列名	入力項目	データ型
species_code		
region_code		
method_code		
year		
month		
date		
sex		表2と同内容
s_method_1		
size_class		
ship_name		
s_method_2		
st		
num_no_meas	測定しなかった尾数	数値
wei_no_meas	測定しなかった重量	数値

表4 入力様式案_データテーブル2

列名	入力項目	データ型
species_code		
region_code		
method_code		
year		
month		
date	表2と同内容	
s_method_1		
size_class		
ship_name		
s_method_2		
st		
num_box	「size_class」の 市場の全箱数 調査で採取した全箱	数値

2. 10 岩礁域・砂泥域の増殖に関する試験研究

2. 10. 1 コンブ類

担当者 調査研究部 瀧谷 明朗

(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、コンブ類を対象に漁業・資源のモニタリングや生態的研究を行う。

(2) 経過の概要

コンブ類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

胆振管内ではマコンブ、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2022年は約2トンの生産であった。

日高管内で生産されるコンブはほぼミツイシコンブに限られ、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、2021年には2,000トンを下回った。2022年以降は様似町およびえりも町の生産量が回復し、2200トン前後で推移している。2023年は約2,196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1）。金額では2000年代以降は4億円前後で推移してきたが、近年は3億円台前半となる年も散見される（図2）。単価が上昇傾向にあり、漁獲量の減少を相殺して水揚げ金額は漸減にとどまっている。同地域の全漁業生産金額に対して2018年には21%を占めていたが、近年その比率は増大し、2023年は約36%を占める重要な漁業である。

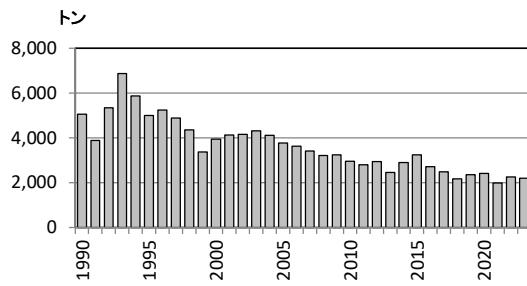


図1 日高管内におけるミツイシコンブの漁獲量

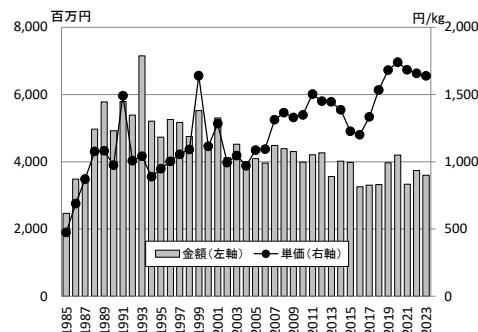


図2 日高管内におけるミツイシコンブの水揚げ金額と単価

2. 12. 2 ウバガイ

担当者 調査研究部 高橋昂大
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、漁業生産高報告の胆振総合振興

局管内における1985年以降の値を用いた。2023年については暫定値である。

イ 資源量調査

資源量調査は例年、いぶり中央漁協および鶴川漁協では漁期前の4～6月に、苫小牧漁協では夏漁場および冬漁場操業終了後のそれぞれ10月および3月に実施され、調査結果は胆振地区水産技術普及指導所によりとりまとめられた。

(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～

表1 ホッキガイ漁獲量（単位kg）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			苫小牧漁協			鶴川漁協		合計
	豊浦	有珠	伊達	室蘭	登別	虎杖浜	白老	苫小牧	厚真	むかわ	厚真	むかわ	鶴川	鶴川	
1985	-	-	8,424	2,746	9,151	24,027	-	185,269	81,030	129,504	440,151				
1986	-	-	16,830	3,158	12,595	30,255	-	297,376	74,000	128,251	562,465				
1987	-	175	17,172	2,502	12,628	74,419	-	323,346	76,124	157,464	663,830				
1988	-	-	15,840	4,333	16,616	117,153	-	519,038	87,281	189,401	949,662				
1989	-	-	15,433	2,821	7,564	114,338	-	657,254	114,773	284,098	1,196,281				
1990	2,966	-	-	6,312	24,684	177,635	-	713,307	189,645	491,138	1,605,687				
1991	1,915	417	9,389	-	26,380	111,738	-	920,971	166,941	706,712	1,944,463				
1992	2,681	-	1,909	9,861	19,648	107,337	-	929,383	169,199	337,118	1,577,136				
1993	6,009	-	4,043	11,076	25,259	150,224	-	1,184,215	215,061	349,216	1,945,103				
1994	9,337	-	-	13,624	57,706	152,347	-	1,250,956	314,608	503,476	2,302,054				
1995	4,562	-	-	1,613	188,606	158,385	-	1,131,825	221,030	473,885	2,179,906				
1996	3,215	-	6,131	16,709	228,334	197,231	-	1,170,792	156,783	412,352	2,191,547				
1997	1,056	-	3,921	19,233	285,543	183,214	-	1,152,482	193,855	475,306	2,314,610				
1998	1,093	-	4,623	20,153	395,510	200,089	-	998,990	122,225	337,506	2,080,189				
1999	373	-	3,647	26,285	272,613	207,358	-	955,245	100,260	212,742	1,778,523				
2000	818	1,902	-	26,344	424,359	266,377	-	888,296	54,845	112,311	1,775,252				
2001	1,218	404	3,748	22,053	321,622	268,814	-	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	263,510	219,067	1,475,618				
2015	6	-	-	8,425	115,873	25,406	154,066	685,042	231,258	268,448	1,488,523				
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				
2021	-	-	-	5,550	82,749	11,100	192,471	866,853	160,982	229,604	1,549,309				
2022	-	-	1,089	4,577	77,487	14,100	171,221	772,948	106,024	195,157	1,342,603				
2023	-	-	791	-	73,110	11,117	138,939	840,029	106,219	325,999	1,496,204				

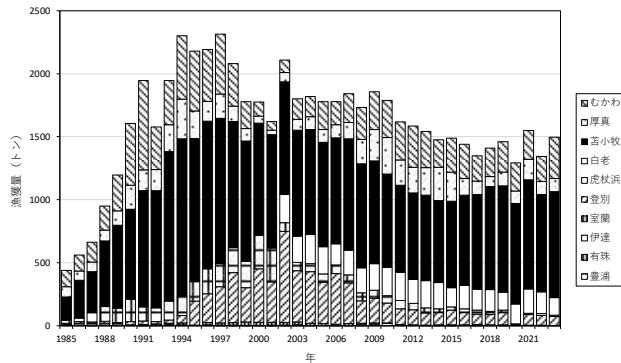


図1 ホッキガイ漁獲量の推移（胆振管内）

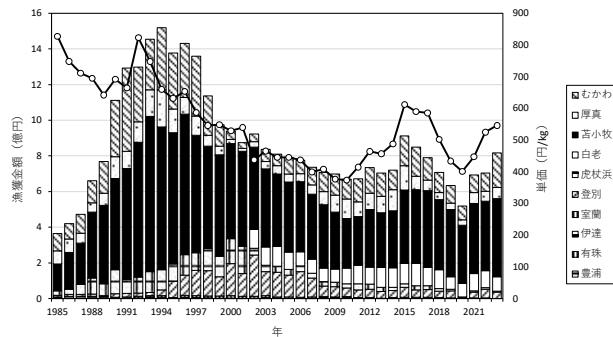


図2 漁獲金額・単価の推移（胆振管内）

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、2023年度は前年より約11%増加し1,496トンとなった（表1、図1）。

2020年度は新型ウイ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。

2022年度は漁獲自粛以前の2019年度に漁獲のあった5漁協全て（いぶり噴火湾、室蘭、いぶり中央、苦小牧、鵡川）から漁獲があった。

2023年度の漁獲金額（海域全体）は前年より16%増の8.2億円であった。平均単価は546円/kgで前年（524円/kg）より上昇した（図2）。

イ 資源量調査

資源量調査の調査結果は例年通り、胆振地区水産技術普及指導所によりとりまとめられ、各組合に報告された。

3. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）

3. 1 放流基礎調査事業（マツカワ放流）

担当者 調査研究部 坂上 嶺
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（2008～2023年度）を用いた。なお、以下の記述における小海区区分は図1に示したとおり。

イ 標本調査

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

ウ 放流効果の把握

以下の手順により解析を行った。

（ア）漁獲物の全長組成

2002～2010年度はえりも以西海域内全37市場

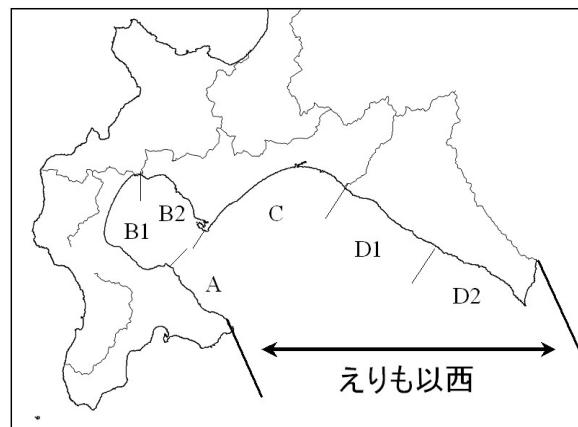


図1 えりも以西海域

アルファベット・数字は小海区を示す

A：渡島（渡島振興局管内太平洋）

B1・B2：噴火湾（渡島・胆振振興局管内噴火湾）

C：胆振太平洋（胆振振興局管内太平洋）

D1・D2：日高（日高振興局管内太平洋西部・東部）

において漁獲物の全長を測定し、月別組成を求めた。2011～2023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

2007～2023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「2023年度資源評価書(マツカワ)」²⁾に記載されている。

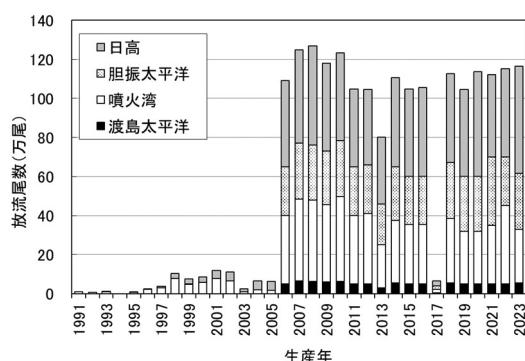


図2 人工種苗放流尾数の推移(えりも以西海域)

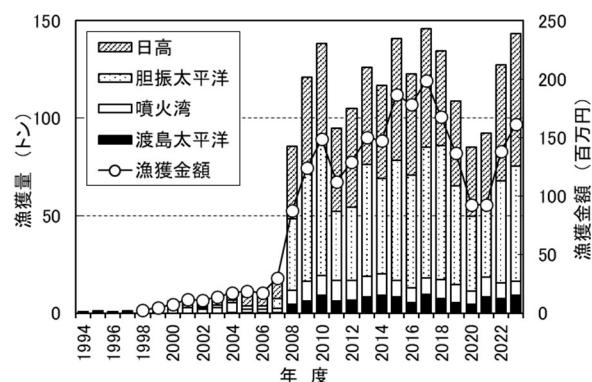


図3 漁獲量および金額の推移(えりも以西海域)

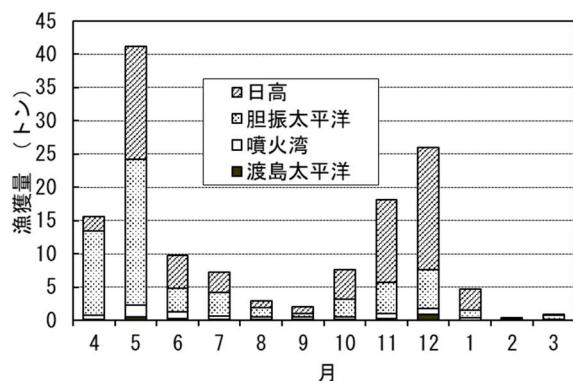


図4 2023年度の小海区別・月別漁獲量

(エ) 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。放流時の種苗の平均全長について集計した。

(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)。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したが2018年度以降100万尾以上の放流を継続しており、2023年度は全長53～112mmの種苗が1地点あたり平均4万尾、計116万尾放流された。

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

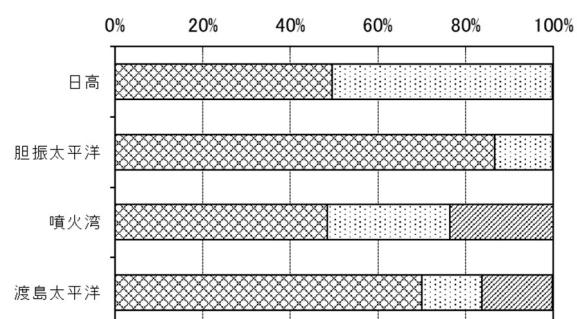


図5 2023年度の漁法別漁獲量比率

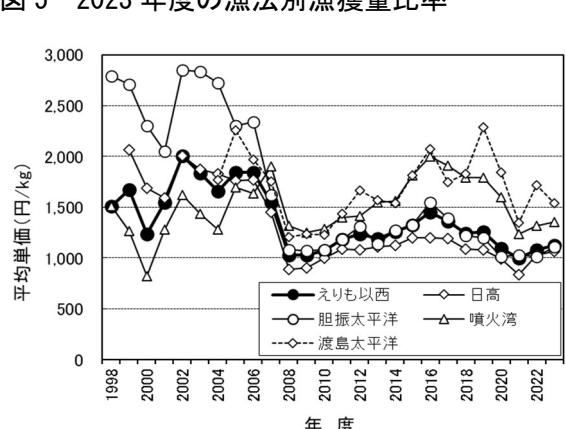


図6 平均単価の推移

2008年度に88トンに急増、以後100～150トン前後で推移した。2023年度は143.2トンと2008年度以降では最低であった2020～2021年度から上昇した2022年度からさらに増加した（図3）。漁獲額は2009～2019年度は1億円台で推移しており、こちらも2023年度は1.61億円に上昇し、2020～2021年度の漁獲量減少に伴う落ち込みから増加している（図3）。

表1 漁獲物・未成魚調査標本概要（2023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	10	1						12				
					雌	7	23	4	1					35				
	胆振太平洋	苦小牧	5・12	刺網	雄	7	29	8	1					45				
					雌	1	18							19				
	鶴川		11	刺し網	雄	11	5							16				
					雌	5	1	1						7				
	日高西部	厚賀	12	刺網、定置網	雄		15	7						22				
					雌		4	1	2	2				9				
	日高東部	荻伏	12	刺網	雄		22	22	1		1			46				
					雌			2	2					4				
漁獲物調査計						雄	19	81	38	2	0	1		141				
						雌	13	46	6	5	4	0		74				

2023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あった。

- ・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）。
- ・胆振太平洋海域では刺し網主体だが、他では定置網類の比率も高い（図5）。

平均単価は、漁獲量が急増した2008年度に約1,000円/kgまで低下した後、やや回復し、近年は1,200～1,400円/kg台で推移したが（図6）、2020～2021年度は1,000円/kg代に低下している。2023年度の平均単価は1,129円/kgであり、単価はわずかに回復傾向が見られる。

イ 標本調査

2023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215尾を購入し、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、2020年度までに6.3万尾まで急減した（図7）。2021年度以降の年齢別漁獲尾数については、再び2歳・3歳魚が主体となっているが、2017年度以前の水準にはまだ戻っていない。

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。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（図7）。

（イ）漁獲回収率

えりも以西海域における2006～2021年度放流群（2017年級群を除く）の漁獲回収率を図8に示した。漁獲回収率は10%前後の高い水準を維持し、6歳まで回収が終了した2006～2016年放流群では8.8～14.7%であった。

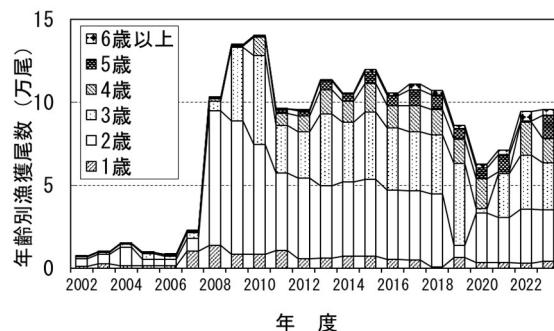


図7 年齢別漁獲尾数の推移（えりも以西海域）

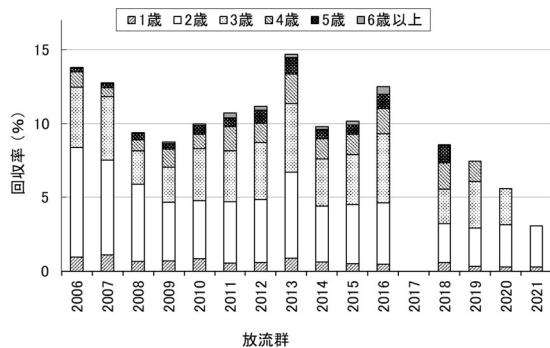


図8 放流年別の漁獲回収率（えりも以西海域）2018年度以降は最高5歳までの暫定値

(ウ) 小型種苗と通常種苗の全長組成

2023年度に主に日高海域で放流された小型種苗(20万尾)の平均全長は50~75 mm (7/25, 7/27の計2回放流)であったのに対し、通常種苗(97.6万尾)は76~112 mm であり、両者の重複は少なかった。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

- 1) Baba K, Sasaki M, Mitsutani N. Estimation of age composition from length data by posterior probabilities based on a previous growth curve, application to *Sebastodes schlegelii*. Can J Fish Aquat Sci 2005;62 : 2475-2483.
- 2) 北海道立総合研究機構水産研究本部. マツカワ（北海道～常磐以北太平洋）. (オンライン), 入手先 <https://www.hro.or.jp/fisheries/research/central/topics/j12s2200000004ss.htm>

4. 赤潮によるウニの大量へい死の実態と資源回復過程の把握

担当者 調査研究部 澱谷明郎

共同研究機関 中央水産試験場資源増殖部

(1) 目的

2021年9～11月に根室～日高管内の太平洋沿岸において、*Karenia selliformis*を主体とした赤潮が発生し、魚類（主にサケ）や無脊椎動物の大量へい死が発生した。この赤潮によってウニ資源及び漁場が受けた被害実態を経時的に詳細に把握する。赤潮の影響度の異なる漁場における天然ウニ資源の回復過程や漁場環境の変化を比較するとともに、人工種苗放流による資源回復効果を明らかにする。

(2) 経過の概要

ア 赤潮によるウニ大量へい死の実態と天然資源の回復過程

赤潮被害の影響の大きいと推定されるえりも町東洋地区と影響が中程度と推定される同町笛舞地区でスクーバ潜水によりウニの生息状況を調査した。2023年度は年3回（6月26日（東洋）、6月27日（笛舞）、10月25日、2024年3月21日）の調査を実施した。6月および10月調査は、調査場所の海底に1m²の方形枠を置き、底質や水深を記録した後、枠内のウニをすべて採集した。3月調査では6、10月調査と同じ調査場所において、ランダムにウニを採集した。

イ ウニ大量へい死後の漁場環境の経時的変化

赤潮被害海域におけるウニの餌料環境や捕食者の分布状況を把握するために、先述のウニ類を対象とした調査（ア）と同じ調査点において、海藻類の繁茂状況や底生生物の生息状況を調査した。さらに水中ドローンにより6月の東洋地区の水深7～8mで約10分、近笛地区の水深8～10mで約20分、10月の東洋地区の水深4～5mで約4分および近笛地区の水深7～9mで約6分の探索を行った。

ウ 人工種苗放流による資源回復効果

赤潮被害海域に放流された人工種苗放流による資源回復効果を確認するために、えりも町東洋地区手助浜の種苗放流区において、ウニの生息状況を調査した。6月および10月調査では、調査場所の5点にお

いて、1 m²方形枠を置き、枠内のウニをすべて採集した。3月調査では6、10月調査と同じ調査場所において、ランダムにウニを採集した。

(3) 得られた結果

ア 赤潮によるウニ大量へい死の実態と天然資源の回復過程

えりも町東洋地区および笛舞地区におけるウニの密度は、赤潮の影響が大きいと推定される東洋地区では、ウニ類（キタムラサキウニも含む）は6月および10月のいずれも全く採集されなかった。また、3月調査時には2名のダイバーで広く探索したが、ウニ類の発見に至らなかった。一方、笛舞地区におけるウニの密度（現存量）は、6月が3.8個/m² (165g/m²)、10月が14.4個/m² (625g/m²) であり、10月には餉集してミツイシコンブ等の海藻を摂餉している状況が確認された。

イ ウニ大量へい死後の漁場環境の経時的変化

6月調査での海藻類の総現存量は、東洋地区では1.8kg/m²、笛舞地区では3.9kg/m²であり、両地ともミツイシコンブ（2年）の現存量が全体の9割近くを占めていた。ウニを含む底生動物の密度は、6月および10月調査とも東洋地区より笛舞地区方が高かった。東洋地区では多板綱（ヒザラガイ類）、ヒトデ綱、ウニ綱の密度が低かった。また、東洋地区では軟甲綱の占める割合が相対的に高かった。水中ドローンによる探索では、ヒトデ類は6月の東洋地区と近笛地区でそれぞれ0個体、20個体、10月の同地区では1個体および6個体確認されたが、ウニ類は確認できなかった。

ウ 人工種苗放流による資源回復効果

東洋地区手助浜では、2022年10月27日にエゾバフンウニ人工種苗を放流しており、その放流区は現在も禁漁となっている。ウニの平均密度は、6月調査では約7.8個/m²だったが、10月調査では34.4個/m²と高かった。3月調査時に殻径20mm未満の個

体が4個体採集された。調査対象とした種苗放流区の周辺（一部重複）では2023年12月4日にも種苗放流が行われており、3月調査時に出現した殻径20mm未満の個体は、2023年放流種苗であると考えられる。各調査で採集したウニの平均殻径（最小～最大）は、6月、10月にはそれぞれ39.0mm(20.4～53.7mm), 40.9mm(27.1～57.2mm)であり、3月には43.4mm(32.7～54.1mm, 2023年放流種苗を除く)に達していた。アの調査結果（東洋地区では生残個体および新規加入個体は見られていない）から、東洋地区手助浜で採集されたウニはすべて放流種苗であると考えられる。

5. 資源評価調査（公募型研究）

5. 1 我が国周辺水産資源

5. 1. 1. スケトウダラ

担当者 調査研究部 高橋昂大

(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、水産庁長官が国立研究開発法人水産研究・教育機構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、国立研究開発法人水産研究・教育機構で担うことが困難な、地域の市場調査、沿岸域の調査船調査等きめの細かい調査、あるいは広い海域において同時に実施する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 5 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）5 回について生物情報収集調査を行った。

本項の結果については、「漁業生物の資源生態調査スケトウダラ」を参照のこと。

イ 生物測定調査

本項の結果については、「漁業生物の資源生態調査スケトウダラ」を参照のこと。

ウ 刺し網漁業の CPUE 調査

道南太平洋でスケトウダラを主に漁獲する漁業であるすけとうだら刺し網の漁獲成績報告書（以下、漁績）および各地区の代表船から提出を受けた操業日誌（以

下、日誌）を基に、月別の CPUE（漁獲量/漁具数）を算出した。漁績に基づく CPUE は 2003 年度から、日誌に基づく CPUE は 2010 年度から集計が可能である。なお、2~3 月は年によっては操業がされていないこともあるため、CPUE は 10~1 月に限定して算出した。

エ 沖底船業務委託による漁獲調査

スケトウダラの分布状況を把握するため、調査船を用いた計量魚探調査と漁獲試験調査を実施しているが、同時に各種漁業が行われているため調査船では漁獲試験が十分に行えない場合がある。そこで沖合底びき網漁船に調査を委託し、スケトウダラ分布状況把握のための補完データを得た。室蘭漁協所属 3 隻および日高中央漁協所属 1 隻により合計 18 回の曳網調査を行い、スケトウダラの尾叉長組成を把握した。

(3) 得られた結果

漁績 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、2023 年度の漁績 CPUE は 1,783 で、2022 年度（1,706）よりやや増加した（図

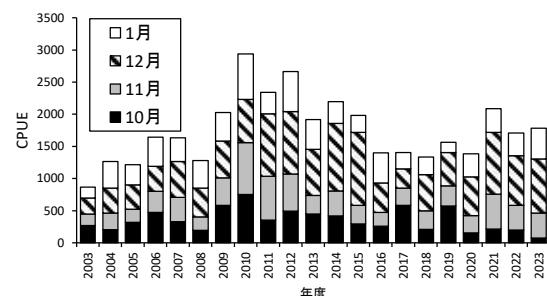


図 1 すけとうだら刺し網の漁績 CPUE（漁獲量/漁具数）

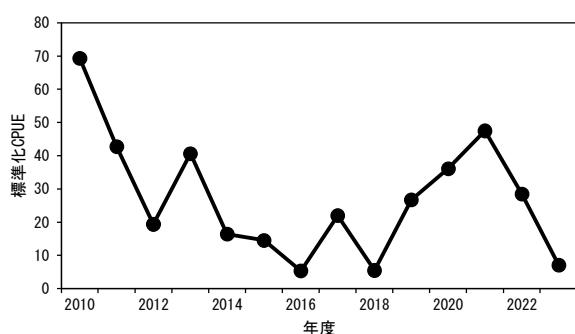


図2 すけとうだら刺し網の操業日誌に基づく標準化CPUE

1)。

操業日誌に基づく標準化CPUEは2010年度は60を上回っていたが、その後、減少して2016年度には5.3となった。2021年度に増加した後、減少し、2023年度は7.05と前年度(28.5)より減少した(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22日から12月11日にかけて合計18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。尾叉長28cm~61cmのスケトウダラが漁獲され、尾叉長の中央値は43.7cmであった。

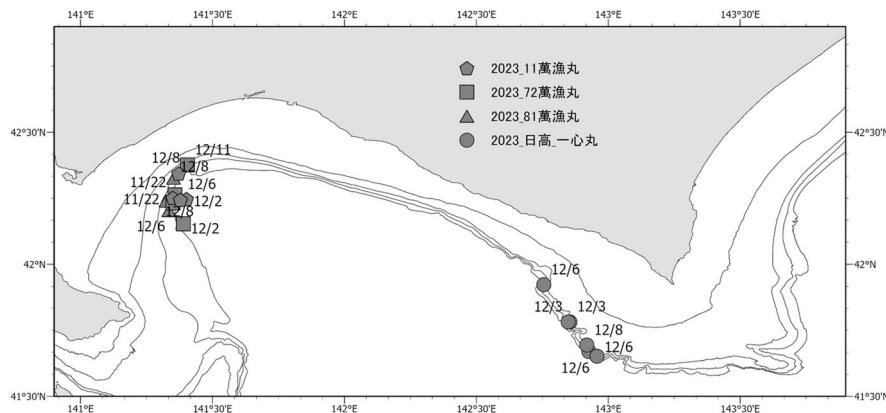


図3 沖底船業務委託調査の曳網位置

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	11月22日	350	52
	12月2日	433	50
	12月6日	401	50
	12月8日	294	50
渡島 胆振	11月22日	373	50
	12月2日	422	50
	12月8日	356	50
	12月11日	268	50
第72萬漁丸	11月22日	364	50
	12月2日	425	50
	12月6日	365	50
	12月8日	330	50
第81萬漁丸	12月2日	308	50
	12月2日	384	50
	12月4日	230	50
	12月4日	244	50
日高 第31一心丸	12月6日	214	50
	12月6日	255	50

5. 1 北海道水産資源管理協議会

担当者 調査研究部 佐野 稔・
渡野邊雅道・瀧谷明朗・安宅淳樹・
坂上 嶺・高橋昂大・高原英生・葉原康裕

(1) 目的

北海道資源管理計画の評価・検証及び改善にあたり、科学的知見に基づく総合的な検討に資するため、マガレイ、ソウハチ、ハタハタ、ケガニ、シシャモ、マツカワ、ツブ類、ミツイシコンブ、ウバガイについて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を収集する。

を実施しデータを収集した。

ウ 漁船活用調査

シシャモについて、2023年5月、8月、10月、11月にえりも以西海域の計9隻のししゃもこぎ網漁船を用船して、CPUEおよび標本採集を行い、データを収集した。

(2) 経過の概要

ア 漁獲情報収集調査

マガレイ、ソウハチ、ハタハタ、ケガニ、シシャモ、マツカワ、ツブ類、ミツイシコンブ、ウバガイについて、水揚げ伝票等から漁法別の漁獲量や努力量を収集する。

イ 生物情報収集調査

ソウハチ、ハタハタ、シシャモ、マツカワについて、漁獲物標本を購入し、生物測定を実施する。

ウ 漁船活用調査

シシャモについて、えりも以西海域のししゃもこぎ網漁船を用船して、CPUEの把握や標本採集を行う。

(3) 得られた結果

ア 漁獲情報収集調査

マガレイ、ソウハチ、ハタハタ、ケガニ、シシャモ、マツカワ、ツブ類、ミツイシコンブ、ウバガイについて、計11組の漁獲量および努力量のデータを収集した。

イ 生物情報収集調査

ソウハチは1305個体、ハタハタは460個体、シシャモは4313個体、マツカワは214個体について、生物測定

5. 3 資源管理手法開発調査

5. 3. 1 シシャモ道南太平洋

担当者 調査研究部 安宅淳樹

協力機関 北海道大学フィールド科学センター

北海道栽培漁業振興公社

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書静内支所

栽培水産試験場栽培技術部

(1) 目的

えりも以西海域のシシャモについて、魚群探知機を用いて、体長110mm以上の個体の広範囲な分布および現存量の推定が可能な調査手法の開発を目的とする。

(2) 経過の概要

ア 可搬式の魚群探知機の運用ノウハウの蓄積

春季（5～6月）に3海域（安平川沖、鶴川沖、厚賀沖）、秋季（11月）に3海域（安平川沖、鶴川沖、富浜沖）で株式会社AquaFusion社製の可搬式の高解像度魚群探知機（AquaMagic）を用いたシシャモ音響資源調査を行い、音響データの取得に必要な諸条件（船速、波高、漁船の魚群探知機や潮流計の干渉、調査用の魚群探知機の設置方法や場所など）を整理した。

イ シシャモと同所に分布する魚類の音響特性の把握

秋季（11月）の音響調査と同時にししゃもこぎ網による曳網調査を実施し、シシャモと同所に分布する有鱈魚を把握し、優占種の体サイズを計測した。これらの優占種の音響特性を既往知見から整理した。

(3) 得られた結果

ア 可搬式の魚群探知機の運用ノウハウの蓄積

波高1.0m以下、船速5.5ノット以下、振動子を水深90cmに固定、漁船の魚群探知機、ソナーおよび潮流計

を切った条件で、安定的な音響データが得られた（図1上）。漁船のプロッターと船舶無線の音響データへの干渉は見られなかった。一方、調査で得られた音響データを株式会社AquaFusion社製のソフト（MagicView）で解析したところ、解析前のエコーラムで魚群反応と推測された音響データをノイズとして扱うことが多かった（図1下）。

イ シシャモと同所に分布する魚類の音響特性の把握

音響調査と同時に9回の曳網調査を行い41魚種を採取した。そのうち18種が有鱈魚であり、これらの音響特性の既往知見を表1に整理した。曳網調査で得られた各魚種の平均体長と既往知見のTS換算式から平均TSを推定したところ、チカは-40.0dB、キュウリウオは-43.7dB、マアジは-50.1dB、マイワシは-47.7dBであった。

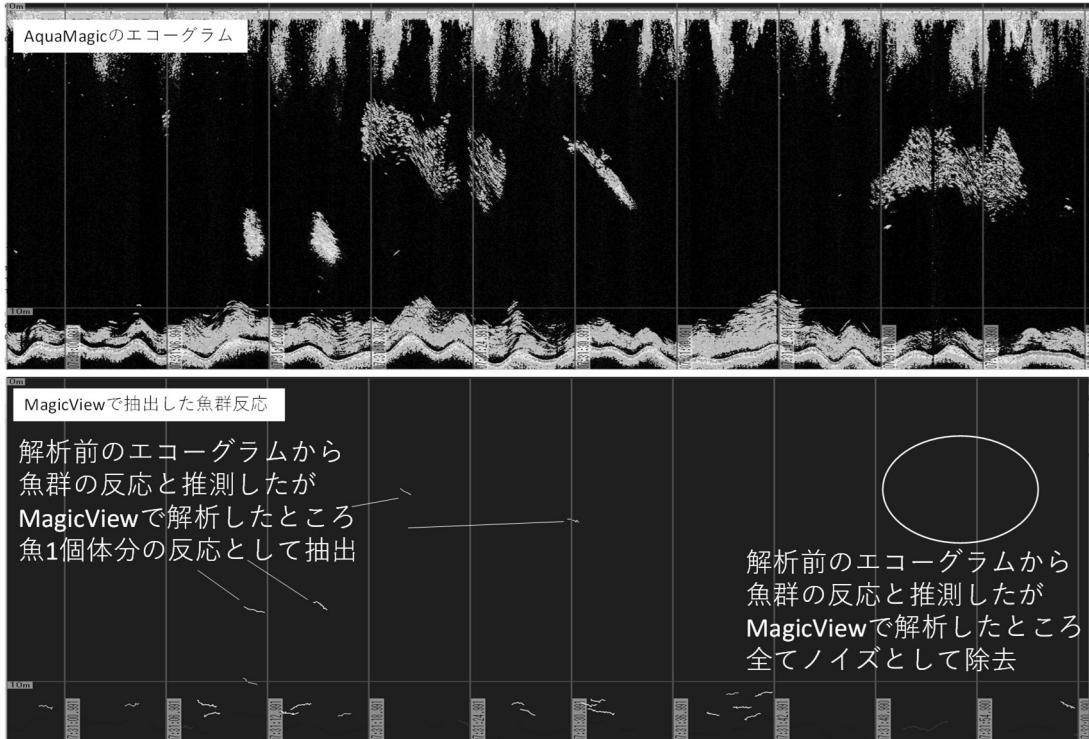


図1 AquaMagicで得られたエコーグラム（上図）とMagicViewで解析した魚群の抽出結果（下図）

表1 動網調査で採取した有鱗魚とそれらの音響特性に関する既往知見

種名	曳網調査で得られた結果		音響特性の既往知見			
	採取尾数	平均体長 (mm)	平均TS (dB) 換算式	周波数 (kHz)	供試魚の体長 (mm)	出典
シシャモ	3616	130				
カタクチイワシ	1837		64.2 log(L) - 100.0	200	30~60	Kim et al. (2023)
チカ	1631	91	20.0 log(L) - 59.2	200	40~65	Iida et al. (1998)
キュウリウオ	1460	162	19.9 log(L) - 67.8	120	50~150	Rudstam et al. (2003)
シログチ	221	79				
マアジ	121	108	19.2 log(L) - 69.9	200	75~130	中村ら (2013)
マイワシ	36	159	20.0 log(L) - 71.7			Pyrounaki et al. (1998)
カマスsp.	33	167				
コマイ	24					
マサバ	23		20.0 log(L) - 59.6	120	175~340	Zhu et al. (2024)
ニシン	19		20.0 log(L) - 69.7	120	215~325	Yoon et al. (2021)
シマゾイ	9					
ドンコ	8					
クロソイ	6		19.4 log(L) - 70.5	70	175~320	李 (2006)
マフグ	4		20.0 log(L) - 70.7	200	35~50	Iida et al. (1998)
カナガシラ	1					
スケトウダラ	1		26.6 log(L) - 74.0	70・120	50~100	貞安 (2005)
ホウボウ	1		20.0 log(L) - 70.2	70	195~270	Lee (2010)

5. 3. 2 ツブ類

担当者 調査研究部 高橋昂大・葉原康裕

(1) 目的

ツブ類の資源回復、資源管理を推進するために、地域ごとの種組成、種別の漁獲量を明らかにするとともに、日高地区において重要種であるエゾボラの資源評価の単位を明らかにし、種を単位とした資源評価の基盤を構築すること目的とする。

(2) 経過の概要

ア 漁獲物の銘柄と種の対応関係の解明

日高地区で2023年8月に11銘柄68個体の標本を収集し、形態学的分類による種判別を行った。全標本についてDNA解析用の試料を採取した。日高地区水産指導所集計の銘柄別漁獲量データの収集を行った。

イ 北海道周辺海域におけるツブ類の地理的鉛直的分布の解明

北海道周辺におけるツブ類の地理的鉛直的分布の記載のため試験調査船（金星丸、北洋丸、北辰丸）のトロール調査等において採集されたツブ類の種と水深の記載を行った。さらに、SM採泥器を用いた採泥調査を行った。

(3) 得られた結果

ア 漁獲物の銘柄と種の対応関係の解明

ひだか漁協において水揚げされたツブ類11銘柄（Aピン、A小、A中、A大、Bピン、B小、B中、B大、イソツブ、ゴマツブ、ケツブ）について、形態学的分類による

種判別を行った。形態学的特徴から、銘柄Aピン、A小、A中、A大は、*Neptunea polycostata*（エゾボラ）、銘柄イソツブは、*Neptunea heros*（アツエゾボラ）、銘柄ゴマツブは、*Buccinum verkruezeni*（オオカラフトバイ）、銘柄ケツブは、*Fusitriton oregonensis*（アヤボラ）の1種ずつであるとされた。銘柄Bピン、B小、B中、B大は、*Neptunea intersculpta*（エゾボラモドキ）、*Neptunea lyrata*（ウネエゾボラ）が含まれている可能性が高いが、形態学的特徴では判別が難しく、その他にも複数種含まれる可能性も考えられた。この銘柄に関しては、今後、採取したDNA試料など、他の判別手法も含め検討する。得られたツブ類11銘柄68サンプルについて、DNA解析用の試料を採取し、DNA試料として保存した。

日高地区水産指導所集計の銘柄別漁獲量データの収集を行った。日高地区3漁協の2016年1月から2023年12月のつぶかご漁業による銘柄別漁獲量を図1に示した。銘柄は漁協ごとに違いがみられ、ひだか漁協では3銘柄、日高中央漁協では10銘柄、えりも漁協では13銘柄が集計された。

イ 北海道周辺海域におけるツブ類の地理的鉛直的分布の解明

2023年6月に試験調査船金星丸でソリネットを用いた底生生物採集調査とSM採泥器を用いた採泥調査を行った（図2）。底生生物採集調査では、新ひだか町～えりも町の沖合、水深90～130mで計5曳網し、産業重要種

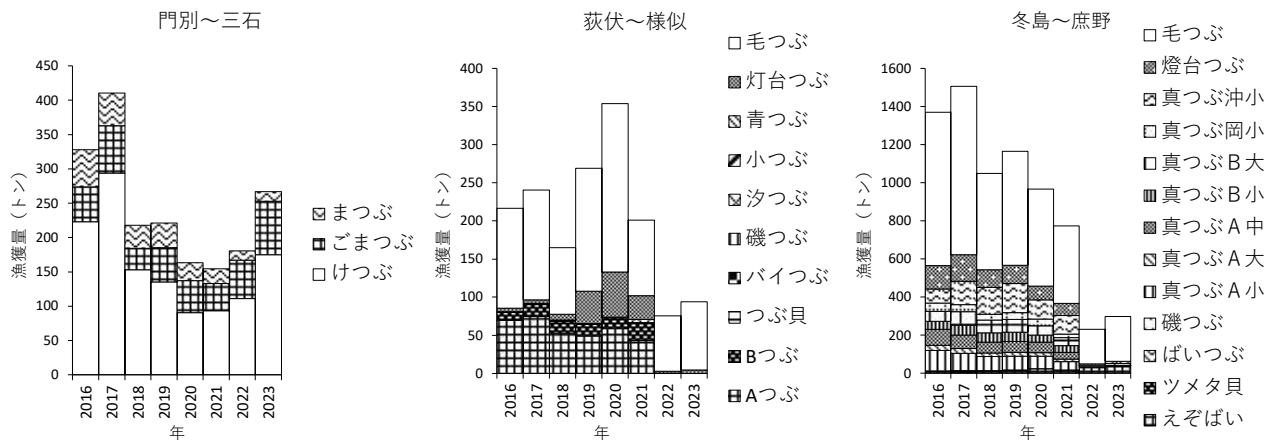


図1 日高地区3漁協で集計されたつぶかご漁業による銘柄別漁獲量

となるツブ類としては、*F. oregonensis*（アヤボラ）の生貝が43個体得られた。採泥調査では、新ひだか町～えりも町の沖合、水深102～305mで計13地点実施した。粒度の組成については、主に砂、シルトで構成されている地点がほとんどであった（図3）。

2023年7月に試験調査船北辰丸では、ソリネットの枠内に簡易ドレッジを追加で取り付け曳網し、底生生物と底質の採集調査を実施した（図2）。えりも町の沖合、水深200～400mで、産業重要種として*F. oregonensis*（アヤボラ）2個体、エゾバイ科大型種としては*Clinopegma magnum damon*（ヤゲンバイ）2個体の生貝が

得られた。

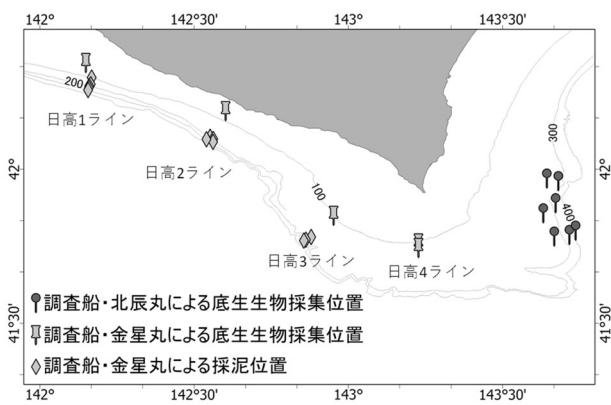


図2 試験調査船金星丸・北辰丸による底生生物の採集位置

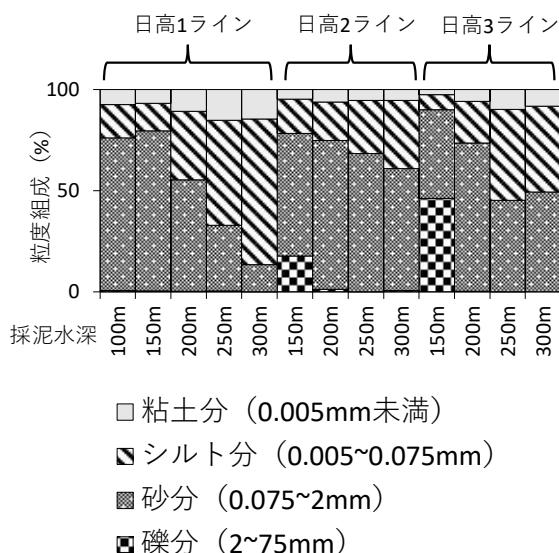


図3 試験調査船金星丸により採集した底質の粒度組成

6. 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 高橋 昂大
 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
 水産研究・教育機構、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。

イ スケトウダラの分布と環境要因

2008～2022 年の計量魚探調査結果から 10 m 層毎に NASC 値と登別沖の水温を集計した。

（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 300 m 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 200～300 m 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

～400 m 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 年度以降は CPUE が低いエリアが増大するとともに、特に 11 月における漁場として 400 m 等深線付近の深場を利用する傾向が続いていた。2023 年度の月ごとの漁場位置は（図 2），10 月は 300～400 m 帯の利用が多く、すべての区画が 1 日 1 隻 3 トン未満であった。12 月になると 100 m 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。

イ スケトウダラの分布と環境要因

11 月における道南太平洋海域でのスケトウダラ産卵親魚の水深 10 m 每の魚探反応量から総反応量の 50% となる水深を算出し、分布中心の水深とすると、2008 年から 2022 年で分布中心の水深が深くなる傾向がみられた（図 3）。登別沖の観測定点における水深 200～500 m の 100 m 每の水温を図 4 に示した。経年的な変化傾向の有無を Mann-Kendall 検定により確認した結果、水深 200 m, 300m では、水温に経年的な有意な変化は認められなかつたが ($P > 0.05$)，水深 400 m, 500 m では有意差が認められ ($P < 0.05$)，昇温傾向であった。11 月における道南太平洋海域でのスケトウダラ産卵親魚は適水温帯に生息できるよう生息水深を深場に変化させている可能性が考えられた。

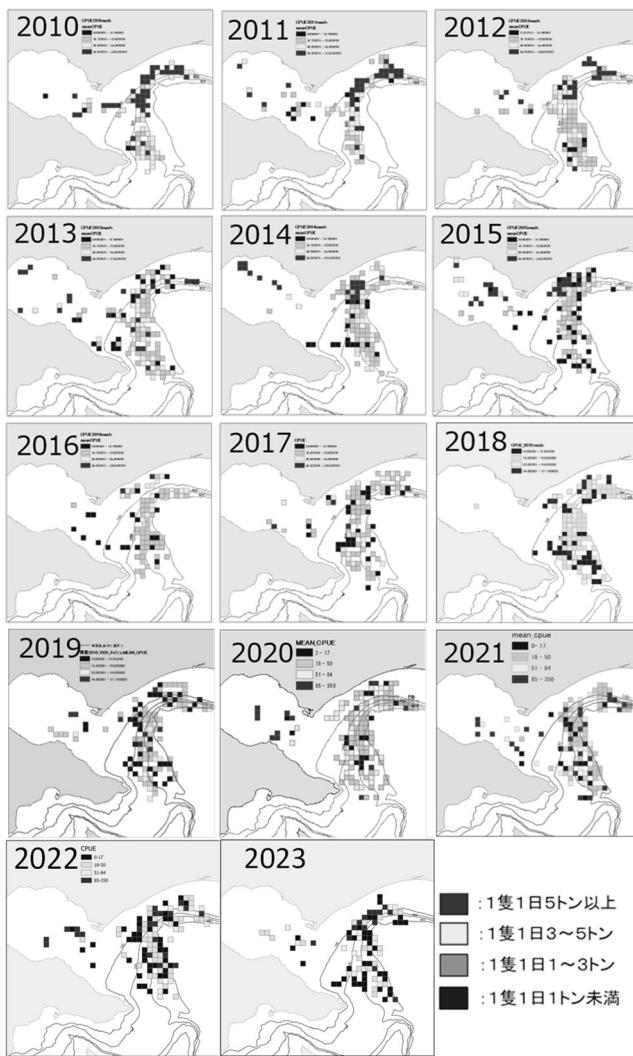


図1 年度ごとの緯度経度 1分メッシュごとの平均 CPUE (2010~2023 年度)

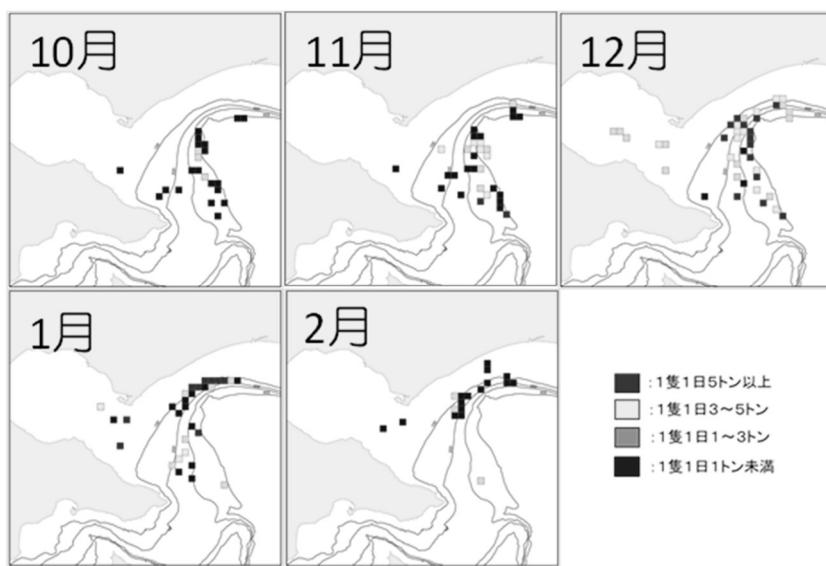


図2 月ごとの緯度経度 1分メッシュごとの平均 CPUE (2023 年度)

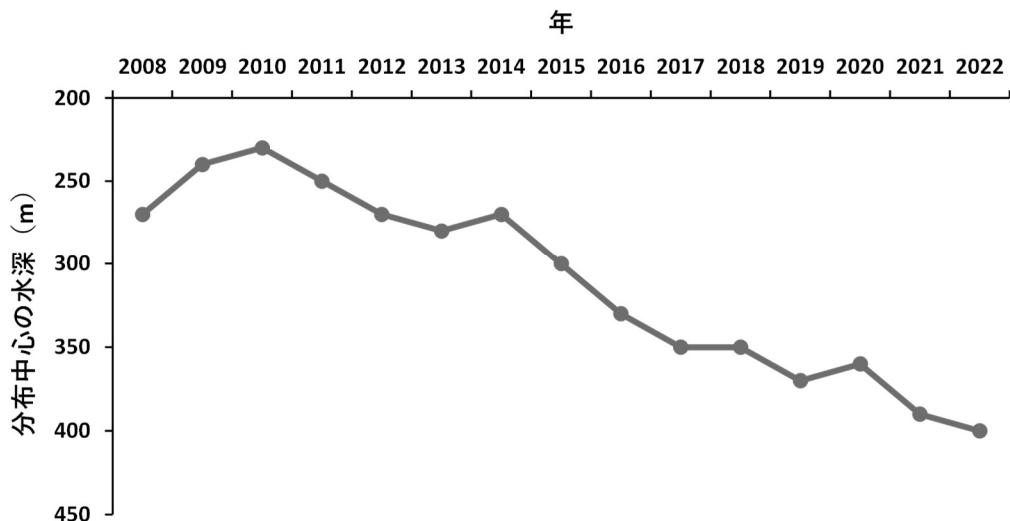


図3 道南太平洋における魚探反応量から算出した分布中心の水深の推移（11月調査船調査）

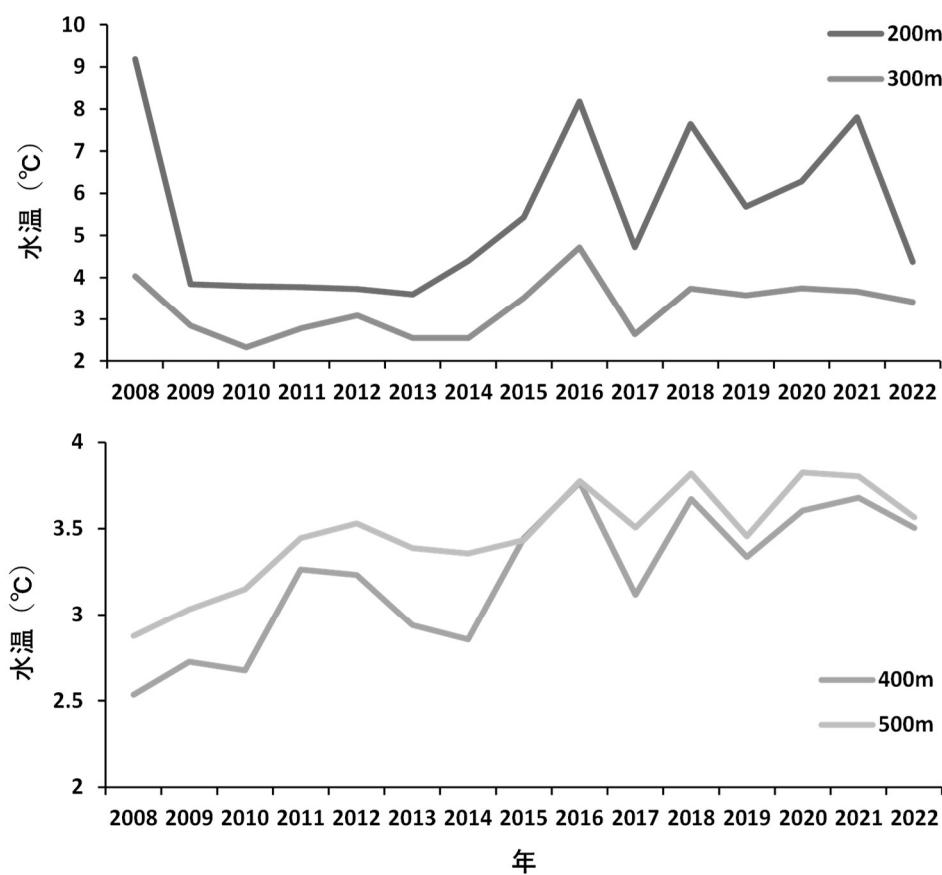


図4 道南太平洋（登別沖）における100m毎の水温の推移（11月調査船調査）

7. 漁場環境改善緊急対策事業 北海道太平洋沿岸における赤潮の新規原因プランクトンの影響調査および発生予察手法等の開発（公募型研究）

担当者 調査研究部 **棄原廉裕 安宅淳樹 坂上嶺 高橋昂大**

共同研究機関 中央水産試験場 函館水産試験場 釧路水産試験場 水産研究・教育機構

（1）目的

2021年9月に北海道東部太平洋で大規模に発生した赤潮は、サケ類、ウニ類などの有用水産生物のへい死の主要因と考えられる。赤潮による漁業被害を軽減するためには、モニタリングを実施して原因となるプランクトンの出現・増殖を早期に捕捉することが重要と考えられる。昨年より広域的な採水調査・分析などによる赤潮原因プランクトンの発生把握や海洋環境を観測できるモニタリング機器の導入・整備を進め、赤潮発生時の環境要因の把握、これら機器による観測精度向上に必要な体制を整えてきたところにあるが、機器の精度検証や海洋環境データの利用など、効率的・効果的な機器の活用やモニタリング体制を確立するには至っていない。また、各沿岸域の現場モニタリング担当者への原因プランクトン種同定等に係る技術移転がなされておらず、原因プランクトンが出現した際の初動対策を講じるための体制整備も不十分な状況にある。

（2）経過の概要

ア 水中ドローン調査

エゾボラを主体としたツブ類が大規模な被害を受けたと考えられるえりも岬周辺漁場を重点的に調査し、ツブ類資源の現状を把握するため、2023年10月に水中ドローンによる海底撮影調査を実施した。水中ドローンはChasing M2 Pro（図1）を使用した。

イ 底生生物調査

簡易ドレッジ（図2）により底生生物および底質を採取する。調査は2023年10月に実施した（図3）。

（3）得られた結果

ア 水中ドローン調査

2023年10月にえりも岬沖において実施した撮影調査を実施した。撮影時間は42分49秒であり、撮影時の海底付近は透視度が低く。撮影画像からエゾボラ生貝は未



図1 使用した水中ドローン



図2 使用した簡易ドレッジ

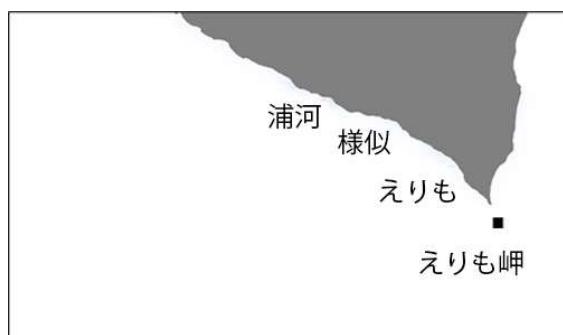


図3 えりも岬沖調査海域 ■：調査点

確認であった。あり、エゾボラ資源は低水準と推測された（図4）。

イ 底生生物調査

顕微鏡による底質サンプルの観察では珪藻類の被殻がわずかに観察されたが赤潮関連プランクトンは未確認であった。

底生生物調査の結果、表在性マクロベントスとして優占していたクモヒトデ類は未確認であり、エゾボラ生貝は未採集であった。未確認であった。海底土壤サンプル（2点）に関しては、土粒子の密度、粒度組成、強熱減量、土壤pHに関して分析を実施した。

ツブ漁場に関する比較可能な過去のデータがないため、一部のホタテガイ漁場と比較した結果、ツブ漁場底質はシルト分と粘度分の比率が高く、最大粒径も小さいため、土壤の粒度が細かい傾向が見られた。土壤pHに関しては海水のpHと比較してやや低い傾向が見られた。

水中ドローン調査および底生生物調査の結果、エゾボラ資源は低水準と推測された。ツブ類全般が *Karenia selliformis*への感受性を持ちへい死に至る可能性が高

く、2021年秋季に確認された漁業被害は、赤潮によって引き起こされた疑いが濃厚であるため、今後も地元と協力することで、ツブ類漁場のモニタリングを継続予定である。

水中ドローンによる漁場撮影技術に関しては、定量性が今後の技術的課題である。

研究成果の一部は以下の通り公表済みである。

北海道日高湾東部および襟裳岬沖の底生軟体動物相
葉原康裕・高橋昂大・安宅淳樹・坂上 嶺 日本貝類学会 令和6年度大会 2024.4.13-14.



図1 撮影映像例 ▼は堆積物食二枚貝 (*Macoma*属) の死殻

表1 底質分析結果の平均値（2022～2023年）

土質分析値	ツブ漁場
土粒子の密度 g/cm ³	2.630
石分 (7.5 mm以上) %	0.000
礫分 (2～7.5 mm) %	0.000
砂分 (0.075～2 mm) %	42.986
シルト分 (0.005～0.075 mm) %	51.200
粘土分 (0.005 mm未満) %	5.814
最大粒径 mm	1.671
均等係数 Uc	7.291
強熱減量 %	5.111
土壤pH	7.893

8. 噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験

8. 1 夏季沿岸海洋環境調査

担当者 調査研究部 瀧谷明朗

共同研究機関 函館水産試験場 北海道大学

協力機関 渡島北部地区・胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖では、稚貝の成育不良などが夏季の環境と関わっている可能性が指摘されており、漁業関係者から夏季の噴火湾の環境について調査の要望がある。そこで、栽培水試では夏季に伊達沖で採水と環境調査を実施している。

(2) 経過の概要

ア 調査地点と調査時期

調査地点は伊達市沖のホタテガイ養殖施設近傍の St. 1 ~4 である（図 1）。調査は 2023 年 7 月 20 日、8 月 9 日と 9 月 21 日の 3 回実施した。

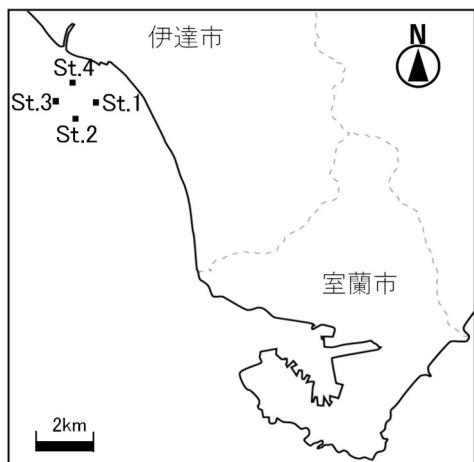


図 1 調査地点

イ 調査項目

各調査地点では、メモリーCTD (ASTD103 : JFE アドバンテック株式会社) を用いて、水深 1 m ごとの水温、塩分および溶存酸素濃度を測定した。また St. 3 ではバンドン採水器を用いて、水深 0 m, 10 m, 20 m と海底水深より 5 m 浅い水深で採水を行った。採水した海水は速やかに褐色瓶に保存し、冷蔵状態で函館水試へ送った。

(3) 得られた結果

図 2 に水温、塩分および溶存酸素濃度の鉛直分布を示した。8 月 26 日には水深約 5 m に塩分躍層が確認されたが、これ以外では明瞭な躍層は確認されなかった。

採水した海水は函館水試でクロロフィル a や栄養塩の濃度測定とプランクトン検鏡に供試された。

これらの観測結果および海水の分析結果は、函館水試が調査速報として函館水試の HP に掲載するとともに、ホタテガイ養殖に夏季の環境が及ぼす影響を明らかにするためのデータとして活用している。

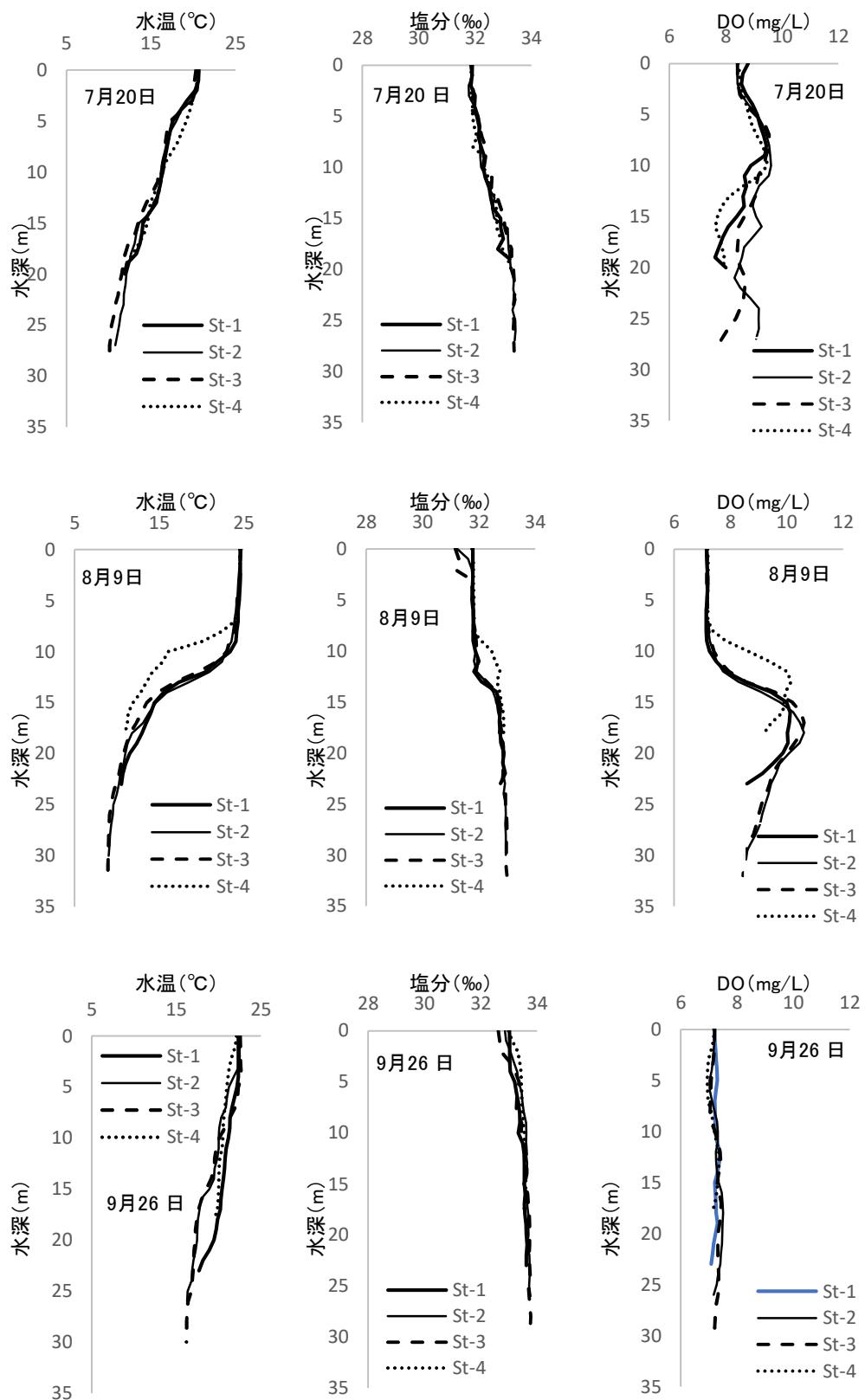


図2 噴火湾の伊達沖で観測された水温、塩分および溶存酸素濃度の鉛直分布

9. 溫暖化が進む北海道周辺海域におけるマアジの来遊過程の解明に向けた研究（職員研究奨励事業）

担当者 調査研究部 安宅淳樹

(1) 目的

北海道太平洋沿岸においてマアジ当歳魚および成魚の分布状況と海洋環境との関係を分析することでマアジ生息域としての現状評価を行い、温暖化シナリオにより北海道周辺海域でマアジ漁獲量が増加する年代とその海域を推察することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア 全道の漁業協同組合へのアンケート調査

全道の漁業協同組合およびその支所に、マアジの漁獲や混獲などの有無、時期、漁法、量、体サイズについて、郵送にてアンケート調査を実施した。

イ マアジ標本の生物測定調査

アンケート調査でマアジの混獲や水揚げのある代表的な漁業協同組合とししゃもこぎ網調査で混獲されたサンプルを入手し、生物測定調査を実施した。

ウ 粒子追跡モデルによる輸送経路の推定

マアジ当歳魚の北海道沿岸への来遊および越冬海域への移動は、主に海流による受動輸送と仮定し、粒子追跡モデルを用いて、北海道沿岸までの北上経路と越冬海域までの南下経路の推定を行った。

(3) 得られた結果

ア 全道の漁業協同組合へのアンケート調査

全道123箇所の漁業協同組合およびその支所にアンケート調査を実施した結果、63箇所から回答があり、そのうち27箇所でマアジの分布情報が得られ、18箇所では水揚げ販売した実績があった（図1）。太平洋側は散布漁業協同組合、日本海～オホーツク海側は枝幸漁業協同組合の沿岸まで小型個体が分布する情報を得られた。水揚げ販売は、

6～9月頃に津軽暖流水が優占する渡島管内の南かやべ周辺および後志管内の余市周辺の定置網で漁獲されたものが中心で、その他は大型個体が偶発的に混獲された際に雑魚として販売される程度であった。

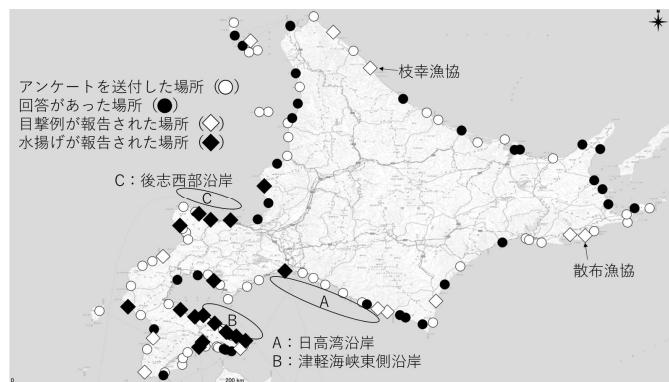


図1 漁業協同組合へのアンケート調査結果

イ マアジ標本の生物測定調査

10月中旬と12月上旬に津軽海峡東側沿岸（南かやべ漁業協同組合）、10月中旬に後志西部沿岸（余市郡漁業協同組合）の定置網、9月上～中旬と11月上～下旬に日高湾沿岸（苦小牧漁業協同組合、鶴川漁業協同組合、ひだか漁業協同組合）のししゃもこぎ網調査からサンプルを得て、1330個体の尾叉長と体重を計測し（図2）、898個体から耳石を摘出した。津軽海峡東側沿岸で採集された個体の平均値は113 mm、日高湾沿岸では90 mm、後志西部沿岸では137 mmだった。13個体について耳石日周輪を観察したところ、尾叉長92～163 mmの個体は92～177日齢の間の当歳魚であった（図3）。尾叉長の測定結果を用いて、先行研究の関係式（ $\text{日齢} = 10.9 \times \text{尾叉長} - 5.87$ ）に従って¹⁾、底生生活へ移行した日（尾叉長30 mm、すなわち孵化後28日齢へ達した日）を推定した。各海域で底生生活に移行したピークは津軽海峡東側沿岸で採集された個体は8月29日～9月17日頃、日高沿岸の個体は7月10日～7月29日頃と8月9日～8月28日頃、後志

西部沿岸の個体は6月20日～7月9日頃とそれぞれ推定された（図4）。これらの結果から、北海道で水揚げされるマアジの大部分は6～9月頃に津軽暖流水が優占する沿岸域の定

置網で漁獲される当歳魚であることが分かった。

ウ 粒子追跡モデルによる輸送経路の推定

北海道沿岸域にマアジ当歳魚が来遊した北上経路の推定にあたり、孵化後に浮遊生活を終了して底生生活に移行するまでの日数を28日間と定義し、追跡期間を28日間、シミュレーションの開始日付を図4から津軽海峡東側沿岸は9月7日、日高湾沿岸は7月19日と8月18日、後志西部沿岸は6月29日として各海域で採集された個体の北上経路と産卵海域を推定した。ただし、現状では2023年の海洋モデルは利用できなかったため、直近で利用可能な2021年の海洋モデルを利用した粒子追跡モデルを利用して暫定的な推定となった。津軽海峡東側沿岸で採集された個体は噴火湾～日高湾周辺海域（図5）、日高湾沿岸で採集された個体のうち6月下旬～7月中旬頃の孵化群は三陸沖（図6）、7月下旬～8月上旬頃の孵化群は主に日本海側の東北沖から津軽海峡を通って輸送されたと推定された（図7）。また、後志西部沿岸の個体は奥尻～積丹岬の沖合域から輸送されたと推定された（図8）。アンケート調査と生物測定調査の結果から、繁殖能力のあるマアジ成魚は北海道沿岸に殆ど分布しないと考えられたため、津軽海峡東側沿岸と後志西部沿岸で採集された個体の産卵海域の推定結果は信頼性が低いと考えられた。今後、2023年の海洋モデルを利用した粒子追跡モデルを用いることで推定結果の妥当性を改善できるかもしれない。

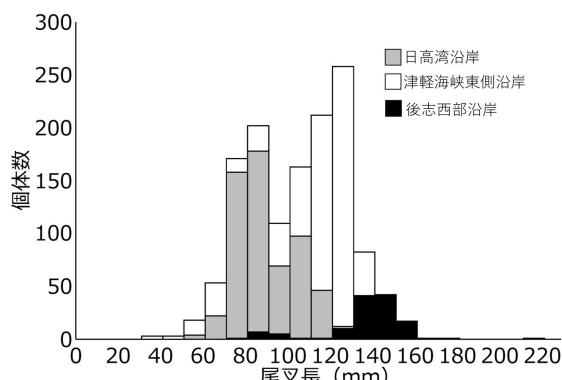


図2 マアジ標本の尾叉長

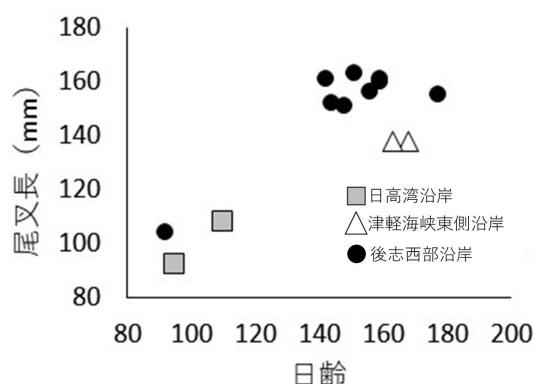


図3 耳石日周輪から分析した日齢と尾叉長の関係

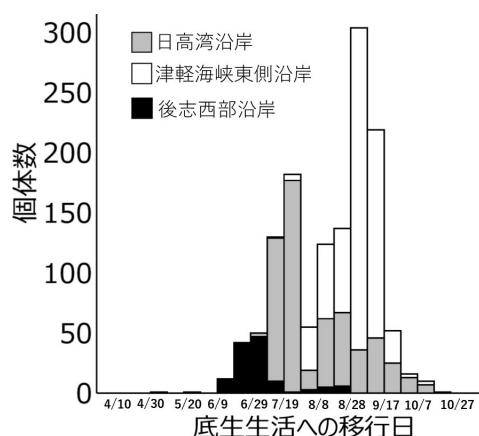


図4 先行研究¹⁾から推定した浮遊生活から底生生活への移行日



図5 津軽海峡東側沿岸で採集された個体の産卵海域



図 6 日高湾沿岸で採集された個体のうち 6 月下旬～7 月中旬頃の孵化群の産卵海域



図 7 日高湾沿岸で採集された個体のうち 7 月下旬～8 月上旬頃の孵化群の産卵海域

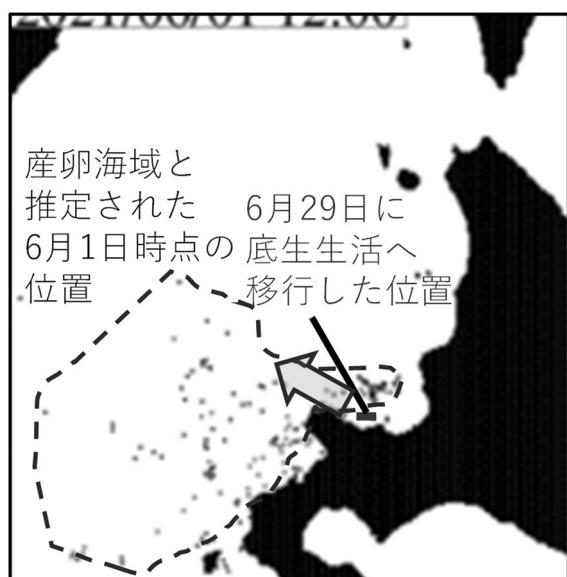


図 8 後志西部沿岸で採集された個体の産卵海域

冬季に 10°C 以上の暖水が分布する海域を越冬海域と定義し²⁾、2021 年の海洋モデルを利用した粒子追跡モデルを利用して暫定的なマアジ当歳魚の南下経路と越冬海域を推定した。気象庁の沿岸水温データ（津軽海峡の東側、後志西部沿岸、胆振中・東部沿岸）の旬別値が 10°C を下回る直前に南下を開始したと仮定し、南下開始日は津軽海峡東側沿岸と後志西部沿岸で 12 月 21 日、日高湾沿岸で 12 月 1 日とした。粒子追跡モデルによると、津軽海峡東側沿岸と日高湾沿岸に分布した個体の一部は冬季も 10°C 以上の暖水が分布する三陸沿岸まで受動的に輸送された（図 9、図 10）。一方、後志西部に分布した個体は石狩沿岸～宗谷沖合の水温 10°C 未満の海域へと受動的に輸送された（図 11）。北海道沿岸に分布するマアジ当歳魚が能動的に越冬海域まで南下回遊できるか不明だが、少なくとも道南太平洋沿岸に分布する個体の一部については、受動的に三陸沿岸まで輸送されて越冬している可能性がある。本事業では実施できなかったが、標識放流調査を行えば、越冬海域に南下しているか確認できるかもしれない。

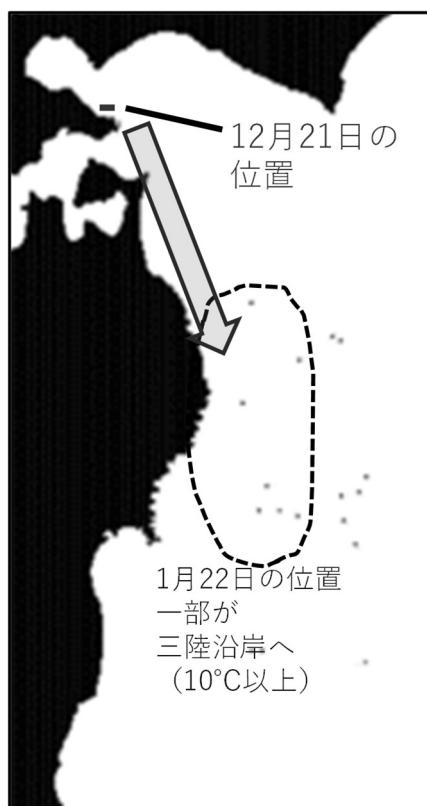


図 9 津軽海峡東側沿岸で採集された個体が冬季に輸送された海域

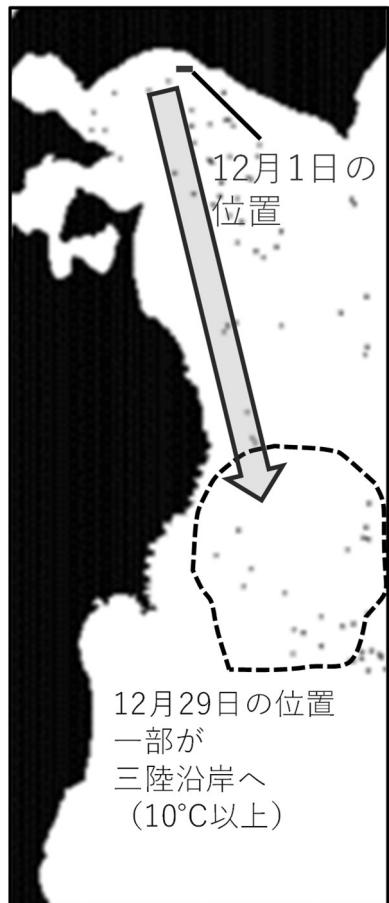


図10 日高湾沿岸で採集された個体が冬季に輸送された海域

(4) 参考文献

- 1) 中尾拓貴, 内海訓弘, 西山雅人, 斎藤真美. 大分県沿岸域におけるマアジ卵の出現と沿岸に加入した当歳魚の孵化月推定について. 黒潮の資源海洋研究 2015 ; 16 : 53-58.
- 2) 山田鉄雄. 日本海におけるマアジの分布と漁場に関する考察. 長崎大学水産学部研究報告 1969 ; 28 : 111-130.



図11 後志西部沿岸で採集された個体が冬季に輸送された海域

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	4月	大樹町	漁業者、漁協職員	10	サクラマス海面養殖の種苗投入について情報提供	山崎・佐藤
技術指導	5月	場内	漁協職員	2	アサリ養殖技術指導	川崎
技術指導	5月	せたな町	漁業者、漁協職員	10	ニジマス海面養殖水揚げおよび測定の技術指導	山崎・井上・長谷川
技術指導	5月	大樹町	漁業者、漁協職員	8	サクラマス海面養殖の種苗投入について技術指導	山崎・佐藤・井上
技術指導	6月	泊村	漁業者、漁協職員	10	ニジマス海面養殖水揚げおよび測定の技術指導	山崎・井上・長谷川
技術指導	6月	木古内町	漁業者、漁協職員	6	サクラマス海面養殖水揚げおよび測定の技術指導	山崎・清水・川崎・井上
技術指導	6月	知内町	漁協職員	2	クロソイ種苗生産の技術指導	清水、川崎、後藤
技術指導	6月	大樹町	漁業者、漁協職員	12	サクラマス海面養殖の魚体測定	山崎・志田・井上・後藤
技術指導	7月	場内	普及員	1	噴火湾で捕獲されたシラス型魚類の種判別	清水、川崎、後藤
技術指導	7月	せたな町	漁業者、漁協職員	15	ニジマス海面養殖の事業性について話題提供	山崎
技術指導	7月	場内	水族館職員	1	飼育生物の提供	松田・川崎・井上・後藤・岡田
技術指導	7月	WEB(場内)	水産研究・教育機構職員	10	令和5年度二枚貝生産環境研究会開催に係る相談	井上
技術指導	10月	大樹町	漁業者、漁協職員	12	サクラマス海面養殖の魚体測定	山崎・川崎・井上・後藤
技術指導	10月	木古内町	漁業者、漁協職員	4	サクラマス海面養殖用種苗の馴致について技術指導	山崎
技術指導	11月	場内	大学教員、学生	4	クロソイ種苗生産の技術指導	川崎
技術指導	11月	泊村	漁協職員および普及員	4	珪藻培養技術相談およびエゾバフンウニ種苗生産情報	川崎・後藤
技術指導	11月	せたな町役場	漁業者、漁協職員	10	ニジマス海面養殖用種苗の馴致について技術指導	山崎・佐藤
技術指導	12月	福井県小浜市	県職員	1	イワガキ種苗生産技術指導	川崎
技術指導	12月	石川県能登市	県職員	2	イワガキ種苗生産技術指導	川崎
技術指導	12月	知内町	漁協職員	5	クロソイ人工授精技術指導	川崎
技術指導	1月	場内	(株)ホクドー	4	ホタテガイ幼生免疫染色 染色値確認法指導	川崎
技術指導	2月	場内	漁協/指導所	15	貝毒検査キットの使用法の実習	瀧谷・川崎
技術指導	2月	せたな町	漁業者/漁協/振興局	15	ウニ養殖の生産結果および事業性評価について	川崎・長谷川
技術指導	2月	場内	指導所職員	3	コタマガイ蓄養状況調査	川崎
技術指導	2月	知内町	漁協職員	2	人工授精クロソイ飼育管理指導	川崎

1. 2 調査研究部

指導事項	指導月	実施場所又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
マスコミ	5月	場内	道新浦河支局職員	1	日高で漁獲されるオオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	HTB職員	1	日高で漁獲されるオオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	STV職員	1	日高で漁獲されるオオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	BS山陰放送職員	1	オオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	テレビ朝日職員	1	オオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	STV職員	1	オオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	読売新聞職員	1	オオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	北海道新聞職員	1	胆振管内のカレイ類の漁模様について	佐野
マスコミ	6月	場内	NHK札幌職員	1	ヤヤンコンブについて	瀧谷
マスコミ	6月	場内	HBC職員	1	オオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	TBS職員	1	オオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	NHK札幌職員	1	ヤヤンコンブについて	瀧谷
マスコミ	6月	場内	HBC職員	1	オオズワイガニの見分け方について	渡野邊

マスコミ	6月	場内	NHK職員	1 噴火湾で漁獲されたオオズワイガニについて	渡野邊
マスコミ	6月	場内	室蘭民報職員	1 噴火湾ケガニの見通しと混獲されたオオズワイガニにつ渡野邊	
マスコミ	6月	場内	福井テレビ職員	1 ミズダコの人工繁殖について	佐野
マスコミ	6月	場内	NHK札幌職員	1 写真でヤヤンコンブの見分け方について	瀧谷
マスコミ	6月	場内	東京新聞職員	1 オオズワイガニの漁獲状況等について	渡野邊
マスコミ	7月	場内	室蘭民報職員	1 噴火湾外のけがにカゴにオオズワイの入網が少ない理	渡野邊
マスコミ	7月	場内	日本テレビ職員	1 最近のオオズワイガニの漁獲状況等について	渡野邊
マスコミ	7月	場内	北海道新聞職員	1 オオズワイガニの生態や漁獲状況について	渡野邊
マスコミ	8月	場内	BS山陰放送職員	1 最近のオオズワイガニの漁獲状況について	渡野邊
マスコミ	8月	場内	テレビ朝日職員	1 現在のオオズワイガニの被害状況、高気温の影響	渡野邊
マスコミ	9月	場内	読売新聞職員	1 胆振地震後の厚真川の濁りがシシャモに与える影響に	渡野邊
一般相談	9月	場内	荷主協会職員	1 スナガレイの旬の時期について	渡野邊
マスコミ	9月	場内	NHK職員	1 最近のオオズワイガニ漁獲状況について	渡野邊
マスコミ	11月	場内	日経新聞札幌支社職員	1 オオズワイガニの生態等について	渡野邊
マスコミ	11月	場内	NHK浦河支局職員	1 浦河町でのナマコ漁獲量が減った原因について	佐野
マスコミ	1月	場内	HBC職員	1 ニシンの群来のメカニズムについて	瀧谷
マスコミ	2月	場内	HTB職員	1 ニシンの群来のメカニズムやニシンPJの成果等について	瀧谷
一般相談	3月	場内	漁業者	1 オオズワイガニの雌漁獲制限の有効性について	渡野邊
一般相談	3月	場内	函館市役所職員	1 タコ類の養殖の可能性について	佐野

2. 観察来場者等の記録

(令和5年度)
2023年4月～2024年3月

観察来場者

1. 道 内	30 件	123 人	2. 道 外	2 件	7 人
3. 海 外	0 件	0 人	4. 合 計	32 件	130 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	4	11	0	0	4	18	7	12	4	7	19	48
日 高	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
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
オホーツク	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	6	10	1	3	7	13	
後 志	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
檜 山	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
渡 島	0	0	0	0	2	58	0	0	1	2	3	60
計	5	13	0	0	6	76	13	22	6	12	30	123
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	1	5	1	5
京 都 府	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大 阪 府	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
三 重 県	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
計	1	2	0	0	0	0	0	0	1	5	2	7

(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)

R5 年度所属研究員の発表論文等一覧 (2023. 4～2024. 3)

タッチ教示を用いた画像計測支援ツールと水産資源への応用 榎本洸一郎, 戸田真志, 川崎琢真 (栽培水試), 清水洋平 (栽培水試). 情報処理学会論文誌ジャーナル, 2023; 64(7):1173-1181.

Serum lipocalin-like protein in Sebastes rockfish: A novel biomarker for reproductive stage males. Yo Yamaguchi, Takuma Kawasaki, Akihiko Hara, Takashi Todo, Naoshi Hiramatsu. Aquaculture; 583: 740560

Development of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) in sebastes rockfishes for a serum lipocalin-like protein, a potential novel biomarker to detect reproductive males. Yamaguchi, Yo, Kawasaki, Takuma (栽培水試), Hara, Akihiko, Todo, Takashi and Hiramatsu, Naoshi. 12th International Symposium on Reproductive Physiology of Fish. 2023. 5.

クロソイ (Sebastes schlegelii) 雄尿に含まれるリポカリンタンパク質のアンドロゲンによる産生制御について. 山口 翼, 川崎 琢真 (栽培水試), 原 彰彦, 東藤 孝, 平松 尚志. 令和5年度日本水産学会秋季大会要旨集. 口頭発表 2023. 9.

クロソイ (Sebastes schlegelii) 雄尿タンパク質の同定: Three-finger protein ファミリーに属する新規タンパク質. 山口 翼, 足達凜太郎, 南宮 真, 川崎琢真 (栽培水試), 東藤 孝, 平松尚志. 令和5年度日本水産学会秋季大会要旨集. ポスター発表 2023. 9.

Identification of urinary proteins of Sebastes rockfish: novel proteins in the lipocalin family and the three-finger protein family. Yo Yamaguchi, Jin Namgung, Jun Nagata, Takuma Kawasaki (栽培水試), Akihiko Hara, Takashi Todo, and Naoshi Hiramatsu. The 17th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals. 口頭発表 2023. 10.

Androgen signaling is responsible for the renal synthesis of the urinary lipocalin proteins in rockfish. Yo Yamaguchi, Jun Nagata, Takuma Kawasaki (栽培水試), Akihiko Hara, Takashi Todo, and Naoshi Hiramatsu. The 17th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals. ポスター発表 2023. 10.

春季から冬季のサクラマス海面養殖における成長への種苗サイズおよび成熟の影響. 山崎哲也, 三坂尚行, 佐藤敦一, 井上智, 川崎琢真 (栽培水試), 安藤大成, 小山達也, 眞野修一, 楠田聰, 小笠原貴賢, 高橋良典. 令和5年度日本水産学会秋季大会要旨集. 口頭発表 2023. 9.

エゾバフンウニ種苗へのウニ養殖用配合飼料の給餌効果. 川崎琢真, 後藤千佳 (栽培水試), 井戸篤史. 令和5

年度 日本水産増殖学会第21回大会要旨集. 口頭発表 2023. 12

キタムラサキウニ海中養殖への給餌条件の影響および事業収支試算. 川崎琢真(栽培水試), 福田裕毅, 高山剛, 浦和寛, 今村聖祐, 清水健志, 渋谷風雅, 井戸篤史. 令和5年度 日本水産増殖学会第21回大会要旨集. ポスター発表 2023. 12

シシャモ種苗生産における飼料系列の検討. 岡田のぞみ, 長谷川竜也, 松田泰平, 清水洋平(栽培水試). 令和5年度 日本水産増殖学会第21回大会要旨集. 口頭発表 2023. 12

シシャモ仔稚魚の成長と水温の関係. 岡田のぞみ, 長谷川竜也, 松田泰平, 安宅淳樹, 清水洋平(栽培水試). 2023年度水産海洋学会研究発表大会要旨集, ポスター発表 2023. 11

シシャモ *Spirinchus lanceolatus* からの *Aeromonas salmonicida* の初分離. 伊藤慎悟, 岡田のぞみ, 長谷川竜也(栽培水試). 北海道水産試験場研究報告 No. 104. 2023. 9

2018年に根室海峡で急増したニシン (*Clupea pallasii*) を構成する3集団. 堀井貴司, 清水洋平, 川崎琢真(栽培水試), 山口浩志. 北海道水産試験場研究報告 No. 105. 2024. 3

マツカワ種苗生産の現状と今後の課題. 松田泰平(栽培水試). 北水試だより No. 107. 2023. 9

スケトウダラ太平洋系群における産卵親魚の分布と生息環境. 高橋昂大, 渡野邊雅道(栽培水試), 武藤卓志, 本間隆之. 水産海洋学会地域研究集会北洋研究シンポジウム講演要旨集. 口頭発表 2023. 9

日高海域に大量出現したオオズワイガニについて. 渡野邊雅道(栽培水試). 試験研究は今 No. 980

北海道太平洋沿岸で採集されたマツカワ天然仔魚. 坂上嶺(栽培水試), 田城文人. 2023年度日本魚類学会講演要旨集. ポスター発表. 2023. 9

「幻のマツカワ「天然」稚魚、ついに登別市沿岸で発見. 坂上嶺(栽培水試). 試験研究は今. 2024. 2

スケトウダラ太平洋系群における産卵来遊群の分布と水温の関係. 高橋昂大, 渡野邊雅道(栽培水試), 武藤卓志, 本間隆之. 令和6年度日本水産学会春季大会講演要旨集. 2024. 3

令和 5 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 7 年 3 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