



道総研

令和3年度

道総研中央水産試験場事業報告書

令和4年12月

令和3年度

# 道総研中央水産試験場 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 中央水産試験場

## 令和3年度道総研中央水産試験場事業報告書の利用について

本報告書の内容や図表等を無断で複写、転載することを禁止します。本報告書には受託研究や共同研究等で得られたデータも含まれている場合があり、また、漁獲量などの一部に暫定値を使用している場合があることから、企業活動や論文作成などに係わり図表やデータを使用する場合、内容を引用する場合には、お問い合わせください。

問い合わせ窓口：北海道立総合研究機構水産研究本部企画調整部（中央水産試験場内）  
電話：0135-23-8705（企画調整部直通）



## 令和3年度 道総研中央水産試験場事業報告書

## 目 次

## 中央水産試験場概要

1. 所在地	1
2. 主要施設	1
3. 機構	1
4. 職員配置	2
5. 経費	2
6. 職員名簿	3

## I 資源管理部所管事業

1. オホーツク海に来遊するブリは何を食べて太るのか(職員研究奨励事業)	4
2. 漁業生物の資源・生態調査研究(経常研究)	
2. 1 漁業と資源のモニタリング	
2. 1. 1 ソウハチ	6
2. 1. 2 マガレイ	9
2. 1. 3 マダラ	12
2. 1. 4 ヒラメ	14
2. 1. 5 スケトウダラ	16
2. 1. 6 ホッケ	19
2. 1. 7 スルメイカ	23
2. 1. 8 ニシン	25
2. 1. 9 ハタハタ	27
2. 1. 10 イカナゴ	30
2. 1. 11 タコ類	33
2. 1. 12 ベニズワイガニ	36
2. 1. 13 エビ類	38
2. 1. 14 シャコ	41
2. 1. 15 シラウオ	43
2. 2 研究および技術開発	
2. 2. 1 日高沿岸における流況の特徴及び沿岸漁業との関連性の解明	44
2. 2. 2 ドローンを用いた藻場モニタリングの手法開発	46
2. 2. 3 漁業生物モニタリングに役立つ衛星データとGISによる環境情報の見える化	50
2. 3 成果情報の作成	52
3. 海洋環境調査研究(経常研究)	
3. 1 北海道周辺海域の海況に関する調査	53
3. 2 化学環境調査	56
3. 3 低次生産環境に関する調査	58
3. 4 沿岸環境モニタリング	63
4. 沿岸環境調査(経常研究)	67

5. ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング(経常研究)	
5. 1 貝毒プランクトンモニタリング調査	69
6. 気候変動による水温上昇などが北海道周辺海域の水産業に与える影響の予測(経常研究)	70
7. 環境情報を活用した養殖ホタテガイ稚貝の順応的管理手法の構築(経常研究)	71
8. 貧栄養日本海沿岸における漁港や袋澗水域を活用した水産業の振興に関する研究(経常研究)	73
9. 道内日本海沿岸の漁村集落の生活環境向上と産業振興の相乗的展開に向けた基礎研究(経常研究)	74
10. 水産資源調査・評価推進委託事業(公募型研究)	75
10. 1 我が国周辺水産資源調査・評価(スケトウダラ)	
10. 1. 1 スケトウダラ新規加入量調査	76
10. 1. 2 日本海沖底すけとうだら調査	79
10. 2 国際水産資源調査・評価(クロマグロ)	81
10. 3 国際水産資源調査・評価(太平洋さけ・ます漁場環境調査)	82
11. 水産資源調査・評価推進事業(スケトウダラ日本海北部系群)(公募型研究)	83
12. 有害生物漁業被害防止総合対策事業 有害生物(トド)生態把握調査(公募型研究)	84
13. 有害生物漁業被害防止総合対策事業 有害生物(オットセイ)生態把握調査(公募型研究)	85
14. 何故、下痢性貝毒は北日本でのみ発生するのか(公募型研究)	86
15. 北海道赤潮対策緊急支援事業(委託)(公募型研究)	87
16. 北海道資源生態調査総合事業(受託研究)	
16. 1 資源・生態調査研究	88
16. 2 資源管理手法開発試験調査(ホッケ)	89
17. 石狩湾系ニシンの漁況予測調査(受託研究)	92
18. 有害生物出現情報収集・解析及び情報提供委託事業 (大型クラゲ出現調査及び情報提供事業)(受託研究)	94
<b>II 資源増殖部所管事業</b>	
1. 海中画像と画像解析による省力・効率的藻場モニタリング技術の開発(職員研究奨励事業)	95
2. 貝類の循環濾過蓄養システムの開発(重点研究)	97
3. 漁業生物の資源・生態研究調査(経常研究)	
3. 1 岩礁域の増殖に関する研究	99
4. 日本海南部ニシン栽培漁業調査研究(経常研究)	102
5. 栽培漁業技術開発調査(経常研究)	
5. 1 ヒラメ放流基礎調査	106
6. 磯焼け環境下におけるホソメコンブ群落の形成条件に関する研究(経常研究)	110
7. 被覆網を用いたアサリ天然採苗稚貝の放流技術開発(経常研究)	114
8. 北海道西海岸とサハリン南西海岸における海洋環境とコンブ群落構造の関係解明 (水産国際共同調査)(経常研究)	115
9. 北海道日本海中南部における地域特産食用海藻類3種の増養殖技術の開発(経常研究)	118
10. 道内日本海沿岸の漁村集落の生活環境向上と産業振興の相乗的展開に向けた基礎研究(経常研究)	121
11. 藻場施設における機能回復手法の高度化(道受託研究)	123
12. 光周期調節を活用したキタムラサキウニの実用的な育成手法の開発(公募型研究)	126
13. 「カキ殻」を用いたウップルイノリ(高級イワノリ)漁場回復対策(公募型研究)	127
14. 「ホタテガイ貝殻」を用いたマガキシングルシード種苗生産技術の開発(公募型研究)	130
15. 後志南部海域産ニシン親魚を使用した資源増大事業(受託研究)	132
16. 日本海養殖ホタテガイ生産安定化試験(受託研究)	135
17. 外海ホタテガイ稚貝生産技術改善調査(受託研究)	138

### Ⅲ 加工利用部所管事業

1. 近未来の社会構造の変化を見据えた力強い北海道食産業の構築
  1. 1 道産の食品素材を用いた調味料の製造技術開発（戦略研究）…………… 140
  2. 道産ガゴメの生産性を向上する促成養殖生産システムの開発（重点研究）…………… 144
  3. 身欠きニシンの品質向上技術の開発（経常研究）…………… 148
  4. 新鮮度測定法（K値）の魚類以外の適応種の検証（公募型研究）…………… 153
  5. 3D画像によるホッケ脂乗り推定のための基礎調査（本部長枠）…………… 154
  6. 依頼試験（依頼試験）…………… 156

### Ⅳ 企画調整部所管事業

1. 全ロシア漁業海洋学研究所サハリン支部（サフニコ）との研究交流（水産国際共同調査）（経常研究）…………… 157
2. 北海道原子力環境センター水産研究科業務（道受託事業）
  2. 1 泊発電所前面海域の温排水影響調査…………… 158
  2. 2 泊発電所周辺地域における環境放射線モニタリング…………… 159
  2. 3 岩宇地域の水産資源の維持増大に関する試験研究
    2. 3. 1 岩宇海域のホソメコンブ群落形成・維持に寄与する「流れ」効果のフィールド検証…………… 160
    2. 3. 2 非定常時の海洋環境が岩宇沿岸域の基礎生産に及ぼす影響の評価…………… 162

### Ⅴ その他

1. 技術の普及および指導
  1. 1 水産加工技術普及指導事業…………… 167
  1. 2 一般指導
    1. 2. 1 資源管理部…………… 168
    1. 2. 2 資源増殖部…………… 170
    1. 2. 3 企画調整部…………… 171
  2. 試験研究成果普及・広報活動…………… 172
  3. 研修・視察来場者の記録…………… 172
  4. 所属研究員の発表論文等一覧…………… 173



中央水産試験場概要

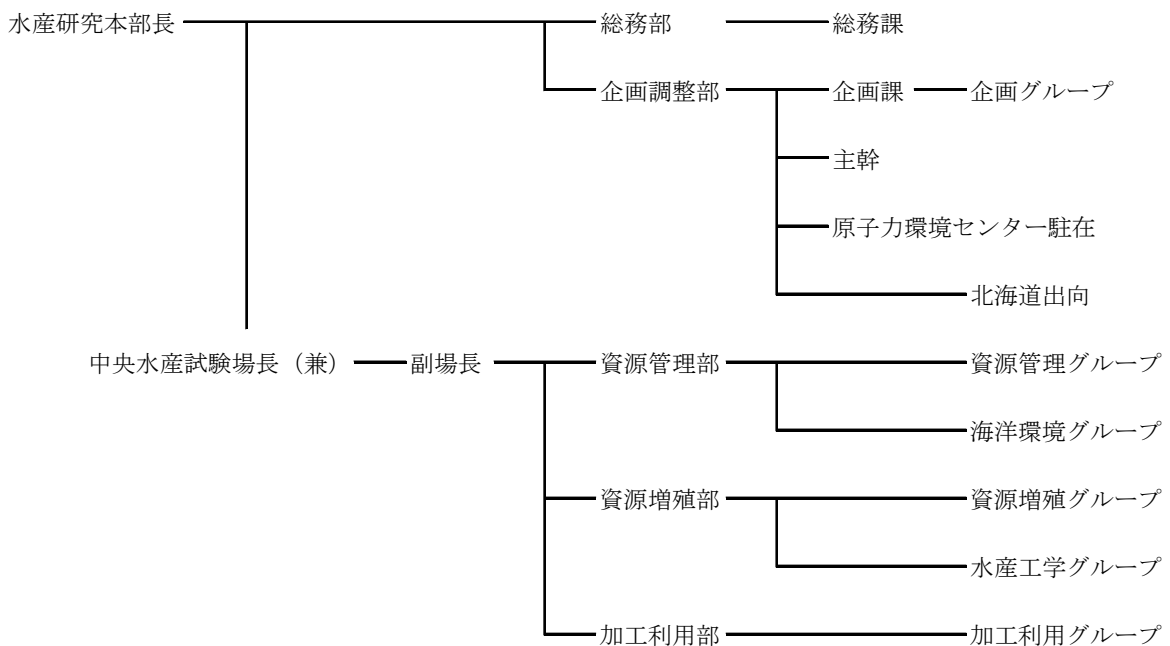
1. 所在地

区分	郵便番号	所在地	電話番号	ファックス番号
庁舎	〒046-8555	北海道余市郡余市町 浜中町238番地	0135-23-7451 (総務部)  ダイヤルイン (直通番号) 水産研究本部 総務部 23-7451 企画調整部 23-8705 資源管理部 資源管理グループ 23-8707 海洋環境グループ 23-4020 資源増殖部 資源増殖グループ 23-8701 水産工学グループ 22-2567 加工利用部 加工利用グループ 23-8703	0135-23-3141 (総務部) 0135-23-8720 (図書室)

2. 主要施設

区分	土地面積	管理研究棟	飼育・実験棟	附属施設	摘要
庁舎	14,851.30㎡	5,257.20㎡	2,709㎡	海水揚水施設	

3. 機構 (令和4年3月31日現在)





4. 職員配置

(令和4年3月31日現在)

職種別		水産研究本部			中央水産試験場						計
		本部長 兼場長	総務部	企 画 調整部	副場長	資源管理部		資源増殖部		加工利用部	
						資源管理 グループ	海洋環境 グループ	資源増殖 グループ	水産工学 グループ	加工利用 グループ	
行政職	事務吏員		3								3
	技術吏員		3	2							5
研究職員		1		10	1	8	5	6	3	7	41
合 計		1	6	12	1	8	5	6	3	7	49

5. 経費

(令和4年3月31日現在)

区分	金 額	備 考
人件費	千円 337,666	
管理費	千円 110,447	
業務費	千円 45,516	研究費, 研究用施設・機械等を含む
合 計	千円 493,513	

6. 職員名簿

令和4年3月31日現在

水産研究本部

本部長 木 村 稔

総務部

部長 井 本 将 義  
 総務課長(兼) 井 本 将 義  
 主査(総務) 相 山 知 丈  
 主査(調整) 齊 藤 誠  
 専門主任 澤 田 正 則  
 専門主任 安 保 祐 佳 里  
 主任 加 藤 公 望

企画調整部

部長 山 口 幹 人  
 企画課長 畑 山 誠  
 主幹 寺 谷 志 保

企画グループ

主査(研究企画) 合 田 浩 朗  
 主査(連携推進) 佐々木 典 子  
 主査(研究情報) 小宮山 健 太  
 専門研究員 中 明 幸 広  
 専門研究員 宮 園 章

原子力環境センター駐在

研究主幹 嶋 田 宏 宏  
 主査(環境) 山 口 宏 史  
 研究主任 石 田 宏 一

北海道に出向

主査 鈴 木 祐 太 朗

中央水産試験場

場長(兼) 木 村 稔  
 副場長 中 多 章 文

資源管理部

部長 高 嶋 孝 寛  
 資源管理グループ  
 研究主幹 山 口 浩 志  
 主任主査(資源管理) 坂 口 健 司  
 主査(資源予測) 佐 藤 充  
 主査(管理技術) 城 幹 昌  
 研究主査 和 田 昭 彦  
 研究職員 富 山 嶺  
 専門研究員 上 田 吉 幸

海洋環境グループ

研究主幹 西 田 芳 則  
 主査(環境生物) 栗 林 貴 範  
 主査(海洋環境) 安 永 倫 明  
 研究主任 稲 川 亮  
 研究職員 有 馬 大 地

資源増殖部

部長 萱 場 隆 昭

資源増殖グループ

研究主幹 吉 村 圭 三  
 主査(栽培技術) 瀧 谷 明 朗  
 主任主査(資源増殖) 川 井 唯 史  
 主査(増殖環境) 高 谷 義 幸  
 専門研究員 中 島 幹 二

水産工学グループ

研究主幹 金 田 友 紀  
 主査(施設工学) 三 好 晃 治  
 主査(生態工学) 高 橋 和 寛

加工利用部

部長 蛭 谷 幸 司

加工利用グループ

研究主幹 渡 邊 治  
 主任主査(加工利用) 菅 原 玲  
 主査(品質保全) 麻 生 真 悟  
 研究職員 鐘 水 梢  
 専門研究員 成 田 正 直  
 専門研究員 辻 浩 司

## I 資源管理部所管事業

### 1. オホーツク海に来遊するブリは何を食べて太るのか (職員研究奨励事業)

担当者 資源管理部 資源管理グループ 富山 嶺

#### (1) 目的

北海道におけるブリの漁獲量は2011年以降、1万トン程度で推移しており、重要な漁業資源となった。ブリは日本全国の沿岸を回遊する魚類だが、北海道へは索餌のために来遊すると考えられている。しかし、これまで北海道周辺海域における食性は不明であった。オホーツク海および日本海に来遊したブリの体脂肪率を比較した予備調査では、オホーツク海における採集された個体のブリの体脂肪率が日本海における個体と比べて高かった。そこで体脂肪率の高い個体が多いオホーツク海と少ない日本海のブリを採集し、その食性を調査した。

#### (2) 経過の概要

##### ア オホーツク海および日本海における食性調査

オホーツク海と日本海におけるブリの食性を調べるため、網走沖（8月3日、8月22日、10月13日、10月14日、計4回）と積丹沖（7月12日、9月16日、10月7日、計3回）において、釣獲調査を行った。

採捕したブリは性別・尾叉長・体重や体脂肪率（大和製衡株式会社製、Fish Analyzer使用）を測定した後、その消化管内容物を採取した。消化管内容物の種同定は、実体顕微鏡下による形態観察による方法と、消化が進んだものも多かったことから、シトクロームc オキシダーゼ・サブユニットI (COI) 遺伝子領域のメタバーコード解析による方法を併用して行った。

#### (3) 得られた結果

##### ア オホーツク海および日本海における食性調査

2021年の夏（7～8月）と秋（9～10月）に日本海の積丹沖とオホーツク海の網走沖において、計116個体を採集した。

日本海で採集したものよりもオホーツク海で採集したものの方が尾叉長は大きく、体脂肪率は高かった（図1、図2）。空胃率（何も食べていなかった個体の割合）は日本海が夏87%・秋22%で、オホーツク海は夏0%・秋9%であった（図3）。日本海空胃率は秋の方が低かったが、これは秋に出現したカタクチイワ

シを捕食したためだと考えられる。また、オホーツク海で採捕された個体は日本海のものに比べて空胃率が低かった。オホーツク海は日本海と比較して餌が豊富か、一個体あたりの採餌量が多いか、その両方の要因によって空胃率が低くなっている可能性がある。

食性調査の結果は、日本海では夏と秋ともにカタクチイワシが90%を占め、オホーツク海では夏はイカナゴが90%以上、秋はカタクチイワシが80%以上を占めた（図4）。種同定が可能なものに限って、形態観察もメタバーコード解析の結果も大きな差異はなかった。

食性調査の結果から、カタクチイワシは日本海とオホーツク海では商業的に漁獲されていないが、潜在的にブリの餌生物として重要な資源となっている可能性が示唆された。また、夏季のオホーツク海においては、底生性のイカナゴが重要な餌資源であることが明らかになった（図4）。単一種が餌生物の大半を占めることから、ブリは、海域中に多く生息する捕食しやすい生物を選択的に捕食していると考えられる。本事業により、オホーツク海のブリは、カタクチイワシやイカナゴなどの餌生物を他海域よりも高い頻度で捕食することで、他海域よりも太りやすくなっていることが示唆された。

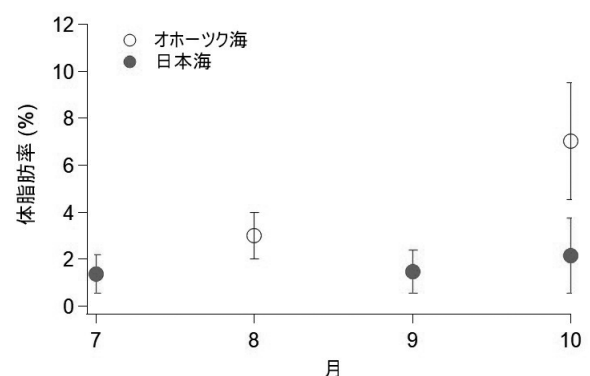


図1 道西日本海およびオホーツク海で採集したブリの体脂肪率

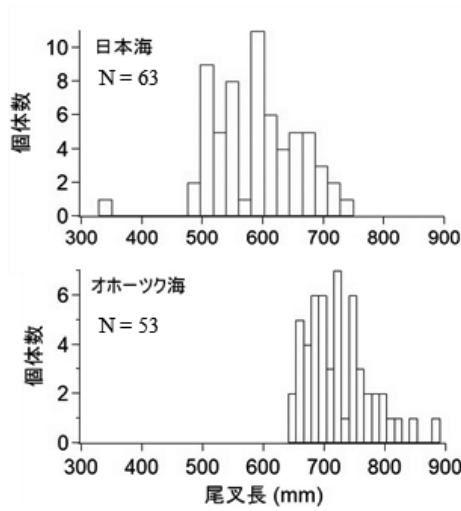


図2 道西日本海およびオホーツク海で採集したブリの尾叉長の組成

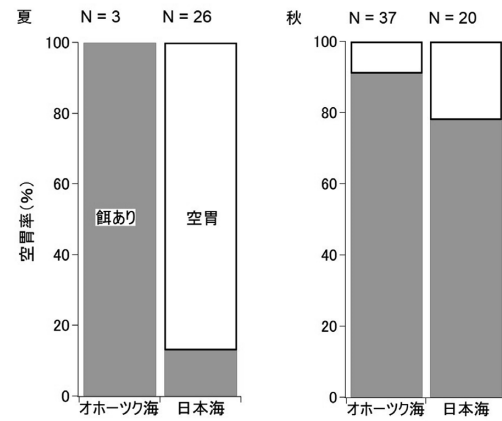


図3 道西日本海およびオホーツク海で採集したブリの空胃率 (左が夏・右が秋)

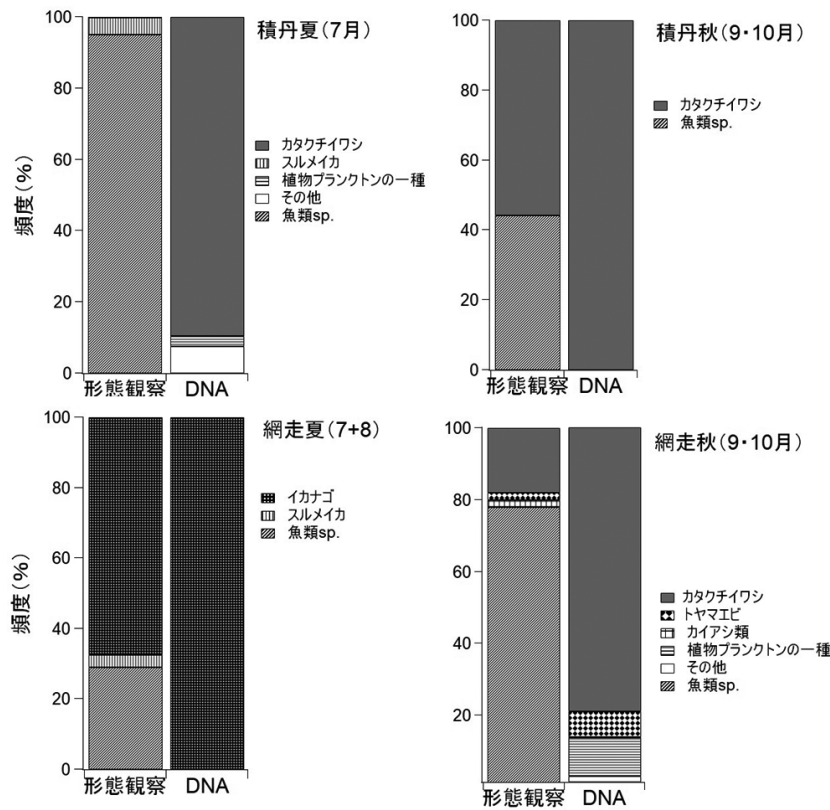


図4 道西日本海 (上段) およびオホーツク海 (下段) で採集したブリの胃内容物の頻度分布 (左が夏・右が秋)。形態観察とあるのが目視にて種判別を行った結果で, DNAとあるのがメタバーコード解析による結果を示す。

## 2. 漁業生物の資源・生態調査研究(経常研究)

北海道の重要漁業生物について、漁業・資源のモニタリングを行うとともに、基礎的な生態調査を実施し、年齢、成長などの生物特性や、漁場形成要因などを解明することで、資源評価や漁況予測の精度向上並びに増殖技術の開発を図る。それらの結果を行政施策の検討会議、漁業者との諸会議、研究会議等で報告することにより、資源の維持・増大と計画的漁業経営に寄与する。

### 2. 1 漁業と資源のモニタリング

漁業や魚介類に関する情報を収集し、同時に資源評価調査・北海道資源生態調査総合事業で得られたデータや成果をそれぞれの契約に基づいて活用し、資源評価や漁況予測に役立てる。

#### 2. 1. 1 ソウハチ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 富山 嶺

##### (1) 目的

日本海からオホーツク海に分布するソウハチ資源の持続的利用を目的として、漁業情報や生物測定調査および調査船調査結果から資源管理に必要な基礎データを収集し、資源動向の把握や資源評価を行う。中央水試では主に後志・石狩振興局管内のデータを収集する。

##### (2) 経過の概要

###### ア 漁獲統計調査

漁獲量を漁業生産高報告ならびに北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計から集計した。なお、2021年の漁獲量は水試集計速報値に基づく暫定値である。

###### イ 漁獲物調査

2021年4月に余市郡漁協の刺し網による漁獲物を、2021年11月と2022年3月に小樽機船漁業協同組合の沖合底びき網による漁獲物の生物測定を行った。

###### ウ 調査船調査(未成魚分布調査)

2021年5月に稚内水試試験調査船北洋丸により石狩湾の水深20~70mの海域で、ソリネット(桁幅2m、高さ1m、網長さ8m、コッドエンド網目幅5mm)を用いた未成魚分布調査を行った。調査点毎の曳網距離と採集個体数からCPUE(単位曳網距離あたりの個体数)を求め、曳網水深帯毎の平均CPUEに海域面積を積算し、海域の資源尾数指数を求めた(面積密度法)。この際、漁具の採集効率は1.0、各層には対象魚が均一密度で分布すると仮定して指数を算出した。

##### (3) 得られた結果

###### ア 漁獲統計調査

当海域におけるソウハチの漁獲量(年集計:1月1日~12月31日)は、1993年の3,213トンから減少傾向で推移し、2015年には767トンまで落ち込んだ(表1、図1)。2020年には2,844トンまで増加したが、2021年は1,577トンに減少した。

1985年以降の沿岸漁業と沖合底びき網(以下、沖底)漁業の漁獲量は、2010年代初めまで毎年ほぼ同程度であったが、2013年以降では沖底漁業の漁獲量が多くなった(表1、図1)。2021年の沿岸漁業の漁獲量は366トン(前年比1.05)であり、沖底漁業の漁獲量は1,210トン(前年比0.48)であった。

###### イ 漁獲物調査

2021年度の漁獲物調査で得られた漁獲物の雌雄別年齢組成を図2に示す。なお、当海域では年齢の基準日を8月1日として年齢査定を行っている。

漁獲物の性比は雌に偏っていた。刺し網漁業の漁獲物の年齢組成は4~5歳が主体であった。沖底漁業の11月と3月の漁獲物は、どちらも3~5歳が主体であった。

###### ウ 調査船調査(未成魚分布調査)

調査海域における各水深帯の海域面積と2021年度調査における各水深帯の調査点数を表2に示した。調査点数は合計15地点であった。

得られた結果のうち、各年級群の発生量の指標となる年級群別の1歳時資源尾数指数の推移を図3に示した。1996年級群以降では、2000年級群が最も豊度が高

く、2018年級群までの平均値は10.7百万尾であった。  
2019年級群の資源尾数指数は8.0百万尾であり、2018  
年級群（7.1百万尾）からわずかに増加した。

表1 日本海～オホーツク海におけるソウハチの漁獲量

単位：トン

年	沿岸漁業（振興局）						沖底漁業			合計	
	檜山	後志	石狩	留萌	宗谷	オホーツク	合計	日本海	オホーツク海		合計
1985	375	696	0	65	248	2	1,387	1,423	111	1,534	2,921
1986	454	794	2	61	79	1	1,390	1,073	44	1,117	2,507
1987	435	690	2	63	59	18	1,266	1,354	31	1,385	2,651
1988	568	892	5	55	60	17	1,597	1,065	6	1,071	2,668
1989	459	942	1	69	66	4	1,541	934	100	1,034	2,574
1990	371	914	1	93	83	11	1,474	1,310	138	1,448	2,921
1991	371	924	1	81	99	15	1,491	1,150	90	1,239	2,731
1992	310	1,248	2	103	157	7	1,828	1,095	196	1,292	3,119
1993	232	1,182	3	195	81	9	1,703	1,470	41	1,510	3,213
1994	207	670	0	42	86	26	1,031	1,633	54	1,686	2,718
1995	207	866	1	43	66	46	1,229	913	122	1,035	2,264
1996	220	657	1	55	110	103	1,146	931	121	1,052	2,197
1997	186	623	1	120	146	91	1,167	1,434	131	1,565	2,731
1998	136	830	1	77	77	31	1,151	1,262	92	1,355	2,506
1999	125	643	1	53	81	44	947	1,121	171	1,293	2,239
2000	128	685	2	97	115	43	1,070	1,197	130	1,327	2,397
2001	183	509	3	130	144	62	1,031	1,081	90	1,171	2,202
2002	143	924	3	177	85	23	1,355	1,281	64	1,344	2,699
2003	130	891	12	182	110	63	1,388	1,049	104	1,152	2,540
2004	87	716	4	167	95	47	1,117	905	202	1,107	2,224
2005	45	660	2	159	116	28	1,009	1,075	129	1,204	2,213
2006	46	636	3	204	65	28	982	1,108	84	1,192	2,174
2007	64	697	1	139	94	54	1,049	1,056	141	1,198	2,246
2008	62	791	1	211	70	57	1,192	807	146	952	2,144
2009	27	546	2	261	90	31	958	968	54	1,022	1,980
2010	30	573	4	121	42	35	805	759	40	799	1,604
2011	21	533	1	266	54	54	929	791	46	837	1,766
2012	17	462	8	236	45	46	814	575	35	609	1,423
2013	7	238	4	252	32	41	574	1,374	38	1,412	1,986
2014	18	225	3	148	20	37	452	984	23	1,007	1,458
2015	14	75	1	88	23	51	252	442	73	515	767
2016	10	100	0	72	35	31	247	1,770	49	1,818	2,066
2017	6	82	0	39	38	64	229	2,488	15	2,503	2,732
2018	11	69	1	74	54	26	234	1,596	20	1,616	1,850
2019	5	63	1	120	48	54	292	2,247	17	2,264	2,556
2020	10	146	1	103	60	30	349	2,491	4	2,495	2,844
2021	7	110	2	159	51	37	366	1,208	2	1,210	1,577

沿岸漁業：漁業生産高報告書（2021年は水試集計速報値）

沖底漁業：沖底統計の中海区のコック沿岸、北海道日本海

表2 調査海域における水深範囲毎の海域面積とソリネット調査点数

水深範囲 (m)	海域面積 (km <sup>2</sup> )	調査点
20-30	391	3
30-40	346	3
40-50	291	3
50-60	241	2
60-70	203	2
70-80	236	2
合計	1,708	15

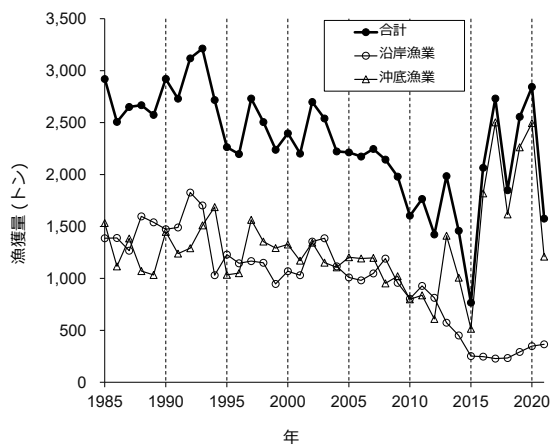


図1 日本海～オホーツク海におけるソウハチ漁獲量の推移

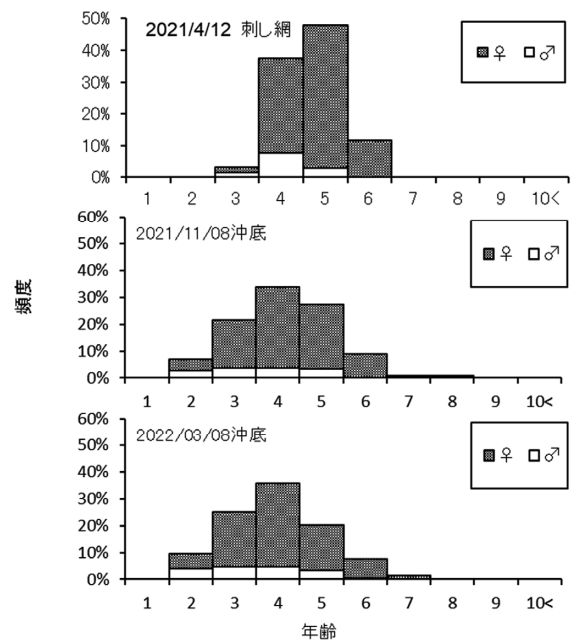


図2 各漁業種で水揚げされたソウハチの年齢組成 (年齢基準日: 8月1日)

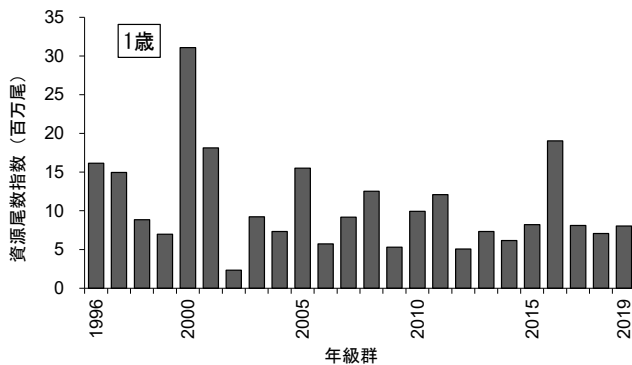


図3 未成魚分布調査で得られた年級群別の1歳時資源尾数指数の推移

## 2. 1. 2 マガレイ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田 昭彦

### (1) 目的

北海道の日本海からオホーツク海に分布するマガレイは、日本海で生まれた後、オホーツク海へ移送され、未成魚期をオホーツク海で育つ群と、そのまま日本海で成長する群があると考えられている。成熟ともない、オホーツク海に分布するマガレイの大部分が日本海へ回遊するため、日本海ではこれら未成魚期の成長過程が異なる2群が混在する。このようなマガレイ資源の持続的利用を目的に、資源管理に必要な基礎データの収集と漁業情報を基にした資源評価を行う。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲統計調査

漁獲量を漁業生産高報告および北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計から集計した。なお、2021年については水試集計速報値に基づく暫定値である。

#### イ 漁獲物調査

2021年4月に余市郡漁協においてかれい刺し網漁業の漁獲物を、2022年3月に小樽機船漁協において沖合底びき網漁業の漁獲物を標本採集し、生物測定を行った。

測定は「北水試 魚介類測定・海洋観測マニュアル」に従った。加齢の基準日を7月1日として、年齢を耳石の輪紋数から査定した。全長・年齢組成については、銘柄別の漁獲量で重み付けして求めた。

#### ウ 用船調査 (幼魚分布調査)

2021年8月にオホーツク海雄武町沖の水深10~50mに設定した27地点において、雄武漁協所属第三十二盛運丸を用いて、小型桁びき網(けた幅1.8m、高さ0.3m、目合13mm)により10分間曳網した(図1)。採集されたカレイ類を持ち帰り、種判別と耳石による年齢査定を実施し、マガレイ1歳魚の採集尾数を調査海域の水深帯別面積で重み付けし、幼魚密度指数として算出した。

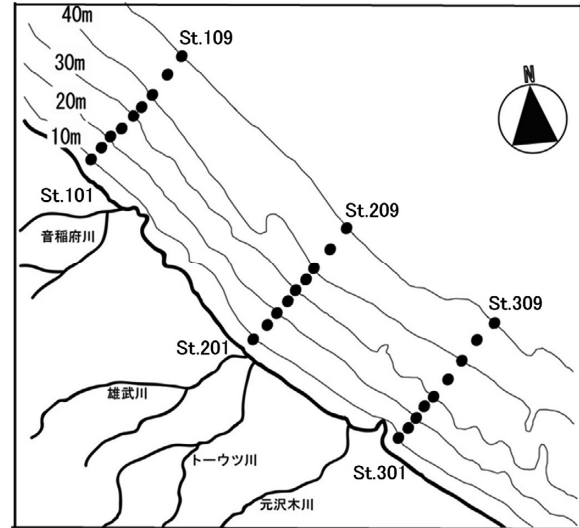


図1 雄武町沖幼魚分布調査点

#### エ 資源評価

資源解析のため、漁期年を7月1日から翌年6月30日として石狩湾以北日本海からオホーツク海における漁獲量を集計し、上記ア~ウの結果、稚内水試および網走水試の調査結果をまとめて、年齢別漁獲尾数を推定した。さらに、VPAによる資源量推定を行った。

なお、年齢別漁獲尾数の推定には各海域担当水試の漁獲物測定および年齢査定結果を用いた(オホーツク振興局管内:網走水試,宗谷・留萌振興局管内:稚内水試および中央水試,石狩振興局・後志振興局管内:中央水試)。

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲統計調査

後志総合振興局からオホーツク総合振興局において水揚げされた1985年以降(歴年集計)の漁獲量は、1,500~4,100トンの範囲で推移し、2021年(暫定値)は前年より211トン減少して1,536トンとなった(表1,図2)。

石狩振興局および後志総合振興局管内での沿岸漁業による1985年以降の漁獲量は130~700トンの範囲で推移してきた。2021年(暫定値)は前年より107トン減少して263トンとなった(図2)。



表1 日本海～オホーツク海におけるマガレイの漁獲量の推移

年	沿岸漁業(振興局別)										沖合底びき網漁業			計
	オホーツク	宗谷	留萌	石狩	後志		小計	オホーツク 海	日本海	小計				
					北部	南部								
1985	814	867	684	33	249	27	2,673	246	311	557	3,231			
1986	174	662	582	57	307	42	1,824	117	360	477	2,301			
1987	193	393	385	50	248	41	1,312	78	247	325	1,637			
1988	185	749	492	35	241	55	1,757	35	203	238	1,995			
1989	217	573	679	84	418	43	2,013	257	228	485	2,498			
1990	337	649	510	67	401	33	1,998	197	219	415	2,413			
1991	325	798	576	48	281	38	2,067	227	115	342	2,409			
1992	341	1,037	789	72	353	50	2,643	91	169	260	2,902			
1993	317	546	782	92	407	41	2,185	115	185	300	2,485			
1994	366	748	521	87	224	35	1,982	293	234	527	2,508			
1995	645	1,116	671	138	400	54	3,023	303	206	510	3,532			
1996	540	1,203	955	153	440	81	3,370	198	458	656	4,026			
1997	674	1,158	928	136	501	64	3,461	325	315	640	4,101			
1998	358	1,034	910	49	304	47	2,702	134	405	539	3,241			
1999	402	1,077	850	73	194	27	2,623	160	242	402	3,025			
2000	283	939	1,072	77	272	30	2,673	78	424	502	3,175			
2001	648	367	852	80	245	0	2,192	102	151	253	2,446			
2002	366	613	695	115	273	31	2,094	179	150	329	2,422			
2003	889	1,327	760	110	243	23	3,353	92	229	321	3,674			
2004	572	982	867	72	227	20	2,739	164	394	558	3,297			
2005	446	754	727	33	108	16	2,084	150	228	378	2,462			
2006	209	675	697	69	207	46	1,903	151	301	452	2,355			
2007	408	908	732	68	182	33	2,331	305	361	666	2,997			
2008	605	686	1,065	72	229	34	2,691	215	483	698	3,390			
2009	434	486	694	51	195	33	1,893	138	291	429	2,322			
2010	410	397	656	86	161	31	1,742	108	183	291	2,033			
2011	357	492	728	51	144	33	1,806	263.4	194	458	2,263			
2012	526	269	1,167	69	154	24	2,208	239	429	668	2,876			
2013	338	163	663	51	58	25	1,298	152	128	280	1,578			
2014	193	195	727	36	91	32	1,274	175	164	339	1,613			
2015	380	172	508	46	122	34	1,262	156	103	259	1,521			
2016	448	186	825	35	106	33	1,633	295	107	402	2,035			
2017	510	237	816	76	204	30	1,873	250	312	561	2,434			
2018	278	150	565	51	171	35	1,250	359	225	584	1,834			
2019	253	212	781	86	230	56	1,617	183	274	458	2,075			
2020	211	183	549	102	218	50	1,313	249	185	434	1,748			
2021	424	178	455	59	174	30	1,320	130.8	86	217	1,536			

集計:年(1月1日~12月31日)

2021年は暫定値

表2 2021年の石狩・後志振興局管内における沿岸漁業によるマガレイの漁協別月別漁獲量

漁協名	支所名/月	単位:トン												計	割合(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
石狩湾	浜益	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	78	22.5
	厚田	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.8
	本所	0	0	1	20	1	1	0	2	0	0	0	0	26	7.6
小樽市		0	0	2	19	2	0	0	6	0	0	0	30	8.7	
余市郡		0	1	52	60	4	0	1	0	0	0	1	120	34.6	
東しゃこたん	本所	0	1	24	6	0	0	0	0	0	0	0	34	9.7	
	美国	0	1	12	1	0	0	0	1	0	0	0	16	4.5	
	積丹	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	8	2.2	
古宇郡	神恵内	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	1.6	
	盃	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.7	
	本所	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	
岩内郡		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.2	
寿都町		0	1	3	3	1	0	0	0	0	0	0	9	2.5	
島牧		1	2	5	6	1	0	0	0	0	0	0	15	4.4	
	計	4	9	112	124	16	9	9	18	10	11	12	347		
	割合(%)	1.1	2.5	32.2	35.9	4.6	2.6	2.6	5.1	3.0	3.1	3.4	4.1		

また、漁獲量を漁協別・月別にみると余市郡漁協、石狩湾漁協で漁獲量が多く、3、4月に集中していた(表2)。2014年までは4、5月の漁獲が多かったが、2015年以降は漁獲のピークが早まっている。

沖底海区中海区日本海における沖合底びき網漁業による漁獲量は、1985年以降100～500トンの範囲で推移し、2021年は前年より99トン減少して86トンとなった(表1)。

**イ 漁獲物調査**

2021年に実施した生物測定調査で得られた体長組成および年齢組成を図3に示す。沿岸漁業(余市郡漁協刺し網)では、体長モードが230mmであり、年齢は4～6歳が主体であった。なお、未成魚保護のための資源管理協定に基づく体長又は全長制限(体長15cm又は全長18cm未満)が取り組まれている。沖合底びき網漁業では、体長モードが260mmであり、年齢は4～5歳が主体であった。

**ウ 用船調査(幼魚分布調査)**

オホーツク海雄武町沖における用船調査で採集された1歳魚の密度指数を図4に示す。2012年までの密度指数は200以上の年が数年ごとに出現していたが、2013年以降は200に届かない年が続いている。

2021年の密度指数は45.6と昨年より若干量減少した。

**エ 資源評価**

詳細は以下のサイトに掲載された資源評価書のマガレイ(石狩湾以北日本海～オホーツク海)を参照のこと。

<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/j12s2200000004ss.html>

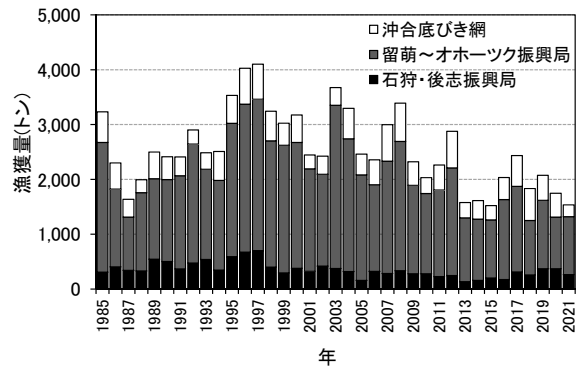


図2 日本海～オホーツク海におけるマガレイ漁獲量の推移

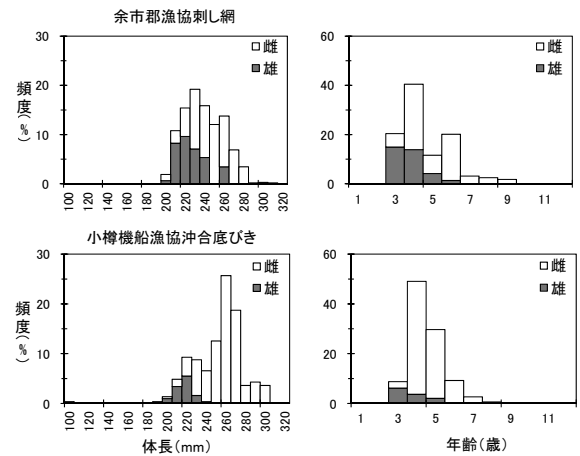


図3 マガレイ漁獲物の体長組成と年齢組成(加齢の基準日7月1日)

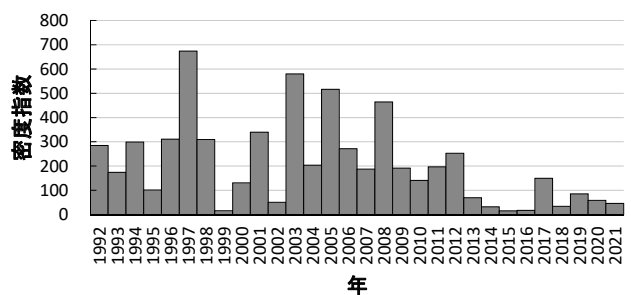


図4 オホーツク海雄武町沖における幼魚分布調査から推定したマガレイ1歳魚の密度指数

## 2. 1. 3 マダラ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 佐藤 充

### (1) 目的

北海道においてマダラは日本海、太平洋、オホーツク海のいずれにおいても重要な漁業資源であり、近年の全道漁獲量は2万～4万トン台で推移している。マダラ資源の合理的利用を図るため、各海域における漁業の漁獲動向や漁獲物の特徴、資源生態的特徴等を把握し、資源評価・管理を行うための情報を収集する。

### (2) 経過の概要

#### ア 全道の漁獲動向

沿岸漁業と沖合底びき網漁業（以下、沖底漁業）による漁獲量を、それぞれ振興局別、沖底海区別に集計した。沿岸漁業の漁獲統計には漁業生産高報告を、沖底漁業には北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計を用

いた。沿岸漁業の漁獲統計値については、「遠洋・沖合底びき網」および「北洋はえなわ・刺し網」による漁獲分を除いた。沖底漁業の漁獲統計値については、中海区別の漁獲量を集計した。2020～2021年度（4月～翌年3月）については水試集計速報値に基づく暫定値である。

#### イ 日本海中部～南部海域の漁獲動向

中央水試主管の石狩・後志振興局管内に加えて檜山振興局管内の漁獲動向を把握した。小樽機船漁業協同組合に水揚げされた銘柄別漁獲量を集計した。

### (3) 得られた結果

#### ア 全道の漁獲動向

全道の漁獲量のうち、沿岸漁業では根室振興局管内、

表1 北海道におけるマダラ海域別漁業別漁獲量（単位：トン）

年度	沿岸漁業(振興局別)												沖合底びき網漁業			合計
	宗谷	留萌	石狩※	後志	檜山	渡島	胆振	日高	十勝	釧路	根室	オホーツク	日本海	太平洋	オホーツク海	
1985	1,066	149	0	1,327	111	786	97	820	54	2,411	7,502	728	4,216	7,471	3,172	29,911
1986	1,186	325	0	1,523	158	1,300	110	1,031	203	1,618	11,662	860	3,320	10,767	3,195	37,259
1987	1,517	167	0	1,339	300	1,518	49	1,023	124	1,578	13,540	683	4,775	10,726	2,640	39,979
1988	1,171	155	0	1,279	425	1,739	100	1,112	25	1,347	11,050	768	2,776	7,029	924	29,899
1989	520	113	0	1,176	403	2,314	143	1,641	10	2,589	11,447	249	1,488	4,648	1,098	27,840
1990	462	113	0	1,196	345	1,990	208	1,656	30	3,153	12,712	704	2,044	5,262	2,826	32,701
1991	1,014	333	0	869	173	1,581	90	659	34	5,033	19,197	333	4,929	2,919	2,595	39,759
1992	2,203	549	0	1,504	61	586	68	529	27	3,098	20,803	520	7,768	1,774	1,757	41,248
1993	1,716	386	0	1,513	61	690	55	651	64	1,962	21,580	646	4,847	3,110	2,912	40,193
1994	1,234	290	2	1,637	152	788	96	554	42	2,867	22,395	660	4,835	2,543	3,823	41,918
1995	1,314	279	2	1,554	243	930	112	561	24	1,668	22,425	616	2,201	946	1,469	34,346
1996	2,173	382	1	1,921	349	1,025	175	517	66	2,428	22,064	443	4,247	3,901	1,775	41,468
1997	2,272	317	1	1,455	374	1,062	181	534	85	760	17,618	386	4,531	5,654	1,359	36,590
1998	1,272	223		1,295	110	1,096	143	381	38	244	16,416	336	1,925	4,767	1,004	29,250
1999	827	123	0	1,223	218	1,602	315	758	73	564	15,462	343	2,116	5,868	1,856	31,348
2000	1,729	363	1	2,180	258	1,742	272	1,103	38	1,014	8,797	433	2,507	5,303	1,679	27,420
2001	1,573	385	1	1,398	181	1,776	556	1,106	32	1,073	8,899	570	2,611	4,062	1,528	25,755
2002	838	363	1	947	121	1,429	216	517	61	877	7,582	483	1,564	2,767	1,642	19,408
2003	1,469	450	1	1,120	286	1,195	207	333	68	434	7,234	427	3,157	1,969	1,041	19,391
2004	1,208	229	0	833	242	1,287	207	533	45	519	6,345	376	1,455	3,136	1,193	17,608
2005	881	163	2	810	334	1,254	387	976	89	1,147	8,044	318	1,155	3,764	625	19,949
2006	1,252	185	0	628	400	1,282	416	899	163	974	6,044	315	1,045	4,469	905	18,978
2007	1,884	142	1	652	376	1,801	485	662	345	1,439	7,124	313	894	4,859	1,716	22,691
2008	1,420	226	1	655	291	1,664	380	688	227	1,259	6,950	279	1,002	4,228	969	20,239
2009	1,204	262	2	886	265	1,681	500	829	531	1,346	8,922	455	827	4,567	1,936	24,213
2010	951	220	1	733	297	1,518	376	950	229	1,050	6,116	318	1,102	6,064	2,331	22,255
2011	1,965	204	1	1,009	241	1,308	660	786	189	646	8,467	468	1,120	7,552	3,470	28,084
2012	2,714	438	0	1,697	198	1,408	721	818	198	1,147	10,051	481	1,581	8,296	1,887	31,634
2013	1,868	204	1	1,115	173	1,526	858	722	206	955	7,838	297	1,181	7,739	1,333	26,013
2014	925	152	0	459	183	1,540	590	933	336	1,071	6,603	176	686	7,048	1,422	22,124
2015	1,055	259	0	821	199	1,453	436	1,049	329	805	5,176	258	559	6,905	1,449	20,753
2016	1,350	374	1	976	152	876	311	868	225	572	5,541	133	1,067	9,077	4,364	25,888
2017	1,554	287	1	907	184	815	290	1,084	212	674	7,069	539	2,250	7,266	9,677	32,807
2018	4,149	687	1	1,863	152	916	358	1,432	318	1,020	10,696	378	4,578	6,998	7,050	40,596
2019	4,175	1,109	0	2,148	182	719	316	887	152	627	9,623	826	5,810	8,759	6,561	41,895
2020	2,674	1,095		2,101	126	843	357	1,107	106	578	7,639	990	4,578	7,589	8,214	37,997
2021	2,897	899	1	2,016	125	1,120	439	2,688	137	1,845	14,167	736	5,380	7,579	6,375	46,405

※石狩振興局の漁獲量「0」は漁獲量0.5トン未満である

沖底漁業では太平洋とオホーツク海の占める割合が比較的大きい(表1)。根室振興局管内の漁獲量が多かった1990年代半ばには全道の漁獲は4万トンを超える高い水準で推移していたが、その後は減少傾向となり、2004年度に最低の1.8万トンとなった(図1)。その後、主として太平洋海域における増加を反映して漁獲量は増加傾向に転じたが、2013年度から2015年度までは減少傾向が続いた。2016年度以降に増加傾向となり、2020年度は3.8万トンと減少したが、2021年度は1985年度以降最大の4.6万トンになった。

イ 日本海中部～南部海域の漁獲動向

石狩振興局管内における沿岸漁業の漁獲量は少なく、毎年概ね2トン以下で推移している(表1)。2021年度の後志振興局管内における沿岸漁業の漁獲量は2,016トンと前年度(2,101トン)を下回った。檜山振興局管内では近年200トン以下で推移し、2021年度は125トンと前年度(126トン)並であった(表1,図2)。

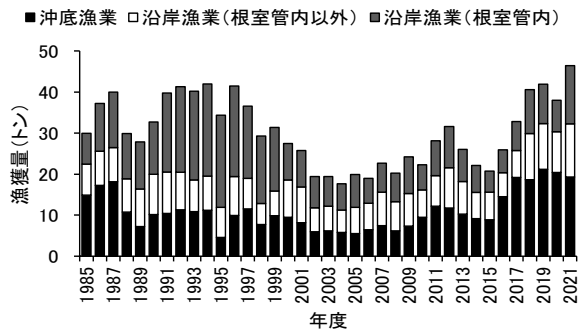


図1 北海道におけるマダラ漁獲量の推移

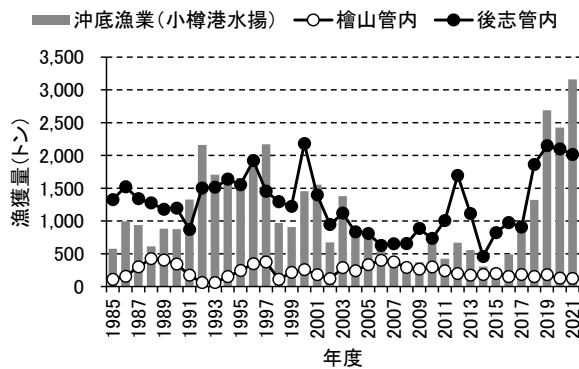


図2 日本海中部～南部海域におけるマダラ振興局別沿岸漁獲量および沖底漁獲量の推移(石狩振興局の漁獲量は僅かであるため、図中には表示していない)

沖底漁業(小樽港根拠)による漁獲量の変動傾向は後志振興局管内の沿岸漁業と似ており、漁獲量も同等程度で推移してきたが、2000年代後半以降は沿岸漁業の漁獲量が沖底漁業を上回る傾向にあった。しかし、2016年度以降沖底漁業の漁獲量が急激に増加し、2019年度以降、沿岸漁業よりも漁獲量が多くなった。2021年度は、3,159トンと1985年度以降最も多くなった(図2)。

小樽機船漁協所属船の銘柄別漁獲量をみると、2021年度は木箱1尾入から6尾入が前年度より増加した(表2,図3)。また、発泡でも前年に漁獲のなかった1-3尾入や4尾入れの漁獲も増加した。一方で発泡6尾入れ以下の小型銘柄は、漁獲が減少した。

表2 小樽機船漁協における2021年度銘柄別漁獲重量(kg)

銘柄名	重量(kg)	対前年度比
木箱1尾入	37,320	1.64
木箱2尾入	179,705	1.71
木箱3尾入	657,950	1.26
木箱4尾入	747,585	1.23
木箱5尾入	342,395	1.55
木箱6尾入	106,463	1.10
発泡箱1-3尾入	2,955	—
発泡箱4尾入	3,150	131.25
発泡箱5尾入	1,455	1.63
発泡箱6尾入	4,204	0.27
発泡箱7尾入	272	0.65
発泡箱8尾入	240	0.06

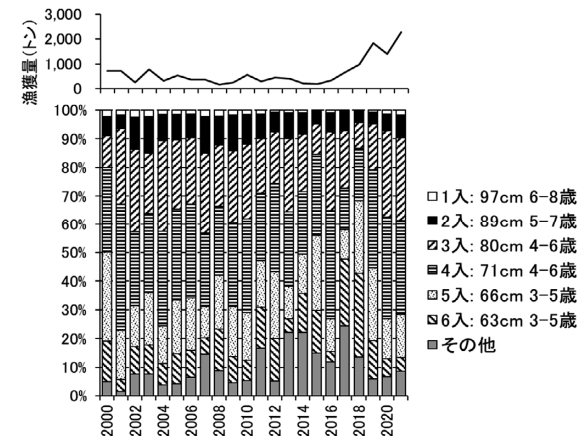


図3 小樽機船漁協に水揚げされたマダラの銘柄別漁獲割合の推移

## 2. 1. 4 ヒラメ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田昭彦

### (1) 目的

北海道においてヒラメは主に日本海から津軽海峡の沿岸域に分布する重要な漁業資源である。栽培漁業対象種として毎年220万尾の放流が行われてきたが、2015年度に放流事業体制が見直され、種苗放流の小型化や放流数の段階的な削減が実施されている。ヒラメ資源の合理的利用や種苗放流効果の評価を進めるため、漁獲動向や漁獲物の特徴等の情報を収集し、資源状態を把握することを目的としている。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲動向

全道の漁獲量を海域別、時期別に集計した。漁獲統計には漁業生産高報告(北海道資料)を用いた。なお、2020年度(2020年8月~2021年7月)の値については水試集計速報値に基づく暫定値である。

#### イ 漁獲物の全長組成と年齢

主要産地において実施されている漁獲物中の放流種苗の確認作業に伴う全長測定調査の結果(公益社団法人北海道栽培漁業振興公社とりまとめ)と上記の漁獲量データから、漁獲物の全長組成を推定した。また、余市町および石狩市において水揚げされたヒラメから耳石の薄片標本を作成し、輪紋を読み取ることで年齢査定を行い、漁獲物年齢組成を推定した。

#### ウ 資源状態の評価

上記の情報に基づき資源評価を行った。

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲動向

漁獲量(8月1日起算日の漁期年度)は1990年代後半に急増し、1999年度に1,300トンを超えた。その後は数年毎に増減しながら700~1,000トンで推移している(図1)。2020年度は前年度より減少して総計707トンとなった(表1)。

#### イ 漁獲物の全長および年齢組成

全長組成のうち400 mm未満サイズの割合(雌の初回成熟サイズの目安)は、2000年代前後には50%を超えることもあったが、2015年度以降は秋漁で30~40%、春漁で20~30%で推移してきた(図2)。2020年度の

表1 ヒラメの漁獲量. 北部: 稚内市~積丹町, 南部: 神恵内村~函館市楳法華

年度	単位:トン						合計
	北部		南部		沖底漁業		
	8-12月	1-7月	8-12月	1-7月	8-12月	1-7月	
1985	64	114	155	116	4	1	454
1986	240	221	277	134	2	1	874
1987	148	172	161	101	7	1	590
1988	138	103	260	132	1	1	635
1989	68	137	117	146	3	5	475
1990	98	255	165	159	7	8	693
1991	190	353	218	159	2	16	939
1992	188	241	186	160	4	7	787
1993	89	220	89	112	10	14	533
1994	93	184	101	147	1	6	531
1995	89	222	135	139	5	13	603
1996	159	176	165	139	1	5	647
1997	220	297	169	174	19	18	897
1998	266	233	196	184	15	10	905
1999	345	386	288	257	45	22	1,343
2000	245	199	250	168	11	4	878
2001	186	149	245	189	3	7	780
2002	146	279	163	130	5	16	739
2003	181	268	164	124	10	19	765
2004	150	287	128	103	7	13	688
2005	177	234	146	141	4	11	713
2006	209	194	211	190	6	9	819
2007	287	291	206	156	40	5	984
2008	163	225	188	164	10	8	758
2009	152	253	148	155	5	8	720
2010	135	310	221	162	12	20	859
2011	257	343	211	177	15	15	1,018
2012	180	198	204	215	6	8	811
2013	140	153	254	178	4	5	733
2014	221	148	355	258	3	7	992
2015	159	153	184	150	2	2	650
2016	219	129	217	193	16	18	791
2017	159	156	150	185	19	17	686
2018	188	247	149	204	34	20	842
2019	217	128	187	363	6	33	934
2020	96	141	155	238	1	75	707

北部: 稚内市~積丹町, 南部: 神恵内村~函館市楳法華

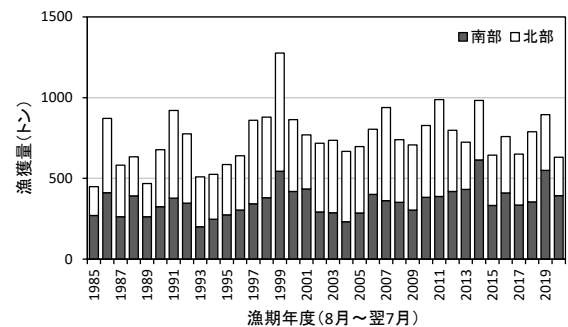


図1 ヒラメの漁獲量推移. 北部: 稚内市~積丹町, 南部: 神恵内村~函館市楳法華

400 mm未満サイズの割合は秋漁で30%、春漁で20%であった。

水揚げされた漁獲物の最少年齢は1歳で、2歳で本格的に加入し2～3歳時に漁獲の主対象となる年が多い(図3)。産卵期である春漁の漁獲物は索餌期の秋漁に比べて高齢魚の割合が高い(図3)。一方、秋漁では4歳以上の大型魚が漁獲対象に占める割合が低い年が多い。

2014年度には2011年級(3歳魚)および2012年級(2歳魚)の割合が増加した。2020年度には2～4歳魚の幅広い年齢で漁獲されていた。

ウ 資源状態の評価

資源状態の詳細については中央水産試験場HP ([https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/latest\\_assessment.html](https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/latest_assessment.html)) に掲載された。

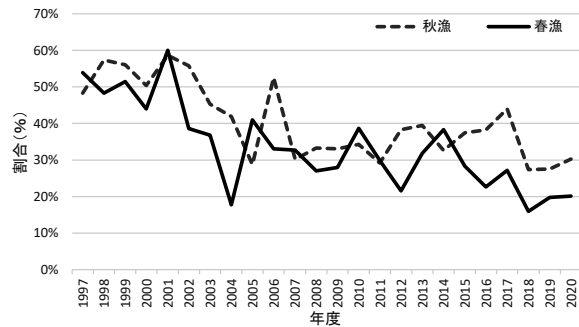


図2 ヒラメの全長組成のうち400 mm未満が占める割合

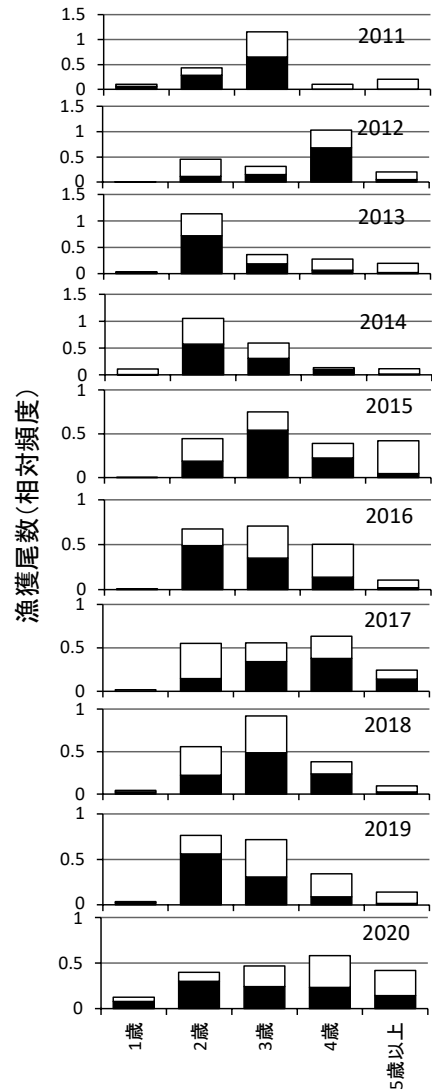


図3 余市町と石狩市に水揚げされたヒラメの漁獲物の年齢組成 (■:秋漁(11~12月), □:春漁(6~7月))

## 2. 1. 5 スケトウダラ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 佐藤 充

### (1) 目的

北海道の日本海に分布するスケトウダラは、日本海北部系群に属しており、産卵期を中心に各種漁業によって利用されている。スケトウダラの分布・生物学的特徴を明らかにするとともに、漁況や資源動向を把握し、資源の合理的利用に役立てる。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲物調査

##### (ア) 漁獲統計調査

##### a 漁獲量

漁獲量は、4月～翌年3月を年度単位として集計した。集計に用いた資料は、沖合底びき網漁業については北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計資料、沿岸漁業については漁業生産高報告(ただし2020, 2021年度は速報値)を用いた。

##### b 漁獲努力量の推移

小樽機船漁協、岩内郡漁協、東しゃこたん漁協からの聞き取りに基づき、小樽地区の沖合底びき網漁業と岩内地区のすけとうだらはえなわ漁業、古平・積丹地区のすけとうだら刺し網漁業の着業隻数を集計した。

##### (イ) 商業漁獲物調査

##### a 沖合底びき網漁業

2021年4月に小樽港に水揚げされた漁獲物から標本採集した。

##### b 沿岸漁業

標本採集の時期および実施した場所は次のとおりである。

- ・すけとうだらはえなわ漁業：2022年2月、岩内郡漁協
- ・刺し網漁業(後志南部)：2022年1, 3月、島牧漁協・刺し網漁業(後志北部)：2021年12月、余市郡漁協

測定項目は体長(尾叉長)、体重、性別、生殖腺重量、成熟度に加え、耳石を採集して横断切片の輪紋に基づき年齢査定を行った。

岩内のはえなわ漁獲物は、大、小の2銘柄それぞれに標本採集し、各銘柄の標本組成について漁獲日における銘柄別漁獲量で引きのばして体長および年齢組成を

作成した。

#### イ 調査船調査

##### (ア) 産卵群漁期前分布調査(新規加入量調査・秋季新規加入量把握調査)

本調査は産卵親魚の現存量推定を目的に、1996年度から稚内水試および函館水試と共同で実施している。内容詳細は「7. 1 我が国周辺水産資源調査・評価(スケトウダラ)」の項を参照のこと。

##### (イ) 冬季卵仔魚分布調査

本調査は2016年度から調査の規模を縮小し、定期海洋観測の際にノルパックネット(深度150m)で採取される卵の状況をモニタリングしている。2021年度は2022年2月の定期海洋観測時に試験調査船北洋丸にて石狩湾の定点において調査した。

\*定期海洋観測点については「2. 海洋環境調査研究」の項を参照のこと。なお稚内水産試験場と共同で実施している「新規加入量調査・春季仔稚魚分布調査」「未成魚分布調査」の詳細については稚内水産試験場事業報告を参照のこと。

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲物調査

##### (ア) 漁獲統計調査

##### a 漁獲量

日本海のスケトウダラの漁獲量は、1970年度以降10万トン前後で推移し、1979年度には15万トンに達した。1980～1992年度には7万トン台～12万トン台の範囲で増減していたが、1993年度以降は減少傾向となっている。2006年度以降は2万トン以下に、2011年度は1.0万トンに減少した。2008年度以降はTACの範囲内で漁獲量が推移し、2021年度は5,542トンであった(表1, 図1)。

後志管内の沖合底びき網漁業の漁獲量は、2006年度以前には1万トンを超えていたが、2009年度以降は4千トンを下回り、2014年度に3千トンを下回った。2021年度は2,242トンであった(表1)。

石狩・後志管内の沿岸漁業の漁獲量は、1980年代前半には3万トンを超えていたが、1990年代初めに急減し、その後も減少傾向で推移している。2021年度は

1,070トンであった(表1)。

### b 漁獲努力量の推移(表2)

小樽地区の沖底漁業の着業隻数は1980年代前半に22隻であったが、漁場の縮小や資源の悪化に伴い、2012年度には4隻となった。

すけとうだら刺し網漁業の2021年度の操業隻数は、東しゃこたん漁協古平本所が12隻、同漁協積丹支所が1隻、岩内湾(神恵内漁協～島牧漁協)のはえ縄漁業は2隻(岩内郡漁協のみ)であった。いずれの地区・漁業でも2000年代以降に著しく減少した。

表1 北海道日本海のスケトウダラ漁獲量の推移 (単位:トン)

年度	北海道日本海海域			石狩・後志管内		
	合計	沖底漁業	沿岸漁業	沖底漁業	沿岸漁業	沿岸漁業
1980	134,560	82,928	51,632	37,388	18,187	19,202
1981	110,266	54,341	55,925	37,721	19,178	18,543
1982	91,092	41,969	49,123	34,480	15,576	18,904
1983	86,614	43,278	43,335	31,925	14,147	17,778
1984	114,229	71,997	42,232	32,516	16,004	16,511
1985	110,676	68,874	41,802	31,996	15,641	16,355
1986	76,363	43,140	33,224	25,509	13,692	11,817
1987	77,254	51,936	25,318	14,588	6,946	7,641
1988	113,846	80,777	33,069	18,422	8,349	10,073
1989	122,858	94,019	28,838	13,324	5,304	8,020
1990	120,762	90,429	30,333	12,082	6,163	5,919
1991	120,605	90,502	30,103	10,445	6,266	4,179
1992	120,443	97,459	22,984	6,001	3,616	2,385
1993	70,487	47,386	23,102	4,667	3,329	1,338
1994	61,045	41,018	20,027	5,597	4,491	1,106
1995	61,033	41,116	19,917	3,965	3,102	863
1996	77,175	58,693	18,482	27,417	6,293	5,086
1997	67,265	43,158	24,107	21,591	5,956	4,418
1998	52,957	36,430	16,527	15,991	4,654	3,372
1999	48,535	32,482	16,053	20,392	3,926	2,333
2000	39,157	25,952	13,204	18,717	2,588	1,613
2001	42,603	24,646	17,957	15,137	2,765	901
2002	57,309	39,733	17,576	29,720	3,762	1,239
2003	31,267	15,209	16,058	10,867	4,383	2,056
2004	32,291	20,717	11,574	16,404	2,869	1,349
2005	24,646	15,134	9,511	12,546	2,004	612
2006	19,883	12,605	7,278	11,791	1,791	356
2007	16,870	8,506	8,364	7,085	3,187	501
2008	17,550	10,383	7,167	6,072	3,390	832
2009	13,970	7,894	6,075	3,990	2,136	704
2010	14,662	7,768	6,894	3,882	2,581	617
2011	10,248	6,395	3,853	3,198	2,383	1,137
2012	11,524	6,375	5,150	3,203	1,778	765
2013	9,553	5,595	3,957	3,721	2,599	1,235
2014	6,858	4,484	2,374	2,669	1,370	132
2015	5,233	2,814	2,420	1,642	1,639	770
2016	5,967	3,387	2,579	1,849	1,986	880
2017	5,283	3,093	2,190	1,550	1,685	564
2018	5,615	3,095	2,520	1,549	1,911	929
2019	5,216	2,768	2,448	1,548	1,604	766
2020	5,115	3,196	1,919	1,845	1,236	566
2021	5,542	3,867	1,675	2,242	1,070	504

資料  
 北海道日本海海域  
 ・沖合底びき網漁業:北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計の中海区北海道日本海  
 ・沿岸漁業:北海道水産現勢の福島町から稚内市までと八雲町熊石地区  
 石狩・後志管内  
 ・沖合底びき網漁業:北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計の陸揚港小樽  
 ・沿岸漁業:北海道水産現勢の石狩市～積丹町(石狩湾)および神恵内村～島牧村(岩内湾)  
 \* 沿岸漁業の2020, 2021年は暫定速報値

表2 スケトウダラ漁業着業隻数の推移

年度	沖底	刺し網		合計	はえ縄 岩内湾
	小樽	古平	積丹		
1981	22				
1982	22				
1983	22				
1984	22				95
1985	22				
1986	10	55	19	74	85
1987	10	54	19	73	63
1988	10	59	19	78	52
1989	10				49
1990	10	25	11	36	37
1991	10	27	12	39	33
1992	10	27	10	37	33
1993	10	28	8	36	22
1994	10	29	7	36	7
1995	10	24	7	31	6
1996	10	27	6	33	6
1997	9				6
1998	9	25	5	30	5
1999	9	28	4	32	5
2000	8	17	6	23	6
2001	8	15	4	19	6
2002	9	19	4	23	6
2003	9	20	4	24	6
2004	9	11	8	19	6
2005	9	9	5	14	6
2006	9	7	5	12	6
2007	9	8	5	13	6
2008	6	9	3	12	6
2009	6	9	2	11	6
2010	6	9	2	11	6
2011	6	9	2	11	4
2012	*4	10	2	12	4
2013	4	11	4	15	3
2014	4	0	0	*0	3
2015	4	15	2	17	3
2016	4	15	1	16	3
2017	4	15	2	17	2
2018	4	14	6	20	2
2019	4	13	1	14	2
2020	4	13	1	14	2
2021	4	12	1	13	2

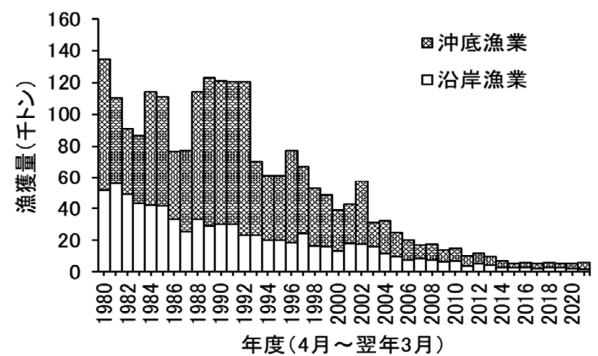


図1 北海道日本海海域におけるスケトウダラ漁獲量の推移



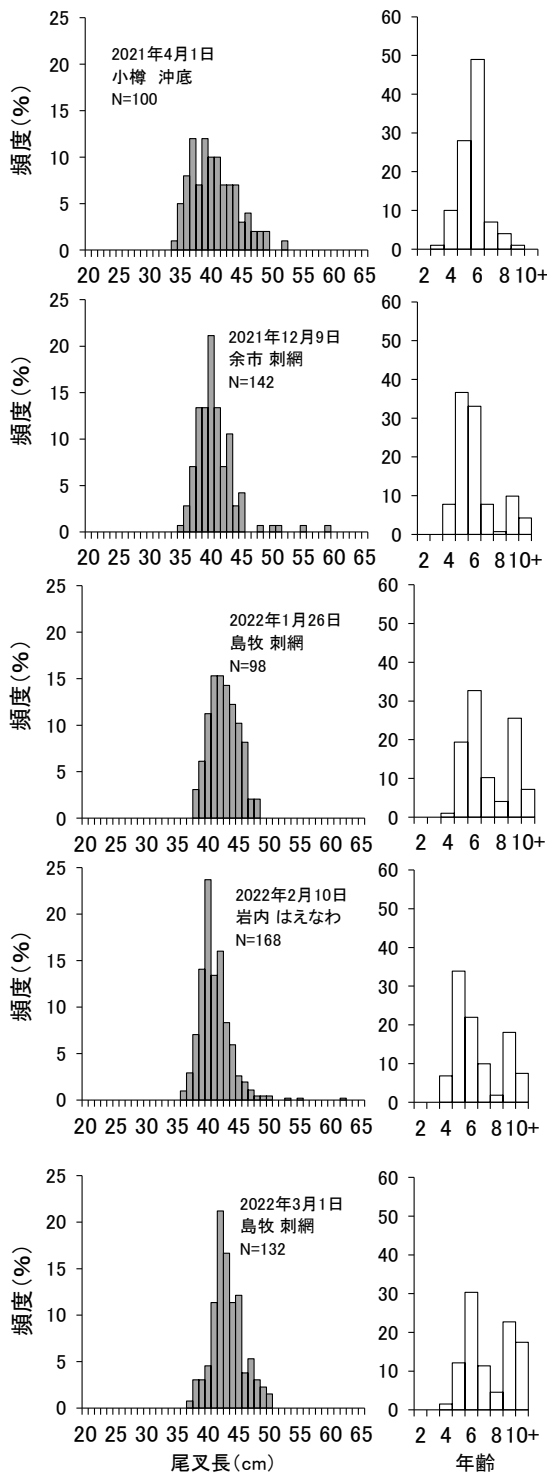


図2 商業漁獲物の体長・年齢組成 (2021年度)

(イ) 商業漁獲物調査 (図2)

小樽港根拠の沖合底びき網漁業により2021年4月に漁獲されたスケトウダラの尾又長は、37 cmと39 cmが多く、年齢は5歳魚(2016年級)と6歳魚(2015年級)とが全体の77%を占めた。

2021年12月から2022年3月にかけて後志管内の沿岸域で漁獲されたスケトウダラの尾又長は、40 cm～

42 cmが多く、年齢も5歳魚(2016年級)と6歳魚(2015年級)が多かった。また、1月と3月の島牧で漁獲されたスケトウダラは9歳魚(2012年級)の割合も多かった。

はえなわによる2020年11月の漁獲物標本の尾又長は40 cmが最も多く、年齢も5歳魚(2016年級)と6歳魚(2015年級)が中心であった。ただ、沖合底びき網漁業に比べ、9歳魚(2012年級)も比較的多く見られた。

イ 調査船調査

(ア) 産卵群漁期前分布調査

計量魚群探知機の反応量とトロールによる魚種組成および魚体情報から、2021年の産卵親魚分布量は9.7万トンと推定され、2015年以降は微増傾向にある。内容の詳細は「9. 1. 1 スケトウダラ新規加入量調査」の項を参照のこと。

(イ) 冬季卵仔魚分布調査

調査点(J31,J32,J33)で採集されたスケトウダラ卵の分布密度の経年変化を図3に示す。

年級群豊度の高い2006年と2012年、2016年は卵の分布密度が高く、これらの年級はその後の加入量も高い。2019年は1000個/m<sup>2</sup>と過去最高値を示したが、その後減少し、2022年は119個/m<sup>2</sup>であった。

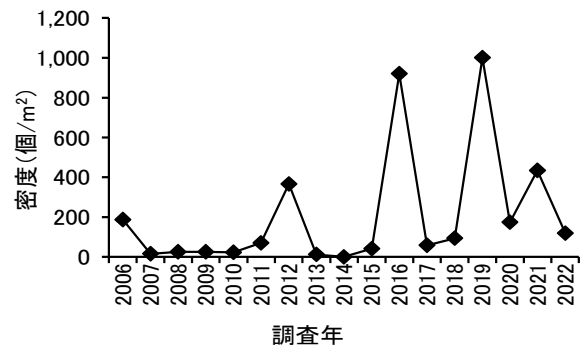


図3 石狩湾におけるスケトウダラ卵の分布密度の経年変化 (J32, J32, J33での比較)

## 2. 1. 6 ホッケ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 山口浩志

### (1) 目的

道央日本海～オホーツク海に分布するホッケ（以下、道北群）およびそのうち石狩・後志海域に分布する群の資源状態を適切に把握・評価することで、当該資源の持続的有効利用に資することを目的とする。本課題は稚内および網走水産試験場と共同で実施した。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲統計調査

石狩～後志管内における沿岸漁業については、漁業生産高報告ならびに水試集計速報値から漁業種別・月別漁獲量を集計した。沖合底びき網漁業（以下、沖底漁業）については、小樽機船および小樽市漁業協同組

表1 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの漁獲量

(単位：トン)

年	沖合底びき網漁業			沿岸漁業							合計	
	道北～道央日本海 (うち道央日本海)	オホーツク海	小計	石狩	後志	留萌	利礼	その他宗谷	武蔵堆 (知事許可 刺し網)	オホーツク		小計
1985	7,571 (749)	10,814	18,384	2	3,569	307	6,212	126	2,211	3,349	15,777	34,161
1986	12,090 (612)	17,563	29,654	0	2,131	335	4,352	559	1,331	7,376	16,083	45,737
1987	20,452 (1,866)	20,457	40,909	5	1,685	372	8,098	416	1,340	6,695	18,612	59,521
1988	23,366 (1,437)	17,909	41,275	8	5,087	608	8,607	484	2,628	7,034	24,455	65,730
1989	25,105 (3,987)	24,887	49,992	18	4,285	798	6,635	307	1,547	5,080	18,670	68,661
1990	52,984 (8,420)	22,734	75,719	10	4,327	528	9,049	201	1,237	5,499	20,850	96,569
1991	48,505 (3,218)	18,846	67,351	6	3,143	312	14,055	75	1,977	3,840	23,408	90,758
1992	35,041 (1,420)	4,749	39,790	40	7,358	729	10,929	100	2,127	5,399	26,682	66,472
1993	52,199 (5,209)	23,389	75,588	17	4,729	742	11,049	187	1,941	7,574	26,238	101,827
1994	77,369 (12,530)	16,865	94,234	4	7,010	727	10,784	80	893	5,751	25,249	119,483
1995	108,187 (19,695)	10,478	118,665	1	7,369	902	12,050	351	808	8,837	30,318	148,983
1996	81,310 (15,128)	25,391	106,701	10	10,271	648	12,975	215	1,263	12,380	37,763	144,464
1997	106,621 (14,304)	23,657	130,277	4	15,994	511	9,883	202	986	12,006	39,587	169,864
1998	124,626 (21,528)	42,930	167,556	3	12,012	616	10,773	66	1,039	13,020	37,530	205,086
1999	88,431 (15,326)	15,788	104,219	6	11,412	327	6,310	512	570	10,034	29,171	133,390
2000	86,252 (12,236)	22,985	109,237	25	9,868	397	6,638	93	321	10,033	27,374	136,611
2001	84,316 (14,901)	14,249	98,565	17	15,923	333	8,287	107	223	5,601	30,492	129,057
2002	67,281 (14,017)	17,771	85,053	28	13,724	304	8,533	465	245	13,480	36,780	121,833
2003	73,981 (7,802)	23,492	97,473	29	19,287	347	10,416	590	315	12,032	43,017	140,491
2004	84,405 (17,306)	41,205	125,610	17	8,550	343	5,447	263	207	10,787	25,614	151,225
2005	79,775 (12,763)	18,688	98,463	9	7,169	212	6,886	182	308	8,565	23,330	121,794
2006	55,560 (1,885)	12,557	68,117	6	12,624	261	6,550	355	298	10,407	30,502	98,620
2007	83,530 (5,985)	18,657	102,187	4	10,820	234	6,509	135	235	5,125	23,063	125,250
2008	85,689 (16,480)	26,803	112,492	6	17,685	340	5,683	488	280	10,272	34,754	147,246
2009	60,094 (10,879)	10,532	70,626	22	12,114	354	4,913	415	204	7,669	25,690	96,316
2010	39,717 (10,367)	4,515	44,231	26	10,711	471	6,173	64	150	5,249	22,844	67,075
2011	28,281 (3,806)	8,171	36,452	19	7,075	497	5,853	77	146	2,964	16,631	53,083
2012	29,391 (2,879)	7,859	37,250	3	6,412	435	6,360	352	51	11,105	24,717	61,967
2013	28,413 (4,676)	3,664	32,077	2	4,746	199	5,886	66	25	3,294	14,219	46,296
2014	15,317 (1,223)	504	15,820	1	4,654	223	3,806	4	21	1,259	9,968	25,788
2015	8,252 (1,187)	160	8,411	1	2,981	54	3,717	2	16	436	7,207	15,618
2016	6,364 (741)	149	6,513	0	3,639	64	5,281	5	19	242	9,251	15,764
2017	4,047 (122)	760	4,806	0	2,080	72	5,096	502	16	4,202	11,969	16,775
2018	10,467 (1,142)	2,288	12,755	0	4,163	131	6,296	7	6	3,713	14,316	27,071
2019	7,043 (799)	661	7,704	1	6,546	234	7,466	794	7	6,569	21,619	29,323
2020	14,132 (5,635)	1,359	15,491	9	5,787	167	5,282	25	0	3,617	14,888	30,379
2021	14,688 (4,466)	383	15,071	15	6,819	264	6,321	6	18	1,775	15,218	30,290

資料A：「北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報」（水産研究・教育機構），試験操業含む

資料B：「漁業生産高報告」（北海道水産林務部），2021年は「水試集計速報値」（中央水試）

資料C：「知事許可ほっけ刺し網漁獲実績報告書」（北海道水産林務部）

道北～道央日本海：資料Aの北海道日本海（旧：道西）の計，道央日本海：同じく北緯43度40分以南，オホーツク海：同じくオホーツク沿岸（旧：オホーツク）の計

石狩，後志，留萌，オホーツク：資料Bの沖合底びき網漁業と遠洋底びき網漁業を除く各振興局管内，ただし後志は北緯43度40分以南のみ，利礼：同じく利尻島および礼文島，その他宗谷：同じく利尻島および礼文島を除く宗谷総合振興局管内，武蔵堆：資料Cの北緯43度40分以上

合資料、北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計から中海区「北海道日本海」における漁区別・月別漁獲量を集計した。これらのうち、北緯43度40分以南で漁獲されたものを、石狩・後志海域の沖底漁業の漁獲量とした。知事許可のほっけ刺し網漁業については、漁獲成績報告書から、北緯43度40分以南の道西日本海における月別漁獲量を後志の沿岸漁業の漁獲量とした。

イ 漁獲物の生物測定および年齢査定

沖底漁業については小樽機船漁業協同組合から1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12月の漁獲物を標本採集した。沿岸漁業の刺し網については余市郡または東しゃこたん漁業協同組合から6, 7, 9, 10月の漁獲物を、底建網については寿都または島牧漁業協同組合から4, 5, 11月の漁獲物を標本採集し生物測定を行った。得られた体長データを漁業別の銘柄別漁獲量により重み付けし、漁獲物の体長組成および年齢組成を作成した。

表2 石狩・後志海域におけるホッケの漁業種類別漁獲量(単位:トン)

年	沖底漁業	沿岸漁業			小計	合計
		定置・底建網	刺し網	その他		
1985	749	1,364	2,167	41	3,571	4,321
1986	612	1,142	936	52	2,131	2,743
1987	1,866	1,067	562	62	1,690	3,557
1988	1,437	2,996	2,052	48	5,095	6,532
1989	3,987	2,183	2,005	115	4,303	8,290
1990	8,420	1,692	2,466	179	4,337	12,757
1991	3,218	1,869	1,211	69	3,149	6,367
1992	1,420	3,188	4,162	48	7,398	8,818
1993	5,209	2,824	1,869	52	4,746	9,954
1994	12,530	4,174	2,824	16	7,014	19,544
1995	19,695	3,945	3,415	10	7,370	27,065
1996	15,128	5,699	4,573	9	10,281	25,409
1997	14,304	11,448	4,549	2	15,999	30,303
1998	21,528	6,568	5,432	15	12,014	33,542
1999	15,326	8,752	2,620	46	11,418	26,744
2000	12,236	7,954	1,925	14	9,893	22,129
2001	14,901	13,200	2,709	32	15,941	30,842
2002	14,017	10,968	2,764	20	13,752	27,770
2003	7,802	17,153	2,144	19	19,316	27,118
2004	17,306	7,822	740	5	8,567	25,872
2005	12,763	6,622	546	10	7,178	19,942
2006	1,885	11,562	1,059	9	12,630	14,515
2007	5,985	9,633	1,187	5	10,824	16,809
2008	16,480	15,987	1,697	8	17,691	34,171
2009	10,879	11,228	901	7	12,136	23,015
2010	10,367	9,843	887	6	10,737	21,105
2011	3,806	4,128	2,957	10	7,095	10,901
2012	2,879	4,245	2,161	9	6,415	9,294
2013	4,676	2,848	1,894	5	4,747	9,423
2014	1,223	2,451	2,198	6	4,655	5,878
2015	1,187	1,220	1,746	16	2,982	4,169
2016	741	2,047	1,583	8	3,639	4,380
2017	122	783	1,295	2	2,095	2,218
2018	1,142	2,746	1,413	3	4,163	5,305
2019	799	4,562	1,981	4	6,546	7,346
2020	5,635	3,644	2,128	25	5,797	11,432
2021	4,466	5,309	1,505	21	6,835	11,301

注) 沖底漁業と刺し網は北緯43度40分以南について集計  
2021年の沿岸漁業は水試集計速報値

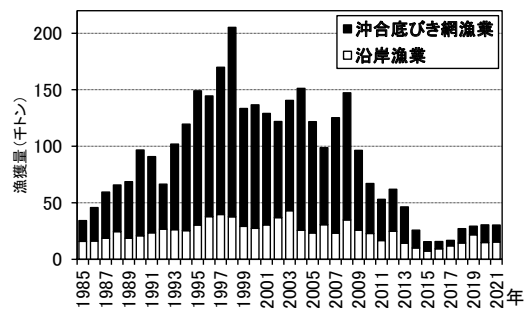


図1 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの漁獲量

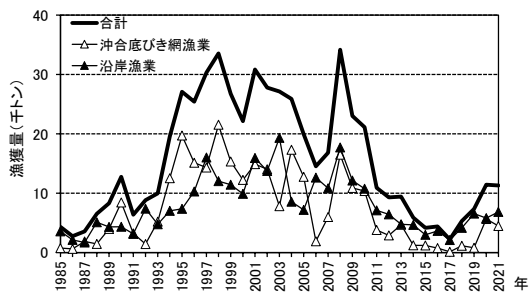


図2 石狩・後志海域におけるホッケの漁獲量

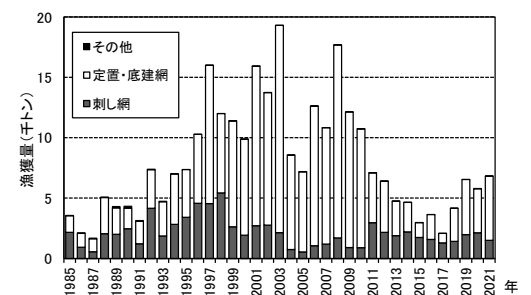


図3 石狩・後志海域における沿岸漁業によるホッケの漁獲量

ウ 資源評価

中央水産試験場における上記の結果に稚内および網走水産試験場のデータを加えて年齢別漁獲尾数を推定し、道北群についてコホート解析による資源量推定を行い、資源状態を評価した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

道北群全体のホッケの漁獲量は、1985年の約3万4千トンから増加を続け、1998年には約20万トンを超えた(表1, 図1)。翌1999年以降2008年まで、およそ10~15万トンで推移していたが、2009年以降急激に減少し、2011年に5万3千トンになった。2012年には若

干増加したものの、2013年以降再び減少し、2015年には過去最低の1万6千トンとなった。2018年以降は増加し、2021年には前年並の3万トンであった。漁獲量の多い年代は沖底漁業が大部分を占めたが、近年の漁獲量の減少にともなって沿岸漁業の割合が高まり、近年は沿岸漁業と沖底漁業とほぼ同程度となっている。

石狩・後志海域における漁獲量は、2011年以降、1万トン以下で推移し、2021年は9,780トンであった(表2, 図2)。沿岸漁業では、小定置網や底建網によって春の索餌期と秋の産卵期に沿岸域で、刺し網によってほぼ周年にわたって大陸棚縁辺部で漁獲される。2021年の漁獲量は、定置・底建網が前年より増加して5,309トン、刺し網は前年よりも減少して1,523トンだった(表2, 図3)。沖底漁業による漁獲量は、1993~2005年は概ね1~2万トンで推移したが、2006、2007年に1万トンを大きく下回った。2008年に1.6万

トンに回復したが、その後は減少傾向となり、2021年は4,466トンであった。なお、小樽地区根拠の沖底漁業の着業隻数は、1997年~2008年6月が9隻、2008年9月~2012年5月が6隻、さらに2012年9月以降が4隻と減少してきている。

イ 漁獲物の生物測定および年齢査定

2021年の沖底漁業および沿岸漁業による石狩・後志海域におけるホッケ漁獲物の体長組成および体長階級別年齢組成を図4に示した。

沖底漁業の漁獲物では上半期には、2歳で構成される体長25 cm台にモードがみられた。下半期には1歳と2歳で構成される体長25 cm台と0歳で構成される22 cm台にモードがみられた。

定置・底建網漁業の漁獲物では上半期には、2歳で構成される体長25 cm台にモードがみられた。下半期には1歳と2歳で構成される体長26 cm台と3歳で構

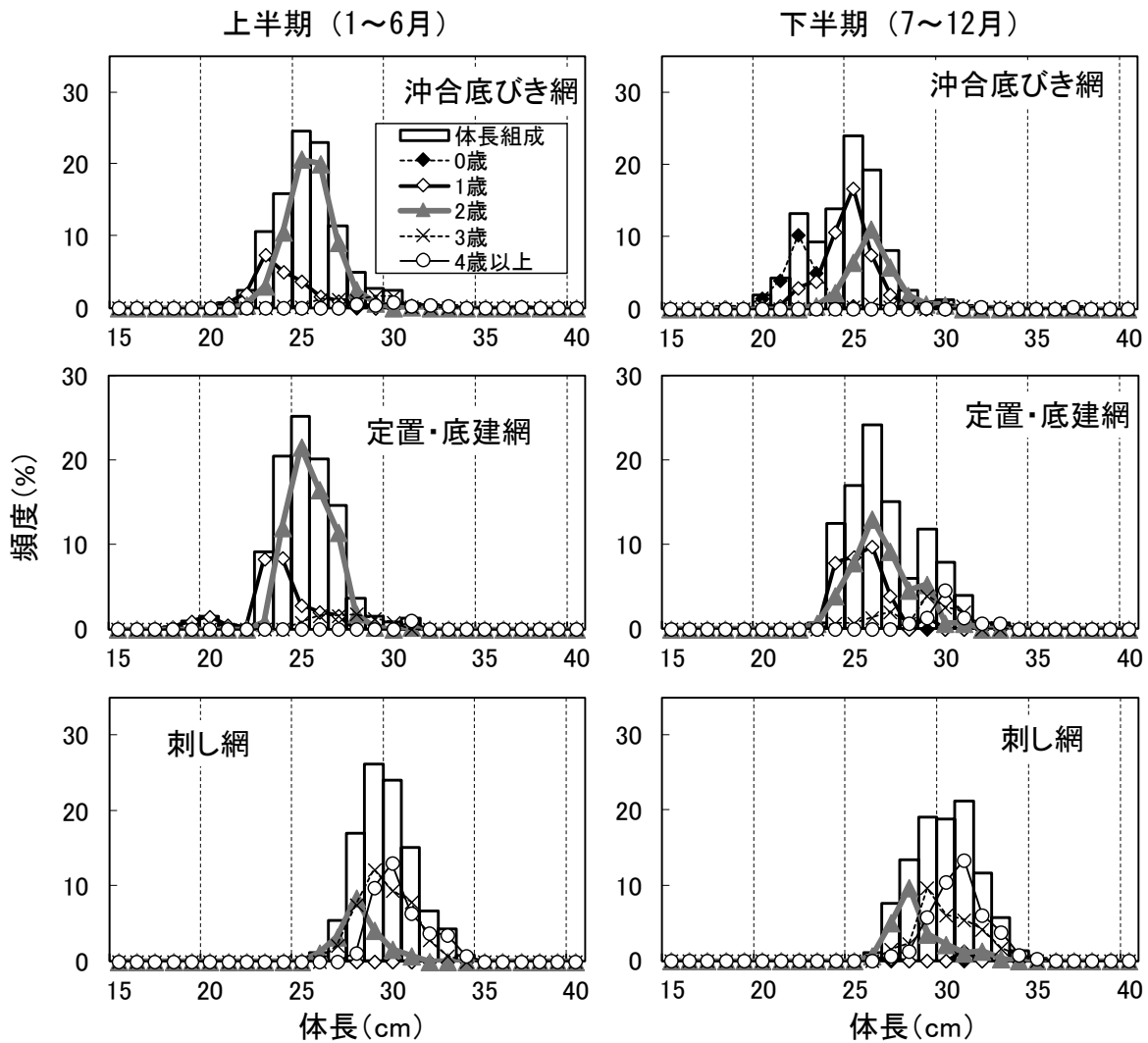


図4 石狩・後志海域におけるホッケ漁獲物の体長組成および年齢組成 (2021年)

成される29 cm台にモードがみられた。

刺し網漁業の漁獲物は、2歳以上で構成され、上半期には体長29 cm台、下半期には体長31 cm台にモードがみられた。

ウ 資源評価

ホッケ道北群の2021年上半期の年齢別漁獲尾数は、2019年級である2歳が主体であった(図5)。下半期には、2歳に加えて1歳も多くなった。

これら年齢別漁獲尾数からコホート解析によって推定した道北群の下半期初めの年齢別資源尾数を図6に示した。2021年の総資源尾数は5.7億尾と推定されている。

同じくコホート解析によって推定された本資源に対する漁獲係数(F値)を図7に示した。F値は1980年代後半から1992年に低下傾向であったが、その後2010年まで変動しながら上昇傾向が続いた。その後のF値は上昇が止まり、2014年から2019年にかけて大きく減少し、0.2前後の値で推移している。

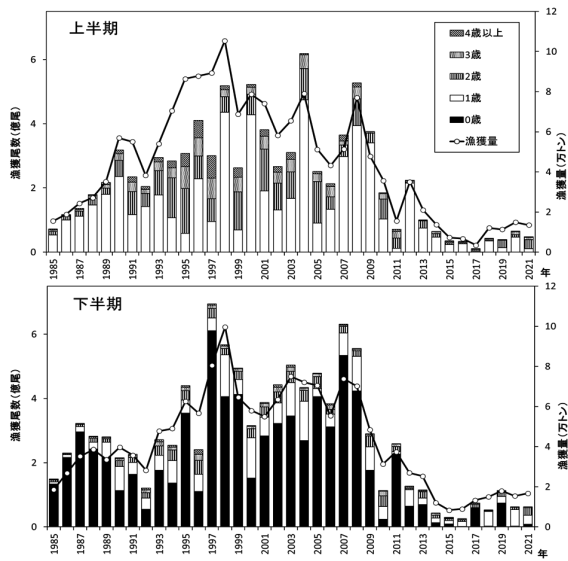


図5 ホッケ道北群の年齢別漁獲尾数  
上図：上半期，下図：下半期

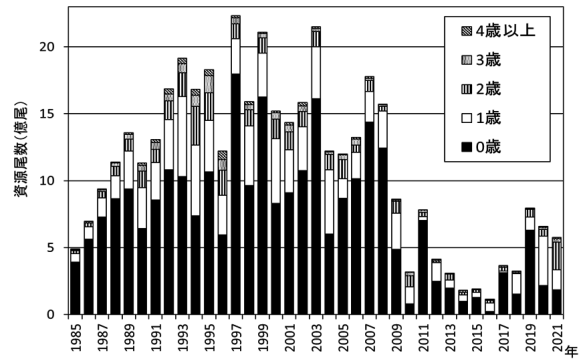


図6 ホッケ道北群の下半期初めにおける年齢別資源尾数

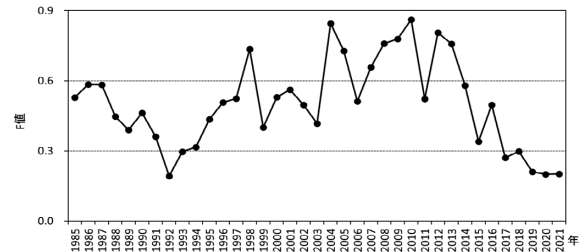


図7 ホッケ道北群に対する漁獲係数(F)の推移

## 2. 1. 7 スルメイカ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 富山 嶺

### (1) 目的

北海道の日本海に來遊するスルメイカの漁況予測や生態研究に必要な情報を得るため、道央日本海（後志および石狩振興局管内）の主要港における漁獲統計調査および漁獲物の生物測定などのモニタリングを行う。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲統計調査

道央日本海のスルメイカの漁獲量を漁業生産高報告から集計した。ただし、2021年は水試集計速報値を用いた。余市港にいか釣り漁船によって水揚げされたスルメイカの銘柄別漁獲重量、尾数および延べ操業隻数を荷受け伝票から集計し、CPUE（1隻1日当たりの漁獲尾数および重量）を算出した。

#### イ 生物調査

2021年7月にいか釣り漁船および10～12月に沖合底びき漁船（以下、沖底）による漁獲物から、銘柄別に標本を購入し生物測定を行った。生物測定の方法は「北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル」（北海道立水産試験場、1996、2012改定）に従った。

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲統計調査

2021年の道央日本海のスルメイカ漁獲量は620トンで、前年を下回った（図1）。1985年以降、本海域漁獲量の99%以上を後志管内が占めている。

2021年の余市港におけるいか釣り漁船の延べ操業隻数とCPUEを表1に、その経年変化を図2に示した。2021年の延べ操業隻数は71隻で、前年よりも減少した。不漁のため、他海域で操業する漁船が多かったものと推察される。月別では、7月および9月の延べ操業隻数が多かった。7月から12月の月平均操業隻数は12隻であった。漁期を通して、地元船1隻と長崎県などからの外来船数隻が操業した。

2021年のCPUE（尾数）は1,118尾で、前年を下回った（図2）。漁期前半の7月上旬は4.4千尾であったが、それ以外の時期はおおむね1.0千尾以下の比較的低い水準で推移した（表1）。

#### イ 生物調査

2021年の生物測定結果（表2）および外套長組成（図3）を示す。外套長組成は、銘柄ごとの測定結果を標本採集日の標本船の銘柄別漁獲箱数で引き伸ばして推定した。いか釣り漁船の漁獲物の外套長組成のモードは、7月が15 cmであった。沖底による漁獲物の外套長組成のモードは、10月が18 cm、12月が21 cmであった。

表1 余市港におけるスルメイカを対象としたいか釣り漁船の延べ操業隻数とCPUE（1隻1日当たりの漁獲重量および尾数）

2021年 月	延べ 隻数	漁獲数量		CPUE		
		尾数	重量(kg)	尾数	重量(kg)	
7月	上	3	13,390	1,776	4,463	592
	中	16	29,205	3,678	1,825	230
	下	7	6,420	894	917	128
8月	上	2	280	30	140	15
	中	4	1,760	210	440	53
	下	0	0	0		
9月	上	5	2,430	432	486	86
	中	5	5,530	960	1,106	192
	下	6	8,980	1,608	1,497	268
10月	上	2	1,810	300	905	150
	中	2	545	96	273	48
	下	5	1,920	408	384	82
11月	上	5	4,510	960	902	192
	中	1	765	168	765	168
	下	1	30	6	30	6
12月	上	4	1,350	258	338	65
	中	3	440	102	147	34
	下		0	0		
7月	計	26	49,015	6,348	1,885	244
8月	計	6	2,040	240	340	40
9月	計	16	16,940	3,000	1,059	188
10月	計	9	4,275	804	475	89
11月	計	7	5,305	1,134	758	162
12月	計	7	1,790	360	256	51
7-9月	計	48	67,995	9,588	1,417	200
10-12月	計	23	11,370	2,298	494	100
年	計	71	79,365	11,886	1,118	167

※余市郡漁業協同組合資料、中央水試調べ。



## 2. 1. 8 ニシン

担当者 資源管理部 資源管理グループ 城 幹昌

### (1) 目的

後志～宗谷管内の日本海には、石狩湾系ニシンが分布している。これらは、冬季に沿岸に産卵来遊するため、沿岸漁業者の重要な漁業資源となっている。このため、本資源について漁獲統計調査や資源解析を行って資源評価を行うこと、そして資源評価をする上で必要な生態的知見を獲得する上での基礎資料を得ることを主な目的とする。

### (2) 経過の概要

後志～宗谷管内の日本海に分布するニシンについては本事業の他に、日本海北部ニシン栽培漁業推進委員会からの受託研究「石狩湾系ニシンの漁況予測調査」においても、様々な調査・研究が行われている。ここでは、本事業の対象である漁獲統計調査、及び資源評価結果についてのみ記載し、その他の結果については「16. 石狩湾系ニシンの漁況予測調査」に記載した。

### (3) 得られた結果

令和3年度に資源評価を行ったのは令和2(2020)漁期年度(2020年5月～2021年度4月)についてである。このため、本稿では2020漁期年度までの結果を記載する。

#### ア 漁獲統計調査

2020漁期年度(以降、年度と呼ぶ)までの石狩湾系ニシンの漁獲量を表1に示す。石狩湾系ニシンの漁獲量は1995年度までわずかであったが、1996年度に151

トンの漁獲を記録した後、2002年度までは173～354トンの範囲でほぼ横ばいで推移した。2003年度には1,363トンに漁獲量は急増し、2004～2005年度には再び300～400トン台まで減少したが、2006年度には再度1,098トンまで増加した。その後、2013年度にかけては1,092～2,399トンの範囲で年によって大きく変動しつつもほぼ横ばいで推移していたが、2014年度以降、さらに増加傾向となり、2020年度では2,024トンであった。

なお2019、及び2020年度の石狩湾系ニシン漁獲量は、最近急増している漁期年度末の漁獲量について脊椎骨数による系群判別を基に見直しを行った。

#### イ 資源評価

漁獲統計調査結果や「石狩湾系ニシンの漁況予測調査」事業で得られた情報を基に、資源解析を行い、漁獲物の主体である3歳以上の資源重量を基に、2020年度の資源水準を判定し、virtual population analysis(VPA解析)の前進計算から、次年度への資源動向を予測した。その結果、資源水準は「高水準」で、資源動向は「減少」と判断された。

資源評価結果についてはすでに公開されているので、ここでの詳細な記述は省略する。<sup>1)</sup>

### (4) 文献

- 1) 中央水産試験場・稚内水産試験場：ニシン(後志～宗谷湾)。2021年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価書。p. 296～309 道総研水産研究本部(2022)



表1 石狩湾系ニシンの漁獲量

(単位：トン)

漁期年度	沿岸					小計	沖合混獲			石狩湾 系合計	後志～宗谷 総漁獲量 <sup>*8</sup>
	後志西部 <sup>*1</sup>	積丹沿岸 <sup>*2</sup>	石狩湾 <sup>*3</sup>	留萌 <sup>*4</sup>	宗谷 <sup>*5</sup>		沖・え <sup>*6</sup>	刺し網 <sup>*7</sup>	小計		
1989			2	0	0	2	2	0	2	4	(4)
1990		0	4	0	0	4	1	0	1	5	(5)
1991		1	1	11	0	14	55	2	57	71	(71)
1992		0	0	1		1	0	0	0	1	(1)
1993		0	4	3	0	7	3	0	3	10	(10)
1994		3	1	15	0	19	5	1	6	25	(25)
1995		0	1	1	0	2	3	0	3	5	(5)
1996		0	17	115	13	144	4	4	7	151	(151)
1997	0	0	42	72	3	117	56	0	56	173	(173)
1998	0	0	82	113	10	205	149	0	149	354	(354)
1999	0	0	104	59	7	170	25	24	49	219	(219)
2000	0	0	156	70	2	228	55	19	74	302	(302)
2001	0	4	132	56	5	198	30	10	40	239	(239)
2002	0	2	132	53	6	194	19	9	28	221	(221)
2003	0	1	815	351	12	1,180	142	41	183	1,363	(1,363)
2004	0	0	262	31	1	294	75	42	117	411	(411)
2005	0	2	221	36	2	260	45	20	65	325	(325)
2006	0	34	877	59	1	971	59	67	127	1,098	(1,098)
2007	1	211	509	64	1	786	175	130	306	1,092	(1,092)
2008	0	115	1,505	71		1,691	111	375	487	2,178	(2,178)
2009	0	173	1,313	28	0	1,515	147	392	539	2,053	(2,053)
2010	2	231	1,324	4	0	1,560	177	339	516	2,076	(2,076)
2011	0	225	900	12	1	1,138	183	297	480	1,618	(1,618)
2012	19	186	1,728	16		1,948	97	355	452	2,399	(2,399)
2013	1	81	621	2		706	191	380	571	1,276	(1,276)
2014	5	121	934	25		1,085	180	369	549	1,634	(1,634)
2015	1	93	1,550	2	0	1,646	60	436	496	2,142	(2,142)
2016	4	71	1,330	14	0	1,420	54	328	382	1,801	(1,801)
2017	25	168	1,937	83	0	2,214	44	281	324	2,538	(2,538)
2018	16	226	1,233	41	0	1,516	84	392	476	1,992	(1,992)
2019	59	138	2,153	134 <sup>*9</sup>		2,484	134	65	199	2,683	(3,358)
2020	14 <sup>*9</sup>	104 <sup>*9</sup>	1,744 <sup>*9</sup>	12 <sup>*10</sup>		1,874	128	22	150	2,024	(3,560)

- \*1：寿都～島牧地区，\*2：余市～岩内地区，\*3：浜益～小樽地区，\*4：天売・焼尻地区を除く留萌管内
- \*5：宗谷地区を除く稚内市及び豊富町のみ，\*6：小樽地区の沖合底曳き網，留萌管内のえびこぎ網
- \*7：知事許可漁業の各種刺し網
- \*8：石狩湾系と他の系群が混在している漁獲量，もしくは他系群主体の可能性が高い漁獲量も含む管内総漁獲量
- \*9：4月の漁獲量は他系群が混在している可能性が高く除外した
- \*10：3～4月の漁獲量は他系群が混在している可能性が高く除外した

## 2. 1. 9 ハタハタ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 上田吉幸

## (1) 目的

道西日本海におけるハタハタの漁獲量は、1980年代前半に急激に減少し、その後は低い水準で推移している。道西日本海産ハタハタ資源の合理的利用を図るため、主要な漁業の漁獲動向をモニタリングするとともに、採集調査を行って漁期前の資源状態の把握、資源評価、生態的特徴に関する情報等を得ることを目的としている。

表1 留萌、石狩、後志管内におけるハタハタの漁獲量 (単位：トン)

年	漁業種類					総計
	沖底	えびこぎ	刺し網	定置類	その他	
1985	44	103	27	0	0	173
1986	22	108	23	0	0	152
1987	41	83	6	11	0	141
1988	36	79	11	6	0	132
1989	49	46	16	3	1	114
1990	86	126	25	4	0	241
1991	43	58	31	4	0	136
1992	0	51	23	3	0	77
1993	142	45	37	11	0	235
1994	9	20	9	0	0	38
1995	6	10	3	0	0	19
1996	6	37	26	0	0	69
1997	83	33	16	2	0	134
1998	79	92	19	0	0	190
1999	73	32	26	2	0	133
2000	88	69	89	10	0	256
2001	179	76	40	1	0	297
2002	8	24	72	20	2	126
2003	35	28	207	104	1	376
2004	47	60	144	31	0	281
2005	98	50	32	0	0	181
2006	55	35	49	5	0	144
2007	45	51	24	2	0	122
2008	23	87	122	22	4	257
2009	32	62	35	5	0	134
2010	28	24	43	5	0	100
2011	4	19	13	0	0	36
2012	17	14	2	0	0	33
2013	16	24	10	0	0	50
2014	15	17	11	1	0	44
2015	15	25	23	27	0	91
2016	20	26	33	7	0	87
2017	16	11	5	3	0	35
2018	16	14	10	4	0	45
2019	15	23	10	15	0	63
2020	15	15	7	0	0	37
2021	14	12	5	0	0	32

## (2) 経過の概要

## ア 漁獲統計調査

漁獲統計には漁業生産高報告(北海道資料)を用い、留萌、石狩、後志の各振興局管内における漁業種別・月別漁獲量を集計した。なお、2021年の漁獲量については水試集計速報値(暫定値)を用いた。

## イ 漁獲物調査

道西日本海におけるハタハタ漁業の盛漁期は秋季であり、沖合海域では沖合底びき網漁業とえびこぎ網漁業、沿岸海域では刺し網漁業による漁獲が多く、例年、これらの漁業による漁獲物から標本採集し、年齢組成や体長組成などを把握している。2021年は、えびこぎ網漁業は増毛漁業協同組合(以下、漁協)、沿岸漁業は石狩湾漁協、沖底漁業は小樽機船漁協に水揚げされた漁獲物を採集し、測定した。年齢は耳石輪紋の観察に基づき、1月1日を基準日として査定した。漁獲物標本データを漁獲量全体に引き延ばす基資料として、石狩湾漁協および小樽機船漁協の荷受け記録を集計した。

## ウ 漁期前分布調査

秋漁期前に沖合域での分布状況を把握し、漁期中に来遊する資源の年齢・体長組成や豊度、来遊時期を把握するため、2002年から留萌管内沖合域にて水産試験場試験調査船によるトロール調査を行っている。2021年は9月と10月に調査を実施した。調査海域は、例年、留萌市から増毛町沖合にかけての水深およそ150~400mの海域を目安としており、曳網位置は当業船による操業状況や漁具の設置状況に応じてその都度定めている。

## (3) 得られた結果

## ア 漁獲統計調査

漁獲量は1982年まで1千トン前後で推移していたが、1983年に大きく減少して以降は400トン以下で推移している。1995年には19トンの最低値まで減少した後、増加傾向となり2003年には376トンとなったが、2004年以降は再び減少傾向となり、2010年以降は100トン以下で推移している。2021年の漁獲量は前年から減少し、32トンとなった(表1、図1)。

各漁業の着業隻数は、沖底漁業では1973年に小樽、留萌あわせて57隻であったが、留萌根拠船の廃業、小樽根拠船の減船を経て、現在は4隻となっている(図1)。えびこぎ網漁業では1998年以降、留萌管内の10隻が着業しているが、2013年9月~2016年10月は1隻が休業した。

イ 漁獲物調査

漁獲物調査によって推定された雌の漁獲物年齢組成の年推移を図2に示した。漁獲量が最低水準となった1990年代半ばまでは1歳魚の漁獲割合が高かったが、

2001, 2003, 2005, 2008年は2歳魚が多く、これらの年の漁獲量は比較的多かった(図1)。2011年以降は、2016年と2019年に2歳魚(2014年級と2017年級)が比較的多かったことから、漁獲量が若干増加した。2021年は2019年級である2歳の漁獲割合が高かったが、1歳魚が少なかったことから漁獲量は前年より減少した。また、4歳魚(2017年級)が見られた。

ウ 漁期前分布調査

調査船によるトロール調査の近年の採集尾数は少なく、2021年は1歳以上では9月が合計15尾、10月は時

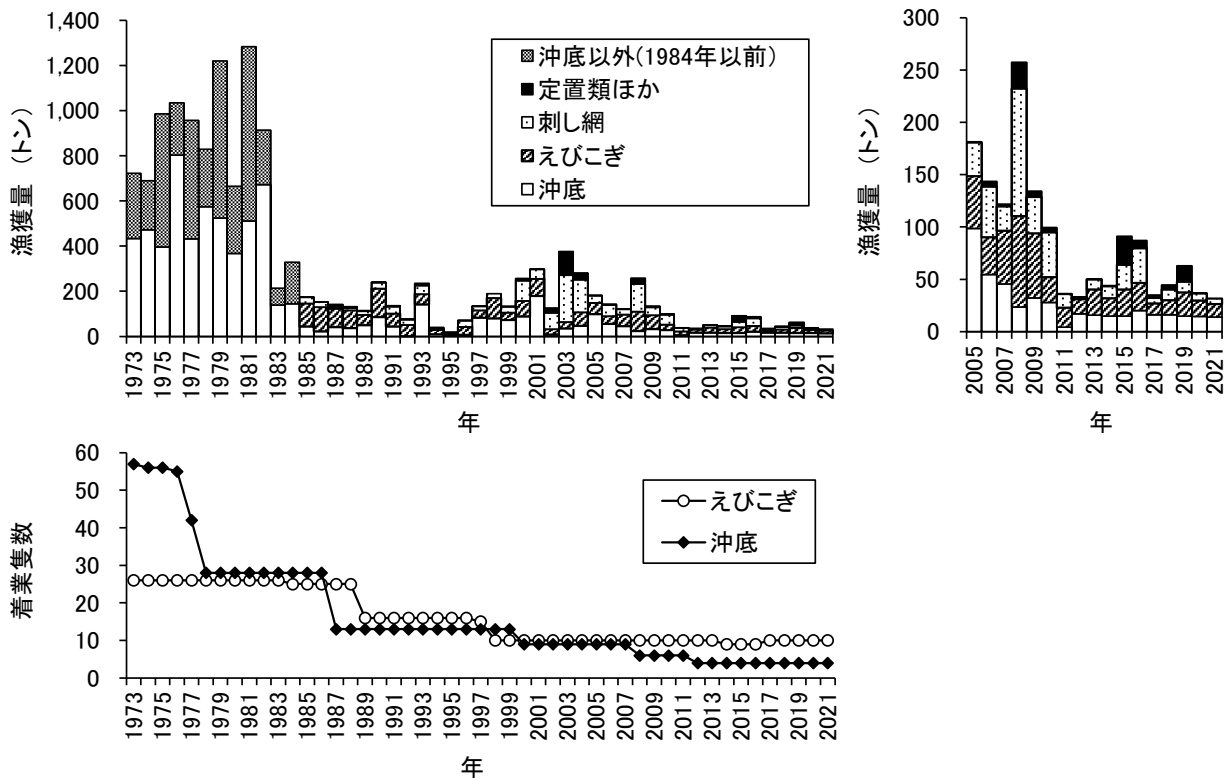


図1 留萌、石狩、後志管内におけるハタハタ漁獲量とえびこぎ網漁業および沖底漁業の着業隻数の推移

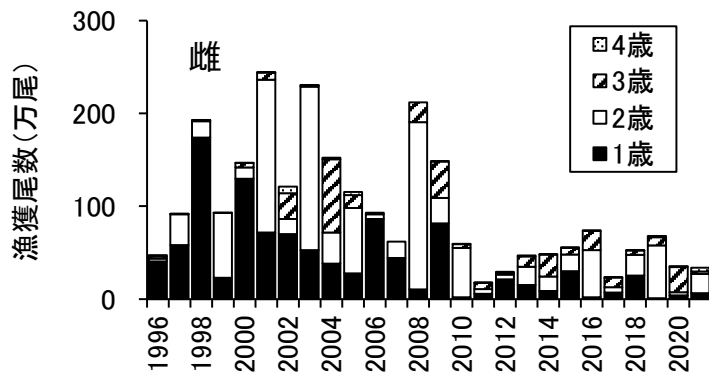


図2 ハタハタ雌の年齢別漁獲尾数の推移

化の影響もあり合計9尾であった(表2)。

表2 調査船北洋丸で実施したトロール網によるハタハタ漁期前分布調査の結果概要(2021年)

調査期間	曳網回数 (有漁のみ)	調査水深帯 (m)	採集尾数(上段:雄、下段:雌)					計	底層水温
			0歳	1歳	2歳	3歳	(°C, 調査点平均)		
2021年9月	6	207~398	191	12	0	0	0	12	1.9
				3	0	0	0	3	
2021年10月	2	271~320	1	7	1	0	0	8	0.9
				1	0	0	0	1	
合計				23	1	0	0	24	

## 2. 1. 10 イカナゴ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 佐藤 充  
 協力機関 後志地区水産技術普及指導所岩内支所

### (1) 目的

イカナゴ仔稚魚（通称コウナゴ）は、後志総合振興局管内（以下、後志管内とする）の沿岸域における主要な漁業資源であり、4～6月に灯火光を用いた敷網で漁獲される。本課題は、イカナゴ資源の合理的利用を図るため、後志管内の主要産地における漁業や生態の情報を蓄積、解析することを目的としている。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲統計調査

漁業生産高報告（北海道資料）から「火光を利用す

表1 後志管内のイカナゴ仔稚魚（コウナゴ）の漁獲量 単位：トン

年	小樽市 ～積丹町	神恵内村 ～蘭越町	寿都町	島牧村	合計
1985	545	4	93	440	1,082
1986	932	50	339	213	1,534
1987	186	146	67	147	547
1988	3,617	71	810	1,113	5,612
1989	626	1	180	217	1,025
1990	570	2	146	113	831
1991	1,636	4	83	70	1,792
1992	429	52	209	267	957
1993	483	6	85	118	692
1994	33	1	13	28	76
1995	457	16	193	151	818
1996	527	11	101	214	853
1997	354	5	161	195	715
1998	351	3	15	16	386
1999	60	7	41	81	189
2000	100	28	121	109	358
2001	153	10	137	64	364
2002	465	25	23	15	528
2003	208	13	44	18	283
2004	382	83	100	51	615
2005	369	47	104	107	626
2006	72	17	132	148	369
2007	81	12	59	59	211
2008	81	10	53	77	220
2009	360	38	76	77	551
2010	120	22	179	131	451
2011	183	39	189	118	530
2012	86	105	163	121	475
2013	265	41	443	161	911
2014	35	13	53	37	138
2015	184	105	178	101	569
2016	205	31	321	225	782
2017	152	83	137	113	484
2018	443	25	61	36	565
2019	437	59	439	437	1,372
2020	429	58	211	185	884
2021	29	35	96	47	207

る敷網漁業（知事許可）」によるイカナゴを集計した。2021年は水試集計速報値を用いた。なお、後志管内ではイカナゴ成魚は主な漁獲対象となっていない。

後志管内で漁獲量の多い寿都町と島牧村について、漁業協同組合の資料から、日別漁獲量と有漁隻数を調べ、1日1隻当たりの漁獲量（CPUE）を算出し、資源動向の指標とした。

#### イ 漁獲物調査

漁期中に島牧村に水揚げされた漁獲物から標本を採集し冷凍保存した。後日、自然解凍し、各標本100個体の体長を測定した。初漁日の漁獲物標本から耳石を採取し、輪紋計数によるふ化時期推定を行った。

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲統計調査

2021年の後志管内の漁獲量は207トンで、前年（884トン）の約8割減と大幅に減少した（表1）。このうち、小樽市～積丹町にかけては、29トンと前年（429トン）の約9割減であった。

2021年の寿都町および島牧村における漁船のCPUE（kg/日・隻）を見ると（図1）、185 kg/日・隻と前年（360 kg/日・隻）よりも半減した。

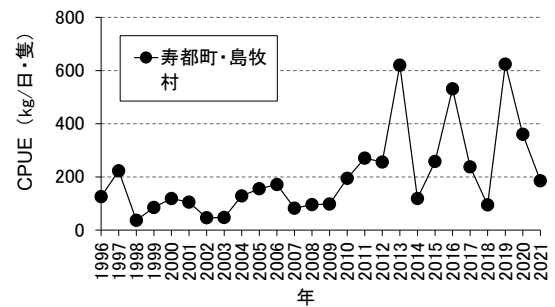


図1 寿都町および島牧村におけるイカナゴ漁船のCPUE（1日1隻あたりの漁獲量）

初漁日は、前年同様にサケ稚魚保護のため自主規制のため、4月27日であった。累積漁獲量を見ると、5月上旬から漁獲が上昇し、5月下旬には横ばいとなった。漁期を通じて過去2年の累積漁獲量を下回って推

移し、6月上旬には終漁となった(図2)。

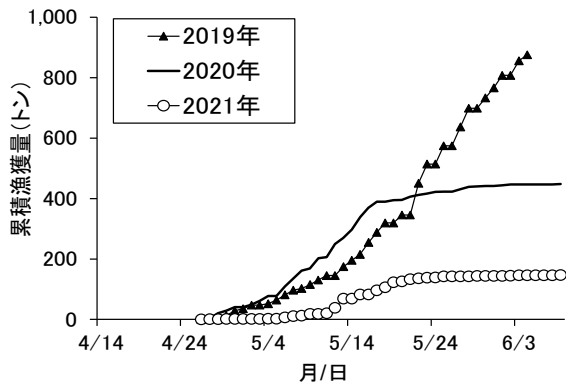


図2 寿都町および島牧村におけるイカナゴの累積漁獲量

イ 漁獲物調査

2021年の漁期中に採集した漁獲物標本の体長組成の推移を図3に示した。初漁日(4月27日)には、体長20mm台後半の群が主体で、前年に見られた30mm台の群はごくわずかであった。この20mm台後半の群は、5月上旬に30mm台後半の群に成長したと考えられる。また、前年の5月上旬に見られた20mm台の群はごくわずかであった。その後、5月10日には20mm台後半および30mm台前半の群が新たな群れとして加入していた。5月下旬にも20mm台の群が加入していたが、漁獲量から見ると加入量は少なかったと考えられる。漁期を通して、50mmを超える漁獲物は見られなかった。

2020年と2021年の初漁日である、4月27日に漁獲されたイカナゴの推定ふ化時期を見ると(図4)、両年共に3月下旬にふ化したイカナゴが最も多かった。また、2001年は3月中旬より早く生まれた群が、2020年よりも少なかった。

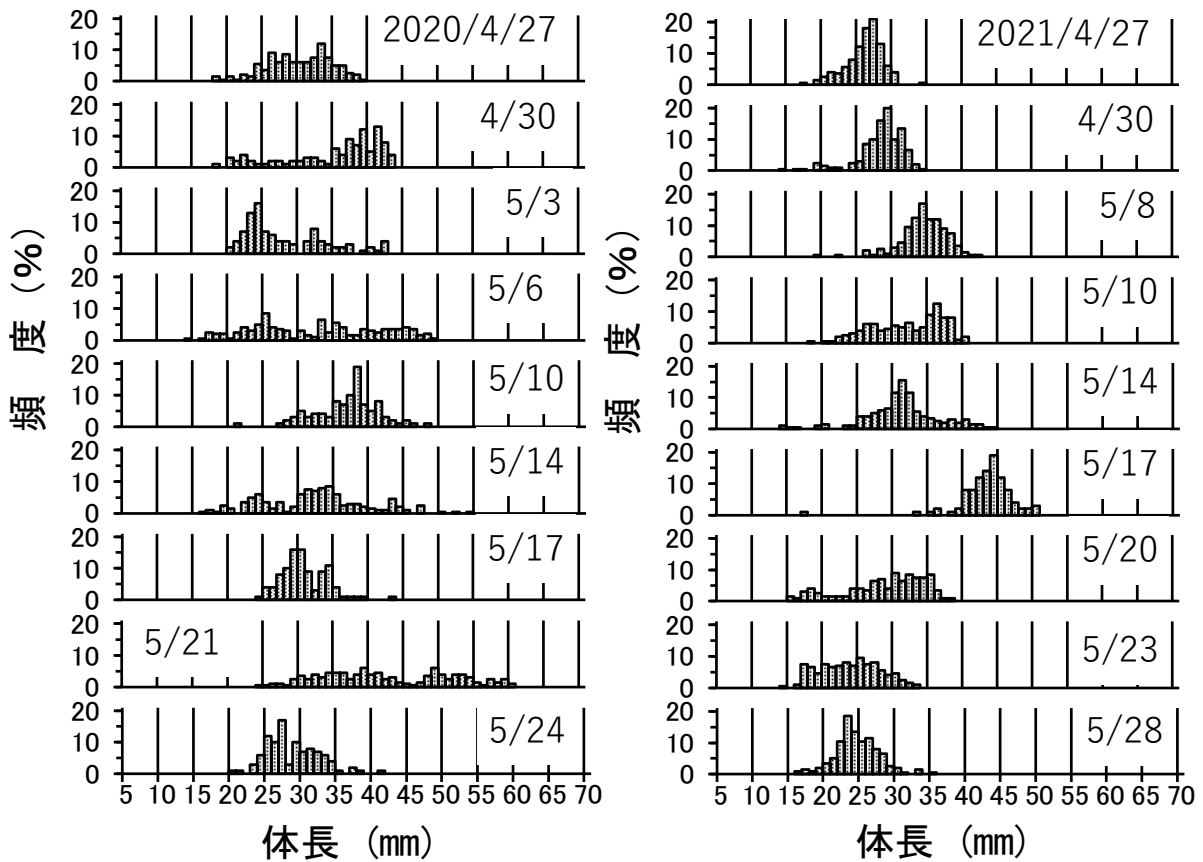


図3 2020年と2021年に漁獲されたイカナゴの体長組成の推移

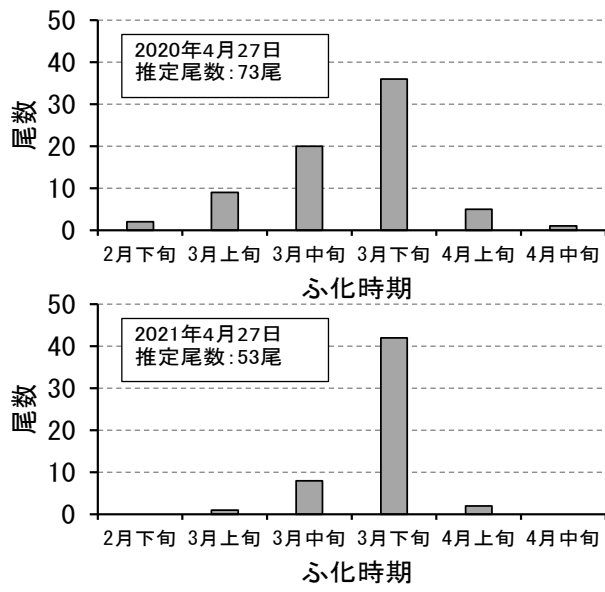


図4 2020年と2021年の4月27日に漁獲されたイカナゴの推定ふ化時期

## 2. 1. 11 タコ類

担当者 資源管理部 資源管理グループ 坂口健司

### (1) 目的

重要な水産資源であるタコ類の持続的利用に資するため、石狩・後志管内のミズダコとヤナギダコ、および北海道周辺海域のヤナギダコについて漁業を通じたモニタリングを行う。

### (2) 経過の概要

漁業生産高報告から、石狩・後志管内のミズダコとヤナギダコ、および北海道周辺海域のヤナギダコの漁獲量を年別・月別・漁業別に集計した。

### (3) 得られた結果

#### ア 石狩・後志管内のミズダコ

石狩・後志管内のミズダコの1985年以降の漁獲量は939～2,135トンの範囲で推移してきた(表1, 図1)。近年では過去最多の2018年の2,135トンから過去最少の2021年の939トンに減少した。漁法別では知事許可および共同漁業権のたこ漁業が大部分を占めた。

2021年の石狩・後志管内におけるミズダコの月別漁獲量は4～7月が多く、たこ漁業が主体であった(図2)。

表1 石狩・後志管内におけるミズダコおよびヤナギダコの漁業別漁獲量 (単位：トン)

年	ミズダコ										ヤナギダコ							
	石狩				後志						合計	石狩		後志				
	たこ漁業	刺し網	その他	小計	たこ漁業	えびかご	底建網	刺し網	その他	小計		小計	たこ漁業	えびかご	沖合底びき網	刺し網	その他	小計
1985	119	0	0	119	1,214	0	101	103	88	1,507	1,626	0	45	162	193	30	0	431
1986	69	0	0	69	1,089	1	93	111	84	1,378	1,448	0	63	121	199	43	1	428
1987	58	0	0	58	1,148	2	75	111	52	1,388	1,446	0	109	123	222	32	2	488
1988	54	7	1	61	1,121	5	63	114	91	1,394	1,455	0	191	167	218	78	19	674
1989	42	1	0	44	1,005	31	55	125	89	1,304	1,349	0	132	126	255	92	2	606
1990	71	2	0	73	1,213	9	51	125	36	1,434	1,507	0	167	143	251	53	2	616
1991	53	1	0	55	875	4	34	93	31	1,037	1,092	0	202	123	155	46	2	528
1992	96	1	1	98	1,199	22	38	101	64	1,423	1,522	0	112	112	240	23	2	490
1993	111	31	0	142	1,310	25	44	125	29	1,534	1,676	0	95	283	237	27	38	680
1994	114	2	0	116	1,466	19	44	131	24	1,685	1,801	0	33	176	311	46	5	571
1995	123	3	2	128	1,205	26	47	130	37	1,445	1,573	0	37	171	174	25	0	407
1996	109	29	0	138	1,024	20	65	93	25	1,227	1,365	0	37	131	122	15	0	307
1997	113	21	1	135	1,225	20	63	88	32	1,428	1,563	0	78	135	164	22	0	399
1998	165	11	0	176	1,409	20	87	91	46	1,652	1,828	0	53	124	229	20	0	427
1999	156	2	0	158	1,104	9	65	71	26	1,274	1,432	0	66	151	183	20	0	420
2000	90	2	0	92	818	36	46	44	26	971	1,063	0	94	254	166	27	1	543
2001	139	8	7	154	887	59	63	37	44	1,090	1,245	0	120	196	121	30	0	466
2002	176	18	14	207	1,299	62	96	86	30	1,573	1,780	0	72	299	131	25	0	527
2003	189	27	16	232	1,552	36	110	98	55	1,851	2,084	0	140	306	222	34	0	703
2004	141	1	13	154	1,038	54	79	70	116	1,358	1,512	0	68	236	84	26	0	415
2005	127	0	9	137	871	70	53	46	33	1,074	1,211	0	82	269	205	24	0	580
2006	155	0	3	158	1,126	84	58	65	37	1,369	1,527	0	75	296	227	39	1	637
2007	155	0	5	160	1,302	141	65	88	23	1,619	1,779	0	49	251	246	25	0	571
2008	142	0	6	148	956	121	75	57	77	1,285	1,434	0	54	197	71	26	0	349
2009	167	0	5	172	977	120	66	56	36	1,255	1,426	0	68	208	120	22	0	418
2010	116	1	10	126	746	97	68	46	35	993	1,120	0	63	140	96	12	0	311
2011	89	1	7	97	806	120	73	48	49	1,096	1,193	0	40	105	88	12	0	245
2012	145	1	6	152	770	107	78	75	46	1,077	1,229	0	41	77	90	9	0	216
2013	126	1	15	141	903	124	73	47	41	1,188	1,328	0	57	165	92	12	0	326
2014	92	0	6	98	718	64	53	31	50	916	1,014	0	41	255	70	21	0	387
2015	70	1	9	79	793	88	40	41	37	999	1,078	0	64	233	83	22	0	402
2016	122	2	15	140	971	91	59	57	46	1,225	1,364	0	49	170	98	27	1	345
2017	174	1	8	183	896	63	86	70	46	1,160	1,343	0	62	230	90	26	3	410
2018	209	2	28	238	1,489	51	111	140	106	1,897	2,135	0	20	148	71	13	1	253
2019	144	1	8	153	1,095	12	132	109	78	1,425	1,578	0	15	141	51	8	0	215
2020	111	1	0	111	796	21	111	70	31	1,029	1,140	0	20	175	71	3	0	270
2021	70	1	0	71	613	9	137	44	66	868	939	0	33	237	43	6	4	323

資料：1985～2020年は漁業生産高報告、2021年は水試集計速報値



### イ 石狩・後志管内のヤナギダコ

ヤナギダコは石狩管内では統計上の漁獲がなく、後志管内では1985年以降215～703トンの範囲で漁獲されていた(表1, 図1)。2008年以降は418トン以下で推移しており、2021年は323トンで前年(270トン)を上回った。主要な漁業は知事許可および共同漁業権のたこ漁業, 知事許可のえびかご漁業, 沖合底びき網漁業であった。2000年以降は2012年を除いてえびかご漁業による漁獲量が最も多かった。

2021年の後志管内におけるヤナギダコの月別漁獲量は4～7月が多く、えびかご漁業が主体であった(図2)。

### ウ 北海道周辺海域のヤナギダコ

北海道周辺海域のヤナギダコの漁獲量は、1985～2004年は4,183～9,566トンで推移したが、2005年と2006年にそれぞれ13,090トンと12,215トンに急増した(表2)。2007年以降は8,794トン以下で推移し、2021年は過去最少の4,727トンであった。

日本海の漁獲量は、1985～1993年のほとんどの年は1千トンを超えたが、1994年以降のほとんどの年は1千トン未満で推移していた(表2, 図3)。2021年は626トンで前年(501トン)を上回った。

襟裳以西海域の漁獲量は、1985～2017年は2,573～5,526トンの間で変動してきたが、2018年に2,161トン、

2019年に1,580トンと過去最少を2年連続で更新した。2020年も1,631トンと前年並みに少なく、2021年は再び過去最少を更新する1,484トンであった。

襟裳以東海域の1985年以降の漁獲量は、突出して多かった2005年の8,730トンと2006年の7,012トンを除くと、509～3,979トンの間で変動してきた。2021年は2,549トンで前年(3,407トン)を下回った。なお、突出した2年間の漁獲量の増加は根室管内の歯舞・落石地区で顕著であった。

オホーツク海の漁獲量は、過去最多でも1990年の354トンで他海域よりも少なく推移しており、2021年は69トンであった。

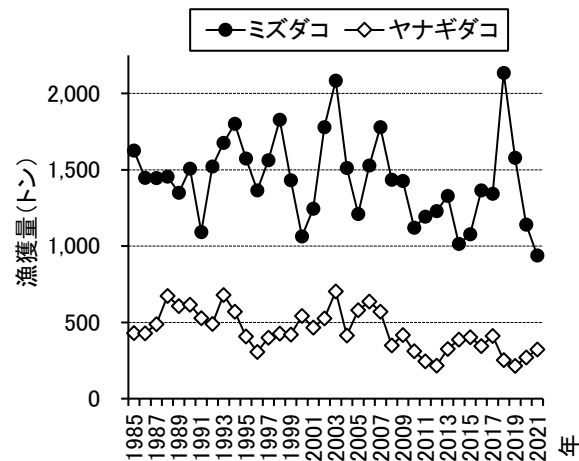


図1 石狩・後志管内におけるミズダコとヤナギダコの漁獲量

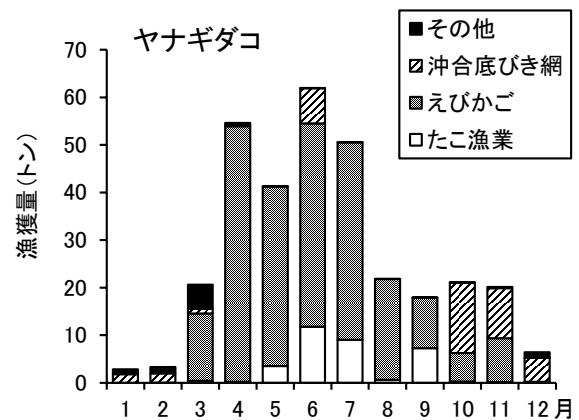
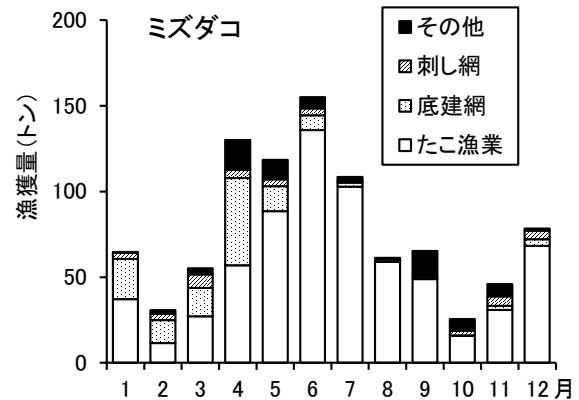


図2 2021年の石狩・後志管内におけるミズダコとヤナギダコの月別・漁業別漁獲量

表2 北海道周辺海域におけるヤナギダコの海域別・振興局別漁獲量 (単位：トン)

年	日本海					襟裳以西海域				襟裳以東海域			オホーツク海	合計		
	宗谷	留萌	石狩	後志	檜山	小計	渡島	胆振	日高	小計	十勝	釧路	根室		小計	オホーツク
1985	329	305	0	431	15	1,079	221	384	2,088	2,693	623	992	647	2,261	4	6,038
1986	554	362	0	428	32	1,375	366	571	2,901	3,839	920	1,721	332	2,973	100	8,288
1987	232	339	0	488	19	1,078	525	411	3,723	4,659	962	1,520	574	3,057	58	8,852
1988	186	263	0	674	7	1,131	472	592	3,487	4,551	1,077	1,964	806	3,847	37	9,566
1989	82	358	0	606	6	1,052	746	973	2,664	4,383	565	1,228	1,036	2,829	91	8,355
1990	104	313	0	616	14	1,047	602	733	2,588	3,923	785	1,339	1,855	3,979	354	9,303
1991	61	421	0	528	23	1,033	717	607	2,394	3,718	705	1,170	1,802	3,676	187	8,614
1992	20	349	0	490	16	874	824	342	1,802	2,969	580	619	565	1,765	197	5,805
1993	62	444	0	680	21	1,207	651	366	2,130	3,146	416	270	197	883	215	5,451
1994	50	294	0	571	12	927	394	242	1,936	2,573	283	81	145	509	175	4,183
1995	15	283	0	407	15	721	498	441	2,182	3,122	260	351	480	1,091	181	5,114
1996	23	242	0	307	23	595	522	363	1,779	2,664	269	369	570	1,208	95	4,561
1997	18	293	0	399	22	733	950	824	2,775	4,549	399	365	340	1,104	147	6,533
1998	40	239	0	427	25	731	734	1,074	3,719	5,526	421	489	284	1,194	112	7,563
1999	14	204	0	420	32	669	497	716	3,093	4,305	456	486	689	1,631	49	6,654
2000	11	205	0	543	19	778	494	512	2,465	3,470	574	1,004	1,404	2,981	47	7,276
2001	20	178	0	466	17	681	424	392	2,290	3,106	403	1,125	1,104	2,632	29	6,448
2002	51	259	0	527	19	856	538	698	2,864	4,100	584	801	884	2,269	79	7,303
2003	40	268	0	703	16	1,027	453	419	3,451	4,322	749	652	408	1,809	73	7,231
2004	31	235	0	415	13	693	574	446	2,160	3,180	780	1,081	1,922	3,783	83	7,739
2005	29	234	0	580	10	854	598	445	2,380	3,423	905	2,460	5,366	8,730	83	13,090
2006	31	238	0	637	6	911	781	531	2,937	4,248	693	2,381	3,939	7,012	43	12,215
2007	21	242	0	571	8	842	805	689	3,135	4,629	516	846	1,886	3,249	74	8,794
2008	48	159	0	349	6	562	702	458	2,763	3,922	375	486	1,618	2,479	84	7,048
2009	34	190	0	418	4	647	695	495	1,426	2,616	202	665	2,544	3,411	62	6,736
2010	32	147	0	311	2	493	463	564	1,878	2,906	341	1,086	1,992	3,420	42	6,860
2011	38	132	0	245	2	416	537	511	2,205	3,253	331	484	818	1,632	51	5,352
2012	34	132	0	216	3	386	642	680	3,264	4,585	357	370	486	1,214	35	6,220
2013	35	239	0	326	3	604	600	407	2,136	3,143	203	332	549	1,084	81	4,912
2014	22	229	0	387	0	638	470	432	1,818	2,720	214	815	950	1,980	64	5,402
2015	20	382	0	402	2	806	535	507	1,672	2,714	235	1,491	1,434	3,160	67	6,747
2016	44	318	0	345	2	709	559	632	1,810	3,001	391	1,377	767	2,536	117	6,362
2017	71	341	0	410	1	824	438	507	1,729	2,674	433	1,229	491	2,153	140	5,791
2018	100	318	0	253	2	672	392	462	1,307	2,161	336	1,459	966	2,760	144	5,737
2019	51	204	0	215	1	471	214	223	1,142	1,580	276	2,009	1,052	3,337	102	5,490
2020	45	185	0	270	1	501	147	444	1,041	1,631	268	1,955	1,184	3,407	81	5,619
2021	60	242	0	323	1	626	126	191	1,167	1,484	314	1,439	795	2,549	69	4,727

資料：1985～2020年は漁業生産高報告，2021年は水試集計速報値

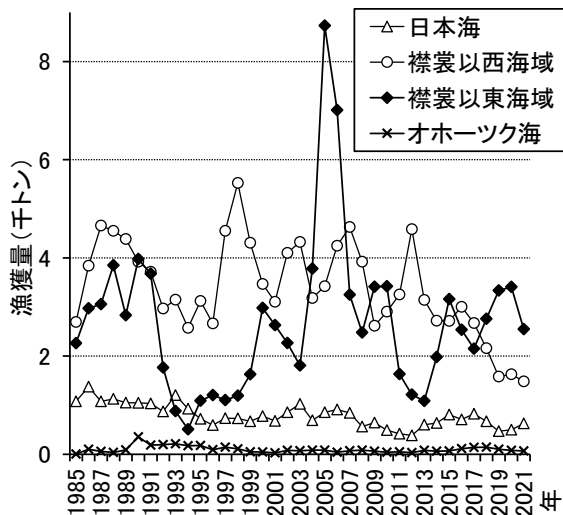


図3 北海道周辺海域におけるヤナギダコの海域別漁獲量

## 2. 1. 12 ベニズワイガニ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 上田吉幸

### (1) 目的

北海道日本海南部海域（松前半島から檜山振興局の沖合域）に分布するベニズワイガニ資源の合理的な利用を図るため、調査結果のとりまとめと資源評価を行い、生物学的許容漁獲量（ABC）を提示する。

### (2) 経過の概要

操業は渡島管内1隻（159 t）、檜山管内1隻（152 t）の2隻体制で、許容漁獲量を設定して行われている。着業者から漁期終了後に提出される操業日誌および生物測定データに基づき資源評価を行い、次年度のABCを提示している。操業日誌には揚かご作業ごとの漁具設置位置と日付、かご数、銘柄別の漁獲量（漁獲物の入ったまかご数）が記載されている。生物測定は、漁業者によって、各船、ほぼ10日ごとに任意の縄を抽出して、船上に最初に揚げられたかごから順番に100尾を標本として無選別に採集し、性別と甲幅を測定している。また、各船の水揚港において漁期中に2回、銘柄ごとの漁獲物測定を実施している。

### (3) 得られた結果

#### ア 操業結果

2021年の許容漁獲量は1,200トンで、3～8月の漁期で操業が行われた。

#### (ア) 漁獲量

2隻合わせた漁獲量は923トン（許容漁獲量の77%）となり、前年（894トン）よりわずかに増加した（図1）。銘柄別の漁獲量は、LLサイズが92.1トン、Lサイズが608.6トン、Mサイズが222.4トンであり、LとMサイズを合わせると9割以上を占めた。

#### (イ) CPUE

1かご当たり漁獲量（CPUE）は、32.1 kg/かごと前年（26.5 kg/かご）より増加した（図1）。銘柄別のCPUEはLLサイズが3.2 kg/かご、Lサイズが21.2 kg/かご、Mサイズが7.7 kg/かごであり、前年同様LサイズのCPUEが高かった。また、漁期中の月ごとのCPUEに大きな変動は見られず、3～8月にかけて30 kg/かご前後で推移した（図2）。

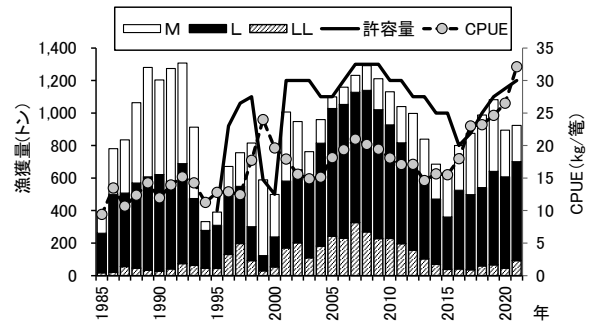


図1 日本海南部ベニズワイガニ漁業における漁獲量およびCPUEの経年変化

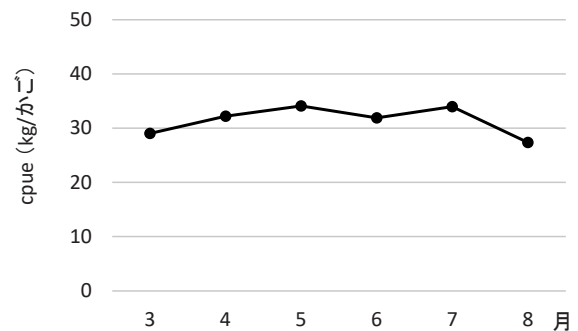


図2 日本海南部ベニズワイガニ漁業における月別CPUE（2021年）

#### (ウ) 甲幅組成

2021年の漁獲物甲幅組成（小型個体を海中還元する前の入籠時の組成）をみると、モード（漁獲尾数が多いサイズ）は100～104 mmであり、前年の2020年や2019年と同様のモードを示した。全漁獲尾数に占める95 mm未満の割合は21%（前年19%）、110 mm以上の大型個体の割合は25%（前年10%）で、大型個体の割合が増加した。（図3）。

甲幅組成から推定された齢期組成は、X+6 齢期（平均甲幅96 mm）の割合が最も多く、45%を占めた（図3）。

#### (エ) 資源評価

CPUE（1かご当たり漁獲量）は1985年以降増減を繰り返しながらも増加傾向を示し、2016年以降は単調増加となり、2021年は32.1 kg/かごと前年に引き続き

1985年以降の最高値を更新した(図1)。

前年と同様の方法(パラハイモ法)により資源量を推定した結果、2021年漁期開始時点の資源尾数は16,787千尾、重量にして6,381トンと計算され、CPUEの増加と同様に高い値となった。

漁獲率(資源尾数に対する漁獲尾数の割合)は1985年以降0.15~0.54の範囲と推定され、2001年以降は0.3前後で安定して推移してきたが、資源水準が低下した2012、2013年は0.5前後と高くなった。その後は0.3以下で推移し、2020、2021年は0.2以下となっている。また、漁期中のCPUEにも目立った減少傾向が見られないことから、現状では資源に対する漁獲圧力は高いものと考えられる。

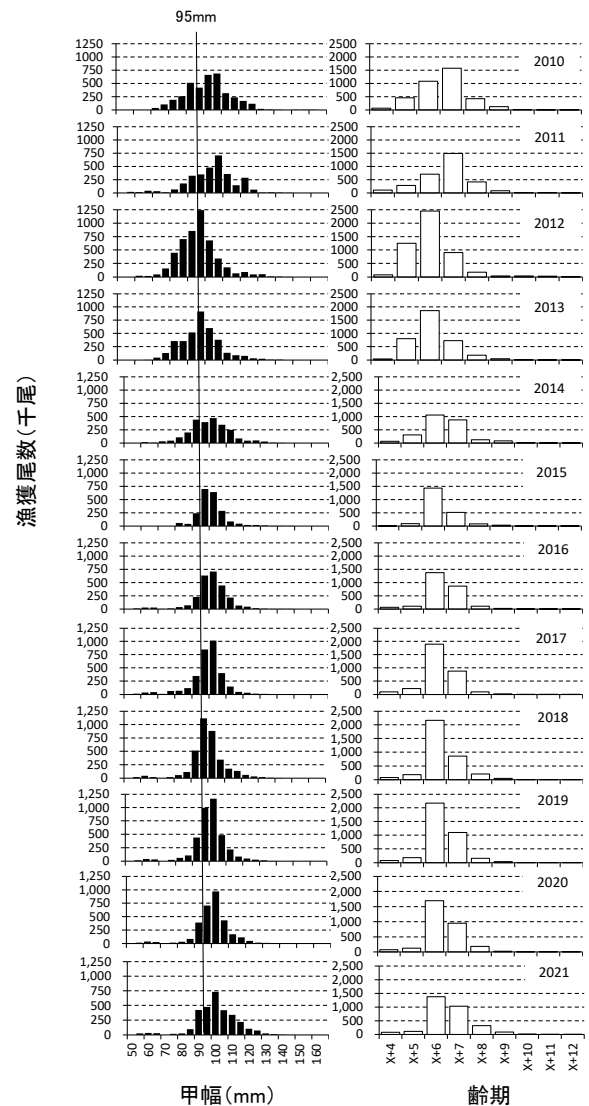
以上から現在の資源は2010年代前半の低い加入や資源状況からは脱し、2017年以降は加入や残存資源の増加により高水準の状況にあると推察される。一方、漁獲物中のLLサイズの割合は2007年前後の高水準期に比べると依然として低く、資源利用の状況は2007年前後の水準には達していない。効率的な資源利用には残存資源の大型個体への加入や豊度の高い新規加入が今後も連続していくことが必要と考えられる。

**イ 生物学的許容漁獲量**

以上の調査および評価結果に基づき、前年と同様の方法(佐野, 1996)によって、2022年漁期の生物学的許容漁獲量(ABC)を1,251トン以下と算定した。

**(4) 文献**

佐野満廣. “ベニズワイ資源調査”, 平成7年度函館水産試験場事業報告書. 1996; 256-269



**図3** 日本海南部ベニズワイガニ漁業における漁獲物甲幅組成の経年変化 (小型個体を海中還元する前の入籠組成の推定値として示す)

## 2. 1. 13 エビ類

担当者 資源管理部 資源管理グループ 坂口健司

### (1) 目的

重要なエビ類資源を資源管理して有効利用するため、後志総合振興局管内（以下、後志管内とする）におけるホッコクアカエビおよびトヤマエビの漁業および資源の動向を調査研究する。本調査研究は稚内水産試験場（以下、稚内水試とする）と共同で実施した。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲統計調査

後志管内におけるホッコクアカエビおよびトヤマエビの漁獲量を漁業生産高報告から集計した。主要漁業である北後志海域（小樽市～積丹町）における知事許可えびかご漁業の漁獲成績報告書から着業隻数および延べ操業日数を集計した。漁獲量と延べ操業日数からCPUEを計算した。

なお、前年度まで掲載していた北海道日本海全体の漁獲量については、稚内水試の事業報告書を参照されたい。

#### イ 漁獲物調査

2021年4・7・9・11月に余市港に水揚げしたえびかご漁船から、ホッコクアカエビを銘柄別に収集し生物測定を行った。銘柄別甲長組成を漁獲尾数で引きのばして漁獲物全体の甲長組成を求めた。

#### ウ 調査船調査

稚内水試と共同で同水試所属の試験調査船北洋丸を用いて深海そりネットによるエビ類資源調査を行った。

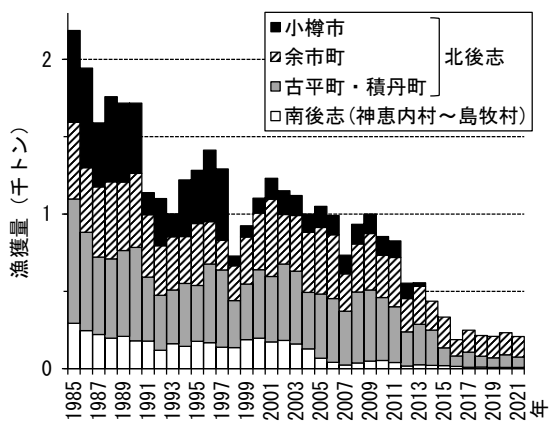


図1 後志管内のホッコクアカエビの漁獲量

調査結果は稚内水試の事業報告書を参照されたい。

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲統計調査

##### (ア) 後志管内におけるエビ類の漁獲量

表1 後志管内におけるホッコクアカエビとトヤマエビの漁獲量 単位：トン

年	ホッコクアカエビ			トヤマエビ		
	北後志	南後志	合計	北後志	南後志	合計
1985	1,893	294	2,186	107	23	131
1986	1,698	246	1,944	50	47	97
1987	1,369	221	1,590	98	24	123
1988	1,561	197	1,758	39	18	57
1989	1,509	208	1,718	61	27	88
1990	1,537	179	1,717	23	17	39
1991	961	178	1,139	22	17	39
1992	980	119	1,100	30	20	50
1993	839	161	1,000	19	108	127
1994	1,077	144	1,221	36	24	61
1995	1,106	177	1,282	47	65	113
1996	1,245	167	1,413	31	21	51
1997	1,152	139	1,291	21	22	43
1998	592	136	728	20	22	43
1999	737	188	924	18	17	35
2000	905	198	1,102	12	14	25
2001	1,058	173	1,231	10	19	29
2002	968	182	1,150	14	18	31
2003	960	160	1,120	15	19	34
2004	872	128	999	13	11	23
2005	982	68	1,050	12	11	24
2006	950	40	990	27	16	43
2007	709	24	733	41	21	62
2008	896	37	934	20	28	47
2009	951	48	999	13	20	33
2010	802	52	854	16	17	33
2011	786	40	826	17	20	37
2012	536	17	553	32	19	51
2013	531	25	556	31	13	44
2014	415	21	437	43	19	62
2015	313	20	334	66	17	83
2016	173	14	188	65	16	81
2017	239	10	248	48	17	65
2018	203	10	214	36	17	53
2019	201	8	209	54	14	68
2020	226	8	233	45	11	56
2021	199	8	207	28	20	48

注) 1985～2020年は漁業生産高報告，2021年は水試集計速報値。1987年と1988年は水試調査により漁業生産高報告の数値を修正。  
北後志：小樽市～積丹町，南後志：神恵内村～島牧村。

**a ホッコクアカエビ**

後志管内におけるホッコクアカエビの漁獲量は、1985～1990年では1,500トンを超えていたが、1991年に1,139トンまで急減した後、2011年まで728～1,413トンで推移した(表1, 図1)。しかし、2012年に553トンに急減し、さらに2016年に過去最少の188トンに急減した。2017年以降は200トン前後で推移し、2021年は207トンであった。

**b トヤマエビ**

後志管内におけるトヤマエビの漁獲量は、1985～1995年には39～131トンと比較的大きく変動したが、その後2013年までのほとんどの年は50トン以下で推移した(表1, 図2)。2014年以降は50トンを超える年が続いたが、2021年は48トンで、前年(56トン)をやや下回った。

**(イ) えびかご漁船の隻数と操業日数**

北後志海域におけるえびかご小型船(30トン未満)の着業隻数は、1989年には22隻であったが、休業および廃業によって徐々に減少し、2000年には12隻となった(図3)。その後も2008年と2011年に1隻ずつ廃業、2016年に2隻が休業、2020年に1隻が廃業して7隻となり2021年も同数であった。なお、大型船(30トン以上)の着業隻数は2014年以降0隻となった。減船などの過去の経緯については令和元年度以前の事業報告書を参照されたい。

北後志海域におけるえびかご小型船の延べ操業日数は、1996年に2,000日を割り込み、2011年までは1,700日前後で推移した(図4)。2012年に1,500日を割り込んでから減少が続き、2016年には過去最少の834日になった。その後やや持ち直したものの、2019年以降は1,000日前後で推移しており、2021年は999日であった。

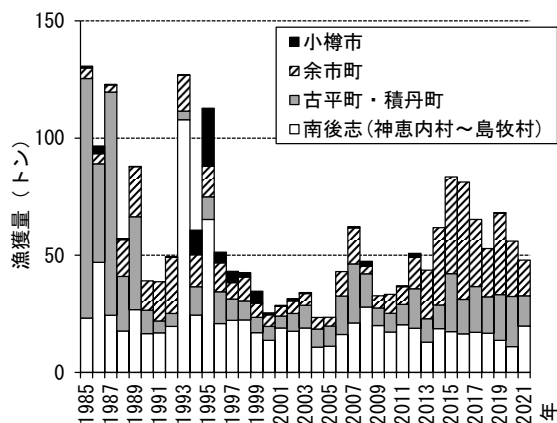


図2 後志管内のトヤマエビの漁獲量

大型船の延べ操業日数は着業隻数がなくなったことにもとない2014年以降0であった。

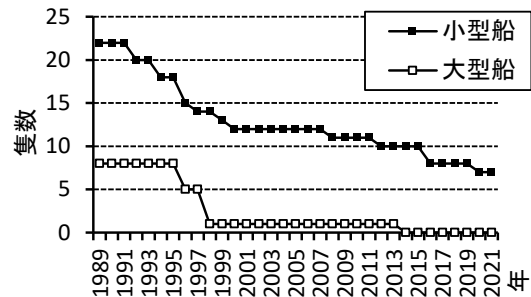


図3 北後志海域のえびかご漁船の着業隻数

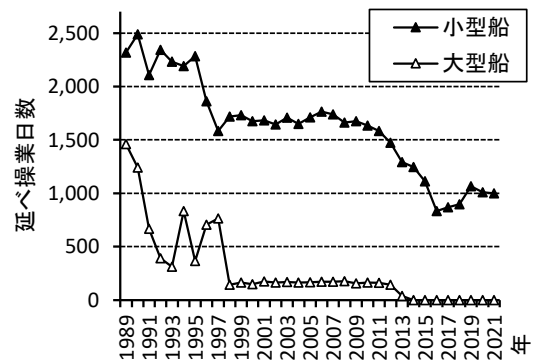


図4 北後志海域のえびかご漁船の延べ操業日数

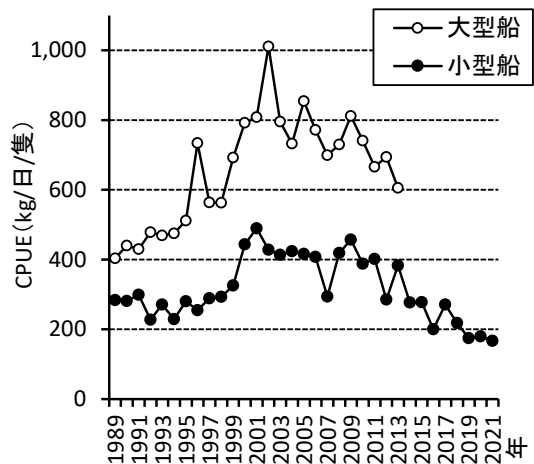


図5 北後志海域のえびかご漁船によるホッコクアカエビのCPUE

(ウ) えびかご漁船のCPUE

北後志海域におけるえびかご小型船のCPUE (kg/日/隻) は、1989～1999年はおおむね200～300で推移していたが、2000～2011年は400を超える年が多くなった(図5)。2013年以降は低下傾向となり、2016年には200となった。2017年に271まで持ち直したものの再び低下し、2019年以降は200未満で推移し、2021年は過去最低の167であった。なお、大型船のCPUEは前述の理由により2014年以降データが途切れた。

イ 漁獲物調査

余市港のえびかご漁船によるホッコクアカエビ漁獲物の甲長組成は、2021年4月ではモードが26 mm台に見られ、非抱卵雌が大部分を占めた(図6)。7月はモードが27 mm台で、4月よりも抱卵雌や雄の割合が高かった。9月はモードが24 mm台と他の月よりも小さく、性転換と雄の割合が比較的高かった。11月はモードが27 mm台に見られ、7月と同程度の大きさになった。

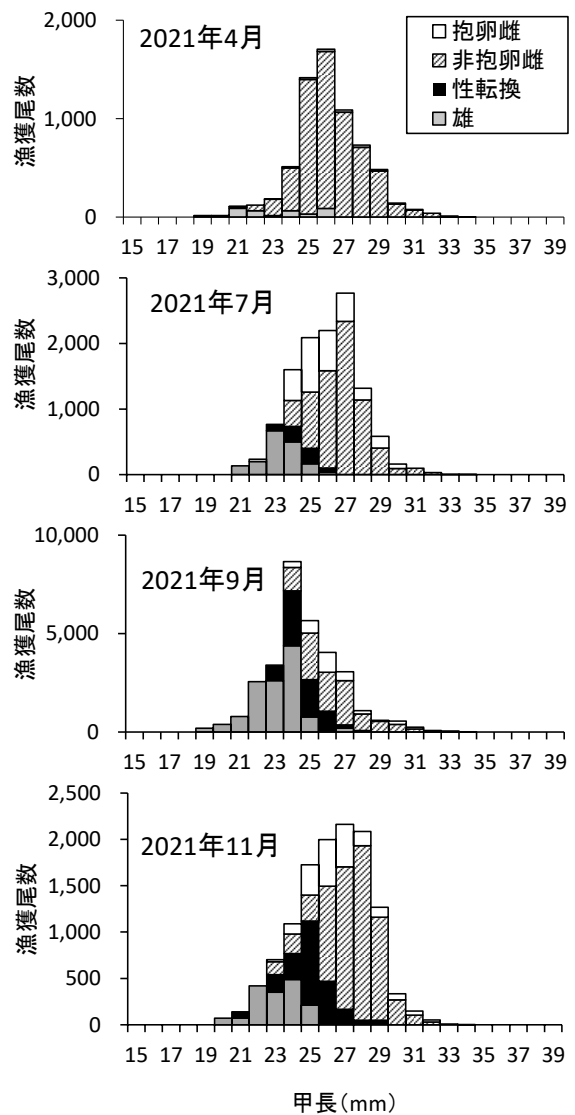


図6 余市港のえびかご漁船によるホッコクアカエビ漁獲物の甲長組成

## 2. 1. 14 シャコ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田昭彦

### (1) 目的

石狩湾におけるシャコの資源動向をモニタリングする。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲統計調査

石狩湾漁業協同組合と小樽市漁業協同組合における年間漁獲量と水揚げ金額を集計した。

集計に用いた資料は、1987年以前については中央水試調べ、1988～1998年については石狩地区水産技術普及指導所および後志北部地区水産技術普及指導所（現後志地区水産技術普及指導所）が取りまとめた漁業生産高統計調査の基資料、1999～2006年については漁業生産高統計調査の基資料とマリネット北海道市場水揚げ情報管理サブシステムにより集計した。2007年以降については、2007年11月に同サブシステムが更改されてシャコは集計対象外となったために、石狩地区水産技術普及指導所および後志地区水産技術普及指導所が取りまとめた漁業生産高統計調査の基資料を用いた。

#### イ 漁獲物調査

石狩湾におけるしゃこ刺し網漁業は、春漁（5～6月）と秋漁（10～11月）が行われている。2021年における漁獲物測定は春漁2回、秋漁1回の計3回実施した。測定項目は、性別・頭胸甲長（以下、甲長と記す）・体重・卵巣の成熟度・甲殻硬度・体重・捕脚脱落の有無とし、「北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル」に基づいて判定・測定を行った。

##### (ア) 春漁の漁獲物測定

5月に石狩市厚田地区および小樽市高島地区の刺し網漁獲物を対象に実施した。測定尾数は雌雄別の標本から厚田では合計203尾、高島では227尾計測した。

##### (イ) 秋漁の漁獲物測定

11月に小樽市高島地区の刺し網漁獲物を対象に実施した。測定尾数は雌雄別の標本から計200尾抽出した。

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲統計調査

漁獲量は1970年代に急増して1979年に323トンの高い値を示した後、1985年には45トンにまで減少した。

1987～1989年は150トンを超えたが、1990～1998年は70トン前後、1999～2012年は100トン前後で安定していた。2013～2015年に150トンを超えたが、その後減少が続き、2019年には過去最低の43トンとなった。その後は増加に転じ、2021年は96トンとなった（図1）。

春漁と秋漁別の漁獲量が判明している1988年以降でみると1993年までは春漁の割合が高く、1994年以降の春漁の割合は50%前後で推移した。2012年以降は春漁の割合が再び高くなり、2015年は70%を超えた。その後、2019年以降は50%前後に低下し、2021年は57%であった（図2）。

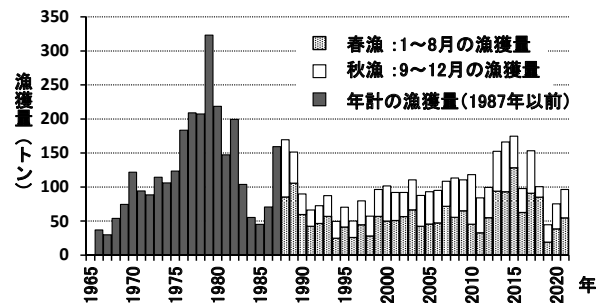


図1 石狩湾における季節別のシャコの漁獲量の推移

#### イ 漁獲物調査

2021年におけるしゃこ刺し網漁業によって漁獲されたシャコの雌雄別頭胸甲長組成（以下、甲長組成と記す）を調査別に図2に示した。

春漁における石狩市厚田地区の甲長組成では雌は30 mm、雄は32 mmにモードがあり、28 mm未満の小型個体が昨年度よりも多かった（図2上）。同時期の小樽高島において雌は31 mm、雄は32 mmにモードがあった（図2中）。

秋漁における小樽市高島地区の甲長組成（図2下）では、雌は31 mm、雄は33 mmにモードがあった。



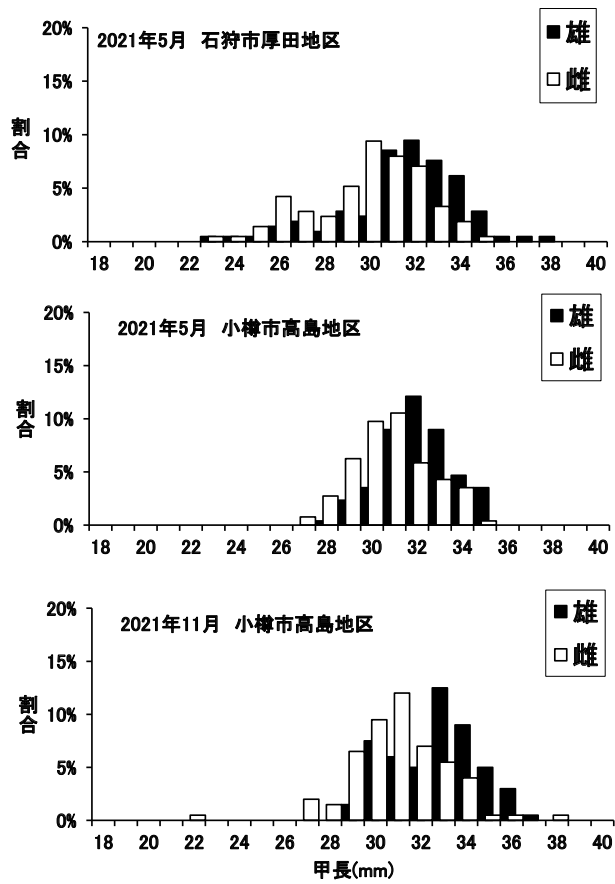


図2 石狩湾におけるシャコ漁獲物の甲長組成  
(上段: 5月厚田, 中段: 5月小樽、下段11月小樽)

## 2. 1. 15 シラウオ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田昭彦

## (1) 目的

石狩湾浅海域から石狩川水系下流域にかけて分布するシラウオは商業的価値が高く、この水域の沿岸漁業にとって重要な資源である。そこで、資源管理に必要な生態的知見を得るために、平成元～3年に水産試験研究プラザ関連調査研究事業、平成4～8年には各種調査を行った。その結果、産卵場、産卵生態、成長、移動回遊経路等の知見を得た。現在は動向把握のため漁獲量のモニタリングを実施している。

## (2) 経過の概要

シラウオの漁獲統計情報を、石狩湾漁業協同組合における水揚げ統計資料（石狩地区水産技術普及指導所で集計）により取得した。

## (3) 得られた結果

石狩湾漁業協同組合における漁獲量の経年変化を表1に示した。1986～1989年には石狩川水系で30～70トンの漁獲があったが、1990年以降は10トン未満となり、現在に至るまで本水域のシラウオ資源は低水準の状態が続いていると考えられる。

主漁期である春季の漁獲量についてみると、2007年に約4トンの漁獲があったものの、その後年々減少して2012年には109 kgと過去2番目に少ない漁獲となった。2016年には1,751 kgに増加したが、その後減少し、2021年は531 kgと低水準であった。

表1 季節別漁獲量の経年変化

(単位：kg)

年	春漁 4-7月	秋漁 8-12月	その他	合計	年	春漁 4-7月	秋漁 8-12月	その他	合計
1986	61,927.8	1,672.2	0.0	63,600.0	2006	530.7	1,083.0	—	1,613.7
1987	33,092.5	3,007.5	0.0	36,100.0	2007	3,952.8	1,263.6	—	5,216.4
1988	25,463.4	3,240.6	0.0	28,704.0	2008	2,966.4	754.3	—	3,720.7
1989	72,134.3	1,282.7	0.0	73,417.0	2009	1,680.7	0.0	—	1,680.7
1990	9,951.5	417.3	0.0	10,368.8	2010	1,175.6	0.0	—	1,175.6
1991	4,170.9	1,343.7	0.0	5,514.6	2011	692.7	0.0	—	692.7
1992	1,968.9	203.1	0.0	2,172.0	2012	109.0	0.0	—	109.0
1993	151.1	6,044.3	3.7	6,199.1	2013	856.7	0.0	—	856.7
1994	3,444.9	1,651.9	0.0	5,096.8	2014	103.0	0.0	—	103.0
1995	745.0	1,127.6	53.2	1,925.8	2015	544.0	0.0	—	544.0
1996	548.0	209.7	0.0	757.7	2016	1,751.0	0.0	—	1,751.0
1997 <sup>1)</sup>	222.1	—	0.0	222.1	2017	108.5	0.0	—	108.5
1998	837.4	405.0	1.8	1,244.2	2018	326.0	0.0	—	326.0
1999	2,282.7	2,190.6	57.6	4,530.9	2019	662.0	0.0	—	662.0
2000	3,939.5	136.3	2.2	4,078.0	2020	237.5	0.0	—	237.5
2001	180.6	193.4	0.0	374.0	2021	531.0	0.0	—	531.0
2002	1,167.9	496.8	0.0	1,664.7					
2003	3,795.6	1,061.5	0.0	4,857.1					
2004 <sup>2)</sup>	6,372.6	42.0	—	6,414.6					
2005	472.2	124.2	—	596.4					

1) 1997年は主対象であるワカサギの成長不良のため地曳網漁は休漁した。

2) 2004年は春漁をすべて刺網、秋漁をすべて地曳網（旧河川）として集計した。

3) 2009年より秋の地曳網漁業は廃業となった。

## 2. 2 研究および技術開発

### 2. 2. 1 日高沿岸における流況の特徴及び沿岸漁業との関連性の解明

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 西田芳則

#### (1) 目的

日高沿岸域では、コンブ、サケ・マス、タコ、ツブが主に漁獲され、その生産金額は百数十億円に上り、水産業は地域の基幹産業になっている。最近は、単価の安いブリが大量に定置網に入網する反面、サケの水揚げが低迷しており、サケ回帰率の向上が急務の課題になっている。一方、地域経済を潤滑に回すには、収入増をもたらす漁業生産コストの削減などの対策が必要である。例えば、急潮を予測することは、施設被害の防止、操業の効率化の面からコスト削減に繋がると考えられるが、日高沿岸域では過去に流況調査は行われておらず、各種漁業において生産性を高める対策は講じ得ない状況にある。そこで、本研究では、沿岸漁業の生産性を高めるため、日高地区沿岸域における流況特性、気象擾乱などに伴う流速変動などを明らかにし、その海況変動と沿岸漁業の漁獲動向との関連性について評価する。

#### (2) 経過の概要

##### ア 日高沿岸の流況調査

日高沿岸域における流況を把握するため、様似地区冬島、東静内地区春立の定置網に流向流速計を設置し、流れの連続観測を行った。観測期間は冬島が2021年5月7日～11月21日、春立が2021年5月7日～11月30日である。観測深度は両地区ともに深度10mである。

前年度の結果から、沿岸域の流れが速い場合にはサケの定置網への大量入網はみられなかった。その要因として、魚類を誘導する定置網垣網の流れによる吹き上がりか推察された。そこで、今年度は冬島、春立の垣網に水圧計を設置し流れと吹き上がりとの関連性について調べた。

日高沿岸域の風向風速は浦河の気象庁アメダスデータを引用した。

#### (3) 得られた結果

##### ア 日高沿岸の流況調査

###### (ア) 気象擾乱の海洋応答

前年度の調査結果から、日高沿岸では、北西風が連

吹すると南東流が発達し、同時に水温は低下した。この一連の現象から風による沿岸湧昇の発生が考えられた。今年度においても前年度と同様に、北西風による沿岸湧昇が観測された(図1の①, ③)。また、今年度は北西風とは逆向きの南東風が吹いた時の海洋応答を捉えることができた。南東風の場合では流れは北西流になり水温低下はみられない(図1の④)。いずれにしても、岸に平行な風に対し海洋は敏感に応答することがわかった。

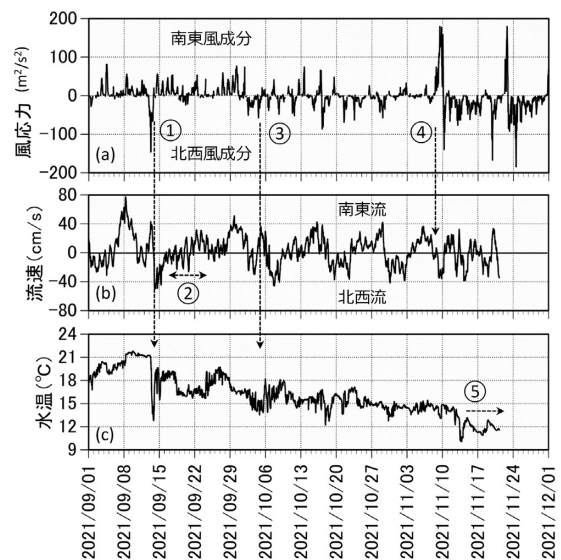


図1 (a) 浦河における風応力、冬島における (b) 10m深流速(北西-南東流成分) (c) 10m深水温の時間変化

##### (イ) 海況と定置漁獲量

海況変動と水産生物の漁獲動向との関連について、サケの定置網入網を例に検討した。サケの漁獲量は水温15℃以下から増加する傾向にあった(図1, 2の⑤)。また、サケの漁獲量は北西風による水温低下時に増加した(図1, 2の①, ③)。加えてサケの漁獲量は流れが弱い時に増加した(図1, 2の②)。水温低下時にサケ漁獲量が増加する現象は前年にもみられており、このことから、北西風による沿岸湧昇の発生頻度はその年の漁況を左右させるものと推察された。

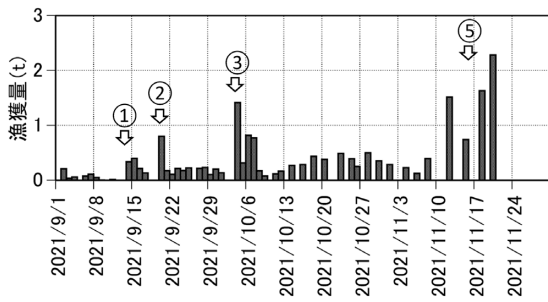


図2 冬島におけるサケ漁獲量の日変化。  
図中の①～③, ⑤は図1と対応。

流れと定置網垣網の吹き上がりとの関連性を検討した。その結果、冬島、春立の両地区共に、流れが速い場合には垣網の深度は浅くなるのが判明した(図3, 春立の図は省略)。すなわち、垣網は流れにより吹き上がっていることが推察された。ただし、冬島では、北西流の場合には垣網深度は深いままであった(図1参照)。漁業者に問い合わせたところ、定置網垣網を海底で固定する「逆さ」を垣網の北西側から設置しているとのことであった。このため、北西流が生じてもその逆さに遮られて、垣網は吹き上がらないことが考えられた。今年度の調査では、垣網深度が浅いほどサケの漁獲量は低下する関係が伺えた(図4)。今後は、垣網の吹き上がりを抑制させることがサケの入網率向上に直結するかどうか、垣網の吹き上がりを抑制させる逆さは定置網への過重負荷にならないかについて明らかにする必要があると考える。

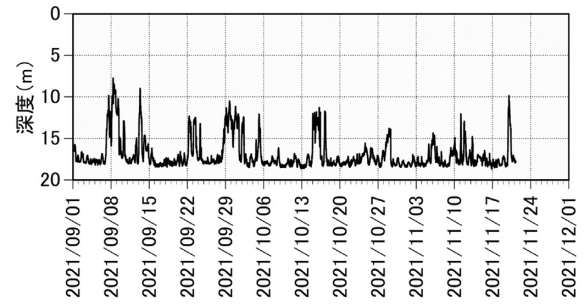


図3 冬島における垣網深度の時間変化。

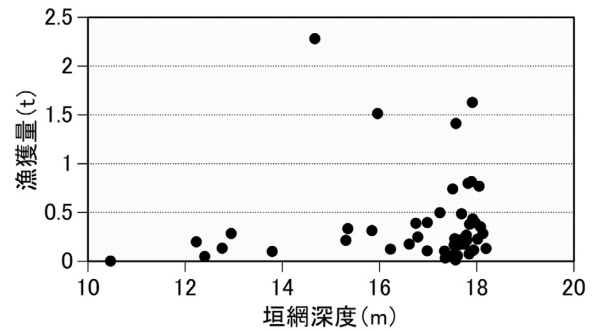


図4 冬島における垣網深度とサケ漁獲量との関係。垣網深度を平均した時間帯は漁獲日の前日正午から当日6時。

## 2. 2. 2 ドローンを用いた藻場モニタリングの手法開発

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 安永倫明  
協力機関 産業技術研究本部・工業試験場  
後志地区水産技術普及指導所

### (1) 目的

磯焼けが大きな問題となっている道西日本海では海藻類の繁茂状況の把握は重要である。1980～90年代にかけて航空機によるコンブ等の有用海藻類の広域モニタリングが実施されてきたが、経費等の問題により以降行われていない。また繁茂に必要な海洋環境の把握も磯焼け対策として重要であるが、マンパワーや用船料等の問題もあり十分なデータが収集できていない現状にある。

本研究では、近年、藻場モニタリングのツールとして着目されるドローンとコストフリーなオープンソースソフトウェアを用いて、藻場における海洋環境調査や撮影調査等のモニタリング手法を高度化することで、藻場のモニタリング海域の広域化を図ることを目的とする。

### (2) 経過の概要

ア ドローンによる藻場の撮影から画像処理まで

#### (ア) 調査海域の選定

ドローン運行上の安全面や法規制、電波の送受信の影響、またコンブ研究についての既往知見を考慮した結果、小樽市忍路湾に繁茂するコンブ藻場を試験飛行海域とした(図1)。

#### (イ) 自律飛行プログラムの設定

自律飛行にはフリーのアプリ(Altizure)を使用した。明瞭な画像取得のため、飛行ルートは忍路湾の西岸とし、約15分×2回の飛行を行った(図2)。



図2 飛行ルートの設定

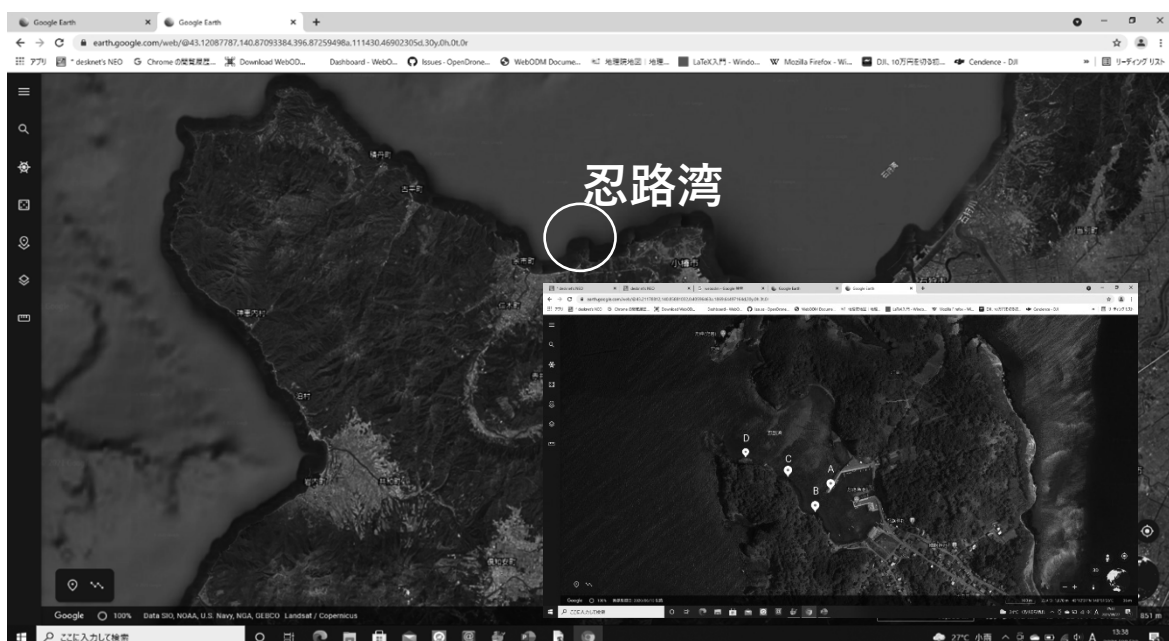


図1 忍路湾

プログラムの設定については、ドローンの飛行高度を約80~90 m (解像度 4 cm/pixel), 最大速度を2.0 m/sec, 前後左右の画像間のオーバーラップ率を85 %とした。

**(ウ) 撮影飛行**

供試ドローンは、DJI社製Inspire 2 と通常のRGBカメラ以外にマルチスペクトルカメラ (MAPIR Survey 3) をマウントしたPhantom3STDを使用した。

撮影はコンブの萌芽~成長期である春~秋季に、次に掲げる気象および海象条件に留意しながら、撮影を行った (なお、撮影飛行終了後に現場にて藻場の目視調査も実施した)。

- ・波浪：0.5 m未満の風
- ・透明度：6~8月に15~25 mと最大 (調査船による定期海洋観測より)。
- ・太陽光の影響：画像への海面反射や影を避けるため、カメラのセンサーサイズと焦点距離から算出した画角と太陽高度及び方位角を比較して、太陽光による海面反射や影の影響のない撮影日時を決めた。
- ・天候：明瞭に海底までの撮影が可能である晴天、または太陽光を和らげ影の影響を減退できる空全体が薄く雲に覆われている天候。

垂直画角 =  $2 \arctan(\text{垂直センサーサイズ}/2 \times \text{焦点距離})$   
 水平画角 =  $2 \arctan(\text{水平センサーサイズ}/2 \times \text{焦点距離})$   
 対角画角 =  $2 \arctan(\text{対角センサーサイズ}/2 \times \text{焦点距離})$

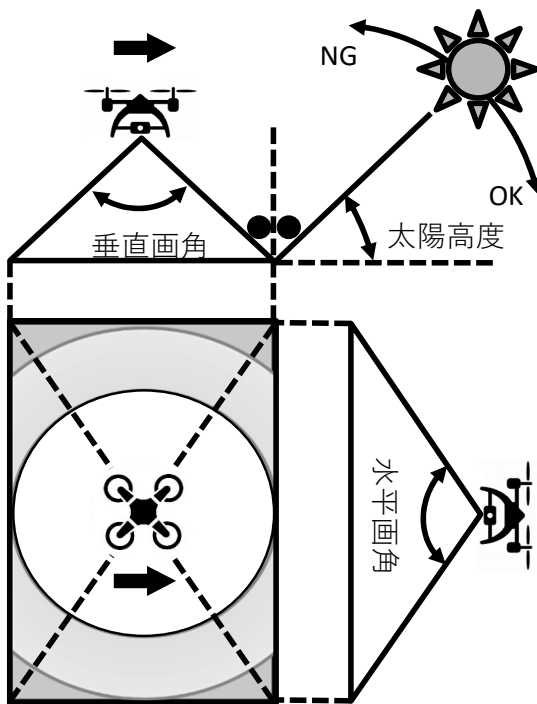


図3 カメラの画角と太陽高度 (浦池ら2018)

**(エ) 画像処理**

撮影された複数の画像を正射変換し、一つに接合されたオルソモザイク画像を作成するため、オープンソースソフトウェアのOpenDroneMapを使用した。

本ソフトウェアの動作環境ならびにスペックは、図4のWebサイト内ダウンロードページ参照。

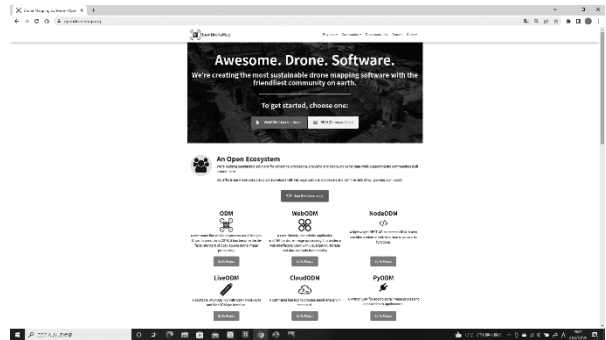


図4 OpenDronemapのWebサイト

当ソフトウェアは、予めPC上にDockerと呼ばれるコンテナ技術を利用したアプリ実行環境プラットフォームを構築した中で利用するため、作業の上で必要とされ負担となるCPUリソース/ディスク容量/メモリ使用量が少ないことから、スペックの低いPCでも容易に動作が可能である。またCUI環境での作業がベースであるが、GUI環境も複数整備されていることから両方で画像処理を実施した。

処理の手順は次の通りである。撮影した複数の画像データの入力後、SfM, MVS, メッシュ, テクスチャリング, ジオレファレンスの順に処理を行い、3D, オルソモザイク画像の作成をした。

処理に際して、忍路検潮所をはじめとする周辺の地形から5地点を選定し、地上基準点 (GCP) との位置情報のずれに関する補正も同時に実施した。

**イ ドローンによる藻場環境調査**

**(ア) これまでの経緯**

忍路湾では水温、塩分の測定や、栄養塩類の分析に必要な採水を、これまで様々な研究事業の中で実施してきたが、現場は岩礁域も多く、転倒や海中転落の危険のほか、複数の重い測器を携行した調査による疲労、また近年では燃料費高騰による用船料等の経費の上昇により、沿岸環境調査の継続には困難な事案が多い。

**(イ) ドローンによる沿岸環境調査**

このような状況の下、ドローンで牽引したロープに取り付けた採水器やCTDで採水や水温、塩分測定が可能になれば、用船料等の経費の節約、労力の削減等、

様々なメリットがある。

本試験においては、採水と水温と塩分の同時測定を可能とするため、DJI社製のINSPIRE 2を選定した。本機は最大離陸重量と機体重量の差から約800 gまでの牽引が可能である。

水温、塩分測定には軽量かつ小型のCTD (CastAway社製)、採水器には目的深度で採水が可能な逆止弁タイプの蓋が付いた地下水サンプラー (350 ml) をカナビラで上下にワイヤーロープに装着し、ドローンに取り付けた (図7参照)。

水温、塩分測定および採水の手順は次の通り。ホームポイントから自律飛行プログラムで調査ポイントまで飛行後、手動で下降させ、監視者がCTDの着水を確認後にセンサー馴致のため10秒程度静止させる。その後、目的深度まで下降、静止させ、採水器からの泡抜けをモニターで確認後、ドローンにてロープを上方に牽引することで蓋を閉め、そのまま安全な高度まで上昇させる。その後、(GoHome機能などを利用して) ホームポイントまで帰還させ、降下の作業を (自動もしくは手動にて) 行い、操縦者の目線の位置まで採水器が下降したらドローンを静止させる。その状態を維持したまま、監視者は採水器とCTDを取り外して、サンプル容器に採水器から分注作業を行う。

### (3) 得られた結果

#### ア ドローンによる藻場の撮影から画像処理

カメラのセンサーサイズから算出した画角に基づいて設定した時間内では太陽光による反射はほぼ見られず、陸域の陰の影響が撮影を通じて最も少ないのは太陽高度が最大の夏至ごろであることがわかった。

6月29日に撮影した235枚の画像から作成したオルソモザイク画像、および3D画像を図5、6に示す。

オルソモザイク画像からは、忍路湾の左岸にある岩礁域の縁辺部に黒くコンブの分布を視認することができ、マウスのホイールで拡大すると、より鮮明なコンブの胞子体ごとの繁茂状況のみならず、アオサ、アカバギナンソウ、フシスジモク等、周辺の他の海藻類もかなり明瞭に見て取れ、撮影後に現場で実施した目視調査の結果と合致した。

3D画像からは、マウスのホイールや左右のクリックボタンを操作することで、様々なアングルから現場アプローチが可能であり、海藻類の繁茂状況や磯焼けの実態についてより一層と詳細に把握することができた。無償で入手可能かつ日常業務で使用するPCで作動可能な本ソフトウェアはモニタリングツールとして非常に有効であることがわかった。

#### イ ドローンによる藻場環境調査

忍路湾の防波堤付近Aから左岸先端付近Cまで自動飛行を実施して小型CTDによる水温と塩分の測定と

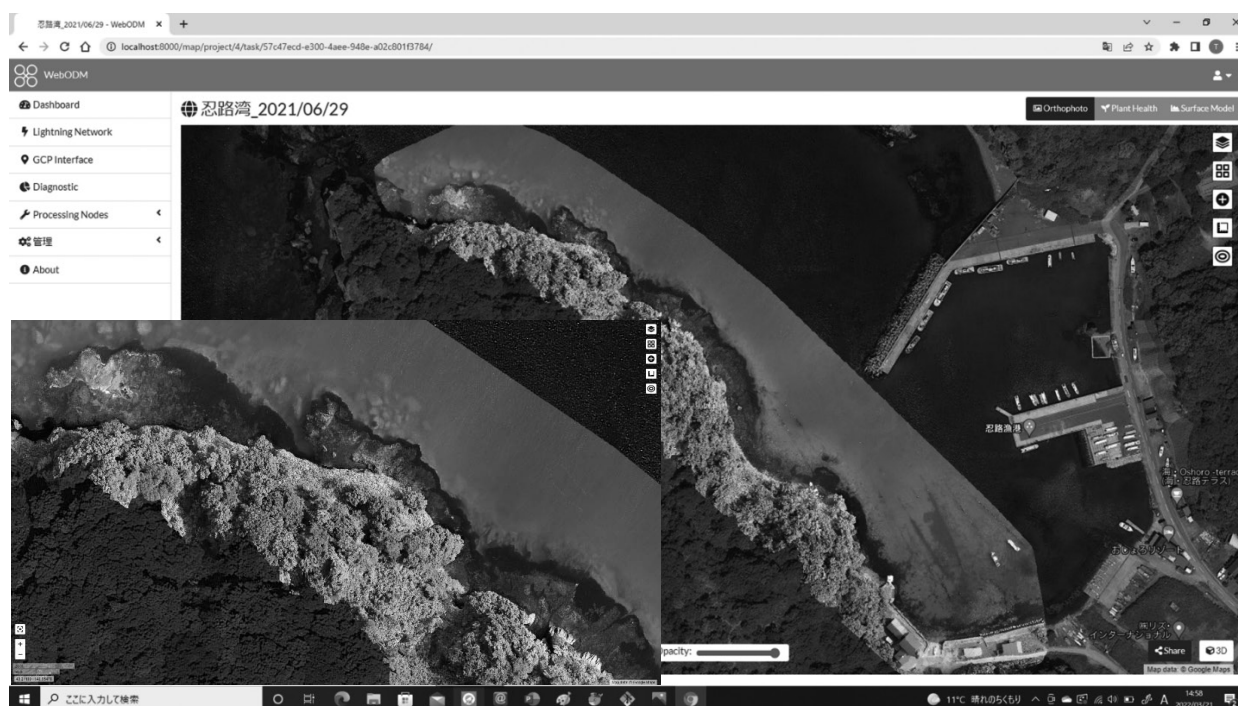


図5 オルソモザイク画像 (RGB画像)

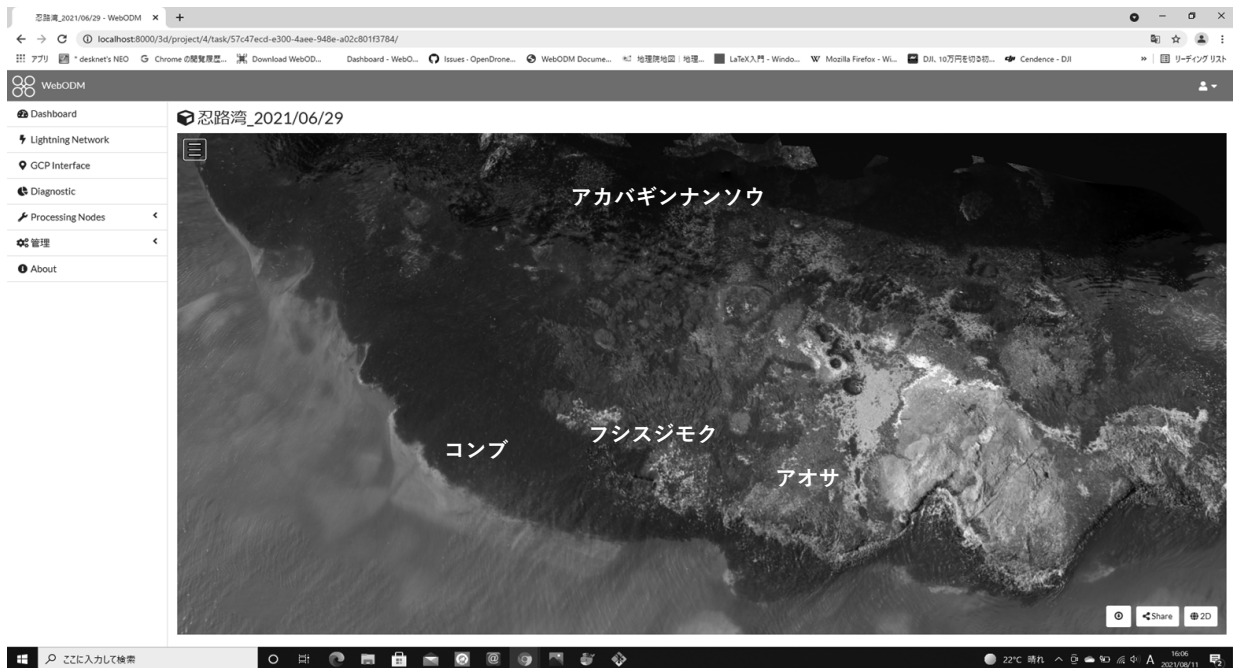


図6 3D画像

深度4 m付近の採水を実施した。

作業は想定した手順どおりに行われたが、小型CTDや採水器の重量が原因となりバッテリーの消耗が非常に早く、搭載した1セット(2個)のバッテリーで複数ポイントの調査を実施するのは困難であることがわかった。

調査終了後、CTDからは深度別に水温と塩分データの取り出し、採水サンプルはCFA分析装置(ピーエルテック株式会社オートアナライザーQuAAtro 2)を用いて栄養塩類の各項目NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, SiO<sub>2</sub>-Siの分析を行い、適正な結果を得た(図8, 表1)。

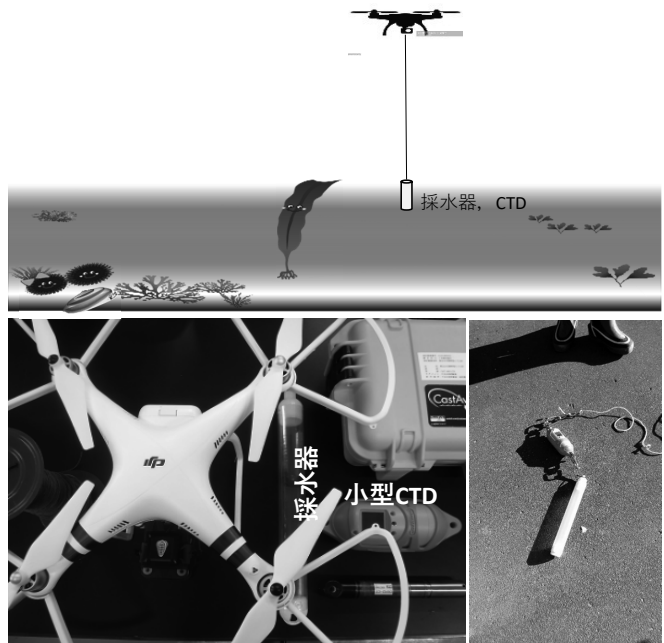


図7 ドローン海洋環境調査イメージおよび調査機器

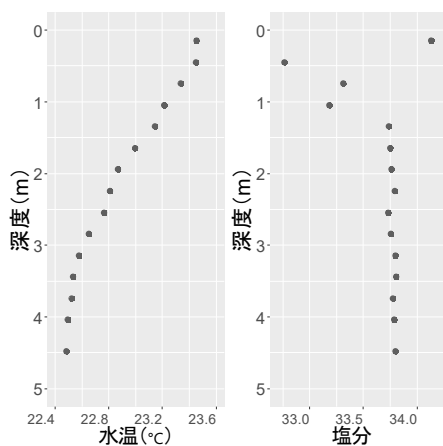


図8 小型CTDによる測定結果

表1 栄養塩分析結果(単位:  $\mu\text{mol/l}$ )

	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	SiO <sub>2</sub> -Si
sample_1 2021_07/21	0.175	0.034	7.61
sample_2 2021_07/21	0.178	0.025	7.678



## 2. 2. 3 漁業生物モニタリングに役立つ衛星データとGISによる環境情報の見える化

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 有馬大地

### (1) 目的

気候変動観測衛星しきさい (GCOM-C) により得られた海面水温および海色データをデータベース化し、北海道周辺海域の沖合および沿岸の漁場環境の変化を詳細かつ迅速に把握して、漁業生物のモニタリング精度向上と効率的な漁業に寄与する。

### (2) 経過の概要

JAXA Satellite Monitoring for Environmental Studies (JASMES) にて提供されているSGLI準リアルタイム投影変換済netCDFデータを用いて、北海道周辺海域の水温およびクロロフィルa濃度データ処理プログラムを作成し、日平均画像としてデータベースを作成した。

また2021年9月より道東太平洋沿岸域を中心に発生した*Karenia selliformis*による大規模有害赤潮を受け、緊急対応としてクロロフィルaデータによる赤潮発生海域の推定と情報発信を行った。

### (3) 得られた結果

GCOM-Cによる観測が開始した2018年1月分から、水温、クロロフィルaデータをダウンロードし、日平均画像としてデータベースを作成した。

一例として2021年4月の定期海洋観測 (日本海) と4/21の水温、クロロフィルaの衛星画像を示した (図1)。

従来の定期観測による0 m深、50 m深水温の水平分布図からは、檜山沿岸や積丹半島周辺に対馬暖流由来の暖水が分布していることが確認された。水温、クロロフィルa衛星画像ではさらに、観測範囲外の青森沖における対馬暖流、奥尻島北西沖の暖水渦や沖合冷水の詳細な分布が確認された。また留萌沿岸から武蔵堆南側に沿って沖方向へ高クロロフィルa帯が生じており、沿岸から沖合への流れの有無が道北日本海における春季の一次生産の規模や、道北沿岸から沖合への物質輸送へ寄与していることが推察された。

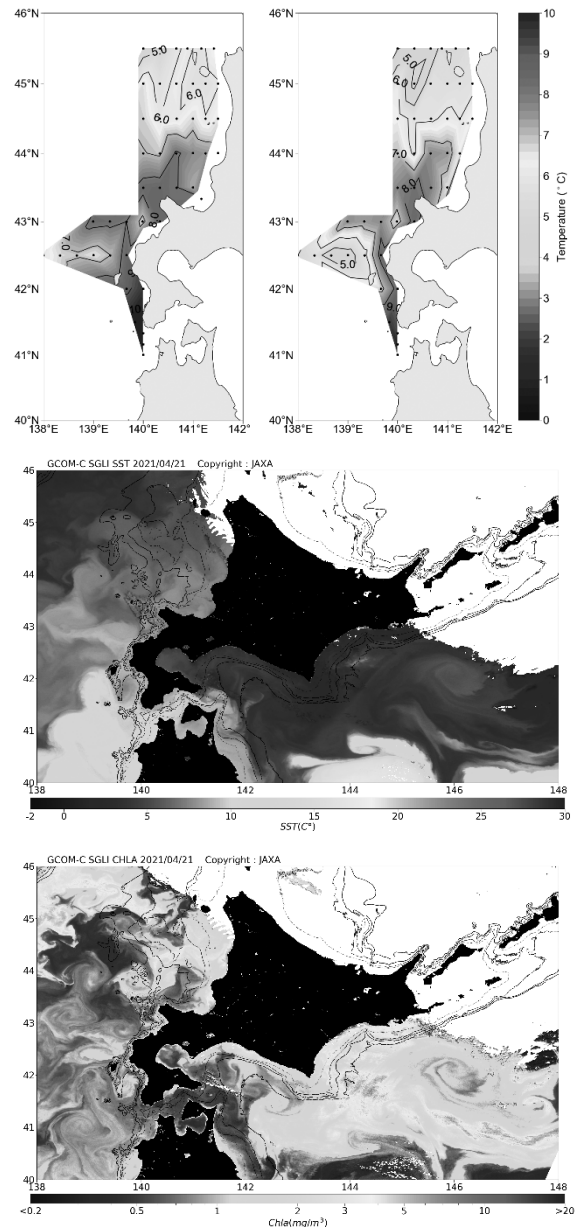


図1 上段左：4月日本海定期海洋観測における0 m水温の水平図  
 上段右：同観測における50 m水温の水平図  
 中段：4/21のGCOM-C日平均水温  
 下段：4/21のGCOM-C日平均クロロフィルa

GCOM-Cは極軌道衛星であり、同じ点の観測頻度は2日に1回程度であること、雲に覆われるとデータ取得不可能なことから、図1のような詳細な海洋構造を把握可能なデータは限られる。しかしながら、暖水渦、冷水渦の構造や一次生産の情報を水平的に高解像度で補うことが可能であるため、調査船で観測困難な海域や、調査期間外の海洋環境情報として、非常に有用な情報が得られる可能性が示された。

2021年9月下旬には、道東太平洋沿岸の広範囲で*Karenia selliformis*による本邦初の赤潮が発生した。緊急対応として実施した臨時モニタリングや10月道東太平洋定期観測の結果から、赤潮発生海域が広範囲に及ぶことが判明したため、GCOM-Cより得られたクロロフィルaデータを用いて赤潮発生海域の把握を試み、検鏡による*K. selliformis*の密度情報等と併せて情報発信を行った。

赤潮発生海域を推定するため、GCOM-Cから得られたクロロフィルaデータを元に、カラースケールを調整して、高濃度 (>15 mg/m<sup>3</sup>) の範囲に注目した衛星画像を作成した (図2)。9月中旬～下旬には道東沿岸中心に高クロロフィルa領域が観察され、現場における細胞数密度や漁業被害の状況から*K. selliformis*による赤潮が沿岸域中心に発生していたと考えられた。10月上旬の衛星画像からは、赤潮水塊がより沖へ波及していることが推測された。実際に10月道東太平洋定期観測では、高クロロフィルa領域と合致する形で採水試料から*K. selliformis*が検出された (道東太平洋赤潮プランクトン情報 (臨時): [http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyou/att/NF\\_doto\\_redtide\\_20211018\\_new.pdf](http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyou/att/NF_doto_redtide_20211018_new.pdf))。11月においても*K. selliformis*の出現が継続した地点は見られたが、11/12を最後に顕著な高クロロフィルa領域は確認されなかったことから、11月中旬以降は赤潮が収束に向かったと考えられた。

これらの情報は臨時情報として中央水産試験場HPより随時情報発信を行った (海洋環境グループトピックス 2021年 赤潮 情報: <http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyou/topics.html>)。

2021年秋の大規模な有害赤潮の発生を受け、漁業現場では海色 (クロロフィルa) 情報の迅速な発信が強く求められていることから、HP等を利用した日々の情報公開が今後の課題である。

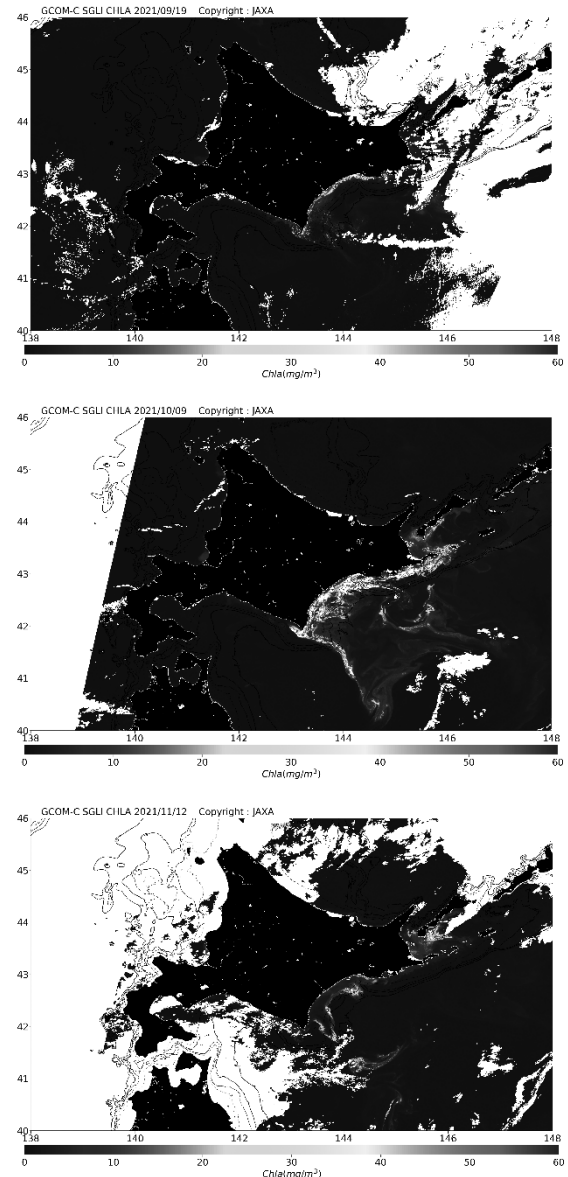


図2 上段：9/19の日平均クロロフィルa画像  
中段：10/9の日平均クロロフィルa画像  
下段：11/12の日平均クロロフィルa画像

## 2. 3 成果情報の作成

担当者 資源管理部 資源管理グループ 高嶋孝寛 山口浩志 坂口健司 佐藤 充  
城 幹昌 和田昭彦 富山 嶺 上田吉幸

### (1) 目的

漁業と資源のモニタリングや研究および技術開発をもとにした漁業経営に寄与する情報を作成、提供する。

### (2) 速報等の発表

#### ア スケトウダラ

日本海におけるスケトウダラの資源動向および2021年度の漁況予測などについて資料を作成し、関係漁業協同組合に配布した。なお、例年は報告会（沖合漁業振興交流プラザ）においてこれらの内容を報告しているが、2021年度についても2020年度に引き続き、新型コロナウイルス感染防止対策により開催されなかった。また8月下旬～9月上旬の武蔵堆周辺海域における魚群分布調査の結果、10月の漁期前調査の結果については、「調査速報」として取りまとめ、漁業協同組合等の関係機関に送付するとともに、水産試験場ホームページ（<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/suketou/index.html>）にて公表した。

#### イ ハタハタ

秋漁期前に得られ情報に基づき来遊資源の特徴について整理し、関係漁業機関などへFAXとホームページ（<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/hatahata/index.html>）にて情報提供した。

#### ウ イカナゴ

漁期前調査と漁獲物調査結果に基づいて、「イカナゴ情報」をまとめ、漁協や役場など関係機関へFAXと電子メールで情報発信したほか、ホームページ（<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/>

[central/section/shigen/ikanago/index.html](http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/ikanago/index.html)）で広く周知した。

#### エ シャコ

シャコの調査結果は、2021年12月に普及資料「石狩湾におけるシャコ漁業について（令和3年度春漁までの経過）」を作成し、石狩湾漁業協同組合と小樽市漁業協同組合の関係漁業者に配布した。

### (3) 資源評価の普及・広報

ソウハチ、マガレイ、マダラ、ヒラメ、スケトウダラ、ホッケ、ニシン、ハタハタ、ホッコクアカエビの資源評価の結果を水産試験場ホームページ（[http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/latest\\_assessment.html](http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/latest_assessment.html)）にて公表したほか、北海道水産林務部が発行した2021年度北海道水産資源管理マニュアル（2022）内にも記載された。

### (4) 成果の活用

#### ア ベニズワイガニ

調査および評価結果に基づき、例年の方法（佐野、1996）によって、2022年漁期の生物学的許容漁獲量を1,200トン以下と算定し、北海道（所管：水産林務部漁業管理課）に報告した。これをもとに漁業関係者を含めた協議が行われ、2022年漁期の許容漁獲量は1,200トンで許可方針が定められた。

### (5) 論文等の発表

本報告書の「V その他」に論文発表、口頭発表した成果を記載した。

### 3. 海洋環境調査研究 (経常研究)

#### 3. 1 北海道周辺海域の海況に関する調査

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 西田芳則

##### (1) 目的

北海道周辺海域の沿岸から沖合域にかけての漁場環境を定期的かつ長期的に調査して、海洋の構造および変動と生産力についての調査研究を発展させる。また、その結果を逐次漁業者およびその関係者へ報告するとともに、資源の調査研究結果と併せて本道の水産資源や漁場形成の予測に役立てる。

##### (2) 経過の概要

2021年度も例年同様に、中央水試、函館水試、釧路水試、稚内水試が共同で3隻の調査船(金星丸、北辰丸、北洋丸)によって調査を実施した(図1)。各観測点においてCTDを用いた水温・塩分の鉛直プロファイルを得るとともに、航走時には、ADCP(音響式多層流向流速計)を用いて流れの連続観測を実施した。特定の観測点では多筒採水器(JFEアドバンテック、兵庫)による基準水深の採水ならびに、プランクトンネット(改良型ノルバックネット)による動物プランクトンサンプル採集も実施した。なお、化学環境については3. 2で、低次生産環境については3. 3で報告する。

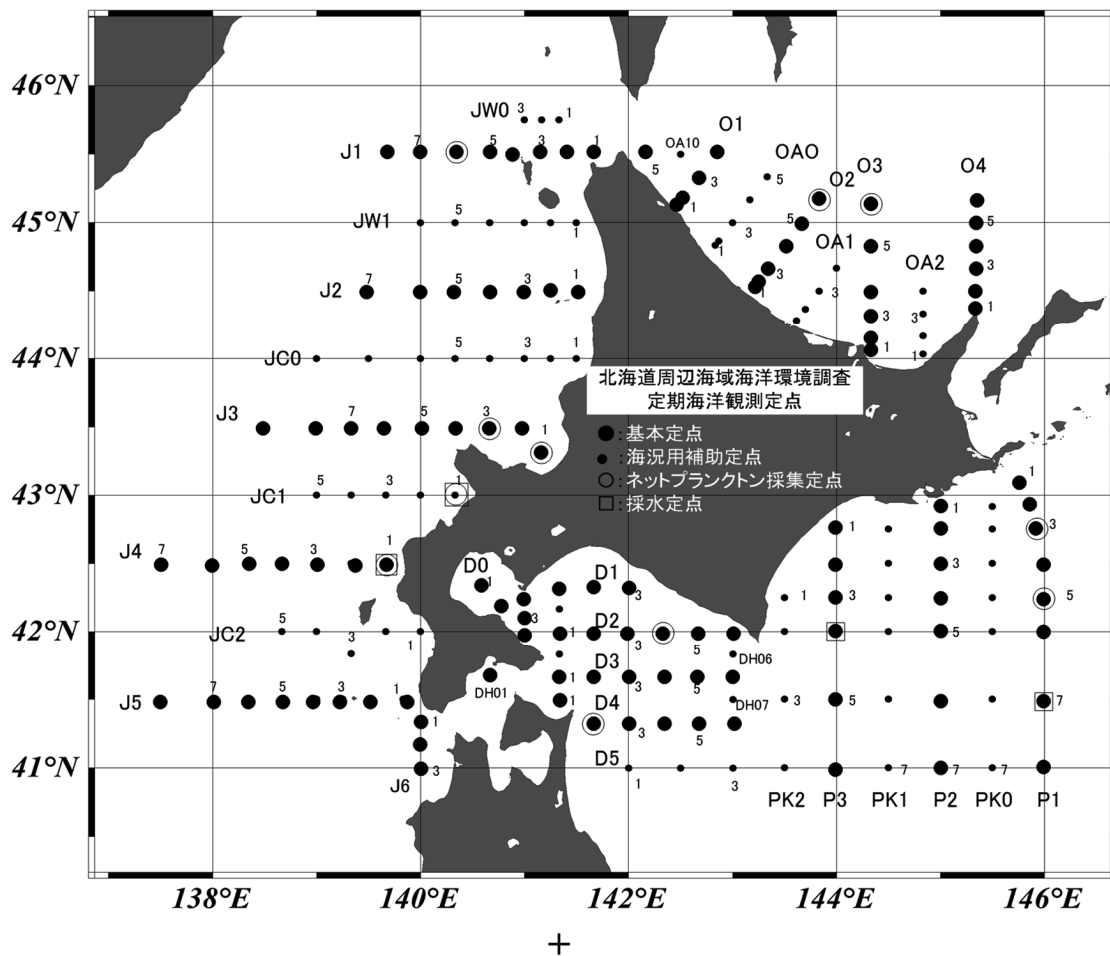


図1 北海道周辺海域における定期海洋観測網

### (3) 得られた結果

本道周辺海域の海況については、各定期海洋観測終了後に「海況速報」等で関係機関に周知すると共に、ホームページ上で公開した (<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyousokuhou/index.html>)。公開した各時期・各海域の概要は以下の通りである。

#### ア 4月

(ア) **日本海海域**：対馬暖流（100 m層水温5℃以上）は、せたな沖では沿岸寄りを、岩内湾から石狩湾にかけては沖寄りを流れて北上し、かなり蛇行した流路であった。暖流の流量は平年の6割程度であり、前回（2月）同様に平年よりも少なかった。水温は、ほぼ平年並みだが、沖合冷水が沿岸方向へ張り出すせたな沖では平年よりも約1～2℃低い。

(イ) **道東太平洋海域**：道東沿岸域を広く沿岸親潮（100 m層水温3℃以下）が覆っていた。また、沖合では東方の海域を中心に、黒潮系北上暖水（指標：水温5℃以上）がみられた。水温はほぼ平年並みの海域が多く、黒潮系北上暖水が分布する東方の海域では平年よりも2℃高い。

(ウ) **道南太平洋海域**：津軽暖流（100 m層水温6℃以上）は本州沿岸を南下する沿岸モードで、日高方面への若干の張り出しがみられた。日高、胆振の沿岸域は沿岸親潮に覆われており、その一部は噴火湾へ流入している模様。水温は津軽海峡東口の海域で平年よりも2℃高い。

(エ) **オホーツク海海域**：宗谷暖流（50 m層水温4℃以上）がオホーツク沿岸を順調に流れていたが、オホーツク表層水の本道側への張り出しが強いため、枝幸から網走に至る海域では潜流になっていた。水温はほぼ平年並み。

#### イ 6月

(ア) **日本海海域**：対馬暖流（100 m層水温5℃以上）は、道南では東進して本道に近づき、せたな沖からは沿岸寄りとして沖合のルートに分かれて北上した。暖流の流量は平年よりも2～3割多くなっており、前年12月から持続していた流量の低下現象は解消された。水温は、道南の対馬暖流が東進している海域の深度100 m～200 mで平年よりも2～5℃高く、対馬暖流が流れる沿岸寄りの海域で平年よりも2～4℃高い。

(イ) **道東太平洋海域**：道東海域を広く親潮（100 m層水温5℃以下）が覆っていた。また、南方の海域では黒潮系北上暖水（100 m層水温12℃以上）がみられた。水温はほぼ平年並みか平年よりも約1℃低い海域

が多く、黒潮系北上暖水が分布する南方沖合では、平年よりも7～11℃高い海域がみられた。

(ウ) **道南太平洋海域**：津軽暖流（100 m層水温6℃以上）は沿岸モードから渦モードへ移行中。北緯41度30分以北の海域では、表層を中心に広く親潮系の水塊（表面水温11～13℃）に覆われおり、深度50 m、100 mでは、津軽暖流の日高方面への暖水波及がみられた。また、南方の海域では、道東海域と同様に、黒潮系北上暖水（指標：100 m層水温12℃以上）がみられた。水温は親潮系の水塊が分布する海域で平年よりも1～3℃低い。

(エ) **オホーツク海海域**：宗谷暖流（50 m層水温6℃以上）がオホーツク沿岸を順調に流れていた。水温は平年よりもやや低い海域が多くみられた。また、浜頓別沖と網走沖では、オホーツク表層水の張り出しにより、水温が平年よりも4～5℃低くなっている海域があった。

#### ウ 8月

(ア) **日本海海域**：松前沖西方の東経139度付近を北上した対馬暖流（100 m層水温7℃以上）は、岩内湾西方沖に形成されている暖水渦（指標：100 m層水温9℃以上）の西側を迂回し、その後は、石狩湾北西沖暖水渦（100 m層水温9℃以上）の沖側と沿岸側を通るルートに分かれて北上した。暖流の流量は平年の6割程度と少なく、本年6月には前年12月から持続していた流量の低下現象は解消されたが、再び流量が少ない状況になった。表面水温は全ての海域で23℃以上で、沿岸では3～4℃、沖合では5～6℃平年よりも高かった。一方、50 m深、100 m深水温は、暖流流量の低下による熱輸送量が少ないためか、暖水渦の形成域を除き、平年よりも1～2℃低い。

(イ) **道東太平洋海域**：道東海域を広く親潮（100 m層水温5℃以下）が覆った。また、南方の北緯41度、東経144～145度の海域では黒潮系北上暖水（100 m層水温6℃以上）がみられた。表面水温はほぼ全海域で平年よりも高く、特にやや沖合では、平年よりも4～5℃高い海域がみられた。また黒潮系北上暖水（50 m層水温10℃以上）が分布する白糠沖では、50 m深、100 m深水温が平年よりも5～8℃高くなっていた。

(ウ) **道南太平洋海域**：津軽暖流水（100 m層水温8℃以上）が道南海域を広く覆っていたが、現時点での流出形態は沿岸モード。表面水温は津軽海峡東口の近海で平年よりも1～2℃高い。

(エ) **オホーツク海海域**：宗谷暖流（50 m層水温6℃以上）がオホーツク沿岸を順調に流れていた。表面

水温は平年よりも4～5℃高い海域が広くみられ、特に、浜頓別沖、網走沖では、平年より7～9℃高い海域がパッチ状にみられた。一方、深度50 m以深の水温は、知床半島近海を除き、平年並みか平年よりも約1℃低い。

## エ 10月

(ア) **日本海海域**：対馬暖流（100 m層水温7℃以上）は、道南ではやや沿岸よりを流れ、その後は岩内湾西方沖に形成されている暖水渦（100 m層水温9℃以上）の西側を迂回し北上した。暖流の流量は平年の1.6倍であり、10月は季節的に少なくなる時期だが、かなり多くなっていた。このような10月に流量が急増する現象は昨年も見られた。表面水温は、前回8月の観測では全ての海域で23℃以上になっていたが、今回では約20℃であり、沿岸域ではほぼ平年並みになった。一方、暖水渦が分布する岩内湾西方沖では、平年は沖合冷水が分布する海域なので、50 m深、100 m深水温が平年よりも3～9℃高くなった。

(イ) **道東太平洋海域**：道東海域は広く親潮（100 m層水温5℃以下）に覆われており、えりも岬の沖合では津軽暖流水（100 m層水温10℃以上）、また、北緯41度、東経145～146度の海域では黒潮系北上暖水（100 m層水温7℃以上）がみられた。道東沿岸では道東沿岸流（50 m層水温10℃以上）が流れている模様。表面水温はほぼ平年並みで、津軽暖流水、黒潮系北上暖水が分布する海域では水温は平年よりも2～7℃高い。

(ウ) **道南太平洋海域**：津軽暖流水（100 m層水温10℃以上）が道南海域を広く覆っており、流出形態は渦モード。表面水温はほぼ平年並み。また浦河沖の深度100 m、200 mでは水温が平年よりも2～3℃高い海域がみられた。

(エ) **オホーツク海海域**：宗谷暖流（50 m層水温6℃以上）がオホーツク沿岸を順調に流れていた。表面水温はオホーツク海のほぼ全域で平年よりも1～2℃高くなっていた。一方、宗谷暖流が流れる沿岸側の中層では、水温は平年よりも約2～4℃低い。

## オ 12月

(ア) **日本海海域**：対馬暖流（100 m層水温7℃以上）は、渡島半島のはるか西方から本道に接近し、沿岸よりを北上した。最近の海況から、積丹半島周辺海域で

は暖水渦が形成されやすい傾向にあるが、今回の観測では暖水渦はみられなかった暖流の流量は平年よりも約1割多く、本年10月と同様に、増加傾向にある。表面水温は9～15℃であり、沿岸寄りの海域では平年並みか、平年よりも2～3℃高くなっていた。一方、対馬暖流が西進する松前沖では、100 m層を中心に水温は平年よりも3～9℃高くなった。

(イ) **道東太平洋海域**：道東の沖合では親潮（100 m層水温5℃以下）に覆われていた。また、北緯42度、東経146度付近の海域では、黒潮系北上暖水（50 m層水温10℃以上）がみられた。水温はほぼ平年並みで、黒潮系北上暖水が分布する海域では平年よりも2～5℃高い。

(ウ) **道南太平洋海域**：津軽暖流（100 m層水温10℃以上）は渦モードから沿岸モードへ移行中。このため、えりも岬沖の深度100 m以深では、道東に分布する水塊（100 m層水温9℃以下、200 m層水温4℃以下）の流入がみられた。水温は、道東の水塊が流入する海域を除き、ほぼ平年並み。

(エ) **オホーツク海海域**：オホーツク海北部の海域では、宗谷暖流（50 m層水温6℃以上）がオホーツク海沿岸を順調に流れていた。水温は宗谷暖流が流れる海域で平年よりも2～4℃高くなっていた。

## カ 2月

(ア) **日本海海域**：対馬暖流（100 m層水温6℃以上）は、順調に日本海を北上していた。暖流の流量はほぼ平年並。表面水温は、宗谷海峡近海を除き、5～7℃であり、ほぼ平年並。一方、宗谷海峡周辺海域では、表面水温は3℃以下で、オホーツク海から日本海への海水の流入がみられた。

(イ) **道東太平洋**：道東沿岸は広く沿岸親潮（水温2℃以下）に覆われていた。表面水温は、釧路からえりも岬に至る沿岸域で0℃以下で、平年よりも約1℃低い。

(ウ) **道南太平洋**：津軽暖流（200 m層水温6℃以上）は沿岸モード。また、沿岸親潮は道南太平洋にも広く分布しており、一部は津軽海峡に流入している。このため海峡内の水温は平年よりも3～5℃低い海域がみられた。

### 3. 2 化学環境調査

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 稲川 亮 安永倫明

#### (1) 目的

北海道周辺海域に設定された採水定点 (3.1. 北海道周辺海域における定期海洋観測網参照) で長期モニタリングを実施することにより、化学的な環境変化を把握する。

#### (2) 経過の概要

道西日本海の定期海洋観測において、対馬暖流域の定点J41における栄養塩類およびクロロフィルa濃度の調査を実施した (3.1 図1)。令和3年度は、4、6、8、10、12、2月に計6回の調査を行った。

採水深度は、表面 (0 m)、深度10、20、30、50、75、100、125、150、200、300、400、500 m (クロロフィルは深度200 mまで) の基準層とし、表面はバケツで、深度10 m以深はナンセン採水器 (離合社、東京) または多筒式採水器 (JFEアドバンテック、西宮) により採水した。得られた海水試料のうち栄養塩類については、硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、亜硝酸態窒素 ( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、アンモニウム態窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )、リン酸態リン ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、および溶存態ケイ素 (DSi) の5項目を栄養塩自動分析計 (QuAAatro 2-HR: ビーエルテック社) により分析した。クロロフィルa (以下CHL) については、

GF/Fフィルターで回収した懸濁物から90 %アセトンで抽出し、蛍光光度計 (10-AU: ターナーデザイン社) により分析した。

#### (3) 得られた成果

J41における $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、DSi濃度 (2020~2022年の2月、2021年4~8月) およびCHL濃度 (2019~2021年の4月、2021年6~10月) の鉛直分布を図1に示した。例年、50 m以浅の栄養塩は冬季の鉛直混合により深層から供給されて2月に増加し、その後の4月以降に植物プランクトンにより消費されて減少し、それがCHL濃度の上昇としても確認されている。令和3年度 (2021年度) も同様の傾向が見られた。

J41における $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、DSiの0 m濃度 (2月) およびCHLの0 m濃度 (4月) の1989年以降の経年変化を図2に示した。2021年2月の $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、DSiの0 m濃度は、それぞれ6.3、0.4、8.5  $\mu\text{mol/L}$ であったが、2022年2月は前年を全ての測定項目において下回り、5.7、0.3、7.6  $\mu\text{mol/L}$ であった。2020年4月のCHL濃度は3.2  $\mu\text{g/L}$ であったが、2021年4月は前年を下回り、1.6  $\mu\text{g/L}$ であった。

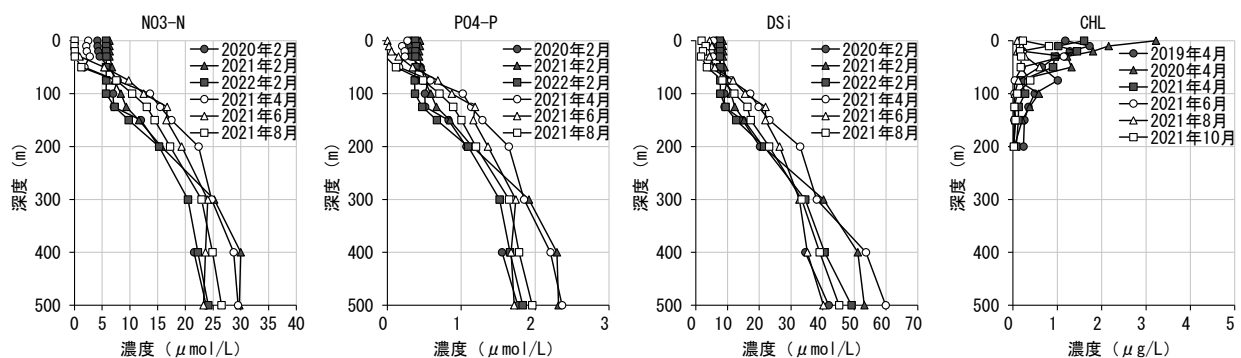


図1 定期海洋観測J41における深度別の栄養塩濃度およびクロロフィルa濃度

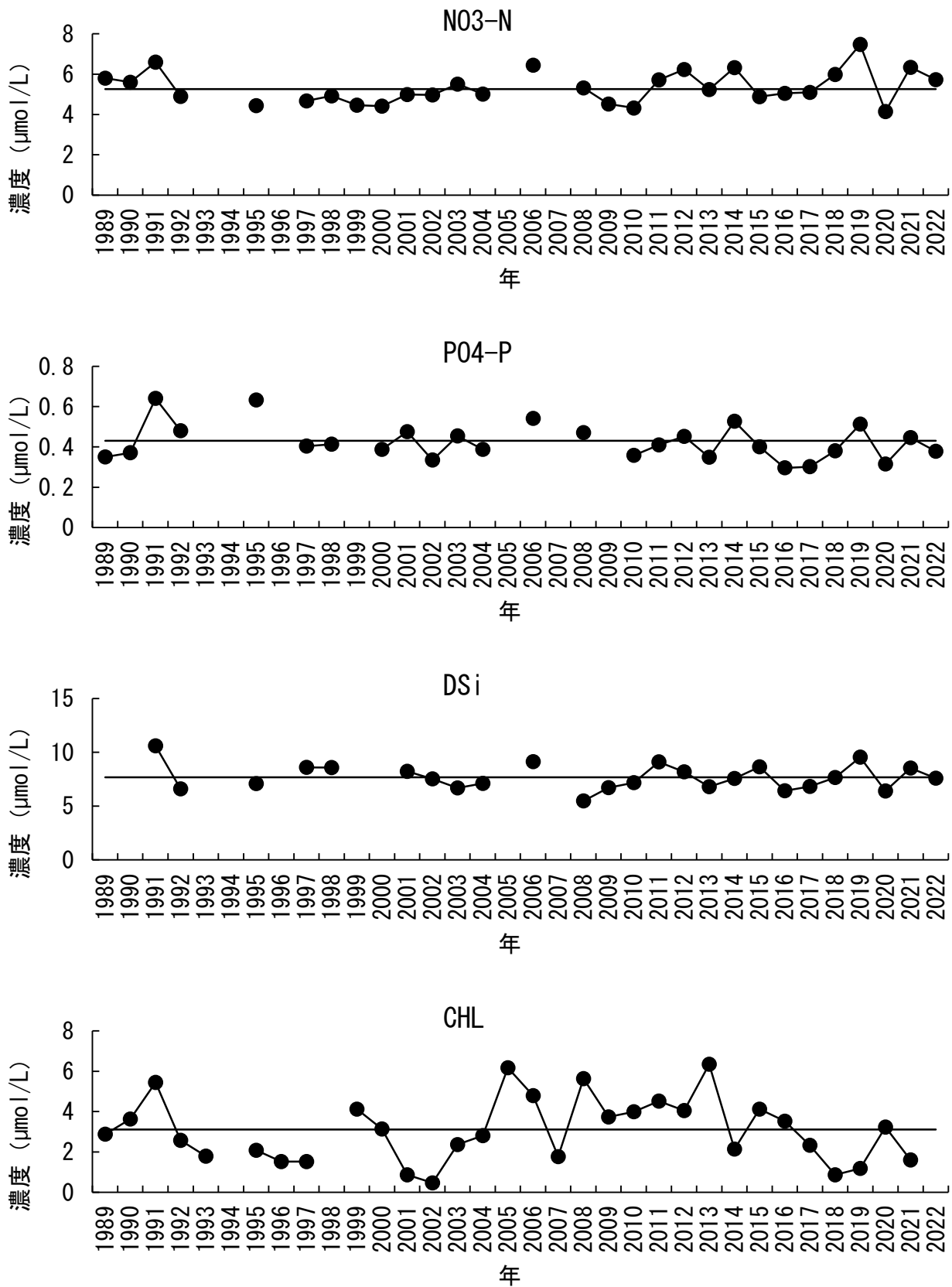


図2 定期海洋観測J41における0 m栄養塩濃度および0 mクロロフィルa濃度の推移 (直線は1991～2020年の平均値)



### 3. 3 低次生産環境に関する調査

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 有馬大地 稲川 亮

#### (1) 目的

漁業生産を支える動物プランクトンが長期的にどのように変化していくのかを全道規模(J4,J3,J1,O2,O3,P1,D2 (IHP5) 定線上の合計10観測点で偶数月を基本に採集)でモニタリングを行い、北海道周辺海域における魚類資源の変動要因の調査研究に資することを目的とする。

#### (2) 経過の概要

2021年も例年同様に、3隻の試験調査船(金星丸, 北辰丸, 北洋丸)によって調査を実施した。なお、1989年から継続実施している本調査に際しては、1995年12月以前は従来型の北太平洋標準ネット(NORPAC ネット, 網目幅0.33 mm, 口径45 cm)、1996年2月以降は改良型北太平洋標準ネット(元田1994)を用いた。2008年4月以降については、海域別の代表4定点(日本海J33, オホーツク海O26, 道東太平洋P15, 道南太平洋D24 (IHP52))について、従来の深度150 mからの鉛直曳きに加えて、深度500 m(海底水深の浅いO26では300 m)からの鉛直曳きを並行して実施している。

動物プランクトン現存量の指標として湿重量を用いた。一般に動物プランクトンは夜間表層に浮上する日周鉛直移動を行う種が多いため(例えばBary 1967)、深度150 mからの採集試料においては、夜間採集のほうが昼間採集よりも生物量が多い。このため、動物プランクトン湿重量の季節変化および経年変動の解析に際しては、1989~2007年に採集された湿重量の全データから、採集時間の昼夜別の湿重量の平均値を海域別に求め、得られたファクター( $f$ =夜間採集試料湿重量/昼間採集試料湿重量, 日本海海域 $f$ =1.79, オホーツク海海域 $f$ =3.12, 太平洋海域は昼夜差なし)を適宜用いて、昼間採集試料の湿重量を夜間採集試料の湿重量に換算(昼夜補正)した後に解析を行った。

植物プランクトン現存量の指標として、表面~深度200 mの水柱で積算したクロロフィル*a*濃度を用いた。クロロフィル*a*濃度は、道西日本海J41における200 m以浅基準層の試水230 mLを船上で直ちにWhatman GF/Fフィルターでろ過、濾紙を-20℃以下で凍結保

存し、実験室に持ち帰って分析した(3.2 化学環境調査参照)。

動物プランクトンの解析については、2016年までは実体顕微鏡下で種同定・計数を行った。計測項目は、大分類群別の大型出現種(カイアシ類については体長2 mm以上, ヤムシ類については体長5 mm以上, その他の分類群については体長2 mm以上)の種別の個体数および湿重量である。2017年以降の試料については、動物プランクトン量に応じて適宜分割した試料をデジタル一眼レフカメラで撮影し、得られた画像から種同定したのちに、画像解析ソフト(ImageJ)を用いて、種類もしくは分類群ごとに体長測定を行い、Length-Weight式を用いて湿重量に換算した(嶋田2018)。

#### (3) 得られた結果

6定点(J41, J33, J15, O26, P15, D24)における昼夜補正済み動物プランクトン湿重量の季節変化を図1に示した。2021年4月の道北日本海J15, オホーツク海O26における湿重量は $1500 \text{ mg/m}^3$ を超え、平均値よりもかなり高いピークを示したが、これらの試料には大型の珪藻類を主体とする植物プランクトンが多かったため、現実的な動物プランクトン生物量は実測値よりもかなり低い値であると考えられる。また10月の道南日本海J41についても平年値より8倍以上高い値が観測されたが、この要因はゼラチン質プランクトン(サルパ類)がまとまって入網したためである。

各海域における動物プランクトン生物量の季節変化に注目すると、いずれの海域においても4~8月に生物量のピークが観察された。2021年の動物プランクトン生物量を30年間(1989~2019年)の平均値と比較すると、突発的なピークを除けばほとんどの海域において例年並み、もしくは例年より低かった。

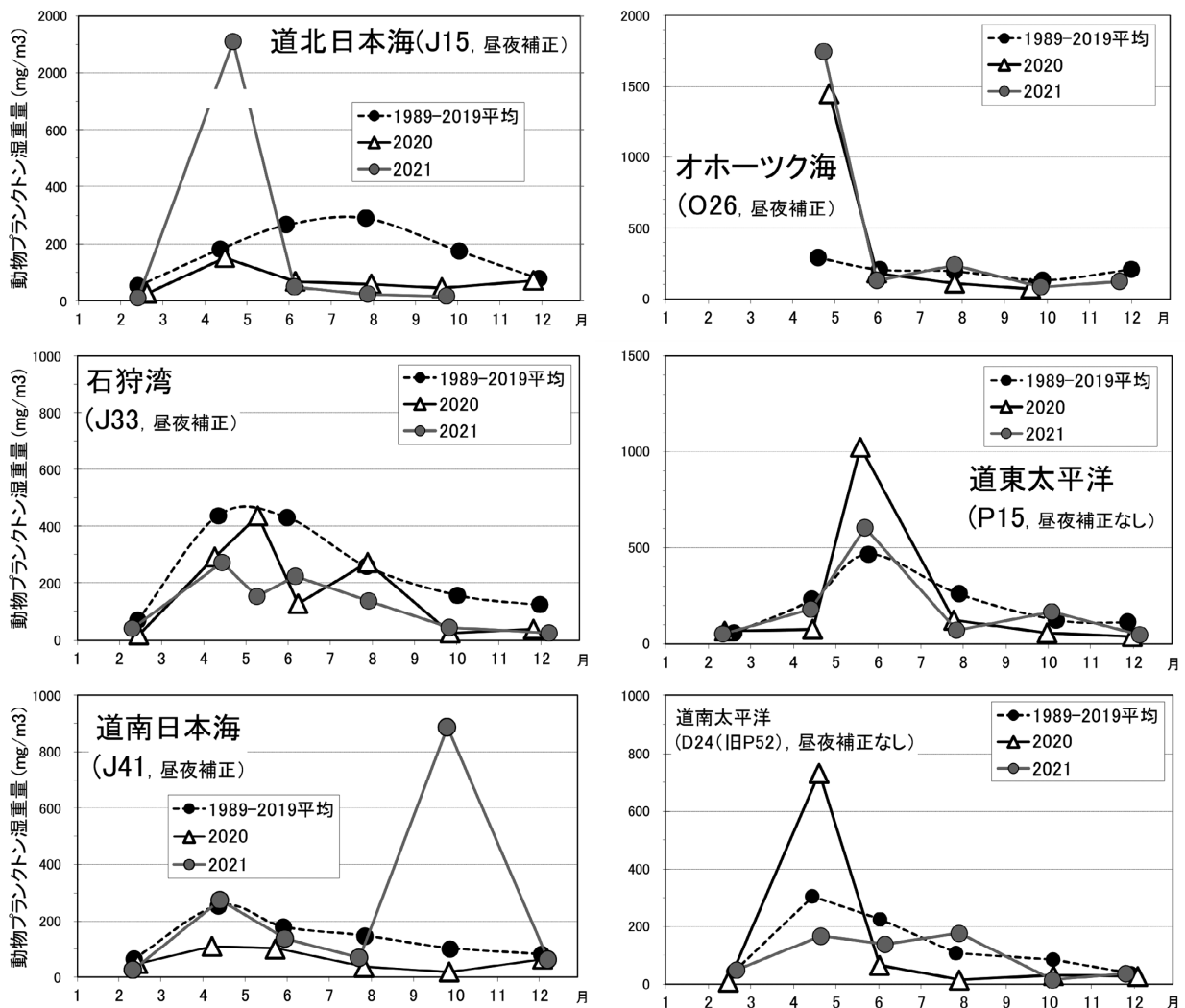


図1 2021年、2020年および過去30年平均のNORPACネット試料の湿重量の季節変化

動物プランクトンの生物量（湿重量）を海域別、種別に評価するため、2008～2021年に海域別の代表4定点（日本海J33、オホーツク海O26、道東太平洋P15、道南太平洋D24）について分析した。各定点の500 m（O26では300 m）鉛直曳試料における大分類群および大型カイアシ類の生物量組成を図2と図3に示した。いずれの海域においても、動物プランクトン生物量ではカイアシ類が最も優占し、次いで端脚類、ヤムシ類、オキアミ類などが優占した。大型カイアシ類の生物量組成は海域によって顕著に異なっており、日本海では *Neocalanus plumchrus/flemingeri*、オホーツク海では *Metridia okhotensis* をはじめとする *Metridia* 属カイアシ類、太平洋では他2海域と比較して *Eucalanus bungii* が多かった。この傾向は2021年も同様であったが、いずれの海域においても0-500 mの大型カイアシ類湿重量は例年と同程度か少なかった。

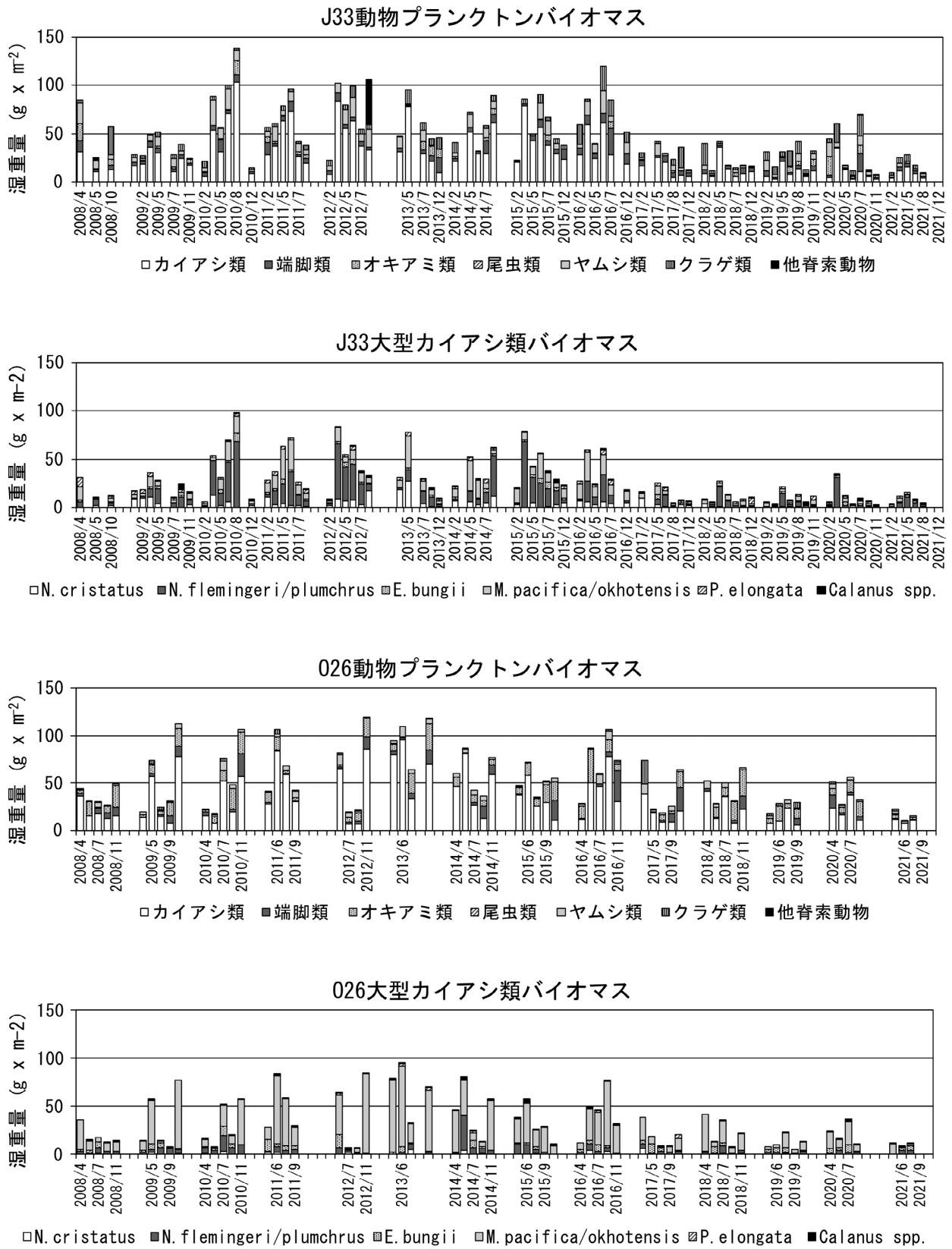


図2 日本海 (J33), オホーツク海 (O26) における動物プランクトンと大型カイアシ類湿重量の季節・経年変化

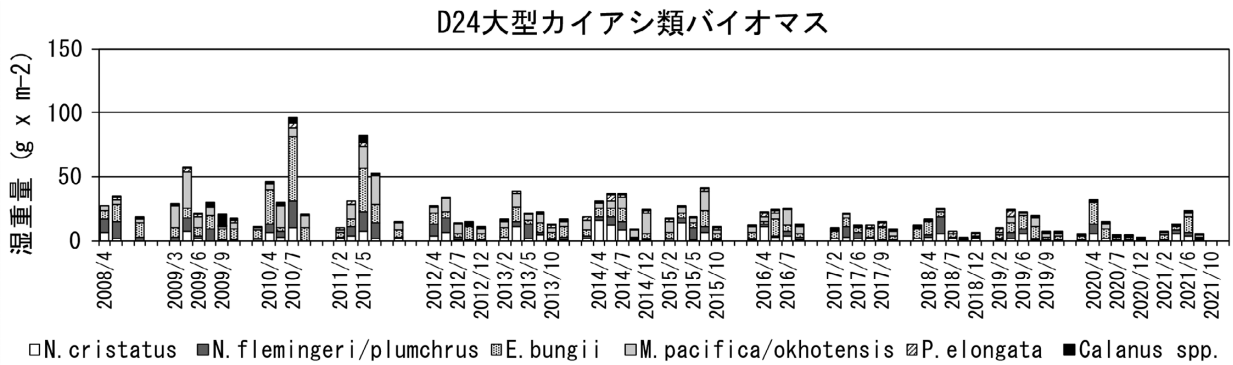
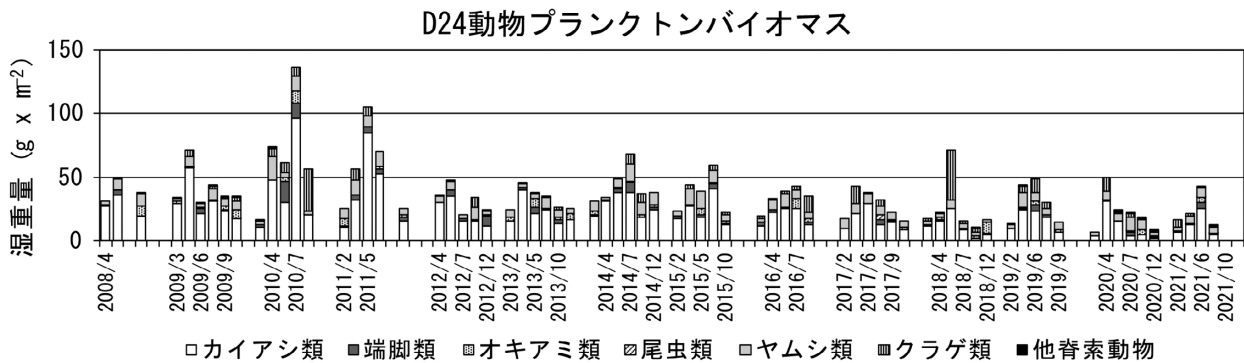
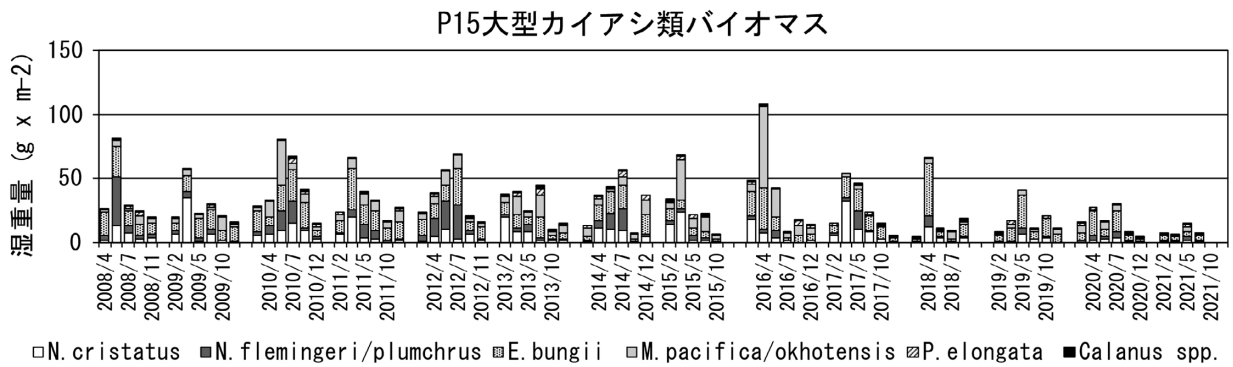
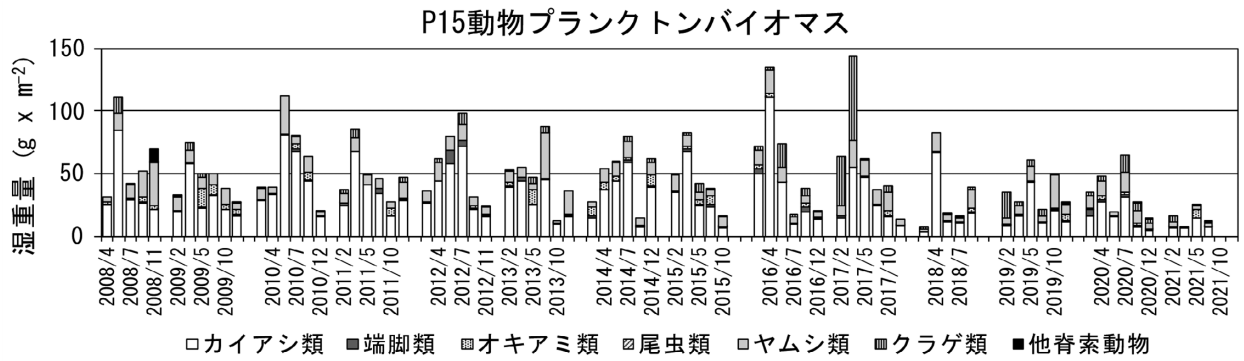


図3 道東太平洋 (P15), 道南太平洋 (D24) における動物プランクトンと大型カイアシ類湿重量の季節・経年変化

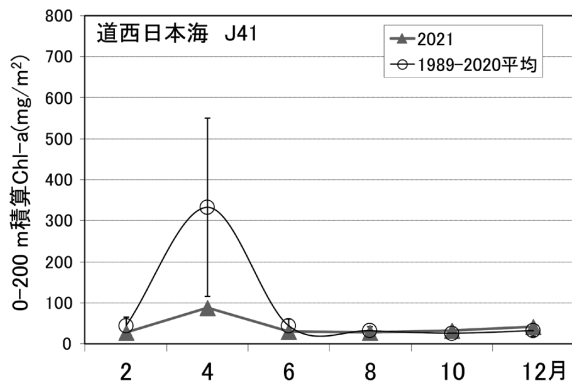


図4 J41における水柱積算クロロフィルa濃度の季節変化

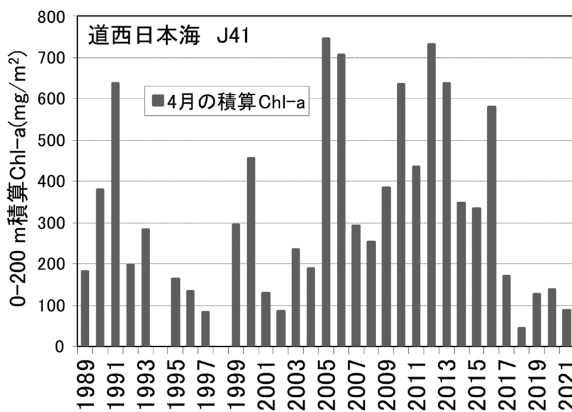


図5 J41における4月の水柱積算クロロフィルa濃度の経年変化

植物プランクトン現存量の指標として、道西日本海 J41における水柱積算クロロフィルa濃度（深度0-200 m）の季節変化を図4に示した。2021年のクロロフィルa濃度は例年通り4月に最も高く、88.4 mg/m<sup>2</sup>のピークを示したが、過去30年間（1989～2019年）の平均値と比較するとピーク時の値は極めて低かった。また例年ピークを示す4月の水柱積算クロロフィルa濃度の経年変化を見ると、2010年代前半では比較的高いが、2017年以降は低い値が続いていた。4月の定期海洋観測時（4月中旬～下旬）にはJ41における春季植物プランクトンブルームの時期と合致していない可能性も考えられるが、前述の動物プランクトンの出現状況からも2021年の道西日本海における一次生産はやや小規模であったために動物プランクトン生物量も例年より少なかった可能性が示唆された。

#### (4) 文献

- 1) B. M. Bary: Diel vertical migrations of underwater scattering, mostly in Saanich inlet, British Columbia. *Deep Sea Research*, 14:35-50 (1967)
- 2) 元田 茂: 簡単なプランクトン器具の考案 (第8報). *日本プランクトン学会報*, 40:139-150 (1994)
- 3) 嶋田 宏: デジタル一眼レフカメラと画像解析による簡便迅速な動物プランクトンの分析法. *北水試* だより, 97: 1-8 (2018)

### 3. 4 沿岸環境モニタリング

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 稲川 亮 安永倫明

#### (1) 目的

当試験場前浜の海象と気象を継続的に定時観測し、季節変化や年変化を把握する。継続観測により、長期的な気象・海象変化を明らかにし、海況の変化を検討する。併せて、沿岸域の炭素固定や磯根資源の餌料として重要な海藻の繁茂条件を検討するため、忍路沿岸で沿岸環境のモニタリングを実施する。

#### (2) 経過の概要

##### ア 沿岸定地水温観測

月曜から金曜日の毎朝9時に（祝祭日は除く）、当試験場前浜の防波堤先端において採水を行い、表面水温、比重を測定した。

##### イ 気象観測

月曜日から金曜日の毎朝9時に、当試験場敷地内に設置した百葉箱及び測定機器により風向、風速、風力、気圧、気温、最高気温、最低気温、湿度、雨量、天気、雲量、積雪の深さ、降雪量を観測した。

##### ウ 忍路沿岸環境調査

石狩湾に面する忍路湾の忍路港防波堤先端で、月に1回、STD（ASTD102、JFEアドバンテック、西宮）による水温、塩分の観測と、海面から採水した海水の栄養塩濃度、クロロフィル $a$ 濃度を測定した。

#### (3) 得られた結果

##### ア 沿岸水温観測

2021年1月上旬から2022年3月下旬までの旬平均水温の平年値（1991年～2020年）からの偏差と、その偏差を平年の期間の標準偏差で割った値（偏差比）の旬変化をそれぞれ図1、図2に示した。ここで、図2中の「やや低い」とは、 $\sigma$ を標準偏差とすると、平年からの偏差の値が $-1.282\sigma$ 以上 $-0.524\sigma$ 未満で生起確率20%、以下同様に「やや高い」とは、平年からの偏差の値が $0.524\sigma$ 以上 $1.282\sigma$ 未満で生起確率20%、「かなり低い」とは、平年からの偏差の値が $-1.282\sigma$ 未満で生起確率10%、「かなり高い」とは、平年からの偏差の値が $1.282\sigma$ 以上で生起確率10%、「非常に低い」とは、平年からの偏差の値が $-2.052\sigma$ 未満で生起確率2%、「非常に高い」とは、平年からの偏差の値が

$-2.052\sigma$ 以上で生起確率2%、「平年並み」とは、平年からの偏差の値が $-0.524\sigma$ 以上 $0.524\sigma$ 未満で生起確率40%であることを意味する。

旬平均水温は、2021年1月上旬では平年よりもかなり低い状態であったが、1月中旬から7月上旬までは、やや低いからやや高い状態で推移した。その後の7月中旬から8月上旬までは、非常に高い状態（1942年9月の観測開始以来、過去最高）で推移したが、8月中旬以降降温し、10月中旬までは平年並みであった。その後昇温し、10月下旬以降は平年並みより低い状態はほとんどなかった。

##### イ 気象観測

当試験場敷地内における2021年4月から2022年3月にかけての日最高・最低気温旬平均値の旬変化を図3に、平年からの偏差を図4に示した。最高・最低気温旬平均値は、4月上旬から3月下旬の期間中、平年並みから平年を上回った状態の旬が多かった。特に、7月上旬から8月上旬では、最高気温旬平均値は平年より $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 、最低気温旬平均値は平年より $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 高く、他の旬に比べて平年より高かった。この気温の変化と上述の沿岸水温の変化を比較すると、7月上旬に気温が急上昇し、それに応答して、1旬後の7月中旬に水温も上昇したことが確認された。

当試験場敷地内における旬最大積雪量の旬変化を図5に示した。2021年度の積雪量は、12月中旬から12月下旬にかけて急増し、12月下旬から3月下旬まで過去30年間の平均を上回った。2021年度の最大積雪量は、2月下旬の102 cmであった。

##### ウ 忍路沿岸環境調査

2021年度のモニタリング結果を図6に示した。表面水温は、6～7月に平年を大きく上回ったが、その後は概ね平年通りであった。塩分は、降水の影響で10～11月に平年を下回り、これに伴い、栄養塩が流入して栄養塩濃度の上昇が見られた。特に11月の増加が著しく、硝酸態窒素、リン酸態リン、ケイ酸態ケイ素の濃度は、それぞれ18.3, 0.9, 53.1  $\mu\text{mol/L}$ であった。

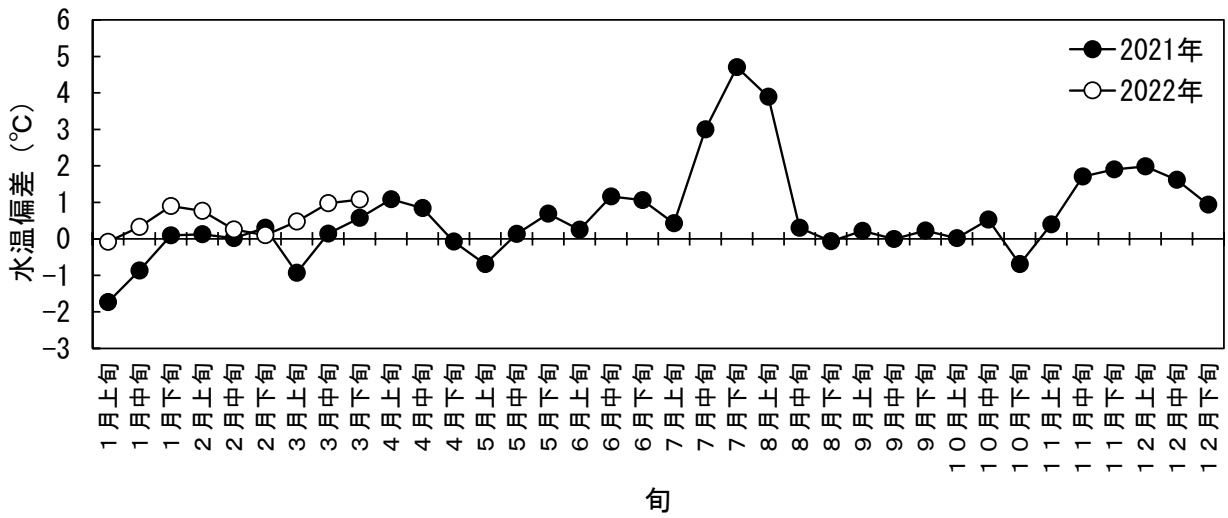


図1 余市旬平均水温の平年からの偏差 (平年値は1991~2020年の平均)

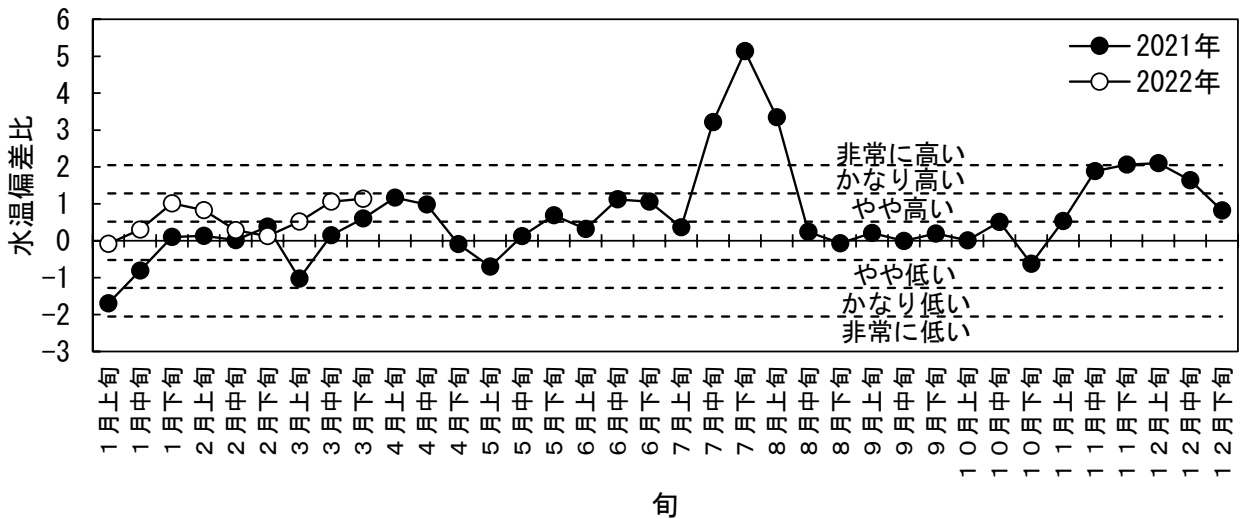


図2 余市旬平均水温の平年からの偏差比 (平年値は1991~2020年の平均)

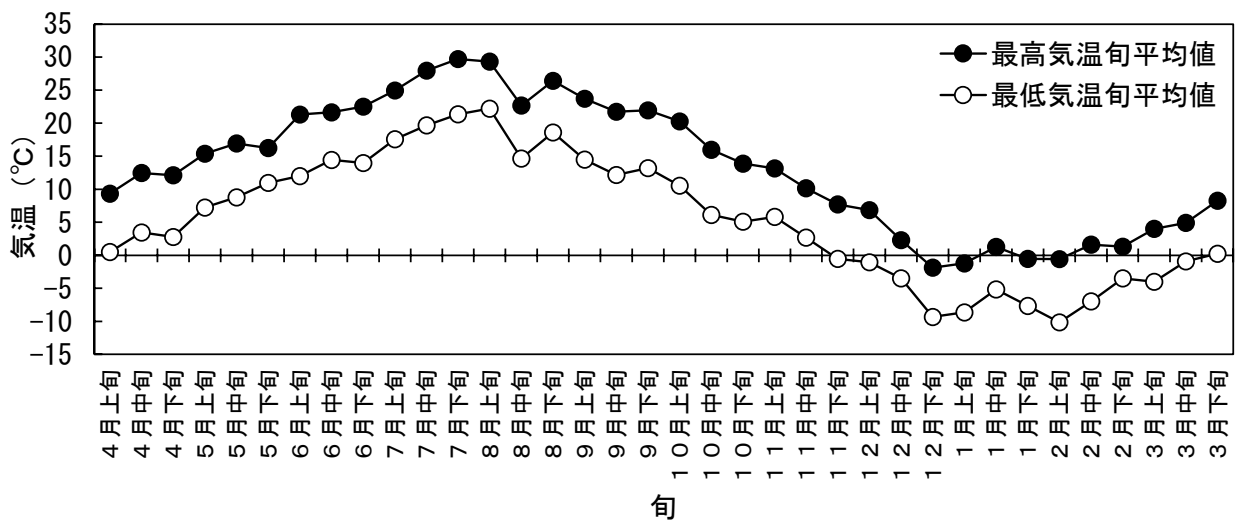


図3 当試験場敷地内における最高・最低気温旬平均値の旬変化

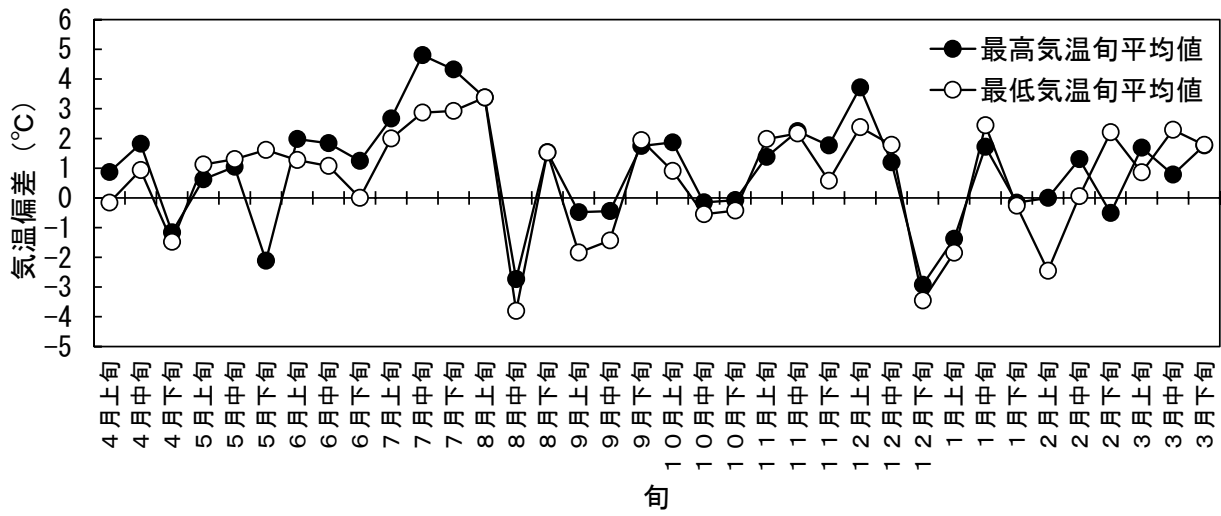


図4 当試験場敷地内における最高・最低気温旬平均値の平年値からの偏差 (平年値は1991~2020年の平均)

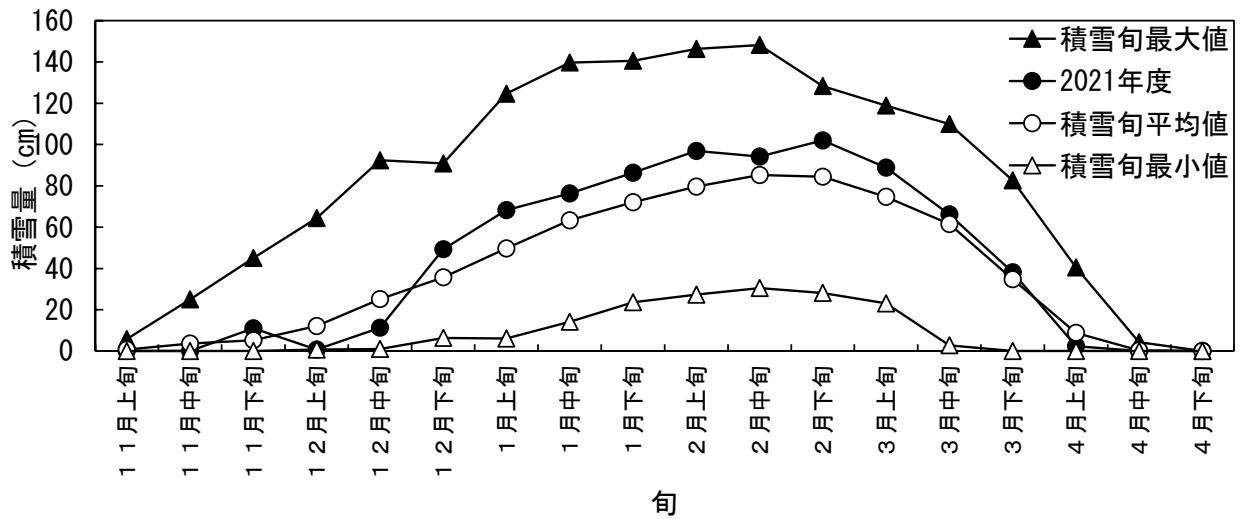


図5 当試験場敷地内における旬別積雪量の変化 (平均・最大・最小は1991~2020年の値)



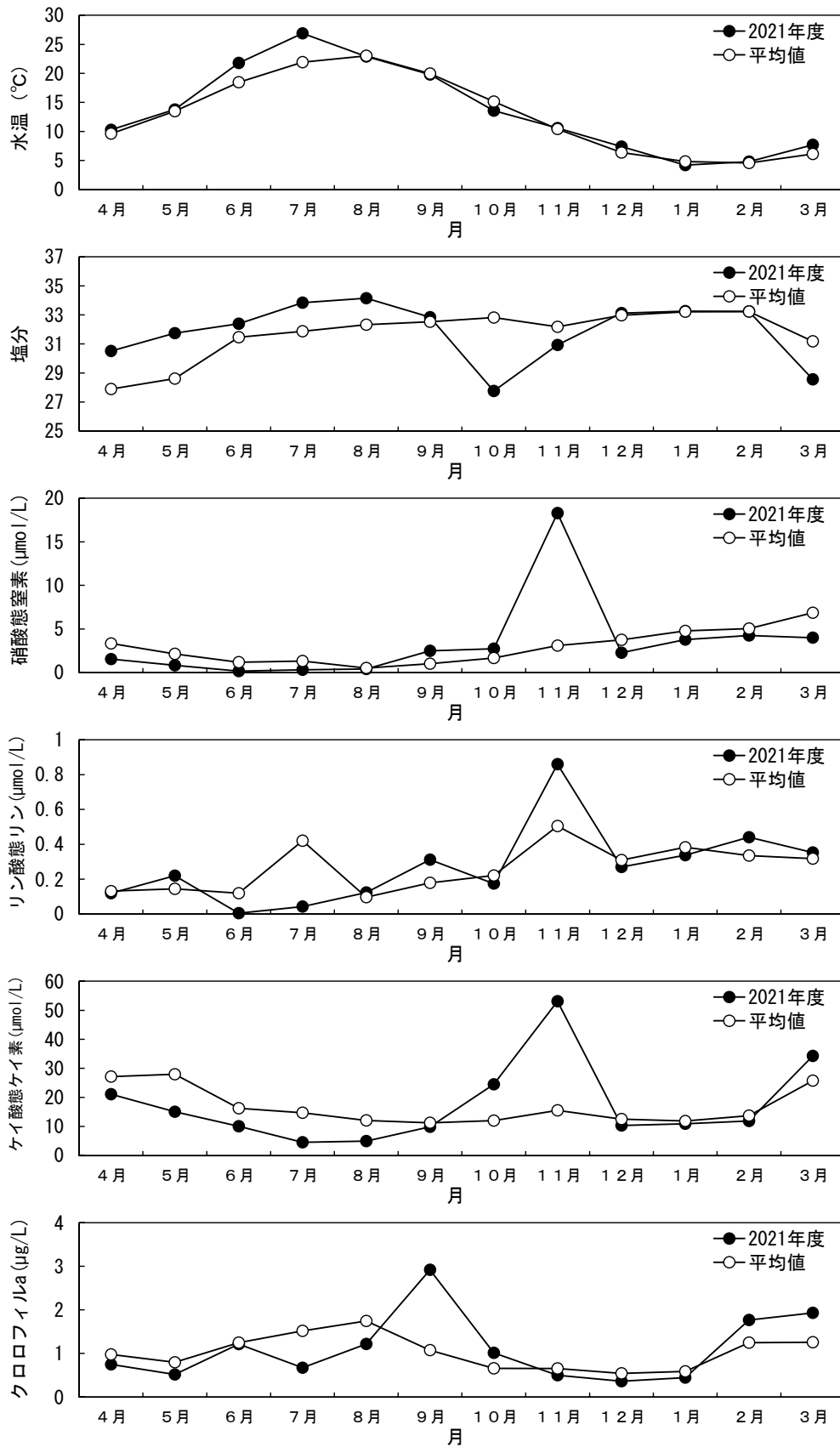


図6 2021年度における忍路モニタリング定点の表面水温、塩分、栄養塩濃度、クロロフィルa濃度 (平均値は2001~2020年度)

## 4. 沿岸環境調査(経常研究)

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 安永倫明 西田芳則  
全道各地区水産技術普及指導所

### (1) 目的

これまで浅海域の環境情報は、漁業施設などが設置されているため大型の試験調査船での収集が困難であった。また収集目的によって調査手法や測定項目が異なるために、環境情報と魚種資源との関連性の検討にも用いることができなかった。そこで、本事業では、沿岸域における環境情報を全道で統一した手法と項目で調査して、環境情報を遺失しないように集約・管理し、情報利用を促進することを目的とする。

併せて、要望が強い全道沿岸域の重要な漁業資源であるコンブ類の藻場環境の監視も推進する。

### (2) 経過の概要

2002年度から、全道各地区の水産技術普及指導所(以下、指導所)および地元漁業協同組合(以下、漁協)の協力体制のもとに、各定点(図1、表1)において水温、塩分観測およびクロロフィル濃度の測定を同一

の手法で原則毎月1回以上行った。観測情報はマリンネットに構築したアクセスのデータベースで管理している。2019年のマリンネットの利用縮小により、各指導所のデータベースの利用や、データ登録作業が困難となり、新たなデータ管理手法が必要になった。

そのため蓄積された各指導所のデータベースから、全道で登録された計183カ所の調査地点全てでSTDの観測情報の有無を確認し、観測情報が存在する101地点についてSTDの観測情報を取り出し、統一したファイルネームを与えて整理した。整理と同時に密度逆転などの異常値のチェックも行った。

2018年から一部地区で通常の調査項目に栄養塩の測定項目を追加し、コンブ藻場環境のモニタリングを開始した。渡島半島東岸の2定点(中央水試担当)、日高地区1定点、十勝地区1定点、利尻地区1定点のサンプル分析を行った。監視は地区を担当する指導所の調査時に追加する形で実施した。

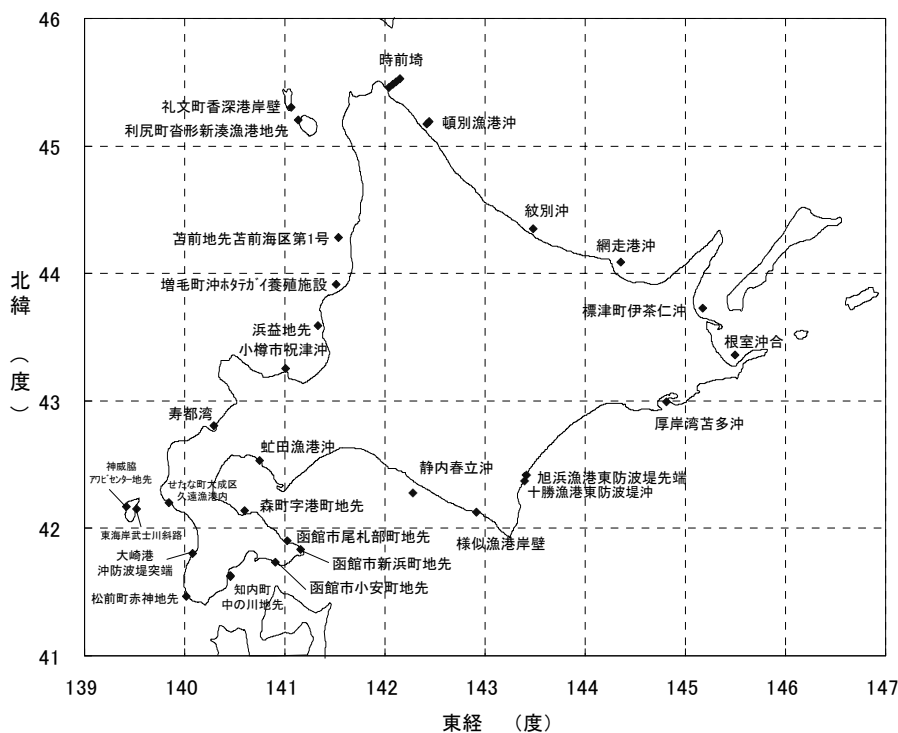


図1 沿岸調査定点図

(3) 得られた結果

マリンネットの利用縮小に伴い、全道の指導所で環境情報の登録が休止した。沿岸の観測は引き続き実施しており、クロロフィルa濃度の分析結果とともに今後登録する予定である。

マリンネットの使用縮小に伴ってデータベースから取り出したSTDの観測情報は鉛直方向の密度逆転から異常値を判別した。異常値は取り除かず、タグを伏して判別可能とした

コンブ類の藻場環境の栄養塩環境モニタリングにおいて、渡島管内定点（尾札部）のH30（2018）年度～R2（2021）年度の函館市尾札部町地先の0～20 mの調査結果から、マコンブの発芽・成長にとって有用と考えられている窒素系の栄養塩（硝酸態窒素+亜硝酸態窒素）の濃度は、冬季において約10～18 μmol/lまで上昇していることが確認された（図1）

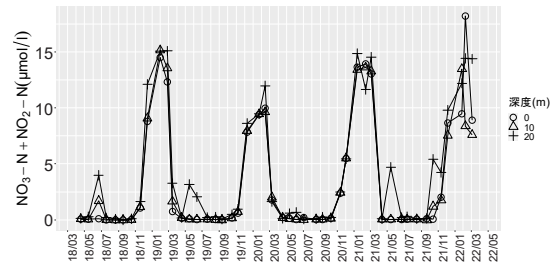


図2 栄養塩（硝酸態窒素+亜硝酸態窒素）の変化（函館市尾札部町地先）

表1 全道各地区水産技術普及指導所における調査定点

大区分	海域(指導所)	中区分	調査地点名称	小区分	距岸(m)	北緯	東経	水深(m)	観測範囲(m)
1	網走東部	1	網走港沖(網走川沖)	1	7,500	44° 05.268'	144° 21.051'	50	0~50
2	網走	1	紋別沖	1	6,852	44° 21.090'	143° 28.930'	40	0~40
3	稚内枝幸	1	頓別漁港沖	1	6,945	45° 11.313'	142° 26.670'	40	0~40
		2	頓別漁港沖 丘側	2	3,704	45° 10.256'	142° 25.093'	26	0~25
4	稚内	1	時前埼	1	1,852	45° 27.659'	142° 02.422'	20	0~20
				2	5,556	45° 28.948'	144° 04.583'	26	0~25
				3	9,260	45° 30.205'	144° 06.800'	40	0~40
				4	12,964	45° 31.520'	144° 08.934'	50	0~50
5	礼文	1	礼文町香深港岸壁	1	0	45° 18.160'	141° 003.80'	6.4	0~5
6	利尻	1	利尻町沓形 新湊漁港地先	1	50	45° 12.888'	141° 08.245'	6.2	0~5
				2	400	45° 12.302'	141° 08.158'	23.2	0~20
				3	800	45° 12.297'	141° 07.619'	31.2	0~30
7	留萌北部	1	苫前地先 苫前海区第1号	1	9,200	44° 17.000'	141° 32.000'	52	0~50
8	留萌南部	1	増毛町沖ホタテガイ養殖施設	1	6,852	43° 54.984'	141° 30.688'	44	0~40
9	石狩	1	石狩市浜益区浜益地先	1	3,889	43° 35.435'	141° 19.852'	35	0~30
10	後志北部	1	小樽市祝津沖	1	2,000	43° 15.383'	141° 00.317'	38	0~30
11	後志南部	1	寿都湾	1	1,600	42° 48.468'	140° 17.252'	34	0~30
12	檜山北部	1	せたな町大成区久遠漁港内	1	0	42° 12.100'	139° 50.088'	6	0~5
13	檜山南部	1	大崎港沖防波堤突端	1	0	41° 48.200'	140° 04.500'	4	0
14	奥尻	1	神威脇アビセンター地先	1	180	42° 10.100'	139° 24.900'	12	10
		2	東海岸武士川斜路	1	30	42° 09.183'	139° 31.417'	5	5
15	渡島西部	1	松前町赤神地先	1	700	41° 28.200'	140° 00.767'	30	0~30
16	渡島中部	1	知内町中の川地先	1	1,500	41° 37.767'	140° 27.217'	18	0~15
				2	3,000	41° 37.483'	140° 28.467'	23	0~20
		2	函館市新浜町地先	1	1,000	41° 50.061'	141° 09.475'	23	0~20
		3	函館市小安町地先	1	1,000	41° 44.108'	141° 54.492'	20	0~20
4	函館市尾札部町地先	1	2,000	41° 54.280'	141° 01.501'	20	0~20		
17	渡島北部	1	森町字港町地先	1	3,000	42° 08.356'	140° 36.105'	61	0~60
18	胆振	1	虹田漁港沖	1	1,852	42° 32.020'	140° 44.888'	30	0~25
19	日高	1	様似漁港岸壁	1	0	42° 07.523'	142° 54.743'	5	0~5
20	日高静内	1	静内春立沖	1	2,778	42° 19.238'	142° 18.408'	30	0~30
21	十勝	1	旭浜漁港東防波堤突端	1	0	42° 25.236'	143° 23.796'	4	0~4
		2	十勝漁港東防波堤沖	1	0	42° 17.766'	143° 21.713'	15.4	0~15
22	釧路	1	厚岸湾苦多沖	1	2,852	42° 59.553'	144° 48.570'	14	0~10
23	根室	1	根室沖合(根室港灯台沖)	1	7,100	43° 21.588'	145° 29.928'	17	0~15
24	根室標津	1	標津町伊茶仁沖	1	5,556	43° 43.730'	145° 10.290'	18	0~15

## 5. ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング (経常研究)

### 5. 1 貝毒プランクトンモニタリング調査

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 栗林貴範 有馬大地

#### (1) 目的

貝毒プランクトンの出現状況を調査して、貝毒化との関係を把握するためのデータを蓄積する。また、貝毒化の時期(毒力の上昇期・下降期)を予測し、これを関係機関に速報して、ホタテガイ等二枚貝類の出荷計画に役立てる。

#### (2) 経過の概要

本調査は、2005年4月上旬に厚岸産マガキから麻痺性貝毒が検出されたのを機に、貝毒プランクトン出現傾向と貝毒性値の推移の関係を総点検する目的で定点を追加し、2007年3月まで、全道沿岸の19海域21定点で月1～2回の頻度で実施した。これらの調査結果をもとに、2019年4月以降は18海域18定点に重点集約して実施している。噴火湾海域を除く14定点のうち、江差、浜益、増毛、猿払、頓別、紋別、常呂、サロマ湖、能取湖、網走、標津および厚岸を中央水試が、静内および知内を函館水試が担当して実施した。現地調査については、当該地域の水産技術普及指導所と漁業協同組合が担当した。貝毒プランクトンの出現状況を速報するため、一部の試料の検鏡を株式会社日本海洋生物研究所に委託した。

#### (3) 得られた結果

結果は、「貝毒プランクトン速報」として関係機関にメールで配信した。結果の詳細は、「令和3年度貝毒プランクトン調査結果報告書(赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書)」として公開している(<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyoku/kaidoku/att/yosatsu2021.pdf>)。

なお、要約は以下の通りである。

- ①2021年1月から12月まで、北海道沿岸の18定点(江差、浜益、増毛、猿払、頓別、紋別、常呂、サロマ湖、能取湖、網走、標津、厚岸、静内、虻田、八雲、森、鹿部、知内)において、麻痺性貝毒プランクトン*Alexandrium tamarense* species complex(以下旧*Alexandrium tamarense*)および下痢性貝毒プランクトン*Dinophysis*属の出現状況を調査した。調査結果は逐次、関係機関に速報した。
- ②麻痺性貝毒による出荷自主規制値(4 MU g<sup>-1</sup>-可食部)を超える毒化は、噴火湾東部海域で2021年7月8日から9月22日、噴火湾北西部海域で7月8日から10月21日にそれぞれ発生した。
- ③下痢性貝毒による出荷自主規制値(0.16 mgOA当量 kg<sup>-1</sup>-可食部)を超える毒化は検出されなかった。
- ④旧*Alexandrium tamarense*は、噴火湾海域で1～7月に出現し、最高出現密度は6月16日に噴火湾口部(鹿部)で出現した1,120 細胞・L<sup>-1</sup>であった。
- ⑤噴火湾以外の海域で旧*Alexandrium tamarense*が出現したのは、増毛、紋別、サロマ湖、能取湖、網走、標津、厚岸、静内および知内であった。このうち7月12日の網走南部(網走)で最高出現密度1,820 細胞・L<sup>-1</sup>を記録した。
- ⑥噴火湾海域における下痢性貝毒プランクトンの主な出現種は、*D. acuminata*、*D. mitra*、*D. tripos*および*D. caudata*であった。
- ⑦噴火湾以外の海域における下痢性貝毒プランクトンの主な出現種は、*D. fortii*、*D. acuminata*、*D. norvegica*および*D. mitra*であった。

## 6. 気候変動による水温上昇などが北海道周辺海域の水産業に与える影響の予測 (経常研究)

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 西田芳則

### (1) 目的

近年、気候変動によると思われる海面水温の上昇が北海道周辺海域でも観測されており、漁獲量の減少やこれまで見られなかった種類の漁獲など本道水産業にも様々な影響が表れている。海面水温の変動に起因するこれらの影響を低減・回避するためには、海面水温の変動に対する水産生物の応答を理解した上で、海面水温の将来予測値に基づいて影響評価を行う必要がある。これまでの研究で、北海道周辺沿岸海域の海面水温とその将来予測値についてデータベース化を行い、モデルケースとして、海面水温の変動がコンブ漁業とサケ漁業に与える影響評価を行ってきた。

一方、この数年で本道のサケ、サンマおよびスルメイカ等の回遊性魚類を取り巻く状況が急激に悪化しており、これらの要因の一つに外洋域の海洋環境の変化が指摘されている。本研究は、研究期間を1年延長することで、当所の予定には無かった外洋域の海面水温とその将来予測値についてデータベース化を行うことを目的とした。

### (2) 経過の概要

海面水温データは、気象庁が運用している北東アジア地域-グローバル海洋観測システム (NEAR-GOOS: North East Asian Regional - Global Ocean Observing System) の地域リアルタイムデータベースからMGDSST (Merged satellite and in-situ data Global Daily Sea Surface Temperature) を取得して使用した ([http://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/pub/JMA-product/mgd\\_sst\\_glb\\_D/](http://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/pub/JMA-product/mgd_sst_glb_D/), 2022年4月5日)。

MGDSSTは人工衛星、ブイおよび船舶により得られた海面水温に基づいて緯度・経度の間隔が0.25度の規則的な格子で作成されており、1982年1月1日から現在までの日別データが提供されている。本研究では、北緯25~64度、東経115~180度の範囲の日別データを月平均化してデータベースを作成した。

海面水温の将来予測値は、気象庁気象研究所が開発した気候モデルが計算した全球の月平均値からMGDSSTと同じ範囲の値を抽出した。本データは緯度が0.5度、経度が1.0度間隔となっており、各格子の10年分の値を月別に平均化した。また、気候モデルは2100年における温室効果ガスの濃度レベルとそれに至るまでの温暖化対策の効果を仮定して計算を行っている。その仮定は代表的濃度経路 (RCP: Representative Concentration Pathways) シナリオと呼ばれ、RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0およびRCP8.5の4種類がありRCPに続く数値が大きいほど今世紀末の温室効果ガスの濃度が高くなっている。

### (3) 得られた結果

北海道周辺沿岸海域の将来予測値については、プログラミングに慣れていない研究者も活用できるようにエクセルファイルで取りまとめたが、外洋域のデータはエリアが広く容量が大きくなるのでエクセルファイルでまとめることができなかった。そのため、データベースを用いた研究作業を支援するためのデータの読み込み、グラフの作成および相関分析などの手法を取りまとめた手順書を作成した。

## 7. 環境情報を活用した養殖ホタテガイ稚貝の順応的管理手法の構築（経常研究）

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 西田芳則

### (1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖は地域の基幹産業であるが、最近、稚貝の外部異常率が高いために生産量が大きく低下する年がある。これまでの研究により、夏季の水温成層が弱い年は、稚貝の外部異常率が高くなる傾向にあることがわかってきた。しかし、水温成層と外部異常との因果関係については明らかになっていない。そこで、本研究では、稚貝の外部異常と水温成層が弱いこととの関連性について評価する。また、稚貝のへい死に関わる環境を効率的に捉えられる観測体制を確立し、これらの環境情報を活用しながら稚貝を順応的に管理する手法を構築する。

### (2) 経過の概要

#### ア 稚貝へい死に関わる環境要因の効率的な監視方法の確立

八雲地区のホタテ養殖漁場において、密度成層、流動の状況を把握するため、2021年8月4日に塩分計、流向流速計（INFINITY-EM）を養殖施設の幹綱から垂下し、11月17日まで各機器の連続観測を実施した。両機器の垂下深度は共に深度5 mと深度10 mである。また、大気からの海面冷却の影響を調べるため、養殖施設の調整玉直下に水温計を設置した。水温計の設置深度は深度1 mである。

ホタテガイ養殖漁場の風向風速、気温は、八雲地点における気象庁アメダスデータを引用した。

本研究では、波浪の大きさを表す指標として、次のとおり、有義流速振動幅を定義する。有義流速振動幅とは、0.2秒間隔で1分間（計300回）測定した流速データをゼロアップクロス法により個々の波に分解し、その波の最大流速と最小流速との差を流速振動幅とし、その流速振動幅を大きい順に並べ、大きい方から3分の1を平均したものとした。

稚貝の育成資材であるザブトンカゴの揺れを把握するため、カゴの2段目と9段目（全10段）に加速度計

と水圧計を装着し、2021年8月4日から11月17日の期間、両機器の連続観測を実施した。同様に、稚貝の本分散後に設置する丸カゴの揺れを把握するため、同カゴの5段目（全10段）に加速度計と水圧計を設置し、2021年9月16日から2022年3月10日まで、両機器の連続観測を行った。

### (3) 得られた結果

#### ア 稚貝へい死に関わる環境要因の効率的な監視方法の確立

八雲地区ホタテ養殖漁場における深度5 mと10 mの密度差は、南東風の吹き出しとともに小さくなり、やがて $0.1 \text{ kg/m}^3$ 以下まで低下した（図1（a）、（b））。一方、有義流速振動幅は南東風による風応力のピーク時に極大になった（図1（b）、（c））。したがって、南東風の連吹時に深度5 mと10 mの密度差が低下したのは、波浪に伴う水粒子の円運動が海水を鉛直的に混合させたためと考えられる。このことから、夏季の水温成層の強弱は、南東風の連吹する頻度との関連が示唆される。

次に、稚貝中間育成資材であるザブトンカゴ2段目の加速度は、南東風の連吹時に増大した（図1（b）、図2（a））。前述したように、南東風時には有義流速振動幅が極大になることから、水粒子の円運動に伴う流速変動がザブトンカゴを揺らしていると考えられる。一般に、波浪に伴う水粒子の円運動は下層ほど指数関数的に減衰するが、南東風時にザブトンカゴ9段目の加速度が2段目のそれほど大きく変動しない観測結果とも整合する（図2（a）、（b））。したがって、水温成層が弱い年に外部異常率が高くなるのは、南東風による波浪の頻度が高いため、ザブトンカゴが大きく揺れることにより稚貝同士が衝突する頻度、稚貝が受けるストレスなどが高まるためと推察する。

一方、丸カゴの揺れは2段目ザブトンカゴのそれよりも大きくは無と考えられた（図2（a）、（c））。

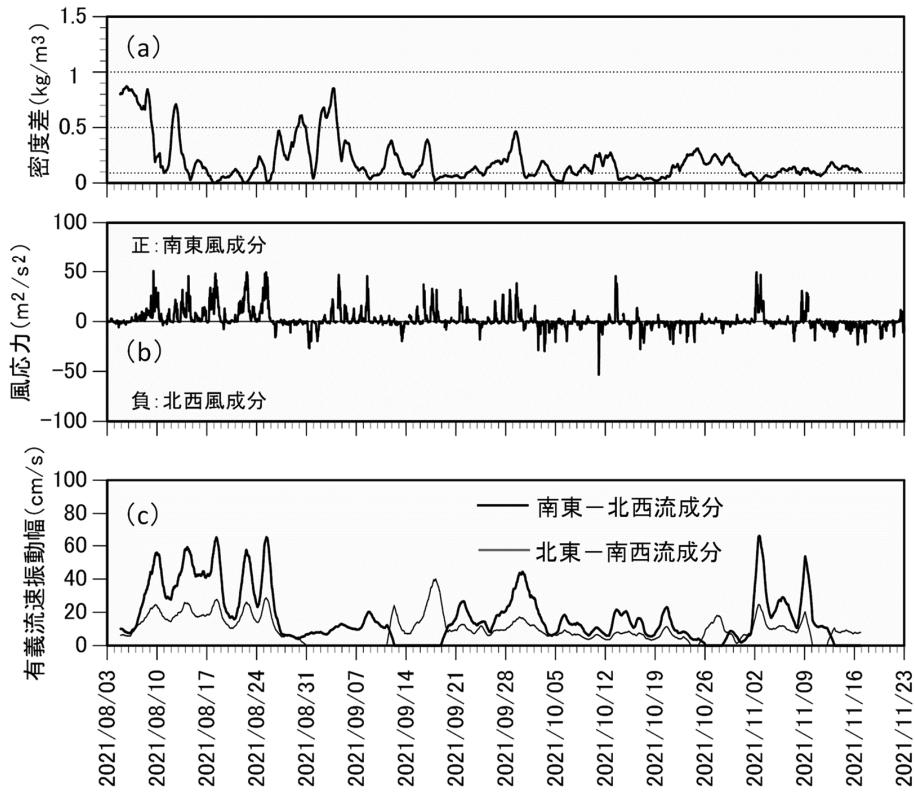


図1 八雲地区ホタテガイ養殖漁場における (a) 深度5 mと10 mの密度差, (b) 風応力 (風速の2乗値), (c) 5 m深有義流速振動幅の時間変化。

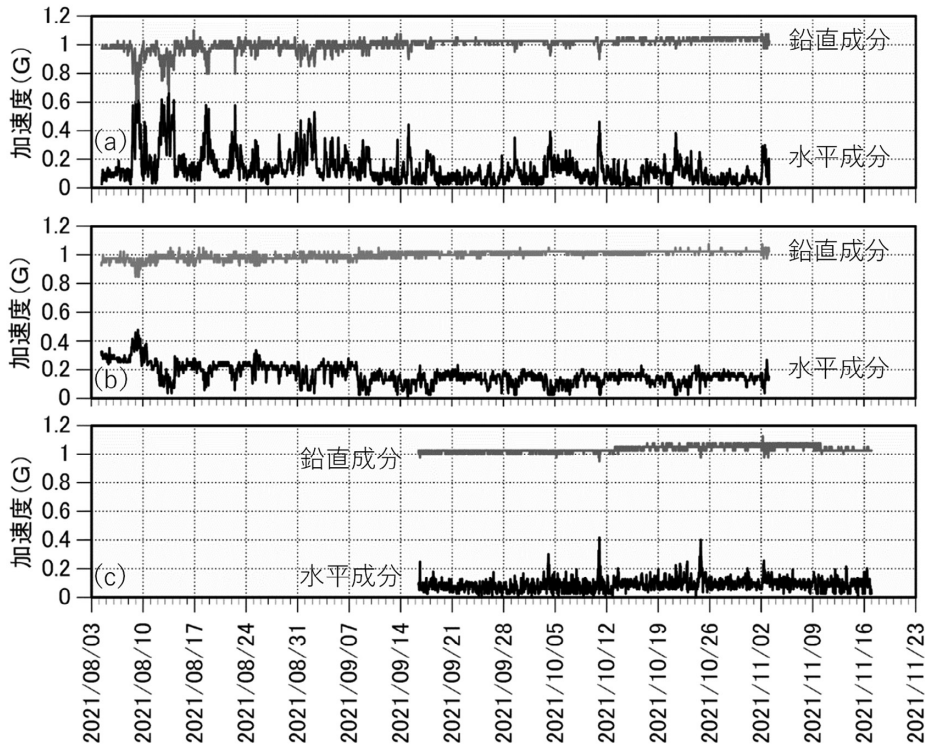


図2 上から (a) 2段目 (b) 9段目ザブトンカゴ, (c) 丸カゴの加速度の時間変化。

## 8. 貧栄養日本海沿岸における漁港や袋澗水域を活用した水産業の振興に関する研究(経常研究)

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 栗林貴範

共同研究機関 エネルギー・環境・地質研究所 地域地質部

協力機関 神恵内村, 泊村, 共和町, 岩内町, 古宇郡漁業協同組合,  
岩内郡漁業協同組合, 株式会社沿海調査エンジニアリング

### (1) 目的

日本海沿岸海域における水産業の振興を検討する上で、大きな障壁の一つである夏季の貧栄養化等の生物生産に不利な環境面について、陸域からの栄養塩供給や、供給された栄養塩が留まりやすい漁港や袋澗(ニシン漁盛漁期に漁獲物を一時保管するために使用した生け簀)等の海域環境特性を把握し、養殖業での活用の可能性を明らかにする。

### (2) 経過の概要

岩内港内とその沖合の沿岸漁場において、2021年6月にローランス社製魚群探知機(HDS-7 Live)による海底地形調査およびEdgeTech社製サイドスキャンソナー(4200)による音響底質調査を実施した。また、8月には水質調査(水温、塩分、栄養塩、クロロフィルa濃度)を実施した。得られたデータをArcGIS Proを用いて3D可視化し、養殖環境情報図の作成を進めた。

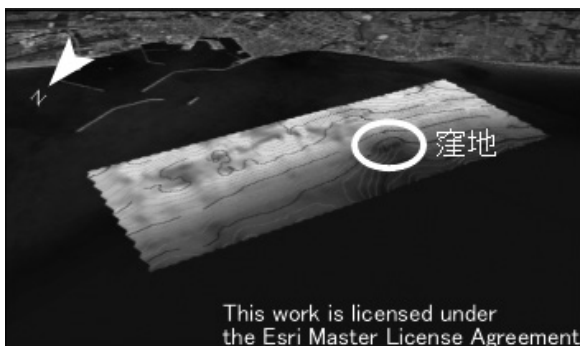


図1 岩内港沖合の沿岸漁場の海底地形図

### (3) 得られた結果

本報では、取りまとめを進めたデータのうち、岩内港沖合の沿岸漁場の海底地形調査結果および海底音響底質調査結果について報告する。

図1に海底地形図を示した。本漁場の地形は、沖合に向かってなだらかに水深が増すが、調査エリアの南側には、長さ約200 mにおよぶ周辺より20 m程度深い窪地の存在が明らかとなった。

図2に、海底音響底質図を示した。過去に取りまとめられた漁場基本図(1993年)によれば、本調査エリアの底質は、細砂、粗砂、岩であることが報告されている。それらの底質のうち、本調査で明らかされた細砂の分布域は、過去の漁場基本図の細砂分布域とほぼ一致していた。細砂以外の底質については、岩と考えられる高い反射強度を得ているが、過去の調査では粗砂と岩の分布が報告されており、本調査では両者の見分けはつかなかった。

詳細については今後、エネルギー・環境・地質研究所研究報告で報告予定である。

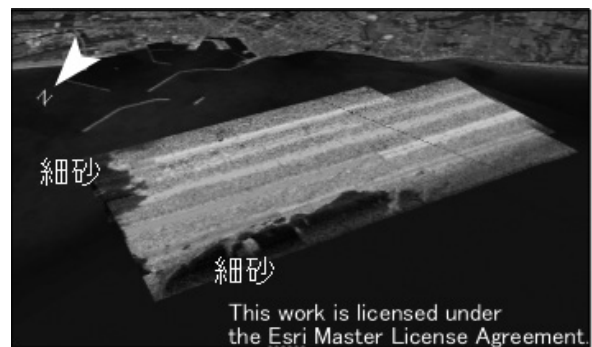


図2 岩内港沖合の沿岸漁場の海底音響底質図



## 9. 道内日本海沿岸の漁村集落の生活環境向上と産業振興の相乗的展開に向けた基礎研究（経常研究）

担当者 資源管理部 資源管理グループ 富山 嶺 高嶋孝寛  
共同研究機関 北海学園大学, 北方建築総合研究所

### (1) 目的

水産業は北海道の基幹産業の一つであり、漁村集落はそれを支える拠点である。日本海沿岸の漁業は資源の減少等により衰退し、人口減少などによる地域間格差が増大しており、存続が危ぶまれる地域もみられる。これまで漁村集落単位で振興事業が実施された事例はあるが、日本海全体を俯瞰した調査は行われておらず、課題の共通性・独自性や、課題相互の関連性は把握されていない。

北海道では、これまで日本海対策として資源の増大や未利用資源の活用等に取り組んでいるが、日本海全体を俯瞰したような事業は実施されていない。また、道総研では、農村集落に対して現状把握や将来予測手法の開発をしているが、漁村集落については調べられてこなかった。そこで本事業では、これまで北海道において実施されてきた日本海対策事業や道総研が実施した農村集落への振興策によって蓄積された知見を集積し、道内日本海沿岸漁村集落の現状把握と将来予測から持続性を評価し、持続に資する効果的な振興策について検討することを目的とした。

### (2) 経過の概要

#### ア 日本海沿岸漁村集落の地域特性の把握

日本海沿岸の全市町村について、地域特性と課題を把握するとともに、課題間の相互関連性を分析し、持続性の観点から評価した。特に、地理的属性、団体属性、生活機能、過去の日本海振興対策事業の実施状況等を日本海沿岸地域の市町村や漁業協同組合等の関係団体を対象に、資料調査や現地ヒアリングなどで調査した。

### (3) 得られた結果

#### ア 日本海沿岸漁村集落の地域特性の把握

日本海沿岸市町村について、持続に必要な地域ポテンシャルとして想定される海域の特徴（指標例として地先水深200 mの海域面積）、労働力ポテンシャル（指標例として沿岸への就業者を有す市町村までの距離・労働者人口）、販売ポテンシャル（指標例として卸売市場までの距離・取扱額）、観光ポテンシャル（指標例として観光客集積市町村との距離・観光入込客数）、付加価値化ポテンシャル（指標例として加工場集積市町村との距離・加工品販売額を抽出）、によりクラスター分析を行った結果、各市町村は5つのクラスターに分類された。

地域特性の把握のため、漁獲統計資料から振興局別に漁業構造を調査した。その結果、後志南部や檜山では栽培・養殖業に成長の余地があることや、日本海側全域の沖合型の許可漁業が下降傾向にあることが明らかになった。また、コホート分析によって各市町村の漁業人口から将来推計を行った。2018年と比較した2033年の漁業人口は、北斗市や小樽市などの比較的人口の多い自治体を除いたほとんどの自治体で減少していた。漁業人口と市町村ごとの漁獲金額は対応しているため、2018年と比較して2028年は多くの自治体では漁獲金額が5～10千万円減少すると推計された。

福島町において現地調査を行い、官民協働によって間引きコンブの事業の民業化を誘導していることが明らかになった。福島町における民間次行誘導型のプロセスを分析し、漁村の課題解決手法としてコンソーシアム（自治体推進）型の新産業創出プロセスを構築・活用できないか検討していく。

## 10. 水産資源調査・評価推進委託事業（公募型研究）

担当者 資源管理部 資源管理グループ 高嶋孝寛 山口浩志 坂口健司 佐藤 充  
城 幹昌 和田昭彦 富山 嶺 上田吉幸

### (1) 目的

我が国200海里水域内の漁業対象資源の性状を科学的根拠に基づいて評価し、生物学的漁獲許容量の推計に必要な資料を収集するため、水産庁が国立研究開発法人水産研究・教育機構および関係都道府県等に委託して実施する水産資源調査・評価推進委託事業の我が国周辺水産資源調査・評価および国際水産資源調査・評価のうち、本道周辺における各地域の市場調査、沿岸域の調査船調査、水研および関係県と連携し同時に行う漁場一斉調査（下記のとおり中央水試の担当はない）を行うこと等を目的とする。

### (2) 経過の概要

「我が国周辺水産資源事業計画」および「国際水産資源ユニット別事業実施計画」に基づき、以下の調査を実施した。

#### ア 生物情報収集調査

スケトウダラ、マダラ、ホッケ、ヒラメ、カレイ類、スルメイカ、ブリについて主要水揚げ港の漁獲統計デ

ータを収集すると共に、生物測定で得られた結果と合わせて年齢組成データ等を取得した。また、クロマグロについては主要水揚げ港の漁獲統計データを収集した。

#### イ 生物測定調査

スケトウダラ、マダラ、ホッケ、ヒラメ、ソウハチ、マガレイ、スルメイカについて主要水揚げ港における漁獲物から標本を購入し、生物測定（全長、体長、体重、成熟度、年齢査定など）を実施して成長や成熟等に関する知見を取得した。

#### ウ データ等の収集・蓄積・管理

FRESCOシステムから、生物測定調査等のデータ登録を行った。

### (3) 得られた結果

生物情報収集調査、生物測定調査の結果については、FRESCOシステムに登録したほか、電子ファイルで水産資源研究所に提出した。

## 10. 1 我が国周辺水産資源調査・評価(スケトウダラ)

### 10. 1. 1 スケトウダラ新規加入量調査

担当者 資源管理部 資源管理グループ 佐藤 充

#### (1) 目的

スケトウダラ日本海北部系群の加入量を把握するために、未加入資源(1~2歳魚)の年級群豊度や漁期前に分布している産卵親魚現存量を推定する。

#### (2) 経過の概要

##### ア 産卵群漁期前分布調査(秋季新規加入量把握調査)

本調査は産卵親魚の現存量推定を目的に、1996年度から稚内水試および函館水試と共同で実施している。2017年度より調査データのとりまとめは稚内水試で実施することとなった。

2021年度は試験調査船北洋丸(稚内水試)、金星丸(函館水試)の2船により、図1に示す海域において10月13日~10月27日に調査を実施した。調査内容は、北洋丸と金星丸に搭載された計量魚群探知機EK60(シムラッド社製)による音響データ収集(38および120kHz)と、着底または中層トロール網による生物採集である。収集した音響データはEchoview(Myriax社製)を用いて解析し、調査線ごとにスケトウダラの反応を抽出した。生物採集により得られたスケトウダラ標本は船上で凍結し、後日研究室で尾叉長、体重、性別、熟度、生殖腺重量などを測定し、標本毎の平均Target Strengthおよび成魚の割合を計算し、調査海域に分布するスケトウダラの産卵群分布量を推定した。

#### (3) 得られた結果

##### ア 産卵群漁期前分布調査

2021年度調査では、利尻・礼文島西(ラインA)、武蔵堆西(ラインC沖)、雄冬岬沖(ラインG)、鳥牧沖(ラインM)で強い反応が見られた(図2)。海域別の反応量は、宗谷・留萌海域で前年比1.27、石狩・後志海域で前年比0.98、檜山・渡島海域で前年比0.90であり、全体では前年比1.10であった。

トロール網で採集されたスケトウダラの尾叉長組成は(図3)、利尻・礼文島周辺海域(トロール海域1')では尾叉長40cm前後の5歳魚(2015年級)と思われる個体が主体であった。積丹~渡島海域(トロール海域5~7)では尾叉長40cm前後の5歳魚(2016年級)

と43cm前後の6歳魚(2015年級)と思われる成魚が主体であった。留萌沖(トロール海域3)の海底深度300m以浅(図3-3a)では尾叉長20cm前後の1歳魚(2020年級)、300m以深(図3-3b)では尾叉長20cm台後半の2、3歳魚(2018、2019年級)と思われる未成魚が多かった。

調査海域全体のスケトウダラの産卵親魚の分布量は、2018年以降増加傾向であり、2021年度は12.7万トンと推定された(図4)。

##### イ 結果の活用

調査結果は、スケトウダラ日本海北部系群の産卵親魚量の指標として、国および道の資源評価に用いられた。

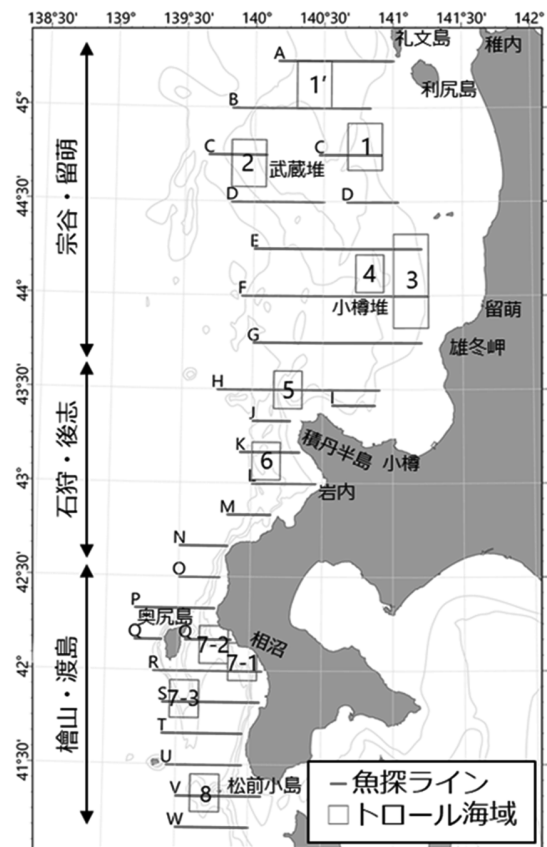


図1 産卵群漁期前分布調査の調査海域  
実線は魚探調査ライン

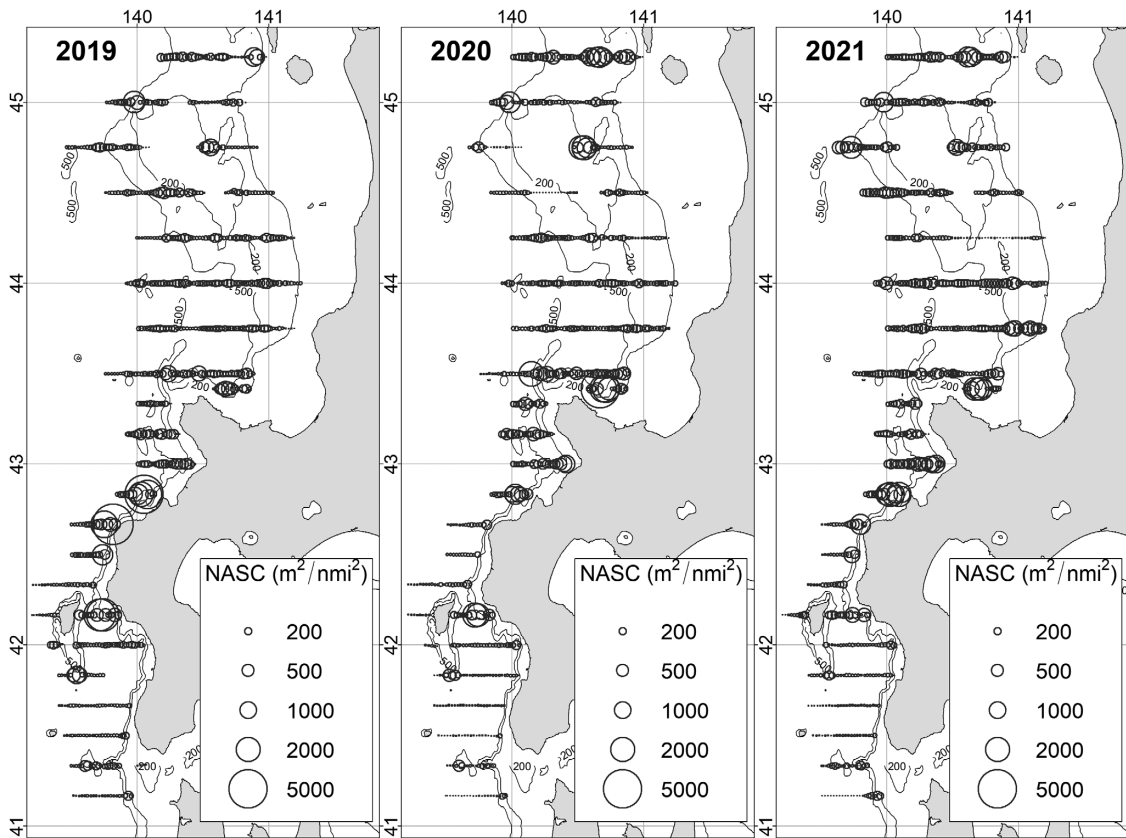


図2 産卵群漁期前分布調査におけるスケトウダラの分布  
丸の大きさは反応の強さ：NASC( $m^2/nmi^2$ )を示す

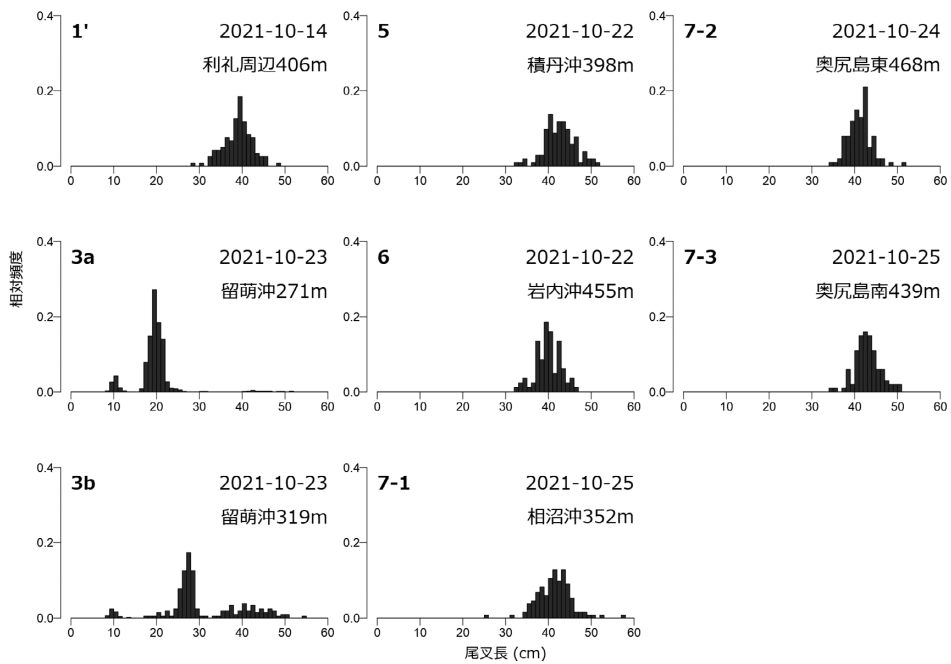


図3 産卵群漁期前分布調査により採集されたスケトウダラの尾叉長組成  
図中左肩の数字は図1のトロール海域番号を示す

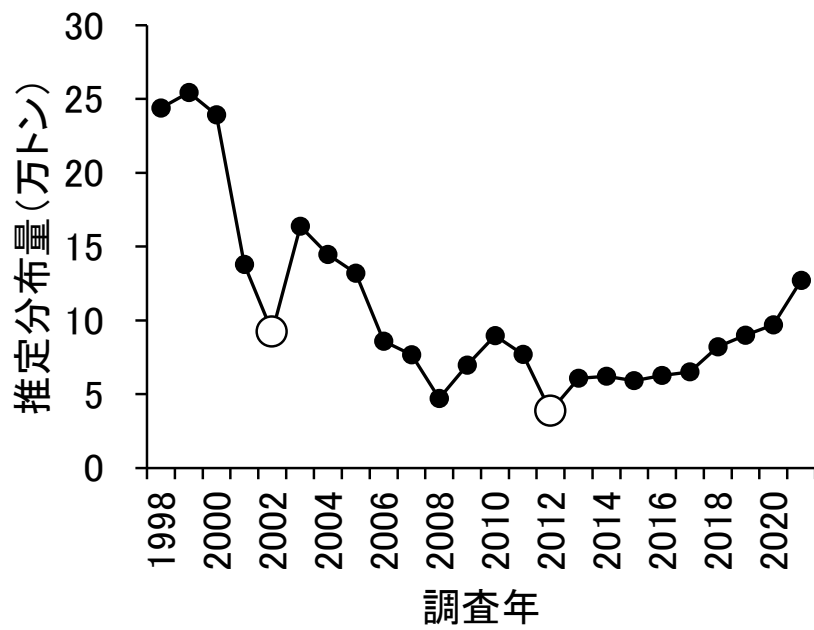


図4 産卵群分布調査から推定されたスケトウダラ産卵親魚の分布量の推移  
2002, 2012年度は荒天により調査点数が少ないため参考値

## 10. 1. 2 日本海沖底すけとうだら調査

担当者 資源管理部 資源管理グループ 佐藤 充  
 協力・共同研究機関 小樽機船漁業協同組合  
 小樽市漁業協同組合

### (1) 目的

近年、スケトウダラ資源の減少に伴い、TACの割当量は減少しており、少ない漁獲枠の効率的な利用を目的として、操業海域の限定的な利用が行われている。このため、スケトウダラ資源評価に必要な標本採集が偏っている可能性がある。そこで、日本海沿岸域で沖合底びき網漁船によるスケトウダラの操業調査を実施し、スケトウダラ資源評価のための補完データを得ることを目的とする。

### (2) 経過の概要

主要な小海区を指定し（図1）、漁獲調査を実施した。漁獲されたスケトウダラを無選別に木箱3箱分を採取して標本とした。春季（4～6月）に24標本、秋季に8標本を採集した。採集された標本は、尾叉長、体重、性別、生殖腺重量、成熟度の測定に加え、耳石を採集して横断切片の輪紋に基づき年齢査定を行った。

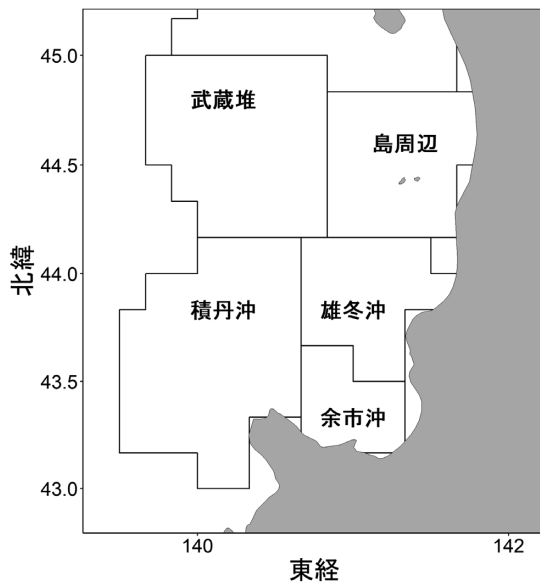


図1 調査海域図

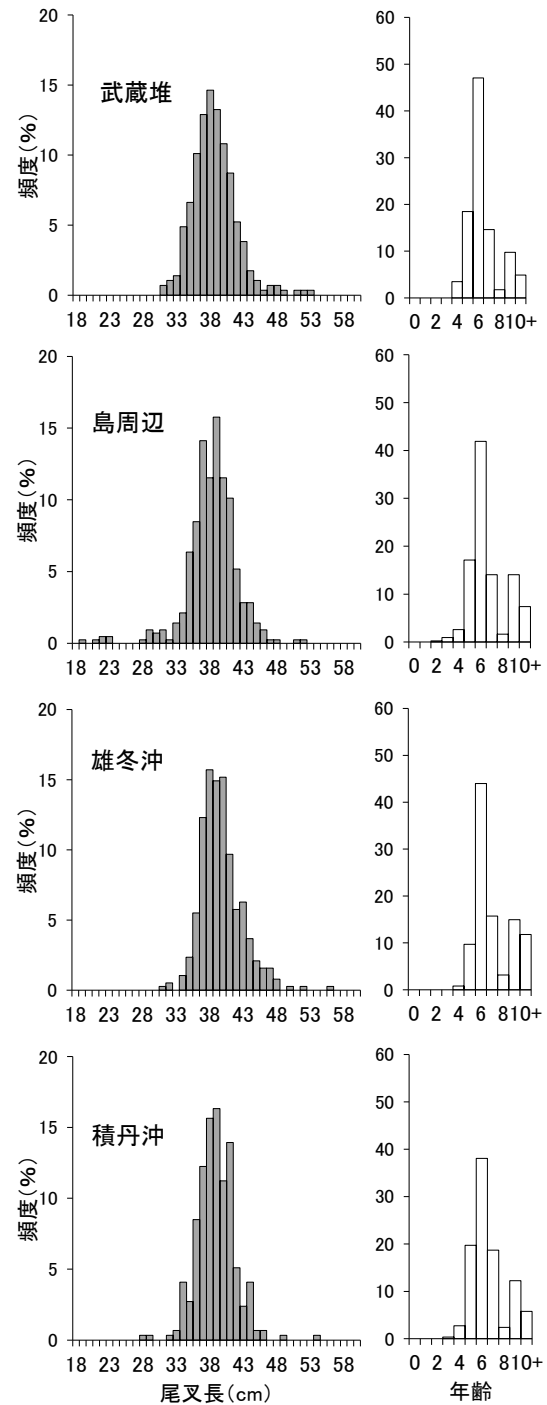


図2 春季調査尾叉長・年齢組成図

### (3) 得られた結果

春季調査で採集した標本の尾叉長を見ると、すべての海区で、38～39 cmが多かった(図2)。年齢組成を見ると、すべての海区で6歳(2015年級)が多かった。

秋季調査の雄冬沖で採集した標本の尾叉長は、39～41 cmが多く漁獲された(図3)。年齢組成を見ると、5歳(2016年級)が多かった。

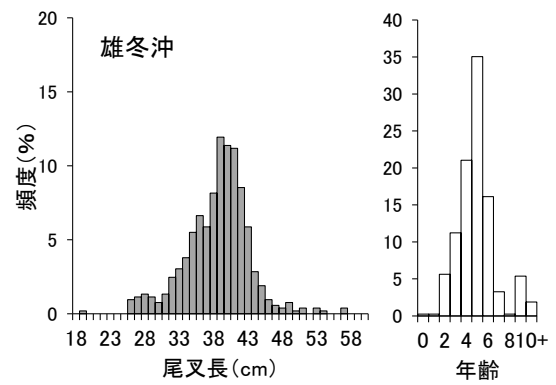


図3 秋季調査尾叉長・年齢組成図

## 10. 2 国際水産資源調査・評価 (クロマグロ)

担当者 資源管理部 資源管理グループ 山口浩志

### (1) 目的

国連海洋法条約では高度回遊性魚類のマグロ類について、沿岸国が国際機関を通じてその保存・管理に協力することとなっている。マグロの管理に関しては、2004年に「中西部太平洋における高度回遊性魚類資源の保存管理に関する条約 (WCPFC)」が発効し、我が国も2005年に加盟した。また、1995年に設立された、「北太平洋におけるマグロ類および類似種に関する国際科学者委員会 (ISC)」が資源評価を行い、WCPFCに提言を行っている。

我が国周辺海域においては、クロマグロを中心に、数種のマグロ類が来遊し、各種漁業により漁獲されている。本事業では、我が国周辺海域および隣接する公海を回遊するマグロの資源評価と、その適切な資源管理方法を確立するため、科学的なデータを収集することを目的とする。

### (2) 経過の概要

#### ア 漁獲統計調査

函館水試と共同で、渡島・後志管内の主要6漁業協同組合 (戸井、松前さくら、福島吉岡、島牧、寿都町および余市郡) を対象に日別、漁法別、銘柄別、水揚げ状態 (例：ラウンド、セミドレス) 別のマグロ類およびカジキ類の漁獲尾数と漁獲重量を調査した。

#### イ 魚体測定調査

余市郡漁協に水揚げされたクロマグロは9個体で、そのうち5尾の体長測定を行った。

### (3) 得られた結果

#### ア 漁獲統計調査

2021年は北海道全体で310トン、海域別には道北日本海で13トン (前年:15トン)、道央日本海で7トン (同10トン)、道南日本海で128トン (同139トン)、道南太

平洋で159トン (同149トン)、オホーツク海で3トン (同2トン) と、漁獲量は前年並であった。

2021年の後志管内における荷受け伝票集計地区としている道央日本海 (余市郡、寿都町、島牧) の3漁協に荷受けされた漁獲量は1,351 kg (96尾) と前年 (1,047 kg, 45尾) を上回った。

#### イ 魚体測定調査

道央日本海で漁獲されたクロマグロのうち測定を行った5尾の体長は、70-80 cm台が4尾と最も多く、180 cm台が1尾であった (図1)。荷受伝票から得られた体重組成は、10 kg未満が最も多く、次いで20 kg台が多かった (図2)。

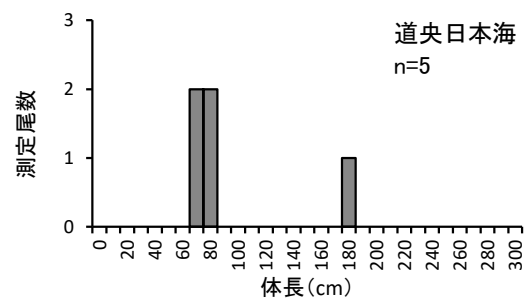


図1 道央日本海において漁獲されたクロマグロの体長組成

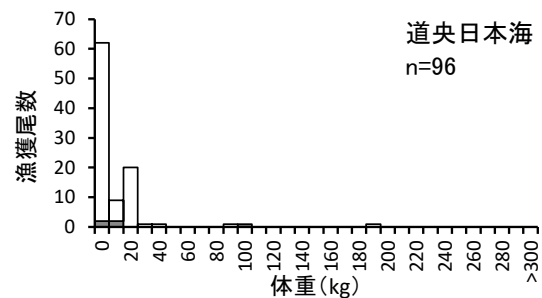


図2 道央日本海において漁獲されたクロマグロの体重組成 (灰色は体長測定を行った個体の体重を表す)



## 10. 3 国際水産資源調査・評価(太平洋さけ・ます漁場環境調査)

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 西田芳則

### (1) 目的

太平洋沖合域(7区)において、試験調査船による海洋観測、および小型さけ・ます流し網漁船による操業海域の水温、塩分調査を実施し、さけ・ます類の漁場形成機構を解明し、漁況予測に繋げる研究を推進する。

### (2) 経過の概要

#### ア 試験調査船による海洋環境把握

2021年4月15～21日に道東太平洋の定期観測定点において海洋環境調査を実施した。調査項目は、調査点におけるCTD(Conductivity Temperature Depth)観測、航行中のADCP(Acoustic Doppler Current Profiler)測流である。

上記データを元に水温、塩分、流速ベクトルの水平分布図を作成し、「道東さけ・ます漁場環境情報」として、水産林務部漁業管理課を通し、関係機関へ配布した。

#### イ さけ・ます当業船による環境調査

太平洋小型さけ・ます流し網漁場における水温、塩分調査を太平洋小型さけ・ます漁業協会に委託した。調査期間は2021年4月9日から7月7日までで、調査点数は1,550点とした。操業海域における水温、塩分データの取得は、電気伝導率ロガー(U24-002-C)を

流し網のレーダーブイに装着することで行った。電気伝導率ロガーの測定間隔は30分である。水温、塩分調査を実施した操業船は31隻で、投網、揚網の時刻、および緯度、経度を作業日誌に記録することとした。

さけます分布と海洋環境の関係分析のため、電気伝導率ロガーで得られた水温、塩分データ、および、操業時刻、位置などが記載された操業日誌を水研機構へ提供した。

### (3) 得られた結果

#### ア 試験調査船による海洋環境把握

道東の沿岸では沿岸親潮、沖合の東方海域では黒潮系北上暖水の影響を受けた水塊が分布し、この水塊は時計周りの渦を形成していた。

さけの漁獲効率が上がる環境条件として、表面塩分32～33.5、表面水温10℃以上が報告されているが(7区さけます流し網操業日報分析報告書)、今回観測した海域では、好漁となる塩分条件は満たしているが、水温条件は満たしていなかった。

#### イ さけ・ます当業船による環境調査

当課題で得られたデータは、水研機構が実施するさけます分布と海洋環境の関係分析に活用され、その結果は後日公表される。

## 11. 水産資源調査・評価推進事業（スケトウダラ日本海北部系群）（公募型研究）

担当者 資源管理部 資源管理グループ 佐藤 充

### (1) 目的

スケトウダラ日本海北部系群の資源量変動には加入量が大きな影響を及ぼすことが知られている。平成27年度まで「資源変動要因分析調査」の中で、加入量決定メカニズムについて検討した結果、卵仔魚期の生残が年級豊度決定に重要で、これらの時期の海洋環境が影響を及ぼしていることが示された。平成28年度からは「資源量推定等高精度化推進事業」、令和元年度には「水産資源調査・評価推進事業」と事業名が変更されつつも、漁業・調査船調査データの解析および輸送モデルを用いたシミュレーションなどを行い、産卵場形成に影響を与える環境要因や加入量変動メカニズムを解明し、加入量早期把握に有効な指標を作成することとなった。これらにより資源量推定や生物学的許容漁獲量（ABC）算定のさらなる精度向上を図り、併せて産卵場の形成メカニズムを解明することにより適切な資源管理方策に向けた提言を行う。

### (2) 経過の概要

#### ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

北洋丸および金星丸を用いて行った産卵親魚調査や漁業データの解析によって、産卵場の経年変化の把握を行った。また調査船調査の結果とFRA-ROMSモデル（海洋物理モデル）により得られた環境要因を比較することによって、産卵場形成に影響を及ぼす環境要因を検討した。

#### イ 個体ベースモデルによる初期浮遊生活史の再現

北海道区水産研究所（以下、北水研）が主体となり、平成27年度までの「資源変動要因分析調査」で用いてきたJADEモデルとROMSモデルの精度検証を行いつつ、FRA-ROMSモデルを活用した初期浮遊生活史のモデリングを行った。また高解像度モデルの適用や、

調査船調査および飼育実験データの取り込みなどにより、ROMSモデルの高度化を図る。適宜、モデル結果と野外調査結果のすり合せを行った。

#### ウ 繁殖特性の変動に関わる環境要因と母性効果の把握

漁業・調査船データから繁殖特性（産卵期、卵量・卵径など）の経年変化を把握した。一方で、飼育実験（北水研が実施）により繁殖特性の変化を引き起こす要因を考察し、産卵期を含む親魚の繁殖特性の変動が再生産成功に及ぼす影響を考察した。

### (3) 得られた結果（概要）

結果の詳細は各研究課題の主担当水試である函館および稚内水産試験場の事業報告書を参照。

計量魚探調査による親魚分布量や海域別沿岸漁獲量から産卵親魚の分布状況を分析すると、1992～2006年度頃には産卵場の南偏傾向が顕著となり、檜山沖が最大規模の産卵場であったことが明らかとなった。一方で、近年、成育場に近い石狩湾以北での親魚量が増加傾向にあり、このことが2012、2015、2016年級群のような高RPS年級群の発生に寄与している可能性が考えられた。

上記の経年的な海域変動と親魚の年齢組成との関連を調べるために、試験調査船による親魚分布量および漁獲量を年齢別に分析したところ、両者は概ね一致したことから、調査から推定した年齢別親魚量の信頼性は高いことが確認された。

檜山海域の漁獲物調査の生殖腺成熟度を経年で調べたところ、2005年頃より産卵時期が遅くなっていることが示された。この結果は、北水研主体に分析する環境要因と母性効果の把握分析に活用された。

## 12. 有害生物漁業被害防止総合対策事業 有害生物(トド)生態把握調査(公募型研究)

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田昭彦  
共同研究機関 水産研究・教育機構水産資源研究所  
北海道大学水産科学研究所 稚内水産試験場

### (1) 目的

北海道では秋から春にかけてロシア海域からトドが来遊し、古くから漁業被害が問題となってきた。トドは国際的に保護されてきた経緯から漁業法による採捕制限が行われてきた。しかしその後日本海において漁業被害が深刻化し、その対策が求められてきた。2000年代以降、ロシア海域におけるトドの個体数が増加傾向に転じたことから、2012年には環境省のレッドリストにおいて絶滅危惧Ⅱ類から準絶滅危惧に見直された。2014年には水産庁により漁業とトドの共存を目指した新たな管理方針が取りまとめられた。2019年度には各種点検項目に係る点検結果及び専門家の意見を踏まえ、方針の見直しが行われた。

本事業は本方針に基づき、有害生物被害防止総合対策事業における有害生物(トド)生態把握調査により基礎的な生態学的知見の蓄積および被害実態を明らかにすることを目的とする。

### (2) 経過の概要

令和3年度有害生物(トド)生態把握調査及び被害軽減技術開発委託事業委託事業実施要領に基づき、トド標本の採取、被害実態調査等を実施した。

### (3) 得られた結果

成果については、共同研究機関である水産研究・教育機構水産資源研究所により一括して報告書として取りまとめて公表されるので、ここでは概略を記載する。

#### ア 採捕・漂着個体からの試料採取

2021年度に石狩湾および積丹半島において採捕・混獲されたトド1個体から、解体業者の協力を得て試料を採取した。試料として頭部(年齢査定用)、胃と腸(食性解析用)、筋肉(DNA・安定同位体分析用)、生殖器(性成熟判定用)等を採用した。それぞれ冷凍もしくはホルマリンで固定して分析担当機関に送付した。

#### イ 被害実態調査

トドによる漁業被害を把握するために、現地での被害状況の聞き取り、道で集計している被害統計の解析によって被害実態を把握し、被害の多い漁業種や魚種の統計値を収集・解析した。

#### ウ 混獲実態調査

後志総合振興局管内における底建網での混獲実態調査を実施した。現地における聞き取り調査ではトドの来遊・被害状況および漁模様についての情報を収集した。また、11個体分の混獲個体の鰭等の標本を収集した。

## 13. 有害生物漁業被害防止総合対策事業 有害生物（オットセイ）生態把握調査（公募型研究）

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田昭彦

共同研究機関 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター（北大FSC）  
稚内水産試験場

### (1) 目的

北海道および青森県の日本海海域では、キタオットセイ（以下、オットセイ）が沿岸海域に来遊し、刺網や底建網等に漁業被害が発生していることから、被害防止対策が求められている。しかし、本海域に来遊するオットセイの回遊経路や来遊頭数等についての調査が行われておらず、生態等に関する知見が不足していることもあり、これまで被害防止対策は行われていない。

本委託事業は、本海域に来遊するオットセイの生態等を明らかにし、科学的根拠に基づいた個体数管理方策策定のための基礎的資料を収集し、漁業との共存を図るための被害防止対策を検討することを目的とする。

### (2) 経過の概要

令和3年度有害生物（オットセイ）生態把握調査委託事業実施要領に基づき、海上目視調査、回遊経路調査、集団遺伝学的調査および総合解析等を実施した。

### (3) 得られた結果

成果については、「有害生物漁業被害防止総合対策事業 令和3年度 水産業・漁村活性化推進機構委託事業有害生物（オットセイ）生態把握調査報告書」として報告されているので、ここでは概略を記述する。

#### ア 海上分布調査（稚内水試・中央水試）

2021年4月～2022年3月に調査船（北洋丸・金星丸）による目視調査を行った。

#### イ 回遊経路調査（北大FSC）

1個体の捕獲・発信器装着に成功し、回遊経路を追跡した。

#### ウ 集団遺伝学的調査（東海大）

本事業で採捕された標本および繁殖地由来のオットセイ標本よりDNAを抽出・分析した。

#### エ 生物学的調査（稚内水試、北大FSC）

##### （ア）生物学的特性（稚内水試、北大FSC）

2021年に3個体の標本が得られた。標本の推定年齢は4歳であった。

##### （イ）食性調査（稚内水試）

2021年に得られた胃標本は3個体であった。スケトウダラ、マイワシが出現した。

#### オ 被害実態把握調査（中央水試）

漁業被害額は2017年度に大幅に減少し、その後1億円前後で推移している。後志管内における聞き取りではオットセイ来遊数が少なかった。

2021年11月にオットセイ被害軽減対策検討会を開催し、上記調査に関する結果および手法に関して議論し、今後の被害軽減のための事業展開方向とそれに必要な調査計画および体制について検討した。

## 14. 何故、下痢性貝毒は北日本でのみ発生するのか(公募型研究)

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 栗林貴範

共同研究機関 国立研究開発法人水産研究・教育機構, 宮崎大学

協力機関 函館水産試験場, 網走水産試験場, 釧路地区水産技術普及指導所,  
留萌地区水産技術普及指導所留萌南部支所

### (1) 目的

下痢性貝毒は、西日本ではほぼ非発生で被害も皆無であるが、北日本では毎年のように発生し、貝類養殖業への被害が出ている。下痢性貝毒による漁業被害を軽減するためには、毒化の主たる原因である *Dinophysis* 属の毒生産機構を解明し、その特性の集団間での違いの有無から、下痢性貝毒が北日本でのみ発生する原因を究明する必要がある。本研究では、北日本の下痢性貝毒類発水域に分布する *D. acuminata* および *D. fortii* 集団と、西日本の当該貝毒非発生域に分布する同集団間において、①毒生産量・毒組成解析、②遺伝学解析、③粒子追跡実験を実施し、下痢性貝毒が北日本でのみ発生する原因を究明する。なお、本研究は独立行政法人日本学術振興会の科学研究費助成事業基盤研究B(科研費B)で実施された。

### (2) 経過の概要

担当者は、北日本における *Dinophysis* 属の出現状況を把握するとともに、4~10月の月1回、函館水産試験場、網走水産試験場、釧路地区水産技術普及指導所および留萌地区水産技術普及指導所留萌南部支所の協力の下、日本海(増毛:深度0, 10, 20, 30 m)、えりも以西太平洋(八雲:10, 15, 20 m)、道東太平洋(厚岸湾:0, 5, 10, 13 m)およびオホーツク海(能取湖:0, 10 m)沿岸において、各深度につき約5 Lの海水を採取し、*D. acuminata* および *D. fortii* の毒解析並びに遺伝学解析に用いる生海水サンプルを国立研究開発法人水産研究・教育機構に冷蔵にて送付した。

### (3) 得られた結果

本研究結果は、科研費(B)の令和3年度実績報告書にまとめられているので、ここでは省略する。

## 15. 北海道赤潮対策緊急支援事業（委託）（公募型研究）

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 高嶋孝寛 西田芳則 安永倫明  
 栗林貴範 有馬大地  
 資源増殖部 資源増殖グループ 萱場隆昭 高谷義幸  
 共同研究機関 水産研究・教育機構 北海道

### (1) 目的

令和3年9月に北海道東部太平洋で発生した赤潮は、根室、釧路、十勝、そして日高に至るまでの広い海域において、サケ類やウニ類など有用水産生物の大規模なへい死を引き起こした。令和4年2月時点での漁業被害総額は80億円を超え、地域を担う沿岸漁業に壊滅的な打撃をもたらしている。このような開放海域における甚大な赤潮被害の発生は我が国で例がなく、早急に有害な原因プランクトンの実態を把握し、漁業被害を軽減する対策を構築する必要がある。

そこで、本研究では北海道東部太平洋における赤潮被害軽減対策の構築に貢献することを目的とし、赤潮発生に影響する海洋物理条件の解析や海洋環境情報の収集解析による赤潮予察手法の検討、および赤潮原因プランクトンの生理生態特性情報整理や有用水産生物への有害性、被害実態整理による有害赤潮プランクトンの注意・警戒基準についての検討を実施する。

### (2) 経過の概要

本研究は、令和3年度北海道赤潮対策緊急支援事業のうち漁場環境緊急対策事業（委託元：水産庁）に採択された「赤潮の発生メカニズムの解明等による発生予察手法の開発及び新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査」により実施した。

本研究の実施にあたり、道総研を代表として構成される「北海道太平洋赤潮共同研究機関（以下、「JV機関」という。）を結成して事業を実施した。JV機関には、国立研究開発法人水産研究・教育機構（以下、水産機構という。）、および北海道が参加する。

本研究では、A「赤潮の発生メカニズム解明等によ

る発生予察手法の開発」、およびB「新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査」の2つの中課題を設定した。さらにAには、ア「赤潮発生に影響する海洋物理条件の解析」、イ「海洋環境情報の収集解析」、ウ「赤潮発生メカニズムの推定とシナリオ検討による予察手法の検討」、またBには、ア「北海道太平洋沿岸に発生した赤潮原因プランクトンの種同定と生理生態特性の解明」、イ「有用水産生物に対する有害性の解明」、ウ「漁業被害軽減に向けた赤潮注意・警戒基準の検討」の計6課題の小課題を設定して取り組むこととした。

### (3) 得られた結果

令和3年度に実施した内容については、「令和3年度北海道赤潮対策緊急支援事業のうち漁場環境緊急対策事業のうち赤潮の発生メカニズムの解明等による発生予察手法の開発及び新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査」事業成果報告書としてとりまとめ、委託元（水産庁）へ提出した。これに加えて一般向けの概要説明資料を作成し、関係機関に配布したほか、Webページ（[http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyou/att/R3\\_redtide\\_results.pdf](http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyou/att/R3_redtide_results.pdf)）にも掲載した。

また、令和4年1月21日に第1回、同3月8日に第2回の事業検討会を開催し、JV機関内において研究計画や取組の進捗状況を確認した。各回の事業検討会には、3名の外部有識者（今井一郎北海道大学名誉教授、門谷 茂北海道大学名誉教授、三寺史夫北海道大学低温科学研究所教授）を招聘した。

## 16. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）

### (1) 目的

北海道資源管理協議会において北海道資源管理指針の策定、見直しを進めるにあたり、科学的知見に基づ

く総合的な検討に資するため、漁業生物の資源状況や生態把握および適切な管理等に関する科学的データの収集を目的とする。

### 16. 1 資源・生態調査研究

担当者 資源管理部 資源管理グループ 高嶋孝寛 山口浩志 坂口健司 佐藤 充  
城 幹昌 和田昭彦 富山 嶺 上田吉幸

### (1) 目的

受託研究計画書に基づき、当水試においては次の12魚種：スケトウダラ、マダラ、ホッケ、マガレイ、ソウハチ、クロガシラガレイ、ヒラメ、ニシン、ハタハタ、エビ類、タコ類、スルメイカの資源状況および生態等の把握を行う。

以北日本海～オホーツク海海域「クロガシラガレイ」を担当する網走水試に送付し資源評価書作成の基資料とした。

前年度の調査結果に基づき各魚種毎に資源評価書を作成し、北海道と共同運営する令和3年度水産資源管理会議において報告した。なお、資源評価の内容はマリネットホームページ ([https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/latest\\_assessment.html](https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/latest_assessment.html)) で公開すると共に、要約した内容を「北海道水産資源管理マニュアル2021年度版(冊子)」にとりまとめ、成果の普及、啓発を広く図った。

### (2) 経過の概要

実施内容については、「1.漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）」に一括して記載した。ただし、クロガシラガレイについては得られた資料を「石狩湾

## 16. 2 資源管理手法開発試験調査（ホッケ）

担当者 資源管理部 資源管理グループ 山口浩志

### (1) 目的

ホッケ資源が回復基調とならない要因には、これまでの管理方針が啓発に留まり、直近の資源量や漁獲圧を迅速に分析評価し、実効性ある資源管理方針を施策展開できていないことが挙げられた。そこで、資源評価の効率化、迅速化、高精度化に必要な技術開発と、漁獲圧が着実に低減し資源回復を図ることのできる資源管理手法の開発を目的とする。なお、本課題は、稚内、函館、網走水産試験場と共同で実施している。

### (2) 経過の概要

#### ア 資源評価手法高度化に関する課題

##### (ア) 資源評価手法高度化に関する課題

令和2年度事業報告書参照。

##### (イ) 資源管理効果の迅速な検証方法の確立

令和元年度事業報告書参照。

##### (ウ) 初期生残機構の解明

稚内水産試験場事業報告書参照。

##### (エ) 計量魚探による現存量推定精度向上のための

##### TS推定

稚内水産試験場事業報告書参照。

#### イ 管理方針に関する課題

##### (ア) 武蔵堆海域の産卵場の確認

稚内水産試験場事業報告書参照。

##### (イ) 小型魚の混獲を軽減する刺網の適正目合の探索

令和元年度事業報告書参照。

##### (ウ) 底建網による小型魚の漁獲回避技術の検討

オホーツク管内の底建網漁業へ小型魚の混獲回避のための漁具の構造（通称：ホッケ窓）を把握するため、2021年11月18日に底建網漁船に乗船し、沙留沖に設置された底建網の構造を目視と聞き取りにより明らかにした。

#### ウ 資源評価および管理方針の提言

資源評価を実施し、ホッケの資源状態や管理対策について提言を行った。

### (3) 得られた結果

#### ア 資源評価手法高度化に関する課題

##### (ア) 資源評価手法高度化に関する課題

令和2年度事業報告書参照。

##### (イ) 資源管理効果の迅速な検証方法の確立

令和元年度の事業報告書参照。

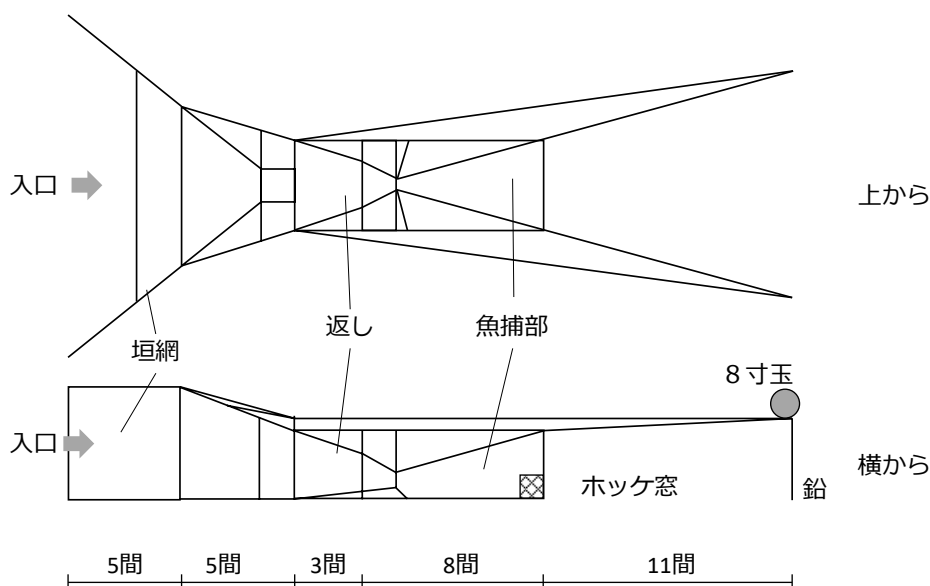


図1 沙留沖に設置された底建網の構造とホッケ窓の位置



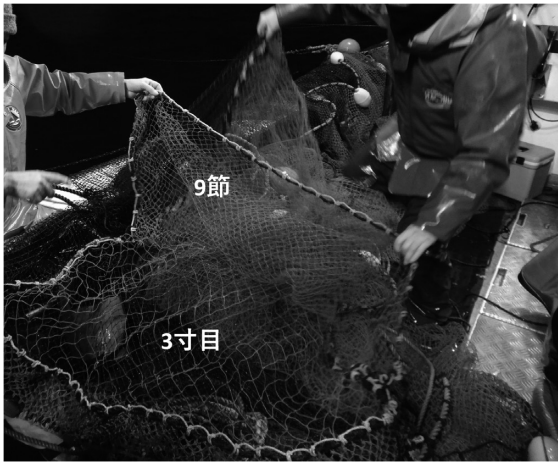


図2 沙留沖に設置された底建網に設置されたのホッケ窓

イ 管理方策に関する課題

(イ) 小型魚の混獲を軽減する刺網の適正目合の探索  
令和元年度の事業報告書参照。

(ウ) 底建網による小型魚の混獲回避技術の検討

オホーツク海の底建網漁業の漁獲対象は、ホッケ以外にカレイ類やスルメイカである。中でもスルメイカは単価が高い。沙留沖に設置された底建網におけるホッケ小型魚混獲回避のための構造(以下:ホッケ窓)は、魚捕部の底部末端2カ所の1間四方(1間=1.82m)に設置されている(図1)。1間四方正方形の身網部分を通常9節(約38mm)の目合のところ3寸目(約90mm)の目合に変更し、さらにその上から9節目の網を被せる構造となっている(図2)。

通常作業時には、ホッケ窓は9節目目の網を被せている状態であるが、ホッケ小型魚が多くなると9節目目の覆いを外して作業を行う。ホッケ小型魚が大量入網した場合、揚網時に魚捕部が絞られるにつれてホッケは底部に移動し、底部に設置されたホッケ窓の3寸目の網目から逃避することが可能になる。このとき、すべてのホッケが逃げてしまうわけではなく、一定程度は漁獲される。また、同時に入網したスルメイカは表層に留まることにより、揚網時にホッケとの分離が容易になる。このことにより、ホッケ大量入網によるスルメイカの損傷を回避することが可能になる。

ウ 資源評価および管理方策の提言

前事業で得られた産卵親魚量と産卵期の水温による再生産モデルを用いて2020年までの資源評価結果を用いて再計算を行った(図3)。2010、2018年級以外はモデルに沿っており、親魚量が3万~4万トンを下回ると産卵期の水温が高いと加入が悪くなる結果があら

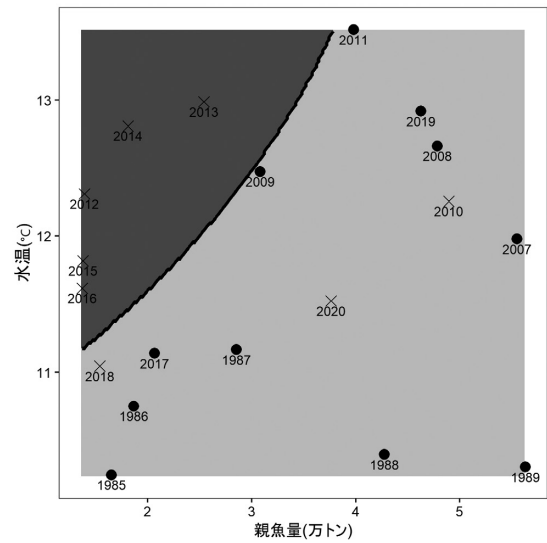


図3 サポートベクターマシンによる「加入量が少ない年級(三角)」と「加入が少ない年級(丸)」を推定する分類器によるホッケの産卵親魚量と表面水温から分類した結果(加入量が2.5億尾以下の年級を加入が少ない年級に区別した。2020年級は仮定値のためプロットのみで計算には用いていない。)

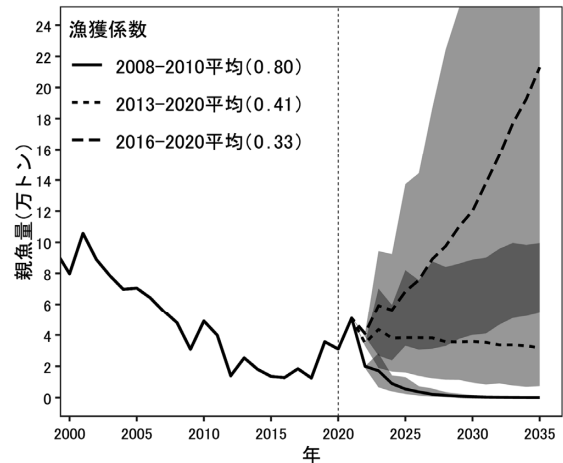


図4 将来予測による親魚重量の推移(線は中央値、グレーは80%tile区間を表す)

ためて示された。近年、加入の良かった2017年級は親魚量が3万トン未満だったが産卵期の水温が低かったことで加入が悪くならず、また、2019年級は産卵期の水温が高かったが、2017年級が産卵加入し親魚量が3万トン以上となったことで、加入が悪くならなかったと推察された。近年の日本海の産卵期の水温は上昇傾向にあることから、今後の管理方策として産卵期の水温の影響を受けにくくするために、親魚量を最低でも

3万～4万トン以上確保しておくことが望ましいと考えられた。

次に、資源解析結果をもとに将来予測を行い管理の具体的な方策について、北海道水産資源管理会議や漁業者会議（北海道日本海沿岸漁業振興会議のホッケ小委員会）において提言した。将来予測方法は、VPAの前進計算を使って、現状の漁獲圧（2016～2020年の平均値）、自主的管理開始後の漁獲圧（2013～2020年の平均値）、管理開始前の高い漁獲圧（2008～2020年の平均値）と3つの漁獲圧による親魚量を計算した。また、将来の加入量は過去のRPSから算出した。ここで、2010～2020年までの11年間では低加入が3年級発生していることから、この先の10年においても低加入

が11分の3の確率で発生すると設定した。その仮定による予測結果を図4に示した。

2021年以降の漁獲圧を現状よりも高い（漁獲係数0.80および0.41）場合には、親魚量の中央値は減少すると予想された。一方で、近年の漁獲圧（漁獲係数0.33）では、予測された親魚量の中央値の推移は回復基調を示した。したがって、近年の再生産状況では、2016～2020年の平均的な漁獲圧を維持することが重要である。しかし、10%tile値の下限は現状維持と予測されており、低加入の発生次第では回復しない可能性もある。したがって、低加入が発生した際に相対的に漁獲圧が過大になることを回避するために、毎年の加入動向を見極めながら現状の管理を進めていく必要がある。

## 17. 石狩湾系ニシンの漁況予測調査 (受託研究)

担当者 資源管理部 資源管理グループ 城 幹昌

### (1) 目的

後志～宗谷管内の日本海には、石狩湾系ニシンが分布している。これらは、冬季に沿岸に産卵来遊するため、沿岸漁業者の重要な漁業資源となっている。当資源の維持・増大のため、日本海北部ニシン栽培漁業推進委員会が人工種苗の放流事業を行っている。種苗生産には漁獲物由来の受精卵を用いる。種苗の計画的な確保のためには、資源評価を行い、その結果に基づいて資源管理方策を検討して資源量を確保するとともに、漁況（来遊時期や量、来遊するニシンのサイズ組成）の予測が必要であり、これらの調査について委員会から委託を受けている。

### (2) 経過の概要

石狩湾系ニシンについては、本事業と「漁業生物の資源・生態調査研究」事業が連動して行っている。漁獲統計調査、及び資源評価については後者の中で行っているため、それらの結果についてはここでは記述しない。

#### ア 調査船北洋丸のトロール調査に基づく漁況予測

沿岸に来遊する前に集群しているニシンを試験調査船北洋丸でオッタートロールの曳網を行い採集し、採集されたニシンの年齢組成やサイズ組成から漁期中の来遊量やサイズについて予測した。

#### イ 調査目合刺し網による漁期前調査

調査目合（1.8, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4寸）の刺し網によるニシンの採集を漁期直前に行い（石狩湾漁協青年部が実施）、採集されたニシンについて生物測定を行い漁期当初の実際の来遊状況を把握した。なお、2021年度では厚田地区のみでの実施となった。

#### ウ 漁獲物の生物測定調査

漁期中の来遊状況を把握するため、沖合底びき網（以下、沖底と呼ぶ）や刺し網漁で漁獲されたニシンについて生物測定を行い、生殖巣の成熟度合や、漁獲物の年齢・サイズ組成を把握するとともに、資源評価に必要な年齢別漁獲尾数の推定を行った。

#### エ 調査目合刺し網による漁期後調査

調査目合（1.6, 1.8, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3寸）の刺し網によるニシンの採集を漁期直後に行い（石狩湾漁協

青年部が実施）、採集されたニシンについて生物測定を行って漁期後の来遊状況を把握した。

#### オ 稚魚分布調査

将来漁獲加入する年級群豊度の早期把握のため、石狩川河口周辺の砂浜域において、地曳き網による稚魚の採集を行った。採集された稚魚は個体数と全長を計測した。

### (3) 得られた結果

#### ア 調査船北洋丸のトロール調査に基づく漁況予測

留萌沖での試験調査船北洋丸によるトロール調査は、例年は10月に5地点程度で実施されるが、2021年度は荒天が続いたこと等によって2021年10月23日に合計2地点のみで行われた。合計418 kgのニシンが採集された。採集されたニシンの一部を持ち帰り生物測定を行い、年齢別尾又長組成を作成し（図1）、その結果を基に盛漁期（2022年1～3月）の漁況予測を発表した。予測内容の詳細については中央水試ホームページで公表されている（<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/nishin/2021sokuhou.html>）。

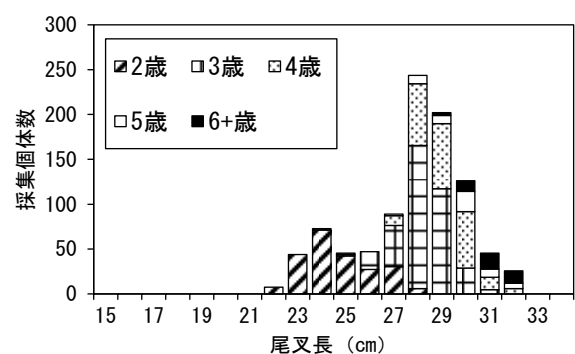


図1 2021年10月に留萌沖で北洋丸のトロール調査で採集されたニシンの年齢別尾又長組成

#### イ 調査目合刺し網による漁期前調査

2021年度の調査は、厚田地区で2022年1月11日に行われたが、ニシンは2.0寸網でわずか3個体採集されたのみであった。採集されたニシンの尾又長は28.6～

32.7 cm, 体重は266~411 gと大型であった。採集個体数が少なかったが、調査結果については中央水試のホームページ上で公表するとともに、各関係機関に発信した (URLは前掲のとおり)。

**ウ 漁獲物の生物測定調査**

2021年度は、沖底漁獲物については合計3回、刺し網漁獲物については小樽・厚田地区で合計10回サンプリングを行った (表1)。

標本については、性別、尾叉長、体重、生殖腺重量、成熟度、内蔵除去重量を記録し、軟X線を用いて画像を撮影し、脊椎骨数を計数した。刺し網漁獲物については、人工種苗用の採卵等の参考となることから調査速報を作成し、中央水試ホームページに公表するとともに各関係機関に発信した (URLは前掲のものと同じ)。

**表1 2021年度の漁獲物標本採集状況**

年	月日	地区	漁業	標本数
2021	10/5	小樽	沖底	60
	11/8	小樽	沖底	57
	12/12	小樽	沖底	69
2022	1/24	厚田	刺し網	56
	1/24	小樽	刺し網	48
	2/1	小樽	刺し網	107
	2/9	厚田	刺し網	103
	2/14	小樽	刺し網	202
	3/1	厚田	刺し網	174
	3/8	小樽	刺し網	193
	3/17	厚田	刺し網	231
	3/30	小樽	刺し網	137
	4/4*	厚田	刺し網	135

\* : 4月4日は次年度であるが、漁期として連続しているため掲載

**エ 調査目合刺し網による漁期後調査**

2021年度の調査は、石狩地区では3月31日に、厚田

地区では4月8日に行われた。各地区で採集されたニシンの概要を表2に示す。漁期後調査の結果は中央水試ホームページで公表するとともに (URLは前掲のものと同じ)、各関係機関へ発信した。

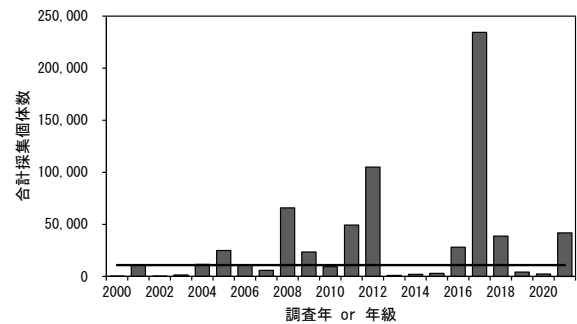
**オ 稚魚分布調査**

2021年の稚魚調査は6月2日、9日、16日、23日の計4回実施した。1~4回の調査における採集されたニシン稚魚の個体数は、それぞれ6,037個体、2,780個体、4,660個体、28,387個体で、合計すると41,864個体であった。2000~2020年における合計採集個体数の中央値は10,866個体であるため、2021年級群稚魚の採集個体数は平年より多いといえる (図2)。

**表2 漁期後調査で採集されたニシンの状況**

地区		目合 (寸)					
		1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3
石狩	漁獲重量	8.5	12.1	13.7	15.4	1.8*	-*
	漁獲尾数	54	70	58	59	6	-
	平均尾叉長	24.2	25.0	28.0	28.8	29.0	-
	平均体重	156	196	234	258	268	-
厚田	漁獲重量		1.6	0	2.4	1.2	12.3
	漁獲尾数	未	8	0	12	4	40
	平均尾叉長	実	25.8	-	29.3	29.7	29.8
	平均体重	施	202	-	280	296	307

\* : 2.3寸の網は事故網、2.2寸も一部同様の状態であった漁獲重量はkg, 平均体重はg, 平均尾叉長はcm単位



**図2 ニシン稚魚分布調査での稚魚の合計採集個体数**

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

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 稲川 亮 安永倫明

### (1) 目的

大型クラゲ（エチゼンクラゲ、ビゼンクラゲ）の出現状況を、調査船を用いた洋上調査、漁船による漁場調査により把握し、漁業者に出現状況を迅速に提供することで漁業被害を最小限に抑える。なお、本課題は、(一社)漁業情報サービスセンターからの受託により実施している。

### (2) 経過の概要

#### ア 洋上調査

9月から12月の期間、試験調査船（金星丸、北洋丸）の全ての調査航海において、海洋観測のための停船時、および航行時に大型クラゲ（エチゼンクラゲおよびビゼンクラゲ）の目視調査を実施した。調査海域は金星丸が日本海および道南太平洋、北洋丸が日本海およびオホーツク海である。

#### イ 陸上調査

9月から12月の期間、北海道南部海域の松前、および北海道西部海域の島牧の定置網業者に依頼し、大型クラゲの沿岸からの目視確認、同種の定置網への入網数、大きさ、漁業被害の状況等を調査した。

### (3) 得られた結果

#### ア 洋上調査

洋上調査結果を表1に示した。調査期間を通じ、日本海、オホーツク海、道南太平洋の全ての海域において、大型クラゲは確認されなかった。

#### イ 陸上調査

調査結果を表2に示した。大型クラゲの定置網への入網は、島牧地区では9月下旬から11月上旬、松前地区では9月下旬から10月上旬の期間に認められた。大型クラゲの傘径は、松前地区では1 m以上のみであったが、島牧地区では0.5～1 mと0.5 m未満が含まれた。また、漁業被害は、松前地区では無く、島牧地区では、作業量・時間の増大、刺胞毒による皮膚等の炎症であった。

表1 試験調査船による大型クラゲ目視調査結果

金星丸			
調査期間	海域	目視数	観測点数
9/6-9/7	噴火湾	0	35
9/26-9/29	道西日本海	0	32
10/5-10/7	道南太平洋	0	25
10/14-10/26	道西日本海	0	17
11/1-11/6	太平洋・津軽海峡	0	5
11/16-11/18	道南太平洋	0	18
11/28-11/30	道南太平洋・噴火湾	0	45
12/7-12/10	道西日本海	0	26

#### 北洋丸

調査期間	海域	目視数	観測点数
9/1-9/3	道北日本海	0	14
9/24-9/25	オホーツク海	0	9
9/25-9/26	道北日本海	0	19
10/5-10/7	道北日本海	0	12
10/13-10/24	道北日本海	0	10
11/8-11/9	道北日本海	0	11
11/25-11/26	オホーツク海	0	10
11/28-11/28	道北日本海	0	3

表2 沿岸定点における大型クラゲの目視調査結果

	松前			島牧		
	目視全数 (個体)	傘径	漁業被害	目視全数 (個体)	傘径	漁業被害
9月 上旬	0			0		
9月 中旬	0			0		
9月 下旬	2	大	なし	4	中小	f
10月 上旬	1	大	なし	1	大	なし
10月 中旬	0			97	大中小	b、f
10月 下旬	0			50	中	b
11月 上旬	0			5	大	f
11月 中旬	0			0		
11月 下旬	0			0		
12月 上旬	0			0		
12月 中旬	0			0		
12月 下旬	0			0		
計	3			157		

傘径 大:1m以上 中:0.5m以上1m未満 小:0.5m未満  
 漁業被害 a:漁具の破損 b:作業量・時間の増大 c:漁獲量の減少  
 d:操業中止 e:品質・鮮度低下による魚価低落  
 f:刺胞毒による皮膚等の炎症

## Ⅱ 資源増殖部所管事業

### 1. 海中画像と画像解析による省力・効率的藻場モニタリング技術の開発 (職員研究奨励事業)

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 三好晃治

#### (1) 目的

沿岸域における生物モニタリング調査は、潜水作業に大きく依存していることで、人為的な負担が多く、取得できるデータ量には制限が大きい。そこで、これら課題の解決を目的に浅海域を対象とした海中撮影技術体系を確立し、海中撮影と画像解析を利用した新たな生物モニタリング技術を開発した。

#### (2) 経過の概要

##### ア 浅海域を対象とした広域画像撮影技術の確立

既存製品の組み合わせによって安価な技術体系を構築し、岩礁域や藻場施設を広く網羅的に撮影することを可能とした。

##### イ 画像解析による生物と周辺環境の可視化

撮影で得られた画像を利用し、パノラマ化による海藻の被度や大型底生生物の分布など、海藻類(および周辺環境)～底生生物相～海底地形を同時に可視化する処理系を確立した。

#### (3) 得られた成果

##### ア 浅海域を対象とした広域画像撮影技術の確立

アクションカメラ等の既存製品を利用して、撮影架台を作成した(図1)。小型船舶(ゴムボート)に撮影架台を搭載し、岩礁域や藻場施設を実際に撮影するとともに、魚群探知機から水深データを得た。次に、水深10 m以浅の撮影方法として標準化した(例、画角: 16:9, 4 K, 30 FPS, 平均船速3.5 km/hなど)。最終的に選定した機材のコストはアクションカメラ(および周辺機器)に約5万円、撮影架台に約2万円である。

##### イ 画像解析による生物と周辺環境の可視化

撮影映像から有効画像を切り出し、水深データや位置情報を統合するなど、画像解析の前処理をした(図2)。既存のデジタル画像測量処理ソフト等を利用し、生物と周辺環境の整理と可視化を試みた(基本作業は全て無償ソフトで可能)。水深と撮影面積の関係を推定しておくことで、海藻被度の他、大型底生生物(ウニ類)の生息密度を把握することが可能となった。

これら得られた情報を集約することで、海藻類(および周辺環境)～底生生物相～海底地形を同時に可視化・定量化することに成功した(図3)。画像解析に使用したPCは一般的な事務用製品であるが(スペックの例: Core i5, メモリ8 GB, GPUインテル Iris Xe), 撮影調査時間3時間当たり、約6時間程度で一連の解析が可能である。



図1 撮影架台の作成

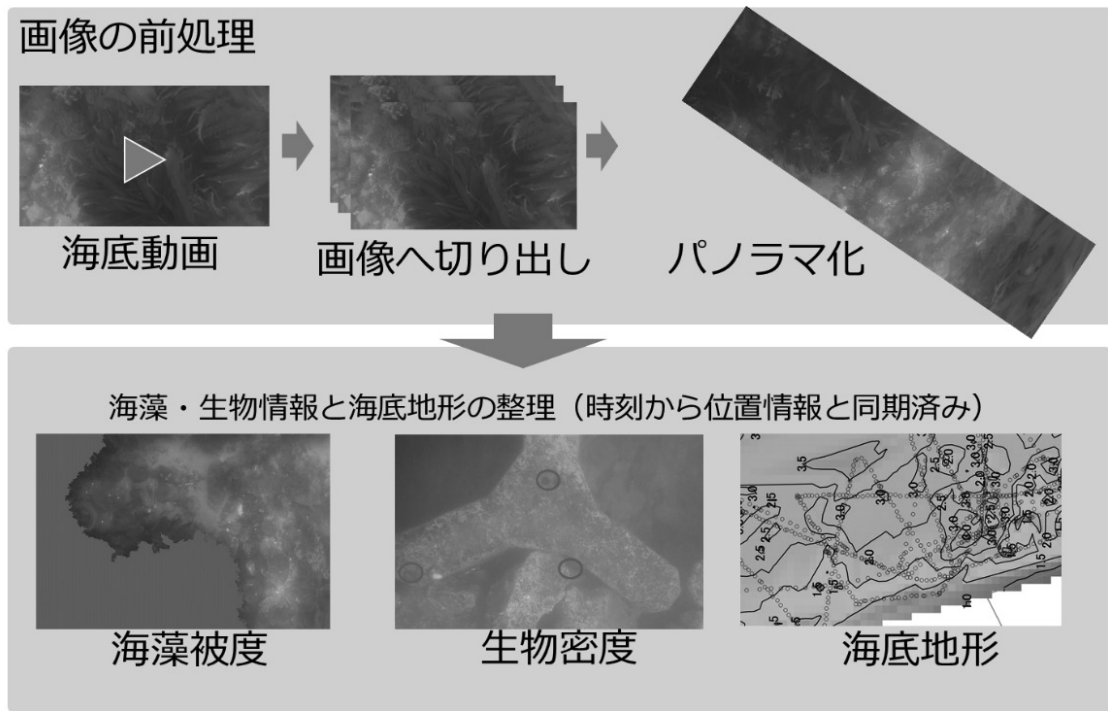


図2 取得データの解析フロー図

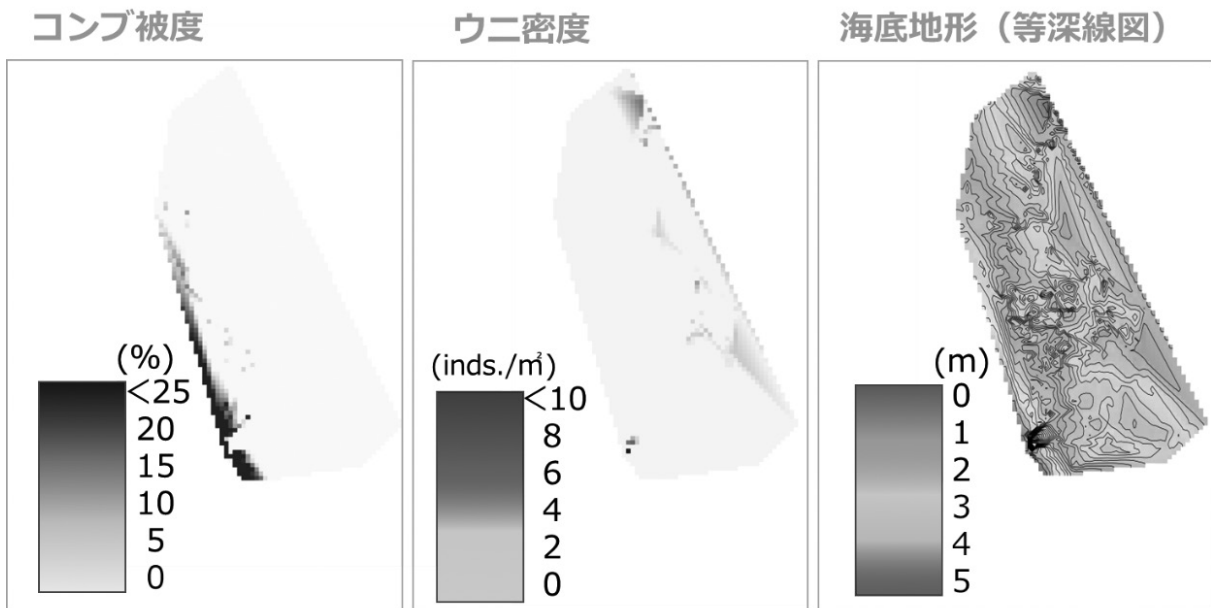


図3 取得データの集約と可視化  
(中央水産試験場前浜)

## 2. 貝類の循環濾過蓄養システムの開発 (重点研究)

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 金田友紀  
 網走水産試験場 加工利用部 加工利用グループ 佐藤暁之  
 林産試験場 利用部 バイオマスグループ 本間千晶

### (1) 目的

当該重点研究課題は、貝類の蓄養による品質向上等のため、効率的な濾過を実現できる簡易な循環濾過システムを開発するものであり、このうちの中課題では現場への導入が容易な簡易で効率的な循環濾過システムを試作することを目的とする。そこで、水槽内のシミュレーションに市販の数値流体力学解析ソフトウェア(Flowsquare+, Nora Scientific)を用い、モデル構築やソフトウェア使用の習熟を兼ねて、小型水槽を用いた流速実測値とシミュレーション推定値の比較を行った。

### (2) 経過の概要

小型水槽は内寸が縦35 cm×横53 cm×深さ30 cmで、水位を25 cmとし、短辺の壁面中央部から海水を流入し、対面の壁面中央部から排水した(図1)。流速の計測には電磁流速計(JFEアドバンテック, ACM3-RS)を用い、水槽内の流入側壁面から10 cm (A), 27.5 cm (B), 45 cm (C) 離れた横断面の中央部において約90秒間、0.05秒間隔で計測した。流速はX, Yの2軸で計測されるので、1計測ごとに各計測値の2乗和の平方根を合成流速とした。シミュレーションでは水槽と同型のモデルを作成した。ただし、Flowsquare+では流体の自由表面は再現できないので、水面は固体壁面として扱った。また、流入口の流速値が実測値と同じになるよう流入源の流速値を設定した。

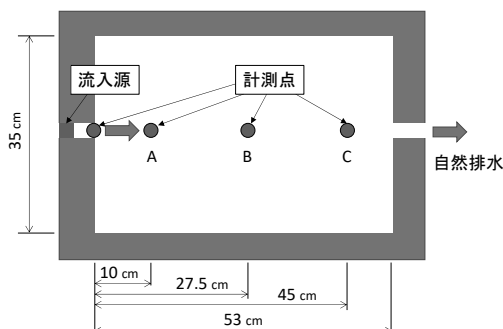


図1 実測ならびにシミュレーションに用いた小型水槽の水平断面

### (3) 得られた結果

図2に合成流速の一例を示す。水槽内の流速は、流入口の形状、実験棟内に給水される水の脈動などが要因と考えられる変動を示していたが、代表値として平均値を用いた。流速代表値とシミュレーション推定値の比較を図3に示す。シミュレーション推定値(実線)は、給水口に近い計測点(A)では代表値(破線)よりも小さく、中央(B)では同程度、排水口に近い計測点(C)では大きな値であった。差がみられた場所については今後実態に合わせ補正し、効率のよい給・排水条件を探索し、循環濾過システムを試作する予定である。

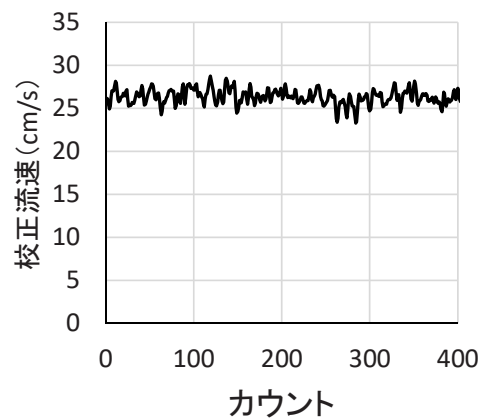


図2 計測した合成流速の一例(計測点A)  
1カウントは0.05秒相当



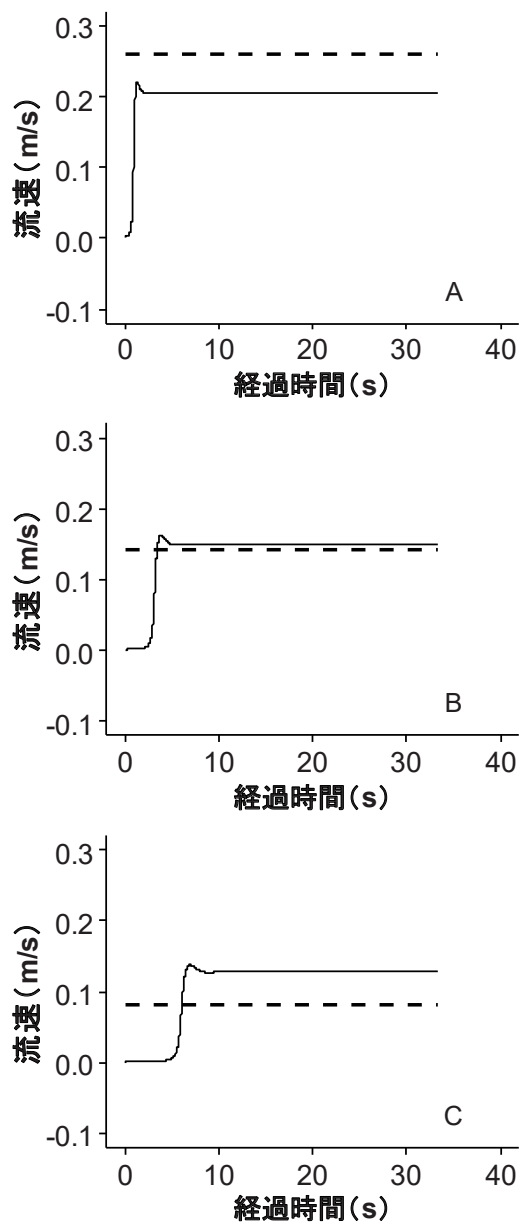


図3 流速代表値とシミュレーション推定値の比較  
破線は流速代表値，実線はシミュレーション推定値  
図中のA，BおよびCは計測点を示す

### 3. 漁業生物の資源・生態研究調査(経常研究)

#### 3. 1 岩礁域の増殖に関する研究

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 川井唯史  
協力機関 後志地区水産技術普及指導所, 同岩内支所  
小樽市漁業協同組合, 寿都町漁業協同組合  
島牧漁業協同組合, 寿都町, 島牧村

##### (1) 目的

海藻の生育状況, ウニ類の加入, 成長, 成熟状況及び沿岸水温をモニタリングすることで, 海洋環境の変動に対する海藻類の繁茂状況やウニ類資源の動態などを検討するための基礎資料を得る。

##### (2) 経過の概要

###### ア 沿岸水温観測

小樽市忍路, 寿都町矢追, 島牧村茂津多の3市町村3地点において, 水深3~5 mの海底に水温ロガーを設置し, 2時間毎に水温を観測した。

###### イ 海藻・ウニ類モニタリング調査

###### (ア) 小樽市忍路

2021年6月15日に小樽市忍路湾中央部の平磯縁辺部に設けた定点から沖側15 mまでの15地点について, 海藻類とウニ類の分布状況を枠取調査(海藻1/4 m<sup>2</sup>, 動物1 m<sup>2</sup>)により調べた。海藻類及びウニ類の現存量のほか, ウニ類は個別に殻径と重量を測定し, 他の動物類は個体数と重量を測定した。

###### (イ) 寿都町美谷・矢追

寿都町美谷と同町矢追の定点で, 2021年6月1日に海藻類とウニ類を含む大型底生動物の枠取調査を行い, 水深1~7 mの間, 水深1 m毎に調査枠内の動植物を採集した(海藻1/4 m<sup>2</sup>, 動物1 m<sup>2</sup>)。また, 各水深帯でウニ類の個体数を4カ所(4 m<sup>2</sup>)ずつ種別に計数した。さらに, 優占種であるキタムラサキウニの成熟状況を把握するために, 水深1, 3, 5及び7 mで枠外から殻径50 mm以上の個体を10個体採集し, これらの殻径, 重量, 生殖巣重量から生殖巣指数を求めた。

###### ウ エゾバフンウニ発生調査

2021年5月27日及び11月19日に, 小樽市忍路の平磯上の21定点(11月19日は14地点)で1 m<sup>2</sup>枠を用いてウニ類の枠取り調査を行った。エゾバフンウニに関して5月調査時の殻径8 mm未満の個体と, 11月調査

時の殻径16 mm未満の個体を前年発生群とみなし, それぞれその密度を算出した。

###### エ キタムラサキウニ発生調査

2021年8月2日に, 島牧村茂津多地先の穴床前に長さ100 mの調査線を海岸線に平行に1本配置し, 10 m毎に2 m<sup>2</sup>枠内のウニ類を採集した。採集したキタムラサキウニ全個体について殻径, 重量の測定及び年齢査定を行った。

##### (3) 得られた結果

###### ア 沿岸水温観測

2020年1月~2021年3月までの水温偏差(各地区で継続している平均水温から算出)を図1に示した。3地点ともほぼ同じ傾向を示し, 2020年12月~2021年1月は過去の平均より低めに, 2021年3月は平年並みに推移した。

###### イ 海藻・ウニ類モニタリング調査

###### (ア) 小樽市忍路

平磯端の起点~3 m地点(水深0.5~1.4 m)の範囲にホソメコンブが分布し(図2), それ以外の海藻はフクロノリなど僅かに分布していた。全測線のホソメコンブの平均現存量は7.0 kg/m<sup>2</sup>であった。図3に過去30年間の冬季(12月から翌年3月)水温と6月におけるホソメコンブ現存量の関係を示した。12~3月の水温が低いとホソメコンブの平均現存量が高くなる傾向があり( $R^2 = 0.1223$ ), 2021年のホソメコンブ現存量は平年より高めであった。2020年12月~2021年3月の冬季水温は, 12月は平均水温より1.4℃低く, 1~3月は平年並みに推移した。

図4に調査定点におけるウニ類の分布状況を示した。キタムラサキウニは計36個体採集され, エゾバフンウニは1個体で, バフンウニは採集されなかった。キタムラサキウニの密度と現存量は, 全調査地点の平均密度が2.4 個体/m<sup>2</sup>, 平均現存量は70.2 g/m<sup>2</sup>であった。図5にキタムラサキウニの殻径組成を示した。殻径の

範囲は25.2~58.0 mmであった。殻径25.0~27.5 mmにピークが認められ、殻径15 mm未満の新規加入群の存在が示唆されなかった。

(イ) 寿都町美谷・矢追

水深別海藻生育量を図6に示した。美谷地区ではホソメコンブが水深2 mに0.9 kg/m<sup>2</sup>、ワカメが水深1 mに5.8 kg/m<sup>2</sup>、水深2 mに2.4 kg/m<sup>2</sup>出現した。矢追

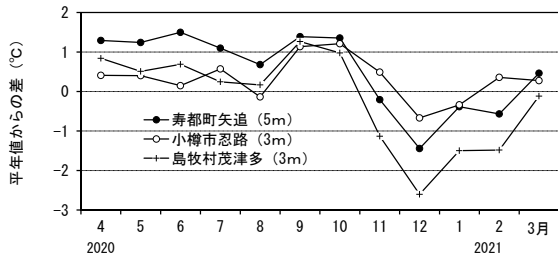


図1 小樽市忍路と島牧村茂津多及び寿都町矢追における平年値からの水温差  
観測期間 忍 路：1999年10月~2021年3月  
茂津多：2000年8月~2021年3月  
矢 追：2003年7月~2021年3月

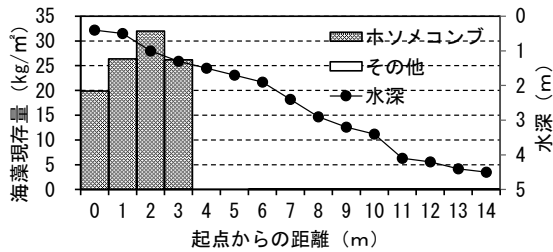


図2 忍路調査定点における海藻類の分布と水深

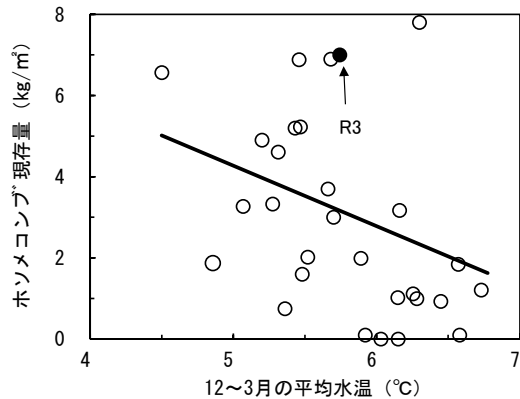


図3 忍路調査定点における冬季水温とホソメコンブ現存量との関係

地区ではホソメコンブが水深1 mに0.2 kg/m<sup>2</sup>、ワカメが同じく水深1 mに1.6 kg/m<sup>2</sup>出現した。

水深別のキタムラサキウニ密度を図7に示した。美谷地区では水深4 mと5 m地点が7.5 個体/m<sup>2</sup>と最も高く、全平均は4.0 個体/m<sup>2</sup>であった。矢追地区では水深3 m地点の16.6個体/m<sup>2</sup>が最も高く、全平均は11.0 個体/m<sup>2</sup>であり、すべての水深帯において矢追地区のウニ密度が高かった。

2020年におけるキタムラサキウニの生殖巣指数を図8に示した。美谷地区と矢追地区では全地点で生殖巣指数が漁獲基準(18)を下回っていた。平均生殖巣指数は美谷地区では14.0、矢追地区では8.7であった。過去3年間の生殖巣指数の平均と比較して美谷では3.1低く、矢追では1.7低かった。

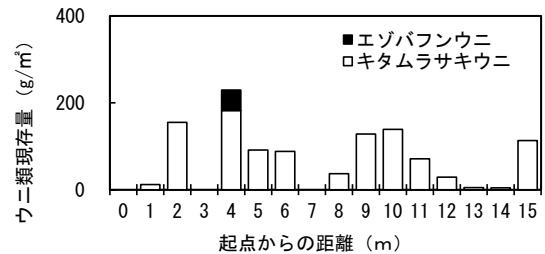


図4 忍路調査定点におけるウニ類の分布状況

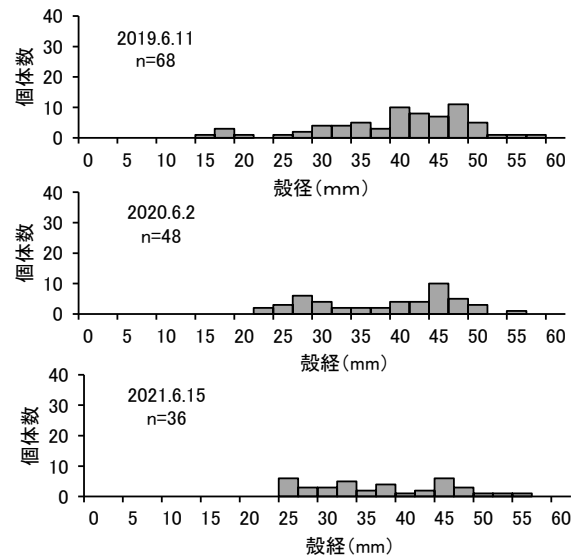


図5 忍路調査定点におけるキタムラサキウニの殻径組成の経年変化

ウ エゾバフンウニ発生調査

生後8か月の0齢群(図9上)と夏季の繁殖時期を過ぎた生後1年(図9下)発生密度の経年変化を示した。5月の調査ではエゾバフンウニが14個体、キタムラサキウニが1個体採集され、うち殻径8mm未満(生後8か月)の2020年発生群は採集されず、稚ウニの平均密度は0個体/m<sup>2</sup>であった(図9上)。

11月の調査では前年生まれ(2020年発生群)とみなせる殻径16mm未満のエゾバフンウニは2個体採取され、平均値0.14個体/m<sup>2</sup>であった(図9下)。2016年度の調査でみられたような卓越発生はみられなかった。

エ キタムラサキウニ発生調査

島牧村茂津多における2016年以降のキタムラサキウニの年齢組成の推移を図10に示した。2021年の調査においては4齢(2017年発生群)が高い割合を占めている。2019年と2020年は1齢の出現頻度は10%に達していたが2021年では1齢の出現頻度が10%未満であった。

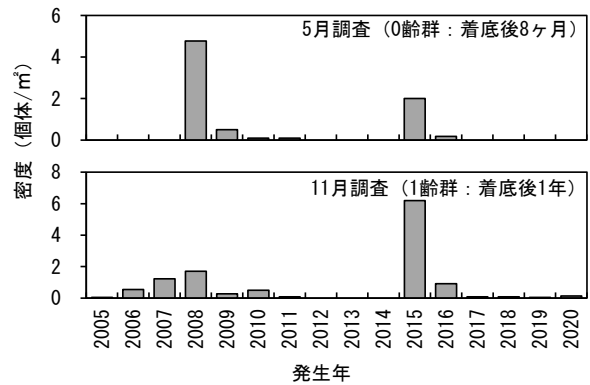


図9 忍路湾平磯上におけるエゾバフンウニの発生密度の推移

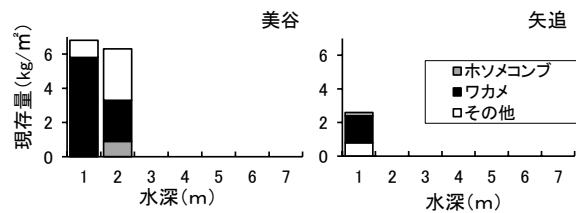


図6 寿都町における水深別海藻現存量

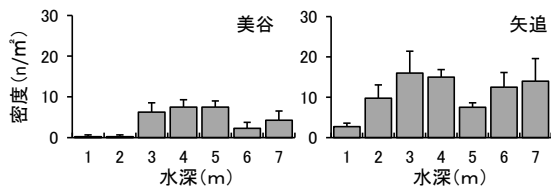


図7 寿都町におけるキタムラサキウニの水深別生息密度(縦棒は標準偏差)

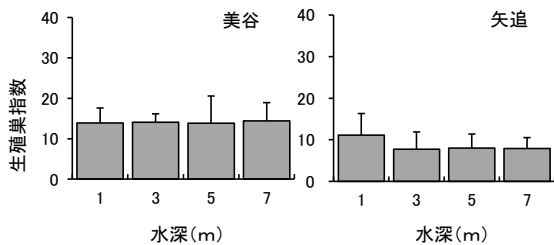


図8 寿都町におけるキタムラサキウニの水深別生殖巣指数(縦棒は標準偏差)

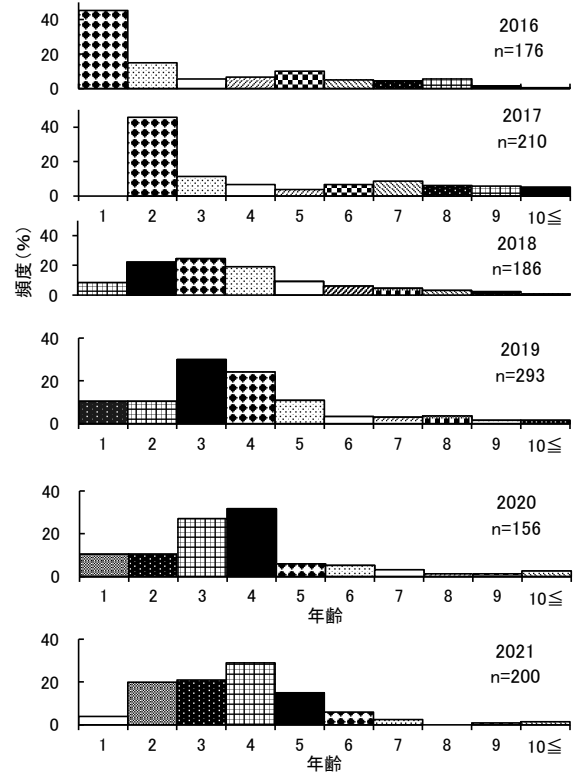


図10 島牧村におけるキタムラサキウニの年齢組成の経年変化

## 4. 日本海南部ニシン栽培漁業調査研究 (経常研究)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 瀧谷明朗  
協力機関 後志地区水産技術普及指導所岩内支所  
後志南部地域ニシン資源対策協議会  
檜山地区水産技術普及指導所  
檜山地区水産技術普及指導所せたな支所  
檜山管内水産振興対策協議会

### (1) 目的

北海道日本海では、1996年から2007年までの12年間、ニシン資源増大プロジェクト研究が石狩湾系群を対象として同系群の生息域である後志北部から宗谷までの日本海北部海域で実施され、人工種苗の放流効果については放流適サイズの解明や回収率の算定などの一定の成果をあげた。現在は、同海域で人工種苗放流が事業化されている。一方、日本海南部海域(後志南部・檜山)では、ニシンの漁獲はわずかであり、資源増大に対する要望が非常に強い。

本研究では日本海南部海域(檜山～後志南部)における放流効果について調査するとともに、海域に適した資源増大対策のための放流技術や放流効果を明らかにすることを目的とする。

なお、本報告書の内容は2021年1月～12月に標本採取した分であり、2022年1月～3月については次年度報告する。

### (2) 経過の概要

#### ア 系群判別及び放流種苗標識

##### (ア) 系群判別

石狩湾から檜山にかけて漁獲物や調査により3,640個体の成魚のサンプルを得た(表1)。系群判別のためにそのうち7回のサンプルの脊椎骨数を計数した。

##### (イ) 放流種苗標識

日本海へ放流された人工種苗のうち、試験放流である檜山海域及び後志南部海域への放流種苗についてはアリザリン・コンプレクソン(ALC)標識を付けた。標識は、育成水槽を止水後、ALCを溶解したアルカリ性水溶液を入れて所定の時間浸漬した後に給水を再開することで実施した。浸漬濃度と時間は、0日齢標識は20 ppmで24時間、78日齢及び85日齢標識は8 ppmで8時間実施した。

檜山管内水産振興対策協議会の事業として公益社団

法人北海道栽培漁業振興公社瀬棚事業所(以下、瀬棚事業所)が受託生産し、檜山海域に放流するニシン種苗にALC標識を施す技術指導を行った。なお、後志南部海域に試験放流された種苗へのALC標識については、後志南部地域ニシン資源対策協議会(以下、後志南部協議会)からの受託研究(本書Ⅱ.15)で実施した。

#### イ 中間育成効果検証試験

上ノ国町小砂子で中間育成を行った。中間育成試験用の種苗10万尾には5月17日に78日齢でALC標識を行った。これを5月21日に上ノ国町小砂子の生け簀へ搬入して中間育成を行い、6月3日に協議会が実施している直接放流5.7万尾の放流と同日に放流した。中間育成中に5月25日の夕方から5月28日の朝まで試験的に3日分の給餌を行わず、飢餓による影響について試験を行った。

中間育成中および放流後の再捕魚について全長、体重の測定のほか、一部についてトリグリセリド濃度(TG濃度)の分析を行った。さらに一部は胃内容物の分析を(株)日本海洋生物研究所に委託した。

#### ウ 飢餓耐性試験(餌料の魚油添加効果)

当初は中間育成の飢餓耐性への効果を検討する試験として計画したが、比較に準備した2群の間に全長・体重とも有意な差が生じたため、その原因と考えられる餌料への魚油添加効果の検討試験へ目的を変更して実施した。

後志南部放流用の種苗を試験に使用した。魚油添加なし群は5月25日に栽培公社瀬棚事業所から中央水産試験場へ種苗を輸送して飼育を開始した。餌料はEXます3号(日本農産)を使用した。魚油添加あり群は瀬棚事業所でEXます3号20 kgにフィードオイル(植田製油)を2～3 L添加したものを使用した。この種苗を6月10日に中央水産試験場に輸送した。同日に両群をそれぞれ200 Lパンライト水槽に100尾以上入れて

無給餌・かけ流しで飼育を開始した。6月11日に死亡していたものを取り除き、この時点で生きている稚魚を100%として試験を開始した。可能な限り毎日、死亡魚を計数しながら取り除き、全数死亡まで試験を行った。

## エ 放流回帰調査

### (ア) 後志南部海域

後志南部協議会と共同で放流回帰調査を実施した。岩内港湾内での刺し網調査により採集したニシン成魚と寿都町の漁獲物(表1)の耳石を採取し、ALC標識の確認を行った。

### (イ) 桧山海域

桧山海域で採集した採卵親魚および漁獲物サンプル(桧山管内水産振興協議会購入:表1)について耳石を採取し、ALC標識の有無を確認した。

## (3) 得られた結果

### ア 系群判別及び放流種苗標識

#### (ア) 系群判別

表2に脊椎骨数の計数結果を示した(採集データは表1参照)。調査した標本の平均脊椎骨数は、3月26日の江差を除き4月7日以前は石狩湾系群の特徴の54.4以上であった。4月13日以降の標本はそれ以前のものに比べて平均脊椎骨数が少なく、かつ、54本が最も多いなどの違いも見られた。これらの特徴から前半のものは石狩湾系群、後半の寿都のものは北海道サハリン系群、江差のものは桧山・津軽海峡系群と判断した。

### (イ) 放流種苗標識

日本海沿岸で行った標識種苗一覧を表3に示す。耳石への染色状況が良好なことから、翌日までの死亡個体がほとんどないことを確認した。

後志南部海域については、公社瀬棚事業所で育成中の、後志南部で放流するニシン種苗ロット40万尾を2021年5月25日(85日齢)に標識した(このALC標識は受託研究で実施、詳細は本書「II. 15」を参照)。

桧山海域については、栽培公社瀬棚事業所が育成中の全種苗に0日齢で標識した。そのうち江差町で放流する種苗ロット16.6万尾については、栽培公社瀬棚事業所で2021年5月25日に85日齢でも標識した(二重標識)。さらに中間育成効果試験用の種苗10万尾について水試が5月17日に78日齢標識を実施した。

### イ 中間育成効果検証試験

中間育成群の上ノ国町小砂子への搬入から放流1日後まで、および直接放流群の搬入から放流1日後までの全長と体重の推移を図1、図2に、TG濃度とニシン稚魚が摂餌したカイアシ類の個体数を図3、図4に示す。中間育成群は5月25日夕方から28日朝まで無給餌で飼育した。その間に稚魚の死亡はほとんど発生せず、稚魚の状態も良好であった。全長や体重に顕著な影響は見られなかったが、TG濃度は5月28日に減少しており無給餌による影響と考えられる。

無給餌により飢餓状態にすることで環境中のカイアシ類などの摂餌を行うか検証したが、5月28日の標本ではほとんど摂餌が見られなかった。

表1 2021年採集ニシン成魚標本一覧

海域	漁獲場所	採集年-月-日	漁法	調査等	平均尾叉長 (mm)	標本個体数	
						耳石	脊椎骨
後志南部	寿都	2021-02-12	底建て網	漁獲物	-	213	-
	岩内	2021-02-12	刺し網(特採)	刺し網調査	289	398	-
	岩内	2021-02-15	刺し網(特採)	刺し網調査	300	647	-
	岩内	2021-03-05	刺し網(特採)	刺し網調査	289	671	42
	泊	2021-04-07	定置網	漁獲物	303	50	50
	寿都	2021-04-13	-	町提供	283	50	22
	寿都	2021-04-14	底建て網	漁獲物	294	73	58
桧山	江差	2021-01-27	刺し網等	漁獲物	299	53	-
	江差	2021-02-12	刺し網等	漁獲物	292	629	-
	江差	2021-02-15	刺し網等	漁獲物	292	702	47
	江差	2021-03-09	刺し網等	漁獲物	298	33	-
	江差	2021-03-26	刺し網等	漁獲物	-	34	28
	江差	2021-04-23	刺し網等	漁獲物	280	2	-
	江差	2021-05-05	刺し網等	漁獲物	-	76	54
	江差	2021-05-07	刺し網等	漁獲物	262	9	-

ウ 飢餓耐性試験 (餌料の魚油添加効果)

魚油添加あり群と魚油添加なし群の試験開始時 (6月11日) の全長と体重を図5, 図6に示す。16日間の飼育履歴の差の間に全長, 体重とも有意差が見られた (t検定:  $p < 0.05$ )。無給餌飼育による両群の生残率の変化について図7に示す。魚油添加なし群は10日目頃から急速に死亡が増加したが, 魚油添加あり群では16日目頃まで日々の死亡はわずかだった。魚油添加なし群とあり群の半数死亡および全数死亡までの日数はそれぞれ半数死亡が14日と28日, 全数死亡が32日と40日で, 魚油添加群の飢餓耐性が高いことが確認された。

エ 放流回帰調査

(ア) 後志南部海域

2021年2月~4月に後志南部 (泊, 岩内および寿都) のニシンから採取した耳石2,102個体 (表1) について蛍光顕微鏡 (G及びB励起光) で検鏡した結果,

ALC標識はなかった。

(イ) 桧山海域

2021年1月~5月に桧山 (江差) のニシンから採取した耳石1,538個体 (表1) について (ア) と同様に検鏡した結果, ALC標識は見つからなかった。

表2 ニシン標本脊椎骨数計数結果 (2021年)

場所	採集年月日	個体数	脊椎骨数/個体数						
			平均値	52	53	54	55	56	57
江差	2021/2/15	47	54.53	1	2	18	23	3	
岩内	2021/3/5	42	54.57		1	19	19	3	
江差	2021/3/26	28	54.37	1		14	12	1	
泊	2021/4/7	50	54.68			21	24	5	
寿都	2021/4/13	22	54.14		4	12	5	1	
寿都	2021/4/14	58	54.08	1	5	40	12		
江差	2021/5/5	54	54.00	4	11	21	17	1	

表3 北海道日本海沿岸でALC標識放流したニシン種苗一覧 (2021年)

海域	親魚採集場所	採卵年月日	生産施設	ALC染色		種苗放流 (配布)	
				0日齢	放流前 (日齢)	場所	尾数<千尾>
後志南部	寿都・岩内	2021-02-12	公社瀬棚	—	2021-05-25 (85)	泊 寿都	300 100
桧山	江差	2021-2-12・15	公社瀬棚	○	2021-05-25 (85)	江差	166
				○	—	せたな・奥尻・八雲 (熊石)・乙部・上ノ国	834
				○	2021-05-17 (78)	水試中間育成試験 (上ノ国町小砂子)	100

※公社: 北海道栽培漁業振興公社。場所: 市町村名, 八雲町は熊石地区

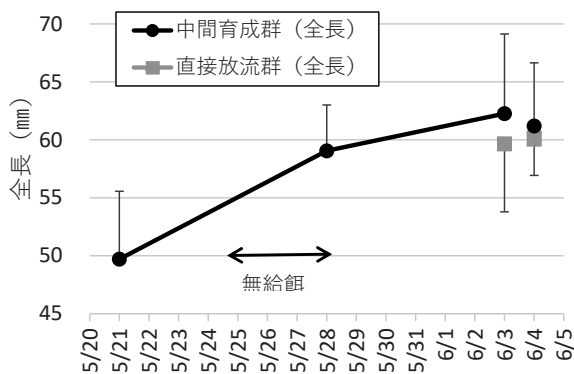


図1 中間育成群および直接放流群の全長の推移

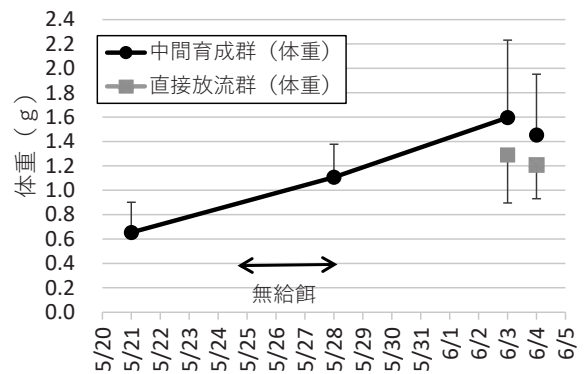


図2 中間育成群および直接放流群の体重の推移

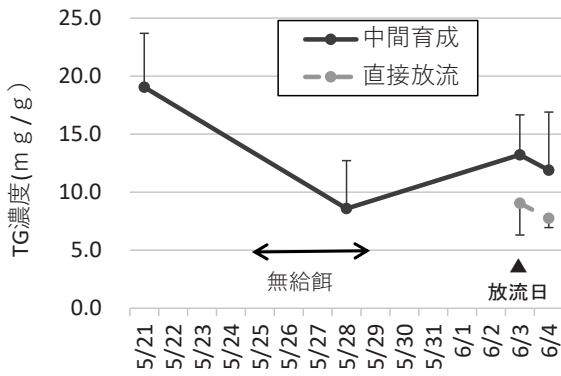


図3 中間育成群および直接放流群のトリグリセリド (TG) 濃度の推移

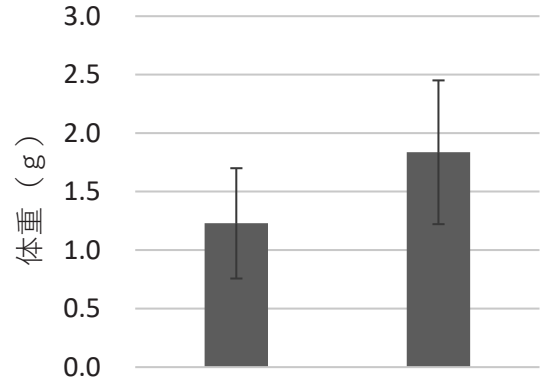


図6 試験開始時の魚油添加なし群と魚油添加あり群の体重の比較

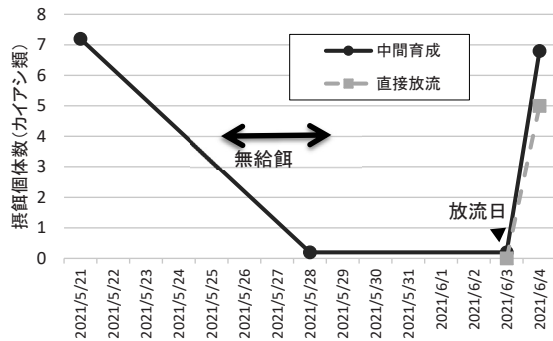


図4 中間育成群および直接放流群のカイアシ類摂餌個体数の推移

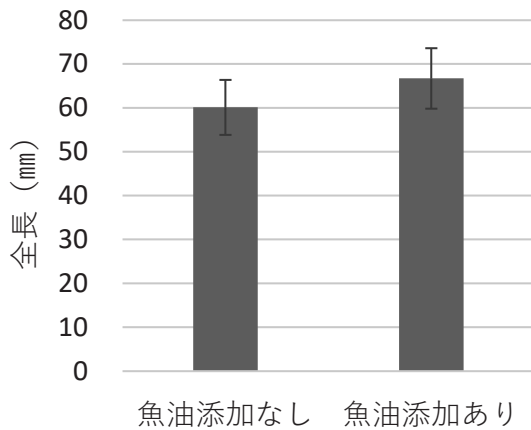


図5 試験開始時の魚油添加なし群と魚油添加あり群の全長の比較

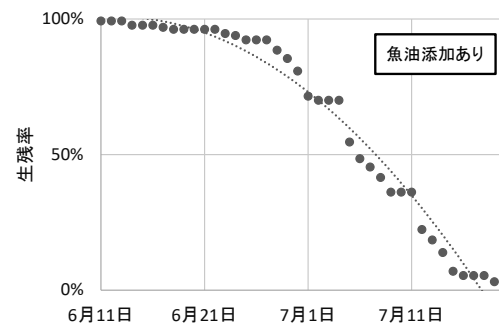
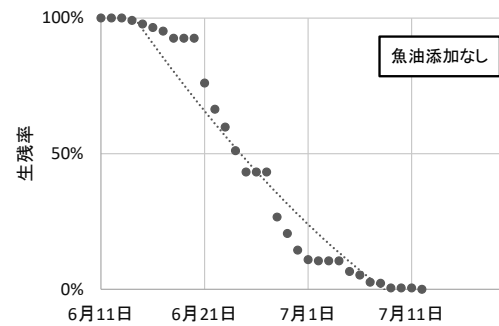


図7 無給餌飼育による魚油添加なし群と魚油添加あり群の生存率の変化 (上: 魚油添加なし, 下: 魚油添加あり)



## 5. 栽培漁業技術開発調査(経常研究)

### 5.1 ヒラメ放流基礎調査

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 吉村圭三

#### (1) 目的

1996年度に北海道日本海海域において年間200万尾規模のヒラメ放流事業が開始された。本研究は市場調査に基づき放流効果を把握するとともに、放流技術の高度化を図るための基礎知見を収集することを目的とする。

#### (2) 経過の概要

##### ア 放流データの収集

ヒラメ放流事業は本道日本海海域を北部海域(稚内市～積丹町)および南部海域(神恵内村～函館市)に区分し実施されていることから、放流効果の解析についても北部海域、南部海域それぞれについて行った。

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)が集計した資料を用いた。放流種苗の無眼側黒化状況は水産技術普及指導所による調査結果を用いた。無眼側黒化の基準は次のとおり。

区分1: 全く黒斑が確認されないか、熟練しないと見落とす可能性のあるもの

区分2: 1～2mm程度の黒斑が1から2個、又はごく少量の薄い黒斑が見られ、成長と共に消失または見落とす可能性のあるもの

区分3: 上記以外のもので、漁獲サイズに至っても黒斑が残ると思われるもの

##### イ 放流効果の解析

2020年市場調査についても、2019年に導入した新しい解析方法を用いて解析を行った。

##### (ア) 日本海北部海域

栽培公社が集計した市場調査(28市場中の6市場: 2019年1～12月)データを用いた。市場調査では計1,926尾のヒラメ標本測定値(全長または体重、無眼側黒化の有無)が得られた。これらの全長または体重から年齢を推定し、天然魚および放流魚の年齢別標本尾数を得た。これらに上期(1～7月)、下期(8～12月)別の年齢別平均体重(中央水試資源管理部資料)を乗じて標本合計重量を求め、これと2020年の日本海北部海域ヒラメ漁獲量(北海道漁業生産高報告)との比率から、同海域の総漁獲尾数を推定した。得られた

総漁獲尾数と天然魚および放流魚の標本年齢組成から、放流魚の年齢別漁獲尾数および漁獲量を算出した。さらに放流魚の漁獲量に同海域の2020年平均単価(北海道水産現勢)を乗じ、放流魚の水揚げ金額を算出した。なお、人工種苗には無眼側黒化が観察されない個体もあることから、各放流年の人工種苗の無眼側黒化状況に基づいて当該年齢の放流魚漁獲尾数を補正した。

##### (イ) 日本海南部海域

ひやま漁協の2020年ヒラメ水揚げ電算データ約15,000件(5支所分、1～12月)を用いた。このうち1件に複数尾分の重量が記載されたものでは平均重量を算出し、総計97,890尾の銘柄別重量データを得た。放流魚は銘柄名称に「パンダ」を含むものとした。各個体の重量から年齢を推定し、天然魚および放流魚の年齢別標本尾数を得た。ひやま漁協5支所の漁獲量と2020年の日本海南部海域ヒラメ漁獲量(北海道水産現勢)との比率から、同海域の総漁獲尾数を推定した。それ以降の解析は北部海域と同様に行った。

#### (3) 得られた結果

##### ア 放流データの収集

各放流年の日本海北部海域および南部海域で放流された人工種苗の無眼側黒化状況の推移を図1に示した。両海域ともに概ね80%以上の人工種苗で区分2以上の無眼側黒化が認められる年が多かったが、2018年以降、両海域ともに区分1が顕著に増加し、特に2018年および2019年の日本海南部海域では約90%以上が区分1となった(図1)。これまで区分1の個体は市場では天然魚として扱われると想定してきたことから、区分1が多い放流群が漁獲加入すると、市場における当該年齢の無眼側黒化個体の確認数が大幅に減少すると予想される。しかし、2019年および2020年の市場調査および水揚げ電算データをみると1、2歳(2018年および2019年放流)に相当するサイズの無眼側黒化個体または「パンダ」が例年と同様に多数確認されていることから、人工種苗の無眼側黒化状況は漁獲時の判別可能性に必ずしも直結しない可能性がある。従って、これまで行ってきた区分1の比率に基づく漁獲回収尾数の

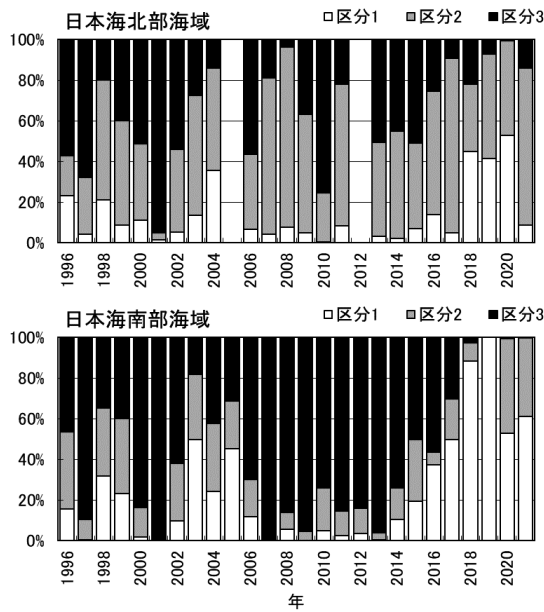


図1 ヒラメ人工種苗の無眼側黒化状況の推移  
上：日本海北部海域，下：日本海南部海域  
黒化区分については本文を参照

表1 日本海北部および南部海域におけるヒラメ無眼側黒化個体の混入率（黒化率補正なし）

調査年	日本海北部海域			日本海南部海域		
	黒化尾数	調査尾数	混入率(%)	黒化尾数	調査尾数	混入率(%)
1996	130	3,946	3.3	527	4,429	11.9
1997	193	5,369	3.6	548	4,564	12.0
1998	206	15,823	1.3	534	10,084	5.3
1999	522	23,726	2.2	514	5,526	9.3
2000	814	12,526	6.5	1,108	14,020	7.9
2001	1,136	8,235	13.8	1,326	14,899	8.9
2002	523	7,697	6.8	933	9,238	10.1
2003	427	9,930	4.3	705	6,710	10.5
2004	438	8,942	4.9	908	7,500	12.1
2005	525	6,820	7.7	561	4,925	11.4
2006	312	2,226	14.0	213	2,370	9.0
2007	298	3,681	8.1	228	3,872	5.9
2008	378	4,905	7.7	278	3,477	8.0
2009	482	4,682	10.3	269	2,961	9.1
2010	286	3,219	8.9	139	2,620	5.3
2011	352	5,777	6.1	109	2,432	4.5
2012	383	6,603	5.8	27	1,587	1.7
2013	511	6,307	8.1	54	3,151	1.7
2014	76	5,949	1.3	27	1,258	2.1
2015	51	2,039	2.5	33	887	3.7
2016	106	2,471	4.3	19	323	5.9
2017	154	2,016	7.6	29	546	5.3
2018	121	2,663	4.5	2,812	50,323	5.6
2019	176	2,999	5.9	3,123	65,054	4.8
2020	68	1,926	3.5	2,753	97,890	2.8

補正を2018年以降の放流群にも適用すると、それらの放流効果を過大に評価する危険があると考えられる。個体の成長に伴う無眼側黒化の変化や判別可能性に関しては、今後、既往知見の精査や飼育、放流試験等により明らかにする必要がある。

## イ 放流効果の解析

### (ア) 無眼側黒化個体の混入率

表1に日本海北部および南部海域における無眼側黒化個体の混入率を示す。人工種苗の無眼側黒化状況に基づく補正は行っていない。また日本海南部海域では2018年以降、それまでの市場調査データの混入率からひやま漁協の電算データにおける混入率に変更している。

両海域における1996～2020年の無眼側黒化個体混入率は1%台から14%の範囲で変動し、日本海北部海域で平均6.1%、日本海南部海域で平均7.0%であった(表1)。

### (イ) 放流効果の推定

表2に調査年別の放流魚漁獲回収尾数、重量および金額について、表3に放流群(年級)別の年齢別回収尾数および累積回収率について、1996～2020年の解析結果を示す。2020年の回収重量および金額は、日本海北部海域で8.4トンおよび617万円、日本海南部海域で42.4トンおよび2,682万円と推定された(表2)。また、6歳までの漁獲回収が終了した2014年放流群の累積回収率は日本海北部海域で0.81%、南部海域で1.09%となった(表3)。

近年、市場調査の測定頻度や尾数が減少し、これまでの方法(北田1991)の適用が困難になったため、2018年以降、解析手法の再検討を行っているところである。ひやま漁協のように無眼側黒化個体を区別した水揚げ電算データが利用可能であれば解析精度の大幅な向上が期待できるが、現状ではこのような地区は限られている。このため、2019年および2020年調査では暫定的に市場調査データと漁獲統計を利用した一般的な引き延ばし法を適用した。ただし、同手法は精度(推定誤差の大きさ)の評価が困難であること、地区や時期による偏りに影響されやすいことなどの問題点がすでに指摘されているため(北田1991)、今後は既往の放流効果推定結果との相互検証等を通じてこれらの問題点の影響を見極め、その上で改めて現場の実態に即した精度の高い放流効果推定方法を確立する必要がある。

2016年以降、放流サイズの小型化(それまでの全長80mmを50mmへ)および放流尾数の段階的削減(計220万尾を132万尾へ)が実施され、放流効果への影響が注目されている。中央水産試験場ではこれまでと同様に、栽培漁業技術開発調査「持続的なヒラメ栽培漁業成立に向けた調査研究(R4～8年度)」において、放流魚の判別手法、放流効果調査手法の再検討および放流効果の解明に取り組む予定である。

表2 日本海北部および南部海域における調査年別の年齢別回収尾数, 重量および金額 (1996~2020年)

市場調査年	水域	放流尾数	体重 (kg)						回収重量 トン	平均単価 円/kg	回収金額 万円
			0.30 回収年齢 1歳	0.60 2歳	1.10 3歳	1.70 4歳	2.30 5歳	3.10 6歳以上			
1996 (H8)	日本海北部	1,149,000							0	1,739	0
	日本海南部	1,561,000							0	2,332	0
1997 (H9)	日本海北部	1,140,000	0						0	1,604	0
	日本海南部	1,151,000	543						0	2,062	34
1998 (H10)	日本海北部	1,325,000	367	2,930					2	1,297	242
	日本海南部	1,152,000	2,210	15,892					10	1,803	1,839
1999 (H11)	日本海北部	1,393,000	329	3,664	2,247				5	1,241	592
	日本海南部	1,247,000	3,155	23,856	10,109				26	1,521	4,012
2000 (H12)	日本海北部	1,133,000	1,020	14,422	5,758	1,087			17	1,250	2,142
	日本海南部	1,136,000	799	20,115	6,012	1,857			22	1,574	3,476
2001 (H13)	日本海北部	855,000	1,170	13,929	6,847	1,076	314		19	1,508	2,834
	日本海南部	691,000	8,856	24,798	8,499	1,456	721		31	1,497	4,643
2002 (H14)	日本海北部	1,287,000	1,615	9,878	4,112	1,082	2,542	0	19	1,495	2,784
	日本海南部	1,481,000	2,259	10,829	6,371	2,966	1,310	1,257	26	1,462	3,821
2003 (H15)	日本海北部	1,227,000	392	6,162	5,534	2,054	330	326	15	1,194	1,810
	日本海南部	1,302,000	1,209	13,117	10,292	5,772	3,149	1,332	41	1,390	5,661
2004 (H16)	日本海北部	1,219,000	560	9,020	6,074	1,758	421	234	17	1,181	2,001
	日本海南部	1,123,000	1,686	20,719	11,251	2,518	1,369	1,713	38	1,447	5,507
2005 (H17)	日本海北部	未放流	93	4,418	7,141	3,464	282	66	17	1,213	2,096
	日本海南部	1,158,000	0	8,101	7,529	2,742	877	634	22	1,421	3,097
2006 (H18)	日本海北部	1,308,000	未放流	10,554	6,125	1,580	96	80	16	1,155	1,873
	日本海南部	1,149,000	874	8,354	9,427	2,862	633	546	24	1,199	2,836
2007 (H19)	日本海北部	1,100,000	2,774	未放流	12,109	3,675	927	116	24	966	2,291
	日本海南部	689,000	0	7,336	5,557	4,354	1,264	335	22	1,172	2,562
2008 (H20)	日本海北部	1,202,000	143	11,109	未放流	5,662	505	219	18	1,028	1,869
	日本海南部	1,553,000	0	11,779	10,155	3,367	3,795	1,109	36	1,343	4,852
2009 (H21)	日本海北部	900,000	234	4,924	7,737	未放流	2,861	255	19	1,093	2,067
	日本海南部	1,002,000	461	6,794	13,495	6,943	2,923	1,310	42	1,043	4,344
2010 (H22)	日本海北部	495,060	36	5,087	5,027	2,864	未放流	608	15	790	1,213
	日本海南部	581,310	0	6,385	5,790	3,046	1,298	254	19	857	1,641
2011 (H23)	日本海北部	1,211,000	192	4,339	5,065	1,168	262	未放流	11	763	826
	日本海南部	1,100,000	63	3,772	5,745	1,376	1,636	1,314	19	993	1,865
2012 (H24)	日本海北部	未放流	123	4,040	3,660	1,377	27	340	10	780	776
	日本海南部	1,100,000	444	3,451	2,897	509	104	233	7	948	684
2013 (H25)	日本海北部	1,210,000	未放流	4,336	1,341	457	98	99	5	842	453
	日本海南部	1,100,000	257	6,424	5,467	2,366	699	236	16	791	1,290
2014 (H26)	日本海北部	1,100,000	501	未放流	5,108	351	81	0	7	709	465
	日本海南部	1,100,000	559	4,432	3,808	1,311	441	231	11	750	823
2015 (H27)	日本海北部	1,100,000	0	5,720	未放流	2,352	0	0	10	865	890
	日本海南部	1,100,000	0	3,752	6,820	2,029	805	0	15	826	1,243
2016 (H28)	日本海北部	1,100,000	0	1,901	2,454	未放流	396	91	5	854	430
	日本海南部	559,000	251	2,948	2,245	2,286	394	381	10	1,075	1,119
2017 (H29)	日本海北部	1,100,000	37	3,534	1,078	502	未放流	90	4	920	409
	日本海南部	1,320,000	11	3,230	1,631	2,748	423	257	10	905	921
2018 (H30)	日本海北部	880,000	303	2,060	1,798	989	706		7	810	535
	日本海南部	880,000	2,600	11,355	6,433	3,370	2,080		23	935	2,171
2019 (R1)	日本海北部	880,000	880	3,615	8,806	5,877	4,218	2,088	26	740	1,958
	日本海南部	880,000	10,877	9,847	9,298	4,521	2,509	1,403	32	832	2,629
2020 (R2)	日本海北部	660,000	398	2,184	2,104	1,639	1,332	681	8	730	617
	日本海南部	660,000	7,848	27,131	9,313	4,487	2,340	1,554	42	632	2,682

(4) 引用文献

- 1) 北田修一: 標識再捕に基づく種苗放流効果の評価に関する統計学的研究栽培資源調査検討資料, 6, 1-96 (1991)

表3 日本海北部および南部海域における放流年別の年齢別回収尾数および累積回収率  
(1996~2020年, 無眼側黒化区分2+3を標識率とし補正)

放流年級	水域	放流尾数	体重(kg)						標識率	回収率
			0.30	0.60	1.10	1.70	2.30	3.10		
			回収年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	%
1996 (H8)	日本海北部	1,149,000	0	2,930	2,247	1,087	314	0	0.77	0.57
	日本海南部	1,561,000	543	15,892	10,109	1,857	721	1,257	0.85	1.95
1997 (H9)	日本海北部	1,140,000	367	3,664	5,758	1,076	2,542	326	0.96	1.20
	日本海南部	1,151,000	2,210	23,856	6,012	1,456	1,310	1,332	1.00	3.14
1998 (H10)	日本海北部	1,325,000	329	14,422	6,847	1,082	330	234	0.79	1.75
	日本海南部	1,152,000	3,155	20,115	8,499	2,966	3,149	1,713	0.70	3.44
1999 (H11)	日本海北部	1,393,000	1,020	13,929	4,112	2,054	421	66	0.91	1.55
	日本海南部	1,247,000	799	24,798	6,371	5,772	1,369	634	0.77	3.19
2000 (H12)	日本海北部	1,133,000	1,170	9,878	5,534	1,758	282	80	0.89	1.65
	日本海南部	1,136,000	8,856	10,829	10,292	2,518	877	546	0.98	2.99
2001 (H13)	日本海北部	855,000	1,615	6,162	6,074	3,464	96	116	0.98	2.05
	日本海南部	691,000	2,259	13,117	11,251	2,742	633	335	1.00	4.39
2002 (H14)	日本海北部	1,287,000	392	9,020	7,141	1,580	927	219	0.95	1.50
	日本海南部	1,481,000	1,209	20,719	7,529	2,862	1,264	1,109	0.90	2.34
2003 (H15)	日本海北部	1,227,000	560	4,418	6,125	3,675	505	255	0.87	1.27
	日本海南部	1,302,000	1,686	8,101	9,427	4,354	3,795	1,310	0.50	2.20
2004 (H16)	日本海北部	1,219,000	93	10,554	12,109	5,662	2,861	608	0.63	2.62
	日本海南部	1,123,000	0	8,354	5,557	3,367	2,923	254	0.76	1.82
2005 (H17)	日本海北部	未放流	-	-	-	-	-	-	-	-
	日本海南部	1,158,000	874	7,336	10,155	6,943	1,298	1,314	0.55	2.41
2006 (H18)	日本海北部	1,308,000	2,774	11,109	7,737	2,864	262	340	0.93	1.92
	日本海南部	1,149,000	0	11,779	13,495	3,046	1,636	233	0.88	2.63
2007 (H19)	日本海北部	1,100,000	143	4,924	5,027	1,168	27	99	0.96	1.04
	日本海南部	689,000	0	6,794	5,790	1,376	104	236	1.00	2.08
2008 (H20)	日本海北部	1,202,000	234	5,087	5,065	1,377	98	0	0.92	0.99
	日本海南部	1,553,000	461	6,385	5,745	509	699	231	0.95	0.90
2009 (H21)	日本海北部	900,000	36	4,339	3,660	457	81	0	0.95	0.95
	日本海南部	1,002,000	0	3,772	2,897	2,366	441	0	1.00	0.95
2010 (H22)	日本海北部	495,060	192	4,040	1,341	351	0	91	1.00	1.21
	日本海南部	581,310	63	3,451	5,467	1,311	805	381	0.95	1.97
2011 (H23)	日本海北部	1,211,000	123	4,336	5,108	2,352	396	90	0.92	1.02
	日本海南部	1,100,000	444	6,424	3,808	2,029	394	257	0.97	1.21
2012 (H24)	日本海北部	未放流	-	-	-	-	-	-	-	-
	日本海南部	1,100,000	257	4,432	6,820	2,286	423		0.97	1.29
2013 (H25)	日本海北部	1,210,000	501	5,720	2,454	502	706	2,088	0.97	0.99
	日本海南部	1,100,000	559	3,752	2,245	2,748	2,080	1,403	0.99	1.16
2014 (H26)	日本海北部	1,100,000	0	1,901	1,078	989	4,218	681	0.97	0.81
	日本海南部	1,100,000	0	2,948	1,631	3,370	2,509	1,554	0.90	1.09
2015 (H27)	日本海北部	1,100,000	0	3,534	1,798	5,877	1,332		0.93	1.14
	日本海南部	1,100,000	251	3,230	6,433	4,521	2,340		0.81	1.52
2016 (H28)	日本海北部	1,100,000	37	2,060	8,806	1,639			0.86	1.14
	日本海南部	559,000	11	11,355	9,298	4,487			0.63	4.50
2017 (H29)	日本海北部	1,100,000	303	3,615	2,104				0.95	0.55
	日本海南部	1,320,000	2,600	9,847	9,313				0.50	1.65
2018 (H30)	日本海北部	880,000	880	2,184					0.55	0.35
	日本海南部	880,000	10,877	27,131					0.12	4.32
2019 (R1)	日本海北部	880,000	398						0.59	0.05
	日本海南部	880,000	7,848						0.10	0.89
2020 (R2)	日本海北部	660,000								0.00
	日本海南部	660,000								0.00

## 6. 磯焼け環境下におけるホソメコンブ群落の形成条件に関する研究 (経常研究)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 高谷義幸  
 水産工学グループ 金田友紀 三好晃治  
 資源管理部 海洋環境グループ 栗林貴範 西田芳則  
 釧路水産試験場 調査研究部 園木詩織  
 協力機関 北海道原子力環境センター 後志地区水産技術普及指導所

### (1) 目的

磯焼けの発生は、植食動物による食圧、母藻減少による遊走子供給不足、水温や栄養塩などの海洋環境とこれに付随して栄養塩フラックスとして影響を及ぼす海水流動が互いに関与して引き起こされると考えられる。しかし、それぞれの影響の大きさには年変動があり、このことが原因の解明を困難にしている。また、海水流動には気象条件や沿岸地形が影響するため、場所毎の詳細な検討も必要である。本研究では、磯焼け環境下でのコンブ群落の形成とそれに関わる環境諸要因の関係について、海洋構造等のマクロ視点での検証と沿岸の地形なども考慮したミクロ視点での検証を組み合わせ、コンブ群落形成阻害要因の解明に迫るとともに、対象海域の条件を考慮した磯焼け対策適応マップの作成に向けた基礎資料を得る。

### (2) 経過の概要

#### ア 春季群落の形成状況および生物的環境条件

積丹半島周辺における過去の春季コンブ群落形成状況を調べ、半島の西側、北側および東側での調査定点候補地を選定した。

#### イ 群落形成に影響を及ぼす物理的環境条件

物理環境のうち流動環境がホソメコンブ群落の形成に及ぼす影響を評価するため、近年でホソメコンブの繁茂状況が特徴的(後述)であった2017年および2019年に遡って流動環境を推測する。今年度はそれに先立ち、各種データセットを整理するとともに、寿都町美谷における波浪実測値のある2006年11月~2007年1月および2007年11月~12月の流動環境を推測し、実測値との比較を行った。流動は、ホソメコンブや植食動物であるキタムラサキウニが生息する海底面における、波浪に起因する振動流速(以下、底面流速と称する)とした。

底面流速の推定フロー図を図1に示す。底面流速は、

任意地点の水深、波高、周期を変数として微小振幅波理論に従って算出した。任意地点の波高および周期は、解析対象海域よりも沖側における波浪(以下、沖波と称する)ならびに風の諸元を基に、波浪解析ソフト(SWAN, オランダ デルフト大学)により推定した。

解析対象海域の水深データは日本海洋データセンターが公開している日本近海の500 mメッシュ水深データを用いた。今後、詳細な解析を積丹半島周辺で実施する予定であるため、SWANの機能上、計算結果が不正確となる領域を考慮して小平町からせたな町までを解析対象範囲とした。沖波は国土交通省港湾局 全国港湾海洋波浪情報網リアルタイム ナウファスでの石狩湾新港における観測データを用いた。なお、石狩湾新港における観測点は水深が22.4 mと浅く、屈折や浅水変形の影響を受けている可能性があるため、これを取り除いた換算沖波を求め、解析に用いた。風の諸元は気象庁のGPV気象予報値を用いた。

解析期間はホソメコンブの生活史を考慮して流動環境が影響すると考えられる前年の11月から当該年の3月までとした。解析に用いるデータはそれぞれの期間内で、旬(1~10日, 11~20日, 21日~月末日)ごと

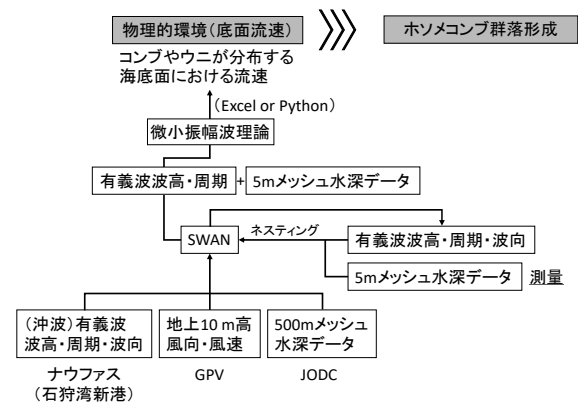


図1 物理的環境(底面流速)の推定フロー

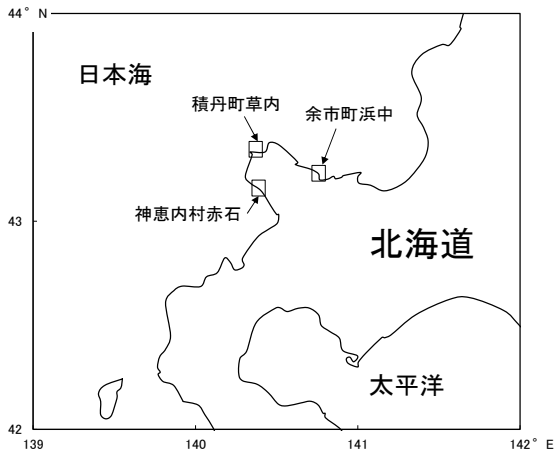


図2 調査定点の選定とコンブ群落変動

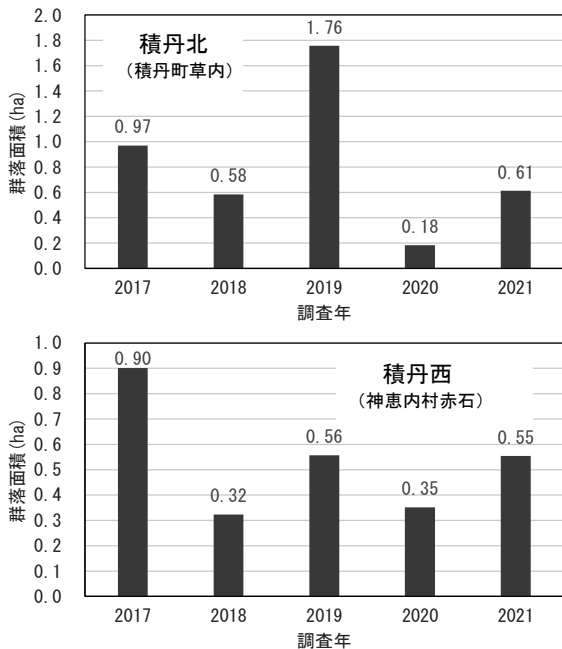


図3 コンブ群落面積の年変動

表1 SWANによる波浪場解析に用いた各種データセット

年	月	旬		有義波			換算沖波	GPV	
		開始日	終了日	波高(m)	周期(s)	主波向(°)	波高(m)	風速(m/s)	風向(°)
2006	11	22	30	1.50	6.2	315.6	1.55	9.4	329.8
2006	12	1	10	1.62	6.1	312.7	1.66	9.1	336.5
2006	12	11	20	1.11	5.4	312.7	1.12	8.3	348.8
2006	12	21	31	1.26	5.9	318.2	1.29	8.8	320.3
2007	1	1	10	1.74	6.2	317.9	1.80	10.2	334.7
2007	1	11	20	1.41	5.6	306.9	1.43	7.8	337.8
2007	11	1	10	0.95	5.1	310.2	0.96	8.5	342.6
2007	11	11	20	1.31	5.4	312.0	1.33	10.9	339.9
2007	11	21	30	1.89	6.6	311.3	1.97	11.4	349.5
2007	12	1	10	1.47	5.7	308.7	1.49	9.4	345.2

に平均した値とした。GPV気象予報値は解析対象とする積丹半島の沖、北緯43.5°～北緯44.0°、東経140.0°～東経140.5°の範囲の値を平均して用いた。

今年度は各種データをダウンロードし、データセットとして整理するとともに、2006年および2007年に寿都町美谷の水深5 m地点で実測した波高観測値とSWANによる波高推算値の比較を行った。なお、水深データで実測点に最も近いのは水深13.1 mの計算点であった。そこで波高は計測点から実測点までの間に浅水変形したと仮定し、浅水係数を別途計算して推算波高に乗じた。

### ウ 群落形成に影響を及ぼす化学的環境条件

本項目では、海洋観測データの解析から、広範囲の水温および栄養塩環境を推測し、コンブの群落規模との関連性を把握することで、群落規模に影響を及ぼす化学的環境条件を明らかにする。初年度は、直近5年間のうち、コンブの繁茂状況が特徴的(後述)であった2017年および2019年の群落規模について、表面水温および栄養塩濃度との関連性から比較、検証した。

### エ 群落形成に対する各種環境条件の影響評価

2017年から2021年に取得されたドローン空撮による積丹北(積丹町草内)と積丹西(神恵内町赤石)の沿岸に分布するコンブ群落の空撮画像をGIS(地理情報システム)上で整理した。データ整理の際、すべての調査で共通して撮影されていた範囲を調査範囲(積丹北4.67 ha、積丹西2.43 ha)とし、各年のコンブ群落面積を算出した。また、各年のコンブ群落分布状況を重ねることで5年間の群落変動の可視・定量化を試みた。

## (3) 得られた結果

### ア 春季群落の形成状況および生物的環境条件

コンブ群落形成状況の資料がある地点について、過

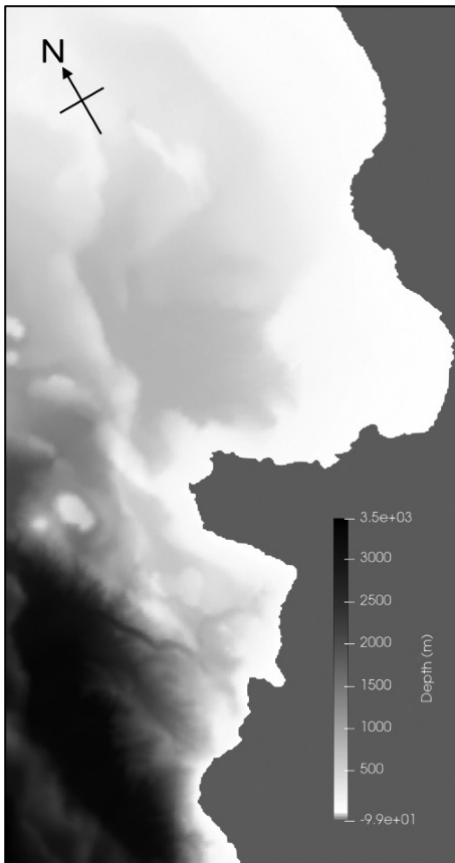


図4 解析対象領域の水深データ

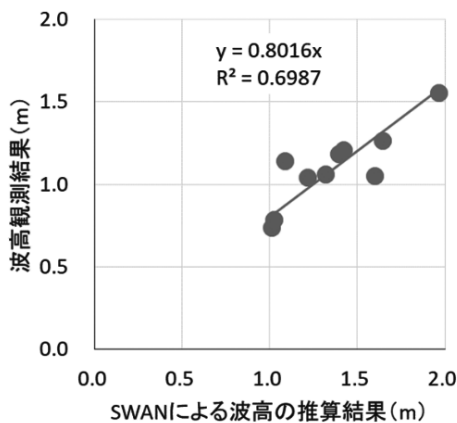


図5 SWANによる波高の推算結果と波高計による実測結果の比較

去データの精査, 今後の調査の実施可能性等を考慮して, 積丹半島の西側では神恵内村赤石地区 (以下, 積丹西), 北側では積丹町神岬町草内地区 (以下, 積丹北) を調査定点候補地として選定した。また, 積丹半島東側については小樽市忍路で継続的な群落調査が行われているが, 同湾は地形的に水平方向へのコンブ群落拡縮が少なく, 空撮による藻場面積計測では年変動を評

価しづらい。そのため, データ数は少ないが比較的各種条件を反映していると考えられる余市町浜中地区 (以下, 積丹東) を調査定点候補地として選定した (図2)。積丹西と積丹北における2017~2021年までの春季コンブ群落形成状況を図3に示した。積丹西は2017年, 2019年および2021年に良好な群落形成が見られ, とりわけ2017年に大きな群落が形成されていた。積丹北では, 2017年と2019年に良好な群落形成が見られたが, 両年の比較では2019年で広範な群落形成が見られた。このように, 過去5年間では, 2017年と2019年に広範囲にコンブ群落が形成された一方, 両年でも場所によって繁茂状況が異なっているという特徴があった。なお, 積丹東は, 2020年からの資料しかないため, 今後データを蓄積して解析していく予定である。

**イ 群落形成に影響を及ぼす物理的環境条件**

図4に解析対象領域の水深データを示す。なお, ナウファスのデータを整理したところ, 沖波は北を0°として時計回りに280°~320°の方向から来襲する頻度が最も高いことから, 解析領域の左の方向が300°となるよう回転させた。

表1に, 2006年および2007年におけるSWANによる波浪場解析に用いた各種データセットを示す。冬期間であることから換算沖波の波高が最大1.97 mと時化していたことがうかがえる。

図5に表1に示すデータセットでのSWANによる波高の推算結果と, 同時期に寿都町美谷における波高の観測結果との比較を示した。SWANによる推算結果が実測結果よりもやや大きい値となる傾向がみられ, 係数0.8を乗じることで実測値に近い値を算出できることがわかった。推算値と実測値の違いについては, 500 mの格子よりも小さな規模での微細な水深変化が影響した可能性がある。

**ウ 群落形成に影響を及ぼす化学的環境条件**

2016年秋季から2017年冬季にかけての積丹半島以北に位置する余市前浜の表面水温は, 秋季の時点で平年より非常に低い状態で推移した (図6)。積丹半島以南に位置する瀬棚沖 (J41: 42-30.15, 139-39.79) における2016年12月の表面水温および栄養塩 (硝酸態窒素) 濃度も, 9.9℃および3.3 μMと, 1988年以降の平均値+標準偏差 (12.0±1.3℃および2.4±0.8 μM) と比べて低水温・高栄養塩であった。このことから, 2016年秋季から2017年冬季にかけては, 早期の水温低下に伴う鉛直混合により, 早い段階で日本海表層の広域に栄養塩が供給され, このことが2017年のコンブ繁茂に寄与したと推察された。

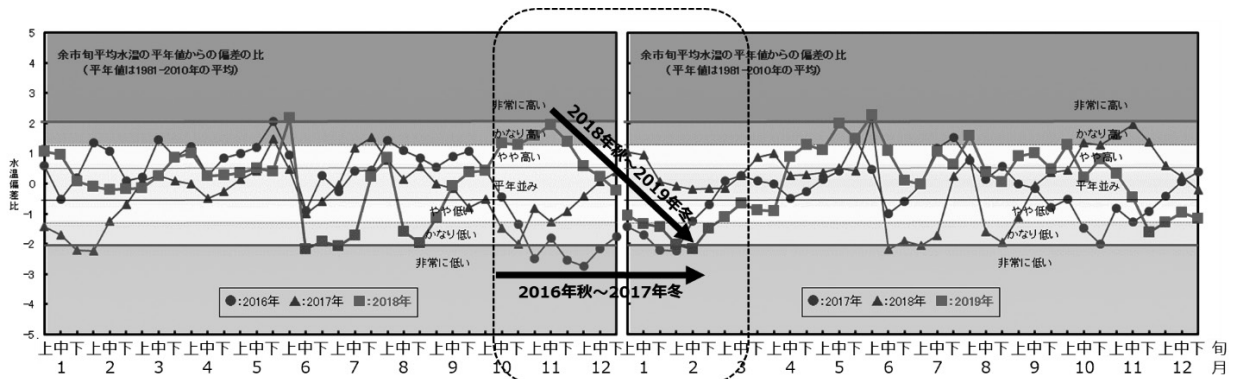


図6 余市前浜における2016~2019年にかけての旬平均表面水温（平均値からの偏差比）の変化

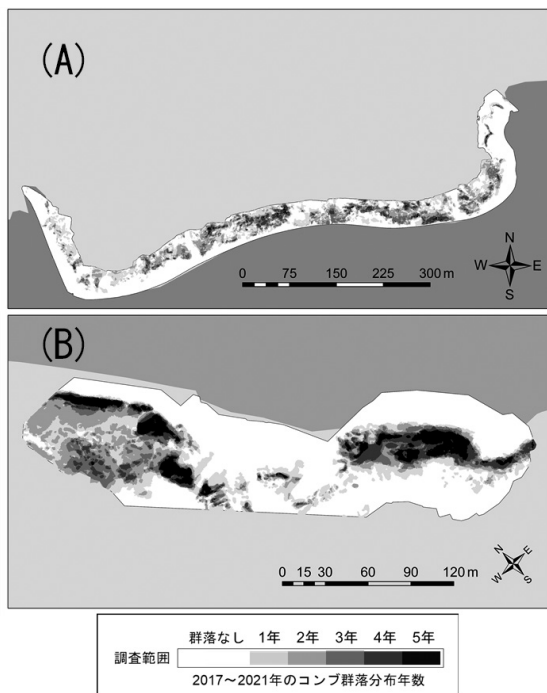


図7 各調査範囲における5年間のコンブ群落の分布域

黒線は調査範囲。白は群落なし。灰色～黒色のグラデーションが群落の分布範囲を示す。

(A)：積丹北，(B)：積丹西。

一方で、2018年秋季から2019年冬季にかけての余市前浜の表面水温は、秋季に平年よりかなり高い状態で推移し、瀬棚沖における2018年12月の表面水温および栄養塩（硝酸態窒素）濃度も、12.2℃および2.2 μMと、1988年以降の平均値+標準偏差（12.0±1.3℃および2.4±0.8 μM）と比べて高水温・低栄養塩であった。しかし、12月には急激に水温が低下し、12月中旬以降は平年よりも低水温となった。このような水温低下時期の遅れが2019年における積丹北と積丹西の繁茂量の違いに何らかの影響を及ぼした可能性が考えられること

から、今後、コンブ繁茂があまり良好でなかった年と比較して検討していく。

このように、コンブの群落規模には、栄養塩供給「時期」も関与し、早期の栄養塩供給はコンブの繁茂に寄与する可能性が示唆された。北海道日本海において、水温低下に伴う栄養塩供給には、貧栄養の対馬暖流が大きく関与すると考えられる。暖流の流量が少ないと栄養塩は多く供給されやすい。今後は、水温低下が起こる秋季から冬季にかけての暖流流量の評価と、設置型自記式記録計による水温連続観測から栄養塩供給規模の連続変化を推定し、コンブ繁茂との関連性を検討する予定である。

#### エ 群落形成に対する各種環境条件の影響評価

コンブ群落の面積は、積丹北を例とすると2019年に最大（1.75 ha）となったが、翌2020年には最小（0.18 ha）となるなど、各海域で年変動が観測された。各調査範囲における5年間のコンブ群落の分布域を集約した（図7）。5年間で一度でもコンブ群落が形成されていた範囲（コンブ群落形成ポテンシャルマップ）は、積丹北で2.17 ha（調査範囲の46.4%）、積丹西で1.09 ha（調査範囲の45.0%）であった。また、5年間連続でコンブ群落が形成されていた範囲の面積は、積丹北で0.02 ha（調査面積の0.4%、ポテンシャルマップの0.8%）積丹西で0.14 ha（調査範囲の5.8%、ポテンシャルマップの12.9%）であった。次年度以降に同様の調査で得られる空撮画像についても随時追加し、可視・定量化を実施する。また、ア～ウで得られた波浪、沿岸水温などの各種環境条件の地理的情報を集約し、コンブ群落と同様に可視化を実施する予定である。



## 7. 被覆網を用いたアサリ天然採苗稚貝の放流技術開発(経常研究)

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 三好晃治  
(主管水試: 釧路水産試験場 調査研究部)

### (1) 目的

全国のアサリ生産量が減少し続けているが、北海道の生産量は1,200トン程度で比較的安定しており、全国シェア3位となった。北海道におけるアサリの生産のほぼすべてが道東地域で、本事業の対象地域である根室の生産量は釧路に次いで第2位である。

根室湾中部漁協前浜の干潟では、採苗器によりアサリ天然種苗の効率的な収集が可能であるものの、これを放流しても波浪などで流出するため生産に結びつかないことが問題となっている。道外では被覆網が放流貝の着底や保護に利用されているが、漁場の地理的特性や放流貝のサイズによって網の規格や設置方法が異なるため、被覆網を利用するためにはそれらの検討が必要である。そこで本研究では、根室湾中部漁協前浜の干潟において、被覆網を用いた放流稚貝の定着率向上技術を開発することを目的とする。さらに、天然アサリ漁業者(春操業)が放流事業を行うにあたり、漁業サイクルに支障のない秋放流の可能性も明らかにする。

被覆網の効果には、設置期間の波浪状況が影響する可能性がある。また、波浪によって干潟の地形が変化することも考えられる。そこで中央水産試験場では、被覆網の効果を検証するために、波浪が被覆網に与える影響の評価や干潟の地形変化の把握を目的とした調査・解析を担当する。

### (2) 経過の概要

根室湾中部漁協前浜の被覆網試験実施場所(図1)では、試験場所の周囲で局所的な地形変化が生じている可能性が調査時に確認された。このような変化が波浪による浸食で生じた可能性があるため、これを検討する資料として、ドローン(Phantom4Advanced, DJI)による写真撮影から地形変化に関する情報が入手できるか試みた。

### (3) 得られた結果

ドローンで撮影した試験実施場所周辺の画像と水位差の関係から、各撮影日における等高線を描画した

(図2)。その結果、地形は定常的ではなく、毎月0~1mの範囲で干潟の地形が常に変化することが確認された。



図1 根室湾中部漁協前浜の被覆網試験実施場所

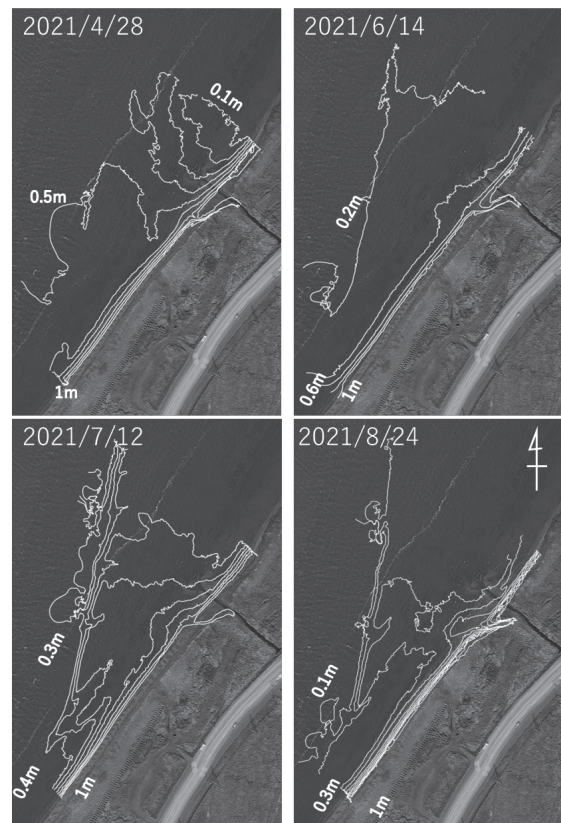


図2 試験実施場所における地形変化

## 8. 北海道西海岸とサハリン南西海岸における海洋環境とコンブ群落構造の関係解明(水産国際共同調査)(経常研究)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 川井唯史  
 資源管理部 海洋環境グループ 栗林貴範  
 稚内水産試験場 調査研究部 前田高志  
 協力機関 石狩地区水産技術普及指導所  
 後志地区水産技術普及指導所  
 寿都町産業振興課

### (1) 目的

北海道中西部、北部およびサハリン南西部日本海の各コンブ群落の環境を比較して、海洋環境とコンブ群落構造との関係を解明する。それにより、北海道北部日本海における2年目天然リシリコンブ資源の減少要因を特定する。

### (2) 経過の概要

#### ア 海洋環境調査

北海道中西部日本海におけるコンブ群落のうち、河川の影響が想定される場所(石狩市厚田地区)、想定されない場所(泊村泊地区)、両者の中間に位置する場所(神恵内村神恵内地区)を調査場所に設定した。調査時期はコンブ類の再生に影響を与える可能性が高い9~12月とした。調査項目は水温、塩分、栄養塩とした。水温と塩分は連続観測を行い、データロガーを利用した。栄養塩分析は毎月2回採水した試水で行った。

サハリン南西部の水温推移を把握するため、全ロシア漁業海洋学研究所サハリン支部(サフニコ)は、2021年6~10月、南西部に位置するヤブプロニーとボグダノビッチの表面水温を水温自記記録計で得た。

#### イ コンブ類生育状況調査

コンブ類の最大繁茂時期である初夏(厚田地区:6月9日、泊・神恵内地区:6月22日)に、各地区の定点で1/4 m<sup>2</sup>枠を用いた枠取り採取を行った。得られたコンブ類の湿重量と葉長、葉幅を測定した。なお日本海中西部では寿命が一年のホソメコンブが生育するが、石狩市厚田区厚田地区と寿都町磯谷地区では2年目まで生き残ることがあるリシリコンブが生育する。そのため、厚田地区で採取した藻体については、根状部の形状に基づき1年目または2年目に区別した。

サハリン南西部に生育するリシリコンブにおける光

合成量の指標となる炭素含量と栄養塩(窒素濃度)吸収の指標となる窒素含量を調べるため、サフニコは6月にヤブプロニーとボグダノビッチで2年目の藻体を採取し、中央水産試験場で窒素分と炭素分の含有比率を分析した。

#### ウ リシリコンブ分布調査

寿都町磯谷地区では2年目リシリコンブの分布する面積を求めるため、7月28日に潜水調査を行った。過去の調査結果、潜水前の船上からの観察、事前に実施したドローンでの撮影結果を参考にして、群落の中心点とみられた場所から沖方向、岸方向、海岸線沿いに各100 mの調査線を設置し、調査線10 m毎の枠取り調査(1/4 m<sup>2</sup>枠利用)と水深・底質の記録を行った。枠取りで得られたリシリコンブは根状部の形態から1年目と2年目の藻体を区別し、2年目藻体が出現した地点を結んだ範囲内を分布域と推定して面積を求めた。2年目リシリコンブが出現した枠取り地点では、2年目藻体の現存量と密度を求めた。

2年目リシリコンブの大きさを求めるため、枠取りで得られた2年目の藻体から10本を任意に選び、葉長・葉幅・葉重を測定した。

#### エ リシリコンブ資源量調査

既存の知見として寿都町磯谷地区では10月下旬~12月上旬に数回程度、海岸線にリシリコンブが大量に打ちあがるのが確かめられている。うちがったりシリコンブのうち利用可能な資源量を推定するため、10~12月の全日にわたりコンブの打ちあがりの有無を記録した。

### (3) 得られた結果

#### ア 海洋環境調査

北海道中西部日本海の水温は3地区で同様に推移したが、11月後半以降は泊・神恵内・厚田地区の順番で

水温が低くなった (図1)。神恵内の塩分は泊地区よりも低く推移した (図1)。なお厚田地区は機器欠損により塩分測定ができなかった。栄養塩濃度は、厚田地区と泊・神恵内地区で大きく異なった。厚田地区の硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) 濃度, アンモニウム態窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) 濃度, 溶存無機態窒素 ( $\text{DIN} = \text{NO}_2 + \text{NO}_3 + \text{NH}_4$ )

濃度, リン酸態リン ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) 濃度は、泊・神恵内地区の値を上回った (図1)。しかし、厚田地区の亜硝酸態窒素 ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) 濃度, ケイ酸態ケイ素 ( $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ) 濃度は、泊・神恵内地区の値と大差がみられなかった。

サハリンの水温データは未公表情報として中央水産試験場で保管中。

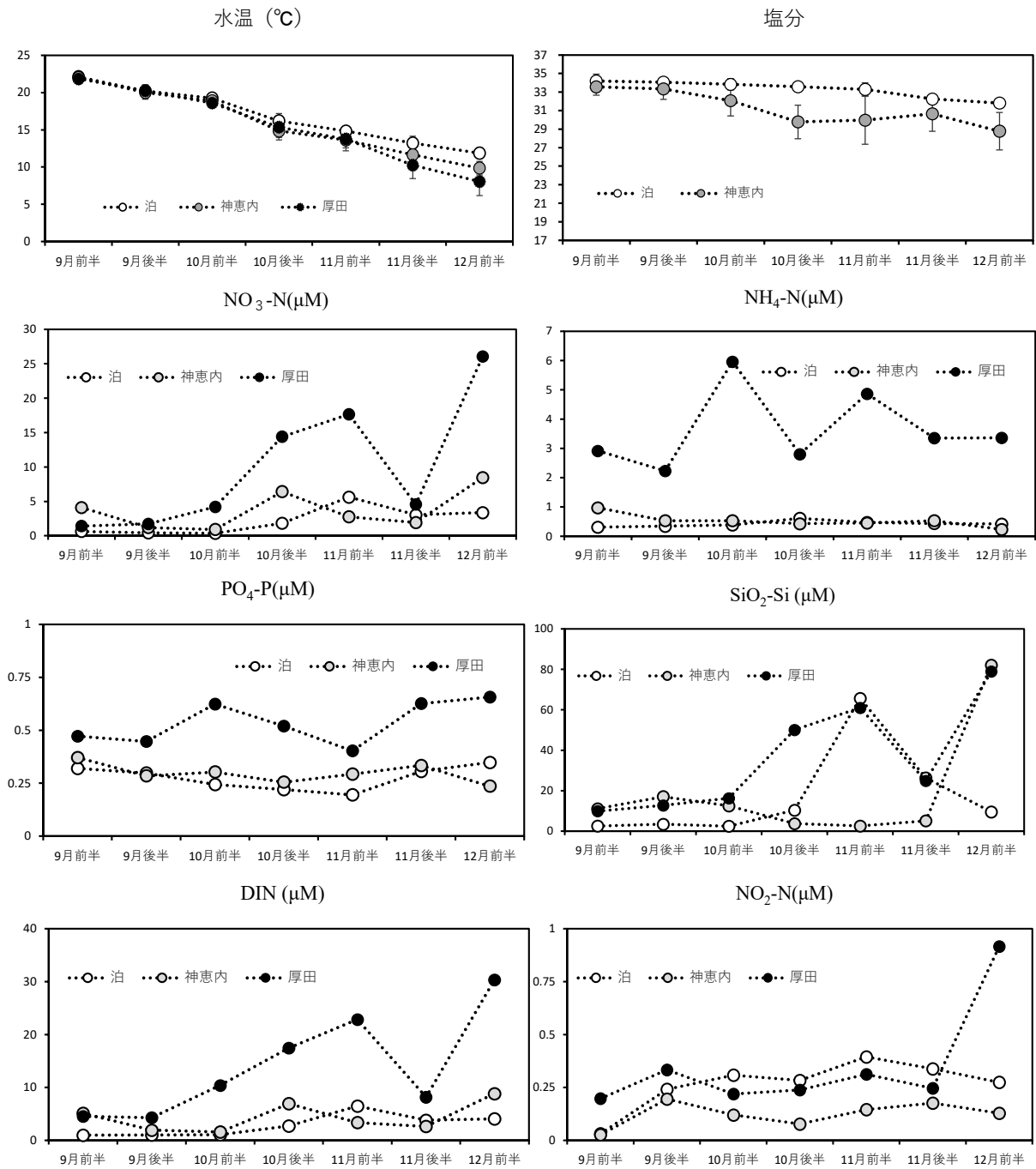


図1 調査地区における海洋環境の推移  
石狩市厚田地区の水温は石狩地区水産技術普及指導書提供の情報利用。

イ コンブ類生育状況調査

1年目藻体の密度は、厚田地区が最も高く神恵内と泊の順に続いた(図2)。厚田地区の2年目藻体は1本当たりの平均葉長は116.6 cm, 平均葉幅は6.8 cm, 平均湿重量は45.9 gで漁獲対象となるものであった。

サハリンのリシリコンブの炭素と窒素含有量の比率のデータは未公表情報として中央水産試験場で保管中。

ウ リシリコンブ分布調査

2年目のリシリコンブが出現した面積は約900 m<sup>2</sup>で

あった。この水深は7.6~8.5 mであり、底質はすべて岩盤であった。2年目リシリコンブが出現した地点の現存量の範囲は40.3~1984.2 g/m<sup>2</sup>であり、密度の範囲は1~21 本/m<sup>2</sup>であった。

得られた2年目リシリコンブの平均葉長は154.3 cm, 平均葉幅12.6 cmで、平均葉重は156.1 gであった

エ リシリコンブ資源量調査

調査期間中にリシリコンブの打ちあがりは無かった。

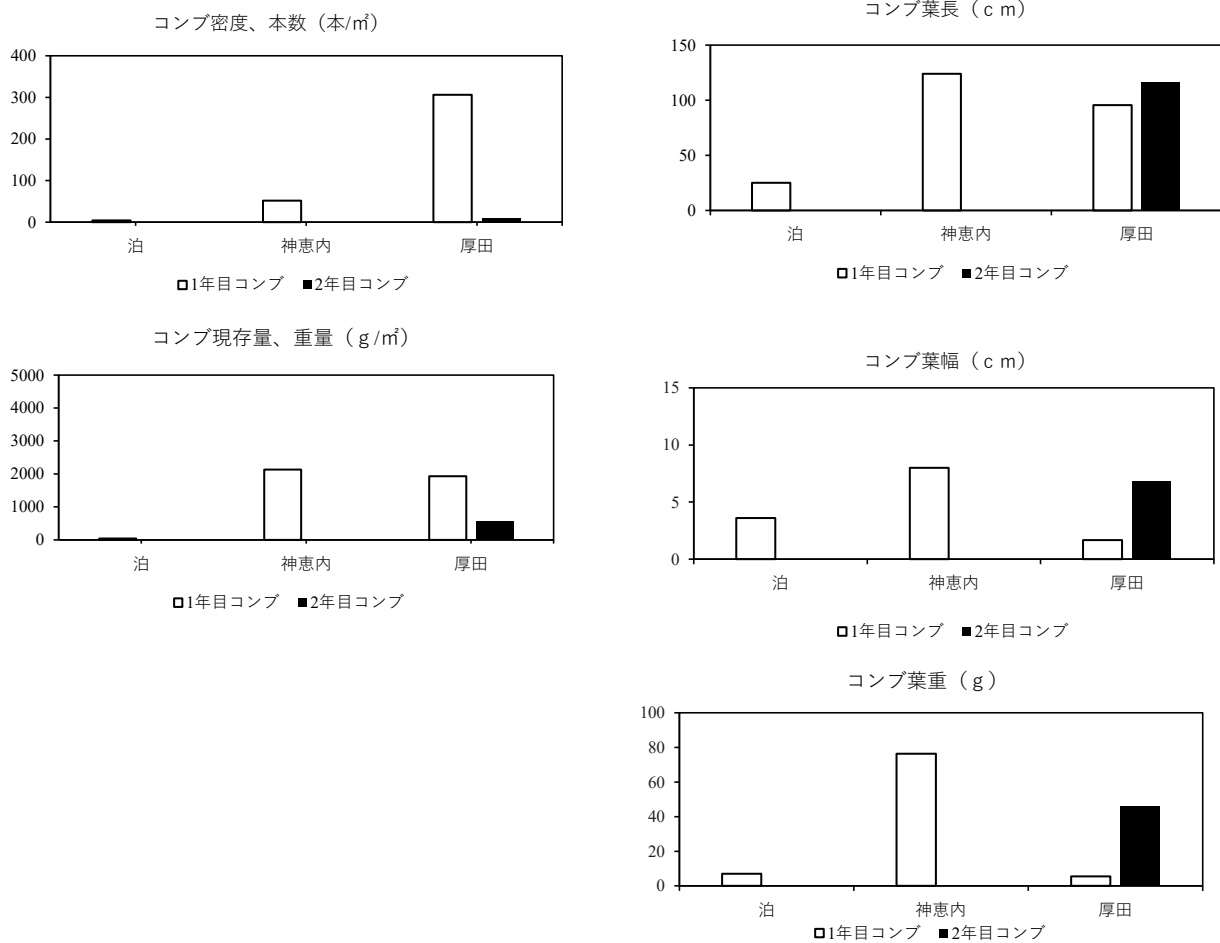


図2 調査地区におけるコンブ類の出現状況

## 9. 北海道日本海中南部における地域特産食用海藻類3種の増養殖技術の開発(経常研究)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 川井唯史  
協力機関 石狩地区水産技術普及指導所  
後志地区水産技術普及指導所岩内支所  
石狩湾漁業協同組合浜益支所  
寿都町漁業協同組合  
寿都町産業振興課

### (1) 目的

磯焼けが進行したため磯根資源の衰退が深刻な北海道日本海中西部において、地域特産食用海藻3種類(石狩市に生育するワカメ、寿都町磯谷と石狩市厚田に特異的に生育するリシリコンブ)の増養殖技術を開発し、地域展開することで、地域の漁業振興を推進する。

### (2) 経過の概要

#### ア 石狩産ワカメの人工採苗と養殖技術の開発

ワカメ種苗の人工採苗は以下の通りとした。2021年7月20日に石狩市浜益区浜益漁港のワカメを採取した。このワカメを2時間陰干した後、水温15℃の海水に30分程入れて遊走子を放出させた。この海水にクレモナ製の糸を40分浸漬してワカメの人工種苗糸とした。

浜益漁港内における人工種苗の適正な垂下場所を特定するため、2021年7月20日に漁港内の湾口部1カ所、湾中央部2カ所、湾奥部1カ所の岸壁と湾奥部近くの養殖施設に採苗糸を垂下した(図1)。8~11月、毎月2回以上の頻度で岸壁に垂下した種苗糸の配偶体の生育状況と泥の被覆状況の観察を行った。11月6日には岸壁に垂下した種苗糸と養殖施設の種苗糸を回収し、状況を観察した。

浜益漁港内の海洋環境条件を明らかにするため、9月から12月前半にかけては毎月1~2回、海水の濁りの状況を湾奥の養殖施設設置場所(図1)の岸壁から目視観察した。目視観察の際には湾奥の表面海水を採水し、中央水産試験場で硝酸態窒素濃度の分析を行った。

#### イ 磯谷産リシリコンブ養殖技術の開発

磯谷産のリシリコンブの適正な採苗方法と養殖施設での管理方法を明らかにするため、以下の採苗と養殖施設での管理を行った。採苗の方法として、2019年11月に寿都町磯谷地区で採取した2年目のリシリコンブ

を母藻として遊走子を放出させ、これに養殖施設の幹繩を直接漬け込み採苗した。養殖施設での管理としては、間引き作業や付着海藻除去作業を一切行わなかった。

寿都町磯谷沖の養殖施設のリシリコンブの生育状況を観察するため、021年9月9日に施設で生育していた2年目のリシリコンブ10本の葉長を測定した。

#### ウ 厚田産リシリコンブの生出荷技術の開発

リシリコンブが出現する地区を明確化するため、石狩市浜益区幌地区及び同送毛地区、石狩市厚田区厚田地区と同古潭地区と同嶺泊地区で潜水調査を行った(図2)。調査日は送毛地区が6月4日、幌地区が6月9日、厚田地区が2021年6月11日、古潭地区が6月11日、嶺泊地区が6月4日とした。調査地区の河川流入場所を中心に海岸線沿いの水深0~5m帯を約100m遊泳し、海藻植生の景観を把握しながらコンブ類の生育場所を探し出し、見つかったコンブ群落では生育する藻体の年齢の把握を行った。年齢の判別方法は、根状部が輪生して2重となり釣鐘状になるものを2年目、2重とならず根状部が平板状の藻体を1年目とした。生育状況が最も代表的な1地点を選び出し、0.5m×0.5mの方形枠を海底にランダムに置き枠取りを行った。枠取りで得られた藻体は現存量と密度を求め、年齢別に5~10本のコンブ藻体は葉長、葉幅、葉湿重量を測定した。

生コンブの出荷状況として石狩市厚田区は2年目コンブの生育状況が芳しくないため、出荷は石狩市浜益区のホソメコンブだけとした。

### (3) 得られた結果

#### ア 石狩産ワカメの人工採苗と養殖技術の開発

浜益漁港の岸壁沿いに垂下したワカメの種苗糸の表面は、8~9月にかけてワカメの配偶体が生育して優

占したため茶褐色を呈し、他の海藻や泥の被覆や巻貝等の植食動物は見られなかった。しかし10月以降は岸壁に垂下したすべての種苗糸は泥のよって表面全体が厚く覆われ、ワカメの配偶体が全く見えなくなった。11月以降、岸壁に垂下した種苗糸と養殖施設の種苗糸でワカメの孢子体の生育が見られなかった。

漁港内の海水は、9月には深度4 m程まで見ることができた。10月以降は漁港内で浚渫作業が頻繁にあり漁港内が著しく攪拌され、深度1 m程度しか見ることができなかった。栄養塩類を代表して硝酸態窒素の推移を示した(図3)。10月以降はワカメの種苗の生育に必要な3 μM以上で推移した。

**イ 磯谷産リシリコンブ養殖技術の開発**

養殖した藻体の平均葉長は236.9 cm, 最小171 cm, 最大335 cm, 標準偏差50.3 cmで、平均葉幅は22.5 cm, 最小15 cm, 最大30 cm, 標準偏差4.7 cmであった。

**ウ 厚田産リシリコンブの生出荷技術の開発**

潜水観察においてリシリコンブが出現したのは石狩市厚田区の厚田地区、同区古潭地区、同区嶺泊地区に限られ、石狩市浜益区の幌地区及び同送毛地区には出現しなかった。そのため石狩市厚田区と同市浜益区の行政上の境界が(図1)、リシリコンブとホソメコンブの分布上の境界にもなっている。石狩市厚田区における1年目リシリコンブの現存量は0.3~5.8 kg/m<sup>2</sup>で密度は44~564 本/m<sup>2</sup>であり、2年目リシリコンブは

現存量が0.7~3.8 kg/m<sup>2</sup>で密度が20~76 本/m<sup>2</sup>であり、同市浜益区におけるホソメコンブ藻体は現存量が1.6~4.0 kg/m<sup>2</sup>で密度が40~420 本/m<sup>2</sup>であった(表1)。コンブ藻体の大きさは石狩市厚田区のリシリコンブ1年目藻体の平均葉長が43.5~95.5 cm, 平均葉幅が1.7~4.4 cm, 平均葉重が5.5~11.5 gであり、2年目リシリコンブの平均葉長が78.0~159.2 cm, 平均葉幅が6.0~10.6 cm, 平均湿重が33.6~139.8 gであり、同市浜益区では1年目藻体の平均葉長が54.1~76.0 cm, 平均葉幅が5.3~7.1 cm, 平均葉重が17.9~40.6 gであった(表1)。

石狩市浜益区幌地区ではホソメコンブ藻体を2回収穫し、石狩市浜益区送毛地区では同じく1年目の藻体を6回の出荷し、合計2トンほどが出荷された。

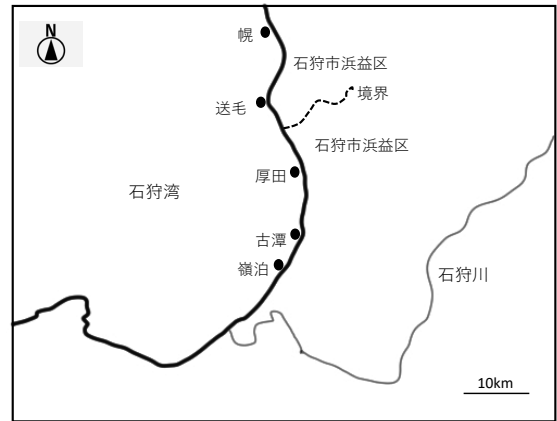


図2 コンブ類の調査場所

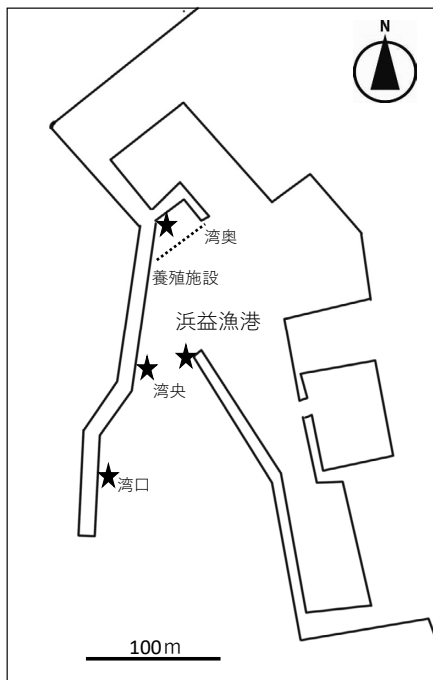


図1 ワカメ種苗糸を垂下した場所

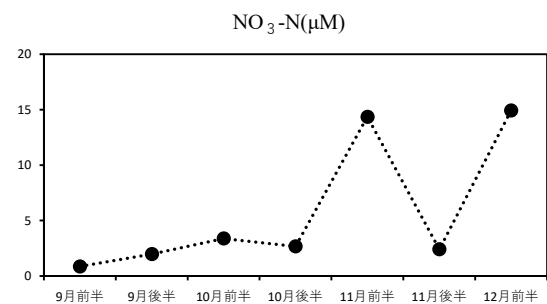


図3 浜益漁港の栄養塩(硝酸態窒素)の推移

表1 石狩市におけるコンブ類の出現状況

年月日	地点	1年目コンブ		2年目コンブ		1年目コンブ			2年目コンブ		
		現存量 (g/m <sup>2</sup> )	密度 (本/m <sup>2</sup> )	現存量 (g/m <sup>2</sup> )	密度 (本/m <sup>2</sup> )	平均葉長 (cm)	平均葉幅 (cm)	平均湿重量 (g)	平均葉長 (cm)	平均葉幅 (cm)	平均湿重量 (g)
2021年6月9日	浜益区幌	4,084.8	420	-	-	54.1	5.3	17.9	-	-	-
2021年6月4日	浜益区送毛	1,634.0	40	-	-	76.0	7.1	40.6	-	-	-
2021年6月11日	厚田区厚田	5,836.0	564	3,849.2	76	95.5	1.7	5.5	116.6	6.8	45.9
2021年6月11日	厚田区古潭	-	-	727.2	20	-	-	-	78.0	6.0	33.6
2021年6月4日	厚田区嶺泊	338.8	44	2,426.8	20	43.5	4.4	11.5	159.2	10.6	139.8

## 10. 道内日本海沿岸の漁村集落の生活環境向上と産業振興の相乗的展開に向けた基礎研究（経常研究）

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 吉村圭三

### (1) 目的

北海道沿岸地域には多くの漁村集落があり、基幹産業である水産業の生産拠点となっている。しかし、日本海沿岸地域では漁業生産の減少に伴う漁村集落の過疎化、高齢化が進行し、一部の地域では漁村集落そのものの存続が危ぶまれる状況となっている。北海道はこれまで日本海沿岸地域の振興対策として水産資源増大や未利用・低利用の資源活用等に取り組んできたが、これらをより効果的に実施するためには、衰退地域の特性や課題を個別に把握するとともに、漁村集落の存続に向けた具体的な目標像や事業体制を精査し、関係者間で共有する必要がある。そこで、本研究では北海道日本海沿岸地域の漁村集落について現状把握と将来予測からその持続性を評価し、持続に資する有効な振興対策を検討・提言することを目的とする。

### (2) 経過の概要

#### ア 現地調査

令和3年11月15日および16日に初山別村、羽幌町、苫前町において北るもい漁協初山別支所、羽幌本所、苫前支所の漁業者および漁協職員、関係町村職員から着業者数や年齢構成の推移、各漁業の着業パターン、漁獲物の集荷や流通、後継者対策に関する施策などについて聞き取り調査を行った。

#### イ 水産技術普及指導所による技術指導の推移

有効な振興対策を検討するにあたり、漁業現場におけるこれまでの技術的ニーズの変遷や技術導入に伴う問題点を整理する必要がある。そこで、日本海中部地区の水産技術普及指導所の活動記録(2001～2020年度)から対象魚種別(二枚貝類、ウニ類および海藻類、マナマコ、魚類)、技術分野別(未利用資源、資源管理、増養殖、加工)、具体的な内容別(調査・学習、採苗、種苗育成・放流、漁場造成、養殖)の指導件数を年別に集計した。また、技術指導に当たって指摘された問題点(資源・自然条件、効果不明、効果不足、体制・意欲、技術・知見)を同様に集計した。得られたデータベースをもとに、対象魚種の市場価格や資源状態に伴うニーズの変遷や漁業現場への技術導

入に伴う問題点について検討した。

### (3) 結果

#### ア 現地調査

留萌北部地区の漁業者数は島嶼地区を除き近年安定して推移し、年齢構成でも世代交代が進んでいる。これは増養殖漁業(サケ定置網、ホタテ養殖)が安定生産の基盤となり、沿岸漁業資源(ミズダコ、マナマコ等)が比較的豊富であること、少数ながら沖合漁業が存続していること(羽幌および苫前のえびかご、えびこぎ網)等が背景となっている。サケ定置網、ホタテ養殖、沖合漁業の従事者を除くと、着業パターンはミズダコ(箱、いさり)とマナマコ(磯廻り)の組み合わせを基本とし、刺網等を適宜加える漁業者が多い。漁獲物の流れはミズダコを例にとると、漁協管内統一の入札価格で買取られ、漁協の自営加工(初山別)や、地元加工業者(羽幌、苫前)により加工され、全国に販売される。全町村(初山別村、羽幌町、苫前町)で新規漁業就業者への助成制度があり、資格取得、設備費、住宅費等が補助される。漁獲物の付加価値向上対策として、イメージキャラクター制定(羽幌)やミズダコのMSC認証取得の取り組み(苫前)が行われている。

#### イ 水産技術普及指導所による技術指導の推移

得られた結果の一例として、図1にマナマコに関する指導件数(技術分野別)、具体的な指導内容、問題点の推移を、図2に同地区におけるマナマコ漁獲量の推移を示した。マナマコに関する指導は2001～2010年には年間数件で、未利用資源の活用や資源管理の分野に限られたが、2011年以降、増養殖に関する指導が急増し、2016～2020年には年間10件以上に達している(図1上)。これは2000年台前半の海外需要を背景としたマナマコの価格急騰と漁獲量の急増(図2)に伴う資源維持への懸念と増養殖への期待を反映していると考えられる。しかし、具体的な指導内容(図1中)は2010年までほとんどが調査・学習で、マナマコの資源や生態に関する知見が非常に乏しかったことを示している。2016年以降は新技術として増養殖への取り組み



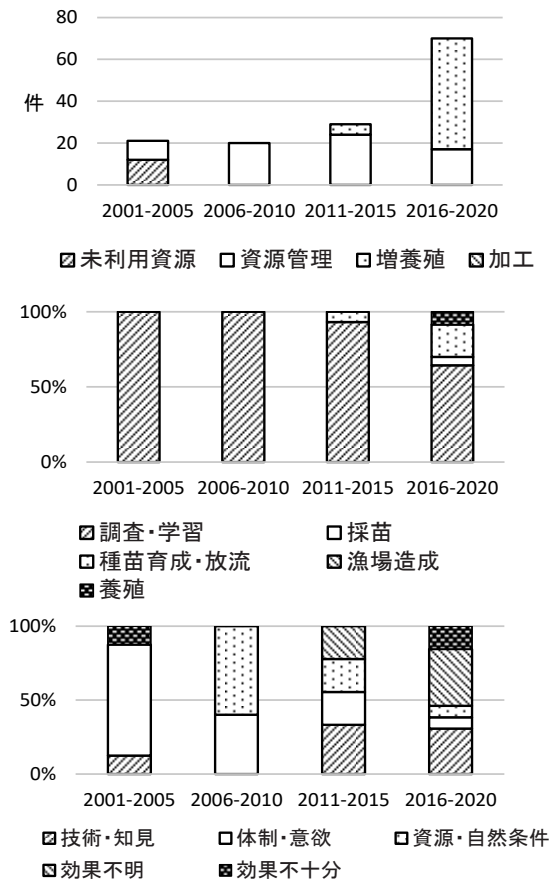


図1 日本海中部地区の水産技術普及指導所の活動記録(2001~2020年度)から集計したマナマコに関する技術分野別の指導件数(上)、具体的な指導内容の内訳(中)および指導に当たって指摘された問題点(下)の内訳の推移

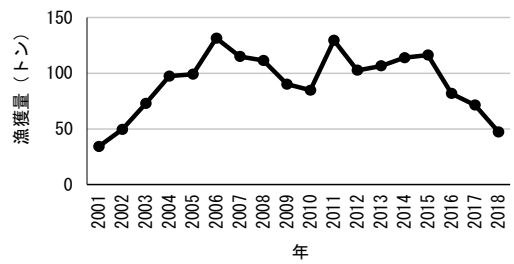


図2 日本海中部地区の水産技術普及指導所管内におけるマナマコ漁獲量の推移

が開始され、指導件数の30%以上となっている。

問題点をみると(図1下)、2005年までは体制・意欲に関する問題が多く指摘され、当時は漁業者の関心が低かったことがうかがわれるが、2006~2010年には資源に関する問題が多くなっている。この時期は漁獲強度が増大し続けていたと想定されるにも関わらず漁獲量は減少しており(図2)、急激な資源減少が起きていたことが示唆される。2011年以降は事業効果(効果不明、効果不十分)に関する問題が多く指摘されている(図1下)。2015年以降漁獲量は再び急減しており(図2)、導入された資源管理・増養殖対策の有効性に疑問が示されていると考えられる。同時に技術・知見に関する問題も多く指摘されており(図1下)、基礎的な知見の不足に関わらず急激なニーズの増大に対応しなければならず指導に苦慮したことがうかがわれる。解決のためには基礎的な知見を蓄積し、有効な資源管理・増養殖技術を確立する必要がある。

今後は日本海沿岸海域における代表的な複数地区の活動記録について同様の集計と比較検討を行い、技術的ニーズに関する地域差や魚種に固有の特徴を明らかにする予定である。

## 11. 藻場施設における機能回復手法の高度化（道受託研究）

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 三好晃治 金田友紀 高橋和寛  
資源増殖部 資源増殖グループ 高谷義幸

### (1) 目的

寿都町美谷地区の藻場施設（図1）は、ウニ類の摂餌行動が概ね制御されていると考えられるが、近年天端部とその周辺ではコンブの繁茂状況が著しく異なることが明らかとなった。また、ウニ類以外の植食生物として小型巻貝が施設内外で多数確認されたが、施設機能に与える影響については不明な点が多い。本研究では同一施設内における海藻繁茂状況の差違及びその要因を検証するとともに、小型巻貝類が藻場施設機能に与える影響について明らかにする。

なお、本事業は水産庁の水産基盤整備事業のうち「水産基盤整備調査費補助」として、北海道水産林務部水産局から受託したものである。本項では、事業成果の概略を示す。

### (2) 経過の概要

本研究の調査項目と実施日は下記および表1の通りである。

#### ア 同一施設内における海藻繁茂状況の差違とその要因の検証

- ・海藻繁茂状況調査及び食害生物分布調査
- ・流動環境調査
- ・遊走子量調査

#### イ 植食性小型巻貝類が藻場施設機能に与える影響の検証

- ・小型巻貝室内試験
- ・小型巻貝類標識放流試験

### (3) 得られた成果

#### ア 同一施設内における海藻繁茂状況の差違とその要因の検証

寿都町美谷地区の既存嵩上げ礁において、6月に海藻類の繁茂状況調査を行うとともに、植食動物の生息状況を6月と10月に調査した（図2、3）。R3年春季の海藻現存量は前年度までと異なり、天然藻場でホソメコンブがみられなかったのをはじめ、藻場施設においてもホソメコンブの現存量は減少傾向に転じ、ワカメの着生が目立つようになった。一方、植食動物現

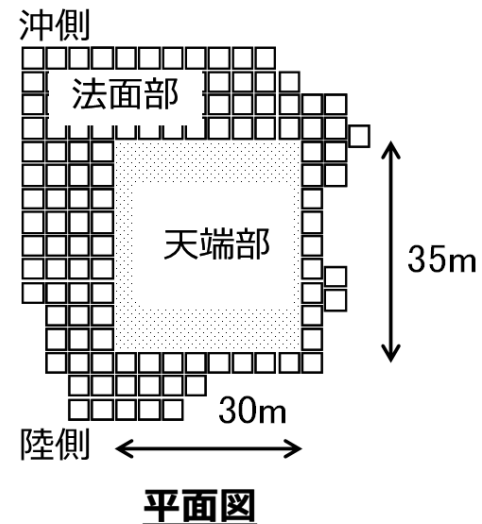


図1 対象の藻場施設

存量については、R3年9月、当藻場施設の天端およびブロック部において、これまでで最も大きい状況になっており、今後、これまでどおり施設設計で考慮されている冬季の波浪で生じる振動流速によるウニ等の密度調整機能が作用し、海藻類の着生がみられるか注視する必要がある。

当該施設の4年間（H30～R3年）の調査結果をもとに、海藻繁茂に関わる施設機能の低下要因を検証したところ、生物（食害）や環境（水温・栄養塩・波浪等）条件よりも、水深が深くなるほど海藻の繁茂確率が低下することが判明した（図4）。また、水深によって単位時間当たりのコンブ遊走子付着数は大きく変化し、天端部と施設内の最深部と比較した場合4.7倍以上の差になると想定された。このように、同一施設内であっても水深によって遊走子の供給量に大きな差がもたらされる可能性が示唆された（図5）。

表1 調査内容と実施日

項目	箇所	調査内容	実施日
海藻繁茂状況調査及び 食害生物分布調査	嵩上げ礁及び周辺海域	ドローンによる海藻繁茂調査	令和3年6月7日
	嵩上げ礁28点 (礁内16点、ブロック部12点) 及び天然藻場2点	潜水による海藻・大型動物の採取り調査 小型巻貝類の採取 (10月はエアークリフトによる小型巻貝類の採取含む)	令和3年6月7日 令和3年9月28日
流動環境調査	嵩上げ礁18点 (礁内6点、ブロック部12点)	石膏球および電磁流速計による流速観測	令和3年7月9日設置 令和3年8月8日回収
遊走子調査	嵩上げ礁20点 (礁内8点、ブロック部12点)	採水およびコレクターによる採取、DNA分析	令和3年10月26日 令和3年10月27日
小型巻貝室内試験	中央水産試験場内	流動実験水槽における小型巻貝類の接餌に関する飼育実験	令和3年5月28日実験開始 令和3年1月31日実験終了
小型巻貝標識放流試験	嵩上げ礁及び周辺海域	流動実験水槽における小型巻貝類の接餌に関する飼育実験	令和3年6月7日標本採集 令和3年7月8日標識放流 令和3年7月9日追跡調査 令和3年7月20日追跡調査 令和3年8月8日追跡調査

イ 植食性小型巻貝類が藻場施設機能に与える影響の検証

小型巻貝類の施設機能に与える影響を明らかにするため、コシダカガンガラとユキノカサガイの移動距離(摂餌量)について水温および流速の関係性を明らかにし、標識放流によって移動実態を明らかにした。その結果、R2年度の本報告の通り特にコシダカガンガラのコンブ配偶体の摂餌量が多かった。秋の生息密度を考慮した場合、当該施設周辺(流速0.4~0.5 m/s)では、1カ月当たり最大60 g/m<sup>2</sup>以上の配偶体が摂餌されると予測された(図6)。また、標識放流試験の結果、コシダカガンガラは、施設周辺では10日で15 m以上、1カ月で50 m以上移動が可能と判明した。コシダカガンガラは当該施設周辺における小型巻貝類の中で最も現存量が多く、施設周辺を広く移動できることから配偶体期を中心としたコンブの減耗が懸念される。

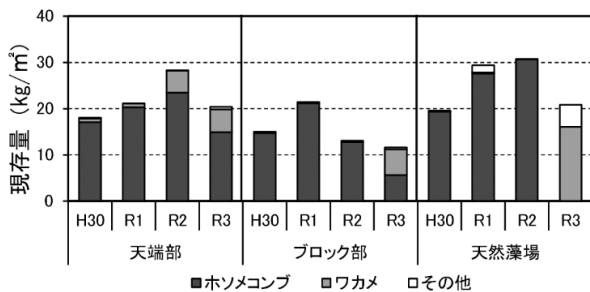


図2 H30~R3の部位別海藻現存量の推移  
各棒は平均値を示す。

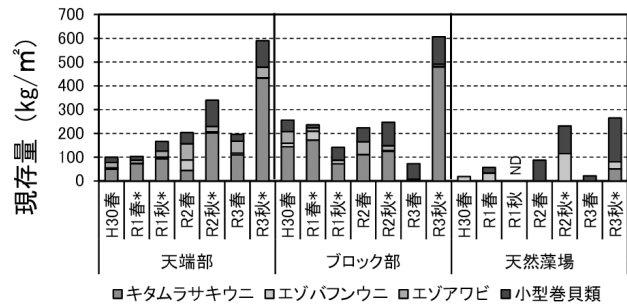


図3 H30~R3の部位別動物現存量の推移  
\* ; エアークリフト採集分を含む。各棒は平均値を示す。

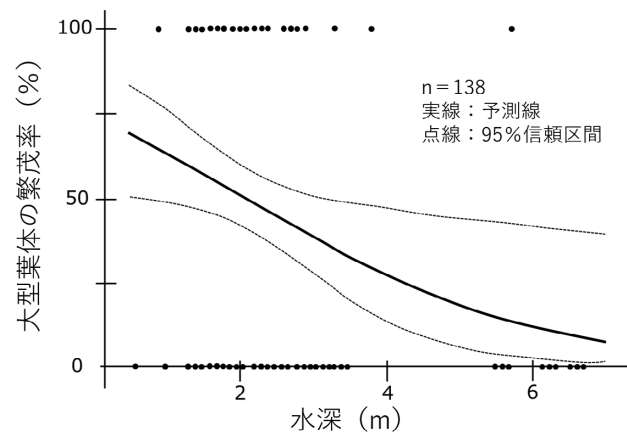


図4 水深と大型葉体の繁茂率の関係  
(ロジスティック回帰によるモデル予測)  
※母藻として残存する可能性が高かった繁茂期に40 g/本以上のコンブを「大型葉体」とした。

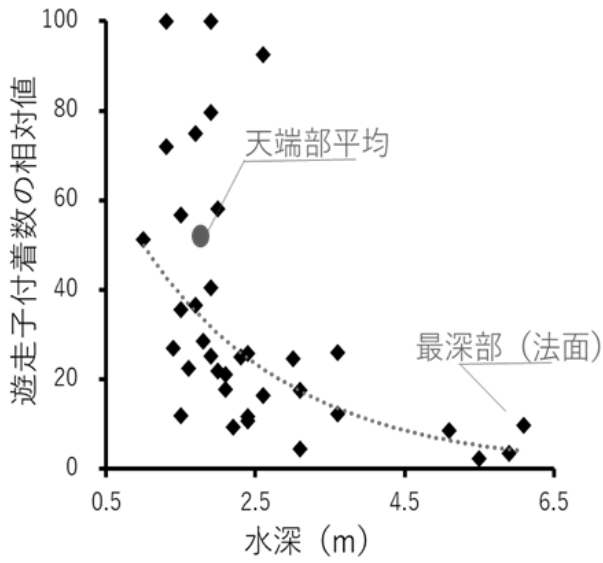


図5 水深と遊走子付着数の関係  
 (単位時間当たりの遊走子付着数, 各年の最大値を100とした場合の相対値, 点線は予測線)

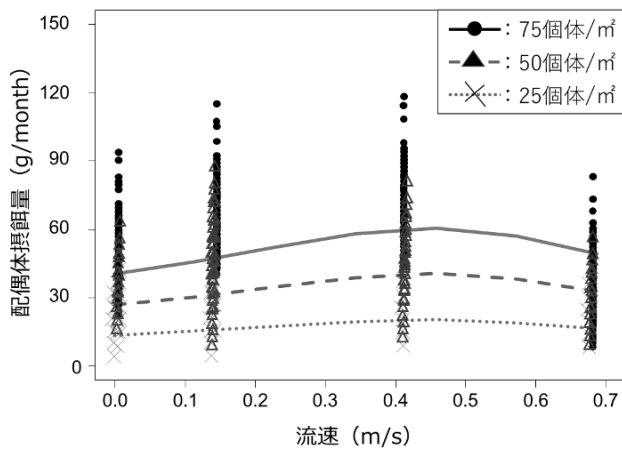
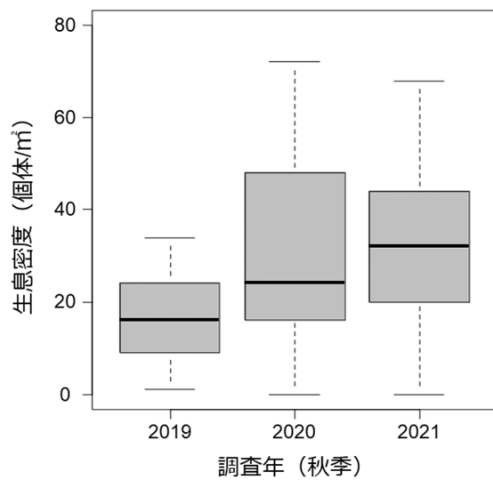


図6 10月のコシダカガンガラの生息密度 (上) と流速・生息密度と配偶体摂餌量の関係 (下)

## 12. 光周期調節を活用したキタムラサキウニの実用的な育成手法の開発(公募型研究)

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 高橋和寛 金田友紀  
加工利用部 加工利用グループ 菅原 玲 成田正直

### (1) 目的

様々な光周期に対してキタムラサキウニの配偶子形成(卵形成と精子形成)がどのように応答するかを把握し、成熟抑制に効果的な光周期条件を求め、それを活用して成熟を抑制し生産性を高める実用的育成手法を開発することを目的とする。

### (2) 経過の概要

本研究は、平成31年度イノベーション創出強化研究推進事業(委託元:農研機構生研支援センター)に採択された「光周期を利用して成熟を抑制し生産性を飛躍させる魚介類養殖手法の開発」(研究代表機関:国立研究開発法人水産研究・教育機構)の中で実施した。道水試は、同機構水産技術研究所とともに中課題「光周期調節を活用したウニ類の成熟抑制技術と育成手法の開発」を担当し、小課題「キタムラサキウニの光周期による成熟制御メカニズムの解明」を水産資源研究所が、本小課題を道総研中央水試および釧路水試加工利用部が分担した。

中央水試は磯焼け海域で採集した痩せたキタムラサキウニを飼育し、身入りを高めるとともに成熟を2か月以上遅らせ、高品質なウニを出荷できる期間を延長する育成手法を開発するため、以下の試験を実施した。

#### ア 光周期実証試験

1, 2年目の成果を受け、ソーラーパネルLED照明装置を設置した屋外水槽と暗幕で遮光した屋内水槽にウニを収容し、6月下旬から秋まで成熟抑制に効果があり実用性が高いと考えられる全日明期および全日暗期で飼育した。水温は自然水温とし、飽食量の生鮮マコンブを給餌した。また、8月後半に全日暗期のウニを分け、生鮮ハクサイを給餌した。10月に飼育を終了して大手ウニ加工業者に塩水ウニへの加工を依頼し、この業者を含む加工流通・小売り業者に飼育条件は伏せて品質に関するアンケート調査を行った。さらに、生殖巣の組織学的観察と遊離アミノ酸分析を行うとともに、水分およびグリコーゲン量を分析した。

#### イ 餌料試験

将来の事業化を見据えて代替餌料の選択肢を増やす

ために、短期間で身入りを向上させるのに最も適した蛋白質含量を求める試験を水産研究・教育機構と共同で行った。主蛋白質源として小麦グルテンを用い、蛋白質含量を0~40%に調整した配合飼料を作成して飼育試験を行った。13℃調温海水を用いて飼育し、1週間当たりの生殖巣指数増加速度を算出し、身入り向上に最も適した飼料中の蛋白質含量を求めた。

### (3) 得られた成果

本研究で得られた成果は公表前のため、本稿では概要の記載にとどめる。

#### ア 光周期実証試験

全日暗期では、これまで同様に身溶け指数は非常に低く、2か月以上の成熟遅延に成功した。全日明期では、高水温のためか過去2年間と比べて身溶け指数はやや高かったものの、組織観察ではほぼステージ3(成熟前期)に留まっており、アンケート調査結果からは旬の時期のウニに匹敵する高い評価が得られた。また生鮮ハクサイを給餌したウニは、うま味・甘味遊離アミノ酸やウニの食味に深みを増すとされるグリコーゲンの増加はみられなかったものの、アンケート調査では生鮮コンブを与えたウニに劣らない評価が得られ、代替餌料として有効であることが実証された。以上の結果から、「6月から極端な長日または短日条件下で痩せウニに生鮮コンブを給餌し、8月以降は生鮮ハクサイに切り替え、秋の品薄期に出荷するキタムラサキウニの育成手法」が確立された。

#### イ 餌料試験

至適蛋白質含量を求める試験では、飼料蛋白質量の増加に伴う身入り速度は、蛋白質含量15%以上では停滞する傾向がみられ、折れ線回帰分析で至適蛋白質含量は約12%であることが明らかになり、これまで他種ウニで報告されてきた20~35%を大きく下回った。先行研究では給餌後に飼料から蛋白質が溶出し、至適蛋白質量が過大に見積もられていた可能性が示唆された。以上の結果から、蛋白質含量を大幅に削減したウニ用配合飼料開発の可能性が示された。

## 13. 「カキ殻」を用いたウップルイノリ（高級イワノリ）漁場回復対策（公募型研究）

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 川井唯史  
協力機関 古宇郡漁業協同組合  
後志地区水産技術普及指導所 寿都町

### (1) 目的

寿都町の産業廃棄物とであるカキ殻を有効利用して減量を図るため、廃棄カキ殻を用いたウップルイノリの種苗生産技術を開発するとともに、漁場への種苗添加による増殖技術を構築する。

### (2) 経過の概要

#### ア 種苗生産

2021年3月に寿都町美国地区で漁業者が採集したウップルイノリの母藻を海水で洗浄して乾燥させた後、夾雑物の混入を防ぐためにマイナス20℃に設定した冷凍庫に10日間収納し母藻として用いた。採苗に用いるカキ殻は寿都町で養殖施設から排出されたものを利用した。海水中にカキ殻を漬ける海中沈殿を3か月間行った後、野外での天日乾燥させる処理をさらに3か月間行い、これを30分間煮沸消毒したものを用いた。採苗は2021年3月23日に行い、3Lの滅菌海水に処理したカキ殻2.5kgと、冷凍処理した母藻約50gを収容して24時間浸漬した。この採苗は12個の容器で行い合計35kgのカキ殻を用いた。

培養は3月24日から始め、3Lの容器に市販の栄養強化海水（KW培地）1ml/Lだけを入れて珪藻の繁殖防止のためゲルマニウムを入れずに培養し、15℃の恒温室に収容し、容器には通気用のポンプとガラス管を利用して通気を行った。4月28日にはカキ殻を培養容器から取り出して、表面に付着した緑藻類を、水道水を流しながらタワシで擦り落としてから容器に戻した。同時に寿都町沿岸の漸深帯に生育する殻高が1cm程度のコウダカチャイロタマキビ*Lacuna decorata*、イシダタミ*Monodonta confusa*、クボガイ*Chlorostoma lischkei*、コシダカガンガラ*Omphalius rusticus*を、それぞれ1～2個体収容し、それらによる摂食でカキ殻上における付着藻類の繁殖を抑制した。採苗から種苗生産が終了するまでの期間、1週間に一度程度塩分を測定した後、水道水を入れて濃度を調整した以外の管理を行わず、容器側面に付着する藻類の

除去と換水を一切実施しなかった。

6月23日以降は恒温室で培養していた容器からカキ殻だけを取り出し、中央水産試験場で組み上げた海水をかけ流す1トンの水槽に移し11月18日まで飼育を行った。飼育期間中、照明は付けず自然日長として、巻貝も入れず通水性のあるネットにウップルイノリの糸状体が生育するカキ殻を収容した。

#### イ 種苗添加による漁場回復

ウップルイノリ種苗を漁場に設置・固定することで消失した漁場を回復する手法を開発するため、2021年11月18日に積丹町美国神威岬付近で、中央水産試験場の1トン水槽でカキ殻に培養していたウップルイノリ糸状体の種苗合計10kgを飛沫帯（満潮時の汀線から岸側2m程）4か所に分けて設置した。設置の方法は、目合3cmのネットにカキ殻を2.5kgずつ収容し、転石の間に挟み込んで固定した。なお、同様の作業を2020年11月25日にも実施しており、2021年は前年に設置した場所に由来して生育したウップルイノリとの混同を避けるため、2020年設置地点から海岸線に沿って20m程西側に離れた神威岬に近い海岸に、天然のウップルイノリが生育していないことを目視確認した上で、種苗を敷設した。

2022年3月10日にウップルイノリ種苗を設置した4地点において、設置場所からの距離0.5mまで、0.5～1.0m、1.0m以上の3か所で15cm×15cmの方形枠を用いて被度を求めた。ウップルイノリの葉長測定は、生育密度が最も高かった設置場所から0.5m以内で行った。その場所では15cm×15cmの方形枠を用いて本数密度を求めた。

一度設置した種苗による再生産の有無を確認するため、2020年11月25日にウップルイノリ種苗を設置して2021年1月に漁場が回復していることを確認した地点において、2022年3月10日に当該箇所では15cm×15cmの方形枠を用いて被度を求めた。

#### ウ 種苗の最適設置時期と水深

種苗の最適設置時期を求めめるため、水温が20℃未満

となりウップルイノリが糸状体から胞子を放出する9月以降に時期別の種苗設置試験を行った。2021年9月23日、10月27日、11月23日に神恵内村赤石漁港において、2021年9月23日、10月26日、11月23日に寿都町本町漁港において、水深0 mに、目合3 cmのネットに糸状体が付着したカキ殻を約2.5 kgずつ収容し、これらをピンで固定した。そのネットの脇には一辺が6 cmのコンクリート製のプレート取り付け、また長さ20 cmのロープを海岸性と平行方向に固定した。2022年2月24日にはプレート上におけるウップルイノリの被度を記録した。2021年10月から2022年6月まで毎月ロープ上に出現したウップルイノリの葉長の測定を行った。神恵内村赤石漁港と寿都町本町漁港は、共にウップルイノリの着生が僅かにみられるが、漁場としての利用する漁業者が居ない場所である。

種苗の最適設置水深を求めるため、2021年9月23日には、神恵内村赤石漁港と寿都町本町漁港において、水深0 mの他に、水深+0.5 mと水深-0.5 mに、上記のコンクリートプレートとロープを固定し、2022年2月24日にウップルイノリの被度を観察した。

#### エ 種苗による新規の藻場造成

種苗の設置によるウップルイノリが出現しない場所での新規の藻場の造成と造成した藻場の持続性を観察するため、2019年11月25日に、後志管内の神恵内村出町地区の漁港の脇、同年同月26日に寿都町滝ノ潤地区元栽培センター前浜において、汀線付近の水深0 mから水面上の高さ0.5 m程の汀線に、ウップルイノリ種苗を2.5 kgずつ敷設した。なお神恵内村の沿岸を漁場としてウップルイノリを漁獲している漁業者複数名から得た情報によると、出町地区の汀線は少なくとも30年以上はウップルイノリの生育が全く見られていない場所である。同じく寿都町でウップルイノリを漁獲している漁業者複数名に聞き取りで得た情報によると当該地区も、少なくとも20年以上ウップルイノリが全く見られない場所である。両地区は比較的波当たりが強いいため、カキ殻の種苗の敷設に当たっては最初に金属製のピンを岩盤に打込み、種苗が逸散しないように通水性のある網（通称タマネギ袋）に入れて、これをピンに結び付けた。

2020年3月30日、2021年1月19日には、神恵内村出町地区と寿都町滝ノ潤地区において、15 cm×15 cmの枠を利用して、種苗を敷設して固定したピンの周辺におけるウップルイノリの被度を記録した。

### (3) 得られた結果

#### ア 種苗生産

種苗生産の培養容器に巻貝類を収容してからはカキ殻や容器の壁面に珪藻等の藻類の着生がみられず、2021年5月3日の時点で、カキ殻の表面はウップルイノリの糸状体特有の紫色が全体を覆った。

#### イ 種苗による漁場回復

ウップルイノリ種苗を設置した4か所に関して、設置場所を中心とした半径150 cmの範囲内だけでウップルイノリが見つかり（表1）、中心部における平均葉長は8.6±3.4 cmで、密度は115 本/15 cm<sup>2</sup>であった（表1）。

表1 積丹町美国神威岬付近のウップルイノリ種苗設置場所における生育状況

設置場所からの距離	被度 (%)	平均葉長 (cm)	密度 (本/c m <sup>2</sup> )
50cm以内	50	8.6±3.4	115
100cm以内	20	-	-
150cm以内	1	-	-

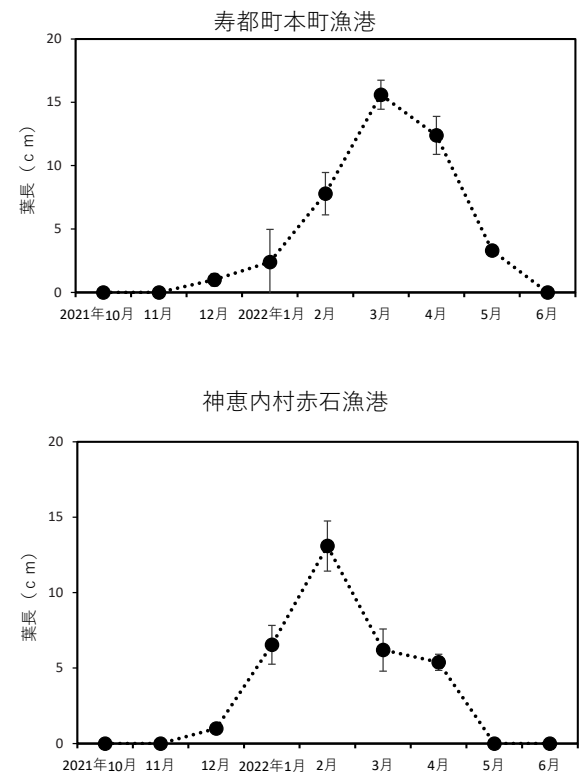


図1 ウップルイノリの葉長推移プロットの縦棒は標準偏差。

### ウ 種苗の最適設置時期と水深

プレート上におけるウップルイノリの出現状況として被度を示した(表2)。ウップルイノリが出現したのは神恵内村赤石漁港地区と寿都町本町漁港地区で共通しており、9月に水深0 mに敷設したものであった。被度は両地区で異なり、神恵内村赤石漁港地区は100%と高く、寿都町本町漁港地区は30%であった。ロープ上で見られたウップルイノリの出現状況も神恵内村赤石漁港と寿都町本町漁港で共通し、9月に水深0 mに設置したものであった。葉長は神恵

内村赤石漁港では2月に最大となり4月までに消失し、寿都町本町漁港では3月が最大となり5月までに消失し、最大長はともに15 cm程であった(図1)。

### エ 種苗による新規の藻場造成

2020年には神恵内村出町地区では被度50%、寿都町滝ノ潤地区では被度5%のウップルイノリが出現して漁場を新規造成することができた(表3)。2021年には両地区でウップルイノリが出現せず(表3)、2020年に出現したウップルイノリによる再生産は見られなかった。

表2 月別、水深別に設置したプレート上におけるウップルイノリの出現状況

	神恵内村赤石漁港			寿都町本町漁港		
	9月設置	10月設置	11月設置	9月設置	10月設置	11月設置
水深+0.5m	被度0%	—	—	被度0%	—	—
水深0 m	被度100%	被度0%	被度0%	被度30%	被度0%	被度0%
水深-0.5m	被度0%	—	—	被度0%	—	—

表3 2019年にウップルイノリ種苗設置により造成した藻場

	神恵内村出町地区	寿都町滝ノ潤地区
2020年	被度50%	被度5%
2021年	被度0%	被度0%



## 14. 「ホタテガイ貝殻」を用いたマガキシングルシード種苗生産技術の開発 (公募型研究)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 吉村圭三

### (1) 目的

本道漁業で最大生産額を誇るホタテガイから発生する貝殻は、年間約170千トンに及び、その多くは循環利用されているものの、漁業者へ還元される新たな活用策が求められている。近年の海水温の上昇により、日本海南部海域ではホタテガイ養殖は不調が頻発し、代替としてマガキ養殖が有望視されている。本道におけるマガキ種苗は大部分が宮城県産であるが、他県のマガキ業者も宮城県産に大きく依存しているため、採苗不振や災害が起こると種苗不足に陥る危険がある。このため、本道でマガキ養殖を展開していくためには、地場でも安定的に種苗を採取できる採苗技術が必要である。また、マガキの需要増加とともに高品質のシングルシード貝に対する需要も高まっている。そこで、本研究は北海道で大量に発生しているホタテガイ貝殻を基質として用いるマガキシングルシード作成技術を開発し、ホタテガイ貝殻の新たな活用策を提案することを目的とする。

### (2) 経過の概要

#### ア シングルシード天然採苗に関する調査

2021年度は採苗器の設置時期について検討した。2021年7月21日、8月11日、8月24日に余市河口港のそれぞれ3地点(図1)に採苗器を設置した。採苗器には2020年度と同様にホタテガイ貝殻粉砕物900gを収容した直径40cmの丸かごを用い、水深1mに設置した。2021年10月13日に採苗器をすべて回収し、ホタテガイ貝殻粉砕物に付着したマガキを計数した。

マガキ浮遊幼生の分布を把握するために、7月14日および採苗器の設置日に北原式ネット(網地NXX13)

を用いてプランクトン採集を行った。採集場所は同港の中央付近とし、海底から海面まで鉛直曳網した。得られた採集物中のマガキ幼生を計数し、殻高を測定した。

#### イ シングルシード人工種苗生産技術開発

2021年度は効率的なシングルシード採苗条件を明らかにする目的で、採苗水槽に敷設するホタテガイ貝殻粉砕物の量を変化させた場合に対応する、マガキ幼生の付着率(敷設した貝殻粉砕物のうち幼生が付着した粒の割合)および採苗率(収容した幼生のうち付着した幼生の割合)の変化を調べた。

人工採卵は2021年8月26日および9月2日に行い、親貝には7月21日に余市河口港で採集したマガキ成貝を用いた。得られた幼生を500Lパンライト水槽に収容し、培養したバプロバと市販の濃縮キートセラス(ヤンマーホールディングス)を給餌し飼育した。人工採卵方法および飼育方法は多くの機関で行われている通常の方法に準じた。

採苗は9月20日および27日に行った。採苗水槽には2020年度と同様に、底に目開き180 $\mu$ mの網を張った直径50cm、深さ10cmのダウンウェル水槽を用いた。採苗水槽2基にホタテガイ貝殻粉砕物300g(300g敷設区)および600g(600g敷設区)を敷設し、付着期幼生をそれぞれ6.5万および13万個体収容した。ホタテガイ貝殻粉砕物(g)に対する付着期幼生数の関係はいずれも220個体/gで、2020年度に成績が良かった20万個体収容区と同様とした。幼生収容後は培養バプロバ、市販の濃縮キートセラス(同上)、市販の濃縮イソクリシス(Reed Mariculture社)を給餌し、21 $^{\circ}$ Cの水温で飼育した。2021年12月に300g敷設区および600g敷設区それぞれについてサンプリングを行い、稚貝の付着率および採苗率を調査した。

#### ウ シングルシード種苗の海中における成長確認

2020年度の天然採苗試験で得られたシングルシード200個(平均殻高7.2mm)を養殖バスケット(3mm目合)に収容し、余市河口港の養殖施設水深約1mにおいて2020年10月から2021年7月まで約9か月垂下育成し、成長及び生残を調査した。

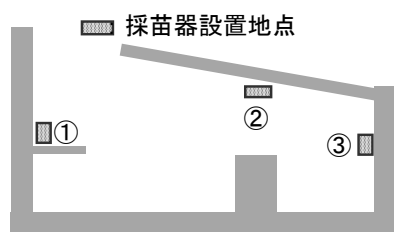


図1 余市河口港における採苗器設置地点

### (3) 結果

#### ア 天然採苗に関する調査

3地点に設置した採苗器のうち、地点①(図1)に設置したものは破損が大きく調査できなかった。地点②および③に設置した採苗器の採苗数(両地点の平均)は7月21日設置が24個で最も多く、8月11日および24日設置ではそれぞれ4個、1個と少なかった(図2)。

マガキ浮遊幼生は8月11日に147個と最も多く採集されたが、他の調査日では5~18個と少なかった

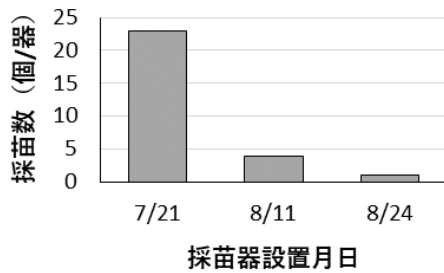


図2 採苗器の設置時期別のマガキ採苗数 (地点②および③の平均値)

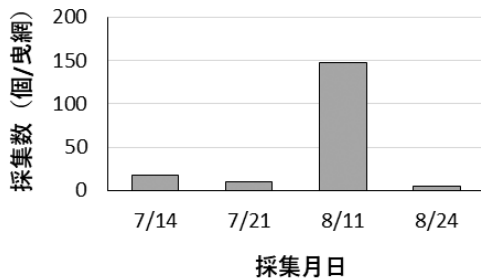


図3 余市河口港で採集されたマガキ幼生数の推移

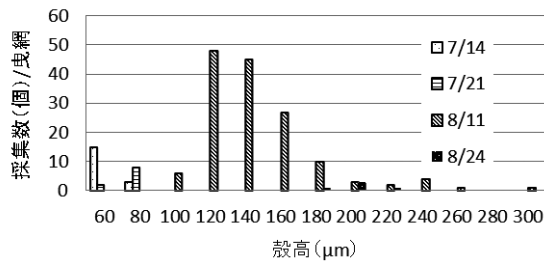


図4 余市河口港で採集されたマガキ幼生の採集日別殻長組成

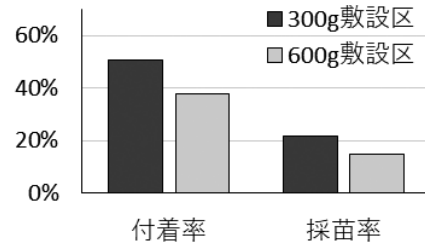


図5 ホタテガイ貝殻粉砕物300g敷設区および600g敷設区におけるマガキ人工種苗の付着率および採苗率

(図3, 図4)。8月11日に採集された幼生は大部分が殻高120~180 μmであった(図4)。付着期に近い殻高200 μm以上の幼生は8月11日および8月24日にわずかに採集された(図4)。これらから、採苗器の設置時期別の採苗数と浮遊幼生の分布状況との間に明確な関係は見出せなかった。

天然採苗数が全般に少なかった原因の一つとして、ホタテガイ貝殻粉砕物が採苗器中で波浪により流動し、幼生の付着を妨げている可能性が考えられたため、今後は採苗器の構造について検討する予定である。

#### イ シングルシード人工種苗生産技術開発

300g敷設区および600g敷設区の付着率はそれぞれ51%、38%、採苗率はそれぞれ22%、15%であり、いずれも300g敷設区が高かった(図5)。300g敷設区では貝殻粉砕物の粒は採苗水槽底面に概ね1層となるのに対し、600g敷設区では粒同士の重なりが多く生じることから、粒重量と幼生数の比率が同じでも、後者では幼生が付着できない粒の割合が増えると考えられた。今後は、300g敷設区に対して幼生密度を変化させた採苗を行い、付着率と採苗率を最大とする効率的な人工採苗条件を明らかにする予定である。

#### ウ シングルシード種苗の海中における成長確認

2020年度に天然採苗し、約9か月海中育成したシングルシード種苗の平均殻高は24.5 mmで、育成開始時の3倍以上に成長した。しかし生残個数は54個で、生残率は約26%と低かった。今後は2021年度に生産された人工種苗を同様に海中育成し、成長及び生残を調査する予定である。

## 15. 後志南部海域産ニシン親魚を使用した資源増大事業（受託研究）

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 瀧谷明朗  
協力機関 後志地区水産技術普及指導所岩内支所  
後志南部地域ニシン資源対策協議会

### (1) 目的

後志南部海域では2008年から6年間、北海道によるニシン稚魚の試験放流および関連調査（系群調査、放流適期調査、放流効果調査など）が実施されてきた。2014年以降は後志南部海域の4単協5町村で構成される後志南部地域ニシン資源対策協議会（以下、協議会）が、北海道の補助を受けて地場採卵による試験放流を実施し、さらに、放流後の追跡調査などを実施することとなった。しかし、放流を行っていた6月上旬・中旬は餌料環境が悪く、放流後の稚魚に空胃が目立つため、2020年度からは中間育成を行って6月下旬・7月上旬に放流することとなり、この効果についての解析を行うこととなった。

なお、協議会が実施した放流回帰調査については「Ⅱ. 4. 日本海ニシン栽培漁業調査研究(経常研究)」に記載した。

### (2) 経過の概要

#### ア 放流種苗へのALC標識

2021年2月12日に後志南部の親魚を用いて採卵を実施し、受精卵を北海道栽培漁業振興公社瀬棚事業所へ輸送して放流種苗の生産を行った。このニシン稚魚に放流前の同年5月25日（ふ化から85日齢）にアリザリン・コンプレクソン（ALC）標識を実施した。ニシン種苗収容水槽（25トン、種苗およそ10万尾）4槽にALC200gを溶解した水溶液を投入し、止水状態で約8時間置いた（ALC濃度8ppm）。

#### イ 中間育成

ニシン種苗は中間育成を行ってから放流した。寿都町では有戸港で6月11日から10万尾の中間育成を開始して6月25日に放流した。泊村では泊港で6月10日に20万尾、11日に10万尾の計30万尾の中間育成を行い6月24日に放流した。

中間育成地点の水深1mの水温を記録式水温計で1時間おきに観測した。また、中間育成中の稚魚をサンプリングして成長とトリグリセリド（中性脂肪）の濃度の変化について測定した。測定に用いるサンプル

として、寿都町は種苗搬入日（6月11日）と中間育成6日目（6月17日）、および放流日（6月25日）の計3回測定した。泊村は1回目の種苗搬入日（6月10日）、中間育成7日目（6月17日）および放流日（6月24日）の計3回を測定した。トリグリセリドの測定は頭部と尾部を除去したもものからホモジネートを調整し、脂質を抽出後にトリグリセライド用の検査薬を用いた。

泊村で搬入1週間後の6月17日に状態を確認したところ、平均全長・体重ともに中間育成開始時点より減少していた（後述）。急ぎ関係各所に連絡をして原因を調べたところ、協議会が前年の稚魚搬入計画のまま給餌計画を組んだため、給餌量が少ないことだと分かった。そのため、急遽、翌18日以降の給餌量を増やした。

#### ウ 放流効果調査

##### (ア) 放流追跡調査

協議会および指導所と共に放流後の追跡調査を寿都町有戸港は6月29日に、泊村泊港は6月28日に実施した。調査はチカ釣り用のサビキ釣りでの稚魚の採集を行った。

##### (イ) 餌料環境調査

放流地点の餌料環境については北原式定量プランクトンネット（網地NXX13）を用いて、寿都町有戸港の定点（水深約4m）と泊村泊港の定点（水深約2m）で海底から表面までの鉛直曳きで動物プランクトンを採集した。調査は各5回実施し、寿都町有戸は6月11日、17日、25日、29日、7月6日に、泊村泊は6月11日、17日、24日、29日、7月6日に実施した。

得られた動物プランクトンの種同定および計数は(株)日本海洋生物研究所に委託した。

### (3) 得られた結果

#### ア 放流種苗へのALC標識

ニシン種苗の耳石へのALC装着状況は、ALC溶液浸漬中の死亡個体はほとんど見られず、浸漬終了時に耳石を調べたところ、染色が確認できた。

## イ 中間育成

中間育成地点の1時間ごとの水深1mの水温について寿都町有戸港を図1に、泊村泊港を図2に示す。有戸港は日内変動が大きい日があるものの、平均水温は期間中横ばいだった。一方、泊港の日内変動は大きくないが、期間中0.1℃/日で徐々に上昇し、地点による違いが見られた。中間育成中の成長について、寿都町では搬入時の平均全長64.3mmから6月17日には68.0mm、中間育成終了時には76.7mmとなり、順調に成長した。一方、泊村では搬入時の平均全長66.7mmから6月17日には56.5mmとなって減少したが、6月24日には70.4mmとなった(図3)。期間中の日間成長は寿都町で0.88mm/日、泊村で0.26mm/日だった。

平均体重は、寿都町では約1.6gから3.2gに、泊村

では約1.8gから2.4gに増大した(図4)。日間増重量は寿都町で114mg/日、泊村で40mg/日だった。

寿都町で育成した種苗ではTG濃度が12~13mg/g台で安定して推移したが、泊村では中間育成の前半に給餌量不足のためにTG濃度が減少し、後半になって給餌量を増やすことで回復した(図5)。

## ウ 放流効果調査

### (ア) 放流追跡調査

放流の3日後に釣りによる調査を行ったが寿都町・泊村の両地点とも稚魚の採集・再捕されなかった。

### (イ) 餌料環境調査

調査定点でのカイアシ類出現状況について図6に示す。寿都町と泊村ともにカイアシ類の出現状況は日によって変動し、海域間で餌料環境に明確な違いは見られなかった。

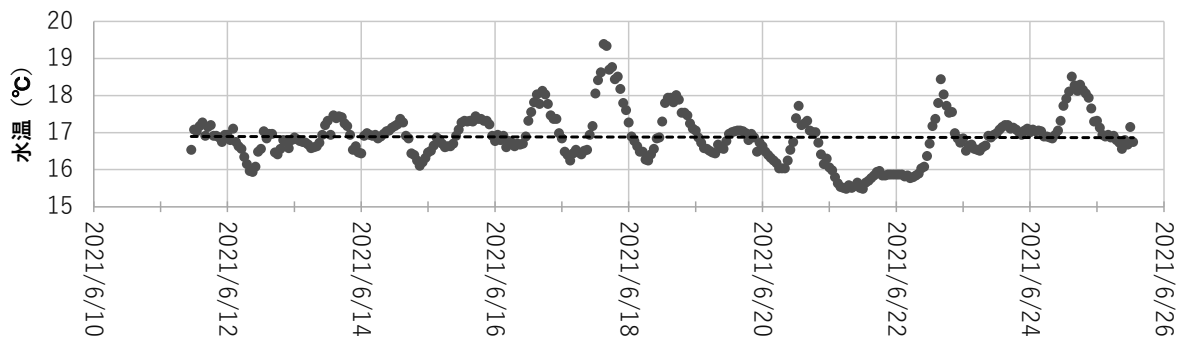


図1 寿都町有戸港の中間育成中の水深1mの水温の推移

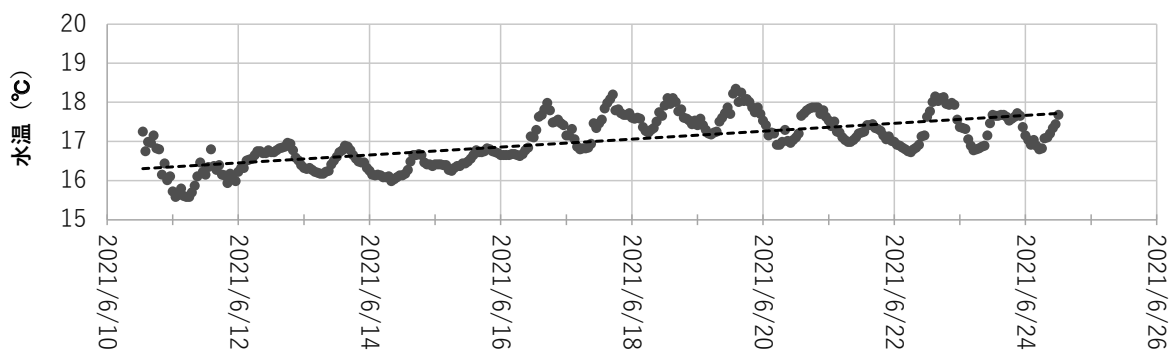


図2 泊村泊港の中間育成中の水深1mの水温の推移

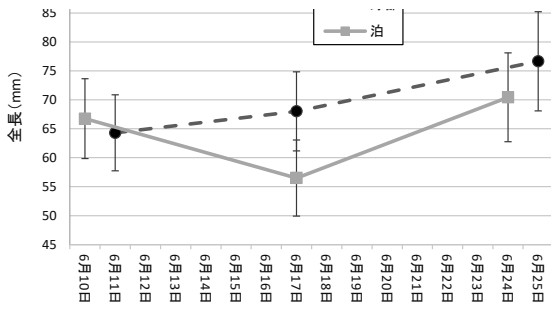


図3 中間育成中の全長の推移

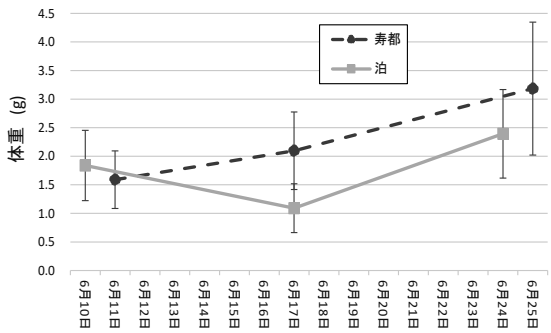


図4 中間育成中の体重の推移

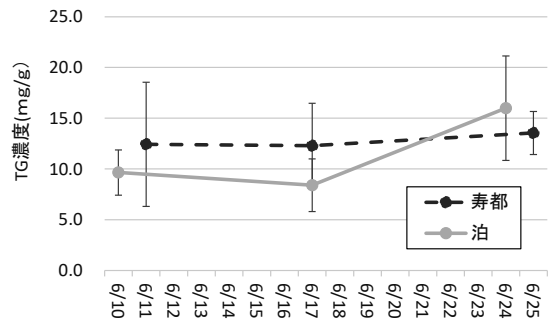


図5 中間育成中のトリグリセリド (TG) 濃度の推移

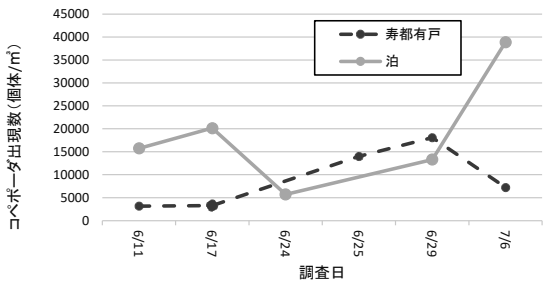


図6 カイアシ類の出現状況

## 16. 日本海養殖ホタテガイ生産安定化試験 (受託研究)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 瀧谷明朗  
 協力機関 後志地区水産技術普及指導所  
 小樽市漁業協同組合

### (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産業である。そのため、低コストで環境負荷が小さいといった利点があるが、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要素を抱えている。特に2015年以降は、道内の広範囲で養殖ホタテガイのへい死が発生し、深刻な問題となっている。また、外来種ヨーロッパザラボヤ (以後、ザラボヤ) の漁業被害が日本海でも報告されるようになり、実態解明は急務である。本課題では、日本海における養殖ホタテガイのへい死や異常貝発生と海洋環境との関連性を明らかにすることを目的とする。併せて、ザラボヤ発生の季節性および年変動を含めた生活史特性の解明を目指す。

### (2) 経過の概要

#### ア ホタテガイ (半成貝) の状況

2021年5月より、小樽市漁業協同組合ほたて部会の調査用桁に試験用の養殖籠 (20段の丸籠) を設置した。毎月1連ずつ回収し、各段のへい死状況の確認と生体測定を実施した。測定項目は、殻高、殻長、重量、軟体部重量、殻重量および貝柱重量とし、さらに異常 (内面着色、欠刻、変形、膿瘍) の有無を調べた。籠の上、中および下段より30個体ずつを採取し、上記の項目を測定した。また、中段より精密測定用に30個体を採取した。

#### イ 海洋環境と籠の動き

半成貝が入った養殖籠に水温ロガーおよび加速度ロガーを設置し、海洋環境と籠の動きを測定した。測定間隔は、水温で1時間ごとに、加速度では3分ごとに設定した。

#### ウ ザラボヤ付着個体の季節変化

ザラボヤ浮遊幼生の発生の季節変化を調べるために、養殖籠にタマネギ袋等で作成したザラボヤ付着器を毎月設置して2か月後に回収し付着量を調べた。また、ザラボヤの養殖籠への付着状況を調べるために、籠の

上、下段に3枚ずつ黒いプラスチックプレート (15×15 cm) を設置し、毎月の付着状況の確認を行った。加えて、養殖籠1連に付着したザラボヤの計数と体長測定も実施した。

### (3) 得られた結果

#### ア ホタテガイ (半成貝) の状況

2019年度から2021年度の3年間の月別死亡率を図1に示す。2021年度は秋までは死亡率は低く推移したが、12月から増加した。死亡率は籠の段によって大きな差が見られた (図2)。12月、1月の段階では下段に死亡が多く見られたが、2月には上段に多いことから、死亡の多い段は連によって異なると思われる。

上・中・下段および12月以降の死亡の多かった段 (死亡段) の殻高と軟体部重量の推移をそれぞれ図3と図4に示す。なお、12月の下段はほとんど死亡段だったためデータはない。殻高は年間を通して増加したが、死亡段では12月から2月まで成長が停滞する傾向がみられた (図3)。軟体部重量は夏季 (6月~10月) に横ばいで推移したが、11月から増加した。しかし、死亡段では殻高と同様に12月から2月にかけて増重が認められなかった (図4)。死亡が発生する前兆がないか12月以前の上・中・下段のデータから検討したが、確認できなかった。

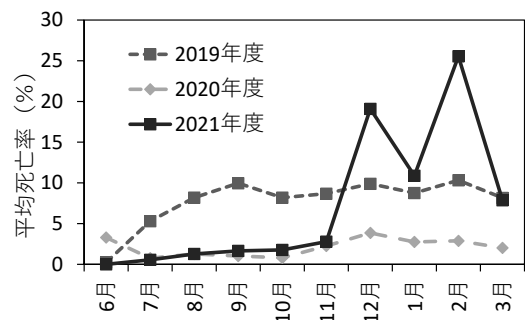


図1 半成貝の月別平均死亡率 (2019~2021年度)

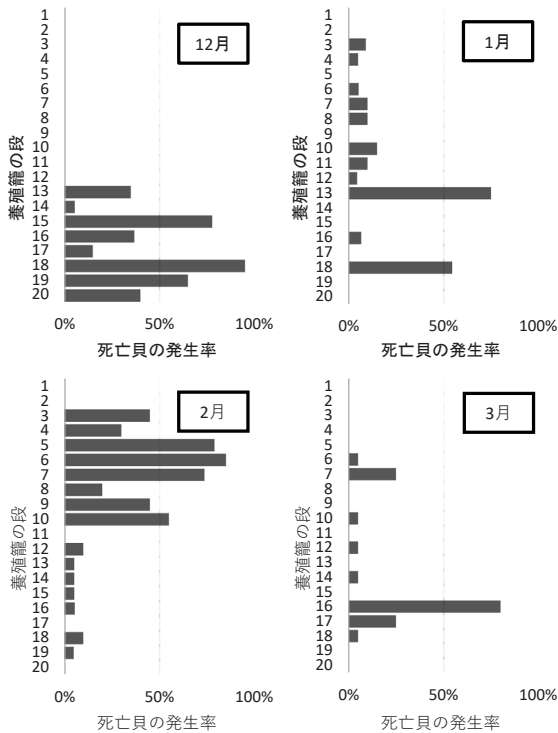


図2 養殖籠の段別の死亡率

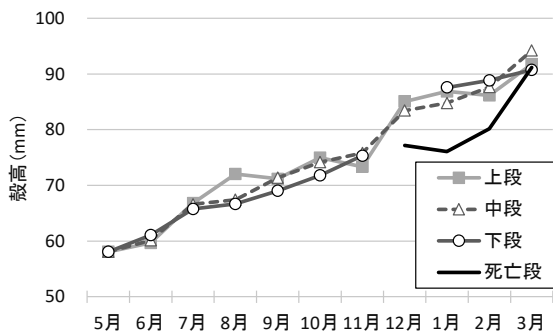


図3 殻高の推移 (上段, 中段, 下段, 死亡段)

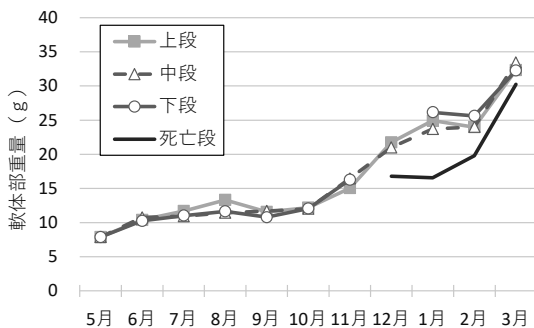


図4 軟体部重量の推移 (上段, 中段, 下段, 死亡段)

### イ 海洋環境と籠の動き

養殖籠の中段に設置した水温計と下段に設置した加速度計の結果をそれぞれ図5と図6に示す。なお、機器の不調により水温計は10月8日から11月18日、加速度計は6月15日から7月18日までの期間が欠測となった。

昨年に続き、特に夏季に海水温が急落、急回復する現象が確認されたが、その時期に昨年のような強い東風や籠の動揺は観測されなかった。

### ウ ザラボヤ付着個体の季節変化

養殖籠1連当たりのザラボヤ付着数の月別推移の3年間の結果を図7に、ザラボヤ付着器への付着数を表1に示す。2021年度は7月から養殖籠への付着が確認され、付着のタイミングが早く、かつ、付着数も3年間で最多となった。但し漁業者の聞き取りでは2021年度の付着数は多いという実感はなく、5月に入れた養殖籠にはザラボヤの付着が多いが、6月に入れたものはほとんど付着が見られないとの話だった。ザラボヤ付着器の結果とも一致することから、2021年は5月の限られた時期にザラボヤの付着の盛期があったと考えられる。また、7月や9月に設置したザラボヤ付着器にも付着が確認されることから年に数回、付着の多い時期があると考えられる。

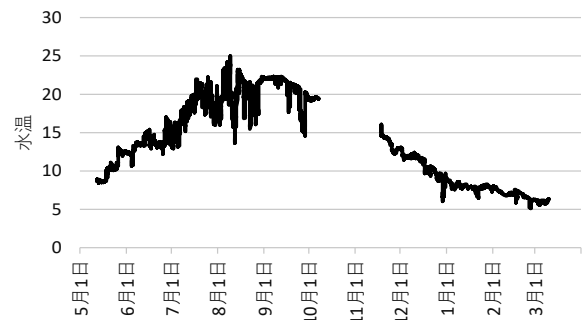


図5 養殖籠の水温の推移 (中段)

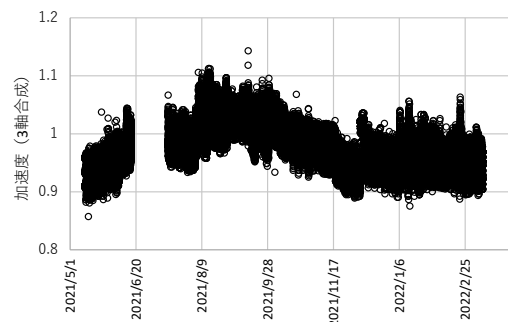


図6 養殖籠の加速度 (3軸合成) の推移 (下段)

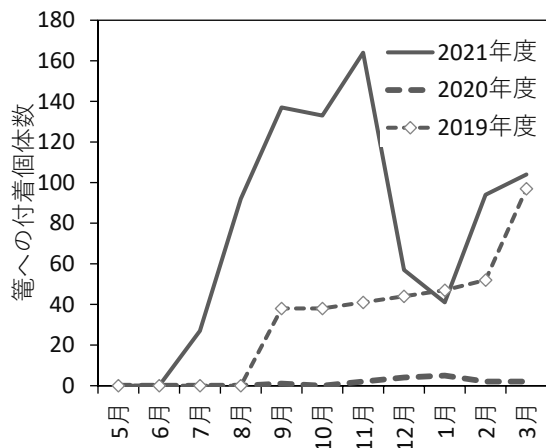


図7 養殖籠1連当たりのザラボヤ付着数の月別推移 (2019~2021年度)

表1 ザラボヤ付着器への付着数 (2021年度)

設置日	回収日	付着数
5月12日	7月14日	21
6月16日	8月6日	0
7月14日	9月15日	1
8月6日	10月7日	0
9月15日	11月18日	3
10月7日	12月10日	0
11月18日	1月6日	0
12月10日	2月10日	0
1月6日	3月10日	0



## 17. 外海ホタテガイ稚貝生産技術改善調査(受託研究)

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 三好晃治  
(主管水試：網走水産試験場 調査研究部)

### (1) 目的

天然採苗と稚貝の中間育成は、北海道の基幹産業であるホタテガイ漁業の中核となる技術である。種苗生産地での採苗不振などもあり、近年ではオホーツク海でも地場での採苗や中間育成への需要が高まっている。噴火湾や日本海などの種苗生産地ではこれら技術発展が進んでいるが、オホーツク海は、流水の到来など、他海域とは異なる海洋環境にあることから、稚貝の成長、生残に与える環境の影響について不明な点が多く、特に冬季の流水離岸後のへい死要因の解明など課題がある。また、稚貝育成時の籠の振動による負の影響はオホーツク海を含む道内各地で懸念されており、ホタテガイへのダメージの定量化が望まれている。

本課題では、オホーツク海におけるホタテガイ稚貝生産技術改善のための技術的問題点を洗い出すとともに、籠の揺れによる貝の動揺の定量化やその対策など、オホーツク海だけでなく北海道全体の稚貝生産安定化に資する技術開発を目的とする。中央水産試験場では、流水下での養殖籠内の貝の動きを水槽実験によって再現する。併せて、籠内の貝の動きを画像解析することで、籠の揺れと貝へのダメージの関係を明らかにする。なお、本研究は北海道ほたて漁業振興協会からの受託研究である。

### (2) 経過の概要

中央水産試験場内の波浪環境シミュレーション水槽にて、1段丸カゴ(直径38 cm)にホタテガイ稚貝を収容し、設定した波浪環境を断続的に供することで、実際の現場で想定される中間育成施設における波浪環境を再現した(図1)。実験期間は2021年11月18日～2022年2月25日(100日間)である。波浪環境は、低気圧通過時にオホーツク海沿岸域で想定される時化を前提とし、流速40 cm/s(波周期8秒)とした。2015年以降のオホーツク海沿岸紋別沖で観測した底層流速の観測結果から、この波浪環境は毎年11～2月には全体の11%(約350時間)に相当する。本実験では、波浪環境を1日当たり6時間、約60日断続的に再現した。それ以外の時間帯は濾過海水(水温 $8.4 \pm 2.0^\circ\text{C}$ 、クロ

ロフィルa濃度 $0.74 \pm 0.65 \mu\text{g/L}$ )をかけ流した4トン水槽内にてカゴに収容したまま畜養した。ホタテガイ稚貝は、1カゴあたり100枚または200枚、波浪環境に供する群とコントロール群の4種類の実験群を設定した。なお、波浪環境によるホタテガイの挙動の変化を明らかにするためカゴ内にアクションカメラを設置し、波浪環境時のホタテガイの挙動を撮影した。



図1 波浪環境実験の様子

### (3) 得られた結果

実験経過日数とホタテガイの生残率の関係から、実験開始から50日以降では各実験群の生残率に顕著な差が確認された(図2)。また、波浪環境を終了した80日目以降も200枚/カゴ(波浪環境あり)の実験区において20%以上が死亡した。波浪環境による最終生残率の差は100枚/カゴの実験群間では認められないが、200枚/カゴの実験群間では波浪環境の有無によって50%以上の差が確認された。

実験前後のホタテガイのサイズ(殻長)を比較したところ、収容数によって実験前後のサイズ差が顕著に現れており、特に100枚/カゴ(波浪環境なし)では2.5 mm以上の成長が確認できた。波浪環境の有無にかかわらず、200枚/カゴではほぼ成長していないことから、収容数の差によって顕著な成長差が生じる可能性があった。なお、重量については全実験群で差はなかった。

今年度設定した収容数は比較的極端な事例（1カゴ当たり100枚または200枚）であったが、各実験群の生残率などに顕著な差がみられた。次年度以降は、より現場で事例の多い収容数（1カゴ当たり120～180枚）を想定した実験を試みたいと考えている。また今後、画像解析によって波浪環境下におけるホタテガイの挙動について明らかにすることで、「波浪環境～ホタテガイの挙動～ホタテガイの生残率および成長」にどのような関係性があるのかを検証する予定である。

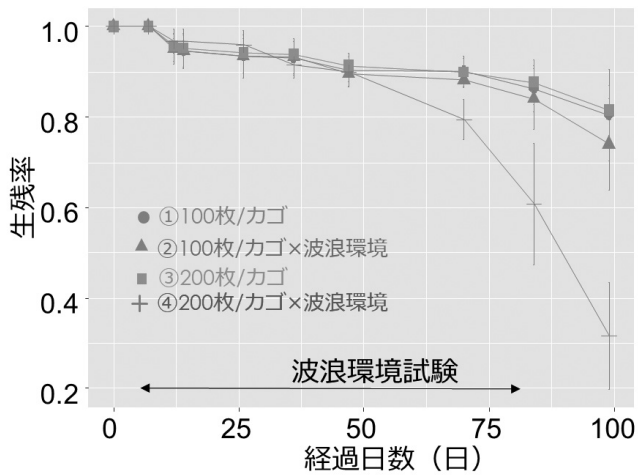


図2 実験期間中の生残率（±SD）の推移

### Ⅲ 加工利用部所管事業

#### 1. 近未来の社会構造の変化を見据えた力強い北海道食産業の構築 1. 1 道産の食品素材を用いた調味料の製造技術開発(戦略研究)

担当者 加工利用部 加工利用グループ 渡邊 治  
共同実施機関 釧路水産試験場, 網走水産試験場  
林産試験場, 食品加工研究センター

##### (1) 目的

近年、食の簡便化が進み、家庭では出汁の調製を行わなくなってきたり、市販のうま味素材エキスをブレンドした調味料の需要が高まっている。北海道は、昆布や乾燥椎茸などのうま味素材において国内でも有数の産地であるほか、ブリなどを素材とした節類や低未利用素材(内臓やホタテガイ外套膜等)を原料とした魚醤油など新たな調味素材の開発が進んでおり、アミノ酸及び核酸(イノシン酸, グアニル酸)のうま味を持ったエキス抽出用素材が充実しつつある。一方、これらの調味素材はそのまま、あるいは濃縮エキスの形で移輸出される場合が多いことから、付加価値を高めた調味料を製造するための技術開発が望まれている。

これらのことから本研究では、新たな水産原料や林産原料、及び低未利用の素材を用いた調味料原料の特性を明らかとし、昆布や椎茸など従来の調味素材と複合した新たな調味料の開発を行うことを目的とする。

##### (2) 経過の概要

中央水試では、ホタテガイ貝柱加工時に排出される外套膜を原料とした酵素分解エキスの調味料素材(エキス, ペースト, ペプチド液)としての特長について検討し、それぞれの官能特性、脂質多層膜への吸着性についていくつかの知見を得た。この中でホタテ外套膜分解ペースト(SMP)が苦味を有しており、調味素材として用いるには苦味の低減が課題となっていた。この苦味の原因は、外套膜をエンドペプチダーゼであるパパインで分解したことにより、疎水性の苦味ペプチドがタンパク質表面に現れ、その結果、苦味を感じるようになったと考えられた。

このため本年度は、様々なペプチダーゼ(プロテアーゼ)を用い、SMPをより低分子に分解することで、呈味性の改善、特に苦味の低減について試みることにした。

##### ア 酵素処理における酵素の種類の影響

試験に供した酵素は、ペプチダーゼR(至適温度37℃)、プロテアーゼM「アマノ」(同50℃)、プロテアーゼF「アマノ」(同40℃)、パパインW-40(同70℃)、プロメラインF(同60℃)(以上、天野エンザイム(株))、スミチームLP50D(同50℃)(新日本化学工業(株))の6種類とした。これらをSMP(0.59% w/v)200 mLに3.0% w/wの濃度となるように添加し、4時間反応させて得られたSMP分解物をオの呈味性評価に供した。なお反応温度は、それぞれの酵素の至適温度とした。

##### イ 酵素処理における酵素濃度の影響

SMP(0.59% w/v)200 mLにペプチダーゼRを0.1, 1.0, 3.0, 5.0, 10.0% w/wの濃度となるように添加し、37℃でそれぞれ4時間反応させて得られたSMP分解物をオの呈味性評価に供した。

##### ウ 酵素処理における反応温度の影響

SMP(0.59% w/v)200 mLにペプチダーゼRを3.0% w/wの濃度となるように添加し、25, 37, 45, 55℃でそれぞれ4時間反応させて得られたSMP分解物をオの呈味性評価に供した。

##### エ 酵素処理における反応時間の影響

SMP(0.59% w/v)200 mLにペプチダーゼRを3.0% w/wの濃度となるように添加し、37℃で1, 2, 4, 8時間それぞれ反応させて得られたSMP分解物をオの呈味性評価に供した。

##### オ SMP分解物の呈味性評価

呈味性評価には、食品加工研究センターに設置している味認識装置(TS-5000Z, (株)インテリジェントセンサーテクノロジー, 図1, 以下「味覚センサー」)を用いた。具体的には、30 mM KCl+0.3 mM酒石酸の混合液をブランク(基準液)、SMPをコントロール(対照)として、酸味、苦味、渋味、旨味、塩味の5本の脂質膜センサーで膜電位を測定した。この測定値から補間加算データ(基準液を0としたときのデータ、「味の有無」の検定で使用)及び補間差分データ(対



図1 味認識装置 (TS-5000Z)

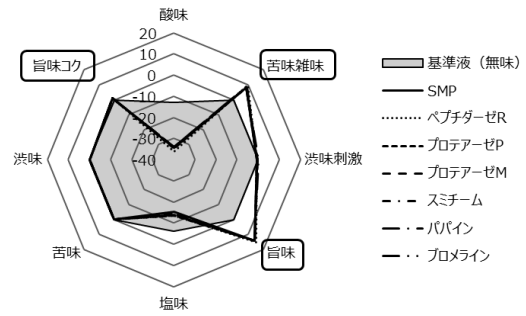


図2 酵素の種類による味の有無の評価

表1 酵素の種類による味の変化の評価

	コク (苦味雑味)	旨味	旨味コク
SMP	0.000 ± 0.000 <sup>b</sup>	0.000 ± 0.000 <sup>b</sup>	0.000 ± 0.000 <sup>bc</sup>
ペプチダーゼR	1.425 ± 0.110 <sup>a, **</sup>	1.187 ± 0.060 <sup>a, ***</sup>	-0.078 ± 0.017 <sup>c</sup>
プロテアーゼP	-0.003 ± 0.339 <sup>b</sup>	0.443 ± 0.093 <sup>b</sup>	0.083 ± 0.028 <sup>abc</sup>
プロテアーゼM	0.483 ± 0.289 <sup>ab</sup>	0.167 ± 0.148 <sup>b</sup>	0.083 ± 0.058 <sup>abc</sup>
スミチームLP50D	0.040 ± 0.275 <sup>b</sup>	0.137 ± 0.140 <sup>b</sup>	0.083 ± 0.029 <sup>abc</sup>
パパインW-40	0.197 ± 0.281 <sup>ab</sup>	0.233 ± 0.166 <sup>b</sup>	0.227 ± 0.047 <sup>a, **</sup>
プロメラインF	0.370 ± 0.309 <sup>ab</sup>	0.263 ± 0.170 <sup>b</sup>	0.153 ± 0.069 <sup>ab</sup>
分散分析	$p = 0.0168$	$p < 0.001$	$p = 0.0039$

アスタリスクは対照区 (SMP) と比較してDunnett法で有意差あり (\*, $p < 0.05$ ; \*\*, $p < 0.01$ ; \*\*\*, $p < 0.001$ )  
異なる文字間はTukey HSD法で有意差あり ( $p < 0.05$ )

照を0としたときのデータ、「味の違い」の検定で使用)を求め、これらから得られる先味5種(酸味, 苦味雑味, 渋味刺激, 旨味, 塩味)と後味3種(苦味, 渋味, 旨味コク)の味覚データをもとに評価した。

評価の流れとしては、はじめに測定値から補間加算データを求め、この値が基準液より高い味覚項目を「味がある」項目とした。次に「味がある」項目の測定値から補間差分データを求め、この値と対照を比較検定し、有意差のある項目で値が0.5以上のものを「SMPと比較して、味が変わったことをヒトが認識できる」項目とした。さらに上記の有意差のある項目において群間で比較検定を行うことで、より効果的な酵素処理条件を検討した。

#### カ 統計処理

統計処理を必要とする測定結果について、対照との比較はDunnett法<sup>1)</sup>を用いて、群間同士の比較はTukey HSD法<sup>2)</sup>を用いて、有意水準5% ( $p < 0.05$ ), 1% ( $p < 0.01$ ) または0.1% ( $p < 0.001$ ) で検定した。また、すべての統計処理にはEZR<sup>3)</sup>を使用した。

### (3) 得られた結果

#### ア 酵素処理における酵素の種類の影響

6種類の酵素処理液及びSMP(対照)を味覚センサーで測定して得られた補間加算データを図2に示した。この試験においては、「コク(苦味雑味)」「旨味」「旨味コク」の3項目が「味を感じる」項目であった。この3項目の補間差分データについて検定した結果を表1に示した。この結果から、ペプチダーゼRを用いることでコク(苦味雑味)と旨味を有意に増強できることが明らかとなった。一方、旨味コクについてはパパインW-40を用いることで味を増強することができるが、その違いをヒトが認識することは困難であるとの結果が得られた。

#### イ 酵素処理における酵素濃度の影響

添加する酵素濃度を変えて得られた試料を味覚センサーで測定した結果を図3に示した。この試験においては、「コク(苦味雑味)」「旨味」「旨味コク」の3項目が「味を感じる」項目であった。この3項目の補間差分データについて検定した結果を表2に示した。この結果から、「コク(苦味雑味)」については、添加するペプチダーゼRの濃度を0.1~5%とすることで有意に増強できること、特に添加濃度を0.1%または1%とすることでより増強できることが明らかになった。また「旨味」については、添加するペプチダーゼRの

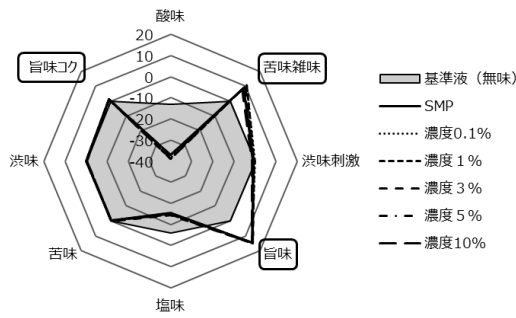


図3 酵素の添加濃度による味の有無の評価

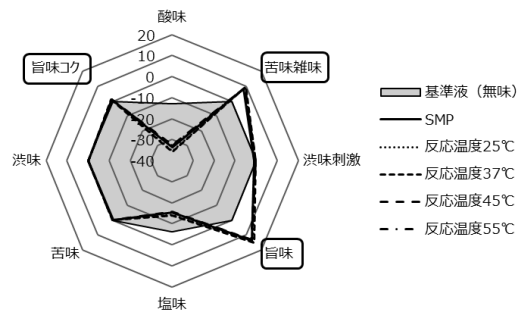


図4 酵素の反応温度による味の有無の評価

表2 酵素の添加濃度による味の変化の評価

	コク (苦味雑味)	旨味	旨味コク
SMP	0.000 ± 0.000 <sup>d</sup>	0.000 ± 0.000 <sup>d</sup>	0.000 ± 0.000
0.1%	2.050 ± 0.232 <sup>ab, ***</sup>	0.250 ± 0.035 <sup>c, **</sup>	0.173 ± 0.115
1%	2.253 ± 0.195 <sup>a, ***</sup>	0.687 ± 0.067 <sup>b, ***</sup>	-0.047 ± 0.048
3%	1.425 ± 0.110 <sup>b, ***</sup>	1.187 ± 0.069 <sup>a, ***</sup>	-0.078 ± 0.017
5%	0.713 ± 0.095 <sup>c, *</sup>	0.657 ± 0.017 <sup>b, ***</sup>	0.033 ± 0.058
10%	-0.920 ± 0.098 <sup>e, **</sup>	0.023 ± 0.033 <sup>d</sup>	0.113 ± 0.049
分散分析	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p = 0.851$

アスタリスクは対照区 (SMP) と比較してDunnett法で有意差あり (\*, $p < 0.05$ ; \*\*, $p < 0.01$ ; \*\*\*, $p < 0.001$ )  
異なる文字間はTukey HSD法で有意差あり ( $p < 0.05$ )

表3 酵素の反応温度による味の変化の評価

	コク (苦味雑味)	旨味	旨味コク
SMP	0.000 ± 0.000 <sup>bc</sup>	0.000 ± 0.000 <sup>b</sup>	0.000 ± 0.000
25°C	1.057 ± 0.102 <sup>ab</sup>	1.147 ± 0.074 <sup>a, ***</sup>	0.023 ± 0.044
37°C	1.425 ± 0.110 <sup>a, *</sup>	1.187 ± 0.069 <sup>a, ***</sup>	-0.078 ± 0.017
45°C	-0.373 ± 0.538 <sup>c</sup>	-0.393 ± 0.244 <sup>b</sup>	0.033 ± 0.033
55°C	1.033 ± 0.240 <sup>ab</sup>	-0.300 ± 0.168 <sup>b</sup>	0.023 ± 0.038
分散分析	$p = 0.0036$	$p < 0.001$	$p = 0.1440$

アスタリスクは対照区 (SMP) と比較してDunnett法で有意差あり (\*, $p < 0.05$ ; \*\*, $p < 0.01$ ; \*\*\*, $p < 0.001$ )  
異なる文字間はTukey HSD法で有意差あり ( $p < 0.05$ )

濃度を1~5%とすることで有意に増強できること、特に添加濃度を3%とすることでより増強できることが明らかとなった。なお旨味コクについては、味覚センサーを用いることでSMPとの味の違いを評価できるが、その違いをヒトが認識することは困難であるとの結果を得た。

ウ 酵素処理における反応温度の影響

酵素の反応温度を変えて得られた試料を味覚センサーで測定した結果を図4に示した。この試験においては、「コク (苦味雑味)」「旨味」「旨味コク」の3項目が「味を感じる」項目であった。この3項目の補間差分データについて検定した結果を表3に示した。この

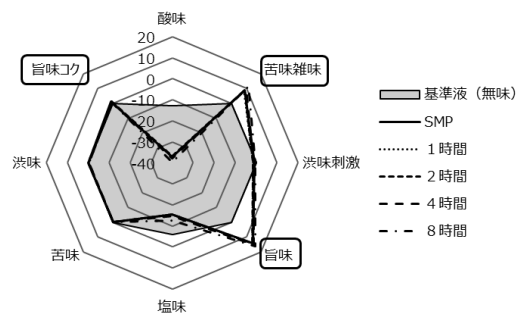


図5 酵素の反応時間による味の有無の評価

表4 酵素の反応時間による味の変化の評価

	コク (苦味雑味)	旨味	旨味コク
SMP	0.000 ± 0.000 <sup>c</sup>	0.000 ± 0.000 <sup>c</sup>	0.000 ± 0.000 <sup>a</sup>
1時間	-0.183 ± 0.006 <sup>c</sup>	-0.220 ± 0.003 <sup>c</sup>	-0.143 ± 0.015 <sup>a, *</sup>
2時間	0.003 ± 0.003 <sup>c</sup>	-0.040 ± 0.002 <sup>c</sup>	-0.117 ± 0.048 <sup>a</sup>
4時間	1.425 ± 0.011 <sup>b, ***</sup>	0.780 ± 0.005 <sup>b, ***</sup>	-0.078 ± 0.017 <sup>a</sup>
8時間	2.463 ± 0.012 <sup>a, ***</sup>	1.720 ± 0.005 <sup>a, ***</sup>	-0.320 ± 0.051 <sup>b, ***</sup>
分散分析	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p = 0.0006$

アスタリスクは対照区 (SMP) と比較してDunnett法で有意差あり (\*, $p < 0.05$ ; \*\*, $p < 0.01$ ; \*\*\*, $p < 0.001$ )  
異なる文字間はTukey HSD法で有意差あり ( $p < 0.05$ )

結果から、「コク (苦味雑味)」については、ペプチダーゼRの反応温度を25℃、37℃または55℃で反応させることで有意に増強できることが、また「旨味」については、ペプチダーゼRの濃反応温度を25℃または37℃で反応させることで有意に増強できることが明らかとなった。なお旨味コクについては、味覚センサーを用いることでSMPとの味の違いを評価できるが、その違いをヒトが認識することは困難であるとの結果を得た。

#### エ 酵素処理における反応時間の影響

酵素の反応時間を変えて得られた試料を味覚センサーで測定した結果を図5に示した。この試験においては、「コク (苦味雑味)」「旨味」「旨味コク」の3項目が「味を感じる」項目であった。この3項目の補間差分データについて検定した結果を表4に示した。この結果から、「コク (苦味雑味)」「旨味」ともに、ペプチダーゼRの反応温度を4時間とすることで有意に増強できること、また反応時間を8時間とすることでより増強できることが明らかとなった。なお旨味コクについては、ペプチダーゼRを用いることで減少する方向に変化させたが、その違いをヒトが認識することは

困難であるとの結果が得られた。

以上より、SMPに「ペプチダーゼR」を「1～3%」の濃度で添加し、「25～37℃」で「8時間」反応させることにより、「コク (苦味雑味)」と「旨味」を有意に増強できることが明らかとなった。

今後は、味覚センサーによる味の持続性評価とGC-MSを用いた香気成分について検討する予定である。

#### (4) 参考文献

- 1) Dunnett, C. W., A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control, Journal of the American Statistical Association, 1955; 50: 1096 - 1121.
- 2) Tukey, J., Comparing Individual Means in the Analysis of Variance, Biometrics, 1949; 5 (2) : 99 - 114.
- 3) Kanda Y., Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics, Bone Marrow Transplant, 2013; 48: 452 - 458.

## 2. 道産ガゴメの生産性を向上する促成養殖生産システムの開発（重点研究）

担当者 加工利用部 加工利用グループ 成田正直 麻生真悟  
函館水産試験場 調査研究部 秋野秀樹 北川雅彦

### (1) 目的

道産ガゴメの促成養殖生産技術を開発し、天然物に匹敵する品質の製品を安定供給する生産体系を構築する。

### (2) 経過の概要

近年、ガゴメの生産主体である天然資源が急減したことで、生産量は大きく減少し、原料価格が高騰している。現在、養殖物も生産されているが、養殖物は天然物に比べて藻体が薄く、その用途は限られている。このため、高品質な個体を養殖する技術の確立が望まれている。こうした背景から、我々はこれまで、成熟誘導技術を利用したガゴメの早期種苗生産手法を開発し、生産現場における技術移転の可能性について実証してきた。今後、開発した技術の社会実装を図るためには、生産現場の施設で効率的に実施できる成熟誘導と種苗育成体系を構築する必要がある。また、海面養殖では沖出し時期の高水温や冬季の低水温による生育不良等が生産不安定化の要因となっており、海域による漁場環境に適合した養殖工程の開発が必要である。

一方、ガゴメは機能性成分を含むため、いわゆる健康食品や有用成分の抽出源として利用が拡大しており、機能性食品やサプリメントとしての需要が高まっている。このため、ガゴメの品質評価には、化学成分を対象とした分析が不可欠である。本研究において、中央水産試験場は函館水産試験場と共同で、ガゴメの成分分析を行うとともに、有用成分の観点からガゴメの品質を評価し、高品質のコンブを栽培する手法の開発に取り組む。初年度である令和3年度は予備試験として、2020年に採取したガゴメを試料に、アルギン酸、フコイダン、マンニトール、ラミナランなどの成分について分析を行い、基礎的知見の集積を図った。

#### ア 試験方法

試験試料は乾燥ガゴメ5試料区分（函館水試にて調製、2020年、函館市日浦地区採取）を用いた（表1）。分析部位は藻体全体を用い、ホタテ稚貝、微小甲殻類などの狭雑物や、先端部の枯れた部分（裾枯れ）、変

色した部分は除去した。乾燥ガゴメをハサミで小片化し、遠心式粉碎機（日本精機）によって粉碎した。スクリーン目合7.5 mmで粉碎を行った後、ふるい（60メッシュ、0.25 mm）を通過したものを分析に供した。

#### (ア) 水分、灰分、タンパク質

水分は105℃常圧乾燥法、灰分は550℃直接灰化法で行った。タンパク質は次項の方法で定量した全窒素に6.25を乗じて算出した。

#### (イ) 全窒素、全炭素

全窒素、全炭素の分析は燃焼法（デュマ法）により行った。試料を高温で燃焼することにより、試料中の窒素、炭素を酸化物としてガス化した。これを還元して、熱伝導度検出器TCD（Thermal Conductivity Detector）にて検出し、ピーク面積から全窒素、全炭素を算出した。測定機器はSUMIGRAPH<sup>®</sup> NC-TRINITY（（株）住友分析センター）を用いた。温度は反応管900℃、還元管600℃、カラム90℃、熱伝導度検出器100℃に設定した。粉末試料約0.1 gをアルミナボートに精秤し、分析に供した。助燃ガスは高純度酸素（99.999%）、キャリアガスは高純度アルゴン（99.995%）を用いた。標準試料としてアスパラギン酸ナトリウム1水和物を用いた。

#### (ウ) アルギン酸

粉末試料約0.5 gを50 mL用ガラス遠沈管に精秤し、0.1 N塩酸30 mLを加えた。蓋をして、これを70℃のブロックヒータにて1時間加熱した。加熱後はウォーターバス中で5分間冷却した。冷却後、遠心分離（3,000

表1 試料区分と採取日

試料区分	採取日
No. 1	3月19日
No. 2	4月17日
No. 3	5月24日
No. 4	6月29日
No. 5	7月30日

（いずれも2020年採取）

rpm×20分, 20℃) し, 上澄みを除いた(塩酸洗浄)。沈殿に, 1%炭酸ナトリウム(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 25 mLを加え, 100℃で30分加熱した。遠心分離(3,000 rpm×20分, 20℃)した上澄みを100 mL容メスフラスコにとった(加熱抽出)。この加熱抽出を2回行った。加熱抽出後の沈殿に1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 25 mLを加え, スパチュラで攪拌した。遠心分離後, 上澄みを100 mL容メスフラスコに合わせ(沈殿洗い), 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>にて100 mLにメスアップした。この抽出液をろ過(アドバンテック, No.2)後, Galambos法<sup>1)</sup>による比色定量に供した。すなわち, 抽出液0.5 mLをガラス試験管にとり, 4 Mスルファミン酸60 μL, 1 Mホウ酸60 μLを加えて攪拌した。ガラス試験管を水で冷却しながら, 濃硫酸3 mLを加えた。攪拌後, 沸騰水中で6.5分間加熱した。水で冷却後, 0.2%カルバゾールエタノール液125 μLを加えた。攪拌後, 沸騰水中で10分間加熱した。冷却後, 発色した試料を分光光度計(U3900H, (株)日立製作所)に供し, λ525 nmにおける吸光値を測定した。標準物質はアルギン酸ナトリウムを用いた。

#### (エ) フコイダン

粉末試料約0.5 gを50 mL用ガラス遠沈管に精秤し, 50 mM塩化カルシウム(CaCl<sub>2</sub>) 30 mLを加えた。蓋をして, これを100℃に設定したブロックヒータにて加熱した。加熱は30分間行い, 加熱後はウォーターバス中で5分間冷却した。冷却後, 遠心分離(3,000 rpm×20分, 20℃)し, 上澄みをメスフラスコにとった(加熱抽出)。この加熱抽出操作を2度行った。抽出後の沈殿に50 mM CaCl<sub>2</sub> 20 mLを加え, スパチュラで攪拌後, 遠心分離(3,000 rpm×20分, 20℃)し, 上澄みを100 mL容メスフラスコに合わせた(沈殿洗い)。抽出後の上澄み液を50 mM CaCl<sub>2</sub>にて100 mLにメスアップした。ろ過後(アドバンテック, No.2), ろ液10 mLを50 mL用ガラス遠沈管にとり, エタノール20 mLを加えた。これを5℃で一晩静置し, エタノール沈殿物を得た。遠心分離(3,000 rpm×20分, 20℃)後, 上澄み液を除いた。沈殿に蒸留水10 mLを加え, 超音波洗浄機内で溶解した。これをGibbons<sup>2)</sup>による比色定量法に供した。すなわち, 抽出液0.5 mLをガラス試験管にとり, 試験管を水で冷却しながら, 希釈硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:水=6:1) 2.5 mLを加えた。攪拌後, 沸騰水中で10分間加熱した。水で冷却後, 3.3%チオグリコール酸(メルカプト酢酸) 60 μLを加え混合した。これを, 室温冷暗所で3時間静置し, λ400 nmおよびλ430 nmの吸光値を測定した。なお, 標準試料はD-フコースを用い, 標準試料濃度と(λ400

nm-λ430 nm)の吸光値から検量線を得て, フコース量を算出した。なお, ガゴメはフコース7分子に硫酸基が12分子結合したものを1単位とする繰り返し構造をとることがわかっている<sup>3)</sup>。フコースの分子量164.2, ガゴメフコイダンの1単位を1951.7とすると, 1951.7/(164.2×7)=1.698が得られる。このことにより, フコース量に1.698を乗じて, フコイダン量とした。

#### (オ) マンニトール

粉末試料約30 mgを10 mL用ガラス遠沈管に精秤し, 蒸留水5 mL加え懸濁した。これを4℃で16時間静置した。静置後0.45 μm, 径33 mmのフィルターでろ過し, 高速液体クロマトグラフィー(HPLC, HITACHI)分析に供した。HPLC分析条件は以下のとおり。カラム: Shodex Asahipak NH2P-50 (4.6 mm内径×250 mm長)。溶離液: アセトニトリル(CH<sub>3</sub>CN): 蒸留水=75:25。流量: 0.6 mL/mL。検出器: HITACHI RI L2490。検出温度: 35℃。カラム温度: 25℃。なお, 標準試料にはD-マンニトールを用いた。

#### (カ) ラミナラン

粉末試料約30 mgを10 mL用ガラス遠沈管に精秤し, 1 N硫酸5 mLを加え懸濁した。これを100℃のインキュベータで5時間加熱し, ラミナランをグルコースに分解した。加熱, 冷却後, 0.45 μm, 径33 mmのフィルターでろ過し, HPLC分析に供した。HPLC分析条件は, マンニトールと同様とした。標準試料には, D-グルコースを用いた。加水分解による水の付加を考慮し, 得られたグルコース量に0.9を乗じ, ラミナラン量とした。

### (3) 得られた結果

粉末試料の水分は8.6~9.6%, 無水物換算値(d.m.)による灰分, タンパク質はそれぞれ29.5~37.1%, 8.3~17.3%であった(表2)。全窒素は1.3~2.8(d.m.), 全炭素は31.9~35.3(d.m.)であった。全炭素/全窒素の比(C/N比)は12.5~16.6であった。C/N比は春季から夏季にかけて上昇する傾向がみられた(表3)。

ガゴメにはアルギン酸, フコイダン, ラミナランなどが含まれている。これらは, いずれも増粘多糖類といわれる物質で, ガゴメが示す特有のネバネバ, ヌメヌメした性状に関係している。これらの成分は, 血圧低下作用, 抗がん作用, 育毛作用, 免疫作用など多くの機能性を示すことが知られている<sup>4)</sup>。マンニトールは褐藻類の貯蔵物質であり, 旨味に関係する成分とし



表2 ガゴメの水分, 灰分, タンパク質

試料区分	水分 (%)	灰分 (d. m. %)	タンパク質 (d. m. %)
No. 1	9.6	33.2	17.3
No. 2	8.6	31.6	11.8
No. 3	9.0	37.1	13.8
No. 4	9.2	33.1	10.1
No. 5	9.4	29.5	8.3

(d.m.% : 無水物換算値), 表3~5も同じ

表3 ガゴメの全窒素, 全炭素

試料区分	全窒素 (d. m. %)	全炭素 (d. m. %)	C/N比
No. 1	2.8	34.6	12.5
No. 2	1.9	35.0	18.6
No. 3	2.2	31.9	14.5
No. 4	1.6	34.3	21.2
No. 5	1.3	35.3	26.6

表4 ガゴメのアルギン酸およびフコイダン

試料区分	アルギン酸 (d. m. %)	フコイダン (d. m. %)
No. 1	26.5	2.1
No. 2	26.1	1.9
No. 3	29.0	2.3
No. 4	29.5	3.6
No. 5	28.6	4.0

表5 ガゴメのマンニトールおよびラミナラン

試料区分	マンニトール (d. m. %)	ラミナラン (d. m. %)
No. 1	16.0	N. D.
No. 2	23.0	N. D.
No. 3	12.3	N. D.
No. 4	18.4	N. D.
No. 5	25.4	N. D.

表6 各測定項目間の相関係数

	灰分	タンパク質	アルギン酸	フコイダン	マンニトール	全窒素	全炭素	C/N比
灰分	-	0.554	0.264	-0.484	-0.955	0.554	-0.954	-0.733
タンパク質		-	-0.499	-0.784	-0.700	1.000	-0.334	-0.956
アルギン酸			-	0.707	-0.214	-0.499	-0.431	0.400
フコイダン				-	0.459	-0.784	0.322	0.851
マンニトール					-	-0.700	0.853	0.808
全窒素						-	-0.334	-0.956
全炭素							-	0.530
C/N比								-

(各測定値とも無水物換算値)

で知られている。

アルギン酸は26.1~29.0 (d.m.%), フコイダンは1.9~4.0 (d.m.%)であった。アルギン酸, フコイダンともに春季から夏季にかけて, 漸増する傾向がみられた(表4)。マンニトールは12.3~25.4 (d.m.%)であった。アルギン酸, フコイダンと同様に, 春季から夏季にかけて, 増加する傾向がみられた(表5)。ラミナランは, いずれの試料中にも検出されなかった。

各項目間の相関係数を表6に示した。この中では, 灰分-マンニトール (-0.955), 灰分-全炭素 (-0.954)

に比較的高い負の相関関係が予想された。また, フコイダン-C/N比 (0.851), マンニトール-C/N比 (0.808) に比較的高い正の相関関係が予想された(図1, 2, 3, 4)。今後, これら成分間の関係を明らかにするとともに, 生育条件と成分の関係を詳細に検討していく必要がある。

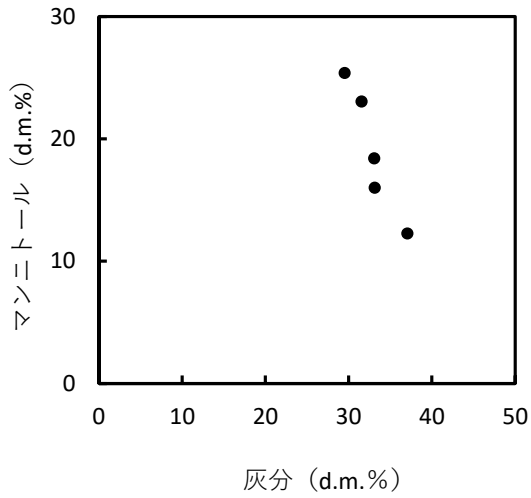


図1 灰分とマンニトールの関係  
(d.m.% : 無水物換算値), 図2~4も同じ

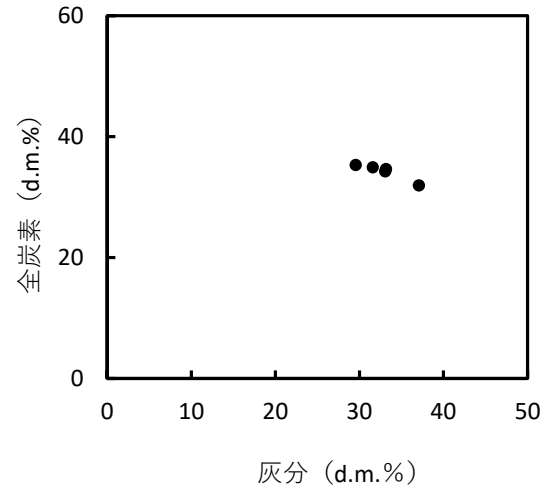


図2 灰分と全炭素の関係

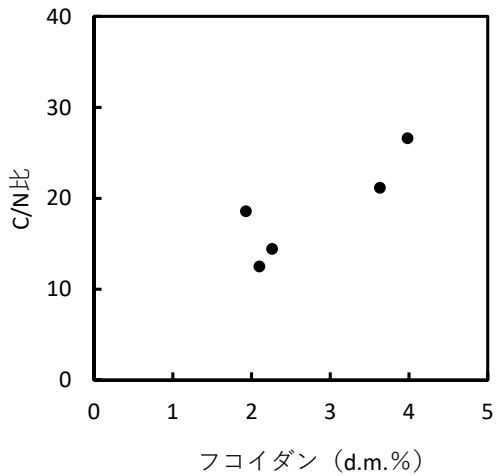


図3 フコイダンとC/N比の関係

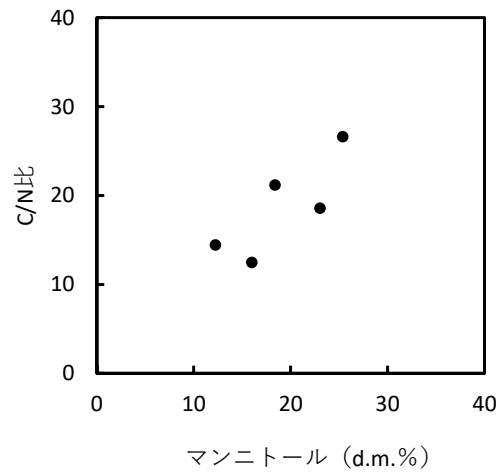


図4 マンニトールとC/N比の関係

#### (4) 参考文献

- 1) 瀬野信子, 河合由美子, 阿武喜美子. 3.定量実験法. 化学の領域増刊96号ムコ多糖実験法. 南光堂.東京.1972, 85-125.
- 2) Gibbons MN. The determination of methylpentoses. Analyst, 80. 1967, 268.
- 3) 酒井武, 加藤郁之進. 昆布由来多糖-フコイダン. 高分子, 55 (7). 2006, 488-489.
- 4) 日本藻類学会編, 海藻の疑問50. 2016, 79-81.

### 3. 身欠きニシンの品質向上技術の開発(経常研究)

担当者 加工利用部 加工利用グループ 菅原 玲 成田正直 鎌水 梢 渡邊 治  
 食品加工研究センター 発酵食品グループ 中川良二

#### (1) 目的

江戸時代からの伝統的な水産加工品である身欠きニシンについて、製造工程における細菌数を把握し、有用細菌による風味向上技術を開発する。

#### (2) 経過の概要

##### ア 風味向上に向けた製造技術の検討

###### (ア) 菌株添加による八分乾製品の製造モデル試験

一昨年度、八分乾製品から分離した*Staphylococcus*属細菌17菌株から、pH低下および官能評価(異臭の有無)により1菌株を選定した。昨年度は選定した*Staphylococcus*属細菌添加により従来製品よりも風味向上が期待される八分乾製品の製法を図1のとおり確定した。

今年度は本製法において*Staphylococcus*属細菌数が安定的に保持されて、風味向上がはかれるかどうか製造モデル試験により検証した。製造モデル試験は4回(①6月2~7日, ②6月23~28日, ③7月7~12日, ④7月14~19日)実施した。原料は小樽市前浜で漁獲されたニシン(2021年2~3月)を使用した。

本製法における八分乾製品の細菌数は、乾燥前(予備乾燥後)、乾燥終了後、熟成後の一般細菌数、大腸菌群数および*Staphylococcus*属細菌数を測定した。また、*Staphylococcus*属細菌添加による八分乾製品の性状を明らかにするため、*Staphylococcus*属細菌添加および無添加の八分乾製品(①6月2~7日製造)を試料に、水分、脂質、遊離アミノ酸を測定した。さらに、脂質の酸価とTBA値を測定した。風味の評価は、当場職員による簡易な官能評価とGC-MS分析による臭気成分組成により行った。

###### (イ) 菌株添加による八分乾製品の大腸菌群増殖抑制効果の検討

一昨年度の結果で、乾燥工程における大腸菌群数の増加が八分乾製品の風味の劣化に関与していることが示唆された。今回、図1の製法により*Staphylococcus*属細菌添加によって大腸菌群の増殖が抑制されるかどうか検討した。八分乾製品の細菌数は乾燥前(予備乾燥後)、乾燥終了後、および熟成後の一般細菌数、大

腸菌群数および*Staphylococcus*属細菌数を測定した。なお、八分乾製品の製造は余市町の加工業者より購入した2019年ロシア産ニシン(生殖巣等の内臓が除去され、再凍結したもの)を原料とした。

###### (ウ) 電磁波照射による八分乾製品の殺菌効果の検討

一般的に細菌数が多いと言われている身欠きニシン製品において、電磁波照射による殺菌効果について検討した。余市町の加工業者が製造した本乾製品を試料とし、それを包丁で細切後、ブレンダーで破碎、混合し、フレーク状とした。これを、直径9cmの滅菌シャーレに約25g入れ、電磁波照射を行った。電磁波の照射は、電磁波照射装置(FUH-100, 山本ビニター(株))に円形平板型の電磁波発生アンテナを装着し、電磁波の周波数を110MHz、出力を100Wの条件で行った。なお、装置に付属する光ファイバー温度計で品温をモニタし、品温が60℃または70℃に達するまで照射した。比較のため、フレーク状にした試料を真空包装し、約65℃の湯浴中で品温が60℃に達するまで煮熟した。以上の処理した試料について無処理の試料を対照に、一般細菌数および大腸菌群数を測定した。

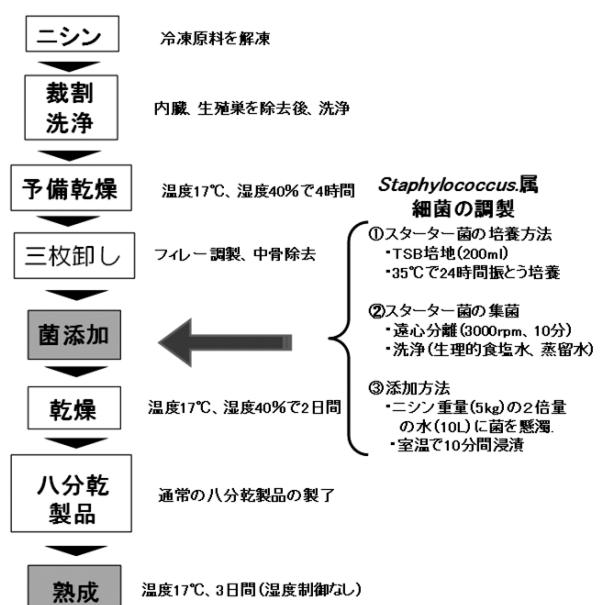


図1 風味を向上させる八分乾製品の製法

イ 風味向上の八分乾製品によるニンシ漬けの試作試験

ア (ア) で製造した *Staphylococcus* 属細菌添加および無添加の八分乾製品 (④ 6月2~7日製造) を用いて、表1のニンシ漬け製法によりニンシ漬けをそれぞれ試作した。これら試作品の風味や食感の品質について、現場職員により簡易な官能評価を行うとともに、ニンシ漬け製造業者 (札幌市) と意見交換を行った。

ウ 各種細菌数の測定および分析方法

各種細菌数の測定は以下の培地を使用した。

- ・一般生菌数：標準寒天培地 (日水製薬 (株))
- ・大腸菌群数：クロモアガー-ECC (関東化学 (株))
- ・ *Staphylococcus* 属細菌数：マンニット食塩寒天培地 (日水製薬 (株))

また、酸価、臭気成分、TBA値および遊離アミノ酸は、以下の方法で分析を行った。

- ・水分：105℃常圧加熱乾燥法
- ・脂質：ソックスレー抽出法
- ・酸価：クロロホルム&メタノール混液抽出 (Bligh & Dyer法) により抽出した脂質0.2~0.5 gをジエチルエーテル：エタノール = 2 : 1 混合溶剤50 mlに溶解し、フェノールフタレインを指示薬として0.1 mol/L水酸化カリウムエタノール溶液で淡紅色を30秒間維持するまで滴定し、その滴定値から油脂1 g中の遊離脂肪酸を中和するのに要する水酸化カリウムのmg数を算出。
- ・臭気成分：包丁で裁断した試料約2 gに内部標準物質としてシクロヘキサノール0.2 mg/mLを0.01% w/wの濃度となるように添加し、窒素置換したバイアルを60℃で20分間加熱した後、固相マイクロ抽出ファイバー (SPMEファイバー, 50/30 μm DVB/CARBOXEN-PDMS) を用いて60℃で20分間抽出した。抽出した揮発性成分は、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GCMS-QP2020NX, (株) 島津製

作所) で分析した。カラムにはDB-WAX (30 m×0.25 mm I.D., 膜厚0.25 μm, アジレントテクノロジー (株)) を用い、注入口温度は250℃, カラム温度は35℃を5分間保持し、その後100℃まで2℃/minで昇温し、さらに240℃まで20℃/minで昇温した後240℃で10分間保持して分析した。キャリアーガスはHe, 検出器はFIDを用いた。検出した各成分は、マススペクトルデータベース (NIST) により同定した。

- ・TBA値：ホモジネートにTBA試薬2 mLを加え、15分間沸騰水中で加熱した上澄み液の吸光 (532 nm) を測定し、TEP (テトラエトシキプロパン) 相当量で表記した。
- ・遊離アミノ酸：6%過塩素酸で抽出後、中和液を高速アミノ酸分析計 (L-8900, (株) 日立製作所) で分析した。

(3) 得られた結果

ア 風味向上に向けた製造技術の検討

(ア) 菌株添加による八分乾製品の製造モデル試験

八分乾製造工程での各種細菌数を図2に示した。4回の製造モデル試験において *Staphylococcus* 属細菌懸濁液の細菌数は  $10^6 \sim 10^9$  CFU/gであった。これら懸濁液に浸漬したニンシの乾燥後の *Staphylococcus* 属細菌数は  $10^5 \sim 10^6$  CFU/gで、懸濁液の細菌数の多寡による影響はみられなかった。最終的に八分乾製品の *Staphylococcus* 属細菌数は、 $10^7 \sim 10^9$  CFU/gであった。一方、*Staphylococcus* 属細菌無添加の八分乾製品の *Staphylococcus* 属細菌数は  $10^3 \sim 10^5$  CFU/gであり、*Staphylococcus* 属細菌添加の八分乾製品は、細菌数が  $10^4$  CFU/g程度高くなることがわかったなお、一般生菌数は *Staphylococcus* 属細菌数と同レベルで推移した。また、大腸菌群はすべての工程で検出されなかった。

表1 ニンシ漬けの製法

	< 副 材 料 <sup>※1</sup> >	< 八 分 乾 身 欠 き ニ シ ン >
0日目	仮漬け 食塩16g、米麴35g <sup>※2</sup> を添加し 攪拌後、5℃で2日間静置 …①	
1日目		酢漬け 2枚分(50~60g)を1~1.5cm角に細切し、 2倍量の食酢に5℃で16時間漬込み …②
2日目		本漬込み ①と②を合わせ、5℃で5日間静置
7日目		製了

※1 キャベツ (ざく切り) 280 g, 大根 (銀杏切り) 175 g, ニンジン (千切り) 70 g, しょうが (千切り) 12.5 g, 唐辛子 (輪切り) 5 個

※2 添加する前に等量のぬるま湯 (40℃) に浸し、20分間攪拌しておく

各製造工程の歩留りを図3に示した。八分乾製品の歩留りは*Staphylococcus*属細菌添加の有無に関わらず20%前後であった。

*Staphylococcus*属細菌添加の八分乾製品(①6月2~7日製造, n=4)の水分、脂質および遊離アミノ酸を図4、脂質の酸価とTBA値を図5にそれぞれ示した。水分と脂質は菌株添加の有無に関わらず、それぞれ28~29%、14~16%であった。

遊離アミノ酸は*Staphylococcus*属細菌添加の八分乾製品は無添加の八分乾製品に比べて有意 ( $P<0.05$ )に低い値であった。脂質の酸価とTBAは*Staphylococcus*属細菌添加の八分乾製品が低い傾向にあり、乾燥中の脂質劣化の抑制効果が期待できる。

当該職員による官能評価において、*Staphylococcus*

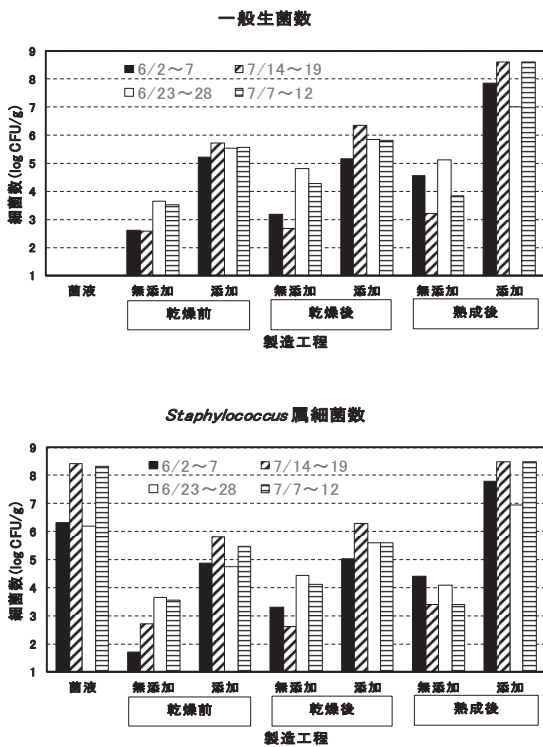


図2 各製造工程の各種細菌数

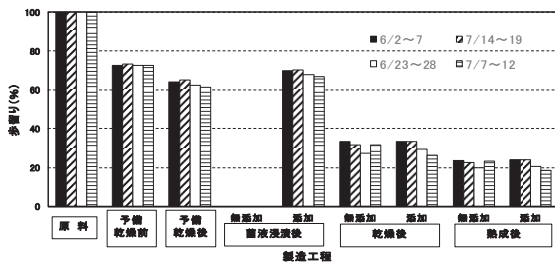


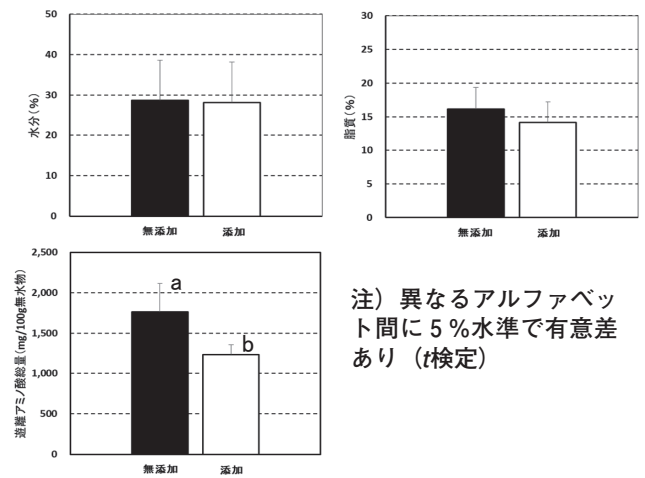
図3 各製造工程の歩留り

属細菌添加の八分乾製品は「魚臭さがあまり感じられず、ヨーグルト様のさわやかな風味が感じられる」等の評価であった。これら八分乾製品のGC-MS分析による臭気成分のクロマトグラムを図6に示した。*Staphylococcus*属細菌添加の八分乾製品は官能評価でのヨーグルト様のさわやかな風味に対応するアセトインが検出された。また、魚臭の原因となるトリメチルアミンやペンタデカンなどの量が無添加の八分乾製品より少なく、さらに、魚臭をマスキングすると考えられる1-ペンテン-3-オールなども無添加の八分乾製品より多く検出された。

(イ) 菌株添加による八分乾製品の大腸菌群増殖抑制効果の検討

製造工程中の各種細菌数を図7に示した。八分乾製品の一般細菌数と*Staphylococcus*属細菌数はほぼ同じ細菌数レベルで推移し、*Staphylococcus*属細菌添加では熟成後に $10^9$  CFU/g台、無添加は $10^6$  CFU/g台であった。

大腸菌群数は*Staphylococcus*属細菌添加では熟成後



注) 異なるアルファベット間に5%水準で有意差あり (t検定)

図4 *Staphylococcus*属細菌添加による八分乾製品の水分、脂質、遊離アミノ酸

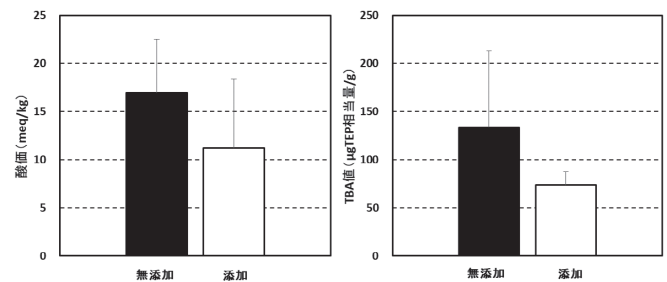


図5 *Staphylococcus*属細菌添加の有無による八分乾製品の酸価、TBA値

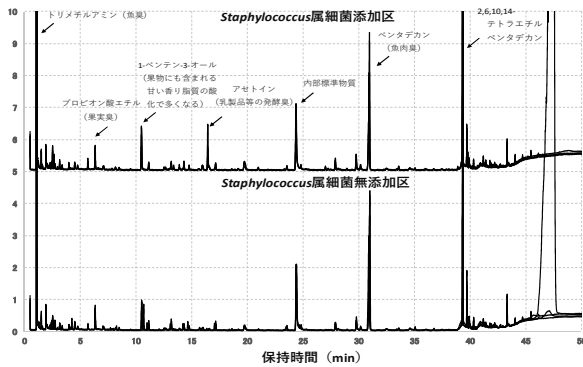


図6 Staphylococcus属細菌添加に有無による臭気成分のGC-MSクロマトグラム

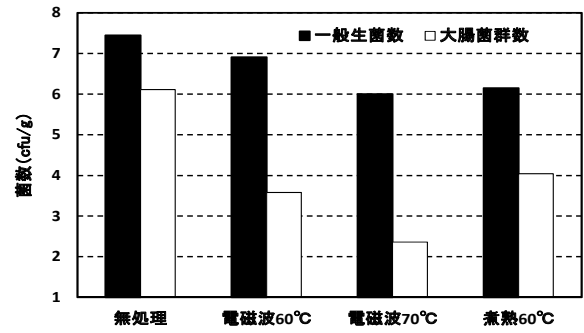


図8 各種処理による本乾製品の一般生菌数および大腸菌群数

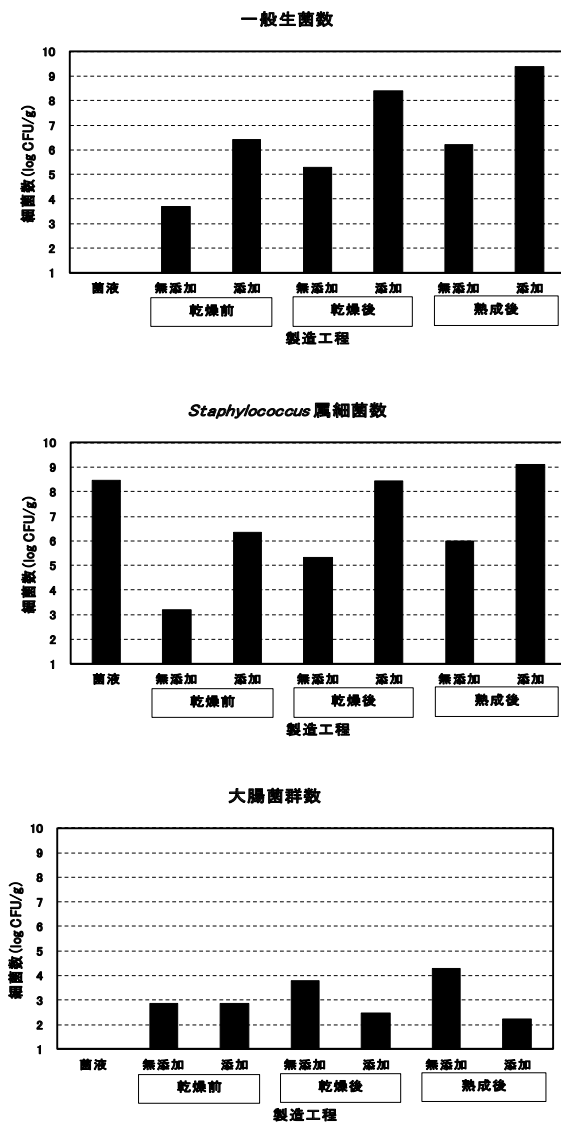


図7 各製造工程の各種細菌

も乾燥前の $10^2$  CFU/g台と変わらなかったが、無添加は熟成後に $10^4$  CFU/g台に増加した。これらの結果から、本製法により八分乾製品のStaphylococcus属細菌数は $10^4$  CFU/g程度増加するが、大腸菌群は増殖抑制できる可能性が示唆された。なお、Staphylococcus属細菌数の増加は前述ア (ア)と同様の結果であり、輸入原料においても風味向上の八分乾製品の製造が可能と考えられた。

(ウ) 電磁波照射による殺菌効果の検討

電磁波処理による本乾製品の一般生菌数および大腸菌群数を図8に示した。無処理 (対照) の一般生菌数は $10^7$  CFU/g台であった。各電磁波処理 (電磁波60°C: 品温が60°Cまで照射, 電磁波70°C: 品温が70°Cまで照射) により一般生菌数はそれぞれ $10^6$  CFU/g台となったが、殺菌効果は煮熟と大きな差がなかった。一方、無処理 (対照) の大腸菌群数は $10^6$  CFU/g台であったが、電磁波処理によりそれぞれ $10^3$  CFU/g台、 $10^2$  CFU/g台に減少した。これらの結果から、電磁波照射によって身欠きニシンの大腸菌群を選択的に殺菌できる可能性が期待できる。しかしながら、小売店や量販店等との取引で障害となる一般生菌数を減少させることや電磁波を照射するときの製品形態、処理コスト等については、さらに詳細な検討が必要であり今後の課題である。

イ 風味向上の八分乾製品によるニシン漬けの試作試験

試作したニシン漬けについて、職員による簡易な官能評価を行った結果、Staphylococcus属細菌添加の八分乾製品を用いた試作品は、無添加に比べて、魚臭がなく、さわやかな風味の食べやすい漬物という評価が得られた。

また、ニシン漬け製造業者との意見交換では、従来

製法に比べて、あっさり感が強く、浅漬けタイプの商品群に分類されること、有用細菌添加効果としてより特徴のある風味の付与が必要であることなどのアドバイスを受けた。これらの結果から、風味向上の八分乾製品の実用化に向けては、実需者との技術連携が必要不可欠と考えられた。



図9 風味向上の八分乾製品を用いたニシン漬け  
左： *Staphylococcus*属細菌無添加の八分乾使用  
右： *Staphylococcus*続載菌添加の八分乾使用

※ニシン漬け製造業者（札幌市）が当水試で製造した八分乾製品を用いて試作したニシン漬け

## 4. 新鮮度測定法(K値)の魚類以外の適応種の検証(公募型研究)

担当者 加工利用部 加工利用グループ 麻生真悟 菅原 玲 成田正直  
鏝水 梢 渡邊 治 蛸谷幸司

### (1) 目的

新鮮度測定法(K値)の社会実装を図るため、ホッコクアカエビ(甲殻類)とホタテガイ(軟体動物類)のK値プロファイルを蓄積する。また、K値の鮮度指標としての適応性を検証する。

### (2) 経過の概要

公募型研究「輸出促進のための生鮮水産物の品質制御と鮮度の“見える化”技術の開発」では、水産物の輸出拡大を目指し、高鮮度を維持しながら生鮮水産物を保管・流通する技術と、その鮮度の良さを科学的エビデンスに基づいて“見える化”する技術の開発を行う。本研究は、中課題①水産物の高鮮度化、②新鮮度測定法(K値)の社会実装および③鮮度の迅速センシ

ング技術の基礎開発を実施するが、中央水試では中課題②の中で、魚類とはATP代謝経路が異なる甲殻類と軟体動物類を対象に冷蔵保管中のK値と品質との関係について検討する。今年度はホタテガイについてK値と品質の関係を検討した。

### (3) 得られた結果

卸売市場における殻付きホタテガイについてK値等を分析し品質を明らかにした。また殻付きホタテガイの冷蔵保管モデル試験を行い、K値と品質の変化を明らかにした。なお、本課題は鮮度流通技術実証コンソーシアム知財合意書に基づき、詳細はイノベーション創出強化研究推進事業令和3年度研究成果報告書に記載した。



## 5. 3D画像によるホッケ脂乗り推定のための基礎調査 (本部長枠)

担当者 加工利用部加工利用グループ 麻生真悟 鍵水 梢  
資源管理部資源管理グループ 山口浩志

### (1) 目的

昨年度、「ホッケ資源の効果的利用に向けての栄養性評価 (後志管内)」(研究開発推進費)において、後志産ホッケの脂質含量(脂乗り)は7~10月が高い値となり、開き干し原料として有望なことを明らかにした。

現状、ホッケの生産現場においては魚体サイズと重量による原料選別が主体となっているが、秋サケやブリの一部の生産現場では魚用品質状態判別装置(以下フィッシュアナライザ<sup>TM</sup>、大和製衡(株))を用いて魚の脂質含量を測定し、その多寡により付加価値を高める取り組みが進められている。

本研究では、ホッケの付加価値向上を図るため、非破壊計測による迅速かつ簡便なホッケ脂質含量測定について検討する。

### (2) 経過の概要

#### ア 非破壊計測によるホッケ脂質含量の測定

##### (ア) 3D画像(3Dデータ)によるホッケ脂質含量測定の検討

令和3年7~10月に漁獲された後志産(余市、小樽)ホッケを試料( $n=43$ )とした。3D画像はハンディ3Dデータキャプチャー(Hapimo 3D II, (株)ノア)により撮影した。ホッケの3D画像は点群データ解析ソフトCloudCompare2.6.2(フリーソフト)で解析し、体長(mm)、体高(mm)、体幅(mm)をそれぞれ求めた。これらの値から肥満度(内臓除去魚体重/体長<sup>3</sup>)、体高率(体高/体長 $\times 100$ )、体幅率(体幅/体長 $\times 100$ )を算出し、脂質含量との関係を検討した。

##### (イ) フィッシュアナライザ<sup>TM</sup>によるホッケ脂質含量測定の検討

令和3年6~10月に漁獲された後志産(余市、小樽、積丹)ホッケを試料( $n=55$ )とした。フィッシュアナライザ<sup>TM</sup>による測定は検量線モードで行い、測定値(インピーダンス値)と脂質含量との相関関係を検討し、フィッシュアナライザ<sup>TM</sup>用のホッケ検量線を作成した。なお、ホッケ検量線の作成は大和製衡(株)の協力により行った。

### イ ホッケの生物測定と脂質含量の測定

試料は3D画像撮影もしくはフィッシュアナライザ<sup>TM</sup>による計測後、直ちに内臓除去魚体重(g)、体長(mm)、体高(mm)を測定した。測定後は腹須肉、皮を除去した背肉部位を用いて、脂質含量を測定した。脂質含量の測定はソックスレー抽出法により行った。

### (3) 得られた結果

#### ア 3D画像(3Dデータ)によるホッケ脂質含量測定の検討

3D画像から得られた試料( $n=43$ )の体長、体高、体幅は、それぞれ289~347 mm、59~74 mm、35~50 mmの範囲であった。また、脂質含量は1.2~11.1%の範囲であった。3D画像から得られた値から算出した肥満度、体高率、体幅率と脂質含量との関係を図1に示した。

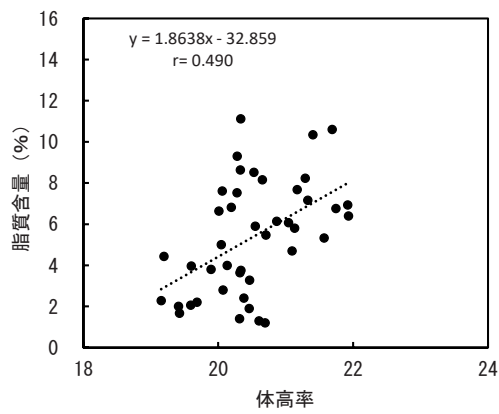
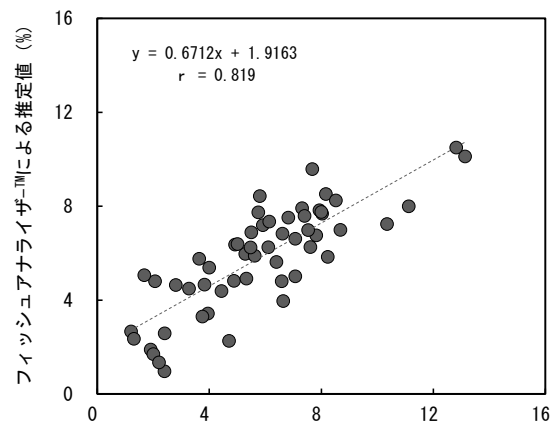
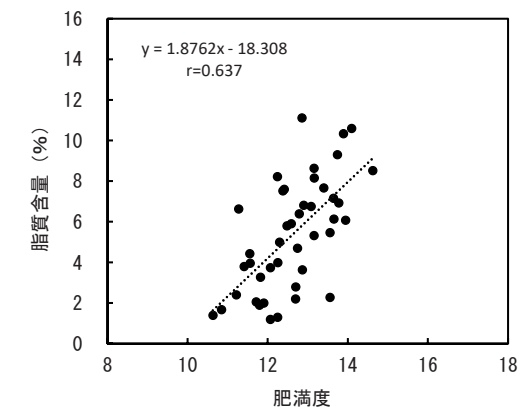
肥満度、体高率、体幅率はすべて脂質含量と正の相関が認められた。相関係数はそれぞれ $r=0.637$ 、 $r=0.490$ 、 $r=0.545$ で、体長と内臓除去魚体重(実測値)から算出した肥満度は強い相関があった。

生産現場では「頭が小さく、体が太いホッケは脂が乗っている」と言われているが、体高率と体幅率は脂質含量との相関がそれほど強くなかった。今後、3D画像による脂質含量測定の実用化に向けては、頭部の大きさや2D画像では得られない魚の厚さを活用した体積などによる詳細な解析が必要と考えられる。

#### イ フィッシュアナライザ<sup>TM</sup>によるホッケ脂質含量測定の検討

試料( $n=55$ )の脂質含量は1.2~11.1%の範囲であった。フィッシュアナライザ<sup>TM</sup>の推定値とソックスレー抽出法による脂質含量との関係を図2に示した。

フィッシュアナライザ<sup>TM</sup>の推定値と脂質含量には強い相関が認められ、得られたホッケ検量線の相関係数は $r=0.819$ であった。今後、この検量線データをフィッシュアナライザ<sup>TM</sup>に登録し、ホッケ脂質含量の簡易測定を検証することが必要である。



ソックスレー法による脂質含量 (%)

図2 フィッシュアナライザ™の推定値とソックスレー法によるホッケ脂質含量の関係

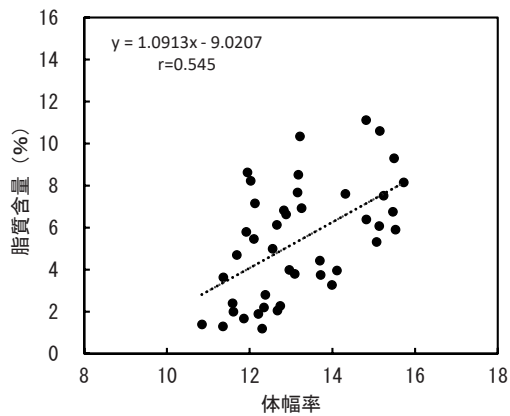


図1 ホッケの肥満度，体高率，体幅率と脂質含量との関係

## 6. 依頼試験 (依頼試験)

担当者 加工利用部 加工利用グループ 蛸谷幸司 渡邊 治 菅原 玲  
麻生真悟 成田正直

### (1) 目的

水産業界からの依頼により、水産物の試験、分析、もしくは鑑定を行い、業界の円滑な活動を支援する。

### (2) 経過の概要

下記、水産物の成分分析の依頼があり、分析手数料については、地方独立行政法人北海道立総合研究機構 諸料金規程に基づき処理した。

### (3) 得られた結果

(ア) 10件の依頼試験があり実施した。

1. ウニの簡易な細菌検査
2. ニシンの脂質分析 全2点
3. ウニのアミノ酸分析
4. フィッシュソルブル成分分析 全3点
5. レトルト食品の簡易な細菌検査 全3点

(イ) 2件の課題対応型支援を実施した。

1. 高鮮度ブリの鮮度保持に関わる支援
2. 昆布締め加工品製造条件に関わる支援

## IV 企画調整部所管事業

### 1. 全ロシア漁業海洋学研究所サハリン支部(サフニコ)との研究交流(水産国際共同調査)(経常研究)

担当者 企画調整部企画課 寺谷志保

#### (1) 目的

ロシア・サハリン州にある全ロシア漁業海洋学研究所サハリン支部(略称:SakhNIRO サフニコ)との共同研究や研究交流を行うことによって、サハリンと共通の資源を利用する北海道の水産業と水産研究に有益な情報を得ることを目的とする。

#### (2) 経過の概要

##### ア 第52回研究交流

###### (ア) 開催場所

ZoomによるWeb開催

###### (イ) 開催日程

2021年11月8日～9日

###### (ウ) 出席者

サフニコ:

ラプコ・V.V.(副所長), ガラニン・D.A.(顧問), シェフチェンコ・G.V.(研究室マネージャー), ラビイ・V.S.(主任研究員), ニキチン・V.D.(研究室マネージャー), コレネヴァ・T.G.(研究室マネージャー), キム・N.V.(研究室マネージャー), ポルテヴァ・A.V.(研究室マネージャー), ヴェデルニコヴァ・A.A.(主任研究員), ラプシナ・A.E.(主任研究員), イヴシナ・E.R.(主任研究員)

道総研:

木村稔(水産研究本部長), 山口幹人(水産研究本部企画調整部長), 畑山誠(水産研究本部企画課長), 寺谷志保(水産研究本部企画調整部主幹), 合田浩朗(水産研究本部企画調整部主査), 佐々木典子(水産研究本部企画調整部主査), 中多章文(中央水産試験場副場長), 高嶋孝寛(中央水産試験場資源管理部長), 萱場隆昭(中央水産試験場資源増殖部長), 蛭谷幸司(中央水産試験場加工利用部長), 川井唯史(中央水産試験場資源増殖部主任主査), 栗林貴範(中央水産試験場資源管理部主査), 澤村正幸(釧路水産試験場調査研究部主査)

通訳者:

大島剛(有限会社ルテナ)

#### (3) 得られた結果

##### ア 第52回研究交流

###### (ア) 情報交換

道総研水産研究本部とサフニコは、以下の研究発表を行って、有益な研究情報を交換した。

- ・スルメイカの食性と魚種交代による影響について 澤村正幸
- ・サハリン陸棚南西部における潮汐に起因する湧昇流について シェフチェンコ・G.V.
- ・サハリン南西部沿岸のコンブ生息域の調査結果 ヴェデルニコヴァ・A.A.
- ・サフニコと道総研とのコンブ共同研究に関する先行研究レビュー 川井唯史
- ・サハリン島南西部沿岸のコンブの生物指標の季節変化の特徴 プロホロヴァ・ナタリア(代理発表 ガラニン・D.A.)

###### (イ) 第6回国際共同調査に関する中間報告

道総研水産研究本部から第6回国際共同調査に関する中間報告を行い、有益な研究情報を交換した。

###### (ウ) 協議事項

##### a 第53回研究交流について

開催場所: 新型コロナウイルス感染症の状況をみて、対面で行うかWeb会議で行うか判断する。

開催時期: 新型コロナウイルス感染症の状況を見て、別途協議する。

議題: 漁業資源や海洋環境等、両者が希望する課題について、別途協議する。

なお、情報交換のテーマおよび具体的な開催方法・日程については、今後メールにて協議する。

###### (エ) 確認書の作成

道総研水産研究本部とサフニコは、第52回研究交流の結果を確認し、確認書を作成した。

## 2. 北海道原子力環境センター水産研究科業務 (道受託事業)

### 2. 1 泊発電所前面海域の温排水影響調査

担当者 企画調整部 原子力環境センター駐在 嶋田 宏 山口宏史 石田宏一

#### (1) 目的

「泊発電所環境保全監視協議会」が定めた「環境放射線監視及び温排水影響調査基本計画」に基づき、北海道電力株式会社泊発電所前面海域の物理的および生物的環境の状況を長期的かつ広域的に監視するとともに、泊発電所の取放水に伴う海洋環境の変化の実態を把握する。

査結果について「泊発電所環境保全監視協議会技術部会」(6, 9, 12月および翌年3月)で報告し、「泊発電所環境保全監視協議会」が定めた「環境放射線監視及び温排水影響調査評価方法」に基づき評価を受けた後、各四半期報告書として公表した。また、「泊発電所環境保全監視協議会」(7月)の確認を受け、年次報告書として公表した。

#### (2) 経過の概要

「泊発電所環境保全監視協議会」が定めた「温排水影響調査測定方法」に基づき、泊発電所前面海域において、四半期ごと(第1四半期:4~6月,第2四半期:7~9月,第3四半期:10~12月および第4四半期:翌年1~3月)に温排水影響調査を実施した。調

#### (3) 得られた結果

2021年度の温排水影響調査概要は表のとおりである。詳細は、「令和3年度 各四半期泊発電所周辺温排水影響調査結果報告書」および「令和3年度 泊発電所周辺温排水影響調査結果報告書」を参照のこと。

表 2021年度 温排水影響調査概要

物理調査項目 (北海道・北海道電力)

調査区分	調査項目		調査地点数	
			北海道	北海道電力
水温調査	水温	停船測定	43	104
	塩分(参考値)	曳航測定	延べ10km	—
	水温	取水口モニタ	—	2
		放水口モニタ	—	2
沖合モニタ		—	1	
流況調査	流向・流速		2	5
水質調査	塩分, 透明度, pH, DO, COD, SS, T-P, PO <sub>4</sub> -P, T-N, NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, n-ヘキサン抽出物質		海域11 河川 1	15
底質調査	強熱減量, 全硫化物, COD, 粒度組成		10	13

生物調査項目 (北海道電力)

調査区分	調査項目		調査地点数	
海生生物調査	浅海生物	潮間帯生物	3	
		底生生物	マクロベントス	13
			メガロベントス	3
	海藻		3	
	魚等の遊泳動物		4~6	
	卵・稚仔		14	
	スケトウダラ卵・稚仔・稚魚		12	
	動・植物プランクトン		15	

## 2. 2 泊発電所周辺地域における環境放射線モニタリング

担当者 企画調整部 原子力環境センター駐在 嶋田 宏 山口宏史 石田宏一

### (1) 目的

「泊発電所周辺の安全確保及び環境保全に関する協定」や「北海道地域防災計画（原子力防災計画編）」に基づき、北海道電力株式会社泊発電所周辺地域における住民の健康を守り生活環境の保全を図る。

ていることを確認した（測定の立会い）。また、泊発電所における緊急事態の発生に備えて、環境放射線モニタリングに係る研修・訓練（北海道原子力防災訓練等）に参加し、迅速かつ確かな応急対策が実施できるよう知識・技術を習得した。

### (2) 経過の概要

北海道電力株式会社が行う温排水影響調査が、「泊発電所環境保全監視協議会」が定めた「環境放射線監視及び温排水影響調査基本計画」および「環境放射線監視及び温排水影響調査測定方法」に基づき実施され

### (3) 得られた結果

2021年度に実施された測定の立会いおよび緊急時の環境放射線モニタリングに係る研修・訓練の実施状況は表のとおりである。

表 2021年度 測定の立会いおよび緊急時の環境放射線モニタリング研修・訓練の実施状況

	実施年月日	開催場所	項目
立 測 定 の 立 会 い	2021年10月5日	原子力PRセンター とまりん館	温排水影響調査のうち、生物調査における 動植物プランクトンの調査内容・方法
	2021年11月24日	株式会社エコニクス	温排水影響調査のうち、水質調査における 水素イオン濃度（pH）及び浮遊物質（SS）の 調査内容・方法
緊 急 時 モ ニ タ リ ン グ リ ー ダ ー 養 成 訓 練	2021年4月27日	北海道原子力環境センター	全体訓練
	2021年5月26日～6月8日	北海道原子力環境センター	シンチレーション／電離箱式サーベイメータ取扱
	2021年6月28日～7月9日	北海道原子力環境センター	試料水採取
	2021年7月28日～8月5日	北海道原子力環境センター	可搬型モニタリングポスト取扱
	2021年9月7～15日	北海道原子力環境センター	土壌採取
	2021年9月30日～ 10月11日	北海道原子力環境センター	防護服着脱
	2022年1月12日	北海道原子力環境センター	全体訓練
	2022年1月24日～2月4日	北海道原子力環境センター	土壌前処理
	2022年2月9～22日	北海道原子力環境センター	GM管式サーベイメータ取扱
	2022年3月2～11日	北海道原子力環境センター	可搬型ヨウ素サンブラ取扱
	2022年3月24～28日	北海道原子力環境センター	モニタリングカー測定
北 海 道 防 災 訓 練 原 子 力	2021年7月27日	オフサイトセンター	緊急時モニタリング訓練
	2021年10月19日	オフサイトセンター	緊急時モニタリング訓練
	2021年10月28日	オフサイトセンター	原子力総合防災訓練

## 2. 3 岩宇地域の水産資源の維持増大に関する試験研究

### 2. 3. 1 岩宇海域のホソメコンブ群落形成・維持に寄与する「流れ」効果のフィールド検証

担当者 企画調整部 原子力環境センター駐在 石田宏一 山口宏史 嶋田 宏

#### (1) 目的

磯焼けが恒常化している岩宇海域において、「流れ」のホソメコンブへの栄養塩供給促進効果を自然環境下において検証し、ホソメコンブ群落の形成および維持におよぼす影響を調べる。

#### (2) 経過の概要

ほぼ毎年ホソメコンブが繁茂する神恵内村赤石地区を調査海域として(図1)、1地点(ak5)で周年毎月1回、水温、塩分および栄養塩濃度の季節変化を調べた。コンブ遊走子の定量PCR分析用の凍結保存試料(海水50 mLを孔径0.8 μmフィルターで濾過)の採取を9月～翌年1月に5回、それぞれ6地点(ak1～6)で実施した(荒天のためak3および6は欠測が生じた)。石膏球を用いた流況調査については、10～12月に3回、スキューバ潜水によるコンブ繁茂状況調査を9～10月に2回、4地点(ak1,2,4,5)でそれぞれ実施した。

#### (3) 得られた結果

本年度の栄養塩(硝酸態窒素およびリン酸態リン)濃度は、10月まで低めに推移したが、水温が15℃を下回った11月に増加し、3月まで高めに推移した(図2)。流況調査実施期間中の栄養塩濃度は全地点でほぼ同様であったが、流速はゴロタ石の浅瀬(ak1)および沖側の岩盤(ak2)で大きい傾向がみられた(図3)。遊走子の出現数は12月のピーク時においてak1 > ak4 > ak5 > ak2の順に多く(表1)、聞き取り調査による例年のコンブ繁茂状況と一致した(図1)。遊走子が最も少なかった沖側の岩盤(ak2)では潜水調査でコンブが全く採取されず(表2)、遊走子の量は母藻の現存量と群落からの距離に依存する可能性が示唆された。流れとコンブ繁茂の関係については、ともに流速が大きかったゴロタ石の浅瀬と沖側の岩盤でコンブの繁茂状況が大きく異なる(後者ではほとんどコンブが繁茂しない)ことが昨年に続いて明らかとなった(図3、表2)。今後は、コンブの繁茂期にお

ける栄養塩環境と流れの関係を、生物学的要因(母藻の現存量、ウニ等による捕食)を含めて総合的に検討する予定である。

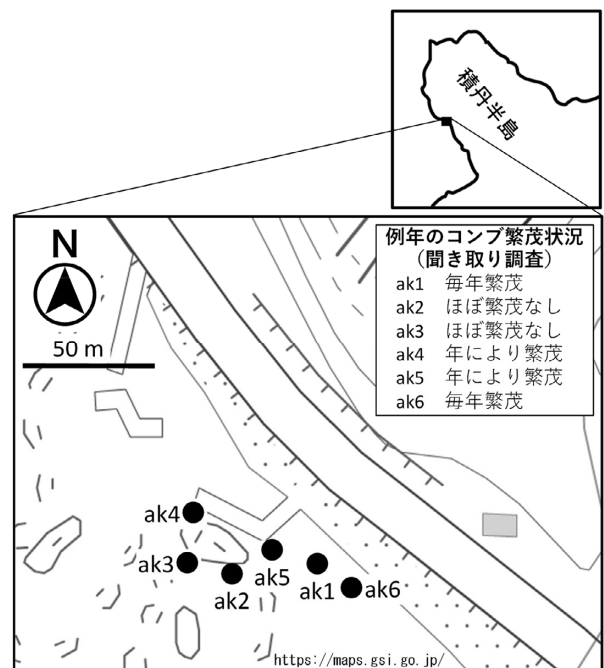


図1 調査地点図(神恵内村赤石地区)および聞き取り調査による例年のコンブ繁茂状況

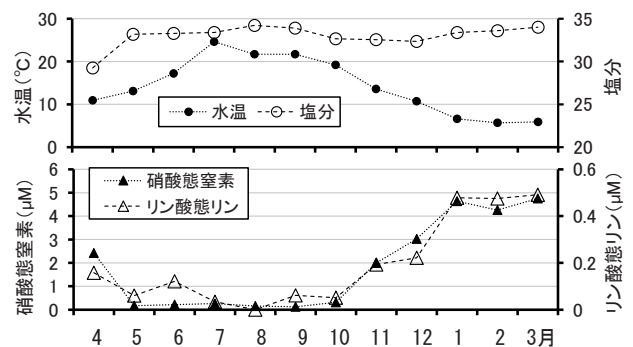


図2 周年調査地点(ak5)における水温・塩分および栄養塩濃度(硝酸態窒素およびリン酸態リン)の季節変化

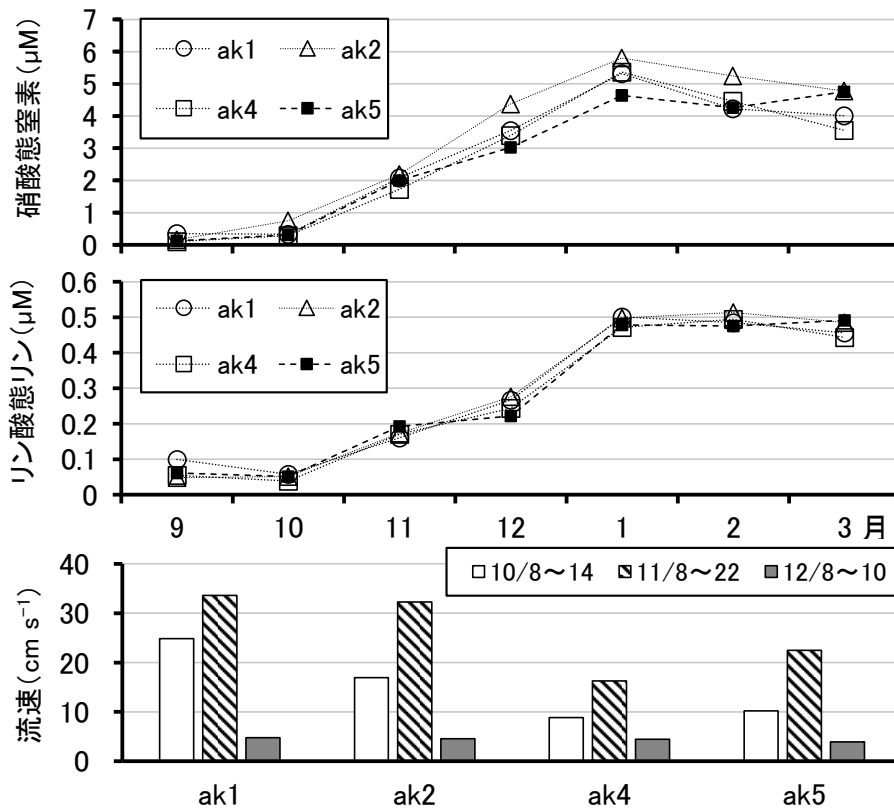


図3 2021年9月～翌年3月の各調査地点における栄養塩濃度の変動（硝酸態窒素（上）およびリン酸態リン（中））ならびに同年10～12月の流況調査における各調査地点の流速（下）

表1 2021年9月～翌年1月のコンブ遊走子の定量PCR分析結果

調査年月日	遊走子数 (個 mL <sup>-1</sup> )			
	ak1	ak2	ak4	ak5
2021/9/16	17.4	0.8	8.1	6.7
2021/10/14	152.4	20.9	32.3	98.0
2021/11/18	51.3	4.6	103.7	60.9
2021/12/8	309.8	34.5	296.8	160.0
2022/1/10	15.2	1.1	0.2	12.9

表2 2021年9～10月のコンブ繁茂状況調査結果

調査年月日	コンブ採取数 (本)			
	ak1	ak2	ak4	ak5
2021/9/3	84	0	25	48
2021/10/8	35	0	4	39



## 2. 3. 2 非定常時の海洋環境が岩宇沿岸域の基礎生産に及ぼす影響の評価

担当者 企画調整部 原子力環境センター駐在 山口宏史 石田宏一 嶋田 宏

### (1) 目的

岩宇沿岸河川流入域において、非定常時（日間降水量または24時間降水量20 mm以上）を含めた詳細な海洋環境を把握することで、海洋環境が基礎生産者（海藻および植物プランクトン）に及ぼす影響の評価精度向上をはかる。

### (2) 経過の概要

岩内町（旧フェリー埠頭）の1地点において、周年にわたる毎週2～3回の高頻度観測により定常/非定常時の沿岸環境の時系列変化を詳細に把握する一方、泊村（白別）～神恵内村（神恵内、赤石および川白）の4地点において、周年にわたる毎月1回の観測を行い、岩宇地区の定常時の沿岸環境の季節変化を海域別に調べた（図1）。6～10月の日間降水量20 mm以上の気象イベント発生直後の非定常時には、神恵内村（赤石）の6地点においてドローンを用いた採水を試み（図1）、船舶では困難な岩礁域の採水におけるドローンの有効性を検討した。観測項目は表面水温、塩分、栄養塩濃度（硝酸態窒素およびリン酸態リン、高頻度観測を除く）およびクロロフィル $a$ 濃度（非定常時のみ）の4項目である。気象イベントの発生状況は気象庁HP（<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>）の共和と神恵内の降水量データを利用して調べた。

### (3) 得られた結果

アメダス降水量、高頻度観測および4地点における定常時観測の結果、河川水の流入は、一時的な塩分低下および栄養塩（主に硝酸態窒素）の増加に寄与することが示唆された（図2）。非定常時において、ごく沿岸のバケツ採水とドローンによる採水試料を比較すると、栄養塩濃度はバケツ採水試料において高めであり（図3）、ドローンを用いると河川水の影響の少ない試料を採集できることが分かった。一方、クロロフィル $a$ 濃度については、バケツ採水とドローン採水の差は少なく（図3）、岩宇沿岸域については、気象イベントに起因する一時的な栄養塩添加は、植物プラン

クトンの増加に直結しない可能性が示唆された。

バケツ採水ならびにドローン調査の結果から気象イベントによる塩分低下と栄養塩添加の面的な関係把握を試みた結果、河川水の影響はバケツ採水で大きいものの、ドローン採水では小さいことが明らかとなった（図4-a,b）。本調査海域において、気象イベントによる一時的な栄養塩添加の面的規模は、距岸数十メートル程度のごく小さいものであり、植物プランクトンの増加に直結するケースは少ないものと推測された。

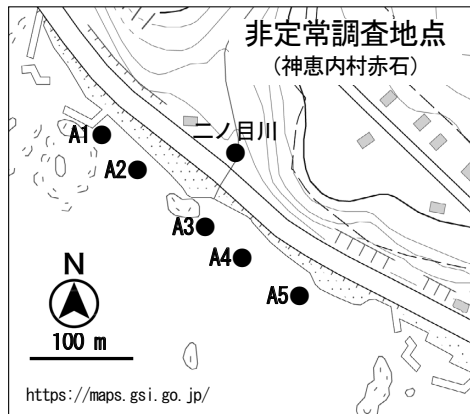
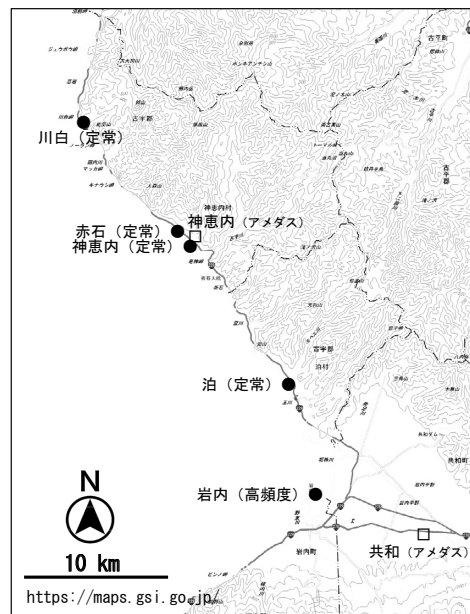


図1 調査地点図  
(上：高頻度/定常時，下：非定常時)

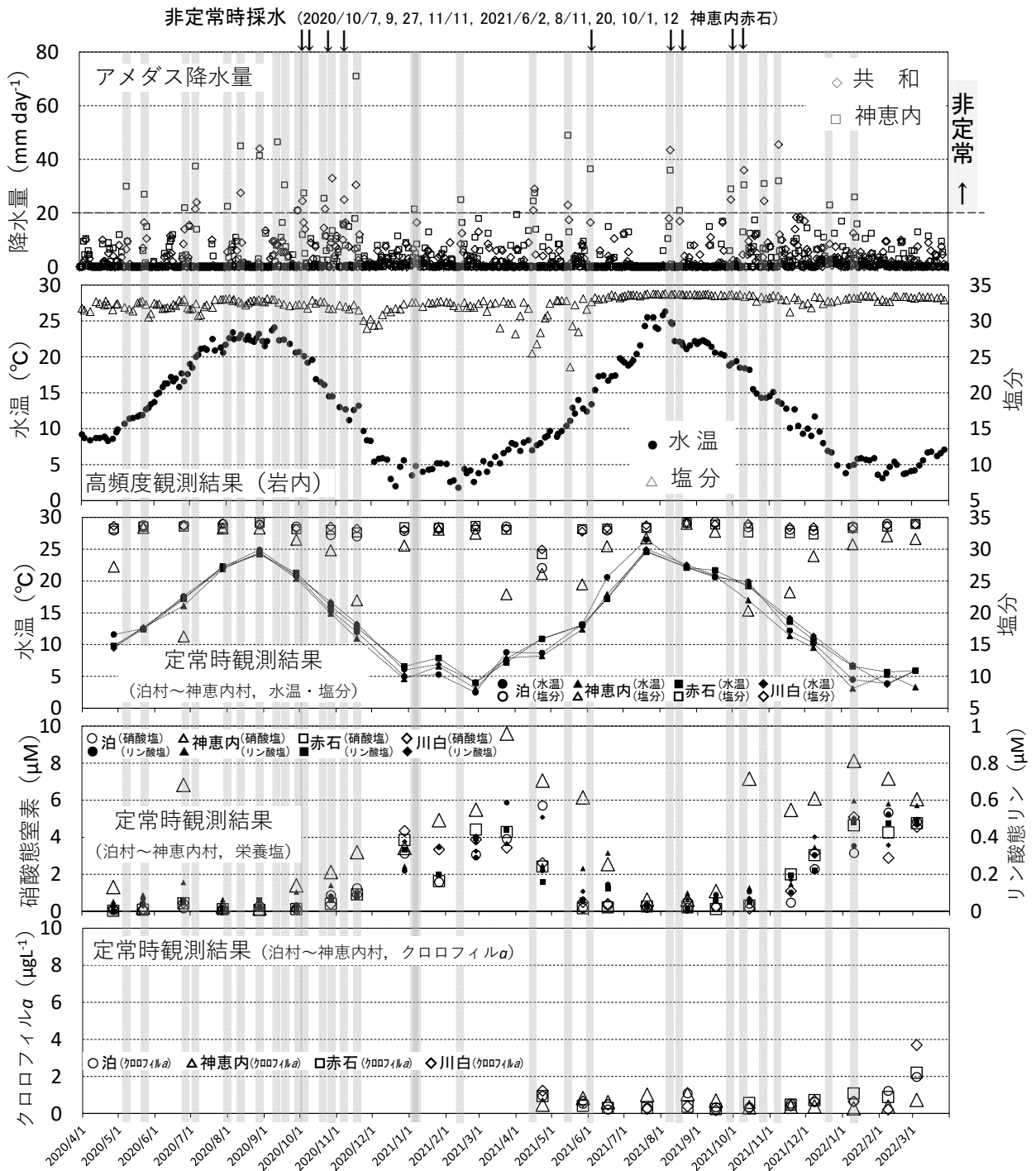


図2 上からアメダス降水量 (共和および神恵内), 高頻度観測 (岩内) ならびに定常時観測 (泊～神恵内村川白) における水温、塩分、栄養塩およびクロロフィルa濃度の変動 (グレーの網掛けは気象イベントの発生を示す)

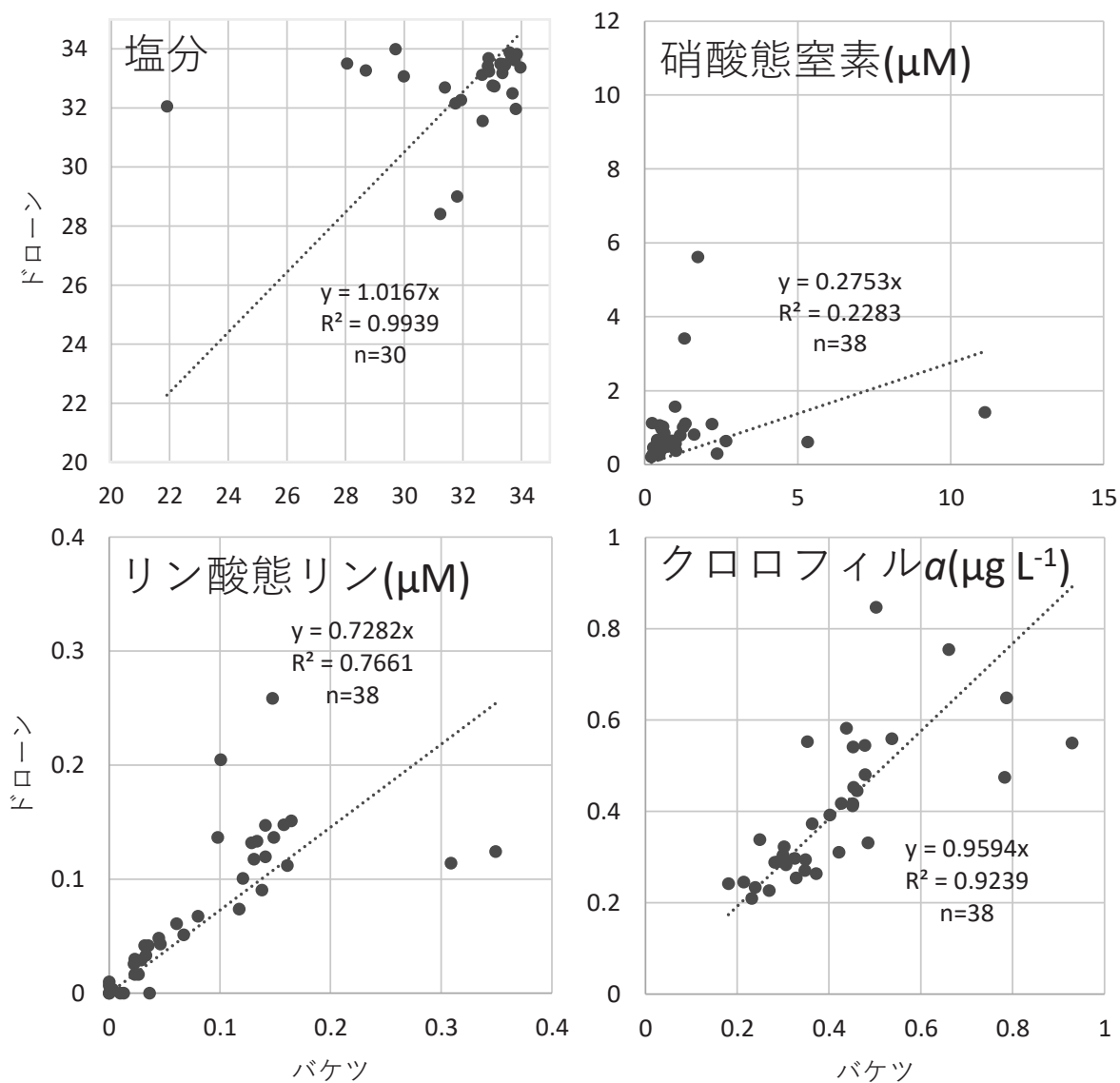


図3 非定常時観測（神恵内村赤石）におけるバケツ採水とドローン採水試料の分析結果の比較（左上：塩分、右上：硝酸態窒素、左下：リン酸態リン、右下：クロロフィルa濃度）

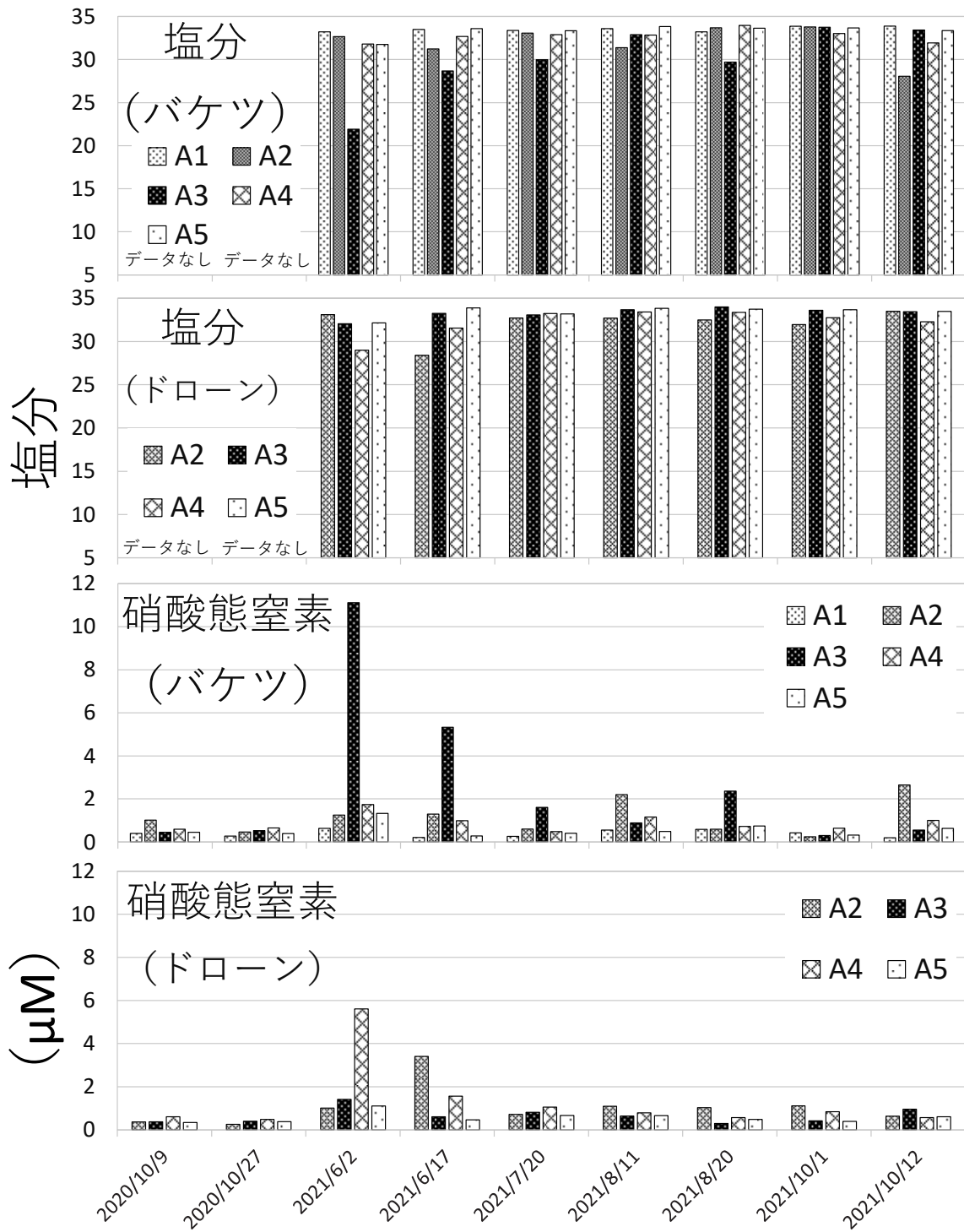


図 4-a 非定常時観測 (神恵内村赤石) の各調査地点 (A3 地点が最も河口に近い) におけるバケツ採水とドローン採水試料の分析結果 (上: 塩分, 下: 硝酸態窒素)

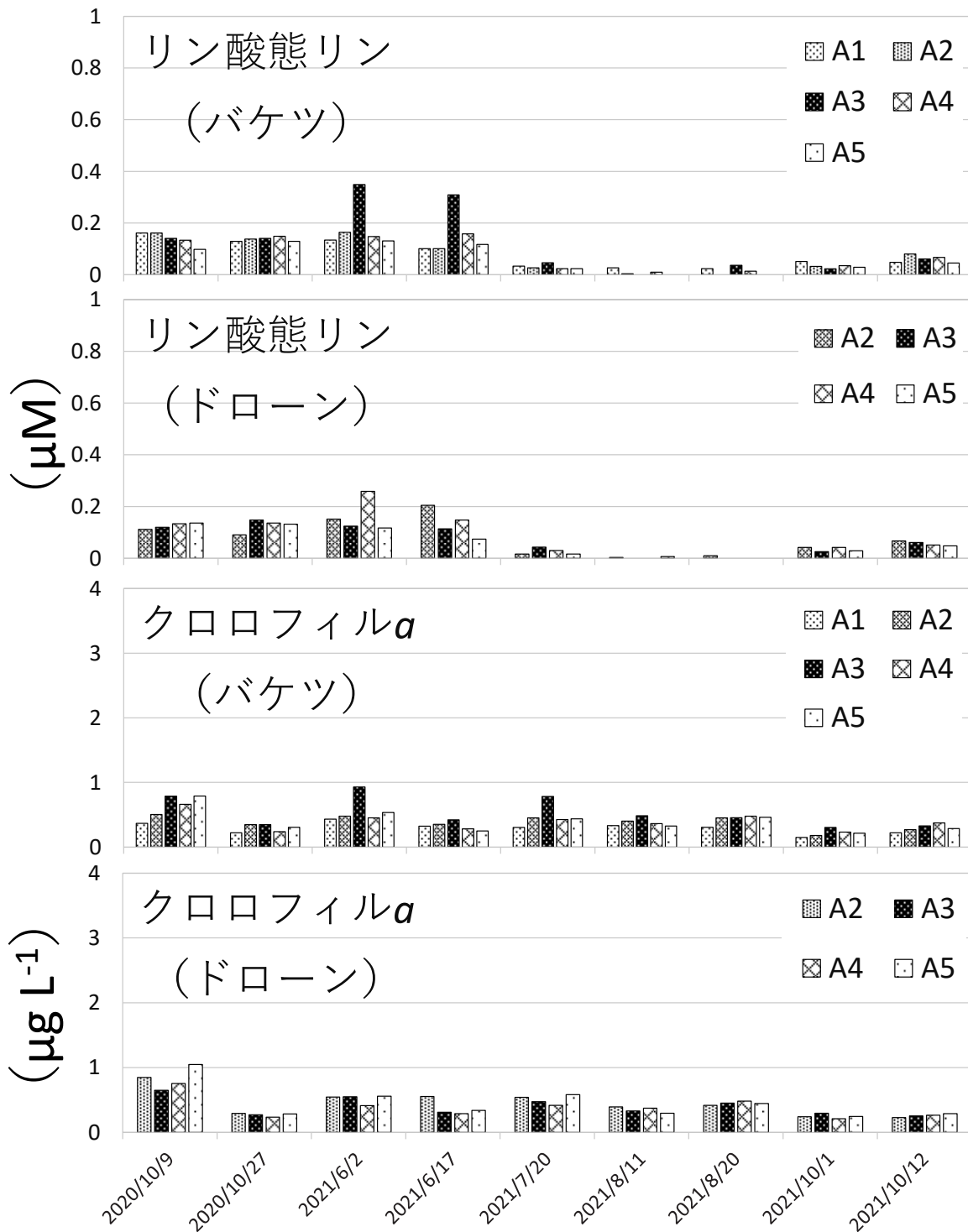


図4-b 非定常時観測（神恵内村赤石）の各調査地点（A3地点が最も河口に近い）におけるバケツ採水とドローン採水試料の分析結果（上：リン酸態リン，下：クロロフィルa）

## V その他

### 1. 技術の普及および指導

#### 1. 1 水産加工技術普及指導事業

担当者 加工利用部 加工利用グループ 蛭谷幸司 渡邊 治 菅原 玲  
鏝水 梢 麻生真悟 成田正直

##### (1) 目的

地域水産資源の有効利用と水産加工技術および衛生管理技術の高度化を支援するために、水産加工技術普及指導を実施する。

##### (2) 経過の概要

水産加工業界等が要望する技術内容は、多岐に亘っており、これら要望にきめ細かく対応するため、次の5項目の事業を実施した。

##### ア 水産加工に係わる講演会・研修会

水産加工業界等の技術水準の向上並びに地場産業の発展を図るため、講習会・研修会を実施した。

###### (ア) 鹿部町

日 時：令和3年8月22日～25日  
対 象 者：北海道立漁業研修所  
内 容：水産加工に関する研修会  
参加人数：15名

###### (イ) 余市町

日 時：令和3年9月21日、28日  
対 象 者：北海道立余市紅志高等学校  
内 容：サケフレーク製造に関する研修会  
参加人員：16名

###### (ウ) 札幌市

日 時：令和3年7月23日  
対 象 者：札幌消費者協会  
内 容：ホタテガイ貝柱の加工に関する講演  
参加人員：35名

##### イ 巡回技術指導

企業等の要望に応じ、個々の企業を訪問して当面する技術的問題点に関する指導、助言を以下の地域で行

った。

余市町、小樽市

##### ウ 北海道の水産加工振興に係わる連絡会議

公設水産加工研究施設と水産試験場との関係を密にし、地域水産加工業の発展に寄与するため、連絡会議をオンライン形式で開催した。

講演：水産物市場の動向と水産加工業の課題」

北海学園大学 経済学部 教授 濱田武士

話題提供：

1. 道産ブリの利用拡大を目指したブリ節製造技術  
(食品加工研究センター)
2. 後志産ホッケの効果的活用について  
(中央水産試験場)
3. 羅臼コンブの熟成工程の特性と新たな製造技術  
(釧路水産試験場)

参集機関：根室水産加工振興センター、釧路市水産加工振興センター、標津町ふれあい加工体験センター、(財)とち財団十勝圏地域食品加工技術センター、釧路工業技術センター、北海道立工業技術センター、食品加工研究センター、中央水産試験場、釧路水産試験場、網走水産試験場、北海道水産林務部、釧路総合振興局水産課、根室振興局水産課

##### エ 加工技術相談

72件の加工技術相談に対応した。

##### オ 他機関主催事業に係わる審査、相談等

###### (ア) 小樽水産加工グランプリ審査会

小樽水産加工品ブランド推進委員会(小樽市産業港湾部農林水産課)の主催で、小樽市において令和3年8月25日に開催された。

# 1. 2 一般指導

## 1. 2. 1 資源管理部

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
<b>資源管理グループ</b>						
技術相談	4月	電話	マスコミ関係		ニシンの群来の最中がみられることは珍しいか？	山口
技術相談	4月	電話	マスコミ関係	1	4月中旬に祝津で群来は珍しいか	山口
技術相談	4月	電話	マスコミ関係	1	ブリを対象としたR2職員研究奨励事業の概要と成果およびR3職員研究奨励事業の概要について	富山
技術相談	5月	電話	マスコミ関係	1	今年のニシンの群来が起きた場所について	城
技術相談	5月	電話	マスコミ関係	1	コウナゴ漁の不漁について	佐藤
技術相談	5月	メール	マスコミ関係	1	マガレイを初めとしたカレイ類の世界的な漁獲などについて	城
技術相談	5月	電話・メール	漁業関係者		2020年ほっけ・すけそ漁獲量	山口
技術相談	5月	メール	マスコミ関係	1	マガレイの道内の漁獲動向,年齢や成長,回遊について	城
技術相談	5月	メール	マスコミ関係	1	マガレイの道内の人工種苗放流について	城
技術相談	5月	メール	マスコミ関係	1	十勝・松山でマガレイ漁獲が少ないわけ等について	城
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	コウナゴ漁の不漁について	佐藤
技術相談	6月	電話	漁業関係者		紫色のガザミが目立つ理由は？	和田
技術相談	6月	電話・メール	国土交通省北海道局	1	職員対象学習会における講師打診	高嶋
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	ここ10年くらいでブリが増えた理由を科学的に	高嶋
技術相談	6月	電話	民間企業	1	コウナゴに混獲された不明魚について	佐藤
技術相談	6月	電話	民間企業	1	釧路・根室海域におけるニシンの資源動向について	高嶋
技術相談	6月	メール	マスコミ関係	1	クロガシラガレイとマコガレイの違いについて	城
技術相談	6月	メール	マスコミ関係	1	クロガシラガレイとクロガレイの違いについて	城
技術相談	6月	メール	マスコミ関係	1	クロガシラガレイの成長等について	城
技術相談	7月	対面	民間企業	2	ホッケの産卵床礁計画について	山口
技術相談	7月	メール	マスコミ関係	1	オヒョウの生態等について	城
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	落石で漁獲されたクロマグロについて	山口
技術相談	8月	面接	漁業関係者	3	マグロの漁獲規制について	富山
技術相談	8月	面接	漁業関係者	1	マグロの漁獲規制について	富山
技術相談	8月	面接	漁業関係者	1	ブリの来遊状況と標識放流について	富山
技術相談	9月	面接	漁業関係者	1	標識ブリの放流元について	富山
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	イカサケサンマが減ってブリマグロが増えたのはなぜ？	山口
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	マフグが最近増えているのか？	山口
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	渡島海域でブリの漁獲が増えている理由について	富山
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	ブリの回遊経路について	富山
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	寿都はホッケの産卵場か	山口
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	北海道に来遊するブリとフグの漁獲量と生態について	富山
技術相談	10月	メール	水産庁	1	オットセイの生態について	和田
技術相談	11月	電話	マスコミ関係	1	スルメイカやブリの資源変動要因は？	富山
技術相談	11月	来場	研究機関	4	主にソウハチ・マガレイのデータ提供依頼と資源解析の相談	高嶋・山口・城・佐藤・和田・富山
技術相談	11月	電話	民間企業	1	カニカマ原料のスケトウダラについて基礎的な知見を教えて欲しい	佐藤
技術相談	11月	電話	マスコミ関係	1	マダラの豊漁について。	佐藤
技術相談	11月	電話・teams	マスコミ関係	1	北海道で豊漁の魚種,不漁の魚種	山口
技術相談	12月	電話	研究機関	1	ブリの漁獲管理方法について	富山
技術相談	12月	電話	マスコミ関係	1	石狩湾系ニシン漁況予測について	城
技術相談	12月	電話・メール	研究機関	1	北海道日本海側におけるブリの秋季の漁況について	富山
技術相談	12月	電話	マスコミ関係	1	シャコの漁獲状況について	和田
技術相談	12月	メール	北海道	1	スルメイカの回遊について(北海道へは死滅回遊?)	城
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	道産ブリの回遊生態と本州で今年不漁の理由	富山
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	北海道のコウナゴ漁獲量集計について	佐藤
技術相談	1月	電話	漁業関係者	1	1990年代までのニシン衰退は温暖化の影響かと思っていたが最近獲れていると聞くと詳細は？	城
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの漁模様について	城
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	ニシン資源量・漁獲量は今後も増加し続ける可能性はあるか	城
技術相談	1月	メール	マスコミ関係	1	大昔からのニシン漁獲量のデータが欲しい	城
技術相談	1月	面接	マスコミ関係	1	マダラの資源状況や生態について	佐藤
技術相談	2月	電話	マスコミ関係	1	羅臼のブリの回遊経路と適水温	富山
技術相談	2月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの漁獲量など	山口
技術相談	2月	メール	マスコミ関係	1	ブリの回遊経路について	富山
技術相談	2月	電話	マスコミ関係	1	オホーツク海に来遊するブリの漁獲量や来遊経路について	富山
技術指導	2月	場内	普及技術指導所	2	古平で漁獲された種不明魚について,ギンダラと同定	城

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術指導	2月	場内	普及技術指導所	2	ギンダラの年齢査定を依頼されたので、薄片を作成した。5～6歳であるとわかったため回答した。	城
技術相談	3月	電話	マスコミ関係	1	今年のニシンの漁獲量	山口
技術相談	3月	電話	マスコミ関係	1	今年のニシンの群来について	和田
技術相談	3月	対面	マスコミ関係	1	石狩湾系ニシンの資源安定の要因について	城
技術相談	3月	電話	民間企業	1	エビが不漁 要因は	山口
技術相談	3月	対面	マスコミ関係	1	ホッケの資源管理について	山口
<b>海洋環境グループ</b>						
技術相談	4月	電話	漁業関係者	1	ツブガイを太平洋から日本海へ移植した際の生存可否について	栗林
技術相談	4月	電話	漁業関係者	1	シロガイの食品としての有効活用と冷凍状態での砂抜き方法について	栗林
技術相談	4月	電話	普及技術指導所	1	貝毒モニタリングに係る海水サンプルの採取・送付について	栗林
技術相談	4月	メール	普及技術指導所	1	貝毒モニタリングに係る海水サンプルの送付について	栗林
技術相談	4月	メール	普及技術指導所	1	常呂沖の貝毒プランクトンについて	栗林
技術相談	4月	オンライン	教育機関	4	昨年度のえりもの調査結果について	栗林
技術相談	4月	電話	漁業関係者	1	今年度稚内水試で取り組み開始するホッケ若魚調査課題について	高嶋
技術相談	4月	電話	普及技術指導所	1	ホタテラーバの付着珪藻への影響について	栗林
技術相談	4月	電話	マスコミ関係	1	最近のニシンの群来を整理したものは無いか	高嶋
技術指導	4月	場内	普及技術指導所	1	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術相談	5月	電話	網走市役所	1	紋別沿岸域における4月下旬～5月上旬の低水温について	栗林
技術相談	5月	メール	普及技術指導所	1	沙留のプランクトン種名について	栗林
技術相談	5月	電話	普及技術指導所	1	オホーツク沿岸の海況について	栗林
技術相談	5月	オンライン	水研・教育機関	5	北海道主変海域における下痢性貝毒について	栗林
技術相談	5月	電話	普及技術指導所	1	ホタテガイのネットへの付着を妨げる藻類の定量方法について	栗林
技術相談	5月	電話	国土交通省	1	小樽港水域の汚染状況把握のための調査項目について	栗林
技術相談	5月	メール	普及技術指導所	1	ホタテ採苗器の付着藻類の数値化について	栗林・西田
技術指導	5月	場内	普及技術指導所	1	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術相談	6月	電話・メール	マスコミ関係	1	気候変動に関する雑誌記事の取材打診	高嶋
技術相談	6月	電話	普及技術指導所	1	オホーツク海貝毒プランクトン速報について	栗林
技術相談	6月	対面	マスコミ関係	1	気候変動への対応など	高嶋
技術相談	6月	電話	札幌市保健所	1	余市前浜水温について	有馬
技術指導	6月	場内	水産技術普及指導所	1	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術相談	7月	電話	普及技術指導所	1	増毛の採苗器に付着したドロドロの正体について	有馬
技術相談	7月	電話	札幌市保健所	1	余市前浜水温について	有馬
技術相談	7月	メール	国土交通省	1	小樽港周辺水域における水質・底質分析方法について	栗林
技術相談	7月	メール	漁業関係者	1	サロマ湖の麻痺性貝毒プランクトンについて	栗林
技術相談	7月	メール	教育機関	1	yessoensisの種々の成長ステージを使ったpH調整飼育実験の関する情報について	栗林
技術相談	7月	電話	札幌市保健所	1	余市前浜水温について	有馬
技術相談	7月	電話	札幌市保健所	1	余市前浜水温について	有馬
技術相談	7月	電話	研究機関	1	北海道周辺で発生するヌタについて	有馬
技術指導	7月	場内	普及技術指導所	1	増毛の採苗器に付着したドロドロの種同定	有馬
技術指導	7月	場内	普及技術指導所	1	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術相談	8月	電話	北海道	1	浜益で発生したA.tamarense species complexについて	栗林
技術相談	8月	面接	普及技術指導所	1	浜益で発生したA.tamarense species complexについて	栗林
技術相談	8月	メール	民間企業	1	日本海における施肥の需要について	栗林
技術相談	8月	電話	不明	1	余市前浜水温について	有馬
技術相談	8月	電話	札幌市保健所	1	余市前浜水温について	有馬
技術相談	8月	メール	民間企業	1	堆積物および間隙水中のCNP分析のための前処理について	栗林
技術相談	8月	電話	国土交通省	1	小樽港水域の底質状況について	栗林
技術相談	8月	電話	札幌市保健所	1	余市前浜水温について	有馬
技術相談	8月	電話	普及技術指導所	1	ホタテ採苗器の付着藻類の数値化と貝毒プランクトン検鏡用の固定液、昨年度の藻琴湖の貝毒化について	栗林
技術相談	8月	面接	普及技術指導所	1	8月上旬の余市前浜水温は観測史上最高か？	栗林・西田
技術指導 (講師派遣)	8月	釧路市	教育機関	50	北海道のコンブ生産を支える栄養塩環境の現在・過去・未来について発表	栗林
技術指導	8月	場内	普及技術指導所	1	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術指導 (講師派遣)	8月	場内	教育機関	1	客員研究員申請依頼	栗林
技術指導 (講師派遣)	8月	Web	国土交通省	7	今後の北海道総合開発計画推進に関連する事柄に関して、意見・提言を行った。	高嶋
技術相談	9月	メール	国土交通省	1	堆積物の安定同位体分析方法について	栗林
技術相談	9月	電話	普及技術指導所	1	8/24に能取湖で出現したアレキサンドリウムアフィネについて	栗林
技術指導 (講師派遣)	9月	えりも町	教育機関	30	えりものコンブを支える海洋環境について説明	栗林



指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	10月	電話	教育関係	1	海洋微生物のアーカイブ作りのため赤潮採水を分けてほしい	高嶋
技術相談	11月	電話	普及技術指導所	1	10月に発生した泥状物質が赤潮由来の有害性を持つか?	高嶋
技術指導 (講師派遣)	11月	広島県東広島市	教育機関	50	道東太平洋の海洋環境について	栗林
技術相談	12月	電話	マスコミ関係	1	赤潮に関連して衛星画像の提供依頼	有馬
技術指導	12月	場内	普及技術指導所	3	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術指導	12月	場内	普及技術指導所	3	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術指導	12月	場内	普及技術指導所	1	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術指導	12月	場内	普及技術指導所	1	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術相談	1月	電話	漁業関係者	1	2021年マイワシ、サバ類の漁獲量と単価	高嶋
技術相談	1月	面接	普及技術指導所	1	石狩湾の水塊区分について	栗林
技術相談	1月	電話	漁業関係者	1	石狩湾系ニシンの資源評価について	高嶋
技術相談	1月	電話	普及技術指導所	1	過去の貝毒プランクトン結果の情報提供について	栗林
技術相談	2月	電話	民間企業	1	冬季のDOC増加について	栗林
技術相談	2月	電話	漁業関係者	1	水産経済新聞に掲載されたロシア研究所による2020年カムチャッカ赤潮の解釈について	高嶋
技術指導	2月	場内	普及技術指導所	1	クロロフィル分析処理指導	栗林
技術相談	3月	メール	普及技術指導所	1	稚内網走間の潮位差について	栗林
技術相談	3月	メール	普及技術指導所	1	稚内網走間の潮位差と宗谷暖流の関係について	栗林
技術相談	3月	電話	漁業関係者	1	Ksのシストは見つかっているのか?	高嶋
技術相談	3月	電話	漁業関係者	1	貝毒プランクトン採水と赤潮検鏡結果について	有馬

## 1. 2. 2 資源増殖部

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
<b>資源増殖グループ</b>						
技術相談	4月	電話	マスコミ関係	1	八雲町漁協のニシン増殖事業について	瀧谷
技術相談	4月	電話	マスコミ関係	1	泊のニシンの漁獲について	瀧谷
技術相談	4月	電話	民間企業	1	マグネシウムMgの制御で磯焼け対策の例はあるか?	川井
技術指導	4月	八雲町	漁業関係者	10	ニシンの採卵について技術指導を行った	瀧谷
技術指導	4月	余市町	普及技術指導所	1	ムラサキガイ(ムール貝)成長に関する調査指導	吉村
技術相談	5月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの群来について	瀧谷
技術相談	5月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの予報と漁獲について	瀧谷
技術相談	6月	電話	山形県	1	北海道におけるウニ、岩ガキなどの養殖について	萱場
技術相談	6月	面会	北海道	1	生物の鑑定	萱場
技術相談	6月	メール	研究機関	1	酪農用牛配合飼料への海藻成分の添加効果について	萱場
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	広尾漁協が取り組むウニ養殖・コンブ養殖について	萱場
技術相談	7月	来場	民間企業	2	ニシンの稚魚の生残率について	瀧谷
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	北海道で水揚げされるサラガイについて	萱場
技術相談	7月	電話、メール	マスコミ関係	1	マナマコの色素異常について	萱場
技術指導	7月	場内	技術普及指導所	1	マガキ人工採卵指導	吉村
技術相談	8月	電話	不明	1	磯焼けについて	高谷
技術相談	9月	電話	民間企業	1	マコブの促成養殖について	萱場
技術指導	9月	場内	普及技術指導所	1	マガキ幼生飼育指導	吉村
技術指導	9月	場内	普及技術指導所	1	不明つぶ類種同定指導(エゾチヂミボラ)	吉村
技術相談	10月	メール	マスコミ関係	1	ニシンの系群や生態について	瀧谷
技術相談	10月	メール	マスコミ関係	1	ノースアングラー掲載のニシンの原稿の校正	瀧谷
技術相談	10月	来場	民間企業	2	施肥ブロックの分析について	高谷
技術相談	10月	電話	マスコミ関係	1	マツブの年齢成長について	吉村
技術相談	10月	標本送付	教育機関	1	余市産ムラサキガイ標本の入手	吉村
技術相談	10月	来場	マスコミ関係	1	近年、北海道サハリン系群が増えている件について	瀧谷
技術指導	10月	場内	普及技術指導所	1	クロソイ魚病診断指導(リンホシスチス症)	吉村
技術相談	11月	メール	マスコミ関係	1	ニシンの生態について	瀧谷
技術相談	11月	メール	漁業関係者	1	麻酔薬の効果について	吉村
技術相談	2月	電話	漁業関係者	1	ニシンの年齢の数え方について	瀧谷
技術相談	2月	来場	任意団体	1	ニシンの系群について(今と昔で何が違うのか)	瀧谷
技術相談	2月	電話	教育機関	1	海藻類に含まれるプロロフォルムについて	萱場
技術相談	2月	メール	任意団体	1	2月17日取材のニシンの系群についての記事の校閲依頼	瀧谷
技術相談	3月	電話	マスコミ関係	1	乙部のニシンの群来について&ニシンがかつていなくなった理由	瀧谷
技術相談	3月	電話	マスコミ関係	1	道南のニシン増加と系群について	瀧谷
<b>水産工学グループ</b>						
技術相談	8月	電話、メール	民間企業	1	釣獲した魚の種類について	金田

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	1月	電話	任意団体	1	ホエー蛋白の利用について	高橋
技術相談	1月	メール	普及技術指導所	1	シジミ調査用桁網の構造について	金田
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	ウニの水温と摂餌生態の関係について	高橋
技術相談	2月	電話	マスコミ関係	1	ウニの水温と摂餌生態の関係について(再)	高橋
技術相談	3月	電話	漁業関係者	1	エゾバフンウニの養殖について	高橋
技術相談	3月	メール	普及技術指導所	1	シジミ桁網について	金田

### 1. 2. 3 企画調整部

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	4月	電話	マスコミ関係	1	後志のニシン漁獲量が伸び悩んだ理由について	山口
技術相談	4月	電話	マスコミ関係	1	余市前浜水温について(ニシン漁獲量に関連して)	山口
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	魚肉ソーセージ開発について, 戦中, 戦前の記録に関する問い合わせ	小宮山
技術相談	9月	メール	教育機関	1	北海道のイカ漁業従事者数, 一人当たり水揚げ, コストに関する問い合わせ	小宮山
技術相談	9月	メール	マスコミ関係	1	サケの来遊不振の原因と, いわゆる「魚種交代」について	小宮山
技術相談	9月	電話	マスコミ関係	1	石狩鍋に使うサケの旬について	小宮山
技術相談	9月	電話	民間企業	1	タラバガニ漁業の制限条件について	小宮山
技術相談	9月	電話	マスコミ関係	1	サケの来遊予想について	小宮山
技術相談	9月	電話	漁業関係者	1	北海道のサケ来遊状況について	小宮山
技術相談	11月	来場	民間企業	2	販路開拓支援の相談	山口

## 2. 試験研究成果普及・広報活動

(主なもの)

開催時期	会議等の名称	開催場所	参加人数	内容等
3. 8. 31 ~10. 29	水産研究本部成果発表会	WEB	420 アクセス	最新の研究成果（口頭発表動画とポスター14題）を水産研究本部のHPに掲載
開催中止	水産試験研究プラザ			新型コロナウイルス感染症の蔓延防止のために、開催を中止した。

## 3. 研修・視察来場者の記録

(事前に連絡のあったもの)

区 分	件数 (件)	人数 (人)	摘 要
管 内 (石狩振興局・後志総合振興局)	2	88	余市町
道 内 (上記以外)	0	0	
道 外	0	0	
国 外	0	0	
合 計	2	88	

## 4. 所属研究員の発表論文等一覧 (令和3 (2021) 年4月1日～令和4 (2022) 年3月31日)

## 資源管理部門

## (資源管理グループ)

北海道寿都町沿岸の日本海におけるホッケの産卵期と水温環境：坂口健司, 高嶋孝寛 (中央水試), 鈴木祐太郎 (水産研究本部) 北水試研報101号, 1-9, 2022.3

石狩湾における近年のシャコの漁況について：和田昭彦 (中央水試) 試験研究は今, 950, 2022.3

## (海洋環境グループ)

Morphological variation and phylogeny of *Karenia selliformis* (Gymnodiniales, Dinophyceae) in an intensive cold-water algal bloom in eastern Hokkaido, Japan: Mitsunori Iwataki (東大院農学生命), Wai Mun Lum (東大院農学生命), Koyo Kuwata (東大), Kazuya Takahashi (東大院農学生命), Daichi Arima, Takanori Kuribayashi (中央水試), Yuki Kosaka (青森県産業技術センター), Natsuki Hasegawa (水産研究・教育機構), Tsuyoshi Watanabe (水産研究・教育機構), Tomoyuki Shikata (水産研究・教育機構), Tomonori Isada (北大FSC), Tatiana Yu. Orlova (ロシア科学アカデミー), Setsuko Sakamoto (水産研究・教育機構), Harmful Algae, 114: 2022.2

2020年8～9月に西部北太平洋日本沖合で漁獲されたサンマ *Cololabis saira* の特異的な食性：守田航大 (稚内水試), 有馬大地 (中央水試), 日本水産学会誌, 2022.1

北海道東方沖北西太平洋におけるサンマ *Cololabis saira* の漁期前分布特性：稲川 亮 (中央水試), 志田 修 (函館水試) 北水試研報, 100: 13-27, 2021.9

コンブを育てるアザラシ－栄養源としての隠れた役割－：栗林貴範 (中央水試) 北水試だより, 103,9-12,2021.9

ドローンを活用した新たな藻場環境モニタリングについて：安永倫明 (中央水試) 試験研究は今, 938, 2021.9

海の異変－気候変動下における水産環境の変化と求められる適応策, 課題－：栗林貴範 (中央水試), 堀井貴司 (釧路水試), 奥村 裕 (水産機構資源研), 清野聡子 (九大院工), 門谷 茂 (北大名誉教授) 日本水産学会誌懇話会ニュース, 88: 93-96, 2022.3

海の異変－気候変動下における水産環境の変化と求められる適応策, 課題－：栗林貴範 (中央水試), 堀井貴司 (釧路水試), 奥村 裕 (水産機構資源研), 清野聡子 (九大院工), 門谷 茂 (北大名誉教授) 月刊海洋, 54: 151-155, 2022.3

北海道の漁業生産を支える栄養塩環境の長期変化：栗林貴範 (中央水試) 月刊海洋, 54: 168-173, 2022.3

道総研における海洋環境調査：有馬大地 (中央水試) 令和3年度日本水産学会秋季大会 水産学若手の会主催ミニシンポジウム, 2021.9

衛星データ (GCOM-C) を用いた北海道周辺海域における植物プランクトンのモニタリング：有馬大地 (中央水試) 2021年度 日本海洋学会秋季大会 (創立80周年記念大会) 講演要旨集, 138, 2021.9

転移学習による動物プランクトン自動判別の試み：**有馬大地 (中央水試)** 2021年 日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会講演要旨集, 149, 2021.9

道東における大規模有害赤潮の発生と対応の状況：**高嶋孝寛 (中央水試)** 第14回サケ学研究会講演要旨集, 2021.12

道東海域におけるマイワシの餌環境の変化：**有馬大地 (中央水試)**, 嶋田宏 (水産研究本部) 第6回北海道水産海洋研究集会, 2022.2

ドローンによる藻場環境モニタリング手法の開発：**安永倫明, 栗林貴範, 稲川 亮, 高嶋孝寛 (中央水試)**, 那須俊宏, 伊勢諭至, 宮川 透 (道水指), 浦池隆文, 飯島俊匡 (道工試) 令和4年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 2022.3

## 資源増殖部門

### (資源増殖グループ)

磯焼け海域におけるコンブ群落規模の年変動－地形による違い－：**高谷義幸 (中央水試)** 試験研究は今, No.934, 2021.7

磯焼け研究のこれまで, これから：**高谷義幸 (中央水試)** 北水試だより, 104:14-19, 2022.3

北海道忍路湾におけるホソメコンブ子嚢斑面積の簡易推定法 (資料)：**高谷義幸, 川井唯史 (中央水試)**, 秋野秀樹 (函館水試) 北水試研報, 101:39-42, 2022.3

Distribution of the kelp boring parasitic amphipod *Ceinina japonica* (Amphipoda: Eophliantidae) in Rishiri and Rebun Islands, the Sea of Japan with their host transition under laboratory condition: **Kawai T (中央水試)** Rishiri Studies, 41: 45-49, 2022.3.

### (水産工学グループ)

Predation risk management of sea stars (*Asterias amurensis* and *Distolasterias nipon*) by adjusting the density and size of seeded scallops (*Mizuhopecten yessoensis*): an improvement to local mariculture: **Miyoshi K. (中央水試)**, Chiba, S. (東京農大) Aquaculture International, 30 (1): 429-443, 2021.11

飼料からのタンパク質溶出を考慮したキタムラサキウニ生殖巣の量的発達における至適タンパク質量：高木聖実 (水産機構資源研), **高橋和寛, 金田友紀**, 菅原玲, 成田正直 (**中央水試**), 武田浩郁, 秋野雅樹, 加藤慎二 (釧路水試), 長谷川夏樹, 町口裕二, 鷗沼辰哉 (水産機構資源研) 第17回棘皮動物研究集会, 2021.12

Accelerated photoperiod promotes gonadal maturation in the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*: Ishii M (泊村), Unuma T (水産機構資源研), Masadate A (釧路水産技術普及指導所), **Hoshikawa H, Takahashi K (中央水試)**, Kosaka S (向阪技術士事務所), Masuda A (玉川大), Murakami K (三重大) Fisheries Science, 88:299-310, 2022.1

ホタテガイ漁場は開発出来るか！？－ホタテガイ被害ハザードマップの試作－：**金田友紀 (中央水試)** 試験研究は今, No.946, 2022.1

放流ホタテガイの資源管理技術の発展～画像解析と機械学習を利用した漁場管理～：**三好晃治 (中央水試)** 日本水産学会誌, 88 (2): 88, 2022.3

Modest dietary protein requirement for sea urchin gonad production demonstrated by feeding trials with consideration of protein leaching: Takagi S (水産機構資源研), **Takahashi K, Kaneta T**, Sugawara A, Narita M (**中央水試**), Takeda H, Akino M, Kato S (釧路水試), Hasegawa N, Machiguti Y, Unuma T (水産機構資源研), Aquaculture Nutrition 2022, Article ID 3140222, <https://doi.org/10.1155/2022/3140222>, 2022.3

明期の違いがキタムラサキウニの成熟に及ぼす影響:**高橋和寛, 中島幹二**, 菅原 玲, 成田正直(**中央水試**), 鶴沼辰哉(水産機構資源研) 令和4年度日本水産学会春季大会後援要旨集, 345, 2022.3

日長処理の開始時期によるキタムラサキウニ成熟抑制効果の違い:鶴沼辰哉, 長谷川夏樹(水産機構資源研), 菅原 玲, 成田正直, **中島幹二, 高橋和寛 (中央水試)** 令和4年度日本水産学会春季大会後援要旨集, 346, 2022.3

日長処理によるキタムラサキウニの成熟抑制に必要な光量: 鶴沼辰哉, 高木聖実, 長谷川夏樹(水産機構資源研), 菅原玲, 成田正直, **金田友紀, 高橋和寛 (中央水試)** 令和4年度日本水産学会春季大会後援要旨集, 347, 2022.3

#### 加工利用部門

明期の違いがキタムラサキウニの成熟に及ぼす影響: 高橋和寛・中島幹二・**菅原 玲・成田正直 (中央水試)**・鶴沼辰哉(水産機構資源研), 令和4年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 345, 2022.3

#### 水産研究本部企画調整部

温排水影響調査結果: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** ほっかいどう原子力環境だより, 139, 7-10, 2021.6

温排水: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** 令和2年度第4四半期泊発電所周辺温排水影響調査結果報告書, 1-205, 2021.6

陸・海・空から磯根の環境を調べる: **嶋田 宏 (水産研究本部)** ほっかいどう原子力環境だより, 139, 11, 2021.6

温排水: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** 令和3年度泊発電所周辺温排水影響調査結果報告書, 1-91, 2021.7

温排水影響調査結果: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** ほっかいどう原子力環境だより, 140, 7-10, 2021.9

温排水: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** 令和3年度第1四半期泊発電所周辺温排水影響調査結果報告書, 1-206, 2021.9

温排水影響調査結果: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** ほっかいどう原子力環境だより, 141, 7-10, 2022.1

温排水: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** 令和3年度第2四半期泊発電所周辺温排水影響調査結果報告書, 1-196, 2021.12

温排水影響調査結果: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** ほっかいどう原子力環境だより, 142, 7-10, 2022.3

温排水: **嶋田 宏, 山口宏史, 石田宏一 (水産研究本部)** 令和3年度第3四半期泊発電所周辺温排水影響調査結果報告書

書, 1-198, 2022.3

暖流は赤潮プランクトンの「運び屋」－カレニア・ミキモトイの来遊メカニズムの解明－：嶋田 宏（水産研究本部）  
令和3年度水産研究本部成果発表会発表要旨集, 2021.8

北海道沿岸における赤潮と貝毒の長期変動（総説）：嶋田 宏（水産研究本部）北水試研報, 100: 1-12, 2021.9

K-Shapeによる北海道日本海漁獲量の時系列クラスタリング：山口宏史（水産研究本部）令和3年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 53, 2021.9

夏季北海道積丹半島周辺における*Chattonella marina*の消長：嶋田 宏（水産研究本部）令和3年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 61, 2021.9

函館湾および噴火湾における有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium pacificum* および *A. catenella* の2018年から2020年の出現状況：夏池 真史, 金森 誠, 前田 高志（函館水試）, 嶋田 宏（水産研究本部）, 坂本 節子（水研機構技術研）日本プランクトン学会報, 69: 1-10, 2022.2





令和3年度  
道総研中央水産試験場事業報告書  
令和4年12月発行

編集 北海道立総合研究機構水産研究本部  
発行 〒046-8555 余市町浜中町238番地  
TEL 総合案内0135-23-7451 (総務部)  
図書案内0135-23-8705 (企画調整部)  
印刷 株式会社 総北海 札幌支社  
〒065-0021 札幌市東区北21条東1丁目4番6号  
TEL 011-731-9500 FAX 011-731-9515

©2022 Fisheries Research Department  
Printed in Japan

Correct citation for this publication :

Annual Report of 2021 Fiscal Year.  
Central Fisheries Research Institute,  
Fisheries Research Department, Hokkaido Research Organization,  
Yoichi, Hokkaido, Japan 2022, 176 p. (In Japanese)